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

ESTUDO DA DEFORMAÇÃO CRIOGÊNICA DO AÇO INOXIDÁVEL AISI 304

Nicielen Sara Schila[1]; Mauricio de Castro[2]; Tamires Brekailo[1]; Osvaldo Cintho[1]
1. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR, Brasil.; 2. Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Campinas, SP, Brasil.

Introdução

O aço inoxidável austenítico AISI 304 apresenta elevada resistência à corrosão e boa conformabilidade. Durante a deformação plástica, a austenita pode sofrer transformação martensítica induzida por deformação (efeito TRIP), contribuindo para o encruamento do material. Em temperaturas criogênicas, a redução da energia de falha de empilhamento favorece essa transformação, podendo proporcionar aumento da resistência mecânica e alterações na estampabilidade.

Objetivos

Avaliar a influência da temperatura de deformação no comportamento mecânico e microestrutural de chapas de aço inoxidável AISI 304, comparando a estampagem em temperatura ambiente e criogênica. Investigar os efeitos dessas condições sobre a estampabilidade, o encruamento e a transformação martensítica induzida por deformação.

Metodologia

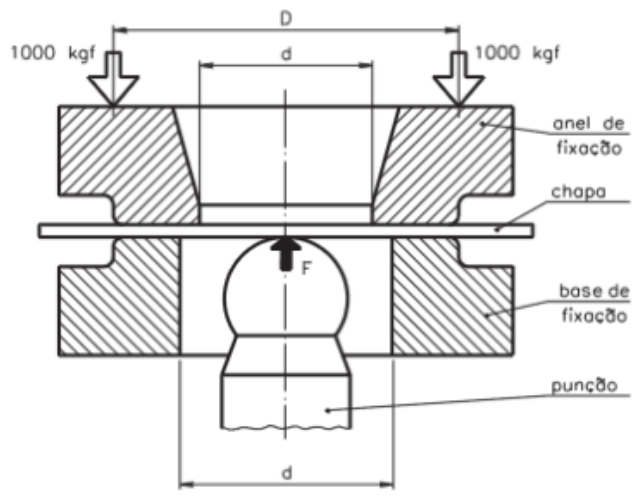

Figura 1. Representação ilustrativa do ensaio Erichsen, de Oliveira et al. (2018)

Resultados e Discussão

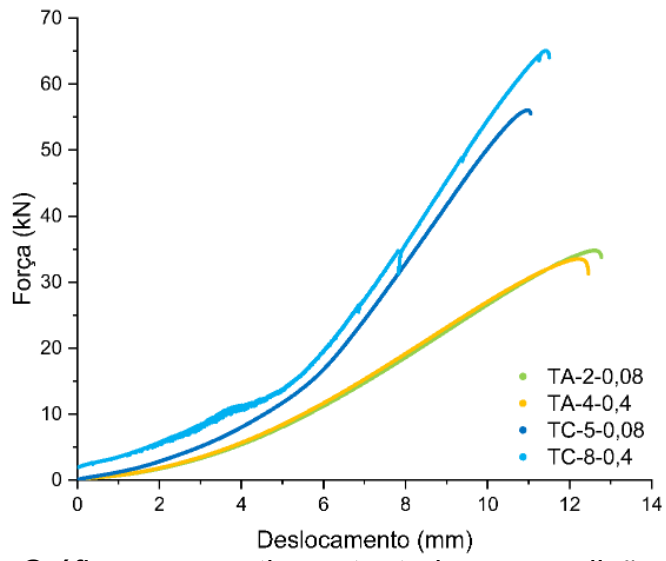

Figura 2. Gráfico comparativo entre todas as condições analisadas no ensaio Erichsen

Condição	Velocidade mm/min	Deslocamento total mm	Força máxima kN
TA	0,08	12,74	34,55
	0,4	12,50	33,52
TC	0,08	11,23	61,18
	0,4	11,50	65,05

Tabela 1. Média dos dados obtidos no ensaio Erichsen para todas as duplicatas. *com exceção da amostra TC-8-0.4.

