

Essa prova é de caráter estritamente individual, bem como o material de consulta utilizado.

Procure sempre associar suas respostas aos textos, figuras e tabelas das questões. Justifique suas respostas.

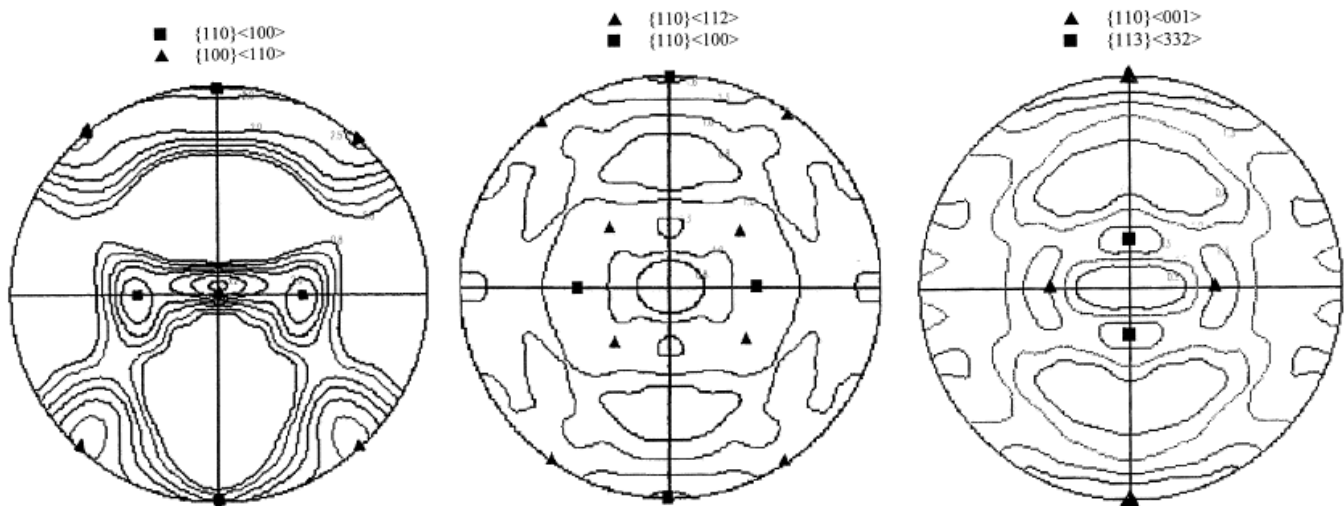
- 1) No artigo *"Ferritic steels: Optimization of hot-rolled textures through cold rolling and annealing"*, de J. Asensio, G. Romano, J.I. Verdeja e J.A. Pero-Sanz, Mat. Char., v. 46, 2001, pp. 119-127, os autores apresentam os estudos realizados com três aços normalmente empregados na estampagem de peças metálicas, cujas denominações e composições químicas (% em massa) são apresentadas a seguir:

Nesses estudos eles avaliaram como os processos termomecânicos empregados para a fabricação de chapas desses aços afetam sua textura e conseqüentemente sua anisotropia e estampabilidade.

