

DESENVOLVIMENTO DE BOBINA CROMADA COM CONTROLE DE ANISOTROPIA PARA O MERCADO DE PESCADO (1)

Autores:

Carlos Agenor Onofre Cabral	(2)
Paulo Roberto Campissi de Souza	(3)
Marcos Delane de Souza	(4)
Eduardo Villas Boas	(5)
Eduardo Amorim Motta	(6)
Marcelo Campos Pereira	(7)

RESUMO

Existe no Brasil uma hegemonia de fornecimento de insumos metálicos por parte da CSN no mercado de produção de embalagens para o segmento de pescado (canecos de sardinha e atum). Não obstante, em mercados onde o aço tem uma presença marcante no mercado de embalagem (Europeu, por exemplo), existe uma participação significativa do alumínio neste segmento e novas embalagens de materiais não metálicos estão sendo pesquisadas e propostas pelo mundo. A fim de se combater um possível assédio dos sucedâneos ao aço, iniciou-se na CSN, através de uma equipe multidisciplinar que envolve o centro de desenvolvimento de produtos, assistência técnica e vendas, gerência técnica de produtos e áreas produtivas, o desenvolvimento de um projeto de “downgauge” para redução da espessura da folha metálica no mercado interno, passando da especificação NBR 6665 T61 com 0,19 mm, produzida pela rota do laminador de encruamento, para a especificação CSN DR550 LDR com 0,17 mm, produzido via laminador de dupla redução, especialmente desenvolvida para atendimento das características do mercado interno, garantindo e até melhorando a performance do material no cliente. A especificação do material foi realizada dentro do conceito de controle de anisotropia, resultando na criação de uma família de especificações que visa atingir os mercados de pescado e de tampas Twist-Off que necessitem de controle de “earring”, tanto no Brasil quanto no exterior.

O presente trabalho descreve o desenvolvimento do material CSN DR550 LDR para a produção de caneco de atum.

-
- (1) Contribuição técnica a ser apresentada no 41º Seminário de Laminação, Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM
 - (2) Engº Químico, M.Sc. – Gerência de Desenvolvimento de Produtos (GPD)
 - (3) Engº Metalúrgico - Gerência de Desenvolvimento de Produtos (GPD)
 - (4) Engº Metalúrgico – Gerência Técnica de Produtos – Folha metálica (GTD-FM)
 - (5) Engº Mecânico, M.Sc. – Diretoria da Unidade de Mercado de Embalagens (DUM-EMB)
 - (6) Engº Metalúrgico – Gerência Geral de Folhas Metálicas
 - (7) Engº de Produção – Gerência Geral de Folhas Metálicas

1.0- Introdução

O mercado de folhas metálicas para o mercado de pescado corresponde a 3,9% do consumo de folha metálicas no Brasil. São usadas, na sua maioria, folhas cromadas para a produção de canecos e tampas de atum e sardinha na especificação NBR 6665 T61 com a espessura de 0,19 mm. A exceção se dá para alguns clientes que compram folha de flandres e cromada da especificação NBR 6665 T57 com 0,20 e 0,21 mm.

Em mercados em que o aço também tem uma presença marcante no setor de embalagens, como o Europeu, existe a presença do alumínio como o sucedâneo no segmento de frutos do mar. Nos Estados Unidos, além do alumínio, tem sido desenvolvido e utilizado resinas plásticas termoprocessáveis para o processamento de produtos deste segmento.

A fim de tornar a folha metálica ainda mais competitiva, foi iniciado na CSN um projeto de “downgauge” (redução de espessura) do produto utilizado no mercado de pescado, visando produzir folhas duplamente reduzidas na espessura de 0,17 mm. Em função das características do mercado interno, os canecos de sardinha e atum são produzidos em prensas excêntricas em um único estágio (Draw), o que resulta em relações diâmetro da matriz pela punção (relação β) acima de 1,7, o que passa a exigir do material características especiais. Em função disto o material foi produzido dentro do conceito de controle de anisotropia, gerando uma família de especificações, destinada não só ao mercado de pescado nacional, mas também para exportação e produção de canecos de pescado e tampas Twist-Off.

O presente trabalho descreve o desenvolvimento a teoria, e os resultados do downgauge da especificação CSN DR550 LDR para folhas metálicas para o mercado de pescado.

