

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

*Evaluation of tinfoil cans for sweetened condensed milk*

### Autores | Authors

✉ **Sílvia Tondella DANTAS**

Instituto de Tecnologia de Alimentos  
Centro de Tecnologia de Embalagem  
Av. Brasil, 2880, Jd. Brasil  
CEP 13070-178  
Campinas/SP - Brasil  
e-mail: silviatd@ital.sp.gov.br

**Beatriz Maria Curtio SOARES**  
**Elisabete Segantini SARON**  
**Jozeti Aparecida Barbutti GATTI**  
**Paulo Henrique Massaharu  
KIYATAKA**

Instituto de Tecnologia de Alimentos  
Centro de Tecnologia de Embalagem  
e-mails: beatriz.soares@ital.sp.gov.br  
esaron@ital.sp.gov.br  
jozeti@ital.sp.gov.br  
paulok@ital.sp.gov.br

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 08/06/2009  
Aprovado | Approved: 01/03/2010

### Resumo

Neste trabalho, dois tipos de latas de folha de flandres foram avaliados: uma revestida internamente com verniz epóxi-fenólico (lata CV) e outra sem revestimento interno (lata SV), sendo ambas revestidas com baixa estanhagem, isto é, 2,0 g de Sn.m<sup>-2</sup>, alternativas às folhas comumente utilizadas para acondicionamento de 395 g de leite condensado, que possuem 2,8 g de Sn.m<sup>-2</sup>. Os dois tipos de latas contendo o produto foram condicionados a 35 °C durante 450 dias e a 40 °C durante 180 dias (estudo acelerado). Durante a estocagem foram realizadas avaliações periódicas de determinações de metais, pressão interna e composição gasosa, com o objetivo de se verificar a interação embalagem/alimento. Após o período estudado pôde-se concluir que é possível utilizar latas de folha de flandres com revestimento de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup>, desde que haja envernizamento interno para minimização da interação entre o material metálico e o alimento.

**Palavras-chave:** *Folha de flandres; Interação; Leite condensado; Metais.*

### Summary

Two types of tinfoil cans with a low level of tin (2.0 g de Sn.m<sup>-2</sup>) were evaluated in this study: cans with an internal layer of epoxy-phenolic lacquer (called 'lata CV' cans) and plain cans (called 'lata SV' cans), as an alternative to the foil normally used for sweetened condensed milk in Brazil, which contains 2.8 g de Sn.m<sup>-2</sup>. These two types of can were conditioned at temperatures of 35 °C for 450 days and of 40 °C for 180 days (accelerated study). Iron and tin, the internal pressure and the gas composition were determined periodically in order to monitor the package/food interaction. After completing the storage period it was concluded that tinfoil cans with an internal layer of 2.0 g de Sn.m<sup>-2</sup> can be used so long as they have an internal lacquer to minimize interactions between the metallic foil and the food.

**Key words:** *Tinfoil cans; Packaging/food interaction; Sweetened condensed milk; Metals.*

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. et al.

### 1 Introdução

A interação embalagem/alimento é caracterizada principalmente pela dissolução dos metais que constituem a embalagem, como o ferro e o estanho, em folhas de flandres, e o ferro e o cromo, em folhas cromadas. O resultado dessa interação pode conduzir a alterações no produto, que podem determinar sua vida de prateleira.

Até 2007, a legislação brasileira (BRASIL, 1996) estabelecia que para folha de flandres sem envernizamento interno, destinada ao acondicionamento de alimentos e bebidas, a massa nominal mínima de estanho permitida era de 5,6 g Sn.m<sup>-2</sup>, enquanto que para materiais envernizados internamente essa massa podia ser reduzida para 2,8 g Sn.m<sup>-2</sup>. Atualmente é permitido o uso de latas de folha de flandres, com ou sem envernizamento interno, que possuam revestimento interno de estanho (Sn) em quantidade suficiente para cumprir com sua função tecnológica (BRASIL, 2007). A possibilidade de redução do revestimento de estanho na fabricação de latas para alimentos tem como uma das consequências a redução do custo de fabricação da embalagem.

A avaliação de palmito pupunha acondicionado em latas com diferentes camadas nominais de estanho demonstrou que embalagens com menor revestimento (2,8 g Sn.m<sup>-2</sup>) apresentaram desempenho superior quanto à qualidade sensorial do produto em relação a embalagens de maior revestimento nominal de estanho (5,6 g Sn.m<sup>-2</sup>) (FARIA, 2000).

Dantas et al. (2000) avaliaram a possibilidade da utilização da folha de flandres, com camada de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup> e envernizamento interno, no acondicionamento de palmito e concluíram que, além do revestimento de estanho, a película e a qualidade do verniz aplicado são fatores decisivos na definição dos mecanismos e velocidades dos processos decorrentes da interação lata/produto. Ao compararem este revestimento com outros (2,8 e 5,6 g Sn.m<sup>-2</sup>), concluíram que a utilização de folhas de flandres com menores camadas de estanho de corpo é possível, desde que seja garantida uma proteção eficiente na costura lateral eletrossoldada.

