

Modelagem da rugosidade no torneamento com cerâmica mista alisadora

□ P. H. S. Campos, J. R. Ferreira, A. P. Paiva e P. P. Balestrassi □

No estudo da vida de ferramentas e da rugosidade média das superfícies usinadas pelo processo de torneamento, verifica-se a influência de fatores como velocidade de corte, avanço e profundidade de usinagem. Na análise convencional da influência destes fatores, geralmente cada um deles é estudado isoladamente. Mas a metodologia de projetos de experimentos (DOE), um conjunto de técnicas estatísticas, permite a análise simultânea de todos. Este trabalho trata especificamente do modelamento dos parâmetros de rugosidade R_a , R_v , R_z , R_q e R_y no processo de torneamento do aço ABNT 52100 endurecido, utilizando ferramenta de cerâmica mista revestida com nitreto de titânio, com geometria alisadora.



O desenvolvimento de materiais de elevada dureza e resistência ao desgaste sob altas temperaturas para a produção de ferramentas de corte, em conjunto com o surgimento de máquinas-ferramenta de maiores rigidez e precisão dimensional a altas rotações, tornou possível usinar materiais endurecidos pelo processo de torneamento. Segundo Sales^[12], é possível obter rugosidades de 0,2 a 0,3 μm em tornos CNC, valores que correspondem aos obtidos nos processos de retificação.

A substituição do processo de retificação pelo de torneamento em materiais endurecidos traz vantagens como a possibilidade de trabalhar sem fluido de corte, eliminação de etapas no processo de fabricação, maior produtividade e baixo consumo de energia por volume de material usinado.

Na análise convencional da influência da velocidade de corte, da taxa de avanço e da profundidade de usinagem sobre a vida de ferramentas e a rugosidade média das superfícies torneadas, o elevado número de ensaios demanda grande consumo de material de usinagem e de ferramentas de corte, além de muitas horas-máquina. Isso resulta em custos proibitivos de experimentação. ▶

A preocupação em atuar simultaneamente sobre a qualidade e o custo de cada processo obriga as empresas a usarem técnicas menos triviais de planejamento e melhoria da qualidade, a exemplo da modelagem experimental. Modelos matemáticos podem ser construídos a partir da observação e experimentação planejadas. Essa estratégia observacional é conhecida como metodologia de projeto de experimentos (DOE, do inglês *design of experiments*). Consiste de planejamento capaz de gerar dados apropriados para uma análise estatística eficaz, o que resulta em conclusões válidas e objetivas^[8].

Diversos pesquisadores têm empregado essa metodologia para o estudo da usinabilidade dos materiais. Noordin *et al*^[10] aplicaram o DOE para descrever o desempenho de ferramentas de metal duro no torneamento de um aço ABNT 1045. Chouldhury e El-Baradie^[3] e Dhavlikar *et al*^[5] também empregam a abordagem para modelar a vida de ferramentas utilizadas no torneamento de aços de alta resistência, assim como Alauddin *et al*^[11]. Todos esses trabalhos objetivam a otimização de variáveis de resposta em processos de usinagem, obtidas a partir de uma pequena, porém eficiente, quantidade de experimentos.

Segundo Galdámez^[6], as técnicas experimentais são pouco difundidas nas empresas brasileiras em virtude da falta de conhecimento estatístico. Com a inovação das ferramentas de geometrias alisadoras,

tornou-se possível atingir um acabamento de alta qualidade em operações de torneamento, comparativamente com as ferramentas convencionais.

Em alguns casos, o acabamento também pode ser observado para avanços duas a quatro vezes mais elevados do que os comuns, o que proporciona aumento da produtividade. Quando as informações dos experimentos são analisadas estatisticamente, garante-se que o produto será projetado para superar com robustez as variações decorrentes do próprio processo de fabricação, do meio ambiente e do usuário. A análise estatística também é importante porque uma pequena diferença entre as especificações técnicas de um produto (ou nos níveis de ajuste dos fatores de controle de um processo de fabricação) pode significar ganho ou perda de tempo de produção, de ferramentas e da qualidade do produto. Nas empresas, os ganhos econômicos ou perdas são equivalentes.

