

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA PARA DETERMINAR OS PARÂMETROS IDEAIS DE PROCESSO NA RETIFICAÇÃO CILÍNDRICA TANGENCIAL EXTERNA.

Sandro Pereira da Silva, sandro.silva@deg.ufla.br¹

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufsj.edu.br²

Thiago Castro Freitas, castrofreitas@hotmail.com³

Ricardo Rodrigues Magalhães, ricardorm@deg.ufla.br⁴

Antonio Carlos Néri, acneri@deg.ufla.br⁵

¹Universidade Federal de Lavras – UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000

²Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João Del Rei-MG, 36307-352

³Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João Del Rei-MG, 36307-352

⁴Universidade Federal de Lavras – UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000

⁵Universidade Federal de Lavras – UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000

Resumo: O processo de retificação é considerado um dos mais importantes da manufatura, pois quase todos os produtos manufaturados possuem componentes que foram fabricados a partir deste processo. Em especial para sistemas de direção veicular a precisão e acabamento dos seus componentes proporcionam maior leveza e conforto ao dirigir. Entretanto, determinar o melhor conjunto de parâmetros de processo para se obter o menor tempo de fabricação e a maior qualidade no processo de retificação cilíndrica tangencial externa torna-se uma tarefa complexa. Uma das técnicas utilizadas para otimizar o processo de retificação cilíndrica tangencial externa e permitir uma análise dos dados de saída requeridos pelo projeto do produto é a técnica de superfície de resposta. O objetivo deste estudo foi aplicar a técnica de superfície de resposta para determinar o conjunto de parâmetros de processos ideais em um processo de retificação cilíndrica tangencial externa. Os corpos de prova utilizados nos experimentos foram fabricados com aço SAE1045 com tratamento térmico e dureza entre 38 e 42 HRC. As variáveis de processo consideradas no estudo foram a velocidade de dressagem, rotação da peça e velocidade periférica no rebolo de corte. Um planejamento usando a técnica de superfície de resposta foi empregada para definir os principais efeitos e a interação dos parâmetros de entrada sobre a resposta, neste caso a rugosidade. Constatou-se que com menores velocidades no ciclo de dressagem associado a altas rotações no rebolo de corte e menores velocidades da peça obteve-se valores de rugosidade na ordem de 0,26 Ra, atendendo plenamente a condição prevista no projeto em 0,40 μm (Ra).

Palavras-chave: Retificação cilíndrica, Dressagem, Aço SAE1045, Rugosidade Ra.

1. INTRODUÇÃO

A retificação é um dos processos mais utilizados em operações de acabamento, geralmente, caracterizada pela baixa taxa de remoção de material e produção de componentes de alta precisão dimensional e de forma. Certas aplicações também se destinam a altas taxas de remoção e operações de desbaste, embora ainda não representem as principais aplicações para esse processo de usinagem. Apesar de seu uso intenso na indústria, há aspectos ainda desconhecidos do processo e de sua estabilidade quanto à necessidade de tempo de centelhamento, por exemplo.

Com o uso de comando numérico computadorizado (CNC) e componentes mecânicos cada vez mais precisos, as retificadoras adquiriram grande capacidade dimensional, com precisão de posicionamento na ordem de nanômetros (OLIVEIRA *et al.* 2008). Ao mesmo tempo os fabricantes de rebolos evoluíram muito na tecnologia de produzir ferramentas com alta capacidade de remoção e durabilidade entre afiações consecutivas do rebolo (WEGENER *et al.* 2011.). Apesar de todos esses avanços tecnológicos constata-se uma diferença significativa entre a dimensão comandada pela máquina e aquela resultante na peça. Isso normalmente acontece porque a taxa de remoção de material não é suficientemente alta para acompanhar a taxa de avanço entre o rebolo e a peça em uma operação de retificação de mergulho. Devido a esse fato a solução é manter o posicionamento final imutável no tempo, permitindo que a deformação elástica remanescente exerça sua força e continue retificando. Este estágio normalmente é chamado de “sparkout” ou centelhamento. Neste estágio a circularidade e a rugosidade também são melhoradas, beneficiando uma operação de acabamento, por exemplo. Devido a esse fato, a dimensão final resultante nem sempre é previsível porque a força elástica atua sobre o conjunto máquina-rebolo-peça e a capacidade de remoção depende fortemente da afiação da

superfície de trabalho, ou seja, da agressividade do rebolo. Esse fator se mostra primordial para a rigidez do conjunto, se modificando também conforme o desgaste se instaura na superfície de trabalho (OLIVEIRA, 1988, MALKIN, 2008 e ROSSI, 2009).