1.1- Conceito de material isotrópico e anisotrópico^{1,2}:

Um material é considerado isotrópico, se suas propriedades são constantes, qualquer que seja a direção que seja avaliada. A Figura I abaixo apresenta um material isotrópico no que se refere ao coeficiente de anisotropia normal (r)

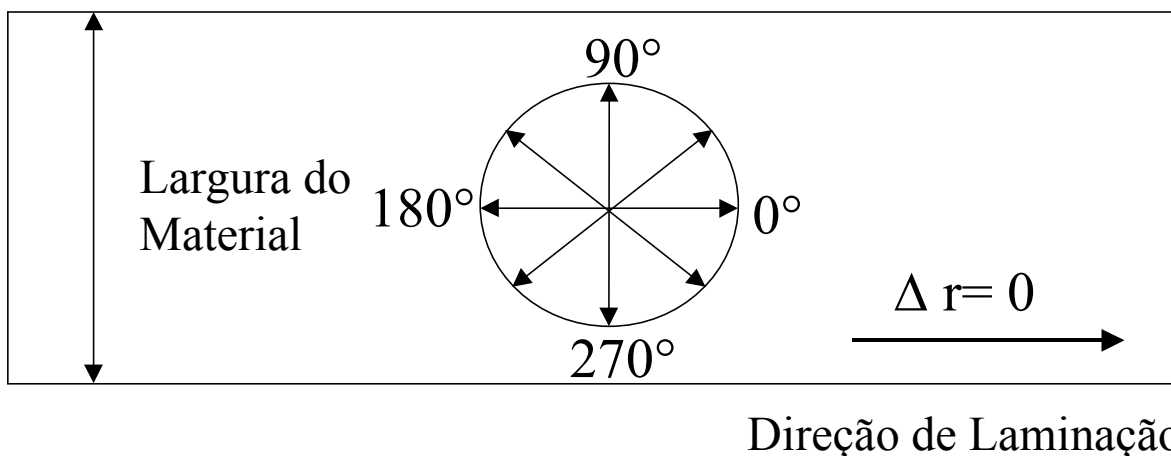


Figura I- Material Isotrópico no que se refere ao valor de r .

Um material é considerado anisotrópico se suas propriedades são uma função da direção em que ela é avaliada. A Figura II abaixo apresenta um material anisotrópico no que se refere ao coeficiente de anisotropia normal (r).

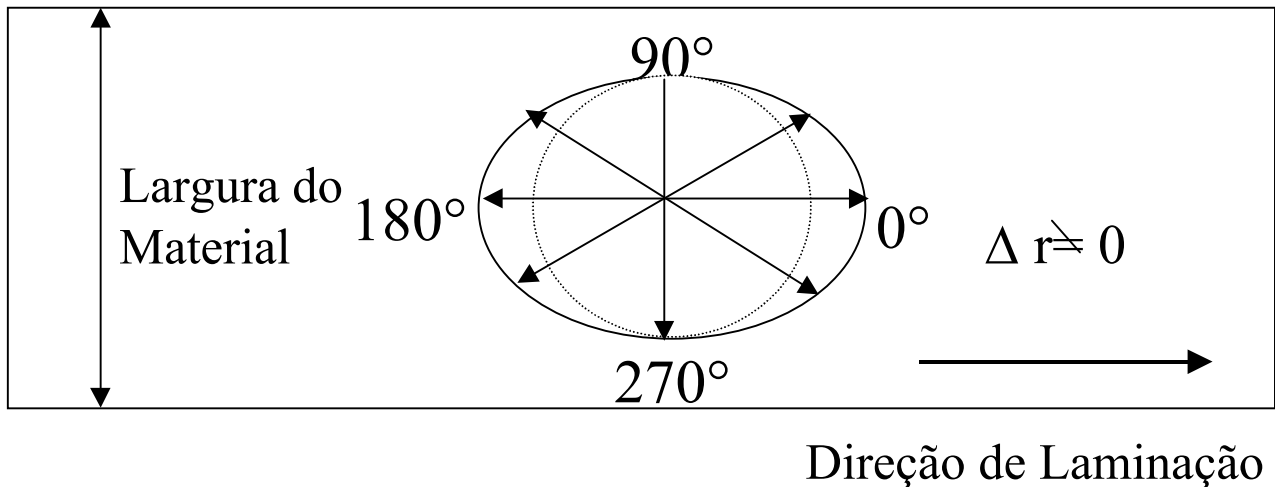


Figura II- Material Isotrópico no que se refere ao valor de r

Materiais metálicos isotrópicos são praticamente inexistentes. O que existe são materiais, que em função de suas características de processamento, eles passam a exibir variações mínimas das propriedades ao longo das direções, sendo considerado materiais produzidos com controle de anisotropia.

