

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

*Stability of canned tomato sauce in tinfoil cans with a reduced tin layer*

### Autores | Authors

✉ **Sílvia Tondella DANTAS**

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)  
Centro de Tecnologia de Embalagem  
(CETEA)  
Av. Brasil, 2880  
CEP: 13070-178  
Campinas/SP - Brasil  
e-mail: [silviatcd@ital.sp.gov.br](mailto:silviatcd@ital.sp.gov.br)

**Jozeti Barbuti GATTI**

**Elisabete Segantini SARON**

**Paulo Henrique Massaharu**

**KIYATAKA**

**Fiorella Balardin Hellmeister**

**DANTAS**

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)  
Centro de Tecnologia de Embalagem  
(CETEA)  
Campinas/SP - Brasil  
e-mail: [jozeti@ital.sp.gov.br](mailto:jozeti@ital.sp.gov.br)  
[esaron@ital.sp.gov.br](mailto:esaron@ital.sp.gov.br)  
[paulok@ital.sp.gov.br](mailto:paulok@ital.sp.gov.br)  
[fiorella@ital.sp.gov.br](mailto:fiorella@ital.sp.gov.br)

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 10/12/2008

Aprovado | Approved: 05/12/2011

Publicado | Published: jun./2012

### Resumo

O desempenho de latas de três peças eletrossoldadas com corpo produzido em folha de flandres com camada de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup> no lado interno, contendo 340 g de molho de tomate, foi avaliado por meio da estocagem por 24 meses a 35 °C, tendo sido determinadas periodicamente: a concentração de estanho, ferro e cromo no produto; a condição de vácuo/pressão e a composição gasosa do espaço livre, além da aparência interna da embalagem. A partir dessa avaliação, pode-se concluir que essa embalagem é uma opção viável para 18 meses de estocagem do produto na temperatura ambiente de até 35 °C.

**Palavras-chave:** *Molho de tomate; Folha de flandres; Lata; Camada de estanho.*

### Summary

The performance of three piece welded cans produced in tinfoil with an internal tin layer of 2.0 g.m<sup>-2</sup>, containing 340 g of tomato sauce, was assessed by means of a storage test carried out for 24 months at 35 °C. The concentrations of tin, iron and chromium in the product, the vacuum/pressure condition and the headspace gas composition were periodically determined, as well as the internal visual appearance of the pack, allowing to conclude that such packaging was a viable option for 18 months of storage of the product from ambient temperature up to 35 °C.

**Key words:** *Tomato sauce; Tinplate; Can; Tin layer.*

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. *et al.*

### 1 Introdução

Segundo dados da Datamark (2008), em 2007 foram comercializadas no Brasil 211.815 t de molho de tomate em diferentes embalagens, com variadas capacidades. Desse total, cerca de 46% estavam acondicionados em latas com capacidade para 340 g. Considerando-se todas as embalagens com a mesma capacidade utilizadas no período, incluindo aquelas produzidas com outros materiais, as latas foram responsáveis por cerca de 83% do montante comercializado.

Tradicionalmente, no Brasil, molho de tomate era acondicionado em latas de três peças envernizadas, com corpo em folha de flandres com camada de estanho interna de 2,8 g.m<sup>-2</sup> e tampa e fundo em folha cromada.

Atualmente, por razões econômicas e ambientais, a otimização de embalagens, com base nos princípios de redução de recursos naturais, vem direcionando vários estudos nesse sentido. Como exemplo, Dantas et al. (2000) estudaram, por meio de teste de estocagem por 180 dias a 35 °C, palmito acondicionado em latas de folha de flandres eletrossoldadas, com camadas nominais de estanho reduzidas em relação à convencional, mantendo o mesmo sistema de envernizamento interno e concluíram que é viável o uso de latas com corpo em folha de flandres com camada nominal de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup>. Saron et al. (2006) avaliaram a viabilidade do uso de folha de flandres com menor revestimento nominal de estanho para suco de maracujá pronto para o consumo. No estudo, foram avaliadas latas de três peças eletrossoldadas, produzidas com corpo em folha de flandres com camada nominal de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup>, fundo em folha cromada e tampa em alumínio, em três opções de envernizamento interno. Como resultado, foi verificado que a embalagem metálica apresentou desempenho satisfatório para o acondicionamento do produto por 12 meses, indicando a viabilidade da redução da camada de estanho também para essa aplicação.

