ESCOLA DE ENGENHARIA MACKENZIE

cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais

22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

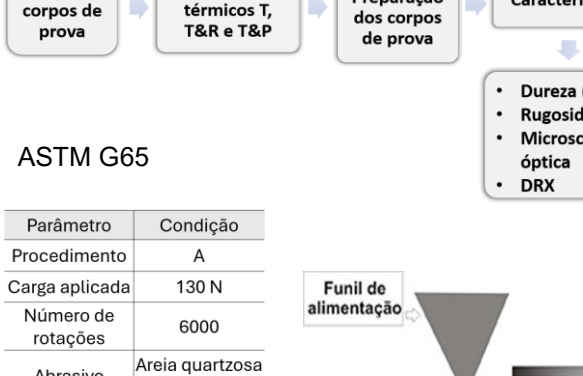
Relação entre microestrutura e resistência ao desgaste abrasivo no aço AISI 420A tratado por têmpera e partição (T&P) e têmpera e revenimento (T&R)

Graziele Cristiane Seco Coutinho[1]; Wilian da Silva Labiapari[2]; Alessandro Fraga Farah[3]; Edgar Djalma Campos Carneiro Dammann[1]; Carlos Roberto Camello Lima[1].

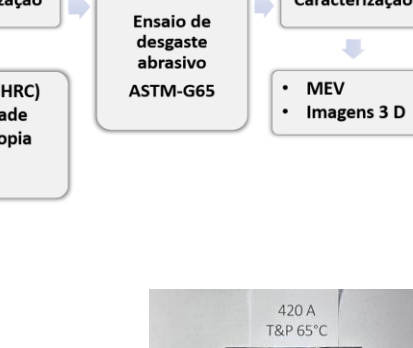
1. Universidade Presbiteriana Mackenzie; 2. Aperam South America; 3. FATEC-Sertãozinho.

Introdução

O tratamento térmico de têmpera e partição (T&P) apresenta-se como uma alternativa ao tratamento convencional de têmpera e revenimento (T&R), possibilitando a obtenção de uma microestrutura constituída por martensita e diferentes frações de austenita retida. A influência da austenita retida sobre a resistência ao desgaste, entretanto, permanece controversa, uma vez que seu comportamento depende não apenas da fração presente na microestrutura, mas também de sua estabilidade mecânica, morfologia e capacidade de transformação em martensita induzida por deformação pelo efeito TRIP.



Fonte: Matlock; Bräutigam; Speer, 2003.



Fonte: Yan et al., 2015.

Objetivos

O objetivo foi compreender como diferentes temperaturas de interrupção de têmpera influenciam a microestrutura e o desempenho tribológico do aço inoxidável AISI 420A.

Metodologia

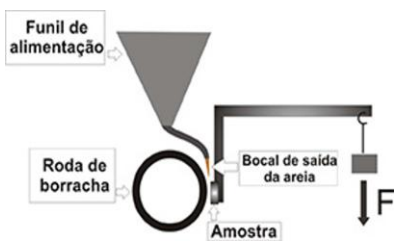
Foi avaliado o aço inoxidável martensítico AISI 420A, submetido aos tratamentos de têmpera (T), têmpera e revenimento (T&R) e têmpera e partição (T&P). Os corpos de prova foram testados de acordo com a ASTM G65, e caracterizados antes e após o ensaio.

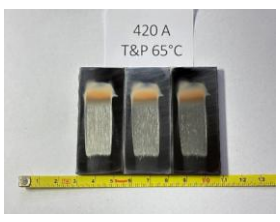
Material	Temperatura de Interrupção de Têmpera (°C)								
420 A	55	65	75	85	95	105	115	140	165

Tabela 1 – Temperaturas de interrupção de têmpera.