A redução da camada de estanho em latas de folha de flandres também foi estudada por Saron et al. (2006). Neste estudo foi avaliado o desempenho de latas com 2,0 g Sn.m<sup>-2</sup> para acondicionamento de suco de maracujá pronto para beber, e pôde-se concluir que a especificação da embalagem era adequada para manter o produto em condições de comercialização por 12 meses.

Embora inicialmente o leite condensado fosse utilizado para reconstituição e consumo como leite fluido, com os avanços tecnológicos ocorridos a partir da década de 1940 na produção de leite desidratado (PEACOCK, 1972), seu consumo foi orientado para

propósitos de processamento de alimentos, como por exemplo, produtos de confeitaria e *catering*.

Estudos de estocagem são normalmente realizados para avaliação da manutenção das características próprias do leite condensado, sendo utilizada a temperatura ambiente (PEACOCK, 1972). Labuza (1982) menciona que a temperatura máxima de estocagem, de forma a não promover alteração no produto, é de 25 °C. Segundo Richardson (1976), a vida útil de leite condensado enlatado a 25 °C corresponde a um ano. No Brasil, entretanto, a prática industrial para a vida útil de leite condensado (395 g) tem sido de 18 meses.

O leite condensado é conservado pelo aumento da pressão osmótica devido à presença de açúcar, sendo estável à temperatura ambiente, desde que as etapas de fabricação e acondicionamento sejam executadas com boas condições de higiene, de forma a prevenir o desenvolvimento microbiológico. A ausência de ar auxilia na inibição do desenvolvimento de fungos e leveduras (ALVES et al., 1994).

Os vernizes epóxi-fenólicos englobam a maioria das características desejáveis para revestimentos de latas, apresentando resistência mecânica, boa flexibilidade, adesão, resistência ao escoamento e ao processamento (GATTI, 1999).

O objetivo deste estudo foi verificar o comportamento das latas de folha de flandres, com e sem aplicação de verniz epóxi-fenólico, com revestimento na face interna de 2,0 g Sn.m<sup>-2</sup>, no acondicionamento de leite condensado à temperatura de 35 °C, a fim de se demonstrar, do ponto de vista da interação embalagem/alimento, se é viável a utilização destes tipos de latas. O condicionamento a 40 °C por 180 dias também foi realizado com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização dessa condição como alternativa aos testes acelerados.

### 2 Material e métodos

#### 2.1 Material

Foram avaliados dois tipos de latas de três peças eletrossoldadas com diâmetro de 73 mm, produzidas em folha de flandres com revestimento interno de 2,0 g de Sn.m<sup>-2</sup>, acondicionando 395 g de leite condensado, sendo uma das latas envernizada internamente com verniz epóxi-fenólico (denominada lata CV) e outra sem envernizamento interno (denominada lata SV).

As amostras foram condicionadas em câmara com temperatura controlada de 35 ± 2 °C por 450 dias, sendo realizadas avaliações periódicas aos 0, 45, 90, 180, 270, 365 e 450 dias de estocagem; e 40 ± 3 °C por 180 dias, sendo realizadas avaliações periódicas aos 0, 45, 90, 120 e 180 dias, com exceção da avaliação de composição gasosa do espaço livre, que foi realizada na época inicial e final. Todas as avaliações foram conduzidas em cinco replicatas.

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. et al.

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 Caracterização do material metálico

Os dois tipos de latas foram caracterizados quanto ao revestimento de estanho na face interna e camada de passivação; e a lata CV, quanto ao envernizamento interno (camada seca, aderência, grau de cura e porosidade), conforme descrito em Dantas et al. (1996) e pela norma D 3359 (ASTM, 2009). A camada de estanho total da face interna da folha de flandres do material do corpo, tampa e fundo das latas foi determinada pelo método coulométrico, utilizando-se sistema de potenciostato/galvanostato EG&G modelo 273, operando por meio do programa EG&G 354. A camada de passivação, expressa como cromo total (óxidos de cromo + cromo metálico) dos materiais do corpo, tampa e fundo foi determinada simultaneamente em ambas as faces pelo método colorimétrico, que se baseia na reação do cromo com a difenilcarbazida.

A avaliação do grau de cura foi realizada pelo método de dissolução com solvente (DANTAS et al., 1996), por meio de fricção de almofada de algodão embebida em metil-etil-cetona, acoplada a acessório específico de 1 kg de massa, determinando-se o número de ciclos de passadas de algodão a que o verniz resiste sem apresentar evidências de dissolução.