Este estudo teve por objetivo avaliar a estabilidade de molho de tomate acondicionado em latas envernizadas, produzidas com folha de flandres com revestimento de estanho na face interna de 2,0 g.m<sup>-2</sup> estocadas em câmara com temperatura controlada. A partir dessa avaliação, buscou-se levantar dados de vida útil do produto, do ponto de vista da interação embalagem/alimento, que pudessem demonstrar se é aplicável a utilização de folhas com revestimento inferior a 2,8 g.m<sup>-2</sup> e igual ou superior a 2,0 g.m<sup>-2</sup> para o seu acondicionamento.

A Resolução RDC nº 20 de 22 de março de 2007, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde, regulamenta o uso de embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos em contato com alimentos,

internalizando a Resolução GMC nº 46/06 do MERCOSUL, e autoriza o uso de folha de flandres, com ou sem revestimento interno, para contato direto com alimentos em geral, independentemente da camada nominal de estanho empregada, desde que cumpra com sua função tecnológica (BRASIL, 2007). Para tanto, existe a necessidade da realização de estudos de estabilidade que comprovem que a camada de estanho empregada na embalagem é adequada para o uso pretendido. Assim, as informações obtidas neste estudo poderão ser utilizadas como subsídio técnico para evidenciar as condições reais de desempenho da lata de folha de flandres com revestimento interno de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup>, envernizada internamente, no atendimento das funções tecnológicas previstas para o acondicionamento de molho de tomate.

### 2 Material e métodos

#### 2.1 Embalagens

Foram avaliadas latas de três peças eletrossoldadas, diâmetro 73 mm, produzidas em folha de flandres com revestimento interno de 2,0 g de estanho/m<sup>2</sup>, envernizadas, acondicionando 340 g de molho de tomate tradicional, bem como latas sem uso, pertencentes ao mesmo lote de produção. Além destas, foram adquiridas no mercado latas de duas outras marcas comerciais, com a mesma capacidade, identificadas como referência A e referência B, tendo sido estocadas no ambiente e avaliadas ao término do prazo de validade (após dois anos da data de fabricação), em relação ao vácuo, à aparência interna e à concentração de metais.

#### 2.2 Teste de estocagem

As latas em estudo foram condicionadas em câmara a 35 ± 2 °C, sendo as avaliações realizadas logo após o recebimento (zero dia) e após 90, 180, 270, 365, 450, 540, 630 e 720 dias de estocagem.

#### 2.3 Caracterização das embalagens

As latas foram caracterizadas quanto ao revestimento de estanho na face interna, à camada de passivação e à avaliação das recravações de tampa e fundo, e quanto ao envernizamento (identificação, camada seca, aderência, grau de cura e porosidade), conforme descrito em Dantas et al. (1996). Foram utilizadas latas vazias e tampas avulsas, sem uso, pertencentes ao mesmo lote de produção das latas com produto.

##### 2.3.1 Camada de estanho ou de cromo do material metálico

A camada de estanho total da face interna da folha de flandres do material do corpo das latas foi determinada pelo método coulométrico em sistema de potenciostato/

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. *et al.*

galvanostato EG&G modelo 273, operando por meio do programa EG&G 354. Nos materiais da tampa e do fundo, a camada de cromo óxido foi determinada por método colorimétrico, segundo a norma ISO 11950 (ISO, 1995) e a de cromo metálico, pelo método coulométrico, utilizando-se o mesmo sistema descrito anteriormente.

### 2.3.2 Camada seca de verniz

Determinada no verniz interno de corpo, tampa, fundo e região de soldagem das latas determinada por método gravimétrico no verniz interno de corpo, tampa, fundo e região de soldagem, utilizando-se balança Mettler Toledo modelo AT 400 com resolução de  $10^{-4}$  g. A remoção do revestimento foi conduzida mecanicamente, com auxílio de solvente.

