

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

Study of the influence of deliberately applied mechanical damage to cans of peach in syrup on the development of internal corrosion

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: silviatd@ital.sp.gov.br*

Elisabete Segantini SARON

Paulo Henrique Massaharu

KIYATAKA

Beatriz Maria Curtio SOARES

Jozeti Aparecida Barbutti GATTI

Fiorella Balardin Hellmeister

DANTAS

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

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 10/12/2010

Aprovado | Approved: 08/08/2012

Publicado | Published: dez./2012

■ Resumo

A influência do amassamento em embalagens metálicas no aumento da interação lata/alimento pode resultar na contaminação do produto pelos metais presentes na embalagem. Para simular estas reações, três condições de danificações mecânicas foram provocadas, de forma controlada, em latas de pêssego em calda, com o objetivo de determinar a evolução do grau de oxidação interna nestas latas, comparativamente a latas sem danificação e avaliar a possibilidade de aproveitamento desse produto para consumo pela população carente. As latas foram classificadas quanto ao grau de amassamento e submetidas a teste de estocagem pelo período de 365 dias à temperatura controlada de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, com avaliações periódicas das latas em relação à aparência visual interna, ao vácuo e à dissolução dos metais da embalagem (cromo, estanho e ferro) para o pêssego em calda. Durante o período de estocagem, ocorreu redução no vácuo interno, porém as avaliações periódicas do pêssego em calda demonstraram que não houve alteração importante em relação à dissolução de metais da lata para o produto, o qual se manteve em condições aceitáveis, assim como a aparência da superfície interna da lata. O estudo permitiu concluir que os amassamentos causados na lata de pêssego em calda não levaram a alterações importantes na qualidade do produto no que diz respeito à dissolução dos metais ferro, estanho e cromo.

Palavras-chave: Lata; Folha de flandres; Metais; Corrosão; Amassamento de embalagens metálicas.

■ Summary

The influence of damage to metal cans may result in an increase in the food/packaging interactions, resulting in food contamination by the metal present in the package. To simulate these reactions, three conditions of mechanical damage were introduced to metal cans of peaches in syrup in a controlled manner, to determine the evolution of the degree of internal oxidation of these cans as compared to undamaged cans, and to evaluate the possibility of exploiting the contents for consumption by the needy. The cans were classified according to the degree of damage and evaluated by a storage test for a period of 365 days under controlled temperature conditions, $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, with periodic evaluations of the visual internal appearance of the cans, the chromium, tin and iron concentrations in the product and the internal vacuum level of the can. During the storage period there was a reduction in internal vacuum, but the evaluations of the product showed there was no significant change in dissolution of the metals from the cans into the product, which remained in acceptable conditions, as also the appearance of the inner surface of the can. The study concluded that the damage to the cans of peaches in syrup did not lead to any major changes in product quality, regarding dissolution of the metals iron, tin and chromium.

Key words: Can; Tinplate; Metals; Corrosion; Damage to metal packages.

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

1 Introdução

Os tempos atuais trouxeram um grande desafio para governantes, empresários do ramo agroindustrial e profissionais de P, D & I: a segurança alimentar, ou seja, a garantia de que haverá disponibilidade de alimentos suficiente para suprir a necessidade da população. Trata-se de tema de alcance mundial, agravado pelas necessidades paralelas de utilização de itens alimentícios para outros fins, como a produção de combustíveis.

De acordo com pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), por meio do levantamento suplementar da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), no ano de 2009, 65,6 milhões de pessoas residentes em 17,7 milhões de domicílios brasileiros apresentavam alguma forma de restrição alimentar ou, pelo menos, preocupação com a possibilidade de passar por restrições em função da carência de recursos para a aquisição de alimentos.

As causas da fome no mundo são naturais (clima, seca, inundações etc) e humanas, ocorrendo por ineficácia e má administração dos recursos naturais, concentração de renda e destruição deliberada de colheitas, entre outros fatores (LOPES, 2007).