A porosidade do verniz interno foi determinada na lata (corpo + fundo) e na tampa, em equipamento WACO - Wilkens Anderson Co, aplicando-se uma diferença de potencial de 6,2 V e determinando-se a corrente que flui pelas descontinuidades do verniz. Utilizou-se solução de sulfato de sódio a 0,2% acrescida de 0,1% de agente umectante como eletrólito (DANTAS et al., 1996).

#### 2.2.2 Avaliação visual

A avaliação visual foi realizada na face interna das latas (tampa, corpo e fundo) para verificação de alterações na folha metálica ao longo do período de estocagem. A intensidade de oxidação foi classificada pela comparação com a escala G da norma D610 (ASTM, 2008).

#### 2.2.3 Quantificação de ferro e estanho no produto

Os teores de ferro (Fe) e estanho (Sn) foram determinados no leite condensado pelo método de digestão ácida a quente em sistema fechado de digestão por microondas, marca CEM, modelo MARS 5. A pressão do sistema de digestão por microondas foi controlada através da temperatura e pressão da digestão, sendo empregados três estágios com rampas de aquecimento por um tempo total de 40 min até atingir 150 °C e pressão de 300 psi, permanecendo por 20 min nessa

condição. A seguir, foi feito o resfriamento do sistema até aproximadamente 30 °C.

Após o tratamento, os teores de Fe e Sn foram quantificados por espectrometria de emissão atômica induzida por plasma com detector óptico – ICP-OES, utilizando-se um equipamento marca Varian, modelo Vista MPX, e empregando-se curvas de calibração apropriadas para as análises.

#### 2.2.4 Determinação do volume e da composição gasosa do espaço livre

O volume gasoso do espaço livre das latas foi determinado e a sua composição foi avaliada quanto à presença de oxigênio (O<sub>2</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e nitrogênio (N<sub>2</sub>), utilizando um cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo 14A, operando com detector de condutividade térmica equipado com colunas Porapak-N e Peneira Molecular 13X. Os resultados de cromatografia gasosa foram quantificados em um integrador processador e os percentuais de cada gás determinados com base nos respectivos tempos de retenção na coluna utilizada, por meio de curvas de calibração previamente construídas (DANTAS et al., 1996).

#### 2.2.5 Determinação da pressão interna

A determinação da pressão interna foi realizada utilizando-se manovacuômetro digital Zürich, modelo Z-10-B, com resolução de 0,01 psi para pressão positiva e negativa e faixa de medição de -15 psi a +15 psi, após o condicionamento das latas a 23 °C por no mínimo 8 h (DANTAS et al., 1996).

#### 2.2.6 Análise estatística dos resultados

Os resultados foram submetidos à análise de variância a um critério de classificação e comparação das médias pelo teste da mínima diferença significativa, utilizando-se o programa Statistica, versão 5.0.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Caracterização da embalagem

A Tabela 1 apresenta os resultados da determinação da camada de estanho na face interna e da camada de passivação do corpo, tampa e fundo das latas com verniz interno (CV) e sem verniz interno (SV).

A camada de estanho variou entre 1,7 e 1,9 g.m<sup>-2</sup> para os dois tipos de latas. Segundo a norma NBR 6665 (ABNT, 2006), para folhas com revestimento nominal de 2,0 g Sn.m<sup>-2</sup>, é permitido um desvio de massa para menos de 0,30 g Sn.m<sup>-2</sup> na média de ensaio em triplicata. Assim, os dois tipos de latas usados no acondicionamento do

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. et al.

**Tabela 1.** Resultados dos testes de caracterização da lata de folha de flandres com revestimento interno nominal de 2,0 g de Sn.m<sup>-2</sup>, usada no acondicionamento de leite condensado durante este estudo.

Lata	Parâmetro		Corpo	Tampa	Fundo
Sem verniz	Camada de estanho (g.m <sup>-2</sup> )	Livre	1,3 ± 0,05	1,3 ± 0,071	1,1 ± 0,037
		Liga	0,61 ± 0,05	0,55 ± 0,024	0,62 ± 0,036
		Total	1,9 ± 0,087	1,8 ± 0,050	1,7 ± 0,028
	Camada de passivação (mg.m <sup>-2</sup> .face)		7,8 ± 0,56	6,4 ± 0,42	8,0 ± 0,34
Com verniz	Camada de estanho (g.m <sup>-2</sup> )	Livre	1,1 ± 0,059	0,92 ± 0,028	0,88 ± 0,064
		Liga	0,69 ± 0,056	0,79 ± 0,016	0,78 ± 0,050
		Total	1,8 ± 0,038	1,7 ± 0,030	1,7 ± 0,046
	Camada de passivação (mg.m <sup>-2</sup> .face)		3,4 ± 0,34	4,7 ± 0,45	5,4 ± 0,16

M ± DP: média ± desvio-padrão.

leite condensado durante este trabalho atendiam a este requisito.

