

ACOMPANHAMENTO POR EBSD DA TEXTURA DE UM GRÃO DE UMA CHAPA DE AÇO ELÉTRICO DEFORMADA ATÉ 55% DE REDUÇÃO¹

Maria do Carmo Amorim da Silva²
Marcos Flávio de Campos³
Fernando José Gomes Landgraf²
Ivan Gilberto Sandoval Falleiros²

RESUMO

Através de indentação, é possível delimitar uma área específica em uma amostra. Utilizando-se este método, foi possível acompanhar a evolução da textura de uma microregião em uma amostra de aço elétrico deformada em 10, 20, 45 e 55% de redução. Observa-se, de modo geral, que os grãos tendem a evoluir para orientações com maior Fator Taylor, embora deva ser ressaltado que isto é uma tendência e, não uma regra genérica. A deformação plástica provoca um "espalhamento" da orientação do grão deformado. Ou seja, os grãos deformados apresentam grande gradiente de orientação, começando até mesmo a ocorrer fragmentação de grãos para deformações de 45% ou mais.

Palavras chave: aços elétricos, textura, EBSD

e_mail: mdocarmo@usp.br ou mfcampos@inmetro.gov.br

1) Artigo submetido ao 3º Workshop de Textura, 4 a 5 de setembro de 2006, São Paulo SP

2) Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Mello Moraes, 2463, cep 05508-900, São Paulo SP

3) Inmetro – Dimci/Dimat (Prédio 3). Av. Nossa Senhora das Graças 50 (Xerém), cep 25250-020, Duque de Caxias RJ

Introdução

A técnica EBSD, ao permitir a observação direta da textura de microregiões, incluindo a condição de cada grão, vem permitindo uma nova compreensão da estrutura de deformação de metais. Este tipo de informação não era disponível quando se aplicava Difração de Raios-X para medidas de textura.

O presente trabalho descreve a condição da textura de um único grão, em uma chapa de aço que foi submetida a deformações de 10, 20, 45 e 55%. Ou seja, é observada “in-situ” a evolução da condição de textura desse grão deformado.

Materiais e Métodos

Uma microregião na superfície de uma chapa de uma aço elétrico com 1,25% Si foi delimitada por meio de indentação. Essa chapa foi laminada com reduções de 10, 20, 45 e 55%. Em todas essas etapas, foi medida a textura dessa microregião.

As medidas de textura por difração de elétrons retroespalhados (EBSD) foram realizadas em um microscópio Philips XL 30 (tensão 20 kV) e sistema de difração de elétrons retroespalhados da TexSEM Laboratories (TSL). Os seguintes parâmetros foram utilizados para o microscópio: aceleração do feixe 20kV, “spotsize” variando numa escala de 1 a 5 , inclinação da amostra de 75° e uma distância de trabalho de 20mm.

A figura com o código de cores da figura de polo inversa, necessária para a compreensão das Figuras 3, 4a, 5a, 6a e 7a é apresentada na Figura 1. Na Figura 2 é mostrado o código de cores para as Figuras 4b, 5b, 6b e 7b e também as Figuras 4c, 5c, 6c e 7c.

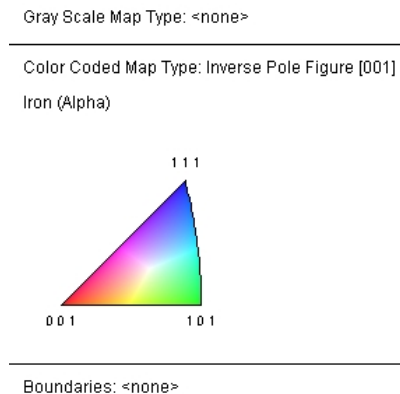


Figura 1. Código de cores para a interpretação das varreduras EBSD apresentadas nas Figuras 3a, 4a, 5a e 6a.



