

# INFLUÊNCIA DA DEFORMAÇÃO PRÉVIA NA TEXTURA DE RECRISTALIZAÇÃO DO AÇO AISI 301L.

N. F. Viana (neumanfv@gmail.com), Y. M. Barroso, H. F. G. de Abreu, M. J. G. da Silva. Universidade Federal do Ceará

## RESUMO

*O aço AISI 301L foi laminado com diferentes níveis de deformação numa temperatura acima da qual não houve o surgimento de martensita induzida por deformação, o que permitiu o estudo da influência da deformação prévia da austenita antes e depois de tratamento térmico de recozimento.. A evolução da textura com a deformação numa temperatura acima da  $M_D$  e a textura de recristalização foram estudadas neste trabalho. A textura cristalográfica foi determinada pelas de difração de raios-x e EBSD.*

**Palavras-chave:** textura cristalográfica, deformação prévia, recristalização.

## INTRODUÇÃO

A textura cristalográfica devido a deformação plástica em aços inoxidáveis austeníticos com baixa energia de falha de empilhamento, como é o caso do AISI 301 e 304, é influenciada além de fatores como, nível de deformação, taxa de deformação, modo de deformação pela formação da martensita induzida. A formação de martensita induzida por deformação em aços ainoxidáveis austeníticos influencia a textura de deformação da austenita.

Chowdhury *et al.*<sup>(1)</sup> estudaram a textura de deformação do aço AISI 316L , um aço com alta energia de falha de empilhamento e concluíram que o material apresentava inicialmente uma textura com componentes Cobre  $\{112\}\langle 111\rangle$ , Latão  $\{110\}\langle 112\rangle$  e um espalhamento em torno da textura de Goss  $\{110\}\langle 100\rangle$ . Com o

aumento da deformação da componente Cobre reduziu a intensidade enquanto as duas outras aumentaram. Em altas taxas de deformação apareceram componentes da fibra DN  $\{111\}\langle uvw \rangle$ .

Neste trabalho foi estudada a evolução da textura em amostras laminadas com reduções na espessura de 20, 50 e 80% numa temperatura acima de  $M_d$ . Foi também estudada a relação entre a textura de deformação e a de recristalização nestas amostras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Tiras de uma chapa de aço 301L foram inicialmente recozidas por 30 minutos a 1090°C. Após o recozimento foram laminadas em laminador laboratorial com reduções na espessura de 20%, 50% e 80%. A laminação foi feita na temperatura de 350°C, superior a temperatura  $M_d$ , para que não houvesse formação de martensita induzida por deformação. Este valor foi estimado a partir de formulas empíricas baseadas na composição encontradas na literatura<sup>(2)</sup>

A composição química do aço utilizado consta na Tab.1 e foi obtida em espectrômetro de emissão óptica .

Tabela 1- Composição química do aço.

Aço	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Fe
301L	<0,03	0,63	1,61	6,62	17,51	0,23	0,24	Bal.

Após a laminação, foram determinados os difratogramas das amostras para constatar a inexistência de martensita induzida por deformação. As figuras de pólos (111), (200) e (220) foram medidas na meia espessura das amostras, antes e após o recozimento, em um difratômetro de raios-x Philips XPRO com câmara de textura. radiação de Co- $K_\alpha$ . Os picos para a fase austenita se encontram nos ângulos 51,25°, 59,86° e 89,75° que correspondem aos planos de difração. O scan foi feito no modo contínuo, com inclinação máxima de 70°<sup>(3)</sup>.