1.2- Definição do $r^{1,2}$:

O r do material, citado acima, é uma característica do aço que mede a sua conformabilidade. Por definição o r mede a capacidade do material em perder espessura a medida em que é alongado. Sua definição é descrita abaixo:

$$r = \frac{\xi_W}{\xi_T}$$

Sendo:

r- Coeficiente de anisotropia normal

ξ_W - Deformação verdadeira na largura= $\ln \frac{\text{largura inicial}}{\text{largura final}}$

ξ_T - Deformação verdadeira na espessura= $\ln \frac{\text{espessura inicial}}{\text{espessura final}}$

O valor de r pode ser avaliado em qualquer posição no plano de uma tira. Convenciona-se representar o r em função do seu ângulo em relação ao sentido de laminação, por convenção 0° (zero graus). As medidas mais usadas para avaliação do r estão a 0° , 45° e 90° em relação ao sentido de laminação, conhecidos como r longitudinal (rl), r diagonal (rd) e r transversal (rt), respectivamente. Com o equacionamento destes 3 valores de r, surge, para um determinado material, a definição do coeficiente de anisotropia normal e planar.

- **Coefficiente de anisotropia médio** = r médio ou $\bar{r} = \frac{r_l + r_t + 2.r_d}{4}$
- **Coefficiente de anisotropia planar** = Delta r ou $\Delta r = \frac{r_l + r_t - 2.r_d}{2}$

O controle de anisotropia descrito neste trabalho refere-se ao controle do r médio e do Δr . Um material com um bom controle de anisotropia deve apresentar um r médio o mais elevado possível e um Δr tendendo a zero.

O cálculo do r, r médio e do delta r é normalmente feito utilizando o ensaio de tração, sendo aplicado um alongamento no material (por exemplo 18%) e avaliados os valores de r pelas variações na largura/espessura. Os materiais duplamente reduzidos apresentam níveis de alongamento baixos, na ordem de 2%, o que impossibilita a utilização do ensaio de tração para seu cálculo. São usados, portanto, outras técnicas de análise como a textura (3,4) ou o embutimento SWIFT(5,6,7). Este trabalho foi desenvolvido utilizando o embutimento SWIFT para avaliação do controle da anisotropia do material.

1.3- Controle do r médio e do Δr ^(3,4,5,8):

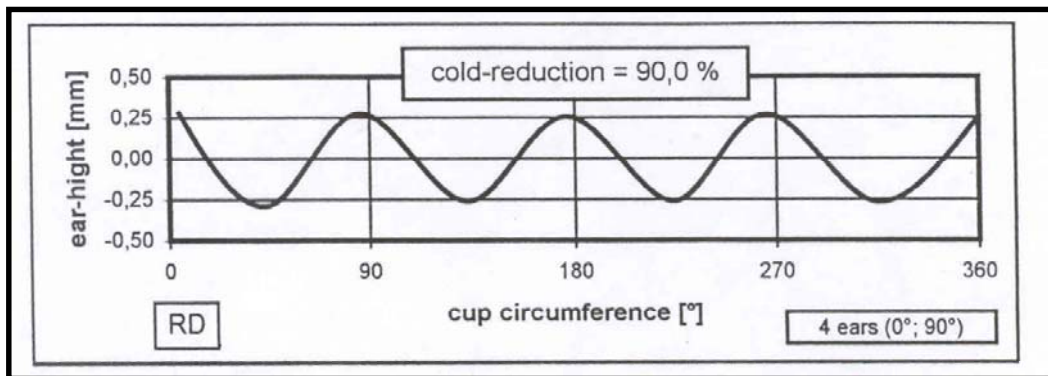
O controle do r médio e do delta r, a princípio, pode ser feito de forma independente. O r médio é fortemente influenciado pela temperatura de bobinamento (que deve ser otimizada em função do tipo de recozimento: caixa ou contínuo), composição química e temperatura de acabamento.

O Δr é influenciado pela composição química do material, porém a variável mais influente é o grau de redução a frio do material (incluindo aí o passe de encruamento ou o de dupla redução).