Assim, o objetivo principal deste trabalho trata especificamente do modelamento de diversos parâmetros de rugosidade R_a , R_v , R_z , R_q e R_y no processo de torneamento em peças de aço ABNT 52100 endurecido (50 HRC), utilizando ferramenta de cerâmica mista revestida com nitreto de titânio e geometria alisadora.

Desenvolvimento teórico

Desenvolvido entre 1920 e 1930 por Fisher, e posteriormente in-

crementado por importantes pesquisadores na área de estatística^[2,11], o projeto de experimentos foi introduzido na indústria química e nos processos industriais de empresas nos Estados Unidos e Europa depois da segunda guerra mundial. Atualmente, as empresas do mundo inteiro buscam aumentar a produtividade com a utilização dessa ferramenta.

De acordo com Montgomery^[7], o DOE consiste no uso de técnicas estatísticas capazes de gerar dados apropriados para uma análise estatística que resulte em conclusões válidas e objetivas. É executado em experimentos nos quais fatores de um processo sob análise são variados simultaneamente, com o objetivo de medir seus efeitos sobre a variável (ou variáveis) de saída de tal processo.

Fatoriais completos correspondem a uma técnica do DOE na qual todas as possíveis combinações de níveis dos fatores experimentais são exercitadas, de modo a cobrir todo o espaço experimental. O número de corridas é igual ao número de níveis elevado ao número de fatores. Para experimentos fatoriais em dois níveis, o número total de corridas N necessárias para avaliar o efeito de k fatores é dado por $N = 2^k$.

Na metodologia DOE, o teste empregado para avaliar a significância dos efeitos das mudanças nos níveis dos fatores, ou dos efeitos das interações entre níveis sobre a saída do processo, é um ►

Aço endurecido

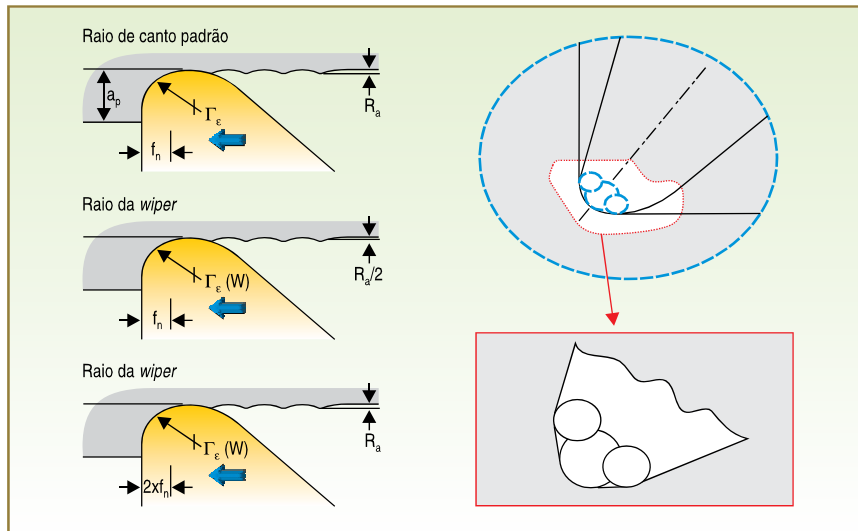


Figura 1 – Geometria do raio de ponta para ferramentas alisadora^[14]

teste de hipótese para médias. Na técnica do fatorial completo, o teste utilizado é a análise de variância, ou Anova^[7]. Ainda que não haja um modelo teórico único que torne possível a predição da rugosidade, a literatura aponta no sentido de que os parâmetros de corte são determinantes para isso^[13].

Cus e Zuperl^[4] sugeriram modelos empíricos lineares e exponenciais para a rugosidade da peça como função da velocidade de corte v_c , avanço f e profundidade de usinagem a_p .

A função polinomial de primeira ordem desenvolvida para uma metodologia de projeto de experimento que relaciona uma dada resposta y com k variáveis de entrada apresenta o formato descrito pela equação 1^[9]:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon \quad (1)$$

Onde:

y = resposta de interesse,

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ = parâmetros de entrada,
 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ = coeficientes a serem estimados e
 k = número de parâmetros de entrada considerados.

Procedimento experimental

Máquina, ferramentas, materiais e instrumentos de medição

Para o processo de torneamento desenvolvido neste trabalho, foi utilizado um torno CNC Nardini Logic 175 com potência máxima no eixo-árvore de 5,5 kW, rotação máxima de 4.000 rpm, torre com oito posições e torque máximo de 200 Kgf.m.

