

A INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO AL/N EM FOLHAS DE FLANDRES BAIXO-C RECOZIDAS EM CAIXA PARA PRODUÇÃO DE LATAS DE DUAS PEÇAS DWI (DRAW WALL IRONNING)¹

*Paulo Roberto Campissi de Souza²
Carlos Sérgio da Costa Viana³
Carlos Agenor Onofre Cabral⁴
Adão pereira de Sá⁵
Fernando Souza Cândido⁶*

Resumo

Folhas de flandres para DWI, com relações de Al/N iguais a 8, 11 e 17, foram produzidas com as mesmas temperaturas de acabamento e de bobinamento após laminação a quente, mesma taxa de redução e mesmo esquema de recozimento em caixa. Foram observadas diferentes microestrutura, microtextura e anisotropia plástica. Foram produzidas latas de duas peças com estes produtos. Uma forte textura (111)<uvw>//DN foi notada, para a relação Al/N igual a 8. Sabe-se que quando a textura (111)<uvw>//DN está presente, as latas apresentam menores valores de “earring”.

Palavras-chave: Folha de flandres; DWI; Al/N

- ¹ *Contribuição a ser apresentada no 42º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos, a ser realizado nos dias 25 a 28 de outubro de 2005, em Santos – SP.*
- ² *Engenheiro de Desenvolvimento, GGDP/GPD-CSN, Engenheiro Metalúrgico.*
- ³ *Professor Titular do Instituto Militar de Engenharia - IME/RJ, Engenheiro Metalúrgico, Phd.*
- ⁴ *Coordenador de Projetos Especiais, GGDP/GPD-CSN, Engenheiro Químico, MSc.*
- ⁵ *Especialista de Projetos Especiais, GGDP/GPD-CSN, Engenheiro Mecânico.*
- ⁶ *Aluno de Doutorado do Instituto Militar de Engenharia- IME/RJ, Engenheiro Mecânico.*

1 INTRODUÇÃO

Folhas de Flandres são utilizados em larga escala para a produção de latas de três peças (corpo, tampa e fundo) que são envasadas com frutas, legumes, derivados de leite, café e etc. Outro mercado importante é o de pescado que utiliza canecos produzidos a partir dessas folhas pelo processo Draw.

Outro mercado importante é o de bebidas carbonatadas que, no Brasil, a partir de 1988, começou a utilizar latas de duas peças fabricadas pelo processo DWI (Draw Wall Ironning) em alumínio.⁽¹⁾ O processo foi tão viável que, em menos de seis meses, todo o mercado nacional já era de latas de duas peças, tendo substituído por completo as latas de três peças produzidas, até então, com folha de flandres.

No Brasil, há cerca de cinco anos, começou-se a produzir latas de duas peças DWI, utilizando folhas de flandres. Uma companhia instalada em Fortaleza/Ceará produz hoje o equivalente a 5% do mercado nacional.

A CSN propôs-se o desafio de produzir folhas de flandres para latas de duas peças DWI, chegando, hoje a fornecer 100% da matéria prima para aquela região, o equivalente a 25.000 toneladas de aço por ano.

Entre vários requisitos necessários para produção desta folha, vale ressaltar o excelente nível de sanidade interna do produto laminado a quente (qualidade superficial e dimensional), baixa variação de espessura transversal e longitudinal, durante laminação a frio, ciclo de recozimento adequado, passe de encruamento superficial e deposição da camada de estanho.⁽²⁻⁴⁾

Dentre outras características importantes para fabricação da lata DWI, uma é o controle de anisotropia do material que se reflete diretamente na intensidade de "Earing" da lata, após a operação de "Ironning".^(1,2,4,5)

2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O fluxo de produção foi constante para os três materiais do referido trabalho, a redução a quente foi de aproximadamente 93% com temperatura de bobinamento menor que 600°C, redução a frio em torno de 88%, ciclo de recozimento pleno com taxa de aquecimento de 45°C/hora e passe de encruamento superficial de 1%. A rugosidade do produto acabado foi de 35 µpol.

