

# DESENVOLVIMENTO DE FOLHAS-DE-FLANDRES PARA A PRODUÇÃO DE EMBALAGENS SEM ENVERNIZAMENTO INTERNO DESTINADAS AO ENVASE DE FRUTAS CLARAS

João Luiz Câmara dos Santos<sup>1</sup>  
Ilana Araújo<sup>2</sup>  
José Ricardo Oliveira<sup>3</sup>  
João Carlos M. Couto<sup>4</sup>  
João Antônio Itaboray<sup>5</sup>  
João Luiz S. Vendruscolo<sup>6</sup>

## RESUMO

As folhas-de-flandres (folhas de aço carbono revestidas com estanho) são mundialmente utilizadas na fabricação de embalagens para alimentos. Ainda que a maioria das embalagens seja envernizada internamente, existem determinados frutos claros (pêssego, abacaxi, manga) que se beneficiam da migração controlada de estanho da lata, de modo a se manter algumas propriedades do produto, tais como cor e sabor característico. Nesse caso, a embalagem (lata “branca”) não deve ser totalmente envernizada internamente. Para tanto, o revestimento dessas folhas metálicas devem apresentar características de elevada resistência à corrosão, o que requer condições de fabricação diferenciadas. O objetivo desse trabalho consistiu no desenvolvimento desse produto na CSN, de modo a disponibilizar esse material para atendimento aos mercados interno e externo.

Palavras-Chaves: folhas-de-flandres, latas brancas

---

41<sup>o</sup> Seminário de Laminação, Processos e Produtos Laminados e Revestidos, outubro de 2004, Joinville – SC, Brasil

- (1) Engenheiro Químico, M.Sc., Coordenador de Projetos da Gerência de Desenvolvimento de Produtos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)
- (2) Engenheiro Químico, M.Sc., Engenheiro Sênior da Gerência de Desenvolvimento de Produtos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)
- (3) Engenheiro Químico, Coordenador da Gerência Técnica de Laminação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)
- (4) Engenheiro Metalúrgico, Técnico de Desenvolvimento da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)
- (5) Engenheiro Metalúrgico, Engenheiro de Assistência Técnica da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)
- (6) Engenheiro de Alimentos, Dr., Pesquisador da Embrapa-Clima Temperado

## 1 – INTRODUÇÃO

Dentro do setor de embalagens de aço para alimentos, existe um segmento bastante específico relativo ao envase de frutas claras (ex.: pêssego, abacaxi, manga). De acordo com a literatura técnica [1, 2, 3] o acondicionamento dessas frutas deve ser preferencialmente realizado em embalagens produzidas com folhas-de-flandres sem envernizamento interno (latas “brancas”). Essa prática possibilita a manutenção de algumas propriedades organolépticas do alimento, tais como cor e sabor característico, devido à ação benéfica da migração controlada do estanho para o produto envasado. O controle dessa migração de estanho requer que as folhas destinadas a essa aplicação sejam produzidas com características diferenciadas, de modo a se obter uma maior resistência à corrosão, comparativamente às folhas convencionais, utilizadas com verniz interno.

No final dos anos 90 a CSN recebeu consultas do mercado interno (produtores nacionais de pêssego) de países do sudeste asiático (Indonésia, Filipinas e Tailândia, grandes produtores de abacaxi) e da Índia (grande produtor de manga), relativas à possibilidade da CSN fornecer folhas-de-flandres para a produção de latas “brancas”. Visto que a CSN não dispunha de tecnologia para a produção desse tipo de folha metálica, foi iniciado um projeto visando o desenvolvimento desse produto na empresa. O resultado desse trabalho foi o estabelecimento das principais variáveis de processo, responsáveis pela obtenção das características exigidas do material. As latas “brancas” produzidas com essas folhas foram envasadas com pêssego e abacaxi, tendo sido avaliados o comportamento das mesmas, em termos da migração de estanho e ferro e em termos da manutenção das propriedades organolépticas da fruta em função do tempo de estocagem. Os resultados obtidos foram totalmente satisfatórios, possibilitando a implantação desse novo tipo de produto na CSN.