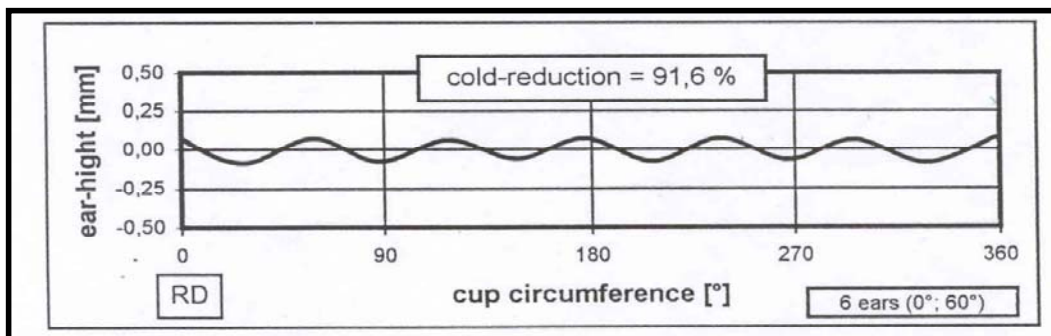
O Δr é fortemente correlacionado com o índice de “earing” ou orelhamento do material, obtido a partir de um ensaio de embutimento SWIFT, utilizando a equação abaixo:

$$\text{Earing}(\%) = \frac{\text{Média dos Picos Máximos} - \text{Média dos Picos Mínimos}}{(\text{Média dos Picos Máximos} + \text{Média dos Picos Mínimos})/2} \times 100$$

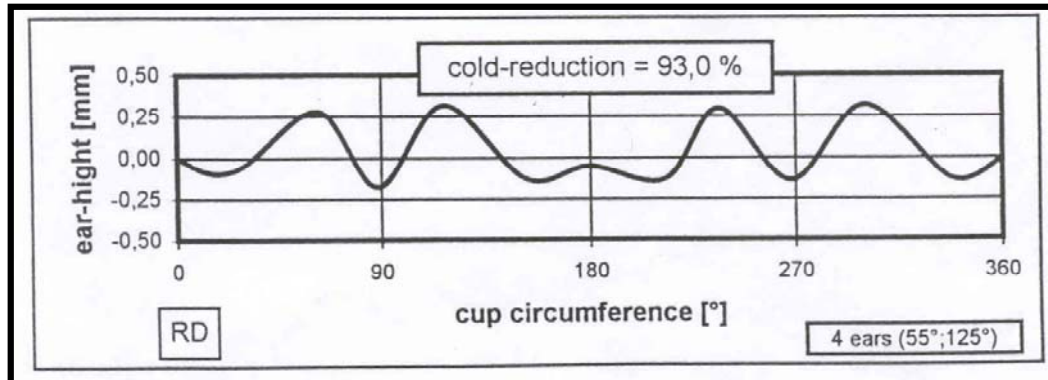
A partir da medida do “earing” e da localização das orelhas, podemos avaliar se o material apresenta pouco, muito ou o grau de redução ideal, conforme ilustrado pelas Figuras 3 (a, b e c), ilustradas abaixo:



(a) Material com pouco grau de redução



(b) Material com grau de redução ideal



(c)- Material com excesso de grau de redução

Figura III- Influência do grau de redução no “earring” do material e na orientação dos picos e vales(6,7)

1.4- Produção do caneco de pescado e a influência do material

Os canecos de pescado são produzidos em prensas excêntricas em um golpe (Draw) ou em dois golpes (Draw e Redraw-DRD), conforme ilustrado abaixo (processo Draw) na Figura IV. (1) A tira é cortada em um blank, (2) a punção força o material para dentro da ferramenta (3) é mantida uma pressão entre o “prende chapa” e a ferramenta, de forma a regular o fluxo de material empurrado pela punção (4) É mantido um excesso de material na borda do caneco, devendo ser refilado. Este refilo serve para absorver flutuações no “earring” do material.

