Universidade Federal Fluminense
PGMEC Pós Graduação em Engenharia Mecânica
cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC
LAT Laboratório de Análise de Tensões UFF- Universidade Federal Fluminense

ANÁLISE DE TENSÕES RESIDUAIS E INTEGRIDADE SUPERFICIAL NA USINAGEM DE AÇOS ENDURECIDOS

MmeCa44-003

Hugo Mikael Santos Amâncio[1], Paola Rodrigues Pereira[1], Túlio Salek Quintas[1], Rodrigo Gullo Alves Pires[1], Yuri Bornstein de Barros[1], Tatiane de Campos Chuvas[2], Maria Cindra Fonseca[1]*

[1]Universidade Federal Fluminense - Departamento de Engenharia Mecânica/PGMEC/UFF –, Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, Niterói – RJ.

[2]Universidade Federal de Ciência e Inovação do Rio de Janeiro – UFCIRJ – PPEMM, Av. Maracanã, 229, CEP 20.271-110, Rio de Janeiro – RJ

MOTIVAÇÃO

- Crescente demanda por componentes de elevado desempenho fabricados com aços endurecidos.
- Desafios do *hard machining* associados às elevadas solicitações termomecânicas na zona de corte e seus efeitos sobre a integridade superficial.

OBJETIVO

Avaliar a influência dos parâmetros de corte sobre as tensões residuais e a rugosidade na usinagem dos aços AISI4340 e AISIH13, temperados e revenidos, submetidos aos processos de fresamento de topo e torneamento duro.

MATERIAIS E MÉTODOS

AISI 4340 Composição química & Propriedades Mecânicas

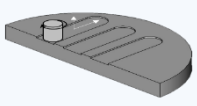
C 0,40 - Mn 0,73 - Si 0,28 - Ni 1,73 - Cr 0,78- Mo 0,21 - Cu 0,11

σ_{LE} 800 MPa · σ_{LR} 1200 MPa[1] · 52 HRC[2]

AISI H13 Composição química & Propriedades Mecânicas

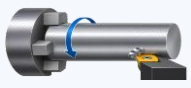
C 0,32-0,45-**Cr** 4,75-5,50-**Mo** 1,10-1,75-**V** 0,80-1,20-**Si** 1,1-1,75

σ_{LE} 1200 MPa · σ_{LR} 1400 MPa[1] · 53 HRC[2]



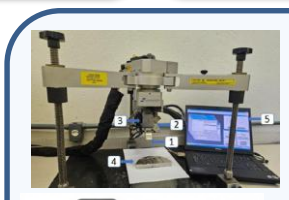
AISI 4340 (52 HRC)

- Fresamento de topo
- Ferramenta: metal duro – AlTiN / Fluido em jorro



Aço AISI H13 (53 HRC)

- *Hard turning*
- Ferramenta: Nitreto Cúbico de boro (CBN) a seco.



Tensões residuais

- Difração de raios-X
- $sen^2\psi$
- radiação Crκα

Rugosidade

- Rugosidade média Ra (μm)

Análise estatística

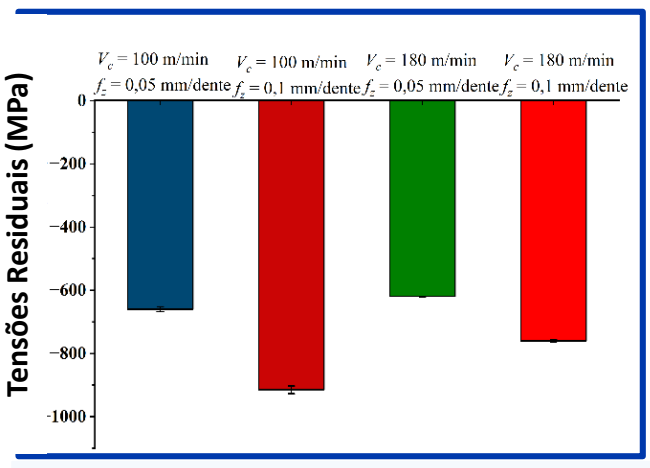


- ANOVA
- Gráficos de efeito

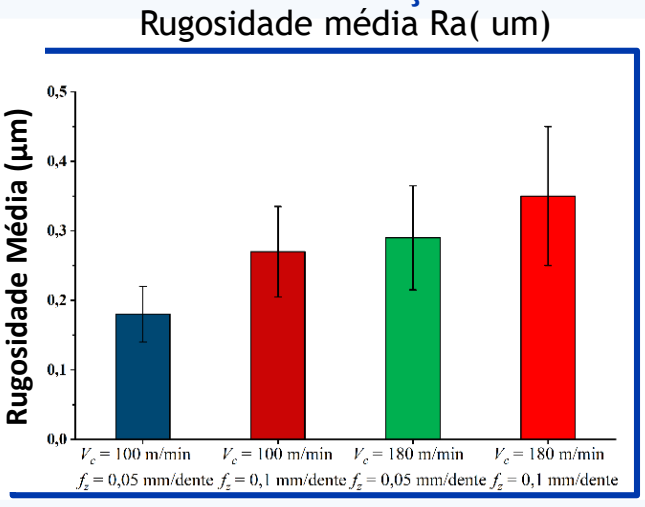
RESULTADOS E DISCUSSÃO

FRESAMENTO – aço AISI 4340

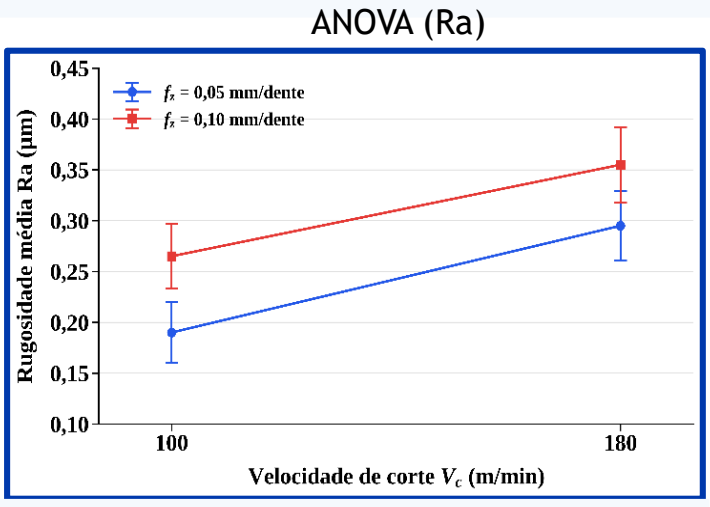
Tensões Residuais (MPa)