Foram selecionadas folhas de flandres com 0,276mm de espessura com relação Al/N de 8, 11 e 17 e carbono e manganês típicos, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Valores de Composição química em % em massa.

Relação Al/N	C%	Mn%
8	0,05	0,27
11	0,05	0,25
17	0,05	0,27

Neste trabalho, para facilitar o entendimento, as amostras serão identificadas de acordo com sua respectiva relação Al/N.

A caracterização microestrutural foi realizada através de microscopia óptica em equipamento ZEISS. Foram utilizados dois tipos de ataque metalográfico:

1° Nital- Acido Nítrico(3%) em álcool Etílico

2° Klem's-Tissulfato de Sódio saturado em água destilada (50ml) mais 1 grama de Metabisulfito de Potássio dissolvido.

As propriedades mecânicas e anisotrópicas foram realizadas em uma máquina de tração Instron de 15 t.

As latas foram produzidas em escala industrial (1500 latas por minuto) na seqüência descrita abaixo:

1° Corte do Blanck com diâmetro de 130 mm;

2° “Draw” (embutimento) com punção de diâmetro de 88,9 mm;

3° “Redraw” com punção de diâmetro de 65,75 mm;

4° Quatro anéis de “Ironning” com um total de 71% de redução de espessura.

As medidas de earing das latas foram realizadas após o processo de ironning, em intervalos de 30° na circunferência da lata.

As análises de microtextura por EBSD (“Elétron Back-Scatter Diffraction”) foram feitas nas seguintes condições:

Três varreduras em cada amostra;

Passo de 4 e 3 μm ;

As varreduras abrangeram em torno de 400 a 600 grãos;

A Qualidade da imagem(IQ) ficou em torno de 37100.;

O Índice de Confiança(CI) ficou em torno de 0,25;

Distância de trabalho 20 mm;

Inclinação da amostra: 70°

Os resultados de textura obtidos foram representados por Função de Distribuição de Orientação Cristalina (FDOC). Para interpretar as FDOCs foi utilizado um ábaco de orientação de Bunge, na seção reta de Euler de $\phi_2=45^\circ$, conforme mostra a Figura 1. Nesta Figura, o plano (111) é representado por uma linha horizontal em $\phi = 55^\circ$. Altos valores da FDOC nesta região indicam elevada embutibilidade.

A análise de textura foi realizada na seção longitudinal e rebatida para a superfície da chapa. Os valores de intensidade obtidos nas FDOCs estão em unidade “vezes o valor padrão aleatório” do aço.

A Figura 2 representa o triangulo estereográfico do sistema cúbico baseado em cores. Este ábaco serve para identificar as orientações cristalinhas nos mapas de orientação obtidos pelo EBSD, pelas suas cores, como se verá abaixo.

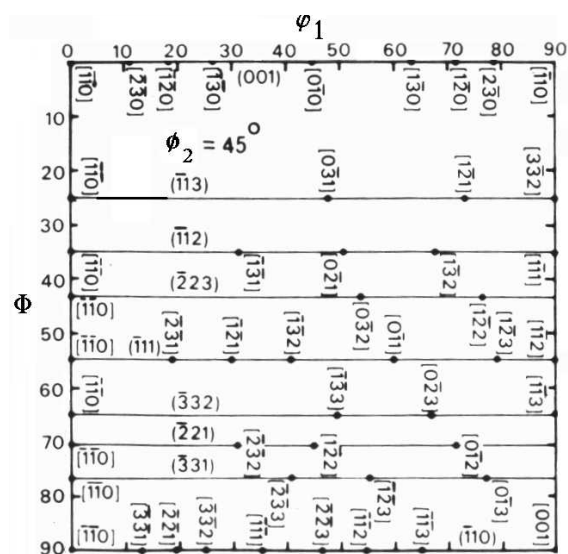


Figura 1. Ábaco de $\phi_2=45^\circ$ para interpretar as FDOCs.

