

## ESTUDO DO ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE NO TORNEAMENTO CILÍNDRICO DO AÇO ABNT 12L14

**Patrícia Alves Barbosa**

[patriciaalves@mec.ufu.br](mailto:patriciaalves@mec.ufu.br)

**Rosemar Batista da Silva**

[rsilva@mecanica.ufu.br](mailto:rsilva@mecanica.ufu.br)

**Álison Rocha Machado**

[alissonm@mecanica.ufu.br](mailto:alissonm@mecanica.ufu.br)

Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Uberlândia/MG Campus Santa Mônica, CEP 38408-902

**Resumo:** *Erros geométricos podem ser causados por vibrações e deflexões da ferramenta e/ou peça, devido a forças de corte, temperatura de corte ou erros de fixação da peça ou ferramenta. Desse modo, para garantir que os desvios de fabricação não prejudiquem a montagem, o ajuste e o funcionamento perfeito das peças, o controle geométrico torna-se necessário e é realizado através de especificações de tolerâncias geométricas. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência dos parâmetros utilizados no processo de torneamento nos desvios de rugosidade ao longo de uma barra cilíndrica de aço ABNT 12L14. A usinagem foi realizada em torno semi-automático, sendo variadas as condições de corte: profundidade de corte ( $ap$ ), avanço ( $f$ ), velocidade de corte ( $V_c$ ), fluido de corte e sistema de fixação (contra-ponto) em dois níveis. A rugosidade foi medida com um rugosímetro. Os resultados mostraram que na usinagem a seco de barras de 100 mm de comprimento em balanço um melhor acabamento da superfície, enquanto que para barras de 200 mm o melhor acabamento da superfície foi obtido quando se usinou a seco e com contra-ponto.*

**Palavra-chave:** *torneamento, rugosidade, fluido de corte, usinagem a seco.*

### 1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que durante a fabricação de uma peça não se consegue obter a forma geométrica perfeita. Assim ao usinar uma peça cilíndrica tem-se desvios de rugosidade, dentre outros. Se esta for usinada em um torno CNC ou uma retífica, naturalmente é de se esperar que os erros geométricos sejam menores do que aqueles valores obtidos se a mesma fosse usinada em um torno convencional. Quanto mais sofisticado o processo de fabricação, menor será o valor da tolerância de fabricação estipulada para a geometria em questão (Gonçalves e Cavaco, 2002).

O objetivo da usinagem é obter uma superfície na dimensão, geometria e propriedades mecânicas desejadas. Como em usinagem ocorre um processo de deformação plástica localizada, toda superfície usinada possuirá alguma deformação e tensões residuais. Estas tensões residuais podem ser de tração e interagir com imperfeições superficiais para produzir início de fadiga ou causar corrosão (Bezerra, 1998).

Erros geométricos podem ser causados principalmente por vibrações e deflexões da ferramenta e/ou peça, devido a forças de corte, temperatura de corte ou erros de fixação da peça ou ferramenta (Machado e da Silva, 2004).

O controle geométrico trata-se basicamente dos procedimentos de determinação de dimensões, forma e posição de elementos sólidos. Para isto deve-se considerar o comportamento metrológico do sistema de medição e a condição do objeto a medir (Gonçalves e Cavaco, 2002).

Desse modo, para garantir que os desvios de fabricação não prejudiquem a montagem, o ajuste e o funcionamento perfeito das peças, o controle geométrico passa a ser necessário e é realizado através de especificações de tolerâncias geométricas.

Devido à necessidade de se avaliar os erros de rugosidade, para verificar a qualidade do processo, realizou-se a presente pesquisa para analisar a influência dos parâmetros de corte, fluido de corte e sistema de fixação do torneamento na integridade da superfície de barras cilíndricas de aço ABNT 12L14 e sua variação ao longo de seu comprimento.