O desperdício é um fator relacionado e contraditório à solução da fome. No Brasil, onde há abundância de riquezas naturais, existe ainda uma verdadeira cultura do desperdício (BORGES, 2001). Aqui, os alimentos não aproveitados representam 1,4% do Produto Interno Bruto (PIB) (KLINGER, 2001; BANCO DE ALIMENTOS, s.d.). O desperdício ocorre desde o consumo doméstico e inclui indústrias, restaurantes, lojas de atacado e de varejo, dentre outros (KLINGER, 2001).

Apesar de o pêssego em calda não representar um item da cesta básica brasileira, a produção média nacional deste produto é de cerca de 80 milhões de latas, que corresponde a um consumo de 430 g de pêssego por habitante por ano. O Brasil importa pêssegos em calda de vários países, entre os quais Grécia, Espanha, Argentina, China e Chile. O volume total de importação de compotas no período de 2002 a 2007 foi de 35,17 mil toneladas (MADAIL e RASEIRA, 2008).

Nos últimos anos, surgiram programas de aproveitamento de alimentos para distribuição para a população carente por meio de Bancos de Alimentos, os quais objetivam separar e distribuir produtos doados de centros de distribuição de varejo e de supermercados, que ainda se encontram em condição de consumo, porém sem potencial de comercialização. Estes Bancos de Alimentos têm dificuldade no aproveitamento de produtos acondicionados em latas amassadas, em função do desconhecimento sobre o efeito da alteração física da embalagem na qualidade do produto nela acondicionado.

Em função da aparência robusta, as embalagens metálicas são submetidas a condições agressivas de abuso, como impactos no manuseio e transporte,

e empilhamento incorreto, resultando em quedas e amassamentos. Considerando-se o desperdício que o descarte indiscriminado de latas de alimentos amassadas representa, estudou-se o efeito de vários tipos de danificação no incremento da taxa de corrosão interna em latas de pêssego em calda, com o objetivo final de verificar a possibilidade de aproveitamento desse produto para o suprimento alimentar da população carente.

2 Material e métodos

Foi avaliada uma amostra de lata de três peças (corpo, tampa e fundo), eletrossoldada de folha de flandres, envernizada internamente, com dimensões de 99 mm de diâmetro e 119 mm de altura, contendo pêssego em calda de mesma marca comercial e mesmo lote de produção, com capacidade de 400 g (peso drenado), adquirida no varejo em Campinas-SP, na condição original, sem amassamento e após ser submetida a três condições de danificação, de forma a obter três intensidades de amassamento.

2.1 Introdução dos danos mecânicos

As posições e as intensidades dos danos mecânicos introduzidos nas embalagens avaliadas foram definidas com base em dados prévios sobre as condições de amassamento de latas arrecadadas pelos Bancos de Alimentos das cidades de Santo André e de Campinas, ambas do Estado de São Paulo. Estas embalagens demonstravam amassamentos geralmente presentes nos corpos ou nas regiões de fechamento (recravação) de fundo e/ou tampa das latas, variando na dimensão ou extensão da danificação; inicialmente, atribuiu-se subjetivamente uma classificação da intensidade de amassamento, como pequeno, médio e grande. Posteriormente, foi quantificada a dimensão do amassamento ou alteração porcentual da dimensão da lata, de forma a estabelecer uma escala quantitativa da classificação da intensidade de amassamento (CENTRO DE TECNOLOGIA DE EMBALAGEM, 2003). Com base neste conhecimento prévio, foram aplicadas três intensidades de danificações nas latas de pêssego em calda, de modo que representassem os amassamentos observados nas latas provenientes de doação de bancos de alimentos, sendo dois por impacto e um por queda livre.