### 2.3.3 Aderência de verniz

Determinada no verniz interno de corpo, tampa, fundo e região de soldagem, por meio de ensaio de fita adesiva, conforme descrito na norma ASTM D 3359-08 (ASTM, 2008).

### 2.3.4 Identificação do verniz

O envernizamento interno de corpo, tampa, fundo e região de soldagem foi identificado por meio de espectroscopia de infravermelho em equipamento marca Perkin Elmer modelo FTIR 1600. Realizou-se a análise direta do filme destacado do substrato em processo catódico ou pelo contato com ácido clorídrico.

### 2.3.5 Grau de cura de verniz

Avaliado pelo método de dissolução com solvente, contabilizando-se os ciclos de fricção de um acessório com 1 kg de massa até que a remoção do verniz fosse iniciada. Os resultados também foram confirmados pelo teste de absorção do corante violeta de metila.

### 2.3.6 Porosidade de verniz

Foi aplicado o método eletroquímico, em equipamento WACO - Wilkens Anderson Co., usando-se solução de sulfato de sódio a 0,2% acrescida de 0,1% de agente umectante como eletrólito. A região em que ocorre a descontinuidade foi identificada por meio da inversão da polaridade.

### 2.3.7 Avaliação da recravação da tampa e do fundo

Aplicou-se o procedimento de avaliação da seção transversal utilizando-se um sistema de análise de imagem My Scope da NPW Technical Laboratory Co, LTD, munido de câmera, lente de aumento de 90 vezes, monitor de vídeo e acessório para análise dimensional. Foram tomadas duas seções transversais separadas por  $120^\circ$ , sendo a primeira distante cerca de 2 cm da costura

lateral. As medições de profundidade do rebaixo, da espessura da recravação e da espessura das folhas do corpo e da tampa/fundo foram realizadas utilizando-se um relógio comparador Mitutoyo com ponta de agulha e resolução de  $10^{-2}$  mm, um micrômetro para recravação Starret com resolução de  $10^{-2}$  mm e um micrômetro digital de ponta esférica Mitutoyo com resolução de  $10^{-3}$  mm, respectivamente.

## 2.4 Avaliação visual interna da lata

A avaliação visual foi realizada na face interna das latas, a olho nu, objetivando a verificação da ocorrência de corrosão ou outra alteração que porventura existisse. A intensidade de oxidação foi classificada pela comparação com a escala G da norma ASTM D610-07 (ASTM, 2007).

## 2.5 Quantificação de ferro, estanho e cromo no produto

Os teores de ferro, estanho e cromo foram determinados no molho de tomate pelo método de digestão por via úmida em sistema aberto, com a utilização de ácido clorídrico concentrado e aquecimento em chapa elétrica. Após o tratamento, os teores de ferro, estanho e cromo foram quantificados por espectrometria de emissão atômica induzida por plasma com detector óptico – ICP-OES, utilizando-se um equipamento Perkin Elmer, modelo OPTIMA 2000 DV, empregando-se curvas de calibração apropriadas para as análises.

## 2.6 Determinação do volume e da composição gasosa de oxigênio e hidrogênio do espaço livre

O gás do espaço livre foi coletado por um funil e transferido para uma proveta graduada para a leitura direta do volume. As composições gasosas inicial e final foram determinadas em cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo 14A, operando com detector de condutividade térmica equipado com coluna Porapak-N e Peneira Molecular 13X e cromatógrafo SRI Instruments, modelo 8610C, equipado com coluna Porapak-N e MS 5A, respectivamente.

## 2.7 Determinação do vácuo/pressão positiva

Determinou-se o vácuo ou a pressão positiva por meio de manovacuômetro Ashcroft com capacidade de 30 polegadas de mercúrio (polHg) e resolução de 1,0 polHg para vácuo e capacidade de 15 psi com resolução de 0,5 psi para pressão positiva ou manovacuômetro digital Zürich, modelo Z-10-B, com resolução de 0,01 psi para pressão positiva e negativa e capacidade de  $\pm 15$  psi, após o condicionamento das latas a  $23^\circ\text{C}$  por no mínimo 8 h.