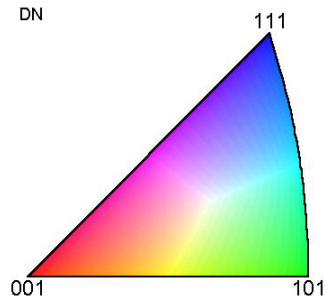


Figura 2. Triângulo estereográfico do sistema cúbico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam as diversas microestruturas obtidas por microscopia óptica com a variação da relação Al/N. Vale ressaltar que, em todos os casos, a cementita se apresentou globular fina, disposta em alinhamento. Podem-se observar também na Tabela 2 os diferentes tamanhos de grão encontrados.

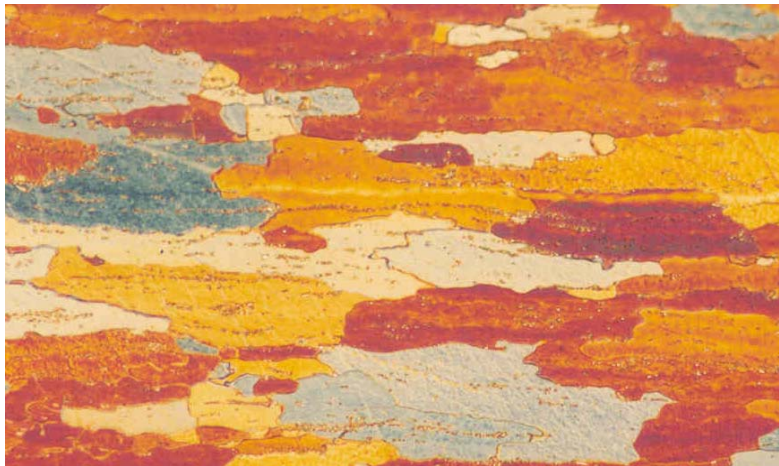


Figura 3. Microestrutura do material produzido com relação Al/N=8. (500X).



Figura 4. Microestrutura do material produzido com relação Al/N=11. (500X).



Figura 5. Microestrutura do material produzido com relação Al/N=17. (500X).

Tabela 2. Descrição das características microestruturais observadas nos materiais.

Relação AL/N	Característica Microestrutural	TG (ASTM) _{médio}
8	Grãos ferríticos alongados associados a cementita globular fina disposta em alinhamento	8,0
11	Grãos ferríticos poligonais levemente alongados associados a cementita globular fina disposta em alinhamento	9,5
17	Grãos ferríticos poligonais associados a cementita globular fina disposta em alinhamento	11,0

As medidas de orelhamento (earring) foram realizadas em toda a circunferência das latas em intervalos de 30° conforme gráfico da Figura 6, sendo observados menores valores de amplitude para latas produzidas a partir do material com relação Al/N=8.

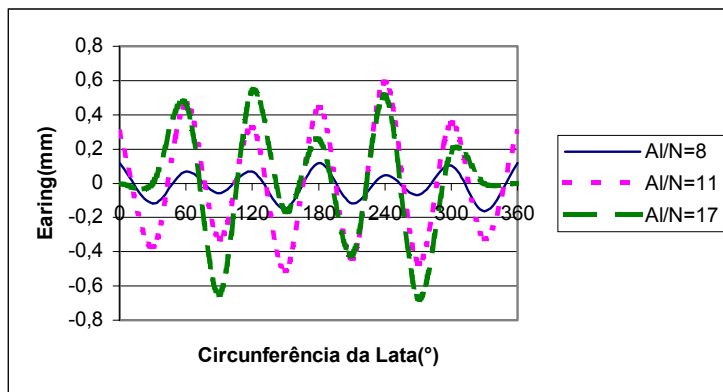


Figura 6. Medidas de earing na circunferência das latas.

A Tabela 3 apresenta os valores de propriedade mecânica e anisotropia dos materiais.