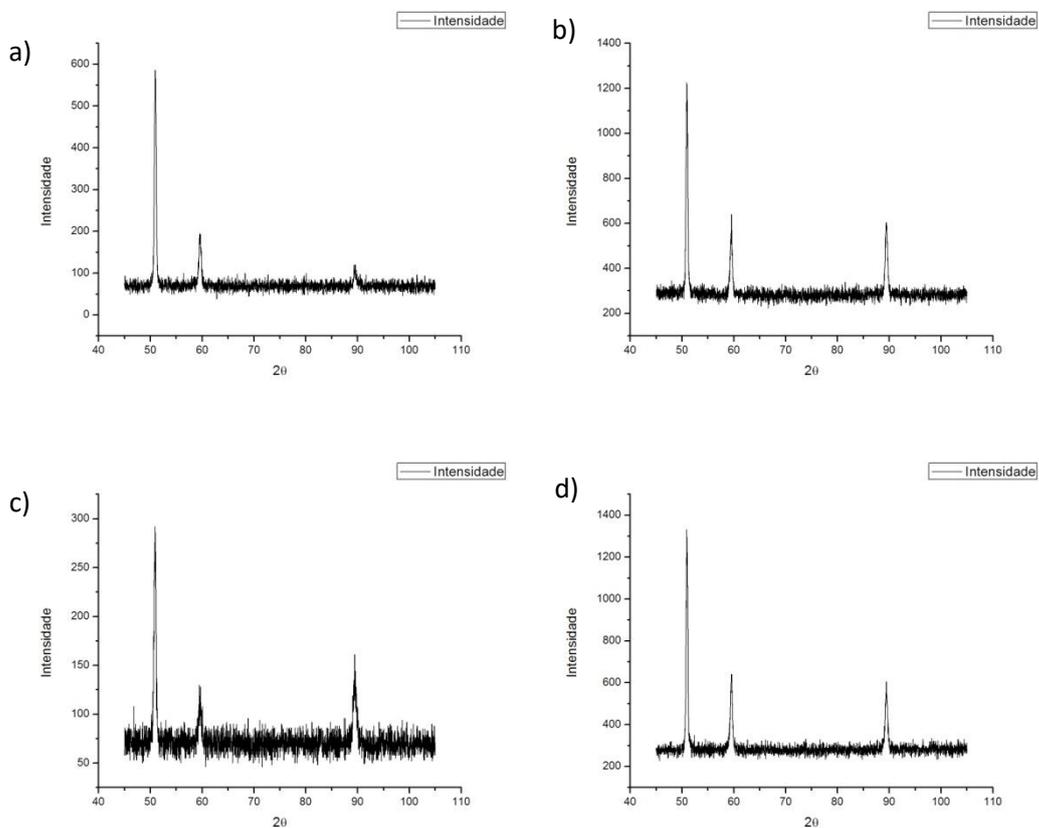
O recozimento para recristalizar as amostras foi feito na temperatura de temperatura de 1090°C durante 30 minutos seguido de resfriamento na água.

Nas amostras recozidas utilizou-se a técnica de EBSD (difrações de elétrons retro-espalhados) para a determinação da microtextura. O equipamento utilizado foi um microscópio eletrônico de varredura Phillip's XL 30 com uma câmara de EBSD

modelo HKL acoplada. O aumento foi definido em 1000x com tamanho de passo de 0,2 $\mu$ m. Os dados obtidos foram processados no software MTEX 3.0, onde foram obtidas as FDOC's.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig.1 são mostrados os difratogramas das amostras deformadas em todos os níveis, antes e após o recozimento. São observados apenas os picos da fase austenita, indicando que a laminação ocorreu numa temperatura acima da temperatura  $M_d$ .



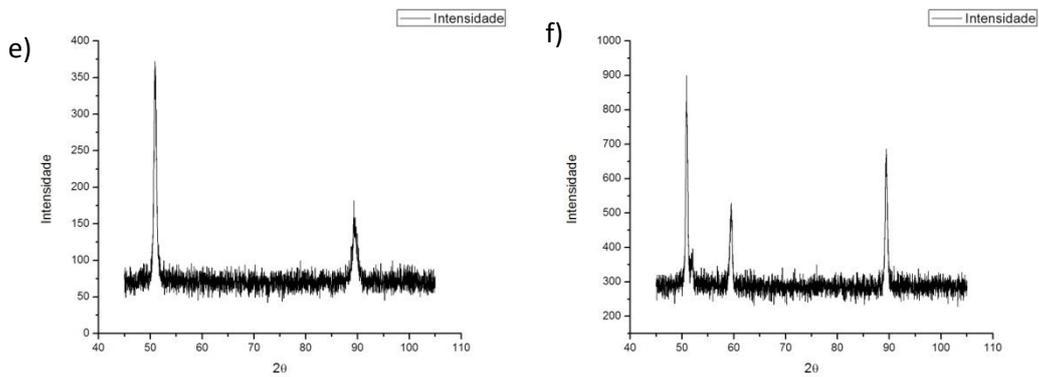
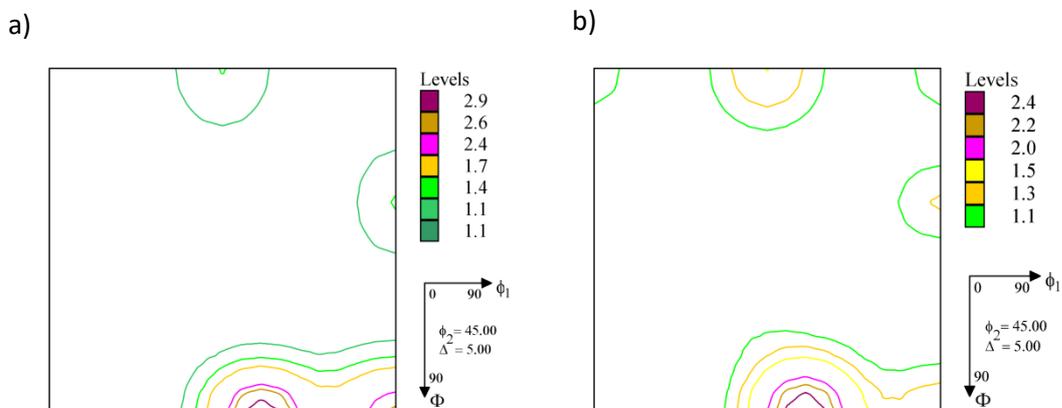