O aumento do interesse em conhecer e aprimorar os aspectos de rigidez resultam em algumas hipóteses e modelos, que até o momento, não proporcionam o completo entendimento do mecanismo envolvido (MALKIN, 2008).

Apesar das extensas pesquisas desenvolvidas nesta área, ainda se usa o aumento do tempo de centelhamento e redução de parâmetros de processo para alcançar melhoria na peça retificada, no acabamento superficial e tolerâncias geométricas (SAINI, 1990 e MALKIN, 2008). Estas alternativas geralmente acarretam aumento no tempo de retificação e, por consequência, redução na produtividade do equipamento, particularmente quando a tendência industrial é no sentido oposto. Por esta razão, é importante não só compreender a natureza da rigidez do conjunto, mas conseguir determinar em que condições se podem aumentar a produtividade, tendo em vista o melhor desempenho de qualidade e produtividade em que o processo é capaz de fornecer. Portanto encontrar a relação entre a agressividade do rebolo e os resultados de texturas superficiais com alta produtividade vem sendo objeto de muitas pesquisas.

2. DRESSAGEM DE REBOLOS

Durante o processo de retificação, cargas mecânicas, térmicas e químicas são aplicadas ao rebolo tendo como efeito o desgaste. Este pode ser de forma macro, descrevendo a modificação da topografia do rebolo e de forma micro, descrevendo a deterioração da geometria do grão (WEGENER *et. al.*, 2011).

Para que o rebolo recupere sua capacidade de corte a dressagem deve ser executada. Esta pode ser feita, geralmente por dressadores de ponta única, o qual transfere seu perfil de atuação para a superfície do rebolo. Neste caso a transposição desta geometria dá-se pela profundidade de dressagem, “ad”, associada à velocidade de deslocamento do dressador na sua largura de corte, “vd”, conforme mostrado na Figura 1 (OLIVEIRA, 1988).

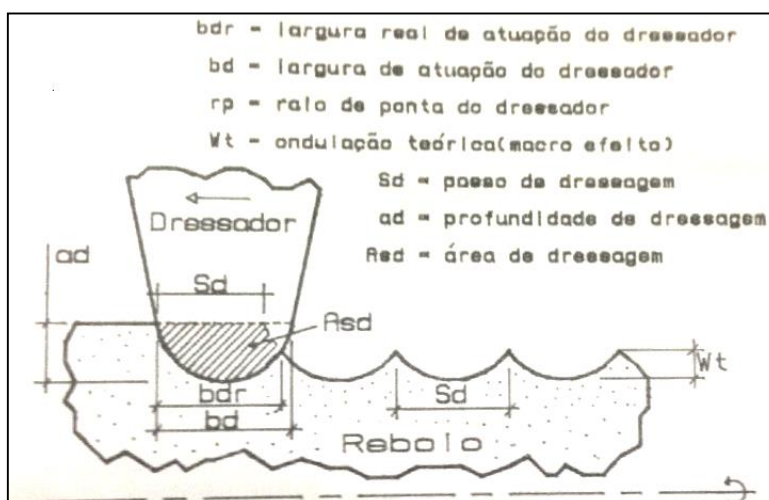


Figura 1 – Variáveis influentes no grau de recobrimento, adaptado de Oliveira (1988).

