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

COMPORTAMENTO DAS TENSÕES RESIDUAIS E DO EFEITO MOLA NO DOBRAMENTO DE AÇO *COMPLEX PHASE* CP1000 USADO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

MmeCa13-001

Maria Cindra Fonseca, Samuel Meles Gramoso Moreira, Hugo Mikael Amâncio, Paola Rodrigues Pereira e José Luiz Ferreira Martins

Departamento de Engenharia Mecânica-PGMEC/UFF - Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria, 156, CEP 24210-240, São Domingos, Niterói-RJ.

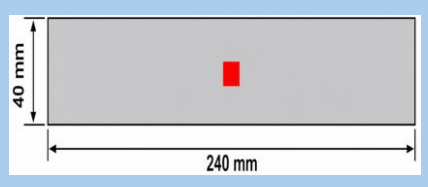
MOTIVAÇÃO

Comportamento das tensões residuais geradas do aço *Complex Phase CP1000*.

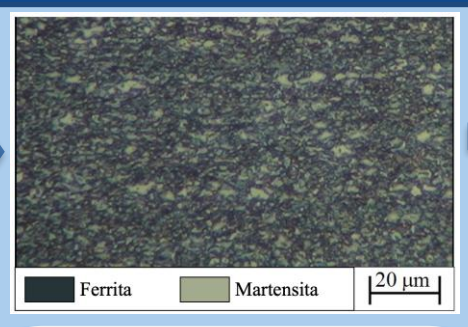
OBJETIVO

Analisar a influência das tensões residuais e do efeito mola gerados no dobramento do aço *CP* 1000 com a dureza UCI.

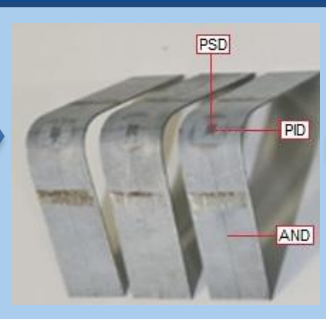
MATERIAIS E MÉTODOS



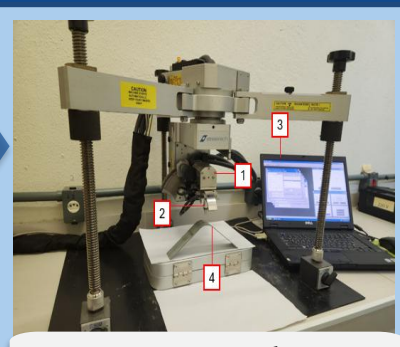
Material
Aço AHSS CP1000



Metalografia
Microscopia óptica



Dobramento



Tensões Residuais
Difração de raios-X



Dureza UCI

Composição Química (%peso)

C	Mn	Si	P	S
0,15	3,3	2,00	0,09	0,04

Propriedades Mecânicas

σ_{LE} (MPa)	σ_{LR} (MPa)	Alongamento (%)
~950	980	6~8

Efeito mola (%)

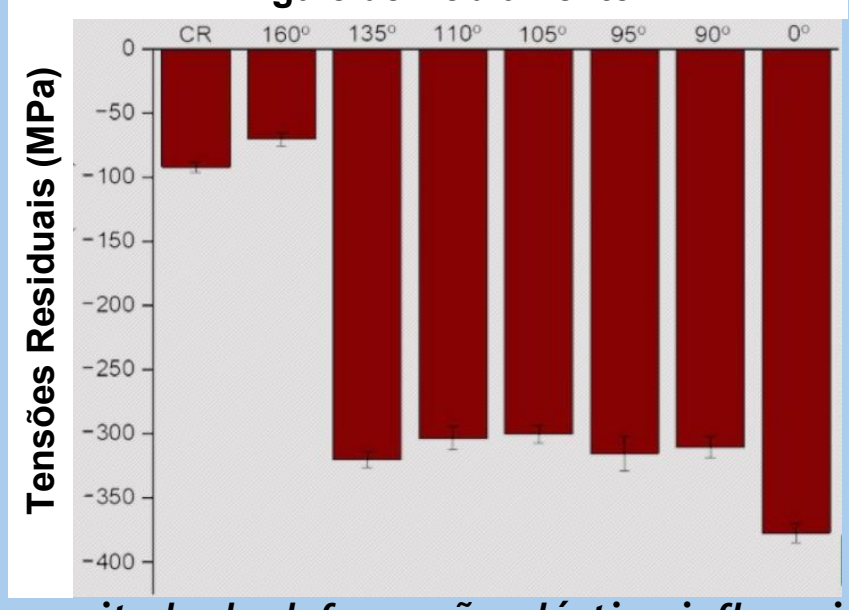
$$S_{\%eM} = 4\left(\frac{R_i\,Y}{Et}\right)^3 - 3\left(\frac{R_i\,Y}{Et}\right) + 1$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito mola (%) / Ângulo (°)	Teórico	Experimental	Variação
160	63,4	61,1	2,3
135	72,6	72,7	-0,1
90	75,3	75,9	-0,6