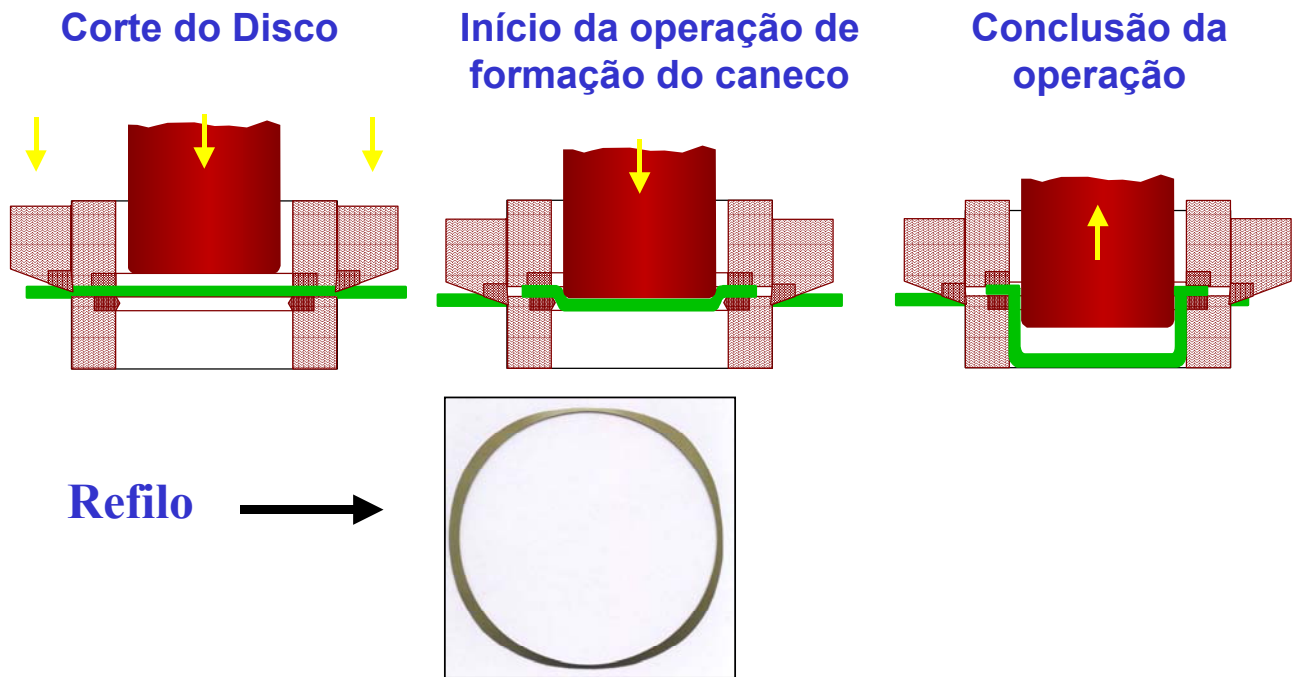


Figura IV- Representação esquemática do processo Draw de conformação de caneco

As variáveis que influenciam o processo de estampagem do caneco de pescado são:

- Relação do diâmetro do blank pelo diâmetro da punção,
- Pressão no prende chapa,
- Tempera do material e
- Espessura do material.