2.1. Relação “G”

Segundo Malkin (1989) e Oliveira (1988) o desgaste total é expresso pela relação “G”, que tem como definição a taxa volumétrica de material removido em relação ao desgaste volumétrico do rebolo, quanto menor for a relação “G” maior é a taxa de remoção de material e quanto maior for a relação “G” menor é a taxa de remoção de material. A Eq. (1) mostra a relação “G”.

$$G = \frac{v_w}{v_s} \quad (1)$$

Onde:

v_s = velocidade do rebolo;

v_w = velocidade da peça;

Segundo Malkin e Guo (2008), em retificações com rebolos convencionais, como o carbetto de silício ou óxido de alumínio, sendo este último objeto de estudo deste trabalho, o rebolo pode ser mais desgastado pelo processo de dressagem do que pela retificação da peça propriamente dita.

2.2. Superfície de Resposta

Segundo Montgomery (2003) a metodologia de superfície de resposta é um conjunto de técnicas estatísticas e matemáticas que são úteis para modelagem e análise nas aplicações em que a resposta de interesse seja influenciada por várias variáveis e o objetivo seja aperfeiçoar essa resposta. Por exemplo, o rendimento (Y) de um processo químico é uma função dos níveis de temperatura (x1) e concentração de alimentação (x2). Esta relação pode ser expressa pela Eq. (2).

$$Y = f(x_1, x_2) + \varepsilon \quad (2)$$

Em que ε representa o erro observado na resposta Y. Denotando-se pela Eq. (3):

$$E(Y) = f(x_1, x_2) = \eta \quad (3)$$

Então a superfície representada pela Eq. (4) é:

$$\eta = f(x_1, x_2) \quad (4)$$

Denominado como superfície resposta. Em muitos casos a relação entre a resposta (Y) e as variáveis independentes (X) é desconhecida. Então, uma primeira etapa na metodologia de superfícies de resposta é o ajuste desta relação entre a (Y) e as variáveis independentes. Se esta relação apresenta uma função linear entre as variáveis independentes e a resposta, a mesma é denominada de modelo de primeira ordem, e é dada pela Eq. (5):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (5)$$

Porém, se o sistema apresenta curvatura, então um polinômio de alto grau deve ser usado, sendo denominada de modelo de segunda ordem, representado pela Eq. (6):

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad (6)$$

3. METODOLOGIA

3.1. Banco de Testes

Os experimentos foram realizados em uma retificadora cilíndrica externa tangencial de mergulho, marca BONELI, modelo “Angle” 500. A Figura 2 mostra a retificadora e uma visão geral do banco de ensaios montado.

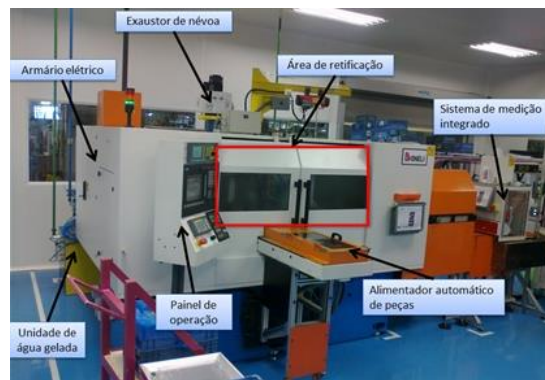


Figura 2 – Esquema geral do Banco de Teste

A retificadora possui comando numérico SIEMENS® modelo 802D, equipada com motor de 10 HP acionando o rebolo, inversor de frequência SIEMENS®, balanceador magnético automático, marca SBS®, modelo SB-5500 acoplado diretamente ao centro do eixo do rebolo, posicionador axial com encoder no eixo X e medição em processo, marca MOVOMATIC®, modelo ES400. A movimentação de carga e descarga da peça ocorre por um manipulador pneumático automático, sem a inferência humana. Outro ponto relevante a ser considerado para este experimento é o fato de ser uma retificadora em operação industrial há pouco tempo, com cerca de 2 anos de utilização.