Para a introdução dos amassamentos nas latas, utilizou-se um equipamento de impacto Pendulum Impact Tester da American Glass Researcher Inc., com extremidade de impacto correspondente a uma esfera de aço com diâmetro nominal de 25,4 mm (JAIME e DANTAS, 2009), e um equipamento para ensaio de queda livre construído pelo Centro de Tecnologia de Embalagem – CETEA do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, que consiste em duas plataformas

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

móveis com mecanismo de soltura eletropneumático, com variação e indicação milimétrica da altura de queda e base de impacto em chapa de aço. Os danos mecânicos foram introduzidos nas embalagens de acordo com os seguintes parâmetros:

- Um impacto no corpo (I) com energia de 2,4 J no centro da altura da lata, em posição oposta à costura lateral;
- Dois impactos no corpo (I₂), sendo o primeiro, o impacto I, e o segundo, aplicado com energia de 2,5 J a 180° do primeiro, na posição coincidente com a costura lateral;
- Um impacto resultante de queda livre da embalagem (Q), com altura de queda de 180 cm. As latas foram colocadas a 45° da superfície de apoio.

2.2 Dimensionamento dos amassamentos

Após a introdução dos danos mecânicos nas latas, a intensidade do amassamento foi determinada no ponto de danificação de maior deformação verificado em cada unidade de lata. As dimensões em posições de danificação foram comparadas com as dimensões da lata íntegra e os resultados, convertidos em porcentagem de redução da dimensão (D) resultante do amassamento. Baseada nas determinações conduzidas nas regiões de danificação, uma escala numérica foi estabelecida para cada tipo de danificação introduzido nas latas, conforme descrito na Tabela 1.

As danificações que apresentaram deformação plana, tanto no corpo como na região de fechamento das latas, foram dimensionadas utilizando-se um paquímetro digital marca Mitutoyo com menor divisão de 0,02 mm e maior dimensão de 300 mm. A intensidade do amassamento foi determinada em cinco unidades de latas em cada condição de amassamento.

Tabela 1. Escala numérica para atribuição dos graus de danificação das latas.

| Grau de danificação | Redução na dimensão no corpo (%) |
|---------------------|----------------------------------|
| G1 | ≤ 5 |
| G2 | 5 < D < 12 |
| G3 | ≥ 12 |

Tabela 2. Parâmetros de operação do ICP-OES.

| Comprimento de onda (nm) | | | Fluxo dos gases (L.min ⁻¹) | | | Introdução da amostra |
|--------------------------|---------|---------|--|----------|-------------|-------------------------------|
| Sn | Fe | Cr | Plasma | Auxiliar | Nebulizador | Vazão (mL.min ⁻¹) |
| 283,998 | 238,204 | 205,560 | 15 | 0,2 | 0,55 | 1,5 |
| Potência do plasma | | | Altura de observação | | | Vista |
| 1300 W | | | 15 mm | | | Axial |

Para a realização do estudo de estabilidade da embalagem de pêssego em calda em relação à corrosão interna, ao vácuo e à dissolução de metais, as latas submetidas aos três tipos de danos mecânicos e as latas do mesmo lote em condição normal, identificadas como SI (sem impacto), foram estocadas a 35 °C ± 2 °C pelo período de 365 dias, sendo avaliadas inicialmente e após 45, 180 e 365 dias de estocagem em relação à avaliação visual interna das latas, ao vácuo e à dissolução metálica (ferro, estanho e cromo) no produto.

2.3 Avaliação visual interna

As latas foram avaliadas visualmente e classificadas quanto à aparência e à intensidade de corrosão interna, nas posições do corpo, da tampa, do fundo e na região de soldagem, atribuindo-se um grau de corrosão nas diferentes regiões das latas pela comparação com a escala G (de nove pontos) da norma ASTM D610-08 (ASTM, 2008), que varia do grau de oxidação 9-G (0,03% da área afetada) a 1-G (50% da área afetada).

2.4 Vácuo

A pressão interna no interior da embalagem foi determinada utilizando-se mano-vacuômetro marca Ashcroft, com capacidade de 30 pol Hg (1,02 × 10⁻² MPa) e resolução de 1 pol Hg (3,4 × 10⁻⁴ MPa) para vácuo e capacidade de 15 psi (0,103 MPa), com resolução de 0,50 psi (3,45 × 10⁻³ MPa) para pressão positiva, após o condicionamento das latas a 23 °C por, no mínimo, 8 horas (LIN et al., 2001; DANTAS et al., 1996). Foram realizadas cinco determinações para cada condição de impacto.