## 2. PROCEDIMENTO

A usinagem dos corpos de prova foi realizada em torno semi-automático Universal Revolution RV220 fabricado pela Deb'Maq, utilizando-se insertos quadrados de metal duro da SANDIVIK: SNMG 12 04 08 4025 P25 K20. O material utilizado foi o aço ABNT 12L14, sendo que os corpos de prova foram confeccionados com 50 mm de diâmetro, com 150 mm e 250 mm de comprimento. Foi utilizado um planejamento estatístico fatorial fracionário  $2^{k-p}$  que permitiu determinar a significância dos parâmetros analisados nos desvios de forma, após análise da matriz de confundimento.

A Tabela 1 apresenta as variáveis de entrada em dois níveis:

Tabela 1: variáveis de entrada em dois níveis

Variável	nível(-1)	nível(+1)
Comprimento de barra (L) [mm]	100	200
Velocidade de corte (Vc) [m/min]	100	200
Avanço (f) [mm/volta]	0,1	0,25
Profundidade de corte(ap) [mm]	0,5	1
Fluido de corte	com fluido	sem fluido
Contra-ponto	com contra-ponto	sem contra-ponto

Após a usinagem dos corpos de prova foram feitas medições de rugosidade utilizando-se um rugosímetro da Taylor Hobson com um cut-off de 0,80 mm. Estas medições foram realizadas em 7 planos transversais ao longo do comprimento da barra (Figura 1).

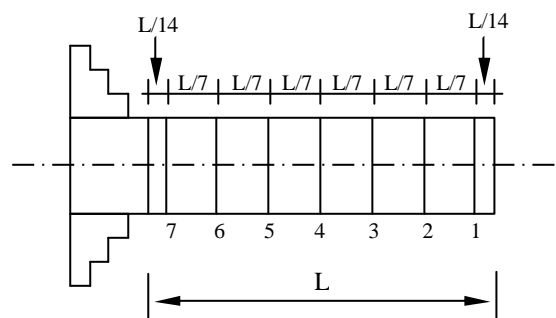


Figura 1: Divisão do comprimento da barra para medições de Ra.

A variável de saída monitorada foi a rugosidade da superfície expressada através do parâmetro Ra.

A Tabela 2 apresenta as condições de corte de todos os testes desenvolvidos na usinagem dos corpos de prova.

Tabela 2: Planejamento Fatorial Fracionário  $2^{6-2}$  (para L= 100mm e L= 200mm)

Procedimentos	L[mm]	Vc[m/min]	f[mm/rev]	ap[mm]	Fluido de corte	Contra-ponto
1	100	100	0,10	0,5	-1	-1
2	200	100	0,10	0,5	1	-1
3	100	200	0,10	0,5	1	1
4	200	200	0,10	0,5	-1	1
5	100	100	0,25	0,5	1	1
6	200	100	0,25	0,5	-1	1
7	100	200	0,25	0,5	-1	-1
8	200	200	0,25	0,5	1	-1
9	100	100	0,10	1,0	-1	1
10	200	100	0,10	1,0	1	1
11	100	200	0,10	1,0	1	-1
12	200	200	0,10	1,0	-1	-1
13	100	100	0,25	1,0	1	-1
14	200	100	0,25	1,0	-1	-1
15	100	200	0,25	1,0	-1	1
16	200	200	0,25	1,0	1	1

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção foram analisados os resultados referentes aos desvios de rugosidade ao longo das barras ensaiadas.

#### 3.1. Rugosidade

A Tabela 3 mostra os efeitos significativos dos parâmetros de entrada estudados na variação da rugosidade (parâmetro Ra) para um fator de correlação ( $R^2$ ) de 98% e nível de significância ( $\alpha$ ) de 5%.