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. et al.

### 2.8 Análise estatística dos resultados

Os resultados de volume e composição gasosa do espaço livre, de vácuo e de metais em cada época de estocagem 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 Estatística, versão 5.0.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Caracterização da lata

#### 3.1.1 Camada de estanho

A Tabela 1 apresenta os resultados da determinação da camada de estanho.

A folha de flandres do corpo das latas atendeu ao limite mínimo de estanho estabelecido para o valor nominal de 2,0 g.m<sup>-2</sup> e a folha cromada da tampa e fundo, aos limites mínimos e máximos de cromo e óxido de cromo estabelecidos para esses materiais na norma NBR 6665 (ABNT, 2006).

#### 3.1.2 Avaliação do envernizamento

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação do envernizamento da face interna da lata de molho de tomate. A lata apresentava verniz epóxi-fenólico no corpo, na tampa, no fundo e no *side stripe* e os outros parâmetros de avaliação da qualidade do verniz, como camada seca, grau de cura, aderência e porosidade, mostraram-se compatíveis com esse tipo de embalagem. Observou-se que a principal região de porosidade de verniz interno da lata foi a costura eletrossoldada, a qual apresentou muitos poros em toda a sua extensão.

#### 3.1.3 Avaliação da recravação da tampa e do fundo

Os valores médios dos parâmetros dimensionais críticos de recravação foram atendidos tanto na recravação da tampa como do fundo de acordo com as recomendações do SEFEL (1999). Além disso, não foram observados defeitos visuais.

### 3.2 Avaliação visual interna da lata

A avaliação visual das latas de molho de tomate nas diferentes épocas de análise na estocagem a 35 °C

**Tabela 1.** Resultados obtidos na determinação das camadas de estanho no material do corpo e de cromo nos materiais de tampa e fundo da lata de molho de tomate.

	Camada de estanho (g.m <sup>-2</sup> )			Camada de cromo (mg/m <sup>2</sup> /face)					
	Corpo <sup>(1)</sup>			Tampa <sup>(2)</sup>			Fundo <sup>(1)</sup>		
	Livre	Liga	Total	Óxido	Metálico	Total	Óxido	Metálico	Total
M	1,06	1,02	2,08	8,3	69,0	77,4	8,2	72,6	83,9
DP	0,134	0,061	0,121	1,51	0,83	0,94	0,76	14,9	16,0
Mín	0,93	0,945	1,94	7,4	68,3	76,4	7,5	60,5	71,8
Máx	1,23	1,08	2,26	10,1	69,9	78,3	9,3	97,5	106,7

M/DP/Mín/Máx = Média/Desvio padrão/Valor mínimo/Valor máximo. <sup>(1)</sup>Resultado de 5 determinações. <sup>(2)</sup>Resultado de 3 determinações.

**Tabela 2.** Resultados de camada seca, grau de cura e aderência no verniz interno de corpo, tampa, fundo e *side stripe* da lata de molho de tomate.

Parâmetro		Lata de molho de tomate			
		Corpo	Tampa	Fundo	Side stripe
Camada seca (g.m <sup>-2</sup> ) <sup>(1)</sup>	M	12,5	4,9	5,8	9,1
	DP	0,96	0,23	0,38	1,4
	Mín	11,6	4,6	5,2	7,0
	Máx	13,6	5,2	6,2	10,6
Grau de cura (nº de ciclos) <sup>(1,3)</sup>	M	27	32	52	50
	Mín	15	25	45	50
	Máx	35	40	60	50
Aderência (graus) <sup>(1)</sup>	M	5B	5B	5B	4B
	Mín	5B	5B	5B	5B
	Máx	5B	5B	5B	4B
Porosidade de verniz interno (mA.lata <sup>-1</sup> ou tampa) <sup>(2)</sup>	M	47,6	9,5	<sup>(4)</sup>	<sup>(4)</sup>
	DP	13,9	9,9		
	Mín	26,1	1,5		
	Máx	71,6	35,5		

M/DP/Mín/Máx = Média/Desvio padrão/Valor mínimo/Valor máximo. <sup>(1)</sup>Resultado de 5 determinações. <sup>(2)</sup>Resultado de 10 determinações. <sup>(3)</sup>Solvente metil etil cetona. <sup>(4)</sup>Resultado apresentado para o corpo da lata.