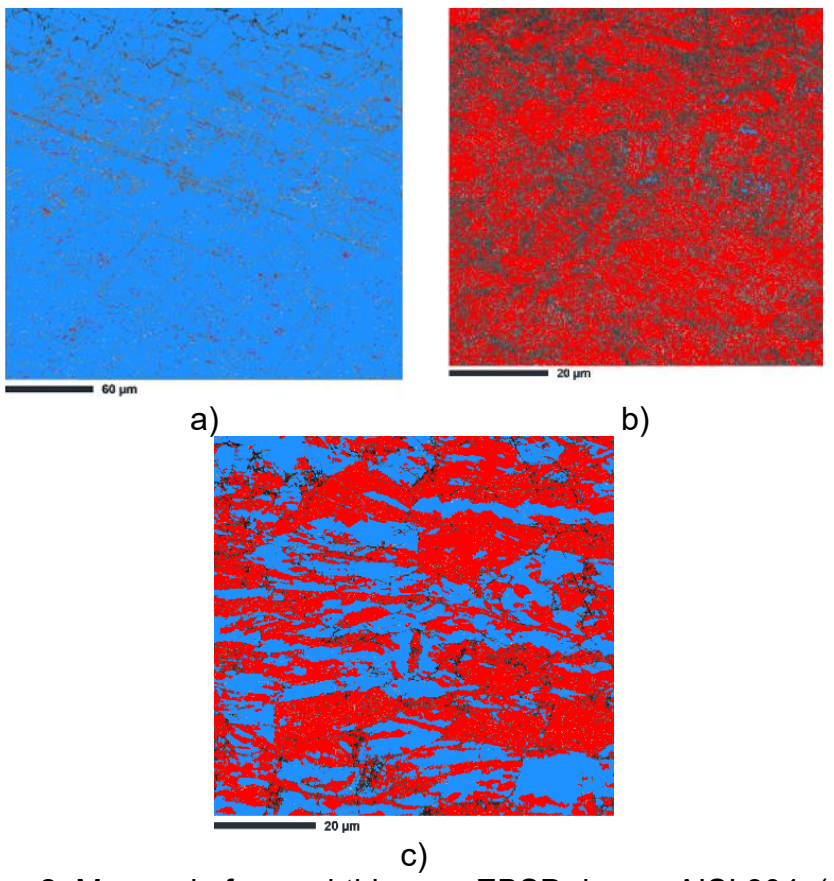

Figura 2. Mapas de fases obtidos por EBSD do aço AISI 304: (a) condição inicial; (b) após estampagem em temperatura ambiente TA; (c) após estampagem em temperatura criogênica TC. Azul: austenita (γ); vermelho: martensita (α').

Condição	Inicial	TA	TC
Média HV	175	381	457

Tabela 1. Média dos dados obtidos no ensaio Erichsen para todas as duplicatas. *com exceção da amostra TC-8-0.4.

Conclusões

A deformação em temperatura criogênica mostrou-se eficaz no aumento da resistência mecânica do aço AISI 304, com ganhos expressivos na força máxima e na dureza, acompanhados de pequena redução na capacidade de deformação. Os resultados indicam que o endurecimento está associado à transformação martensítica e à evolução da microestrutura durante a estampagem. A menor velocidade de deformação favoreceu a fragmentação granular, embora as limitações de indexação por EBSD impeçam conclusões definitivas sobre a fração de martensita formada em cada condição.

Referências e Agradecimentos

À Deus, à UEPG e ao CLabMu, pela infraestrutura disponibilizada, e ao CNPq, pelo apoio financeiro à pesquisa.

BEHJATI, P.; KERMANPUR, A.; NAJAFIZADEH, A. **Microstructural investigation on strengthening mechanisms of AISI 304L austenitic stainless steel during cryogenic deformation.** Materials Science and Technology, v. 27, n. 12, p. 1807–1813, 2011.CHENG, W. et al. **Cryogenic work-hardening behavior for a metastable austenitic stainless steel at liquid nitrogen temperature**. Materials Science and Engineering: A, v. 861, art. 144352, 2022. OLIVEIRA, Bruno José. **Fabricação de peças complexas em chapas de aço inoxidável austenítico AISI 304 utilizando o método de estampagem incremental.** 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21684. Acesso em: 30 abr. 2024.