Estas variáveis se correlacionam através das Figuras V e VI

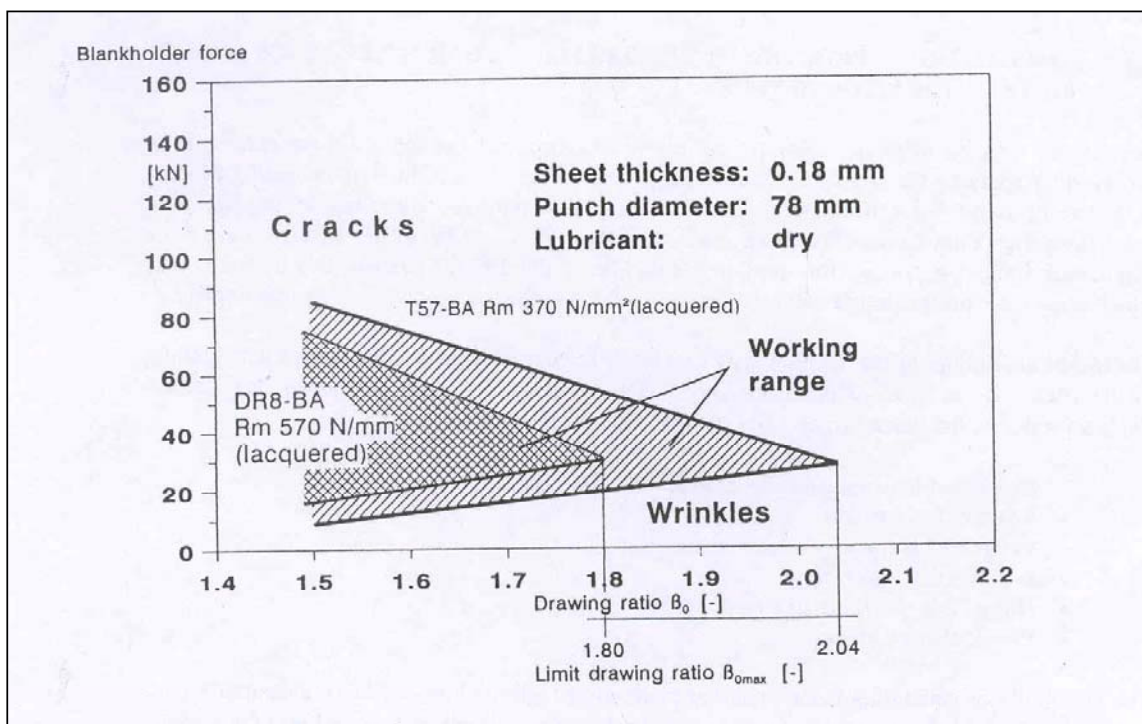


Figura V- Correlação da relação do diâmetro da matriz pela punção, com a pressão do prende chapa e o tipo de material(5).

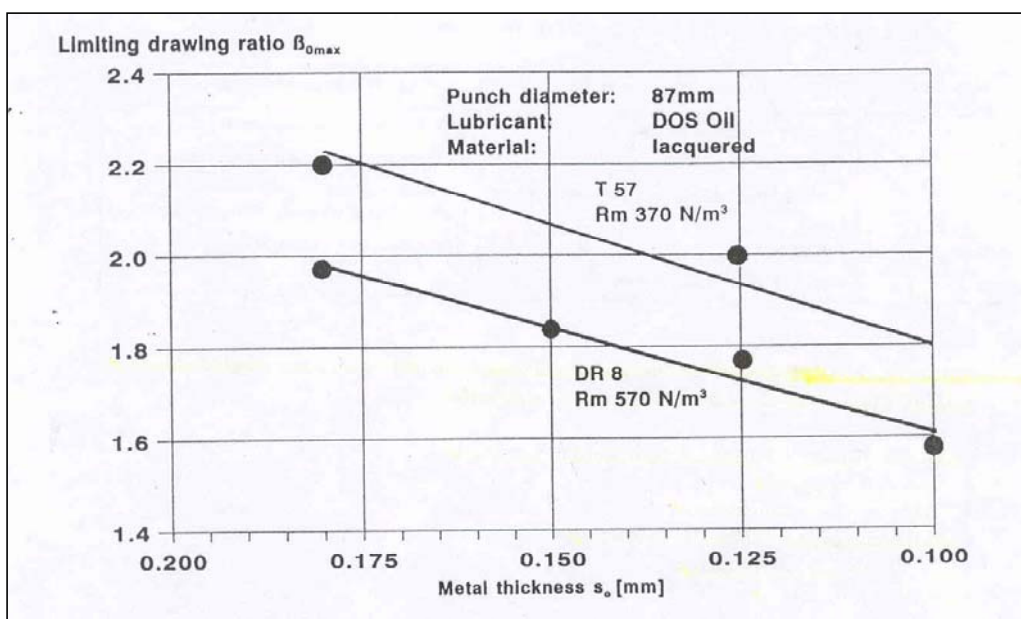


Figura VI- Correlação da espessura do material x LDR x tempera do material(5)

A teoria da produção de canecos de pescado através dos processos Draw e DRD, traz a definição de Relação Limite de Conformação (LDR), que representa a maior relação do diâmetro do blank pelo diâmetro da punção que um determinado material pode ser processado.

2.0- Desenvolvimento do Trabalho:

O trabalho foi desenvolvido de acordo com a Metodologia de Desenvolvimento de um Novo Produto na CSN, utilizando a norma ISO9001.