Figura 2. Código de cores para a interpretação das imagens apresentadas nas Figuras 3b, 4b, 5b e 6b

Resultados e Discussão

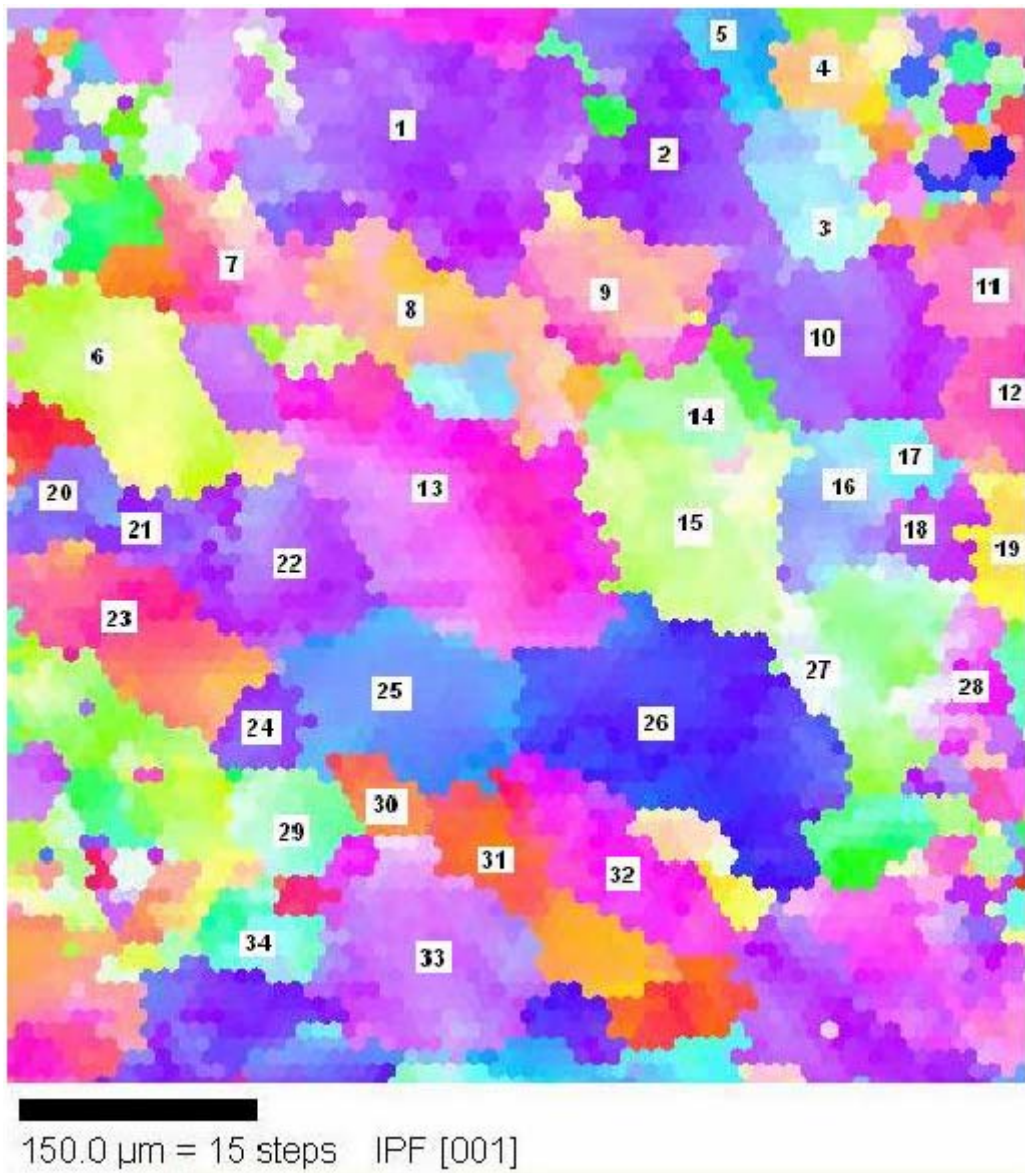


Figura 3. Microregião analisada neste estudo (a figura é para 10% de deformação). O grão descrito neste estudo (Figuras 4 a 7) é o grão de número 1, conforme a figura acima.

A evolução da orientação cristalográfica (textura) do grão de número 1 será descrita nas figuras 4, 5, 6 e 7.