Tabela 3: Análise de significância nos desvios de rugosidade

	Efeito	P	Desv. Padrão	-95%	95%
Média	2,42321	0,000000	0,041551	2,31641	2,530023
L[mm]	0,598	0,000806	0,083101	0,3846	0,811832
Vc[m/min]	-0,805	0,000199	0,083101	-1,01862	-0,591382
f[mm/volta]	0,985	0,000075	0,083101	0,77138	1,198618
ap[mm]	-0,245	0,031951	0,083101	-0,45862	-0,031382
contra-ponta	0,374	0,006427	0,083101	0,15995	0,58719
L/Vc	-0,288	0,017883	0,083101	-0,50183	0,074596
L/ap	-0,326	0,011139	0,096269	-0,53969	-0,112453

Da Tabela 3 observou-se que os parâmetros de usinagem que mais influenciaram nos desvios de Ra foram: comprimento da barra, velocidade de corte, avanço, sistema de fixação (contra-ponto) e

as interações do comprimento da barra com a velocidade de corte e do comprimento da barra com a profundidade de corte.

Também foram analisadas as repetições das condições de usinagem mais severas (Tabela 1, Testes 15 e 16 variando-se todas as combinações possíveis de utilização ou não de fluido de corte e sistema de fixação) com o intuito de verificar como esses parâmetros influenciariam nos desvios de rugosidade para os diferentes comprimentos das barras estudadas utilizando os Quadros Anova mostrados a seguir, Tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Quadro Anova ( $L=100\text{mm}$ ,  $V_c=200\text{m/min}$ ,  $f=0,25\text{mm/volta}$  e  $a_p=1\text{mm}$ )

	Grau de Liberdade	Variância	Fobs.	P
<b>Fluido de Corte</b>	1	0,07274	14,91	<b>0,0048</b>
<b>Fixação</b>	1	0,10884	22,31	<b>0,001496</b>
<b>F. de Corte/Fixação</b>	1	0,02534	5,19	0,052149
<b>Erro</b>	8	0,00488		

Da Tabela 4 observou-se maior significância do sistema de fixação em relação ao fluido de corte. Apesar da influência da interação de ambos estar um pouco acima do nível de significância, esta pode ser tomada como relevante. O comportamento da combinação desses parâmetros ao longo da barra  $L=100\text{ mm}$  está apresentado na Figura 2.

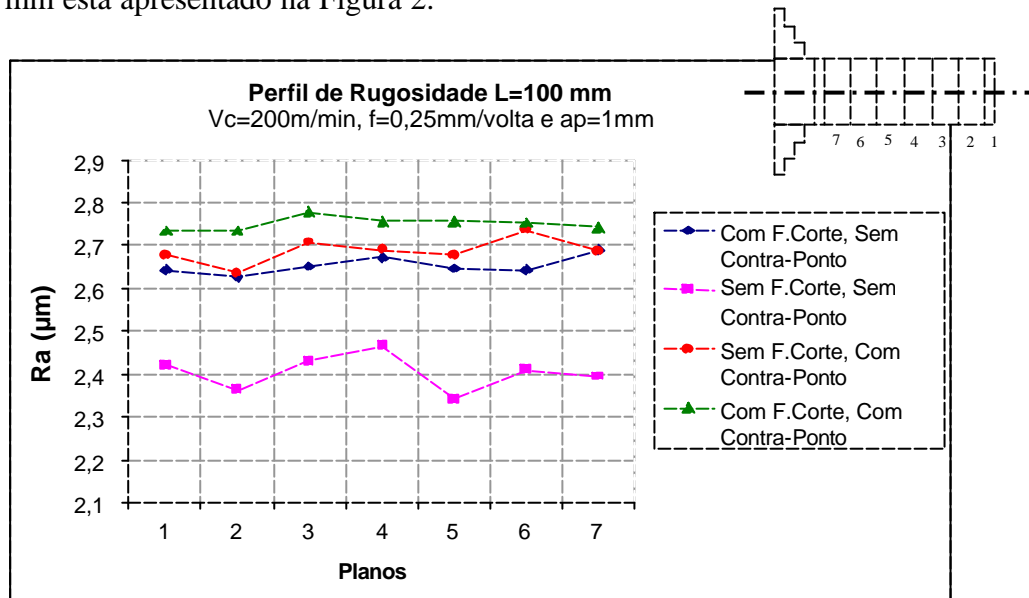


Figura 2: Perfil de Rugosidade obtido ao longo de uma barra de 100 mm após usinagem com várias combinações do fluido de corte com o sistema de fixação.