## 2 – DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

### 2.1 – ADEQUAÇÃO DE PARÂMETROS DE PROCESSO DAS LINHAS DE ESTANHAMENTO

A figura 1 apresenta um fluxograma simplificado do processo de produção de folhas-de-flandres na CSN. Para o desenvolvimento das folhas-de-flandres para latas “brancas” as principais ações realizadas visaram a garantia de uma eficiente preparação da superfície do aço base (limpeza alcalina e decapagem mais efetivas) e uma condição de fusão mais severa do que para as folhas convencionais, de modo a garantir uma maior uniformidade e crescimento da camada de liga  $FeSn_2$  nessa seção (condição essencial para o controle do processo corrosivo no interior das latas “brancas”). As folhas para a produção de latas para envase de pêssego foram produzidas com o revestimento de estanho diferenciado por face D. 8,4/2,8 (face interna com 8,4 g de estanho/ $m^2$  e face externa com 2,8 g de estanho/ $m^2$ ) enquanto que as folhas para a produção de latas para envase de abacaxi foram produzidas com o revestimento de estanho diferenciado por face D. 11,2/5,6 (face interna com 11,2 g de estanho/ $m^2$  e face externa com 5,6 g de estanho/ $m^2$ ). O ajuste dessas massas de estanho foram obtidas através de controles na seção de eletrodeposição de estanho. As folhas D. 8,4/2,8 foram produzidas na seção de tratamento químico com a passivação 311 (massa de cromo no filme de passivação

de 4,0 a 7,0 mg/m<sup>2</sup>); as folhas D.11,2/5,6 foram processadas nessa seção com a passivação 314 (massa de cromo no filme de passivação superior a 7,0 mg/m<sup>2</sup>).

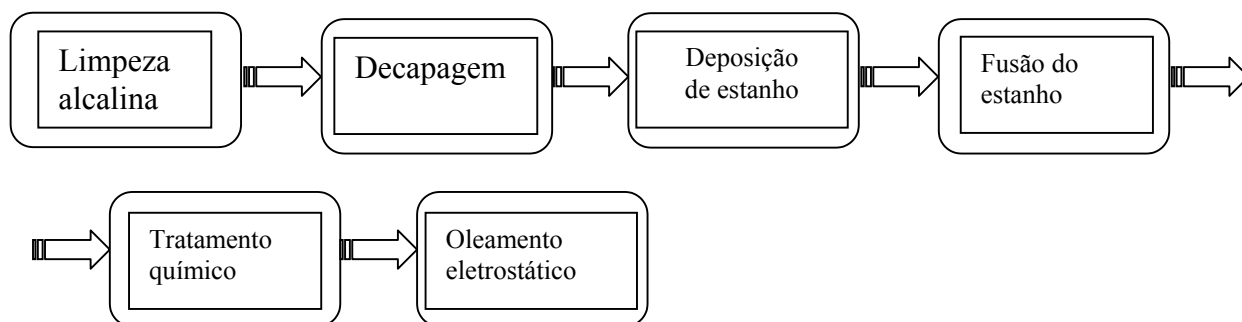


Figura 1 – Fluxograma simplificado das linhas de estanhamento eletrolítico da CSN

## 2.2 – CARACTERIZAÇÃO DA CAMADA DE LIGA (FeSn<sub>2</sub>) DAS FOLHAS PRODUZIDAS

A análise quantitativa da massa de estanho na camada de liga FeSn<sub>2</sub> foi realizada através da dissolução galvanostática em solução de HCl, registro da curva potencial x tempo e tratamento gráfico da curva com a aplicação da lei de Faraday [2]. A análise da morfologia da camada de liga foi efetuada por microscopia eletrônica de varredura após a dissolução química do estanho livre (estanho não ligado ao ferro).

## 2.3 – PRODUÇÃO DAS LATAS PARA ENVASE DE PÊSSEGO EM CALDA E ABACAXI EM CALDA

Os corpos das latas de 1 kg para envase de pêssigo foram produzidas com folhas-de-flandres não envernizadas (revestimento interno 8,4 g de estanho/m<sup>2</sup>) enquanto que as tampas e fundos foram produzidos com folhas cromadas envernizadas. O envase das latas com pêssigo (cultivares “Eldorado” e “Farrapos”) foi realizado nas linhas industriais de produtores nacionais de pêssigo em calda. Para efeitos comparativos foram também envasadas latas convencionais (corpo, tampa e fundo envernizados). Foram ainda adquiridas no mercado latas “brancas” de pêssigo grego (corpo interno não envernizado) para uma comparação com as latas “brancas” produzidas com as folhas-de-flandres CSN.