Sobre a retificadora destacam-se as informações a seguir:

Dimensões do rebolo abrasivo: 610 x 13 x 254 mm;

Máxima velocidade de corte: 60 m/s;

Comprimento máximo retificável: 100 mm entre pontas;

Máxima potência disponível (motor do rebolo): 10 HP;

Balanceador magnético com leitura em 0,0001 g/mm;

Sistema de filtragem do fluido refrigerante;

A Figura 3 mostra uma visão geral do *set-up* utilizado para retificação em mergulho, medição em processo, posicionamento axial e medição de vibração do rebolo.

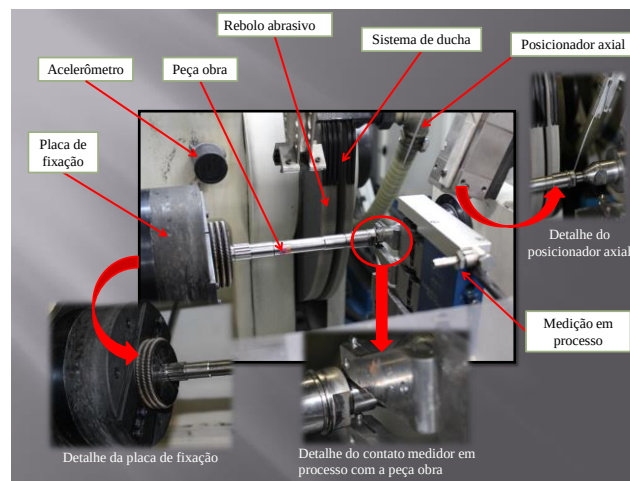


Figura 3 – Set up utilizado para o processo de retificação por mergulho na retificadora

3.2. Rebolo:

O rebolo utilizado para retificação em mergulho do fornecedor NORTON®, cuja especificação é 5 NQK 100 K V HB, onde “5” indica a concentração de grão cerâmico (classe 1 a 5, sendo 1 menor e 5 maior concentração de grãos), “NQK” indica que o rebolo possui óxido de alumínio (Al_2O_3) marrom, o número “100” indica a granulometria, “K” indica a dureza do rebolo (sendo A – macio, N – dureza média e Z para rebolos mais duros), “V” indica liga vitrificada e “HB” indica a qualidade da liga, segundo o fabricante. A máxima velocidade periférica admissível ao rebolo é de 90m/s, sendo considerado para retificação em no máximo 60m/s como medida de segurança. A Figura 4 mostra detalhes do rebolo utilizado nos experimentos.



Figura 4 – Rebolo abrasivo NORTON® utilizado no experimento de retificação

3.3. Dressador:

O dressador utilizado é do tipo FLIESE® do fornecedor WINTER®, modelo FAS90 detalhado na Fig. 5. Este tipo de dressador possui diamantes posicionados de forma ordenada na vertical em pastilhas ao longo de seu corpo.

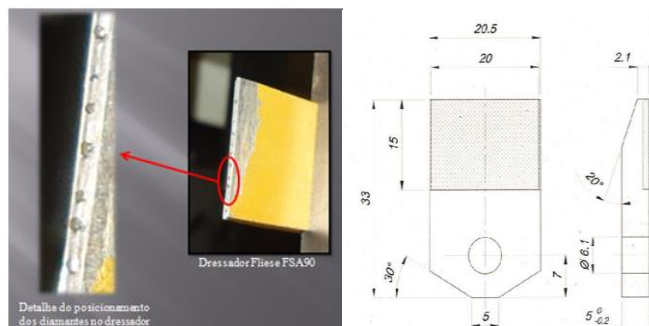


Figura 5 – Dressador utilizado no experimento de retificação

3.4. Corpo de prova:

A peça a ser retificada é um componente utilizado no sistema de direção elétrico, conforme demonstrado na Fig. 6.