As pastilhas são de cerâmica mista ($Al_2O_3 + TiC$) da fabricante Sandvik, classe GC 6050, revestidas com nitreto de titânio (TiN) e com geometria alisadora ISO CNGA

120408 S01525WH. O suporte da ferramenta é do tipo ISO DCLNL 1616H12, com ângulo de posição de 95°, ângulo de saída de -6°, ângulo de inclinação de -6° e ângulo de folga de 7°. A figura 1 apresenta os raios alisadores da geometria da ponta da ferramenta e o seu efeito combinado com o avanço na rugosidade da peça usinada.

Os corpos de prova de aço ABNT 52100 utilizados nos ensaios tinham dimensões de 49 mm de diâmetro e 50 mm de comprimento. A elevada dureza de 50 HRC foi alcançada nesse aço pelo processo de têmpera por indução. Geralmente, esse material é tratado a uma temperatura de 850°C, seguida de têmpera em óleo, e revenido na faixa de 180 a 250°C. Isso resulta em uma microestrutura de martensita com até 5% de austenita retida. A sua composição química é mostrada na tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do aço ABNT 52100 (% em peso)

ELEMENTO	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	P
Teor (%)	1,03	0,23	0,35	1,4	0,04	0,11	0,001	0,01

Aço endurecido

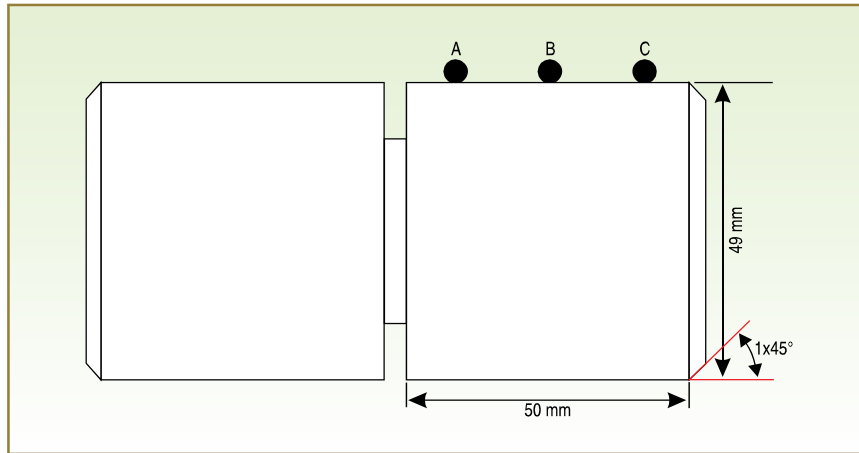


Figura 2 – Posições de leitura da rugosidade nos corpos de prova

Para as medições necessárias, foi utilizado um rugosímetro modelo Mitutoyo, SJ 201. O desgaste da ferramenta foi monitorado por um microscópio óptico Olympus SZ 61 com câmera digital.

Metodologia de ensaios

Foram adotados dois níveis de variação para cada um dos parâmetros de usinagem estuda-

dos. A tabela 2 apresenta os parâmetros velocidade corte, avanço e profundidade de usinagem, e seus respectivos níveis de va-

riação. Os níveis foram especificados em função de dados recomendados pelo catálogo do fabricante das ferramentas^[14]. Também foi elaborado um planejamento fatorial (três parâmetros e dois níveis) para a realização dos ensaios.

Os ensaios de torneamento foram dimensionados de forma a proporcionar uma maneira precisa de se estudar a influência da velocidade de corte, avanço e profundidade de usinagem na rugosidade R_a , R_t , R_z , R_q e R_y da peça usinada, com base na aplicação da metodologia de projeto de experimentos.