2.5 Quantificação de ferro, estanho e cromo no produto

As concentrações de ferro, estanho e cromo foram determinadas no produto, após homogeneização da fruta com o xarope, pelo método de digestão por via úmida em sistema aberto, com utilização de ácido clorídrico concentrado e aquecimento em chapa elétrica (LÓPEZ et al., 2000). Após o tratamento, os teores dos metais foram quantificados em espectrômetro de emissão atômica induzida por plasma com detector óptico (ICP-OES), marca Perkin Elmer, modelo OPTIMA 2000DV, cujos parâmetros de operação estão apresentados na Tabela 2, empregando-se curvas de calibração apropriadas para as análises. As determinações foram conduzidas em

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

triplicata em cinco unidades de lata de cada tipo de dano, assim como em latas sem amassamento.

Os resultados obtidos nas avaliações periódicas de metais do pêssego em calda foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a um critério de classificação e comparação das médias pelo teste da mínima diferença significativa, utilizando-se o programa *Statística* versão 5.0.

3 Resultados e discussão

3.1 Dimensionamento dos amassamentos

A Tabela 3 apresenta os resultados da determinação da intensidade de deformação decorrente das três condições de amassamento introduzidas nas embalagens.

As danificações introduzidas nas latas apresentaram maior redução da dimensão na condição I_2 , a qual equivale ao Grau de danificação 3, seguida pelas condições I e Q, que equivalem ao Grau 2 de danificação. Apesar de a condição Q apresentar menor redução da dimensão, esta posição de danificação é considerada crítica, uma vez que pode levar à perda da integridade do fechamento da embalagem. Visualmente, não foi observada exposição do material metálico em decorrência dos amassamentos.

A Figura 1 apresenta fotografias das latas de pêssego em calda após os impactos I (a), I_2 (b) e queda

Q (c), ilustrando as intensidades de amassamento provocadas na embalagem.

O *Bulletin Guidelines for evaluation and disposition of damaged food containers: cans and glass* da *Food Products Association* (FPA, 1999) apresenta diretrizes de avaliação de recipientes metálicos danificados e classifica os danos mecânicos sofridos pelas embalagens metálicas como defeitos i) crítico; ii) maior, ou iii) menor. Estabelece que os produtos de latas com defeitos críticos não devem ser consumidos, devendo ser descartados. Latas com defeitos maiores são seguras para serem vendidas em áreas segregadas de uma loja ou por meio de outros canais de distribuição, e as latas com defeitos menores não apresentam restrição para consumo.

Nos defeitos críticos, estão compreendidos os amassamentos na região da recravação e do corpo na forma de vinco profundo, os quais impedem a abertura da lata com abridores manuais e levam à sua perda de estabilidade, ou seja, a lata não permanece estável na posição vertical ou ao ser empilhada. Como defeitos maiores, estão incluídos os amassamentos planos ou na forma de vinco da recravação, porém que estejam em posições não coincidentes com a eletrossolda, que não apresentem fratura ou rompimento da eletrossolda, ou ainda empenamento da tampa ou do fundo, e os amassamentos no corpo da lata na forma de vinco não profundo, no qual a lata não perde a estabilidade quando na sua posição vertical. Os defeitos menores compreendem pequenos amassamentos planos ou na forma de vincos na recravação ou no corpo da lata, os quais não alteram significativamente o seu contorno (FPA, 1999).