Quanto ao revestimento de passivação, identificado pelo fabricante da lata como sendo 311, a norma NBR 6665 (ABNT, 2006) estabelece intervalo entre 3,5 e 8,0 mg.m<sup>-2</sup> em cada face. Para a lata SV, a camada de passivação apresentou gramatura próxima ao limite superior, enquanto para a lata CV esta camada apresentou valores dentro do intervalo, com exceção do material do corpo, cujo valor médio apresentou-se ligeiramente inferior ao mínimo.

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação do verniz epóxi-fenólico (camada seca, grau de cura, aderência e porosidade) aplicado na face interna da lata CV. A avaliação do grau de cura mostrou condição adequada em todas as partes da lata, tanto pelo método de dissolução em solvente, como pela absorção de corantes. A aderência também se mostrou muito boa, classificando-se no melhor grau em todas as partes da lata.

A porosidade do verniz interno mostrou valores compatíveis com os normalmente observados em latas de alimentos, embora não haja limite estabelecido. Observou-se que a principal região de porosidade de verniz interno da lata foi a costura eletrossoldada.

### 3.2 Avaliação visual interna da lata

De acordo com a classificação de alteração da superfície da norma D610 (ASTM, 2008), que apresenta uma escala variando de 9-G (alteração de 0,03%) a

1-G (alteração de 50%), as latas CV apresentaram classificação média da superfície correspondente a 9-G em todas as épocas de avaliação e regiões da lata nas duas temperaturas de estocagem. A região de soldagem permaneceu inalterada, sendo observados pontos de corrosão nessa região em apenas uma lata aos 450 dias de estocagem a 35 °C.

No entanto, para as latas SV, foram observadas importantes alterações na superfície interna ao longo do tempo, principalmente no corpo e no fundo, chegando a atingir, aos 270 dias de estocagem a 35 °C, classificação 1-G, ou seja, alteração de 50% da área. Apesar das alterações observadas nessa lata, a região de soldagem, que apresentava verniz de proteção, permaneceu inalterada. No condicionamento a 40 °C foi verificada classificação 1-G no corpo da lata aos 120 dias de estocagem. As Figuras 1 e 2 ilustram a aparência interna das latas com verniz (CV) e sem verniz (SV) acondicionando leite condensado ao final dos 450 dias de estocagem à temperatura de 35 °C e ao final dos 180 dias de estocagem à temperatura de 40 °C, respectivamente.

### 3.3 Quantificação de ferro e de estanho no produto

Durante o período de estudo, as concentrações de ferro e estanho no produto acondicionado na lata CV a 35 e 40 °C permaneceram baixas ( $\leq 2,0$  mg de Fe.kg<sup>-1</sup> e  $\leq 1,08$  mg de Sn.kg<sup>-1</sup>), assim como a concentração de ferro na lata SV a 40 °C. Os resultados da determinação de metais migrados para o produto acondicionado nas latas

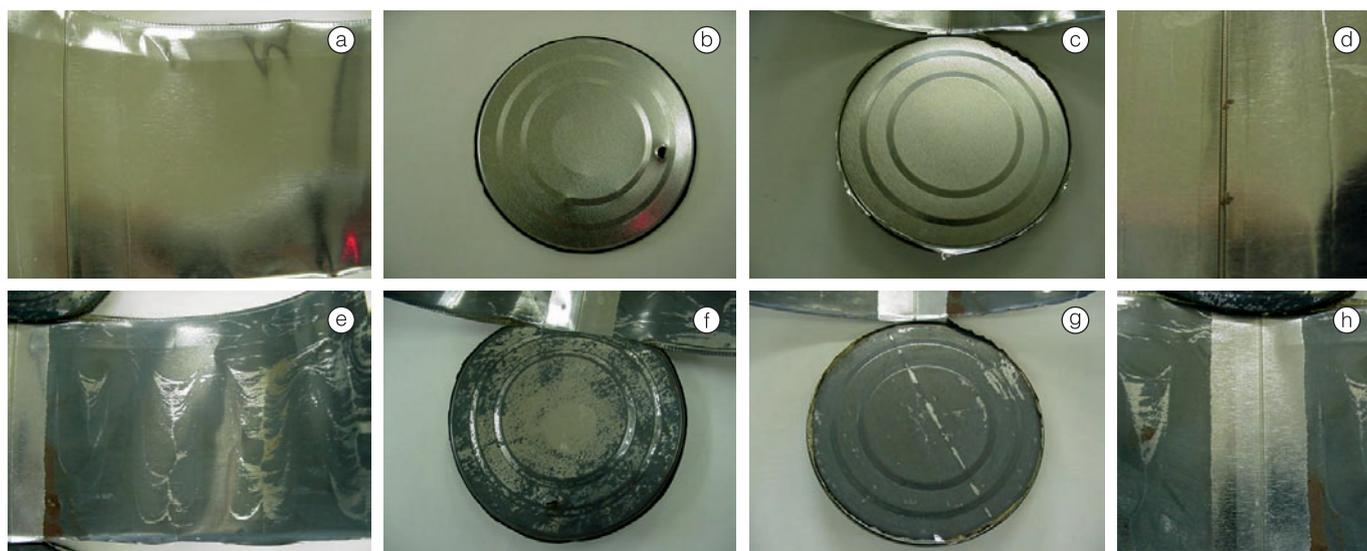
**Tabela 2.** Resultados da avaliação do envernizamento aplicado na face interna das latas denominadas CV.