3.0- Resultados obtidos

O projeto para desenvolvimento da especificação CSN DR550 LDR para uso no mercado de pescado iniciou-se em 2002, sendo este produto homologado no cliente Pepsico em Dezembro de 2003, com 204,8 t produzidas e aprovadas. No ano de 2004 foram entregues 508,7 t até Abril no mercado interno e exportado 594 t entre as especificações CSN DR550 LDR e CSN DR580 LDR. Os resultados das propriedades mecânicas e microestrutura são apresentados abaixo:

3.1- Propriedade mecânica:

Os dados típicos de limite de escoamento (LE), limite de resistência (LR) e alongamento (Along. – Lo=50 mm), são apresentados na tabela abaixo:

Tabela II – Dados do material CSN DR550 LDR

Especificação	Direção	L.E.	L.R.	Along.
		(MPa)	(MPa)	(%)
CSN DR550 LDR 0,17 mm	0°	519	523	3,10
	45°	504	532	2,90
	90°	531	566	3,00

3.2- Metalografia:

O material apresentou uma microestrutura formada por grãos ferríticos poligonais associados a cementita levemente crescida dispostas em alinhamentos na matriz. O tamanho de grão está na ordem de 12 ASTM.

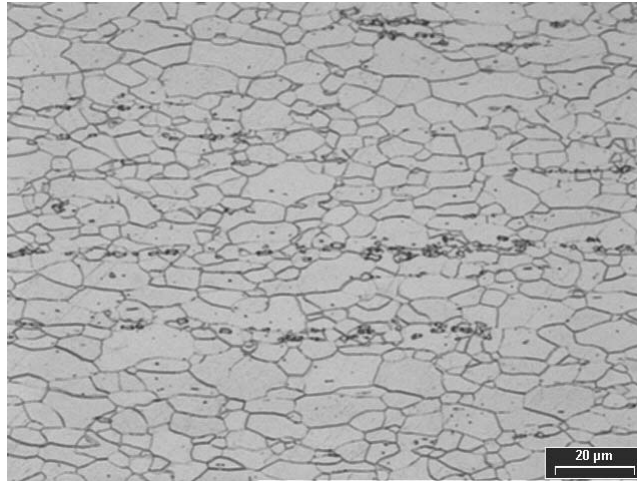


Figura VII- Microestrutura típica do material. Aumento: 500 X. Ataque: Nital 3%.

3.3-Earing:

O material CSN DR550 LDR apresentou um earing médio de 3,5% e um LDR de 2,11, considerados excelentes para um material duplamente reduzidos. A evolução do earing do material pode ser melhor ilustrado na Figura VIII, onde é feito um comparativo da homogeneidade do refilo do material CSN DR 550 0,17 mm x o material NBR 6665 T61 0,19 mm, produzido durante o processamento no cliente.