De acordo com a classificação da *Food Products Association* (FPA, 1999), os amassamentos introduzidos na lata de pêssego em calda, ilustrados na Figura 1, seriam classificados como defeito menor para as latas

Tabela 3. Redução da dimensão das latas de pêssego em calda resultante da condição de amassamento introduzido.

| Parâmetro | Redução da Dimensão (%) | | |
|---------------|-------------------------|-------|------|
| | I | I_2 | Q |
| Média | 10,8 | 17,8 | 5,4 |
| Desvio padrão | 0,64 | 1,80 | 0,22 |
| Mínimo | 10,1 | 15,0 | 5,1 |
| Máximo | 12,1 | 19,7 | 5,9 |



Figura 1. Fotografias das latas de pêssego em calda após impactos I (a), I_2 (b) e Q (c).

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

que sofreram impacto simples (I), defeito maior para as latas com impacto duplo (I_2) e defeito crítico para as latas que sofreram queda (Q).

A restrição estabelecida pela *Food Products Association* (FPA, 1999) ao consumo dos produtos provenientes de latas com defeitos críticos deve-se à possibilidade de perda da integridade do fechamento da embalagem. Essa situação não ocorreu com as latas utilizadas nesse estudo, como será demonstrado pelos resultados apresentados na avaliação de vácuo.

3.2 Avaliação visual interna

As principais alterações observadas na avaliação visual interna nas latas de pêssego em calda ao longo dos 365 dias de estocagem, em relação às médias dos graus atribuídos para cada região das latas (tampa, corpo, fundo e solda), são apresentadas na Figura 2.

A avaliação visual das tampas e fundos das condições I e I_2 , que correspondem a regiões não coincidentes com os danos mecânicos, assim como da lata SI, indicou alterações das superfícies intrínsecas às interações produto/embalagem, normais dos produtos enlatados. Aos 365 dias de estocagem, as latas avaliadas apresentaram classificação entre Grau 8 e Grau 9 nas tampas, e entre Grau 7 e Grau 9 nos fundos. Na condição SI, as principais alterações foram verificadas no corpo

e na solda das latas, tendo finalizado, aos 365 dias de estocagem, com variação na classificação para a lata como um todo, entre Grau 5 e Grau 9, sendo que a menor classificação foi atribuída à região da solda elétrica, cuja média correspondeu ao Grau 6.

Alterações similares foram observadas nas condições I e Q, as quais, aos 365 dias de estocagem, apresentaram variações de Grau 5 a Grau 9, e de Grau 6 a Grau 9, respectivamente; ou seja, a lata Q apresentou alterações no final da estocagem inferiores às observadas nas latas SI e equivalente às das latas I.

Na condição I_2 , observou-se alteração um pouco maior em relação às demais latas, variando na região mais afetada (solda) entre Grau 4 e Grau 8, sendo que esta região atingiu, aos 365 dias, a classificação média Grau 5. Todas as latas apresentaram condições aceitáveis após os 365 dias de estocagem, ou seja, alteração na avaliação global da embalagem correspondendo, no máximo, ao grau G-3 (16% da área afetada).

A Figura 3 apresenta o aspecto visual interno das latas ao término dos 365 dias de estocagem a 35 °C.

3.3 Vácuo

O vácuo inicial é influenciado pelas condições de enchimento do produto e de exaustão de cada lata, e sua alteração durante a estocagem deve-se às reações