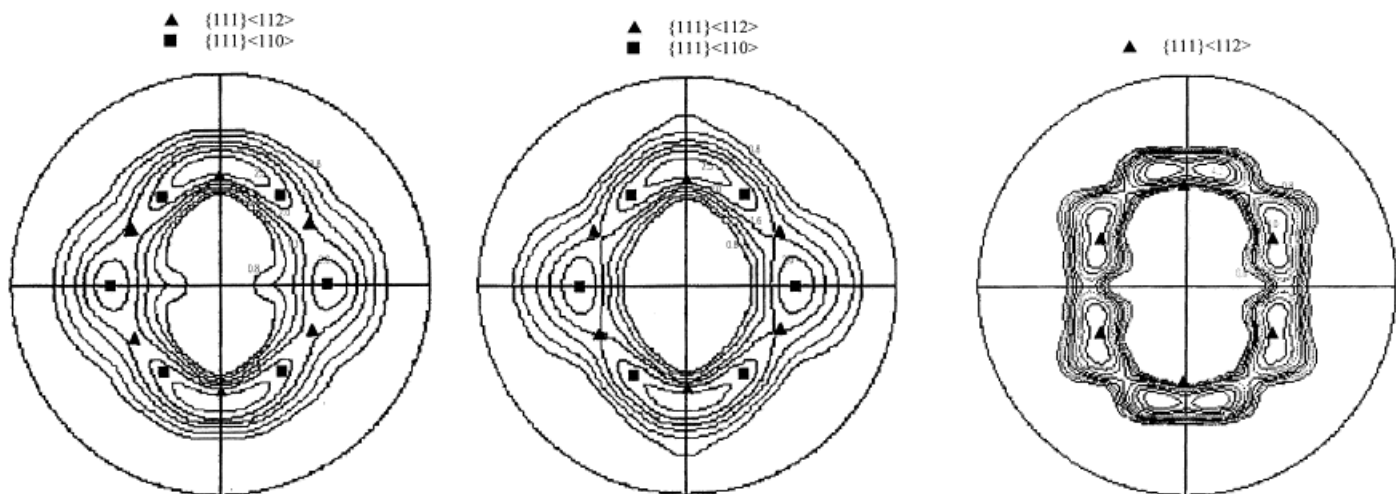
Esses aços são industrialmente processados por etapas sucessivas de aquecimento, laminação a quente, laminação a frio e recozimento.

Identificação do aço	C	Mn	Si	S	P	N	Al	Outros	
Folha-de-flandres	0.08	0.4	< 0.1	< 0.03	< 0.03	< 0.004	0.06	—	
Para carroçarias	0.05	0.25	< 0.1	< 0.03	< 0.03	< 0.004	0.04	—	
IF (livre de intersticiais)	0.0023	0.126	0.01	0.004	0.009	0.004	0.03	0.05% Ti, 0.002% Nb, 0.002% V	

As figuras de pólo a seguir representam respectivamente, esses três aços após a laminação a quente:



Nas próximas figuras de pólo são representados respectivamente esses três aços após serem laminados a frio e recozidos.



Na tabela a seguir são apresentados os valores característicos de \bar{R} e ΔR em função da textura, para aços comumente empregados para a estampagem profunda.

Orientação cristalina	\bar{R}	ΔR
{100}{011}	0.4	-0.8
{112}{011}	2.1	-2.7
{111}{011}	2.6	0.0
{111}{112}	2.6	0.0
{554}{225}	2.6	1.1

- a) para quais condições de tratamento termo-mecânico pode-se afirmar que cada aço está texturizado?
- b) qual dos três aços (e em que condição) apresenta maior intensidade de texturização?
- c) o que pode ter causado a mudança de componentes predominantes (planos e direções) de textura da condição laminado a quente para a condição laminado a frio e recozido?
- d) quais os materiais (e condições) que apresentam a **melhor** e a **pior** estampabilidade para a obtenção de copos profundos sem orelhas.

2) No artigo “Improvement of the forgability of 17-4 precipitation hardening stainless steel by ausforming”, Sachihiro Isogawaa, Hiroaki Yoshidaa, Yuzo Hosoib and Yasuhisa Tozawab, Journal of Materials Processing Technology, Volume 74, Issues 1-3, February 1998, pp. 298-306, os autores comparam a conformabilidade de um aço inoxidável para a obtenção de produtos extrudados por dois processos: o forjamento a morno e o processo denominado ausforming. A figura 1 apresenta um esquema do processo.. Na figura 2 está apresentado o gráfico da variação da temperatura ao longo de cada processo empregado.

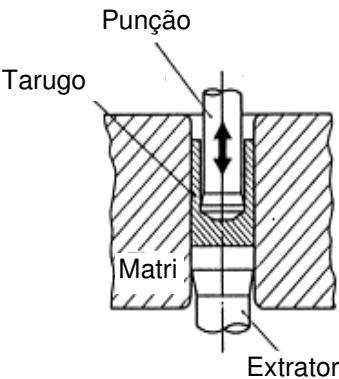


Figura 1

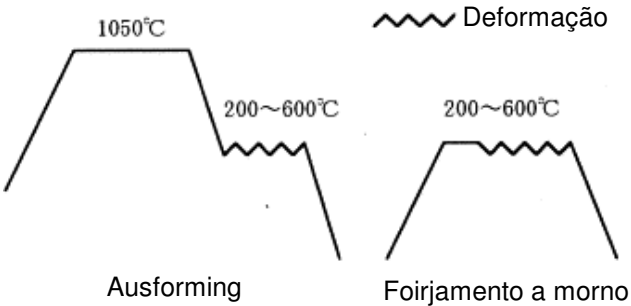


Figura 2

Na figura 3, tem-se a variação da pressão de extrusão em função da temperatura de processo e na figura 4, fotos de peças obtidas pelos dois processos, para a redução de área de 55%.