Da Figura 2 observou-se que as ausências do fluido de corte e da fixação resultou em melhor acabamento da superfície, apesar de maior variação ao longo do seu comprimento. Um acabamento mais grosseiro foi observado quando se utilizou fluido de corte com uso de contra-ponto. A condição observada para o melhor acabamento pode ser explicada pelo menor comprimento em balanço da barra e por esta apresentar uma seção transversal maior com relação ao seu comprimento, tornando-se rígida o suficiente, dispensando o uso de contra-ponto. Quanto ao fluido de corte, sua utilização se mostra prejudicial para o acabamento da superfície pelo fato de ser um refrigerante que faz com que as forças de usinagem aumentem, implicando conseqüentemente em maior amplitude de vibração, aumentando assim a rugosidade da peça. O uso de contra-ponto contribuiu para a redução da dispersão dos valores de Ra ao longo da barra.

Tabela 5: Quadro Anova ( $L=200\text{mm}$ ,  $V_c=200\text{m/min}$ ,  $f=0,25\text{mm/volta}$  e  $a_p=1\text{mm}$ )

	Grau de Liberdade	Variância	Fobs.	P
Fluido de Corte	1	0,00438	1,16	0,341235
Fixação	1	0,07085	18,85	0,012239
F. de Corte/Fixação	1	0,00465	1,24	0,328412
Erro	4	0,01504		

Da Tabela 5 observou-se significância apenas do sistema de fixação nos desvios de rugosidade ( $R_a$ ). O comportamento da combinação desses parâmetros ao longo da barra  $L=200\text{ mm}$  está apresentado na Figura 3.

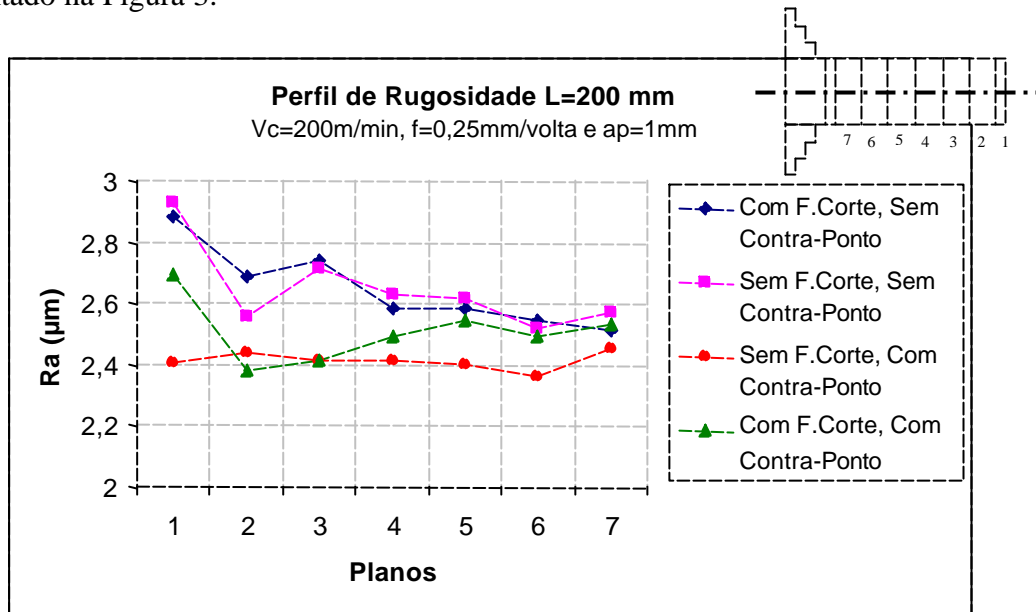


Figura 3: Perfil de Rugosidade ao longo de uma barra de 200 mm após usinagem com várias combinações do fluido de corte com o sistema de fixação.