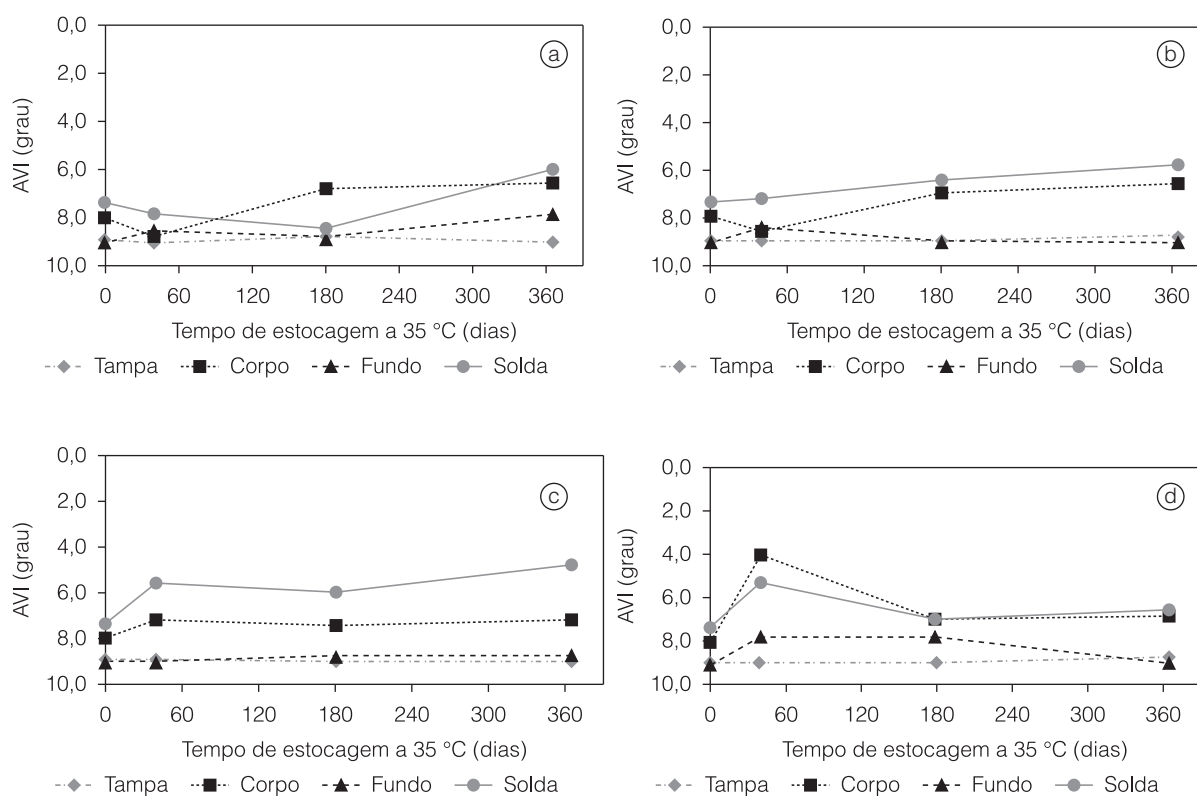


Figura 2. Avaliação visual interna das latas de pêssego em calda com diferentes condições de impacto durante a estocagem por 365 dias a 35 °C, expressa pela classificação média de alteração da superfície: (a) SI, (b) I, (c) I_2 , (d) Q.

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêsego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