Os corpos, tampas e fundos das latas de ½ kg para envase de abacaxi foram produzidos com folhas-de-flandres não envernizadas (revestimento interno 11,2 g de estanho/m<sup>2</sup>). O envase das latas com abacaxi foi realizado pela Great Giant Pineapple na Indonésia.

## 2.4 – ESTOCAGEM DAS LATAS APÓS ENVASE E ABERTURAS PERIÓDICAS PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL E ANÁLISE DA MIGRAÇÃO METÁLICA (FERRO E ESTANHO)

As latas envasadas com pêssigo foram estocadas à temperatura ambiente e a 30<sup>o</sup> C por 600 dias, enquanto que as latas envasadas com abacaxi foram estocadas à temperatura ambiente por 180 dias. Paras o caso das embalagens envasadas com

pêssego, foram realizadas avaliações sensoriais e análises da migração metálica; para o caso das embalagens envasadas com abacaxi foram realizadas apenas análises da migração metálica.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – CARACTERIZAÇÃO DA CAMADA DE LIGA ( $\text{FeSn}_2$ ) DAS FOLHAS PRODUZIDAS

As figuras 2 e 3 apresentam fotos da camada de liga das folhas-de-flandres CSN utilizadas na produção das latas convencionais (corpo interno envernizado) e latas “brancas” (corpo sem verniz interno). Verifica-se para o primeiro caso uma distribuição relativamente irregular da camada de liga, certamente associado ao menor crescimento da mesma (massa de estanho na liga  $\text{FeSn}_2$  da ordem de  $0,7 \text{ g/m}^2$ ). Na foto da figura 1 essa característica é visualizada através das áreas escuras evidenciando a exposição do aço base. Para o caso da folha para lata “branca” a distribuição da liga (figura 2) se apresentou muito mais homogênea, com um completo recobrimento do substrato metálico. Esse fato se relaciona à maior massa de liga desenvolvida ( $1,3 \text{ g}$  de estanho/ $\text{m}^2$ ) a um tratamento mais efetivo do aço base nas seções de limpeza alcalina e decapagem.

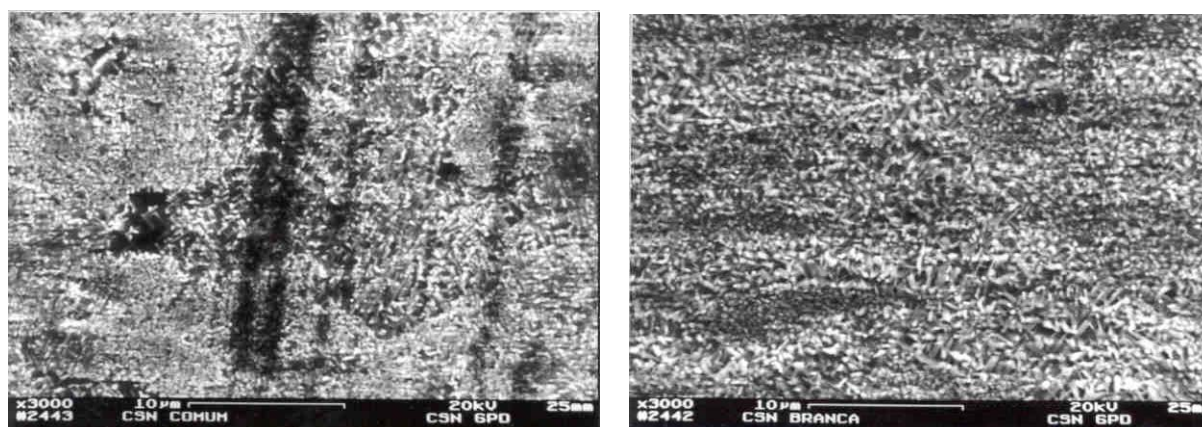


Figura 2 – Morfologia da camada de liga  $\text{FeSn}_2$  da folha-de-flandres CSN (microscopia eletrônica de varredura/aumento de 3000 x); esquerda: lata convencional; direita: lata “branca”

#### 3.2 - ESTOCAGEM DAS LATAS APÓS ENVASE E ABERTURAS PERIÓDICAS PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL E ANÁLISE DA MIGRAÇÃO METÁLICA (FERRO E ESTANHO)

##### 3.2.1 – Avaliação Sensorial do Pêssego

As características sensoriais “cor e sabor característico” foram melhor preservadas nas latas “brancas” comparativamente às latas convencionais durante todo o período de estudo . A figura 4 ilustra a influência da embalagem sobre a cor da cultivar “Farrapos” (cultivar mais sensível ao escurecimento) para o caso de

estocagem por 1 semana a 30<sup>0</sup> C. Nessa figura observa-se claramente o efeito positivo da lata “branca”.