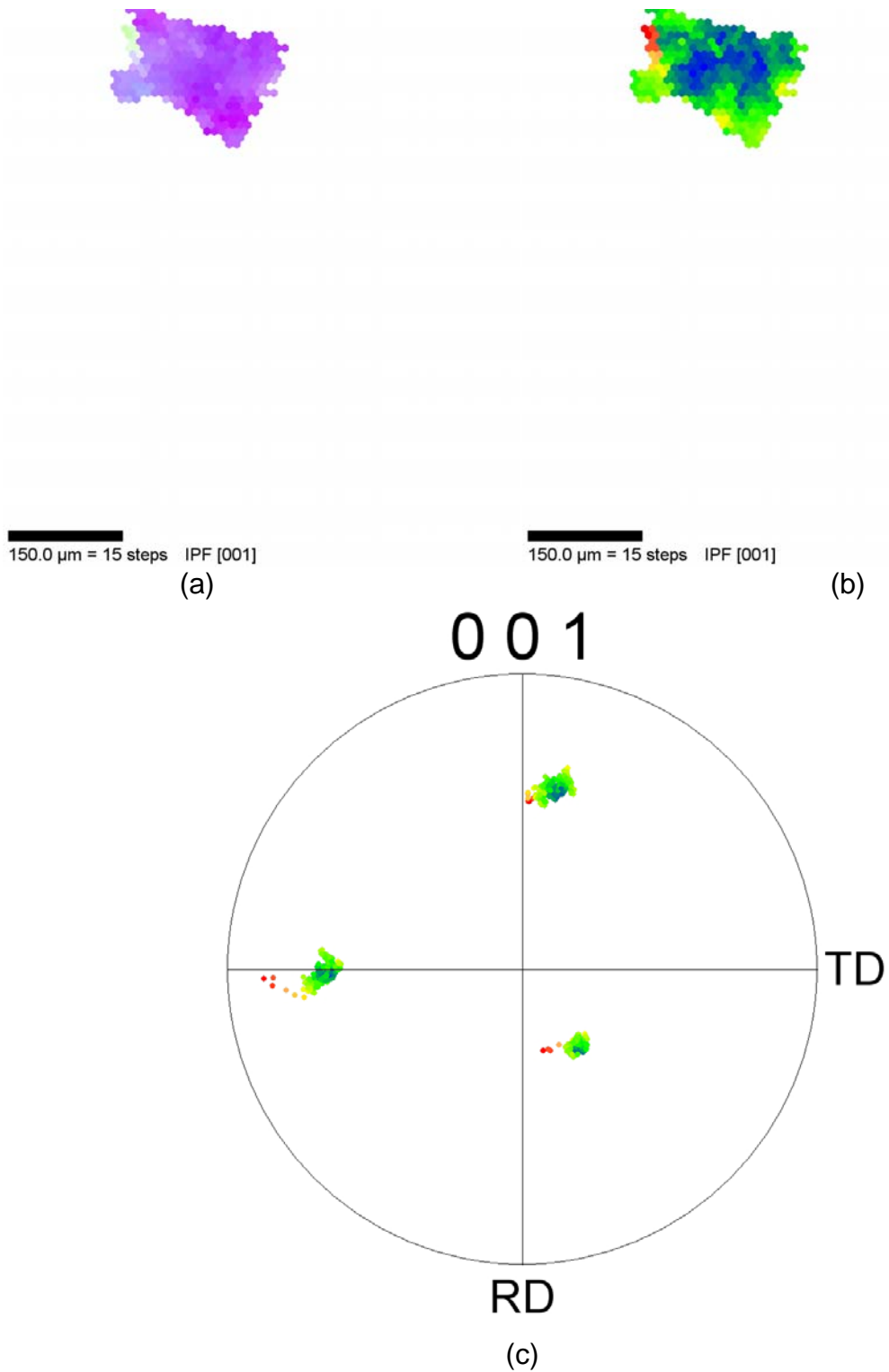


Figura 4. (a) Grão deformado (ver Figura 1 para código de orientações) (b) O mesmo grão deformado, segundo o código descrito na Figura 2 (c) Figura de Polo (100), para esse grão, segundo o código da Figura 2.