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. et al.

demonstrou que o corpo e o fundo da lata mantiveram a classificação média 9G (alteração em até 0,03% da área) por todo o período de estocagem, enquanto a tampa atingiu 8G (alteração em até 0,1% da área). As alterações foram identificadas como pequeno aumento na incidência de alguns pontos de oxidação ao longo do período de estocagem. A região de soldagem sofreu alteração um pouco maior, aumentando progressivamente a região com desestanhamento nas laterais do cordão de solda, sendo que, aos 720 dias, equivalia ao grau 6G (alteração em até 1% da área). Considerando-se a avaliação média da lata como um todo, mesmo aos 720 dias de estocagem, a lata de molho de tomate apresentava classificação (8G), bem acima da metade da escala, correspondente ao grau 5G. Nas latas da referência A, com verniz interno pigmentado branco, praticamente não se observou alteração, enquanto que, nas latas da referência B, as principais regiões de alteração foram a de soldagem, na qual ocorreu desestanhamento na lateral do cordão de solda, de forma similar ao observado nas latas com FL2,0 g.m<sup>-2</sup> e a região do fundo, que mostrou condição inferior comparativamente à lata em estudo.

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

A Legislação Brasileira estabelece como 250 e 0,10 mg.kg<sup>-1</sup>, os teores máximos de estanho e cromo, respectivamente, para produtos em geral e não estabelece limite para o ferro, visto que é um elemento essencial à dieta humana (ABIA, 1999). Assim, os valores encontrados para estanho e cromo no período estudado estão abaixo do limite estabelecido pela Legislação Brasileira, conforme resultados da Tabela 3. A concentração de ferro, no período de 720 dias, apresentou-se 189 e 65% superior, respectivamente, à concentração observada nas referências A e B (Tabela 3), após o mesmo período de estocagem. Essa diferença foi influenciada pelo efeito da maior temperatura de estocagem utilizada nas latas com FL2,0 g.m<sup>-2</sup>, uma vez que as amostras de latas referência foram mantidas à temperatura ambiente média de 22,4 °C (CEPAGRI, 2010); não se mostrou evidente se a diferença observada deve-se também ao tipo de folha metálica. Em relação ao estanho, observou-se maior concentração na lata de mercado, sendo que na lata em avaliação os valores apresentaram-se inferiores ao limite de detecção do equipamento. O cromo também se apresentou inferior na lata em estudo quando comparado ao produto das latas de mercado, sendo que a amostra

**Tabela 3.** Concentração de ferro, estanho e cromo no molho de tomate, em função do tempo de estocagem à temperatura de 35 °C, e no produto das latas referência estocadas no ambiente ao término do prazo de validade, em mg.kg<sup>-1</sup>(1).

Época de estocagem (dias)		Ferro	Estanho	Cromo
0	Média	5,49 <sup>a</sup>	≤0,20 <sup>(2)a</sup>	0,09 <sup>(2)a</sup>
	Desvio padrão	0,37	(3)	(3)
	Intervalo de variação	5,02-5,96	(3)	(3)
180	Média	16,77 <sup>b</sup>	≤0,20 <sup>(2)a</sup>	≤0,09 <sup>(2)a</sup>
	Desvio padrão	1,95	(3)	(3)
	Intervalo de variação	14,57-19,37	(3)	(3)
365	Média	35,28 <sup>c</sup>	≤0,20 <sup>(2)a</sup>	≤0,09 <sup>(2)a</sup>
	Desvio padrão	2,81	(3)	(3)
	Intervalo de variação	32,03-38,49	(3)	(3)
540	Média	64,04 <sup>d</sup>	0,21 <sup>a</sup>	≤0,09 <sup>(2)a</sup>
	Desvio padrão	4,90	0,02	(3)
	Intervalo de variação	59,45-69,54	0,20-0,24	(3)
720	Média	94,59 <sup>e</sup>	≤0,20 <sup>(2)a</sup>	≤0,09 <sup>(2)a</sup>
	Desvio padrão	11,90	(3)	(3)
	Intervalo de variação	83,48-113,99	(3)	(3)
A <sup>(1)</sup>	Média	32,73	0,28	0,068
	Desvio padrão	4,31	0,030	0,0072
	Intervalo de variação	26,73-37,44	0,25-0,33	0,058-0,076
B <sup>(1)</sup>	Média	57,30	0,82	0,14
	Desvio padrão	5,64	0,26	0,0072
	Intervalo de variação	50,07-64,71	0,58-1,15	0,13-0,15