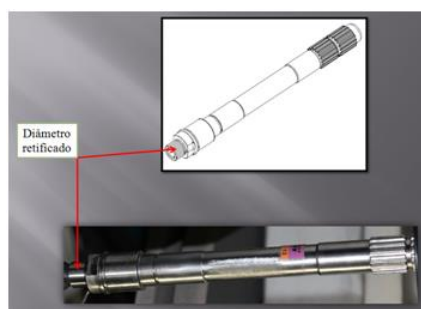


Figura 6 – Peça utilizada no experimento de retificação

O comprimento retificado é de 10 mm e o diâmetro é 14mm com tolerância dimensional de $+0,001 / -0,005$ mm e a rugosidade máxima esperada é $0,4 \mu\text{m}$ (Ra) para o material aço SAE 1045 com 38 a 42 HRC de dureza endurecido por meio de têmpera por indução elétrica. A profundidade de corte é de 0,15 mm. A caracterização da composição química do corpo de prova foi realizada no espectrômetro da marca “SPECTRO® – analytical instruments” conforme mostrado na Fig. 7.



Figura 7 – Equipamento “Spectro” para caracterização de matéria-prima da peça

Os principais elementos químicos identificados na peça são mostrados na Tab. 1.

Tabela 1. Resultados experimentais para as propriedades químicas do corpo de prova.

Composição Química	[%]
C	0,4180
Si	0,1200
Mn	1,2600
P	0,0130
S	0,1530
Cr	0,1200
Mo	0,0500
Ni	0,1200
Al	0,0223
Cu	0,1810
Nb	0,0020
Ti	0,0042
V	0,003
C Equivalente	0,7100
Fe	97,5400

3.5. Parâmetros de processo:

A velocidade de avanço para os estágios de desbaste, semi-acabamento e acabamento foram de 3 mm/min. , 1,6 mm/min. e 0,08mm/min. com taxa de remoção específica de material, “Q’w”, em 2,199 mm³/(mm*s), 1,173mm³/(mm*s) e 0,059 mm³/(mm*s) respectivamente e a profundidade de dressagem foi de 0,02 µm. Os demais parâmetros de processos utilizados são descritos na Tab. 2 que contém a análise estatística “DOE”.

Tabela 2. Parâmetros de processo adotados nos experimentos – “DOE”

Experimentos	Velocidade Periférica Rebolo [m/s]	Velocidade Dressagem Rebolo [mm/min.]	Rotação Peça Desbaste [RPM]	Rotação Peça Semi-Acabamento [RPM]	Rotação Peça Acabamento [RPM]
1	60	300	900	400	400
2	60	300	900	900	900
3	60	150	400	900	400
4	45	150	400	400	400
5	60	150	900	900	900
6	60	150	900	400	400
7	60	300	400	400	900
8	45	150	400	900	900
9	52.5	150	400	400	400
10	45	150	900	400	900
11	60	150	400	400	900
12	45	300	900	900	400
13	60	300	400	900	400
14	45	300	400	400	400
15	45	300	400	900	900
16	45	300	900	400	900
17	45	150	900	900	400

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 8 representa as relações criadas entre os parâmetros de processo velocidade periférica do rebolo e a rotação da peça tendo como resposta a rugosidade através da técnica estatística de superfície de resposta. Os gráficos compreendem curvas no espaço com variações em função dos parâmetros de entrada nos eixos X, Y e Z e pontos sobre a superfície, mínimos ou máximos, que variam de acordo com os parâmetros de saída para os 17 experimentos.

Superfície de Resposta - Rugosidade

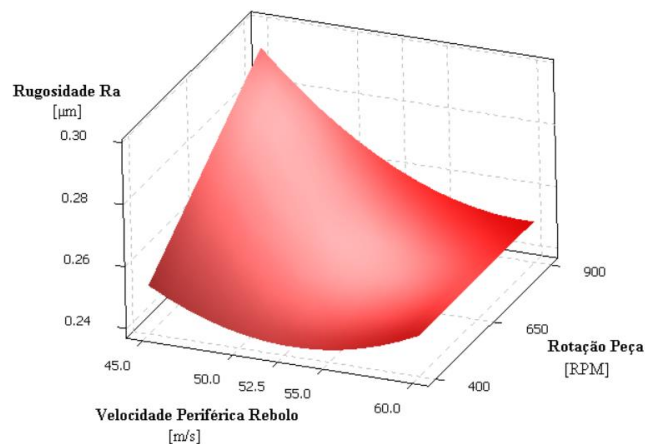


Figura 8 – Superfície de resposta com parâmetros de velocidade periférica do rebolo e rotação da peça.