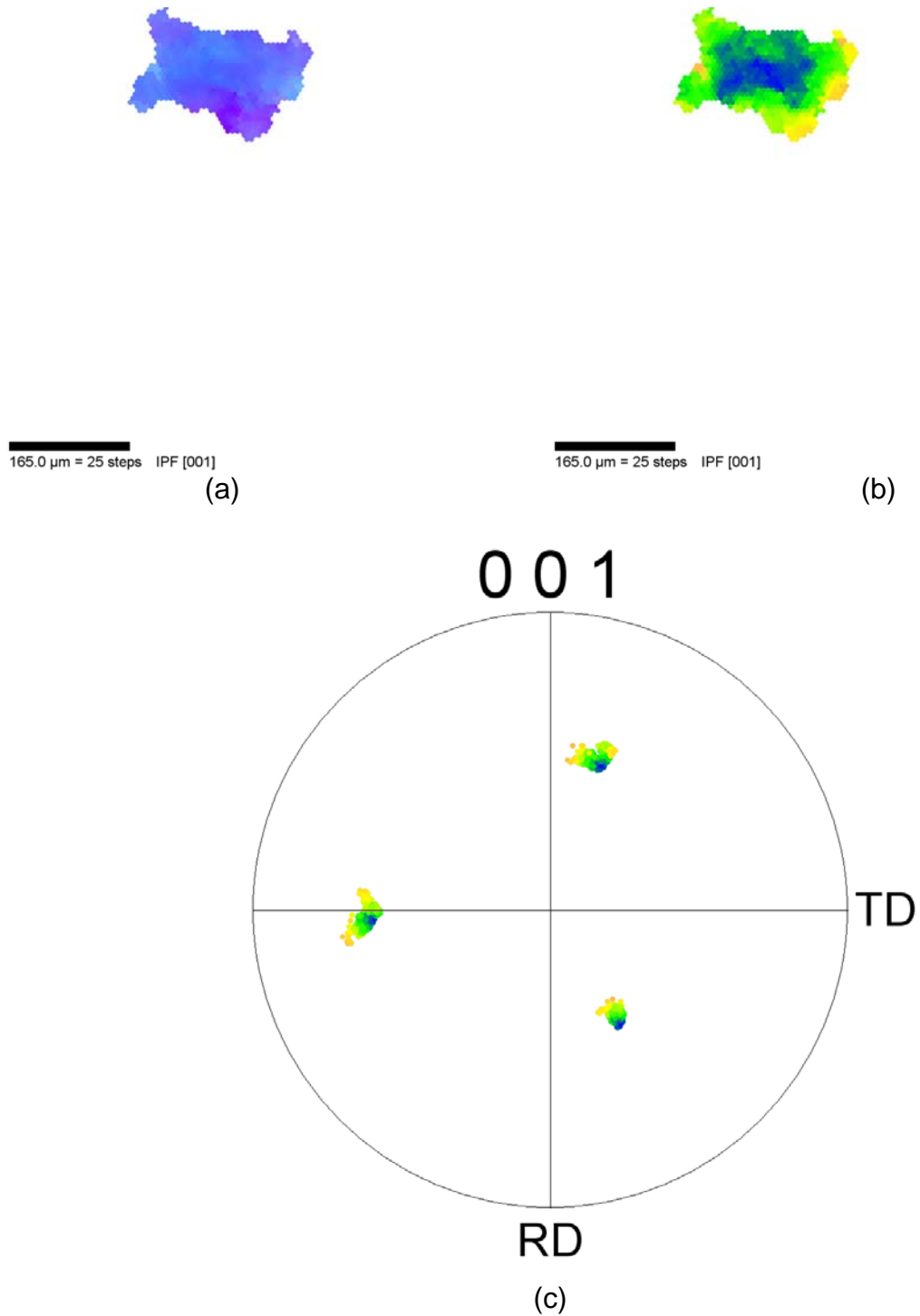