Tabela 2 – Parâmetros de usinagem utilizados

PARÂMETROS	NÍVEIS DOS FATORES		
	-1	0	+1
Velocidade de corte v_c (m/min)	200	220	240
Avanço f (mm/rot)	0,2	0,3	0,4
Profundidade de corte a_p (mm)	0,15	0,225	0,3

A OPÇÃO CERTA PARA SUA ESTAMPARIA E USINAGEM



NovoEra Comunicação

Equipamentos fabricados com foco no meio ambiente

- Exaustor de Névoa com Aglutinador • Filtro Eletrostático
- Sistema de Filtragem • Transportador de Retalhos • Centrífugas



**ROSQUEADEIRA****KIT DE MANDRILAMENTO****PORTA PINÇA****MORSA DE PRECISÃO CNC****MESA DIVISORA**

Aço endurecido

Tabela 3 – Fatorial completo 2³ com cinco pontos centrais para as respostas de rugosidades R_a e R_t

Nº	v_c (m/min)	f (mm/rot)	a_p (mm)	A	B	C	R_a (μm)	R_t (μm)
1	200	0,2	0,15	-1	-1	-1	0,153	0,99
2	240	0,2	0,15	1	-1	-1	0,219	1,161
3	200	0,4	0,15	-1	1	-1	0,388	2,669
4	240	0,4	0,15	1	1	-1	0,382	2,423
5	200	0,2	0,3	-1	-1	1	0,177	1,167
6	240	0,2	0,3	1	-1	1	0,173	1,132
7	200	0,4	0,3	-1	1	1	0,357	2,392
8	240	0,4	0,3	1	1	1	0,412	2,727
9	220	0,3	0,225	0	0	0	0,298	2,047
10	220	0,3	0,225	0	0	0	0,294	2,192
11	220	0,3	0,225	0	0	0	0,308	1,703
12	220	0,3	0,225	0	0	0	0,290	1,919
13	220	0,3	0,225	0	0	0	0,322	1,976

Como critério de troca de ferramenta, foram adotados principalmente valores de rugosidade $R_a < 0,5 \mu\text{m}$ e desgaste de flanco máximo $V_{Bm\acute{a}x} < 0,3 \text{ mm}$, em função do risco de quebra da pastilha de cerâmica. A cada corpo de prova usado, ele era retirado da máquina para medição das rugosidades. No mesmo momento, a pastilha também era retirada do suporte para monitoramento do desgaste de flanco. As medições de rugosidade foram realizadas sempre quatro vezes nos pontos A, B e C, conforme esquema ilustrado na figura 2 (pág. 50). Após as medições de rugosidade, foi realizada a média aritmética dos valores de rugosidade.

Resultados e discussão

A matriz experimental do projeto fatorial completo com cinco pontos centrais e os resultados da rugosidade R_a e R_t são mostradas na tabela 3. Obser-

va-se que os parâmetros de rugosidades R_a e R_t obtidos nos ensaios para o aço ABNT 52100 foram relativamente baixos, visto que o avanço f variou de 0,2 a 0,4 mm/rot. A rugosidade média R_a ficou na faixa de 0,15 a 0,5 μm e a rugosidade máxima R_t , entre 1 e 2,7 μm . Esses resultados justificam-se pelo efeito alisador da geometria de corte da ferramenta de cerâmica e pela elevada dureza da peça. Cabe salientar que o torno CNC utilizado é de pequeno porte e não apresenta grande rigidez.

A figura 3 (pág. 54) mostra uma comparação dos efeitos principais das condições de corte, velocidade, avanço e profundidade de usinagem sobre as rugosidades R_a e R_t . Percebe-se que o efeito principal do avanço é relativamente superior ao da velocidade de corte e da profundidade de usinagem sobre os parâmetros de rugosidade R_a e R_t , sucessivamente. No en-