Tabela 3. Valores de propriedade mecânica e anisotropia

Al/N	LE(MPa)	LR(MPa)	Al(%)	r90°	r0°	r45°	r _{médio}	Δr
8	247	330	33	1,65	1,51	1,58	1,58	0,00
11	254	338	32	1,49	1,32	1,46	1,43	-0,05
17	285	354	29	1,24	1,00	1,34	1,23	-0,22

As Figuras 7, 8 e 9 ilustram os mapas de orientação cristalográfica e suas funções de orientação cristalográficas (FDOC) em $\varphi_2=45^\circ$ com os seus respectivos valores de intensidade.

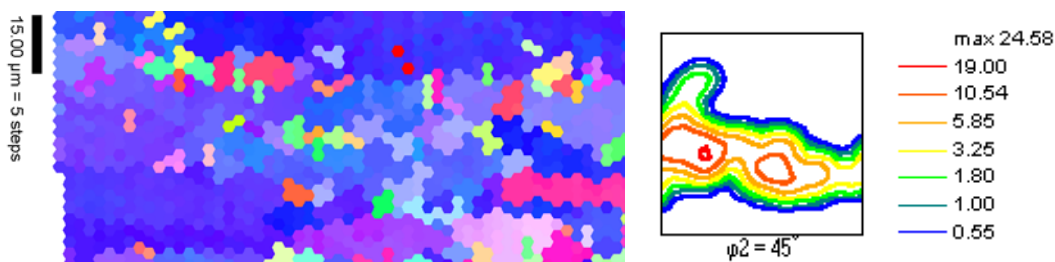


Figura 7. Mapa de orientação cristalográfica e FDOC em $\varphi_2=45^\circ$ da amostra com relação Al/N=8.

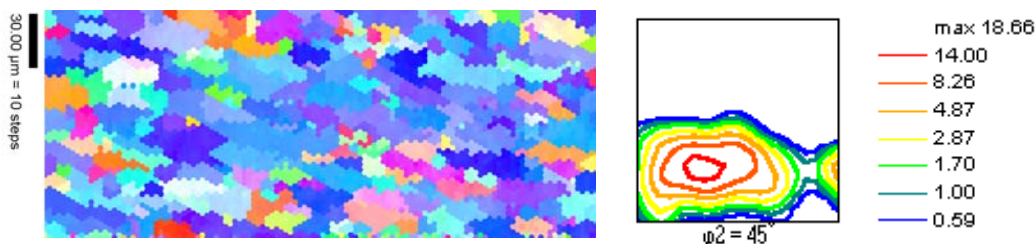


Figura 8. Mapa de orientação cristalográfica e FDOC em $\varphi_2=45^\circ$ da amostra com relação Al/N=11.

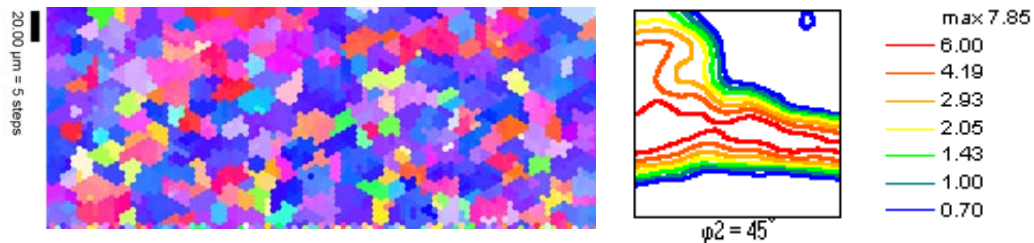


Figura 9. Mapa de orientação cristalográfica e FDOC em $\varphi_2=45^\circ$ da amostra com relação Al/N=17.

4 CONCLUSÕES

Para a folha de flandres com relação Al/N=8, nota-se a morfologia de grão alongado (panqueca), com tamanho de grão médio de 8 ASTM. O baixo valor “earing” observado na lata, condizente com os valores de $r_{\text{médio}}$ e Δr obtidos, têm uma forte correlação com as elevadas intensidades das componentes $\{111\}\langle 112\rangle + \{111\}\langle 110\rangle//\text{DN}$ (24,58 vezes o padrão) presentes no material (Figura 7).