O gráfico de superfície de resposta da Fig. 8 mostra a variação da rugosidade em função das variáveis de entrada, sendo a velocidade periférica do rebolo e a rotação da peça. Os parâmetros de ótimo estão concentrados com os melhores resultados no processo em 52,5 m/s na velocidade periférica do rebolo, já para rotação da peça a faixa de 400RPM representaram valores entre 0,24 μm (Ra) e 0,26 μm (Ra).

Essa diminuição nos valores de rugosidade, comparando os dois parâmetros analisados, altas velocidades periféricas e baixas rotações na peça, favorecem o recalque de material, gerando melhoria na textura superficial da peça. O que permite fortalecer a teoria proposta por Marinescu *et al.* (2004) em relação ao efeito do engajamento dos grãos abrasivos conforme pode ser observado esquematicamente na Fig. 9. Assim, os grãos abrasivos posicionados em sequência como ocorrem na grande maioria dos processos abrasivos, permitem também uma correção mais fina da forma gerada quando se tem altas velocidades periféricas e baixos valores de rotação da peça.

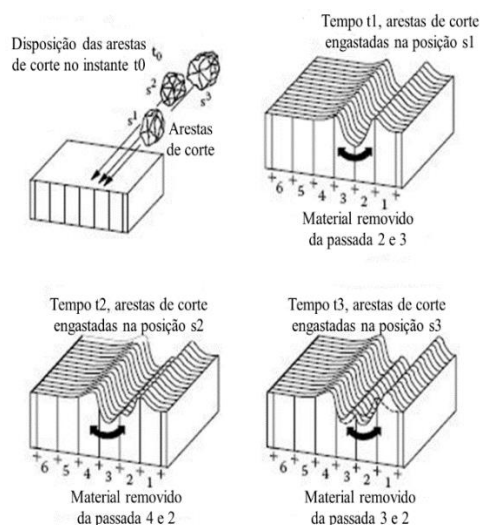


Figura 9 – Modelo plano de engajamento para arestas de corte sucessivas, adaptado de Marinescu *et al.* (2007).

Outro importante fator a ser considerado é o condicionamento da superfície de corte do rebolo caracterizado pelo processo de dressagem. Neste processo torna-se possível atribuir maior ou menor agressividade ao rebolo na operação de corte e por consequência alterações na rugosidade da peça. A Figura 10 mostra a relação dos fatores velocidade de dressagem e rotação da peça para a resposta rugosidade.

Superfície de Resposta - Rugosidade

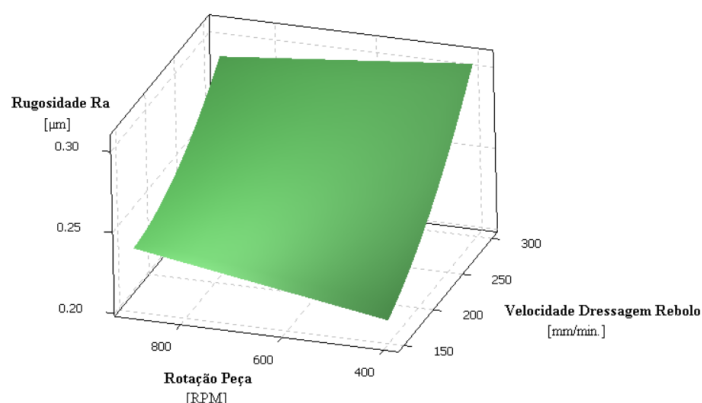


Figura 10 – Superfície de resposta com parâmetros de velocidade de dressagem do rebolo e rotação da peça.