BTfixo

(54) 3021.4119

www.btfixo.com.br

venda@btfixo.com.br

Aço endurecido

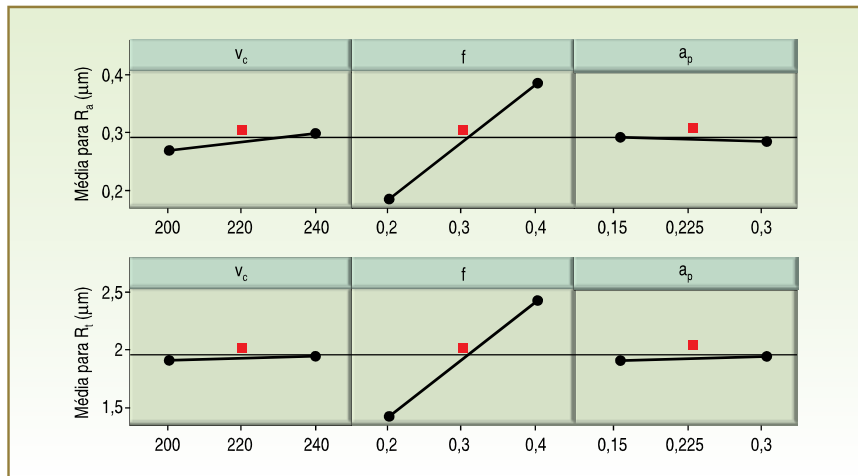


Figura 3 – Efeitos principais da velocidade de corte, avanço e profundidade nas rugosidades R_a e R_i .

tanto, cabe salientar a importância do estudo do efeito das interações das condições de corte sobre a rugosidade.

A maior influência do avanço deve-se ao maior incremento de seus níveis, de 0,2 a 0,4 mm/rot, o que provoca maior ondulação na superfície da peça. A influência negativa da velocidade de corte deve-se ao

aumento da rotação e a um possível aumento da vibração do sistema máquina-ferramenta-peça. As baixas profundidades de usinagem (0,15 a 0,3 mm) utilizadas, tiveram pouca influência na rugosidade da peça, devido à elevada dureza.

A figura 4 (pág. 56) apresenta a análise fatorial para os efeitos principais e para as in-

terações das condições de corte (velocidade de corte, avanço e profundidade de usinagem) sobre os parâmetros das rugosidades R_a e R_i . Observa-se no diagrama de Pareto que o avanço, a velocidade de corte e a interação entre velocidade-avanço-profundidade são significativas para a rugosidade R_a . Para a rugosidade R_i , entre- ▶



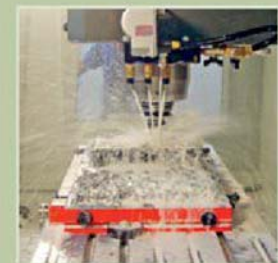
Tecnologia CAD-CAM

Tecnologia e Solução em:

- Usinagem Mecânica de Peças
- Departamento de Engenharia Próprio
- Pontualidade na Entrega
- Qualidade Assegurada
- Comprometimento com o Cliente
- Parceria Confiável



SGQ Certificada pela ISO9001:2008



(11) 2083.4500 . www.rudloff.com.br

Aço endurecido

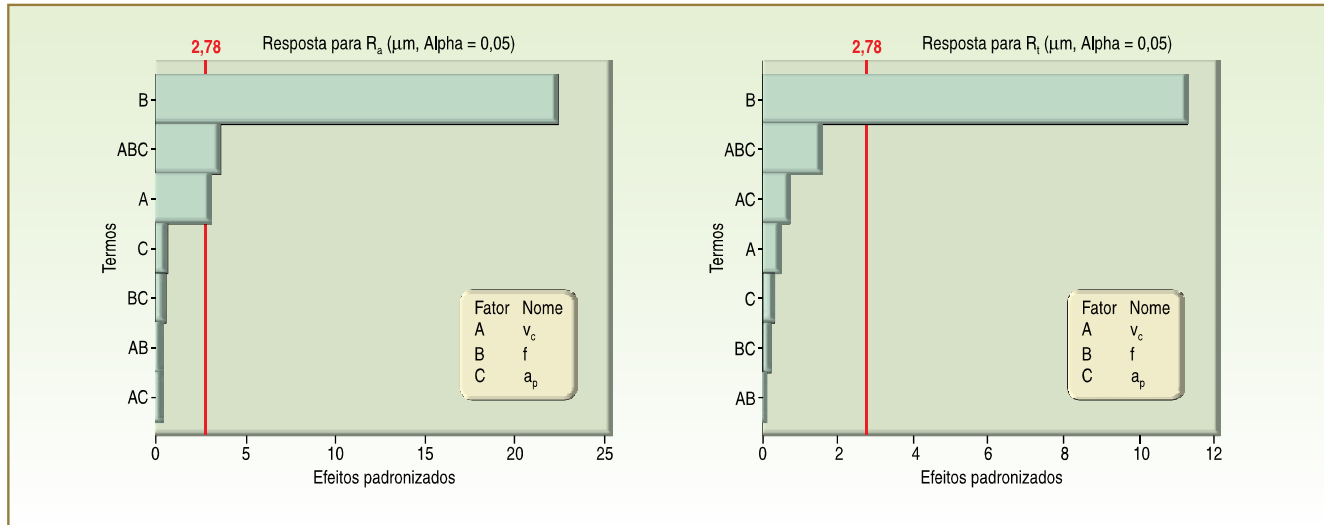


Figura 4 – Gráficos de Pareto dos efeitos padronizados da velocidade, avanço e profundidade sobre R_a e R_t

tanto, apenas o avanço foi o fator significativo.