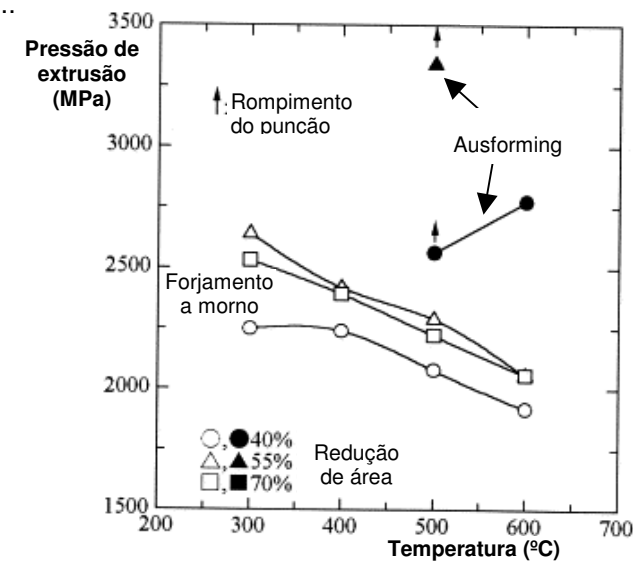


Figura 3

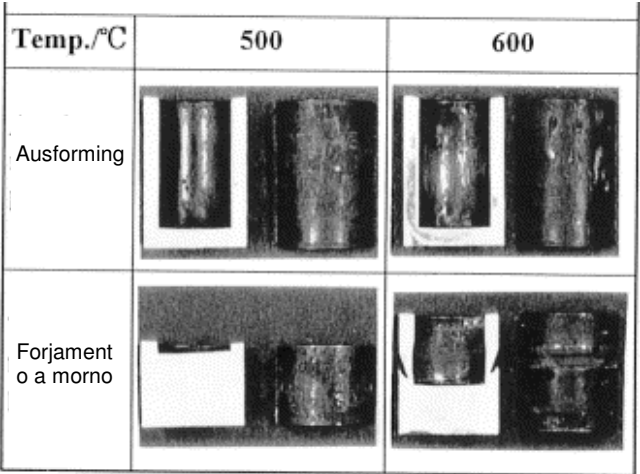


Figura 4

- a) o processo ausforming realmente elevou a conformabilidade do aço inox estudado no trabalho?
- b) caso a resposta (a) seja positiva, quais as possíveis causas para essa elevação?

3) No artigo “*Microstructural analysis of hot-rolled, low-carbon steel strips*”, P. C. Zambranoa, M. P. Guerreroa, R. Colás and L. A. Leducb, Materials Characterization, Vol. 47, Issues 3-4 , 2001, pp. 275-282, os autores analisam a influência de um novo processo de laminação a quente que denominam de laminação compacta. Na laminação a quente convencional, obtém-se um lingote que é reaquecido e posteriormente laminado. Já na laminação compacta, o aço é lingotado continuamente em placas e reaquecido num forno túnel contínuo, seguindo-se a laminação. Ensaio de tração foram realizados corpos-de-prova retirados de chapas laminadas nesses dois processos, a 0, 45 e 90° em relação à direção de laminação (A, B e C). A figura 5 apresenta gráficos com os resultados dos ensaios de tração realizados.