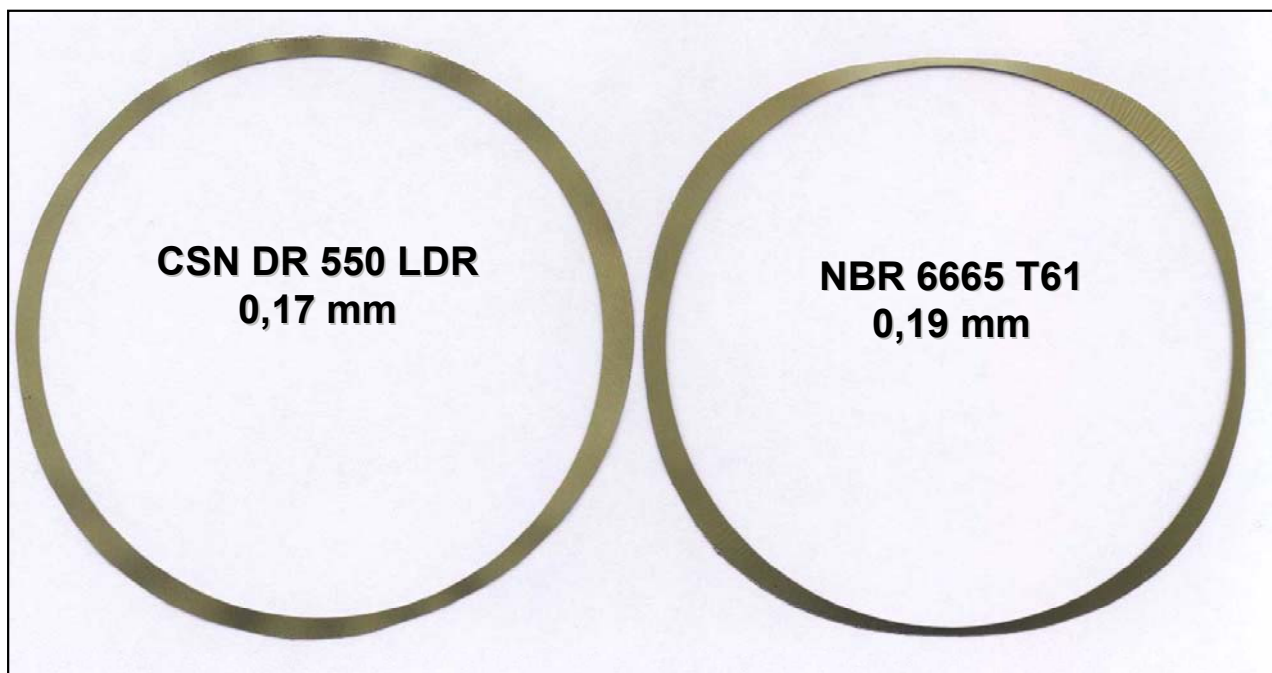


Figura VIII- Comparação do refilo entre os materias

4.0- Conclusões:

- O desenvolvimento deste trabalho possibilitou a CSN criar uma família de especificações exclusiva para o mercado de pescado.
- A especificação utilizada neste trabalho foi a CSN DR550 LDR, com 0,17 mm de espessura. O material foi produzido via laminador de dupla redução. O limite de escoamento médio do material está em torno de 520 MPa, com um alongamento típico em torno de 3,0%.
- O material apresentou um earing médio de 3,5% e um LDR de 2,11, considerado excelente para uma folha metálica duplamente reduzida. Estes resultados foram obtidos das condições de processamento que envolvem o controle de anisotropia
- O material foi processado sem problemas nos clientes do mercado interno e do mercado externo.

5.0- Agradecimento:

Os autores agradecem aos membros da equipe multidisciplinar para desenvolvimento do aço na CSN, notadamente: Jorge Santana, James, Gerson, Leandro Cardoso e Paixão e Olinda, e ao cliente Pepsico que acreditou no projeto, notadamente: André, Manoel, Nicimara e Aldo.

6.0- Referências bibliográficas:

- 1) Garcia, A.; Spin, J. A.; Santos; C. A. dos; “Ensaio de materiais”; Editora LTC.
- 2) Dieter, G. E.; “Metalurgia Mecânica”; 2ª Edição, Ed. Guanabara Dois.
- 3) Ray, R.K.; Jonas, J.J.; Butron-Guillen, M.P., Savoie, J.; “Transformation Textures in Steels”, ISIJ International; Vol.34; n°12;1994.
- 4) Ray, R.K.; Jonas, J.J.; Hook, R.E.; “Cold rolling and annealing textures in low carbon”, In press.
- 5) Jabs, S; Comparison of Continuous Annealing and Batch Annealing for Tinplate; Review of annealing technology – IISI; 1996.
- 6) 4º Relatório de Intercâmbio Tecnológico CSN/ Rasselstein (TKS), Abril 2001 – Relatório Interno.
- 7) 5º Relatório de Intercâmbio Tecnológico CSN/ Rasselstein (TKS), Junho 2001- Relatório Interno.
- 8) Nitrogen in steels; Llewellyn, D. T.; Iron and Steelmaking; Vol.20;n° 1; 1993.

SUMMARY

In the Brazil, all the tinplate that is consumed for the production off cans for the fish market is produced by CSN. Otherwise, in markets where the steel have a strong participation in the packaging sector (e.g. Europe) there is a presence off the aluminum, mainly for fish cans and worldwide new non-metalic materials have been proposed.

In order to avoid the entrance of tinplate`s substitute, mainly in the fish can, it has been begun at CSN the development of the project of downgauge for the reduction of the thickness of the fish can, changing the specification NBR 6665 T61 with 0,19 mm, processed through the skin pass temper mill for the specification CSN DR550 LDR with 0,17 mm , processed through the double reduced temper mil, especially developed for this end use concerning the characteristics of the process of our customers, keeping and even improving the performance of the material. This specification was planned according to the concept of the “control of anisotropy”, resulting on the creation of one family of specification that will be used for the packaging market of fish cans and twist-off ends, in Brazil and abroad.

The present paper describes the development of the material CSN DR550 LDR for the production of the tuna cans.