cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

FACEAMENTO DO AISI 316L: ANÁLISE COMPARATIVA DA RUGOSIDADE TEÓRICA E DA MEDIDA COM APLICAÇÃO DO CRITÉRIO DE CHAUVENET

Tiago Quartiero Pereira[1]; Fernando Michelon Marques[2]; Hugo Wilhelm Feldmann[1]; Rodrigo Battisti[2]; Felipe Canal[1]; Alexandre da Silva Rocha[1]

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); 2. Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

Introdução

O acabamento superficial obtido na usinagem influencia diretamente o desempenho em fadiga e a resistência à corrosão de componentes mecânicos. O aço inoxidável AISI 316L é de difícil usinabilidade devido à elevada ductilidade, alta taxa de encruamento e baixa condutividade térmica, fatores que favorecem a formação de aresta postiça de corte (APC) e afastam a rugosidade medida da teórica (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2014). Flutuações experimentais podem ainda introduzir dados discrepantes, exigindo tratamento estatístico.

Objetivos

Avaliar o efeito do avanço (f_n) e da profundidade de corte (a_p) sobre a rugosidade média (R_a) e a altura máxima do perfil de rugosidade (R_z) do AISI 316L faceado com inserto de raio de ponta de 0,8 mm e velocidade de corte de 100 m/min. Aplicar o Critério de Chauvenet para identificar dados discrepantes nos subgrupos experimentais. Comparar a rugosidade teórica, calculada pelas equações cinemáticas, com os valores medidos, discutindo os fenômenos responsáveis pelos desvios observados.

Metodologia

Foram faceadas em torno CNC 24 amostras de AISI 316L (Ø 78 mm; espessura de 14 a 16 mm), com r_ε = 0,8 mm e V_c = 100 m/min, em 4 grupos de 6: G1 (f_n = 0,05 mm/rot; a_p = 0,5 mm), G2 (f_n = 0,05 mm/rot; a_p = 1,0 mm), G3 (f_n = 0,30 mm/rot; a_p = 0,5 mm) e G4 (f_n = 0,30 mm/rot; a_p = 1,0 mm). Cada amostra foi medida três vezes (ISO 4288), adotando-se a mediana. Aplicou-se o Critério de Chauvenet (TAYLOR, 2012), com $R = |x_i - \bar{x}|/\sigma$ e limite 1,73, e as médias de cada avanço (12 amostras) foram comparadas a $R_a = f_n^2/(18\sqrt{3}\cdot r_\varepsilon)$ e $R_z = f_n^2/(8\cdot r_\varepsilon)$.

Resultados e Discussão

O Critério de Chauvenet (Figura 1) identificou dois dados discrepantes: R_a da Amostra 4 do G1 (R = 1,886) e R_z da Amostra 4 do G4 (R = 1,960). Com f_n = 0,05 mm/rot, a rugosidade medida superou a teórica em 161,9% (R_a) e 222,6% (R_z), atribuído ao esmagamento plástico (TRENT; WRIGHT, 2000). Com f_n = 0,30 mm/rot, R_a e R_z ficaram 15,8% e 16,5% abaixo dos teóricos, possivelmente por brunimento. O aumento de a_p elevou R_a em 14% (G1→G2) e 11% (G3→G4), sem diferença significativa (teste t de Welch, p > 0,05).