Figura 1 – Difratoograma das amostras (a) 20% antes do recozimento (b) 20% depois do recozimento (c) 50% antes do recozimento (d) 50% depois do recozimento (e) 80% antes do recozimento (f) 80% depois do recozimento.

Na Fig.2 estão as FDOC's da seção de  $\phi_2 = 45^\circ$  da fase austenita. As amostras têm três diferentes níveis de deformação: 20, 50 e 80%, e têm versões antes e após o recozimento. Com baixa deformação, as componentes de textura mais intensas são Latão e Goss. Observa-se também componentes fracas de Cobre e Cubo girado. Com o aumento da deformação, figuras 2a, 2c e 2e, as componentes Cobre e Cubo girado desapareceram totalmente ficando as componentes Latão e Goss. A componente Goss tornou-se a mais intensa na amostra deformada 80%. Não foi observado o aparecimento de uma componente  $\{111\}\langle uvw \rangle$  como relatado por Chowdhury *et al.*<sup>(1)</sup> para a textura de deformação do aço inoxidável AISI 316. O comportamento da evolução da textura de deformação é típico de outros materiais CFC<sup>(4,5,6)</sup>.



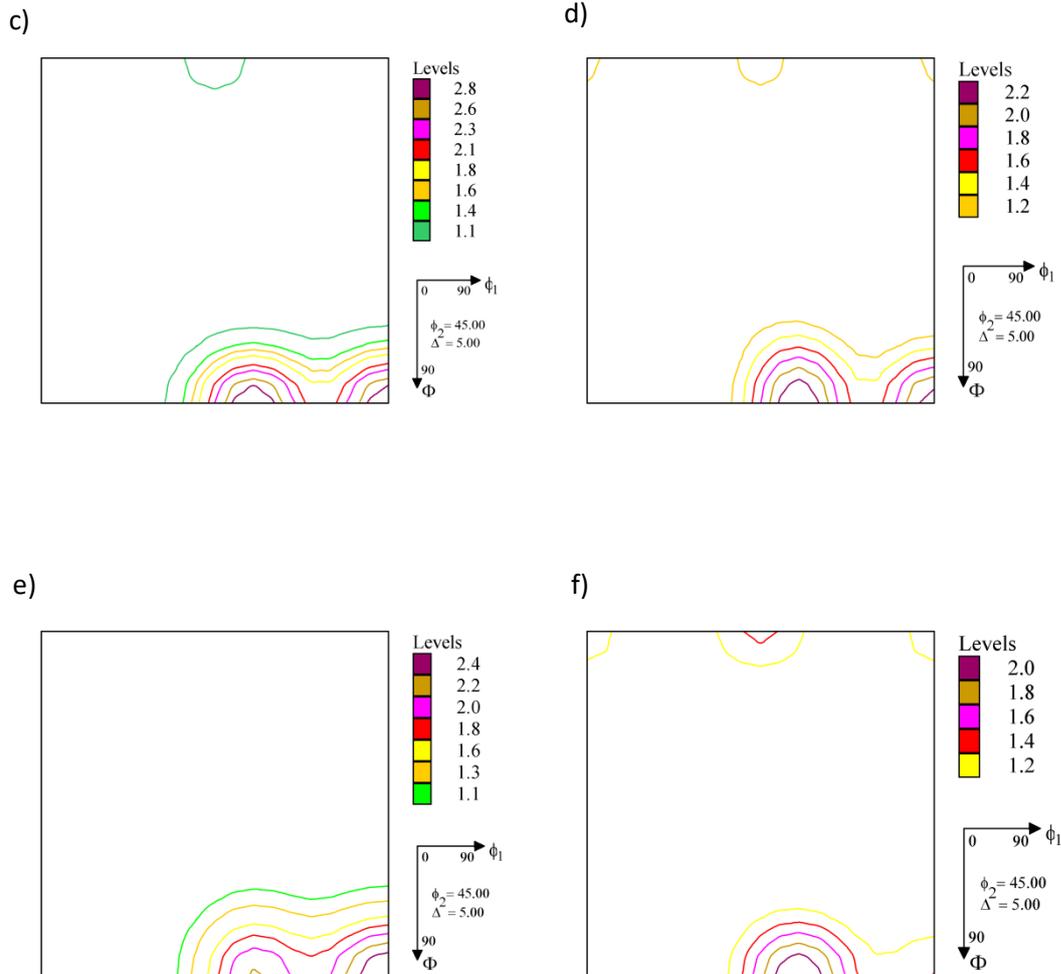


Figura 2 - Seção  $\phi_2$  igual a  $45^\circ$  para a fase austenita (a) 20% antes do recozimento (b) 20% depois do recozimento (c) 50% antes do recozimento (d) 50% depois do recozimento (e) 80% antes do recozimento (f) 80% depois do recozimento.

Foi observada a pouca variação da textura após o recozimento. A textura de recristalização apresentou as mesmas componentes da textura de deformação. Houve o aparecimento de componentes Cubo e Cubo Girado nas amostras recozidas. Outro resultado encontrado é a relativamente fraca textura da austenita, que é deformada sem que haja transformação martensítica, este resultado está em desacordo com a ideia de alguns pesquisadores que atribuem a baixa intensidade da textura da austenita para alguns aços austeníticos, a transformação martensítica<sup>(7)</sup>.

Na Fig.3, é mostrada a seção  $\varphi_2 = 45^\circ$  das FDOC's para a fase austenita das amostras após o recozimento, e ao lado o mapa obtido por EBSD da região utilizada para o cálculo da FDOC correspondente. No mapa a unidade das dimensões x e y está em  $\mu\text{m}$ .