ASTM G65

Parâmetro	Condição
Procedimento	A
Carga aplicada	130 N
Número de rotações	6000
Abrasivo	Areia quartzosa AG-60/70
Vazão do abrasivo	350 g/min
Duração do ensaio	30 min
Nº de corpos de prova	3





Resultados e Discussão

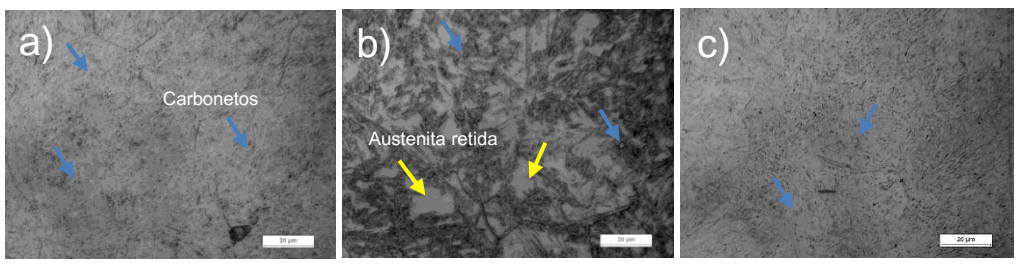


Figura 1 – Imagens de microscopia óptica em campo claro (BF) com ataque químico de reagente de Vilella dos materiais submetidos a Têmpera e Partição em diferentes temperaturas: a) T&P a 55 °C; b) T&P a 165 °C e c) T&R.

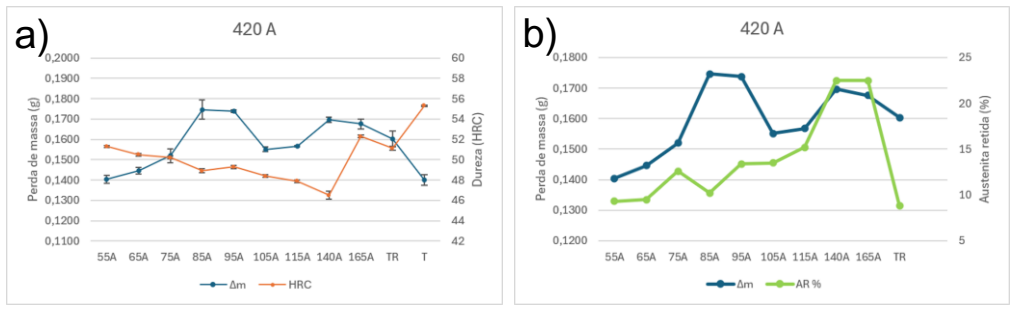


Figura 2 – a) Gráfico de comparação perda de massa e dureza e b) Gráfico de perda de massa e fração de austenita retida.

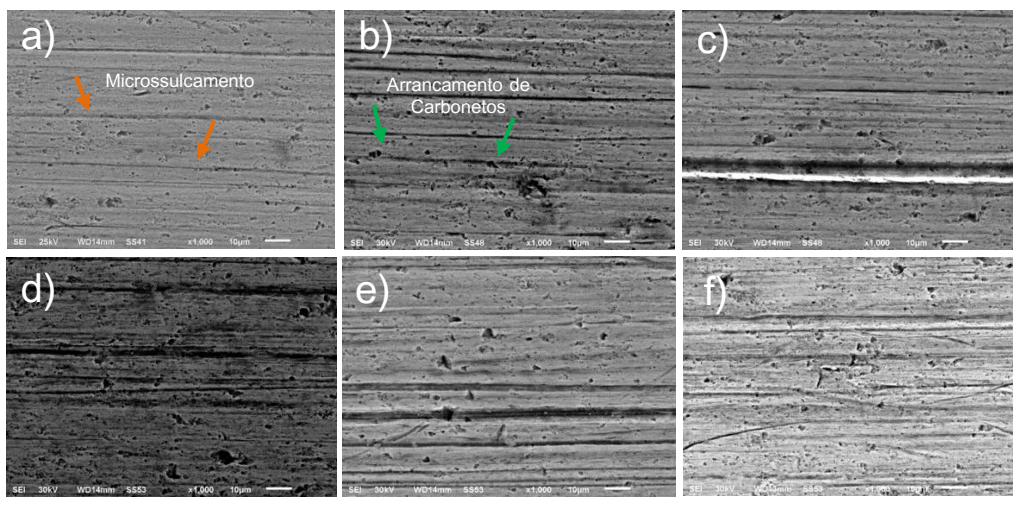


Figura 3 – Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) das pistas de desgaste: a) T&P a 55 °C; b) T&P a 75 °C; c) T&P a 95 °C; d) T&P a 115 °C; e) T&P a 165 °C e f) T&R.