Parâmetro	Lata de leite condensado			
	Corpo	Tampa	Fundo	Side Stripe
Camada seca (g.m <sup>-2</sup> )	5,7 ± 0,30	4,9 ± 0,23	4,7 ± 0,47	8,6 ± 0,38
Grau de cura (nº de ciclos de passadas MEK) <sup>2</sup>	>100	>100	>100	n.a.
Aderência (graus)	5B	5B	5B	Boa
Porosidade de verniz interno (mA/lata ou tampa) <sup>1</sup>	65,5 ± 18,80	5,3 ± 6,10	(3)	(3)

<sup>1</sup>Dez determinações; <sup>2</sup> solvente metil etil cetona; <sup>3</sup> resultado apresentado para o corpo da lata; n.a: não se aplica; e M ± DP: média ± desvio-padrão.

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. et al.



**Figura 1.** Fotografias ilustrando a superfície interna das latas CV (linha superior) e SV (linha inferior) após 450 dias de estocagem a 35 °C: (a) e (e) corpo, (b) e (f) tampa, (c) e (g) fundo, (d) e (h) região de soldagem.

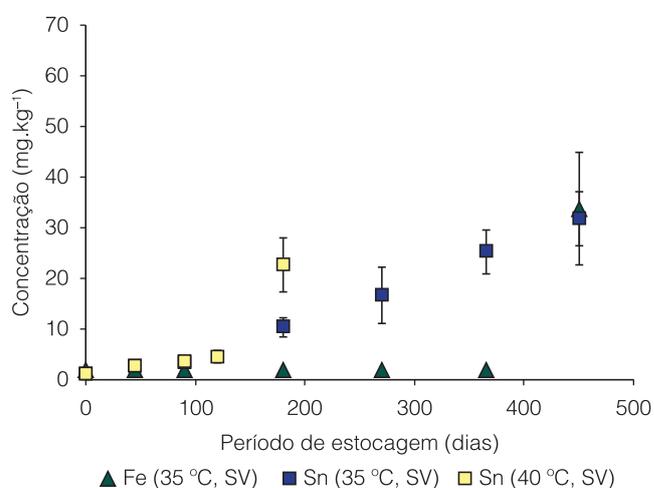


**Figura 2.** Fotografias ilustrando a superfície interna das latas SV após 180 dias de estocagem a 40 °C: (a) corpo, (b) tampa, (c) fundo.

SV estocadas a 35 e 40 °C foram plotados em relação ao período de estocagem e são apresentados na Figura 3.

Para o leite condensado acondicionado na lata SV, os teores de estanho aumentaram progressivamente durante o período de estocagem, atingindo concentração de 31,78 mg de Sn.kg<sup>-1</sup> de produto aos 450 dias a 35 °C. Correlacionando essa concentração com a quantidade de produto acondicionada na lata e também com a quantidade de Sn presente na folha metálica (camada de estanho total), pode-se estimar que aproximadamente 24% do Sn total presente na folha migrou para o produto após os 450 dias de interação entre produto e embalagem quando estocados a 35 °C.

Os teores de ferro (Fe) na lata SV a 35 °C se mantiveram baixos (inferiores a 2 mg.kg<sup>-1</sup>) ao longo do período de estudo, ocorrendo drástico aumento na sua concentração no leite condensado após os 365 dias,



**Figura 3.** Concentração de ferro (Fe) e estanho (Sn), em mg.kg<sup>-1</sup>, no leite condensado acondicionado em lata com verniz interno (CV) e em lata sem verniz interno (SV) durante a estocagem. Pontos representam as médias das replicatas e as barras o desvio-padrão entre as replicatas.

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. et al.

resultando aos 450 dias (15 meses) de estocagem numa concentração final de 33,74 mg de Fe.kg<sup>-1</sup> de produto.

Dantas et al. (2000) verificaram, no acondicionamento de palmito em folha de flandres com diferentes revestimentos de estanho (2,0, 2,8 e 5,6 g.m<sup>-2</sup>), que as latas de menor estanhagem apresentaram uma maior dissolução de ferro em relação às latas de maior estanhagem.