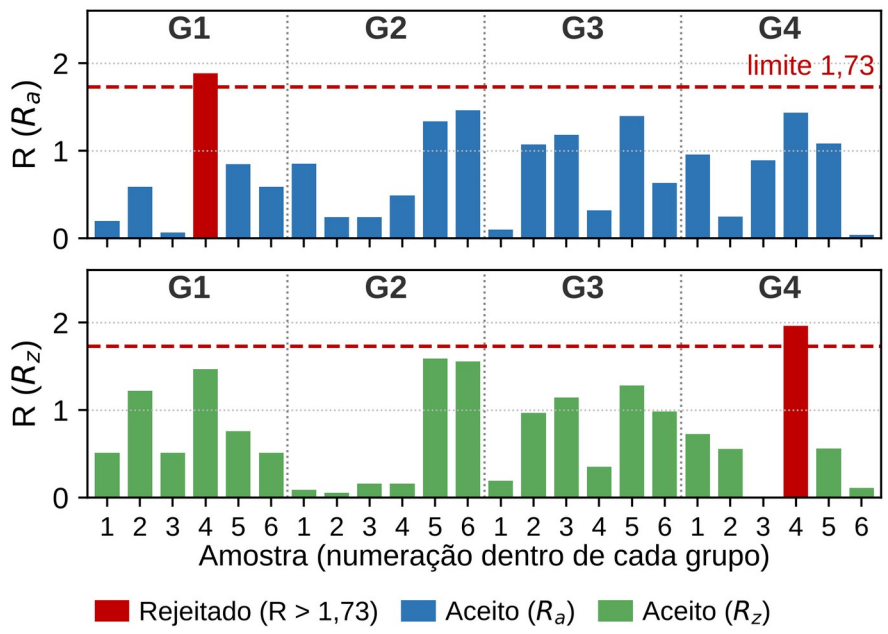


Figura 1. Índice de Chauvenet (R) de cada amostra para R_a e R_z. Linha tracejada: limite crítico (1,73). Fonte: elaborado pelos autores.

Conclusões

O Critério de Chauvenet identificou objetivamente as medições discrepantes, sem alterar as tendências observadas. As equações cinemáticas subestimaram a rugosidade em baixo avanço e a superestimaram em alto avanço, pois consideram apenas a geometria da ferramenta. O avanço foi o parâmetro dominante. R_z/R_a caiu de 5,04 (G1) para 3,78 (G4); em alto avanço, G3 (3,96) e G4 (3,78) aproximaram-se do valor cinemático de 3,90. Dobrar a_p com f_n = 0,30 mm/rot elevou a taxa de remoção de 15 para 30 cm³/min, sem aumento significativo de R_a.

Referências e Agradecimentos

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 8. ed. São Paulo: Artliber, 2014.
TAYLOR, J. R. **Introdução à análise de erros: o estudo das incertezas em medições físicas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
TRENT, E. M.; WRIGHT, P. K. **Metal cutting**. 4. ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 2000.
Agradecimentos: ao LdTM/UFRGS e ao IFSC pelo apoio à pesquisa.

cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

FACING OF AISI 316L STAINLESS STEEL: COMPARATIVE ANALYSIS OF THEORETICAL AND MEASURED ROUGHNESS USING CHAUVENET'S CRITERION

Tiago Quartiero Pereira[1]; Fernando Michelon Marques[2]; Hugo Wilhelm Feldmann[1]; Rodrigo Battisti[2]; Felipe Canal[1]; Alexandre da Silva Rocha[1]

1. Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS); 2. Federal Institute of Santa Catarina (IFSC)

Introduction

The surface finish obtained by machining directly affects the fatigue performance and corrosion resistance of mechanical components. AISI 316L stainless steel has poor machinability due to its high ductility, a high work-hardening rate, and low thermal conductivity, factors that favor built-up edge (BUE) formation and cause the measured roughness to deviate from the theoretical value (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2014). Experimental fluctuations may also introduce outliers, requiring statistical treatment.

Objectives

To evaluate the effect of feed (f_n) and depth of cut (a_p) on the arithmetic mean roughness (R_a) and maximum height of the roughness profile (R_z) of AISI 316L faced on a CNC lathe using an insert with a 0.8 mm nose radius at a cutting speed of 100 m/min. To apply Chauvenet's criterion to identify outliers in the experimental subgroups. To compare the theoretical roughness calculated by kinematic equations with the measured values, identifying and discussing the phenomena responsible for the observed deviations.