O gráfico de superfície de resposta da Fig. 10 mostra a variação da rugosidade em função da velocidade de dressagem e da rotação da peça. Os parâmetros de ótimo correspondem a rotação da peça em 400 RPM e a velocidade de dressagem em 150 mm/min. tendo como resposta o valor de rugosidade em 0,20 μm (Ra). Segundo Oliveira (1988) uma menor velocidade de dressagem tende a reduzir o efeito rosca gerado no rebolo de corte durante a etapa de dressagem, tornando-o menos agressivo e por consequência um melhor processo de alisamento da superfície da peça. Esse fenômeno está relacionado ao macro e micro efeito de dressagem. Segundo Coelho (1991), o macro efeito de dressagem é resultado da geometria do dressador e as condições de dressagem estabelecidas. Consiste na transposição da geometria do dressador à superfície do rebolo devido à profundidade de dressagem empregada e velocidade de deslocamento do dressador ao longo do rebolo. A combinação destes parâmetros ocasiona inscrição de um perfil de rosca na superfície do rebolo segundo Malkin e Guo (2008) e Oliveira, (1988). O micro efeito de dressagem ocorre devido fratura e/ou arrancamento dos grãos abrasivos ocasionados pelo contato do dressador com a superfície do rebolo.

Portanto a melhor combinação de parâmetros de processo corresponde a velocidade periférica do rebolo de corte em 52,5 m/s, rotação da peça em 400 RPM e velocidade de dressagem em 150 mm/min. Com esses parâmetros foram fabricadas mais 30 amostras, em um novo estudo de capacidade de processo, para comprovar os resultados do estudo de superfície de resposta. A Figura 11 mostra os resultados de capacidade para o diâmetro retificado tendo como limite superior de processo o valor de 0,4 μm (Ra).

Capabilidade Processo - Rugosidade diâmetro 14mm.

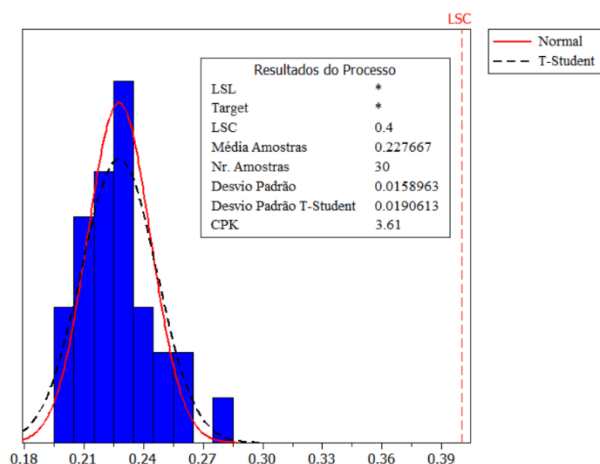


Figura 11 – Estudo de capacidade de processo com parâmetros do experimento 9 do DOE

Os valores de rugosidades encontrados no estudo de capacidade mostrados na Fig. 11 correspondem ao CPK de 3,61. Segundo Montgomery (1997), valores de CPK superiores a 1,67 indicam processos como boa capacidade de reprodução da dimensão objetivo e pouca variabilidade.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos nos experimentos pode-se concluir que:

A técnica de superfície de resposta mostrou-se eficiente para determinar o conjunto de parâmetros de processo ideais para redução do valor de rugosidade no processo de retificação tangencial externa de mergulho;

A velocidade periférica de 52,5 m/s associada a velocidade de dressagem de 150 mm/min. com a rotação da peça em 400 RPM proporcionam valores de rugosidade médios em 0,22 μm (Ra).

Os parâmetros de ótimo obtidos através da técnica de superfície de resposta apresentou valor de capacidade em 3,61;