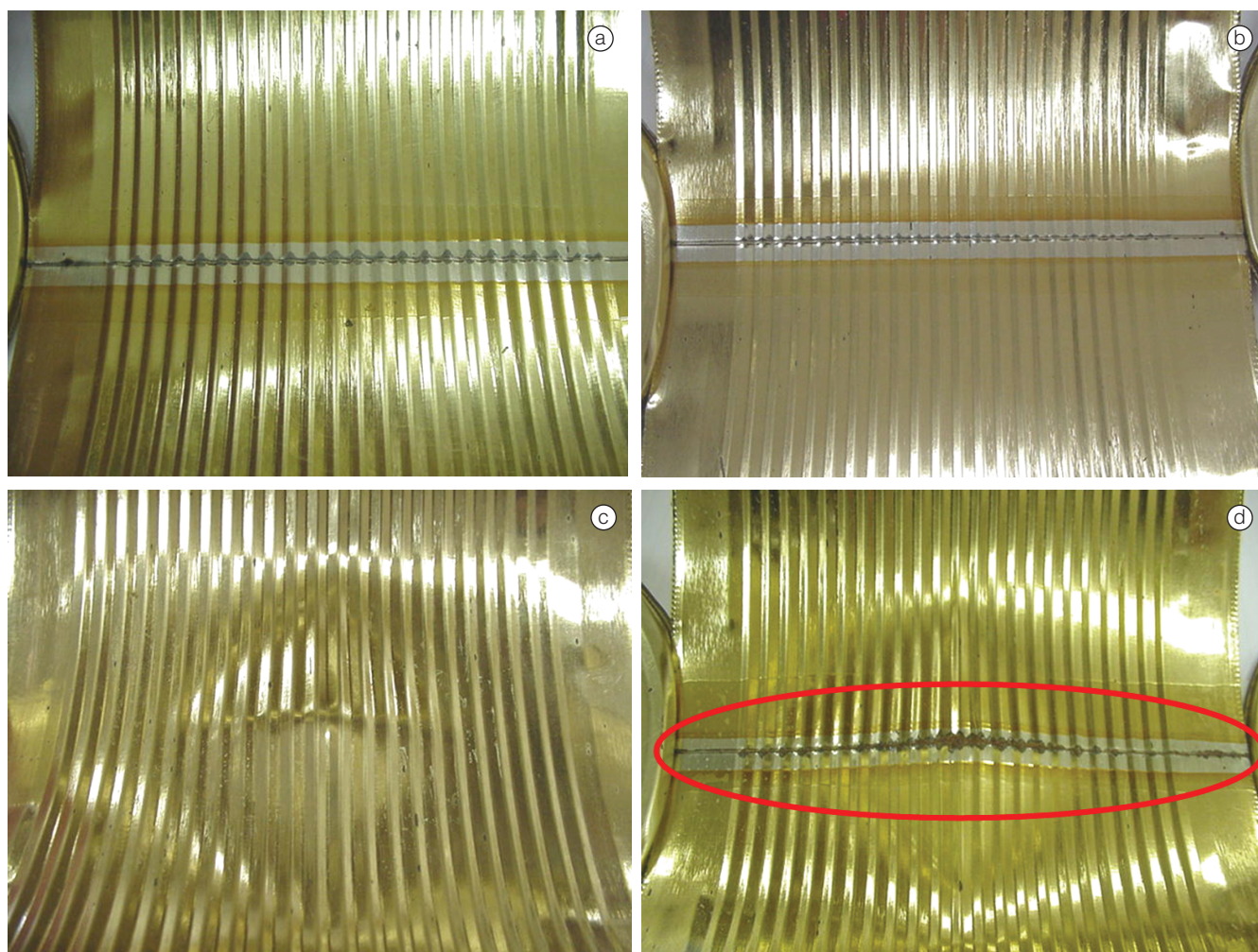


Figura 3. Aspecto visual interno das latas aos 365 dias de estocagem a 35 °C: (a) SI, (b) Q, (c) I e (d) I₂. A Figura (d) exemplifica a região da solda com corrosão Grau 4.

de oxidação dos pigmentos, ao crescimento microbiano e ao desenvolvimento de corrosão com liberação de hidrogênio (DANTAS, 1999). Porém, deve-se salientar que o acompanhamento da condição de pressão interna nas latas não fornece um parâmetro definitivo na avaliação da alteração da qualidade do produto no caso das latas submetidas às danificações, uma vez que a introdução de amassamentos provoca a redução do volume interno da embalagem e, conseqüentemente, a redução do valor de vácuo ou mesmo resulta em pressão interna positiva.

A Figura 4 apresenta a evolução do vácuo para as latas de pêsego em calda, ao longo do período de estocagem de 365 dias a 35 °C. O vácuo inicial das latas (sem danificação) apresentou média de 6,5 pol Hg, valor compatível ao encontrado por Vendruscolo e Treptow (2000), que, durante a avaliação de quatro marcas comerciais nacionais de pêsegos em calda, observaram que três marcas apresentaram vácuo médio de 7,0 pol Hg e apenas uma marca apresentou valor de 3,0 pol Hg. As latas SI apresentaram, ao término do período de 365

dias de estocagem a 35 °C, valores médios de vácuo da ordem de 4,7 pol Hg, indicando redução de 28% em relação ao zero dia.