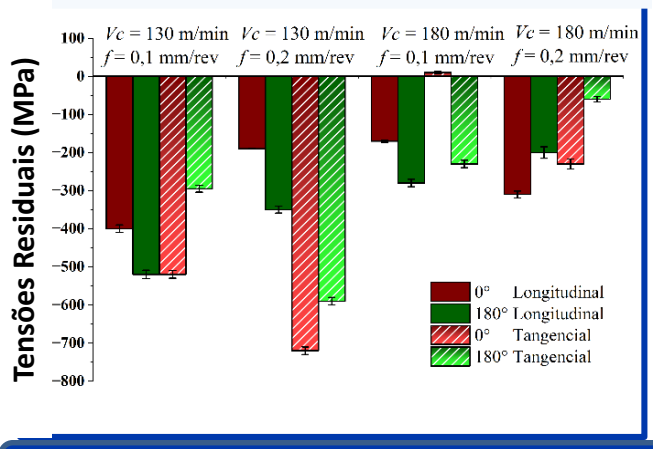
Rugosidade média Ra(um)

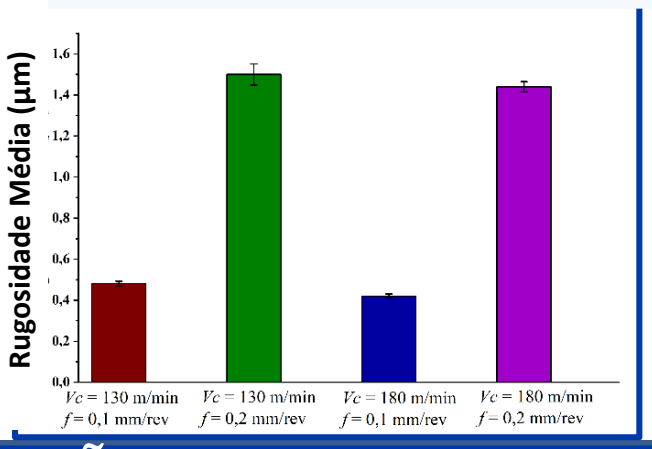


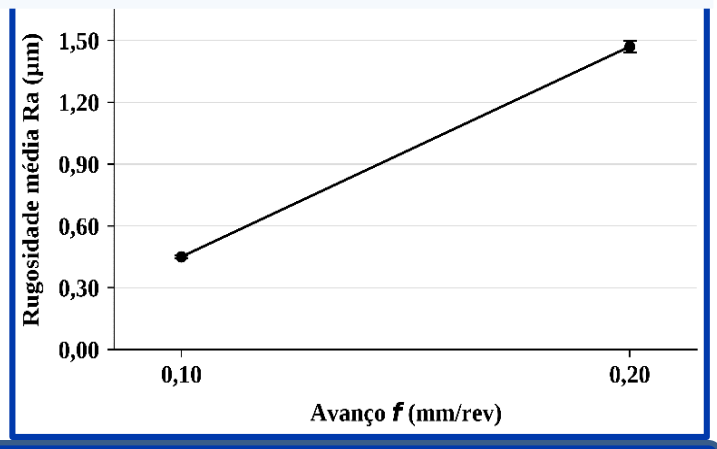
ANOVA (Ra)



TORNEAMENTO – aco AISI H13







CONCLUSÕES

1. Predomínio de tensões residuais compressivas em ambos os processos, com maiores magnitudes no fresamento.
2. No fresamento do aço AISI 4340, o aumento simultâneo de *Vc* e *fz* elevou a rugosidade média (Ra) em aprox. 94%.
3. No torneamento do AISI H13, a Vc influenciou nas tensões residuais tangenciais enquanto o aumento do avanço elevou a rugosidade média Ra em cerca de 227%.

AGRADECIMENTOS

CAPES
CNPq
FAPERJ

REFERÊNCIAS

1.MATRAS, A.; ZĘBALA, W. Optimization of cutting data and tool inclination angles during hard milling with CBN tools, based on force predictions and surface roughness measurements. Materials, v. 13, n. 5, artigo 1109, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/ma13051109.

2. KOKKIRALA, S.; HOLMBERG, J.; KLEMENT, U.; LUNDSTROM, R.; IWASAKI, H.; HOSSEINI, S. B. Effect of cutting parameters on the generated surface integrity of hard-turned martensitic AISI 52100 bearing steel. Procedia CIRP, [S.l.], v. 115, p. 154–159, 2022. DOI: 10.1016/j.procir.2022.10.066.

3. AZIZI, Mohamed Walid; KEBLOUTI, Ouahid; BOULANOUAR, Lakhdar; YALLESE, Mohamed Athmane. Design optimization in hard turning of E19 alloy steel by analysing surface roughness, tool vibration and productivity. Structural Engineering and Mechanics, [S. l.], v. 73, n. 5, p. 501-513, 2020. DOI: 10.12989/sem.2020.73.5.501.