A tabela 4 apresenta a análise de variância para a rugosidade média R_a , onde se observa que os valores p estão abaixo de 5% (nível de significância estatística) para o avanço, para a velocidade de corte e para interação tripla. Em função da Anova, pode-se constatar que as três condições de corte influenciaram significativamente a rugosidade R_a pelos efeitos principais ou por suas interações.

Percebe-se que o modelo empírico obtido apresenta um excelente ajuste (R^2 adj = 97,78%) considerando a implementação de todos os termos no modelo. A equação 2 apresenta o modelo matemático obtido, sendo que seus coeficientes levam em consideração as variáveis codificadas.

$$R_a = 0,2826 + 0,0138v_c + 0,1021f - 0,0028a_p - 0,0016v_c * f - 0,0011v_c * a_p + 0,0026f * a_p + 0,0163v_c * f * a_p$$

A análise de variância (tabela 5, mostrou um valor p significativo (0,054) para o teste de curvatura. Isso demonstra que os níveis experimentais escolhidos conduzem a uma resposta próxima à região de ótimo para a rugosidade R_a .

De forma análoga, foi realizada a análise de variância para a rugosidade máxima R_t , com a qual se obteve um modelo empírico com ajuste de R^2 adj = 91,28%, em que apenas o avanço apresentou influência

Tabela 4 – Anova para a resposta rugosidade média R_a

TERMO	EFEITO	Coef	SE coef	T	p
Constante		0,2826	0,0045	62,27	0
v_c	0,0277	0,0138	0,0045	3,06	0,038
f	0,2042	0,1021	0,0045	22,50	0
a_p	-0,0057	-0,0028	0,0045	-0,63	0,561
$v_c * f$	-0,0032	-0,0016	0,0045	-0,36	0,738
$v_c * a_p$	-0,0022	-0,0011	0,0045	-0,25	0,816
$f * a_p$	0,0052	0,0026	0,0045	0,58	0,594
$v_c * f * a_p$	0,0327	0,0163	0,0045	3,61	0,023
Ct Pt		0,0197	0,0073	2,70	0,054
S = 0,0128		R - Sq = 99,26%	R - Sq (adj) = 97,78%		

Tabela 5 – Análise de variância para R_a

Fonte	DF	SEQ SS	ADJ SS	MS	F	P
Efeitos	3	0,085	0,085	0,0283	172,01	0
Quadrático	3	0	0,0001	0	0,17	0,908
Interação	1	0,0021	0,0021	0,0021	13,02	0,023
Curvatura	1	0,0012	0,0012	0,0012	7,2	0,054
Erro residual	4	0	0	0		
Erro puro	4	0	0	0		
Total	12	0,0891				