(1)Resultado de três determinações em cinco unidades de latas. (2)Corresponde ao limite de quantificação do método nas condições analíticas utilizadas. (3)Não aplicável. <sup>a</sup>,<sup>b</sup>Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pela análise de variância no nível de erro de 5%, em relação ao tempo de estocagem. A, B: Latas referência estocadas no ambiente e avaliadas ao término do prazo de validade.

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. et al.

Referência B apresentou concentração superior ao limite máximo da legislação. Entretanto, provavelmente essa concentração de cromo seja decorrente da matéria prima e/ou do processamento do produto, não estando necessariamente relacionada à interação produto/embalagem durante o período de estocagem. A regressão dos dados permite o estabelecimento de um modelo exponencial para a concentração de ferro no molho de tomate em função da temperatura de estocagem, conforme equação apresentada na Figura 1, regressão essa significativa no nível de erro de 5%. A Legislação Brasileira não estabelece limite para o ferro no produto em estudo, visto que é um elemento essencial à dieta humana. Segundo a literatura, o molho de tomate apresenta conteúdo de ferro de  $16 \text{ mg.kg}^{-1}$  (ppm), conforme apresentado na Tabela de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2008), demonstrando que o teor observado inicialmente neste estudo encontra-se inferior ao descrito na Tabela de Composição de Alimentos. Em decorrência do processo de oxidação da lata, principalmente na região de soldagem, a concentração de ferro aumentou cerca de 17 vezes ao longo do período de estocagem.

Embora tenha ocorrido redução da taxa de aumento do valor médio de dissolução de ferro na última época de análise (720 dias), provavelmente decorrente da variabilidade de latas individuais, a seleção do modelo exponencial é justificada por conferir um fator de segurança na estimativa da dissolução metálica em etapas mais avançadas de estocagem, nas quais a evolução da corrosão pode resultar no aumento da dispersão de dados, tornando mais crítico o efeito do número de unidades avaliadas. O aumento dessa dispersão pode ser confirmado pelo coeficiente de variação, que correspondeu a 6,7% ao zero dia e a 12,6% aos 720 dias. Adicionalmente, considerando-se o prazo de validade de 24 meses para o produto, o modelo matemático selecionado mostrou um bom ajuste a este período de estudo.

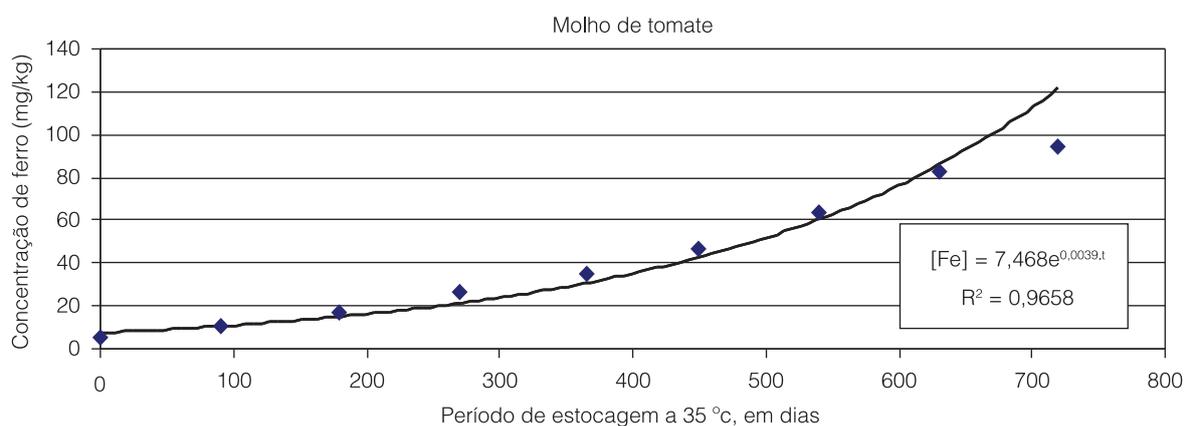
O desenvolvimento de corrosão interna em latas envernizadas pode ocorrer pelo mecanismo de desestanhamento subpelicular, quando o estanho é anódico ou de corrosão em profundidade (*pitting*) e quando o ferro é anódico, conforme observado neste estudo, podendo-se levar à perfuração da embalagem.