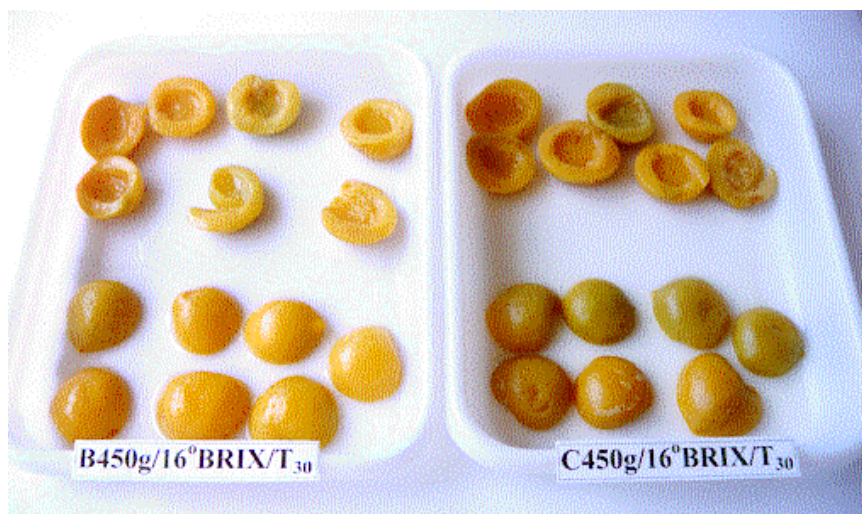


Figura 4 – Cor do pêsego (cultivar “Farrapos”) após 1 semana de estocagem das embalagens a 30<sup>0</sup> C (esquerda: lata “branca”; direita: lata convencional)

### 3.2.2 – Análise da Migração Metálica da Embalagem para a Fruta

Na figura 5 são apresentados os resultados da evolução da migração metálica de estanho para o caso da cultivar de pêsego “Eldorado” em função do tempo de estocagem das embalagens. Verifica-se que nas latas convencionais (corpos envernizados) os níveis de migração de estanho para o pêsego foram extremamente pequenos (inferiores a 10 ppm), insuficientes para garantir a qualidade geral do fruto. Por outro lado, nas latas “brancas” a migração desse metal foi bem mais acentuada, atingindo-se cerca de 50 ppm após 570 dias de estocagem. Esses níveis de estanho migrado situaram-se bem inferiores ao limite máximo permitido pela legislação brasileira (250 ppm) [4], sendo entretanto suficientes para garantir uma melhor qualidade geral da fruta, conforme observado na análise sensorial. Deve ser destacado que a cinética de migração de estanho nas latas “brancas” importadas de pêsego foi bem mais elevada. Com efeito, foram observados nessas latas teores de estanho da ordem de 46 ppm e 91 ppm para 180 dias e 360 dias de envase respectivamente, o que deixa as folhas CSN em uma situação bem mais confortável, em termos de segurança contra um desestanhamento excessivo.

Na figura 6 são apresentados os resultados da migração de estanho para o caso das latas envasadas com a cultivar “Eldorado” estocadas a 37<sup>0</sup> C. Nessa situação as latas convencionais exibiram também uma migração de estanho extremamente pequena, enquanto que nas latas “brancas” foi observado um teor de estanho próximo a 200 ppm após 570 dias de prateleira. O elevado nível de migração verificado nesse caso se deve ao fato da temperatura constante de 30<sup>0</sup> C ser uma condição extremamente severa, utilizada visando a aceleração do processo corrosivo.