Greger e Baier (1981) compararam os teores de ferro e estanho em alimentos enlatados em latas com envernizamento interno total e em latas não envernizadas ou envernizadas parcialmente. Verificaram que os alimentos acondicionados em latas que não eram totalmente protegidas apresentavam teores mais elevados desses metais e que, após algum tempo de estocagem sob refrigeração, o teor de estanho aumentava proporcionalmente mais do que o teor de ferro.

Para latas de folha de flandres sem envernizamento interno contendo pêssego em calda, Dantas et al. (2008) constataram que a estocagem a 35 °C acelera o mecanismo de desestanhamento, tendo o produto alcançado após 420 dias de estocagem concentração superior a 300 mg de Sn.kg<sup>-1</sup> de produto.

Saron et al. (2006) reportam teores inferiores a 0,5 mg de Sn.kg<sup>-1</sup> de suco de maracujá, no acondicionamento deste suco à temperatura de 35 °C por 12 meses em latas de folha de flandres com camada de 2,0 g de Sn.m<sup>-2</sup> e envernizamento interno, ao passo que os teores de ferro superaram 14 mg.kg<sup>-1</sup> de produto.

A maioria dos alimentos não processados apresenta teores de estanho inferiores a 1 mg.kg<sup>-1</sup>, porém valores mais altos são encontrados nos alimentos enlatados, os quais apresentam valores de até 25 mg.kg<sup>-1</sup> em latas envernizadas, podendo superar 100 mg.kg<sup>-1</sup> quando acondicionados em latas não envernizadas (WHO, 2004). No entanto, a ingestão humana de estanho inorgânico, através de bebidas e alimentos enlatados, em concentrações superiores a 150 mg.kg<sup>-1</sup> e 250 mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, podem produzir manifestações agudas de irritação gástrica em certos indivíduos (JOINT FAO, 2006). No Brasil, o limite máximo de estanho estabelecido para vários alimentos é de 250 mg.kg<sup>-1</sup>, sendo de 150 mg.kg<sup>-1</sup> para sucos cítricos (BRASIL, 1965; 1998). As Equações 1 e 2 foram obtidas a partir da regressão dos dados apresentados na Figura 3 e são representativas do comportamento da migração de estanho nas condições estudadas, as quais indicam que o produto apresentaria 250 mg de Sn.kg<sup>-1</sup> após 681 dias de estocagem a 35 °C, enquanto a 40 °C esse valor seria alcançado em 353 dias.

$$\text{Sn}_{(35^{\circ}\text{C},\text{SV})} [\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}] = 1,731 \cdot e^{0,0073t[\text{dias}]} \quad (R^2 = 0,9307) \quad (1)$$

$$\text{Sn}_{(40^{\circ}\text{C},\text{SV})} [\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}] = 1,0425 \cdot e^{0,0155t[\text{dias}]} \quad (R^2 = 0,9338) \quad (2)$$

O elevado teor de ferro verificado aos 450 dias de estocagem do leite condensado na lata sem envernizamento interno pode ser associado ao desestanhamento da folha metálica, que foi classificada nessa época como 1-G (alteração em 50% da área superficial) em avaliação visual. A perda de estanho da folha metálica ao longo do período de estocagem, observada através da determinação do teor de estanho no produto, resultou na exposição do ferro do aço base ao produto, que passou a ser dissolvido a partir dos 365 dias de estocagem, resultando no elevado teor deste elemento, verificado na última época.

Como a legislação brasileira (BRASIL, 1965; 1998) não estabelece um limite máximo para a concentração de Fe em alimentos e a concentração de Sn é inferior ao permitido, os teores destes elementos no leite condensado não implicam na finalização da vida útil deste produto.

### 3.4 Determinação do volume e da composição gasosa do espaço livre

As avaliações de volume e composição gasosa foram conduzidas apenas nas épocas inicial e final e os resultados são apresentados na Tabela 3. Ao final do período de estocagem a 35 °C, a quantidade de volume gasoso na lata CV apresentava-se muito baixa (<1 mL), não sendo possível fazer a quantificação dos gases presentes nesse volume. Entretanto, o fato de não ter ocorrido formação de gases demonstra que não houve desenvolvimento de corrosão interna.

Para a lata SV, os resultados da determinação do volume e composição gasosa demonstram que a concentração inicial de oxigênio correspondeu

**Tabela 3.** Resultados do volume gasoso e da composição de O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> presentes no espaço livre das latas CV e SV contendo leite condensado.

Época de estocagem	Volume gasoso (mL)	Porcentagem de gás (v/v)		
		O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Inicial (Lata CV)	2,4 ± 0,44	19,5 ± 0,26	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,1
Inicial (Lata SV)	3,3 ± 1,58	19,2 ± 0,30	0,2 ± 0,10	0,2 ± 0,19
40 °C/180 dias (Lata CV)	1,7 ± 0,44	1,9 ± 2,96	0,1 ± 0,05	3,9 ± 0,59
40 °C/180 dias (Lata SV)	1,6 ± 0,72	≤0,5 ± 0,70	15,5 ± 3,41	3,5 ± 0,70
35 °C/450 dias (Lata SV)	< 1,0	n.d.	n.d.	n.d.
35 °C/450 dias (Lata SV)	8,8 ± 2,75	<0,500	48,9 ± 33,12	n.d.