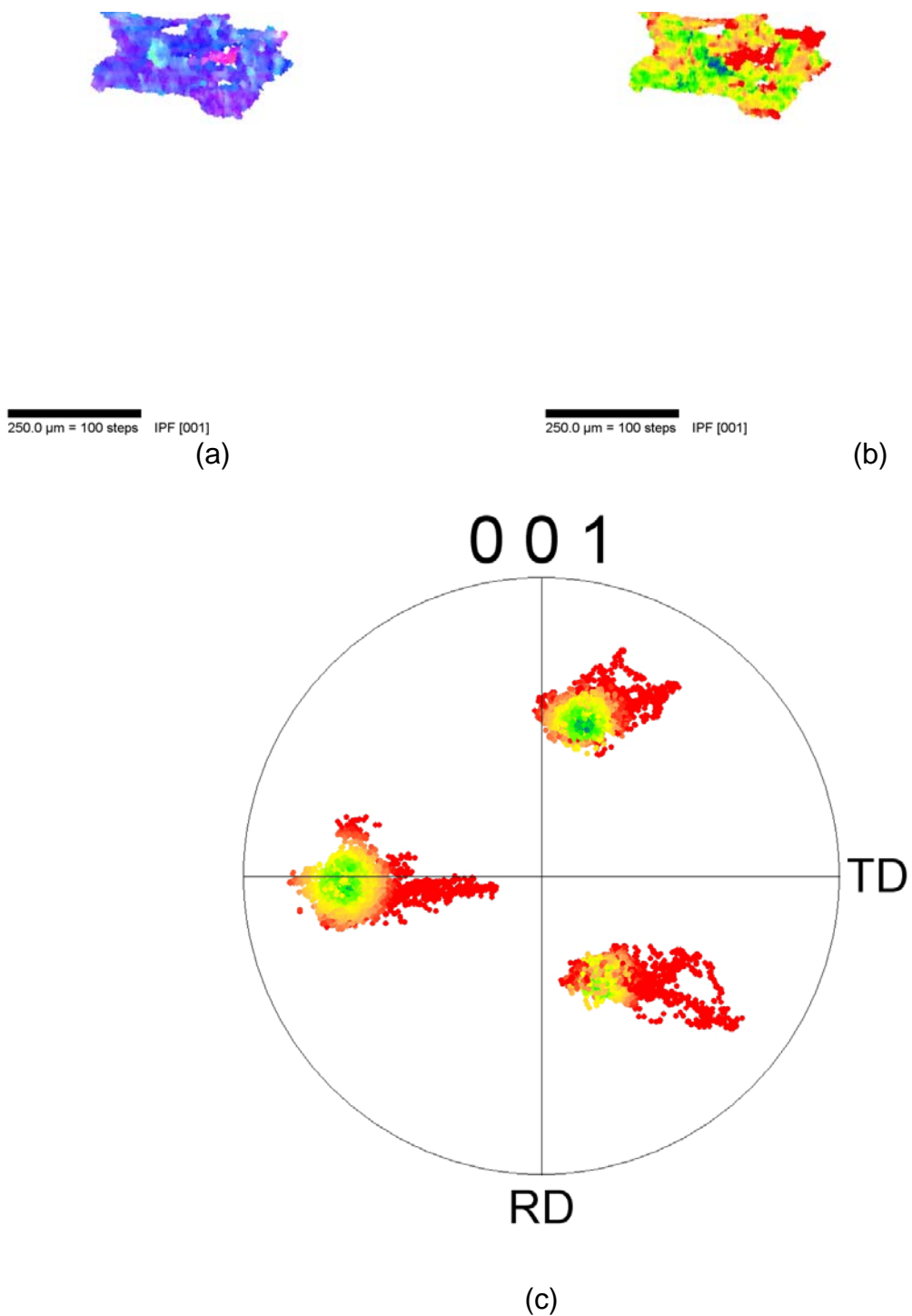