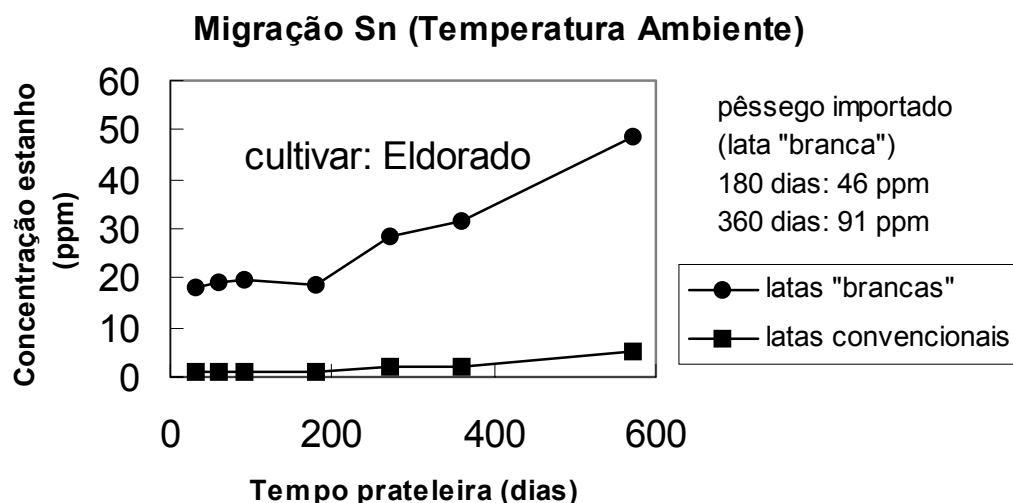


Figura 5 – Evolução da migração de estanho nas latas de pêssigo (cultivar “Eldorado” estocadas à temperatura ambiente)

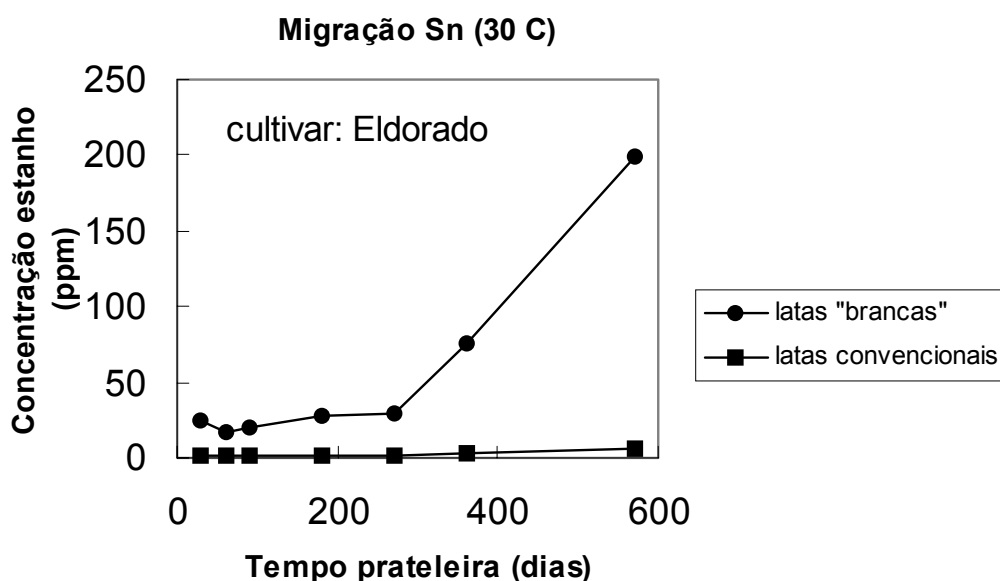


Figura 6 – Evolução da migração de estanho nas latas de pêssigo (cultivar “Eldorado” estocadas a 30<sup>o</sup> C)

Os gráficos de evolução da migração de ferro para as latas estocadas à temperatura ambiente e 30<sup>o</sup> C são apresentados nas figuras 7 e 8. Para a estocagem à temperatura ambiente observam-se pequenos níveis de ferro migrado para ambos os tipos de latas, com tendência a menores valores para o caso das latas “brancas” (1,5 ppm e 3,0 ppm para as latas “brancas” e convencionais respectivamente, após 570 dias de estocagem).