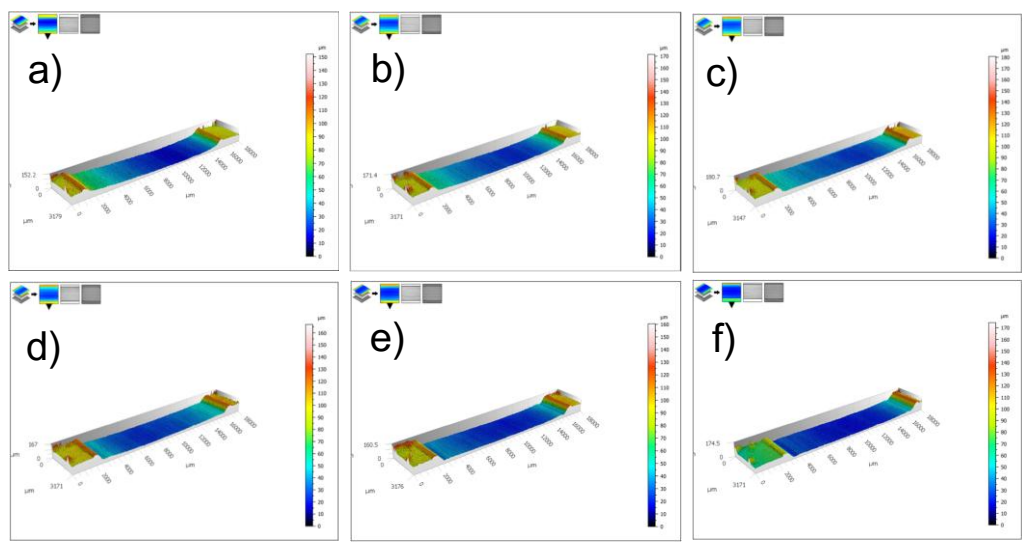


Figura 4 – Medições extensivas em 3D, Confocal Multi-Pinhole (CMP), das pistas de desgaste: a) T&P a 55 °C; b) T&P a 75 °C; c) T&P a 95 °C; d) T&P a 115 °C; e) T&P a 165 °C e f) T&R.

Conclusões

- O tratamento T&P mostrou-se uma alternativa viável ao T&R, apresentando condições com resistência ao desgaste abrasivo superior ao tratamento convencional.
- A menor perda de massa foi obtida na condição T&P a 55 °C (0,1404 g), sendo 12,5% inferior à condição T&R.
- A resistência ao desgaste apresentou comportamento não monotônico em relação à dureza e à fração de austenita retida, indicando que esses parâmetros, isoladamente, não determinam o desempenho tribológico.
- O microsulcamento foi o mecanismo de desgaste predominante, com sulcos mais profundos e, em alguns casos, mais largos com o aumento da temperatura de interrupção da têmpera.

Referências e Agradecimentos

- Gupta, M.K. *et al.* Wear and Friction Mechanism of Stainless Steel 420 Under Various Lubrication Conditions: A Tribological Assessment With Ball on Flat Test. Journal of Tribology, v. 145, n. 4, 1 abr. 2023.
- Marques, M.C.S. *et al.* Microstructure and mechanical properties of a martensitic stainless steel (0.2%C–12%Cr) after quenching and partitioning (Q&P) process. Journal Materials Research and Technology, v. 24, p. 3937–3955, 2023.

Agradecimentos ao CNPq pela concessão de bolsa (Proc.141422/2023-8), a Aperam South America e à FATEC Sertãozinho.