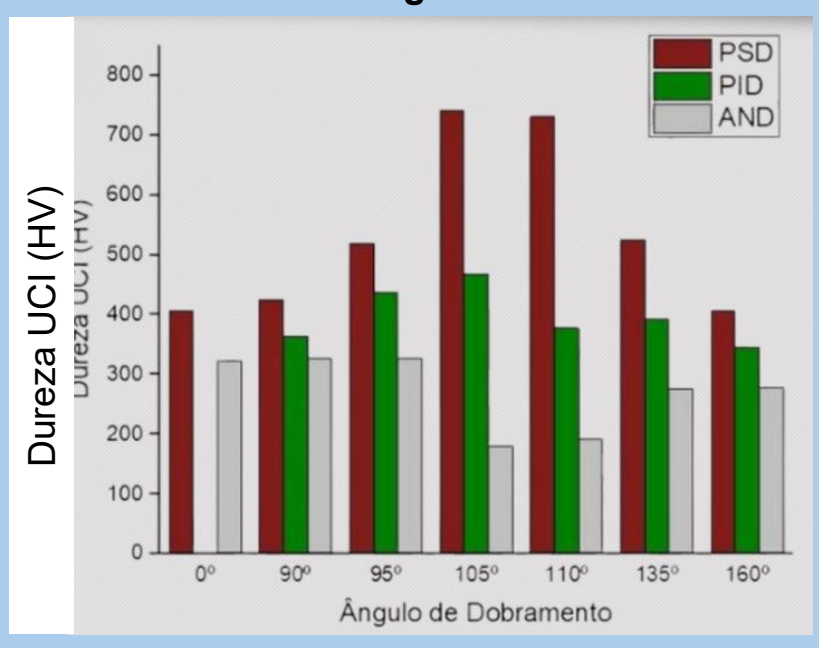
O elevado grau de deformação plástica está associado ao acréscimo do efeito mola (Thipprakmas *et al.*,2020).

Ângulo de Dobramento



A magnitude da deformação plástica influencia a geração de elevadas tensões no material.

Dureza UCI *vs.* Ângulo de Dobramento



O material deve apresentar os maiores valores de dureza na região de extradorso (PSD) - (Maier *et al*. 2021).

CONCLUSÕES

1. Quanto maiores forem as deformações plásticas na região conformada, maiores as tensões residuais.
2. Quando comparadas as durezas das regiões dobradas e não dobradas, a dureza da região conformada foi significativamente superior, devido às deformações plásticas mais intensas, que causaram encruamento do material.
3. Menores ângulos de dobramento geraram maior efeito mola (*springback)* devido às elevadas deformações plásticas na região de extradorso do material.

AGRADECIMENTOS

CNPq CAPES FAPERJ USIMINAS

REFERÊNCIAS

1. Maier, *et al. The influence of freeform bending process parameters on residual stresses for steel tubes. Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, v. 2, 2021, https://doi.org/10.1016/j.aime.2021.100047
2. Thipprakmas, Sutasn. *Spring-back factor applied for V-bending die design. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing*, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 1 – 11,2020. https://doi.org/10.1299/jamdsm.2020jamdsm0037.
3.Yao, Ye; Quach, Wai-Meng. *Numerical study on residual stresses and plastic strains in cold-formed high-strength steel circular hollow sections. Materials*, v. 16, n. 18, p. 6337, 2023. https://doi.org/10.3390/ma16186337.