Para a folha de flandres com relação Al/N=11, a morfologia de grão é levemente alongada, com tamanho de grão de 9,5 ASTM. Neste caso o “earing” observado na lata (1,2 mm), que põe em dúvida a previsão baseada no Δr , está certamente afetado pela textura $\{332\}//\text{DN}$, a cerca de 5° de $\{221\}\langle 232\rangle$, presente no material. Esta textura é mais fraca (18,66 vezes o padrão) e incomum neste material.

Para a folha de flandres com relação Al/N=17, a morfologia do grão é poligonal com tamanho de grão 11 ASTM. A textura é ainda mais fraca (7,85 vezes o padrão), havendo também a componente $\{001\}\langle 110\rangle$, notória por sua contribuição ao “earing” a 45° , confirmando os valores de $r_{\text{médio}}$ e Δr obtidos.

Estes resultados confirmam a importância da razão Al/N na composição química e demonstram sua influência na formação da textura e das propriedades de estampagem, destes aços.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos membros da equipe multidisciplinar para desenvolvimento do aço DWI na CSN, notadamente: Tomé, Marinho, Edson Alves, Cláudio Veríssimo, Ana Rosa, Samuel e aos amigos e professores do Instituto Militar de Engenharia, notadamente: Alberto, Claudia, Ricardo, André Pinto e Joel.

REFERÊNCIAS

- 1 R.K. RAY, J.J. Jonas and R.E. Hook, “Cold Rolling and Annealing Textures in Low Carbon and Extra Low Carbon Steels”(Int. Materials Reviews).
- 2 Y. Myzaud, P.Parniere, B.J. Thomas and R. Tixier: in 5th int. Conf. On “Textures of materials”, Vol. 2, 243; 1978, Berlin, Springer- Verlag.
- 3 J.F. Held: in “Mechanical Working and steel processing IV”,(ed. D.A. Edgecombe); Vol. 3; 1965, New York, American Institute of Mechanical Engineering.
- 4 Relatório da 4^o Missão RHG/TKS na CSN no período de 23-27, abril de 2001
- 5 K. Koyama, S. Urayoshi, T. Tanaka, R. Shoji, Y. Tsuzuki and H. Matsuda, “Development of Low-Earing Can Body Stock Using the 4-stand hot finishing Mill at the Fukui Works”(Furukawa Review, n^o18,1999)

THE AL TO N RATIO INFLUENCE IN BATH ANNEALED LOW CARBON TIN PLATE TO PRODUCE TWO PIECE DWI (DRAW WALL IRONNING) CANS ¹

*Paulo Roberto Campissi de Souza²
Carlos Sérgio da Costa Viana³
Carlos Agenor Onofre Cabral⁴
Adão pereira de Sá⁵
Fernando Souza Cândido⁶*

Abstract

DWI (Draw Wall Ironning) tinplates with different Al to N ratios (8, 11 end 17) were produced with the same finishing rolling temperature and coiling temperature after hot rolling, cold rolling reduction and bath annealing schedule. It was observed that they presented different microstructures, microtextures and anisotropies. DWI cans were produced with these materials. A strong (111) $\langle uvw \rangle$ //DN fiber texture was observed to arise when the Al/N ratio was equal to 8. It is known that when the (111) $\langle uvw \rangle$ //DN fiber texture is present, the cans shows reduced earing results.

Key words: Tinplate; DWI; Al/N ratio

¹ *Work to be presented at the 42th Rolling Seminar Processes, Rolled and Coated Products, to be held in Santos-SP, Brazil, October 25 -28 2005.*

² *Development Engineer, Products Development (GGDP/GPD-CSN, Metallurgical Engineer.*

³ *Full Professor at the Military Institute of Engineering - IME/RJ, Metallurgical Engineer, Ph.D.*

⁴ *Special Projects Coordinator, GGDP/GPD-CSN, Chemical Engineer, MSc.*

⁵ *Special Projects Expert, GGDP/GPD-CSN, Mechanical Engineer.*

⁶ *PhD Student at the Military Institute of Engineering - IME/RJ, Mechanical Engineer.*