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

Em razão de problema analítico, a análise foi realizada três meses após o prazo inicialmente estabelecido. Os resultados da determinação ao zero e aos 810 dias de estocagem a  $35^\circ\text{C}$  da composição de  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{N}_2$  são apresentados na Tabela 4. As concentrações de oxigênio ao zero dia e ao término do período de estocagem foram estatisticamente equivalentes e a concentração de hidrogênio sofreu grande aumento, demonstrando ter havido desenvolvimento de oxidação interna; o gás carbônico, por sua vez, sofreu um aumento de cerca de 113%, provavelmente em função de reações inerentes ao produto. As diferenças nas concentrações de  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{N}_2$  e no volume gasoso entre o zero dia e os 810 dias a  $35^\circ\text{C}$  são estatisticamente significativas no nível de erro de 5%.

### 3.5 Determinação do vácuo/pressão positiva

O gráfico da Figura 2 ilustra a evolução da pressão interna nas latas de molho de tomate ao longo dos 720 dias de estocagem a  $35^\circ\text{C}$ , bem como das latas referência. Observou-se que, aos 540 dias de estocagem, três unidades de latas apresentavam pressão interna positiva, cuja média é representada no gráfico da Figura 2 e duas unidades permaneciam com vácuo médio de 0,25 psi. A partir dessa época, todas as latas apresentaram pressão interna positiva, a qual evoluiu gradativamente até os 720 dias de estocagem. As duas amostras referência apresentavam vácuo ao término do tempo de estocagem.



**Figura 1.** Concentração de ferro, em ppm, no molho de tomate acondicionado ao longo de 720 dias de estocagem a  $35^\circ\text{C}$ .

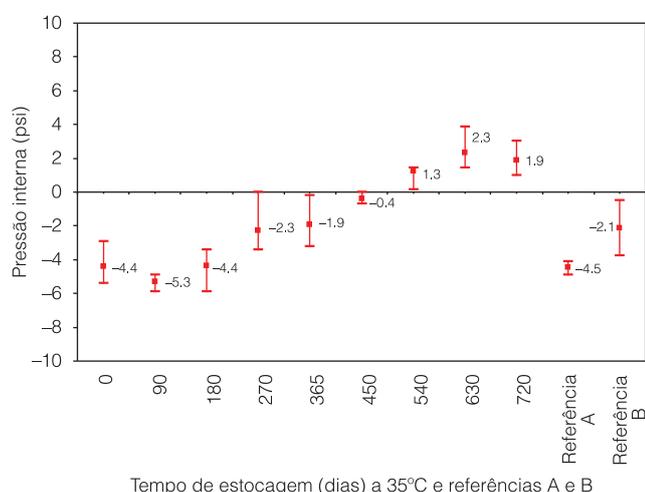
## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. et al.

**Tabela 4.** Resultados do volume, em mL, e da composição de O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> presentes no espaço livre da lata contendo molho de tomate, em porcentagem.