Figura 5. (a) Grão deformado (ver Figura 1 para código de orientações) (b) O mesmo grão deformado, segundo o código descrito na Figura 2 (c) Figura de Polo (100), para esse grão, segundo o código da Figura 2.



(c)
 Figura 6. (a) Grão deformado (ver Figura 1 para código de orientações) (b) O mesmo grão deformado, segundo o código descrito na Figura 2 (c) Figura de Polo (100), para esse grão, segundo o código da Figura 2.

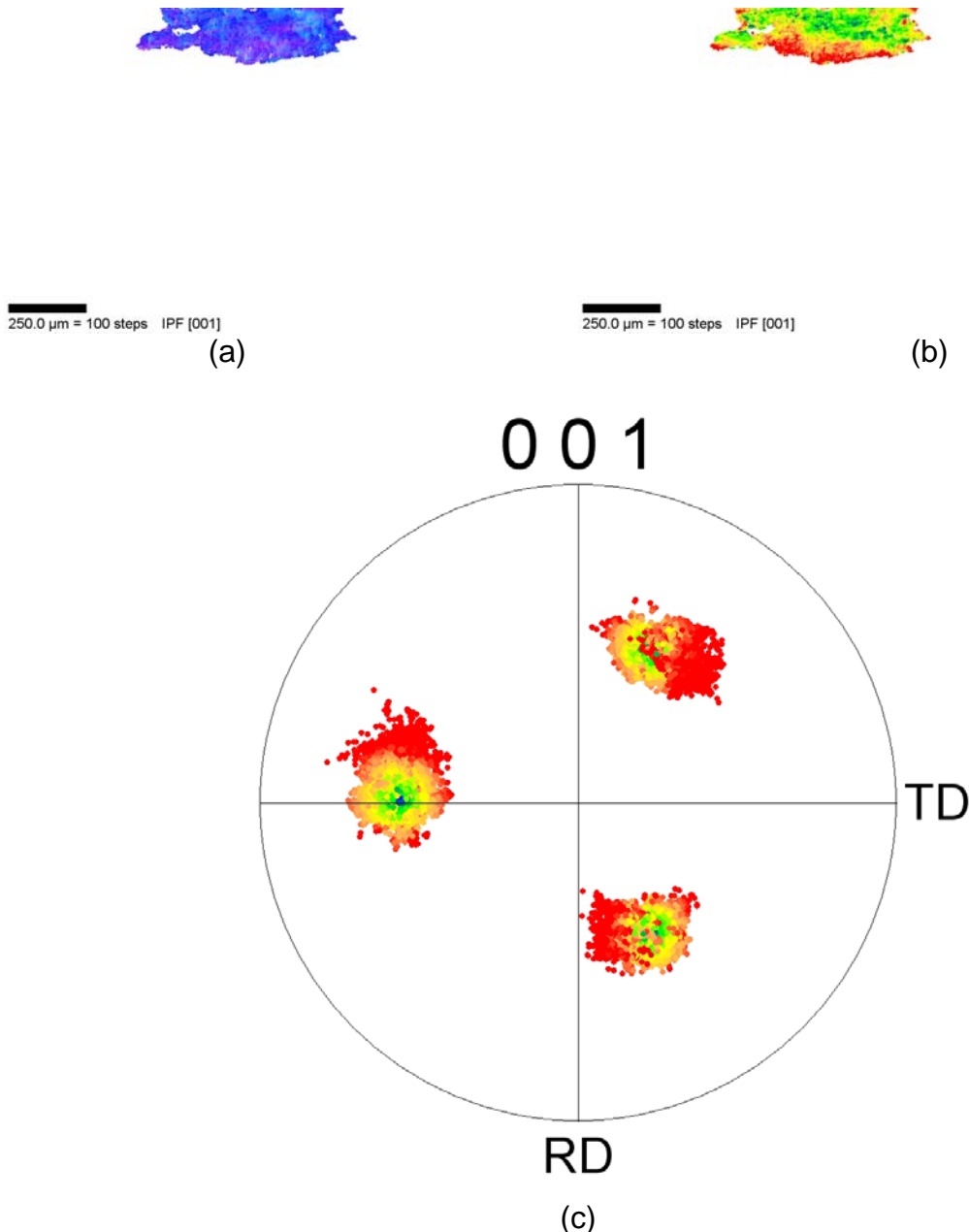


Figura 7. (a) Grão deformado (ver Figura 1 para código de orientações) (b) O mesmo grão deformado, segundo o código descrito na Figura 2 (c) Figura de Polo (100), para esse grão, segundo o código da Figura 2.