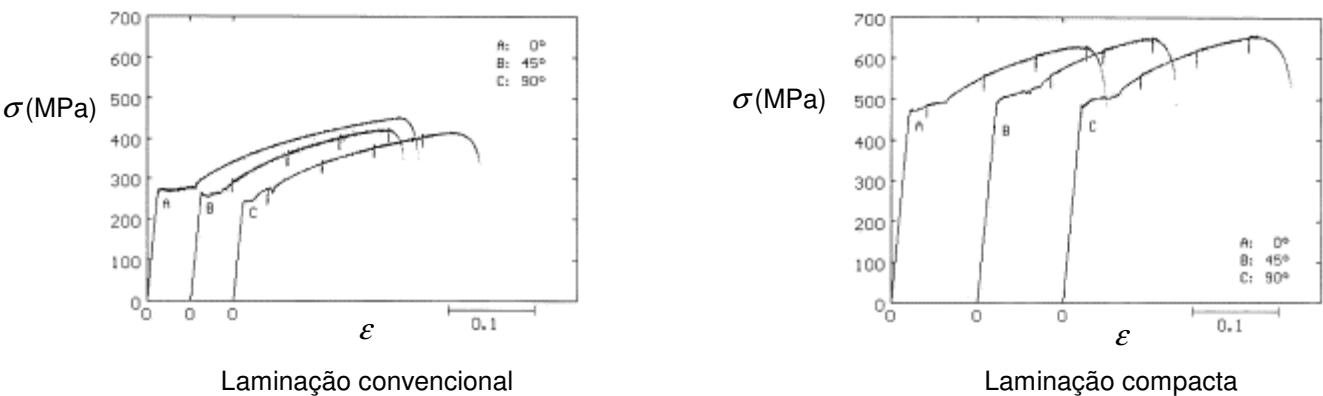


Figura 5

Na figura 6 têm-se as figuras de pólo obtidas para os produtos dos dois processos e na tabela abaixo, as propriedades obtidas nos ensaios de tração.

- a) o que se pode afirmar sobre o efeito dos processos sobre a texturização do material?
- b) os produtos obtidos são anisotrópicos?
- c) qual processo fornece a matéria-prima mais adequada para a estampagem profunda?

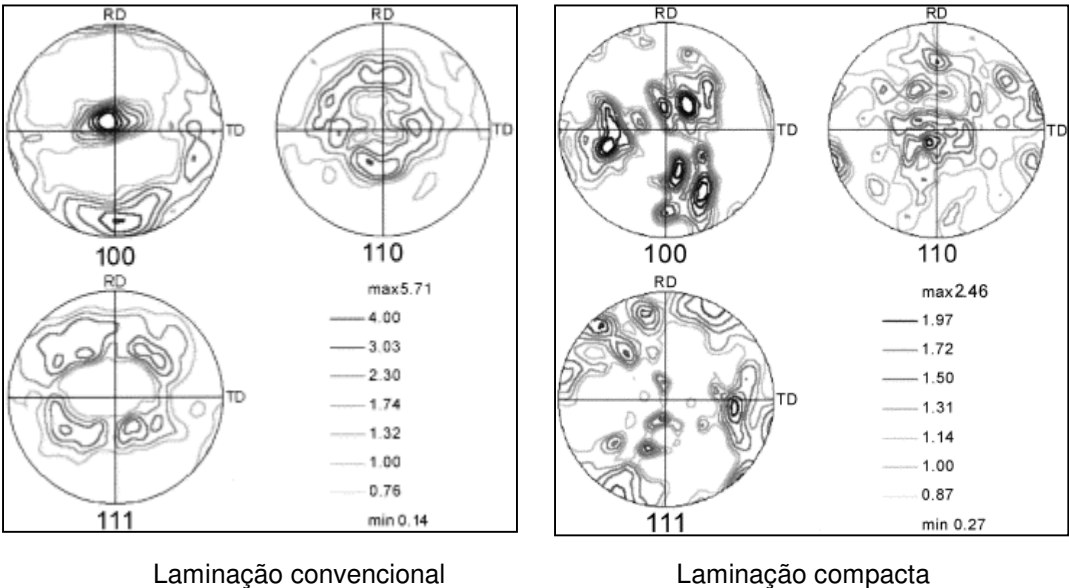


Figura 6

Processo de laminação	Convencional			Compacta		
	0°	45°	90°	0°	45°	90°
Limite de escoamento (MPa)	270	257	244	471	499	504
Limite de resistência (MPa)	451	421	414	626	650	652
Deformação uniforme	0.299	0.278	0.272	0.234	0.209	0.235
n	0.276	0.262	0.251	0.209	0.179	0.193
k (MPa)	639	662	578	863	863	870
R	0.80	0.68	0.56	0.87	0.75	0.78

Obs.: **k** e **n** são as constantes da curva de escoamento (vide p. 5 da apostila)