Época de estocagem	Volume gasoso (mL)	Porcentagem de gás (v/v)				
		O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
Zero dia <sup>(1)</sup>	M	0,8 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	92,4 <sup>a</sup>
	DP	0,058	0,7	0,6	1,6	2,6
	Mín	0,7	1,1	0,2	2,4	88,5
	Máx	0,8	2,5	1,4	6,0	94,2
810 dias a 35 °C <sup>(1,2)</sup>	M	8,3 <sup>b</sup>	1,4 <sup>a</sup>	58,0 <sup>b</sup>	7,9 <sup>b</sup>	22,1 <sup>b</sup>
	DP	1,2	0,5	3,2	1,5	2,6
	Mín	7,0	1,0	54,4	6,2	19,8
	Máx	9,0	2,0	60,5	8,9	24,9

<sup>(1)</sup>Resultado de quatro determinações. <sup>(2)</sup>Resultado de três determinações. M/DP/Mín/Máx: Média/Desvio padrão/Valor mínimo/Valor máximo. <sup>a</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%.



**Figura 2.** Evolução da pressão interna média das latas de molho de tomate FL2,0 g.m<sup>-2</sup> durante estocagem a 35 °C por 24 meses e das latas referência ao término do prazo de validade (1 polHg = 3,386 kPa = 0,491 psi).

## 4 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que houve alteração não desprezível em relação à dissolução de metais da lata para o produto, com a consequente perda de vácuo, sendo que esta atingiu condição não aceitável aos 540 dias de estocagem, a partir de quando as latas passaram a apresentar pressão interna positiva e a concentração de ferro atingiu valores acima dos observados nas duas amostras de latas referência, ou seja, produtos comerciais disponíveis no mercado, ao término do prazo de validade de 24 meses. Assim, em decorrência da interação com a embalagem, a lata com corpo em folha de flandres com revestimento de estanho de 2,0 g.m<sup>-2</sup> e condições de envernizamento avaliadas neste estudo é uma opção viável de embalagem para o acondicionamento de 340 g de molho de tomate por 18 meses de estocagem na temperatura média de até 35 °C.

## Agradecimentos

À Metalúrgica Mococa S/A, pelo suporte financeiro.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO - ABIA. Aditivos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO - ABIA. **Compêndio da Legislação de Alimentos: Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos**. São Paulo: ABIA, 1999. 2 v.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **D 610-07: Standard Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces**. Philadelphia: ASTM, 2007. 6 p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **D 3359-08: Standard Test Method for Measuring Adhesion by Tape Test**. Philadelphia: ASTM, 2008. 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6665: Folhas Laminadas de Aço-Carbono Revestidas Eletroliticamente com Estanho ou Cromo ou não Revestidas – Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. 22 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 20, de 22 de março de 2007. Aprova o regulamento técnico sobre disposições para embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos em contato com alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 mar. 2007. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=26268&word>>. Acesso em: 10. nov. 2008.
- CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA - CEPAGRI. **Clima de Campinas. Período Junho/1988 a Outubro/2008**. UNICAMP. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-de-campinas.html>>. Acesso em: 09 nov. 2010.
- DANTAS, S. T. et al. **Avaliação da qualidade de embalagens metálicas: Aço e Alumínio**. Campinas: ITAL/CETEA, 1996. 317 p.

## Estabilidade de molho de tomate em embalagens metálicas com baixo revestimento de estanho

DANTAS, S.T. *et al.*

DANTAS, S. T.; GATTI, J. 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, 17., Fortaleza, 2000. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 1.

DATAMARK. **Tomate: Molhos de Tomate**. Brazil focus, 2008. Disponível em: <<http://www.brazilfocus.com/newbrazilfocus/ASP/bf/yearlypd/ym01512.asp>>. Acesso em: 02 dez. 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION - ISO. **ISO 11950: Cold-Reduced Electrolytic Chromium/Chromium Oxide-Coated Steel**. Switzerland: ISO, 1995. 22 p.

SARON, E. S.; DANTAS, S. T.; KIYATAKA, P. H. M. 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.

SEFEL. **Recommendation SEFEL n.1, for "Non Easy Open" Steel Ends**. Bruxelles: SEFEL, 1999. 29 p. First and Second Part.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO**. versão 2. 2. ed. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2006. 114 p. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2008.