Tabela I Orientação (aproximada) do grão para os diferentes graus de deformação

10%	20%	45%	55%
{211} <120>	{332} <110>	{332} <110>	{111} <110>

A Tabela I, montada com os dados das figuras 4, 5, 6 e 7, mostra que a orientação do grão evoluiu de {112} para {111}, indicando que {111} <110> é uma orientação mais “estável”.

A análise dos Mapas de Fator de Taylor para a OIM da Figura 3 e suas correspondentes para mais altos graus de deformação mostra que, em geral, orientações com maior Fator de Taylor tendem a ser mais estáveis.

Os resultados (comparar Figuras 6 e 7 com Figuras 4 e 5), indicam um “espalhamento” das orientações contidas no interior do grão, como decorrência da deformação plástica.

Um detalhe importante é a “definição de grão”. Segundo o “default” do software da TSL, o contorno de grão é definido para desorientações acima de 15°, o qual parece ser adequado para materiais deformados, foi adotado neste estudo. Porém, o “Grain Tolerance Angle” pode ser alterado para valores menores. Ou seja, no estudo de grãos deformados, 15° parece ser apropriado.

Os resultados indicam que fragmentação de grão começa a ocorrer para as deformações mais severas (45 e 55%). Esses resultados estão em concordância com observações anteriores (DA SILVA et al, 2004), (LI et al, 2004), (VAN BOXEL et al, 2005).

Conclusões

Deformação plástica ocasiona "espalhamento" da orientação do grão deformado. Ou seja, os grãos deformados apresentam grande gradiente de orientação, começando até mesmo a ocorrer fragmentação de grãos para deformações de 45% ou mais.

Os dados indicam que a orientação $\{111\} \langle 110 \rangle$ é mais “estável” do que $\{211\}$ quando o material estudado (aço com 1,25% Si) é laminado.

Agradecimentos

MF de Campos agradece: CNPq-PROMETRO; todos os autores agradecem FAPESP processo 99/10796-8, CAPES e CNPq. Agradecemos à Clarice Terui Kunioishi pela assistência na utilização do microscópio.

Referências

LI, B.L.; GODFREY, A.; LIU, Q. Subdivision of original grain during cold-rolling of interstitial-free steel. *Scripta Materialia* 50 (2004) 879-883.

SILVA, M. do C. A. da; CAMPOS, M. F. de; LANDGRAF, F.J.G.; FALLEIROS, I.G.S. Perfil de diferença de orientação de um aço elétrico grão não orientado laminado a frio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS, 16, Porto Alegre, RS, 2004. Anais (em CD-ROM). p. 1-9.

VAN BOXEL, S.; SEEFELDT, M. ; VERLINDEN., B.; VAN HOUTTE, P. Visualization of grain subdivision by analysing themisorientations within a grain using electron backscatter diffraction. *Journal of Microscopy*, Vol. 218, Pt 2 May 2005, pp. 104–114

EBSD OBSERVATION OF THE TEXTURE OF A GRAIN IN AN ELECTRICAL STEEL SHEET DEFORMED UNTIL 55% OF REDUCTION¹

Maria do Carmo Amorim da Silva²
Marcos Flávio de Campos³
Fernando José Gomes Landgraf²
Ivan Gilberto Sandoval Falleiros²

RESUMO

Applying indentation, it is possible to delimit a specific area in a given sample. Using this method, it was possible the observation of the texture evolution in a microregion of an electrical steel sample rolled at 10, 20, 45 and 55%. It is noted, in general, that the grains tend to change for orientations with larger Taylor Factor, but it should be emphasized that this a tendency and not a general rule. The plastic deformation leads to a “scattering” of the orientation of deformed grains. Deformed grains present large gradient of orientation, and grain fragmentation takes place for deformations of 45% or more.

Keywords: electrical steel, texture, EBSD

e_mail: mdocarmo@usp.br ou mfcampos@inmetro.gov.br

1) Article submitted to the 3rd Workshop of Texture, September, 4th and 5th, 2006, São Paulo SP

2) Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Mello Moraes, 2463, cep 05508-900, São Paulo SP

3) Inmetro – Dimci/Dimat (Prédio 3). Av. Nossa Senhora das Graças 50 (Xerém), cep 25250-020, Duque de Caxias RJ