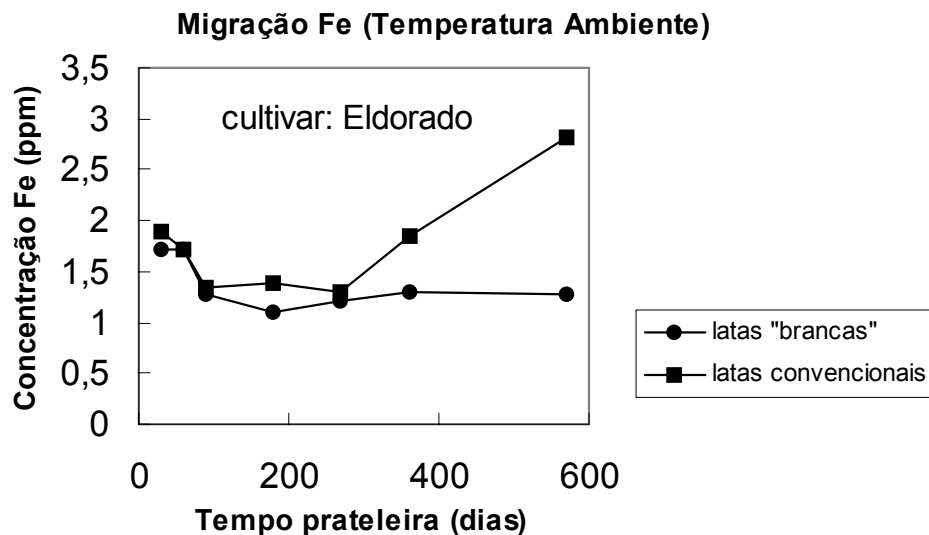


Figura 7 – Evolução da migração de ferro nas latas de pêsego (cultivar “Eldorado” estocadas à temperatura ambiente)

Nas latas expostas a 30<sup>0</sup> C foi claramente percebido o efeito negativo do verniz interno nas latas convencionais. De fato, após 240 dias a cinética de crescimento dos teores de ferro foi muito mais elevada para as latas convencionais, comparativamente às latas “brancas”. Ao final do período de estocagem a concentração desse metal nas latas “brancas” era da ordem de 2,0 ppm enquanto que nas latas convencionais esse valor ultrapassava 30,0 ppm.

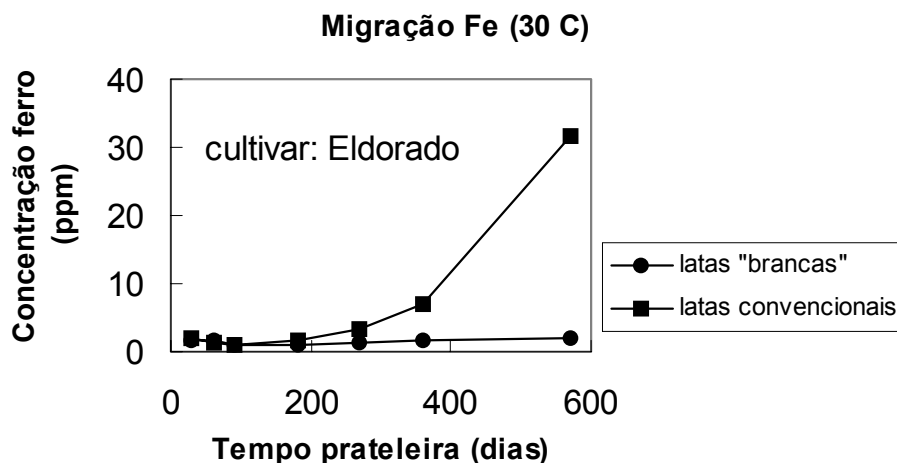


Figura 8 – Evolução da migração de ferro nas latas de pêsego (cultivar “Eldorado” estocadas a 30<sup>0</sup> C)

O fato das latas “brancas” exibirem menores migração de ferro pode ser explicado em termos da ação mais efetiva do estanho como anodo de sacrifício nessas embalagens, devido à maior área de estanho exposta. No caso das latas convencionais, o estanho só estará exposto nas regiões de imperfeição do verniz, não estando assim tão disponível para garantir uma proteção catódica muito eficiente do aço, que passa a sofrer um processo de corrosão localizada. Esse mecanismo se mostrou mais evidenciado no caso da estocagem a 30<sup>0</sup> C. Deve ainda ser comentado que a legislação brasileira não estabelece limites máximos

permitidos de migração de ferro. O fator limitante nesse caso acaba sendo o próprio sabor metálico conferido ao alimento por esse elemento.

Na figura 9 é apresentada a foto de uma lata “branca” envasada com abacaxi, após 180 dias de prateleira à temperatura ambiente. O aspecto interno da embalagem é totalmente satisfatório. A ausência de manchas excessivamente escuras indica uma baixa taxa de sulfuração do estanho pelo açúcar da calda e processos de dissolução de estanho e ferro controlados. Após esse período, a concentração desses metais na fruta foram de 54,0 ppm (estanho) e 1,6 ppm (ferro). Esses valores são considerados satisfatórios para as exigências do mercado externo.