A Figura 3 mostrou que o melhor acabamento da superfície e menor desvio ao longo da barra ocorreu na ausência do fluido de corte e com uso do contra-ponto. E o pior acabamento foi observado para as condições com fluido de corte/sem contra-ponto e sem fluido de corte/sem contra-ponto, o que já era esperado, porque com o aumento do comprimento a barra tende a vibrar e sofrer deflexões causadas pelas forças de corte aplicadas na extremidade em balanço. Se esta não estiver bi-apoiada causa variações na rugosidade.

#### 4. CONCLUSÃO

- 1) O acabamento da superfície foi influenciado pelas condições de corte, aplicação de fluido de corte e sistema de fixação;
- 2) A variação da utilização do fluido de corte e sistema de fixação para condições mais severas de usinagem, foi significativa para a qualidade do acabamento da superfície (rugosidade) em barras de 100 mm de comprimento. Apenas o sistema de fixação influenciou significativamente na qualidade da superfície para barras de 200 mm;
- 3) Barras de 200 mm usinadas sem fluido de corte e sem contra-ponto apresentaram acabamento da superfície mais grosseiro e o melhor resultado foi encontrado nas barras usinadas em condições de corte a seco e com utilização de contra-ponto (Figura 3), confirmando a influência positiva do sistema de fixação quanto da sua utilização, porque à medida que as peças são mais longas e finas, estas ficam mais sensíveis às forças elásticas e dinâmicas, resultando em ondulações mais pronunciadas quando não estão apoiadas durante a usinagem. A presença do fluido de corte se

mostrou prejudicial, que pode ser devido ao fato deste estar atuando como refrigerante, e quando aplicado pode aumentar a força de usinagem aumentando a rugosidade da peça.

## 5. REFERÊNCIAS

- Bezerra, A. A., 1998, “Influência dos Principais Parâmetros no Processo de Alargamento de uma Liga de Alumínio-Silício”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, UFU, 139p.
- Gonçalves, A. A e Cavaco, M. A. M., 2002, “Metrologia - Parte II”, Apostila da Disciplina de Metrologia do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Capítulo 8 – Controle geométrico, 26 p.
- Machado, A. R. e da Silva, M. B., 2004, “Usinagem dos Metais”, Apostila da disciplina Usinagem dos Metais do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, 8ª versão, 257p.

## STUDY OF THE SURFACE FINISHING IN CYLINDRICAL TURNING OF THE FREE CUTTING STEEL 12L14

**Patrícia Alves Barbosa**

[patriciaalves@mec.ufu.br](mailto:patriciaalves@mec.ufu.br)

**Rosemar Batista da Silva**

[rsilva@mecanica.ufu.br](mailto:rsilva@mecanica.ufu.br)

**Álison Rocha Machado**

[alissonm@mecanica.ufu.br](mailto:alissonm@mecanica.ufu.br)

Faculty of Mechanical Engineering - Federal University of Uberlândia/MG Campus Santa Mônica, CEP 38408-902

**Abstract.** *Geometric errors can be caused by vibrations and deflections of the tool and/or workpiece, due to excessive cutting forces, cutting temperature or lack of rigidity of the fixation system. Thereby, to assure that the manufacture deviations do not jeopardize the assembly, the adjustment and the perfect operation of the components, the geometric control becomes extremely important. The objective of the present work was to check the influence of the cutting conditions in turning process on the surface roughness for the whole length of cylindrical bars of the free cutting steel 12L14. The machining was realized in semi-automatic lathe. Cutting speed ( $V_c$ ), depth of cut ( $ap$ ), feed rate ( $f$ ), cutting fluid and tailstock would be varied at two levels. Measurements of the surface roughness with a proper tester were done straight after machining. For the mill lengths of the 100 mm, the better roughness surface finishing was observed to the dry machining and without tail stock, while that for the mill lengths of the 200 mm the better roughness surface finishing was obtained in the dry machining and with tail stock.*

**Keywords:** *Turning, surface roughness, cutting fluid, dry machining.*