M ± DP: Média ± Desvio-padrão; n.d.: não determinado.

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. et al.

praticamente à observada no ar, tendo apresentado queda importante ao longo da estocagem. Normalmente a evolução dos gases no espaço livre de alimentos enlatados e corretamente elaborados apresenta um decréscimo do teor de oxigênio, que é reduzido quase totalmente nos primeiros dez dias após a sua produção (CATALÁ, 1985).

Ao contrário do verificado para o oxigênio, a concentração de hidrogênio nas latas SV sofreu grande aumento, mostrando o desenvolvimento de processo de corrosão (DANTAS et al., 1999), que consumiu o oxigênio, paralelamente às reações ocorridas no leite condensado. Catalá (1985) menciona que a formação de hidrogênio se inicia logo após o consumo de oxigênio e se acumula no espaço livre da lata lentamente, quando o processo de corrosão, resultante da interação lata/alimento, se desenvolve normalmente.

### 3.5 Determinação da pressão interna

A Tabela 4 apresenta os resultados de pressão interna das latas CV e SV estocadas a 35 °C contendo leite condensado. Em função das características do produto e da condição de enchimento, as latas de leite condensado apresentam pressão interna positiva. Observa-se nas latas CV uma redução praticamente constante em relação à pressão no início do acondicionamento, sendo, ao final dos 450 dias, observada uma redução de 49% em relação à pressão inicial, provavelmente em função do consumo do conteúdo gasoso em reações do produto.

No entanto, para a lata SV é observada essa redução da pressão interna até os 270 dias de estocagem, quando se inicia uma fase de aumento da pressão interna que atinge, aos 450 dias de estocagem, um valor 2,4 vezes superior ao observado inicialmente. O aumento de pressão interna equivalente a 628% nos

**Tabela 4.** Pressão interna, em psi, em latas com verniz (CV) e sem verniz (SV) interno contendo leite condensado ao longo da estocagem a 35 °C por 450 dias.

Tempo de estocagem (dias)	Tipo de lata			
	CV (35 °C)	SV (35 °C)	CV (40 °C)	SV (40 °C)
0	4,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,8 <sup>a</sup>	4,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,8 <sup>a</sup>
45	3,6 ± 0,7 <sup>ac</sup>	3,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,5 ± 0,9 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,4 <sup>a</sup>
90	3,3 ± 0,8 <sup>bcd</sup>	3,9 ± 1,7 <sup>a</sup>	3,3 ± 1,1 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,5 <sup>b</sup>
120	-	-	3,5 ± 1,4 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,6 <sup>a</sup>
180	3,4 ± 1,1 <sup>ad</sup>	3,4 ± 1,1 <sup>a</sup>	3,1 ± 1,7 <sup>a</sup>	3,8 ± 1,2 <sup>a</sup>
270	2,0 ± 0,5 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,5 <sup>b</sup>	-	-
365	2,4 ± 1,0 <sup>bcd</sup>	3,1 ± 0,8 <sup>a</sup>	-	-
450	2,4 ± 0,7 <sup>bcd</sup>	10,2 ± 0,8 <sup>c</sup>	-	-

<sup>a,b,c,d</sup>Em uma mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste da Mínima Diferença Significativa, ao nível de erro de 5%; M ± DP: Média ± Desvio-padrão; e 1 psi = 6,894 kPa.

últimos 180 dias de estocagem está associado à elevada concentração de hidrogênio verificada ao final do período de estocagem nessa lata, em função do processo corrosivo ocorrido.

Os resultados obtidos durante os 180 dias de estocagem a 40 °C para as latas SV e CV foram muito similares aos verificados nessas latas a 35 °C durante esse período.

## 4 Conclusões

O estudo da viabilidade da redução da camada de estanho em latas de folha de flandres com verniz interno para acondicionamento de 395 g de leite condensado mostrou que durante os 450 dias de estocagem a 35 °C não houve alteração importante em relação à dissolução de metais da lata para o produto, que se manteve em condições normais, assim como a aparência da superfície interna da embalagem. As latas apresentavam pressão interna positiva desde o início da estocagem, a qual foi reduzida ao longo da estocagem. Ao final desse período não foi detectado volume gasoso nem a presença de gás hidrogênio que pudesse ser relacionado ao desenvolvimento de corrosão interna, resultado esse compatível com a baixa concentração de metais observada no produto. Assim, pode-se afirmar que este tipo de produto não sofre alteração em decorrência da interação com este tipo de embalagem, podendo ser usado para vida útil superior à adotada comercialmente no Brasil (18 meses).