Figura 9 – Lata “branca” produzida com folha-de-flandres CSN após 180 dias de estocagem à temperatura ambiente

#### 4 – CONCLUSÕES

- As folhas-de-flandres desenvolvidas na CSN para a fabricação de latas “brancas” para acondicionamento de frutas claras possibilitaram uma migração controlada de estanho para o fruto envasado, contribuindo para a manutenção da qualidade geral do produto, particularmente a cor e sabor característico. As latas convencionais não forneceram essas características.
- A lata “branca” proposta envolve a utilização de revestimento de estanho interno para o corpo de  $8,4 \text{ g/m}^2$  e  $11,2 \text{ g/m}^2$  (especificações para pêssego e abacaxi, respectivamente). As tampas e fundos podem ser produzidas com esse mesmo material ou em folhas cromadas ou folhas-de-flandres convencionais envernizadas.



- As principais ações realizadas no processo de produção das folhas-de-flandres para a aplicação nas latas “brancas” se referem à preparação da superfície do aço base (seções de decapagem e limpeza alcalina) e ao crescimento da camada de liga  $FeSn_2$  (seção de torre de fusão).
- O estudo de vida de prateleira permitiu verificar, para tempos de estocagem mais prolongados, uma maior migração de ferro para o caso das latas convencionais (envernizadas), comparativamente às latas “brancas”. Esse fato se deve à menor efetividade do estanho como anodo de sacrifício para o caso de envernizamento das folhas.
- Para que a ação das latas “brancas” sobre a qualidade da fruta possa ser utilizada em toda a sua potencialidade é necessário que os envasadores mantenham rigoroso controle da qualidade do açúcar utilizado na preparação da calda (baixo teor de sulfito) e da eficiência de exaustão das latas para remoção de oxigênio.
- A produção de folhas-de-flandres para latas “brancas” na CSN atingiu em 2002/2003 cerca de 8500 toneladas, destinadas principalmente para o mercado externo.

## **5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Borgess, T. S.; Quality and Storage Characteristics of Canned Peaches as Influenced by the Type of Container Enamel; Georgia, USA; Department of Food Science – Georgia Experimental Station, 1972.
- [2] Interação de Embalagens Metálicas com Produtos Alimentícios; Centro de Tecnologia de Embalagens para Alimentos (CETEA), ITAL, 1989.
- [3] Lopes, A. ; A Complete Course in Canning; Baltimore, the Canning Trade, 1981.
- [4] Legislação de Embalagens para Alimentos, ITAL, 1980.

# DEVELOPMENT OF TINPLATE USED IN CANS WITHOUT INTERNAL LACQUERING FOR PALE FRUITS PACKING

João Luiz Câmara dos Santos<sup>1</sup>  
Ilana Araújo<sup>2</sup>  
José Ricardo Oliveira<sup>3</sup>  
João Carlos M. Couto<sup>4</sup>  
João Antônio Itaboray<sup>5</sup>  
João Luiz S. Vendruscolo<sup>6</sup>

## ABSTRACT

Tinplate (steel sheet coated with tin) is considered one of the best materials for canning all over the world. Although the majority of the cans produced with this material is internally lacquered, there are some pale fruits (peach, pineapple, mango) whose properties (mainly colour and flavour) are maintained better in “plain” cans (cans without lacquer inside). In this situation, a good performance can only be achieved by using tin coatings of high corrosion resistance, produced in the tinning lines on special conditions. The aim of this work was to develop this product at CSN to satisfy the necessities of the market.

**Key-Words:** tinplate, plain cans

---

## 41<sup>st</sup> Rolling Seminar Processes, Rolled and Coated Products

- (1) Chemical Engineer, M.Sc., Projects Coordinator of the Products Development Department (Companhia Siderúrgica Nacional)
- (2) Chemical Engineer, M.Sc., Senior Engineer of the Products Development Department (Companhia Siderúrgica Nacional)
- (3) Chemical Engineer, Coordinator of the Rolling Technical Department (Companhia Siderúrgica Nacional)
- (4) Metallurgical Engineer, Development Technician of Tin Mill Products (Companhia Siderúrgica Nacional)
- (5) Metallurgical Engineer, Technical Assistance Engineer of Tin Mill Products (Companhia Siderúrgica Nacional)
- (6) Food Engineer, Dr., Reseacher of EMBRAPA