Aço endurecido

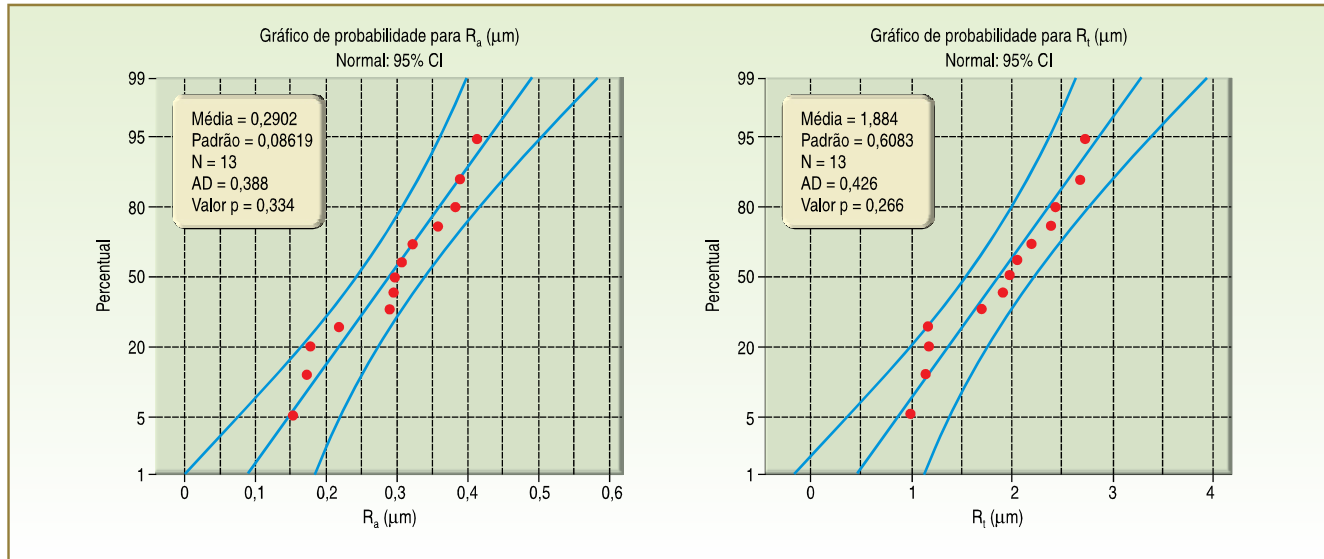


Figura 5 – Análise de resíduos dos modelos das rugosidades média e máxima

significativa. No entanto, a equação 3 apresenta o modelo obtido pela análise do planejamento fatorial completo com todos os termos do modelo preservando o melhor ajuste.

$$R_t = 1,8326 + 0,0281v_c + 0,7201f + 0,0218a_p - 0,0058v_c \cdot f + 0,0468v_c \cdot a_p - 0,0151f \cdot a_p + 0,0983v_c \cdot f \cdot a_p \quad (3)$$

Segundo Montgomery^[9], para que um modelo seja formulado adequadamente, os resíduos não devem ser correlacionados (independentes) e devem ser normalmente distribuídos. Neste trabalho, verificou-se que os resíduos dos modelos obtidos para as rugosidades R_a e R_t apresentam distribuições normais.

A figura 5 apresenta as retas de probabilidade normal dos resíduos dos modelos de rugosidades R_a e R_t . Como os pontos estão distribuídos sobre

a reta e o valor p do teste de normalidade de Anderson Darling foi superior a 5%, pode-se concluir que os dados são normalmente distribuídos. Observou-se também que os resíduos apresentaram-se de forma independente e aleatória. Sendo assim, pode-se constatar que os modelos encontrados foram satisfatórios.

Os parâmetros de rugosidades R_z , R_q e R_y também foram medidos nos experimentos. De posse destes resultados, foi rea-

lizada uma análise de correlação entre todos os parâmetros de rugosidade R_a , R_t , R_z , R_q e R_y . A tabela 6 apresenta essa análise, na qual se observa que todos os parâmetros são correlacionados (valor p < 0,05). Como todos eles também apresentam forte grau de correlação (o coeficiente de correlação de Pearson foi superior a 90%), optou-se por não apresentar os demais modelos de rugosidades R_z , R_q e R_y .

Conclusões

Em função dos resultados obtidos sobre o torneamento do aço ABNT 52100 endurecido realizado com ferramenta de cerâmica com geometria alisadora e utilizando projeto de experimentos (DOE), pode-se concluir que:

- A geometria alisadora da ferramenta propiciou a obtenção de baixas rugosidades R_a , na fai- ▶

Tabela 6 – Correlação entre as rugosidades

	R_a	R_y	R_z	R_q
R_y	0,967			
R_z	0,964	0,987		
R_q	0,909	0,853	0,884	
R_t	0,967	0,996	0,977	0,828
Correlação Pearson				
valor p				

Aço endurecido

xa 0,15 a 0,5 μm , com avanços relativamente altos (0,2 a 0,4 mm/rot) e rugosidade R_t na faixa de 1 a 2,7 μm .