Methodology

Twenty-four AISI 316L samples (Ø 78 mm; 14–16 mm thick) were faced on a CNC lathe (nose radius r_ε = 0.8 mm; V_c = 100 m/min) in four groups of six: G1 (f_n = 0.05 mm/rev; a_p = 0.5 mm), G2 (f_n = 0.05 mm/rev; a_p = 1.0 mm), G3 (f_n = 0.30 mm/rev; a_p = 0.5 mm) and G4 (f_n = 0.30 mm/rev; a_p = 1.0 mm). Each sample was measured three times (ISO 4288), using the median. Chauvenet's criterion (TAYLOR, 2012) used $R = |x_i - \bar{x}|/\sigma$ and a critical value of 1.73. The means for each feed (12 samples) were compared with $R_a = f_n^2/(18\sqrt{3}\cdot r_\varepsilon)$ and $R_z = f_n^2/(8\cdot r_\varepsilon)$.

Results and Discussion

Chauvenet's criterion (Figure 1) identified two outliers: R_a of Sample 4 in G1 (R = 1.886) and R_z of Sample 4 in G4 (R = 1.960). At f_n = 0.05 mm/rev, measured roughness exceeded the predictions by 161.9% (R_a) and 222.6% (R_z), a behavior attributed to plowing (TRENT; WRIGHT, 2000). At f_n = 0.30 mm/rev, R_a and R_z were 15.8% and 16.5% below the predicted values, possibly due to burnishing. Increasing a_p raised R_a by 14% (G1→G2) and 11% (G3→G4), with no significant difference (Welch's t-test, p > 0.05).

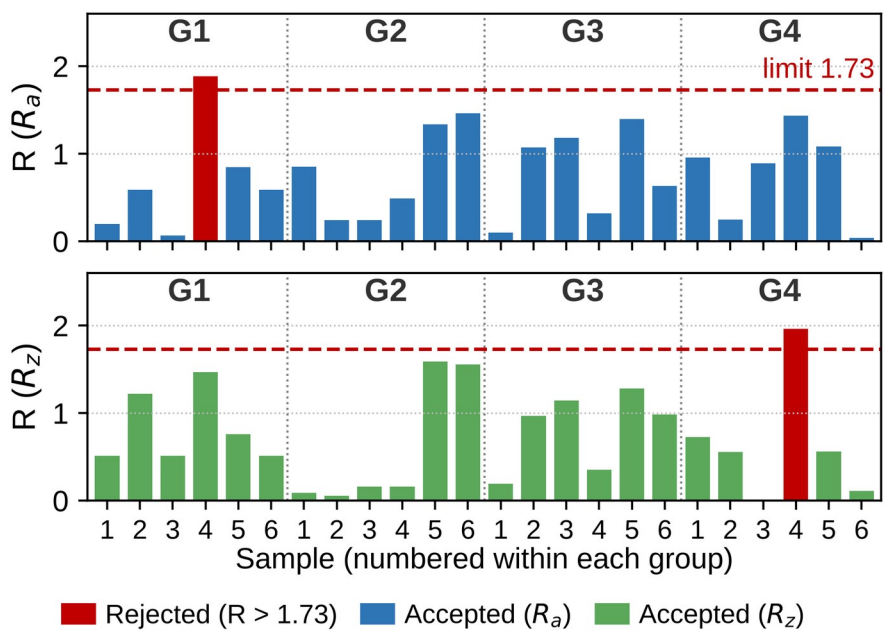


Figure 1. Chauvenet's index (R) for each sample, shown for R_a and R_z. Dashed line: critical limit (1.73). Source: prepared by the authors.

Conclusions

Chauvenet's criterion objectively identified the outlying measurements without changing the observed trends. Kinematic equations underestimated roughness at low feed and overestimated it at high feed, as they account only for tool geometry. Feed was the dominant parameter. R_z/R_a decreased from 5.04 (G1) to 3.78 (G4); at high feed, G3 (3.96) and G4 (3.78) approached the kinematic value of 3.90. Doubling a_p at f_n = 0.30 mm/rev raised the material removal rate from 15 to 30 cm^3/min with no significant increase in R_a.

References and Acknowledgments

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 8. ed. São Paulo: Artliber, 2014.
TAYLOR, J. R. **Introdução à análise de erros: o estudo das incertezas em medições físicas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
TRENT, E. M.; WRIGHT, P. K. **Metal cutting**. 4. ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 2000.
Acknowledgments: the authors thank LdTM/UFRGS and IFSC for supporting this research.