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a TRW sistemas de direção, pela parceria na realização dos experimentos no chão de fábrica e a FAPEMIG pelo apoio financeiro na realização desta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- Coelho, R.T., 1991 “Dissertação: Estudo Experimental da Profundidade de Dressagem de Rebolos na Retificação de Precisão Usando Método do Disco Retificado.” Escola de Engenharia São Carlos - USP, São Carlos-SP, Brasil.
- Marinescu, I.D., Hitchiner, M., Uhlmann, E., Rowe, B., INASAKI, I., 2007, “Handbook of Machining with Grinding Wheels”, CRC Press - Taylor & Francis Group. 629 pp.
- Marinescu, I. D., Rowe, W. B., Dimitrov, B., and Inasaki, I., 2004, “Tribology of abrasive machining processes”, William Andrew Publishing Norwich, New York.
- Malkin S., 1989, “Grinding technology”, Ellis Horwood Limited, 1º Edition.
- Malkin S. e Guo C., 2008, “Grinding Technology - Theory and Applications of Machining with Abrasives”, Industrial Press, Second Edition, New York.
- Montgomery, D.C., 1997, “Introduction to factorial designs, In design and analysis of experiments”, John Wiley & Sons, v.12, p. 189 – 243.
- Montgomery, D.C., RUNGER, G.C., 2003, “Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros”, 2a. ed., LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Verônica Calado (Trad.), Rio de Janeiro, 463p.
- Oliveira J.F.G., França T.V. e Wang J.P., 2008, “Experimental analysis of wheel / workpiece dynamic interactions in grinding” CIRP 57 Annals - Manufacturing Technology, Elsevier, pp. 329-332, doi:10.1016/j.cirp.2008.03.096
- Oliveira J.F.G., 1988, “Análise da Ação do Macro efeito de Dressagem de Rebolos no Desempenho do Processo de Retificação”, Tese, Escola de Engenharia São Carlos – USP, São Carlos-SP, Brasil.
- Rossi M.A., 2009, “Método Prático para Otimização do Ciclo de Retificação Transversal de Precisão” Dissertação, Escola de Engenharia São Carlos – USP, São Carlos-SP, Brasil.
- Saini D.P., 1990, “Wheel hardness and local elastic deflections in grinding”, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 30, pp. 637-649.
- Wegener, K., Hoffmeister, H. W., Karpuschewski, B., Kuster, F., Hahmann, W. C. and Rabiey, M., 2011, “Conditioning and monitoring of grinding wheels”, Annals of the CIRP, Elsevier - Science direct, Vol. 60, pp. 757-777, DOI: 10.1016/l.cirp.2011.05.003.

8. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

RESPONSE SURFACE METHOD OF APPLICATION TO DETERMINE THE OPTIMAL PROCESS PARAMETERS IN GRINDING CYLINDER TANGENTIAL EXTERNAL.

Sandro Pereira da Silva, sandro.silva@deg.ufla.br¹

Lincoln Cardoso Brandão, lincoln@ufs.br²

Thiago Castro Freitas, castrofreitas@hotmail.com³

Ricardo Rodrigues Magalhães, ricardorm@deg.ufla.br⁴

Antonio Carlos Néri, acneri@deg.ufla.br⁵

¹Universidade Federal de Lavras – UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000

²Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João Del Rei-MG, 36307-352

³Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João Del Rei-MG, 36307-352

⁴Universidade Federal de Lavras – UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000

⁵Universidade Federal de Lavras – UFLA, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000

Abstract. *The grinding process is considered one of the most important manufacturing process, because almost all manufactured products have components that were manufactured from this process. Especially for steering systems, relaying accuracy and finish of its components provide greater lightness and comfort while driving. However, determining the best set of process parameters to achieve the lowest manufacturing time and increased quality in the tangential external cylindrical grinding process becomes complex. One of the techniques used to optimize the process of tangential external cylindrical grinding and allow an analysis of the output data required by the product design is the response surface technique. The aim of this study was to apply the response surface technique to determine the optimal set of process parameters in an external tangential cylindrical grinding process. The samples used in the experiments were manufactured SAE 1045 steel with heat treatment and hardness between 38 and 42 HRC. The process variables considered in the study were the dressing speed, piece rotation and peripheral speed on the cutting wheel. Planning using the response surface technique was used to define the main effects and interaction of input parameters on the response, in this case the roughness. It was found that at lower speeds the dressing cycle associated with high speed in the cutting wheel and smaller part of speeds roughness values were obtained almost 0.26 μm (Ra), fully meeting the condition in project 0.40 Ra .*

Keywords: *cylindrical grinding, dressing, SAE 1045 steel, Roughness Ra.*