No entanto, a lata sem verniz interno não se mostrou adequada para acondicionamento do leite condensado a 35 °C por períodos prolongados, em virtude do desenvolvimento de reação de corrosão, resultando em elevado teor de hidrogênio e em alterações da superfície do material metálico.

A estocagem a 40 °C por 180 dias, como condição alternativa para acelerar estudos de estocagem, não se mostrou favorável na obtenção de dados preditivos, uma vez que os resultados obtidos nessa condição foram muito similares aos resultados verificados na estocagem a 35 °C por esse mesmo período.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Metalgráfica Iguazu S/A para a execução desta pesquisa.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6665.** Folhas laminadas de aço-carbono revestidas eletroliticamente com estanho ou cromo ou não revestidas: especificação. São Paulo, 2006. 22 p.

## Avaliação de latas de folha de flandres para acondicionamento de leite condensado

DANTAS, S. T. *et al.*

- ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C.; DANTAS, S. T.; PADULA, M. Embalagem para leite condensado, evaporado e doce de leite. In: ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C.; DANTAS, S. T.; PADULA, M. **Embalagem para produtos de laticínios**. Campinas: CETEA, 1994. cap. 5, p. 57-74, 85 p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **D610-09**. Standard test method for evaluating degree of rusting on painted steel surfaces. Philadelphia, 2009.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **D3359**. Standard test method for measuring adhesion by tape test. Philadelphia, 2008.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 685, de 27 de agosto de 1998. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 ago. 1998. Seção 1, 4 p. Disponível em: <<http://www.dou.gov.br>>. Acesso em: 27 de março de 2009.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Decreto n. 55871, de 26 de março de 1965. Limite máximo de contaminantes inorgânicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 abr. 1965. Disponível em: <<http://www.dou.gov.br>>. Acesso em: 27 de março de 2009.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução n. 20, de 22 de março de 2007. Regulamento técnico sobre disposições para embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos em contato com alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2007. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=26268&word=>>>. Acesso em: 27 de março de 2009.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 28, de 18 de março de 1996. Regulamento técnico sobre as embalagens e equipamentos metálicos em contato com alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 mar. 1996. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=98>>. Acesso em: 27 de março de 2009.
- CATALÁ, R. Evaluación de la vida útil de los alimentos envasados. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 25, n. 1, p. 1-14, 1985.
- DANTAS, S. T. **Avaliação do processo de interação e estudos de estabilidade**. In: EMBALAGENS metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas. Campinas: CETEA/ITAL, 1999. cap.10, p. 173-188.
- DANTAS, S. T.; ANJOS, V. D. A.; SEGANTINI, E.; GATTI, J. A. B. **Avaliação de embalagens metálicas**: aço e alumínio. Campinas: CETEA, 1996. 317 p.
- DANTAS, S. T.; GATTI, J. A. B.; SARON, E. S. Estudo da viabilidade de redução da camada de estanho em latas para palmito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: [s.n], 2000. p. 6 (v. 1)
- DANTAS, S. T.; FARIA, J. A. F.; SARON, E. S.; GATTI, J. A. B. Evaluation of welded plain cans in the packaging of peaches in syrup. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 11, n. 3, p. 201-210, 2008.
- FARIA, E. V. **Avaliação do desempenho de latas de folha de flandres por meio da espectroscopia de impedância eletroquímica e do acompanhamento da estocagem de palmito pupunha (Bactris gasipaes)**. 2000. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- GATTI, J. A. B. Vernizes e vedantes. In: SARON, E. S.; GATTI, J. A. B.; DANTAS, S. T. **Embalagens metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas**. Campinas: CETEA, 1999. p. 3-31. (cap. 1)
- GREGER, J. L.; BAIER, M. Tin and iron content of canned and bottled foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1751-1754, 1981.
- JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADITIVES - JECFA. **Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**. Switzerland, 2006. Disponível em: <[http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_2277.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_2277.htm)>. Acesso em: 27 de março de 2009.
- LABUZA, T. P. **Shelf-life dating of foods**. Westport: Food and Nutrition Press Inc., 1982. 500 p.
- PEACOCK, B. D. **The processing and quality control of canned dairy products**. In: QUALITY control of milk products. Devon: Society of Dairy Technology, 1972. 72 p.
- RICHARDSON, K. C. Shelf life of packaged foods. **CSIRO Food Research Quarterly**, Melbourne, v. 36, n. 1, p. 1-7, 1976.
- SARON, E. S.; DANTAS, S. T.; KIYATAKA, P. H. M.; MENEZES, H. C.; SOARES, B. M. C. Viabilidade da redução da camada de estanho em latas de aço para suco de maracujá pronto para beber. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 4, p. 283-290, 2006.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Inorganic Tin in Drinking-water**. Geneva, 2004. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/tin.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tin.pdf)>. Acesso em: 27 de março de 2009.