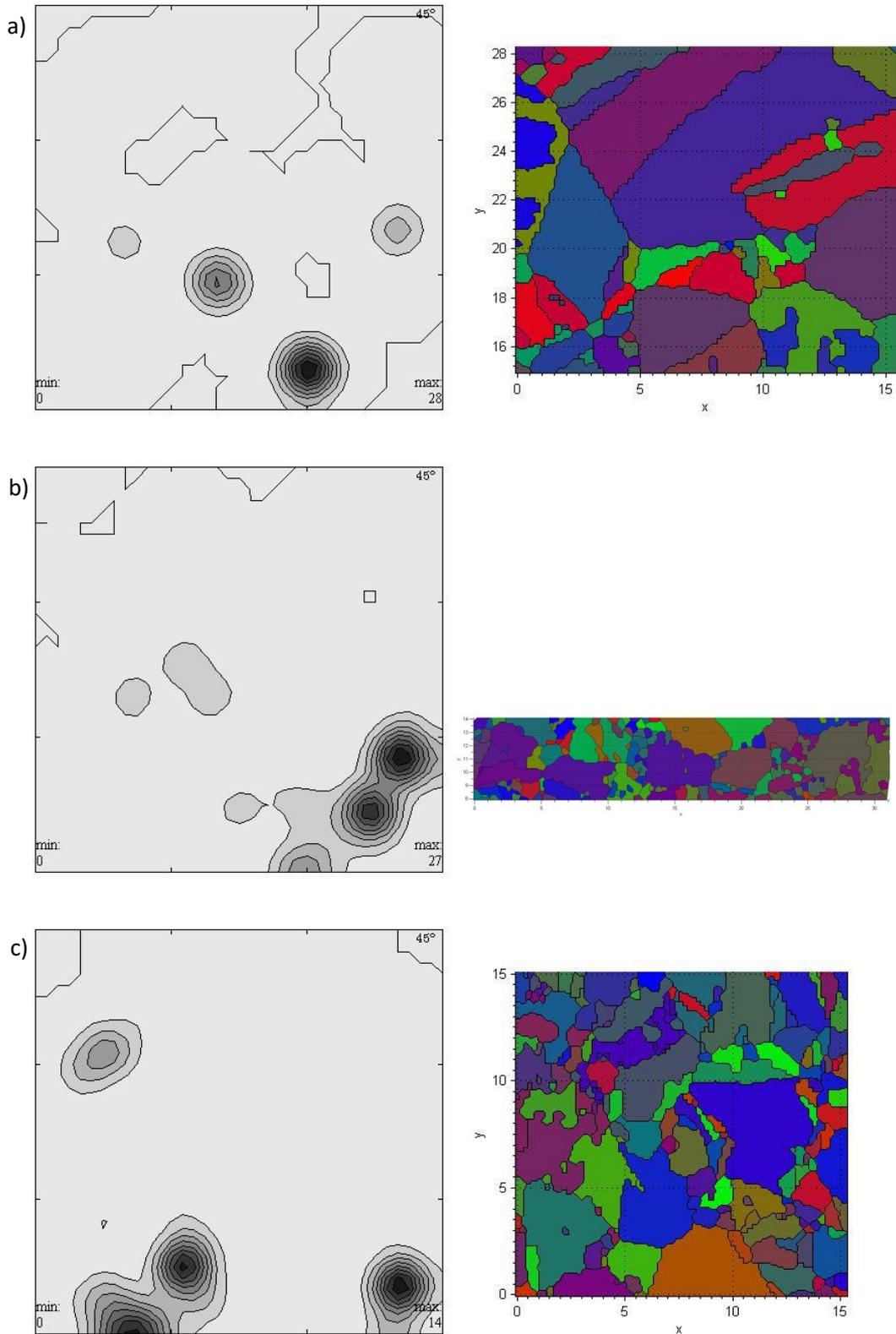


Figura 3 - Seção  $\phi_2$  igual a  $45^\circ$  para a fase austenita e a região utilizada (a) 20% depois do recozimento (b) 50% depois do recozimento (c) 80% depois do recozimento.

Observa-se que as principais orientações encontradas são próximas as componentes Latão e Goss, isto está de acordo com o que foi encontrado para a macrotextura, porém a intensidade é bem diferente, provavelmente devido a pequena quantidade de grãos utilizados.

Por último, existem trabalhos que consideram texturas de deformação e recristalização em aços como o de Ray *et al.*<sup>(8)</sup>, mas poucos considerando a deformação prévia da austenita.

## CONCLUSÕES

O aumento da deformação reduziu, chegando ao completo desaparecimento da componente de textura Cobre.

As únicas componentes de textura observadas após 50% de deformação foram Latão e Goss..

A textura de recristalização mostrou-se próxima da textura de deformação porém foram observadas as componentes Cubo e Cubo girado.

A recristalização provocou o enfraquecimento das componentes Goss e Latão principalmente em grandes deformações.

Os resultados de ebsd para as amostras recristalizadas confirmaram os resultados de difração de raios-x.

## REFERÊNCIAS

1. CHOWDHURY, S. G., SAMAR DAS, P.K. De, ***Cold rolling behaviour and textural evolution in AISI 316L austenitic stainless steel***, Acta Materialia 53 (2005) 3951–3959
2. ABREU, H. F. G., CARVALHO, S. S., NETO, P. L., SANTOS, R. P., FREIRE, V. N., SILVA, P. M. O., TAVARES, S. S. M., ***Deformation Induced Martensite in an AISI 301LN Stainless Steel: Characterization and Influence on Pitting Corrosion Resistance***, Materials Research, Vol. 10, No. 4, 359-366, 2007.