- O avanço foi o fator que mais influenciou a rugosidade R_a , seguido pela velocidade de corte e pela interação com a profundidade de usinagem, o que não pode ser descartado no processo.
- Os modelos completos obtidos apresentaram excelentes ajustes de explicação dos parâmetros de rugosidade R_a e R_t , o que demonstra que os fatores velocidade de corte e profundidade de usinagem têm parcela de influência nos parâmetros de rugosidade.
- A análise de variância indicou que os níveis das variáveis experimentadas estão em uma região de ótimo para a rugosidade R_a , o que deixa eviden-

te a importância da interação dos fatores v_c - f - a_p .

- A viabilidade de se trabalhar com altos avanços ($f = 0,4$ mm/

rot) com cerâmica alisadora em aços endurecidos traz grandes vantagens competitivas para este processo de usinagem. ■

Referências

- 1] Alauddin, M.; EL-Baradie, M. A.; Hashmi, M. S. J.: *Prediction of tool life in end milling by response surface methodology*. Journal of Materials Processing Technology, v. 71, p. 457-465, 1997.
- 2] Box, G. E. P.; Hunter, W. G.; Hunter, J. S.: *Statistics for experimenters*. New York, John Wiley & Sons, 1978.
- 3] Chouldhury, I. A.; El-Baradie, M. A.: *Tool-life prediction model by design of experiments for turning high strength steel (290 BHN)*. Journal of Materials Processing Technology, v. 77, p. 319-326, 1998.
- 4] Cus, F.; Zuperl, U.: *Approach to optimization of cutting conditions by using artificial neural networks*. Journal of Materials Processing Technology, v. 175, 3ª ed., p. 281-290., 2006.
- 5] Dhavlikar, M. N.; Kulkarni, M. S.; Mariappan, V.: *Combined Taguchi and dual response method for optimization of a centerless grinding operation*. Journal of Materials Processing Technology, v. 132, p. 90-94, 2003.
- 6] Galdámez, E. V. C.: *Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos na melhoria da qualidade de um* ▶



SERRAS CIRCULARES KANEFUSA **LÍDER MUNDIAL NA FABRICAÇÃO DE SERRAS**

- Corte de barras maciças e tubos
- A única que corta todos os tipos de metais
- Especializada em cortes com "CERMET" e "METAL DURO"
- Alta qualidade e durabilidade



DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

Matriz: SC Joinville (47) 3437-5780
Filial: RS Caxias do Sul (54) 3201-1400
SP Sorocaba (15) 3228-2982



processo de fabricação de produtos plásticos. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

- 7] Montgomery, D. C.: *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, 2004.
- 8] Montgomery, D. C.: *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, 4ª ed., 2001.
- 9] Montgomery, D. C.; Runger, G. C.: *Estatística aplicada a probabilidades para engenheiros*. 2ª ed., Rio de Janeiro, 2005.
- 10] Noordin, M. Y.; Venkatesh, V. C.; Sharif, S.; Elting e Abdullah, A.: *Application of response surface methodology in describing the performance of coated carbide tools when turning AISI 1045 steel*. Journal of Materials Processing Technology, v. 145, p. 46-58.
- 11] Prvan, T.; Street, D. J.: *An annotated bibliography of application papers using certain classes of fractional factorial and related designs*. Journal of Statistical Planning and Inference, nº 106, p. 245-269, 2002.
- 12] Sales, G. T.: *Torneamento do aço ASTM 300M endurecido com ferramentas de cerâmica e PCBN com geometria "Wiper"*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Itajubá, 2004.
- 13] Shaw, M.: *Metal cutting principles*. Oxford University Press, New York, EUA, 672 p., 2004.
- 14] Sandvik-Coromant. *Tecnologia da usinagem dos metais – manual técnico*. Sandviken, Suécia, 2010. ■



Confiança e satisfação que refletem a nossa TRADIÇÃO e EXPERIÊNCIA

Nós, da KETER, sempre nos preocupamos em oferecer os melhores produtos, com tecnologia de ponta para nossos clientes. Hoje nós somos um dos principais fornecedores brasileiros de produtos para o mercado industrial.

De norte a sul do país, existe um parceiro da KETER para atender você e as necessidades da sua empresa.

KETER desde a década de 60 oferecendo o que há de melhor para o mercado industrial.



Consulte-nos (11) 3491-0088
vendas@keter.com.br - www.keter.com.br

KETER