3. CULITY, B. D., **Elements of X-Ray Diffraction**, Addison Wesley, Massachussets, 1978.
4. DILLAMORE, I. L., ROBERTS, W. T., **Rolling Textures in F.C.C. and B.C.C. Metals**, Acta Metallurgical, vol. 12, March 1964
5. R.K.RAY, J. J. JONAS , **Transformation textures in steels**, Int. Mat. Rev., Vol. **35**, No. 1, pp. 1-36 (1990).
6. ABREU, H. F. G., SILVA, M. J. G., HERCULANO, L.F. G., BHADESHIA, H. K. D. H., **Texture Analysis of Deformation Induced Martensite in an AISI 301L Stainless Steel: Microtexture and Macrotecture Aspects**, Materials Research, Vol. 12, No. 3, 1-00, 2009.
7. RAVI, K. B., MAHATO, B., BANDYOPADHYAY, N. R., BHATTACHARYA, D. K. **Comparison of rolling texture in low and medium stacking fault energy austenitic stainless steels**. *Materials Science and Engineering A*. 2005; 394:296-301.
8. RAY, R. K., JONAS, J. J., HOOK, R. E., **Cold rolling and annealing textures in low carbon and extra low carbon steels**, International Materials Reviews, vol.39 pp. 129-172, 1994.

## **INFLUENCE OF PRIOR DEFORMATION ON RECRYSTALLIZATION TEXTURE OF STEEL AISI 301L.**

### **ABSTRACT**

*The steel AISI 301L suffered deformation by cold rolling at various levels at a temperature above which there has been the emergence of deformation induced martensite, which allowed the study of prior austenite deformation. In a later stage samples in all degrees of thickness reduction suffered annealing. The texture evolution due to the deformation and recrystallization effect on Crystallographic texture were studied by techniques of x-ray diffraction and EBSD.*