O vácuo das latas (I, I₂ e Q) foi determinado na época inicial (zero dia), anteriormente à introdução dos diferentes tipos de danificação nas latas. Na medida em que o vácuo das latas imediatamente após a introdução das danificações não é conhecido e como a perda de vácuo deve-se, em parte, às deformações introduzidas nas latas, não foi possível estimar a influência das reações de interação na sua alteração, assim como comparar os resultados de vácuo da lata SI com as demais latas para as diferentes épocas de estocagem.

As latas I e Q apresentaram valores médios de vácuo similares aos 45 dias e aos 365 dias de estocagem, correspondendo a 3,4 pol Hg (I) e 3,8 pol Hg (Q). Apesar da relativa estabilidade dos valores médios de vácuo ao longo do tempo, a partir dos 45 dias, observaram-se variações entre as unidades avaliadas e, quando considerados os valores individuais máximos medidos,

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

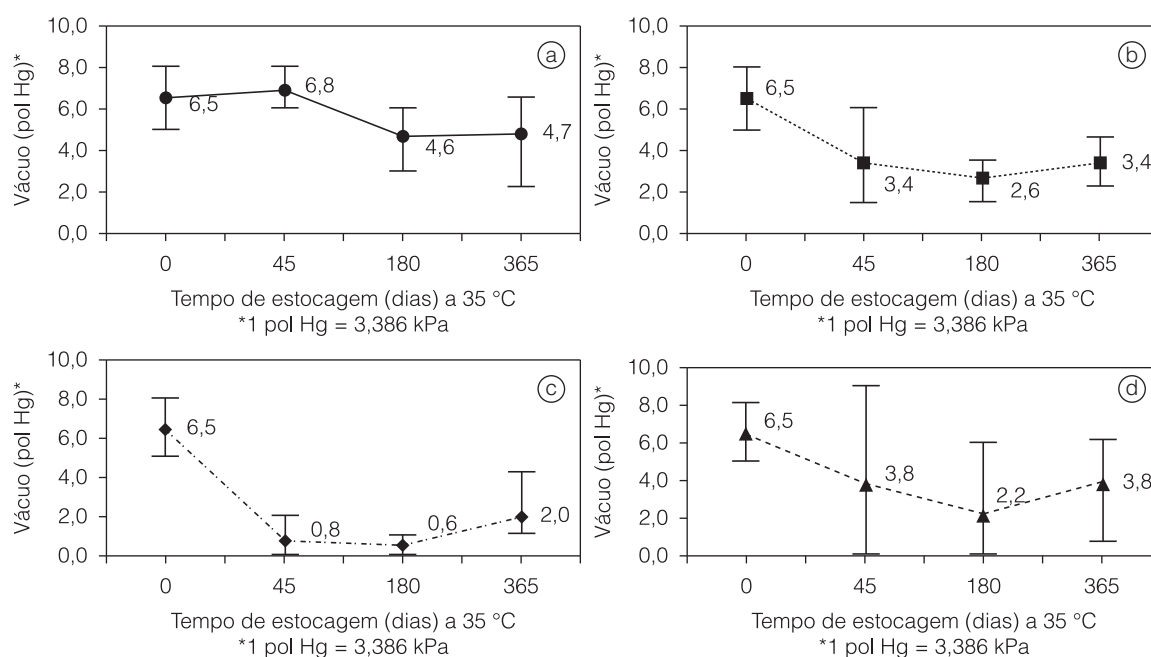


Figura 4. Vácuo nas latas de pêssego em calda ao longo de 365 dias de estocagem a 35 °C nas diferentes condições de impacto: (a) SI, (b) I, (c) I₂, (d) Q.

verificou-se a diminuição no vácuo de ambos os tipos de latas aos 365 dias de estocagem em relação aos 45 dias de estocagem, os quais corresponderam a reduções de 23% para a condição I e de 32% para a condição Q, compatíveis com a perda de vácuo observada na lata SI entre o zero e os 365 dias (28%). A lata I₂ apresentou aumento no valor médio de vácuo aos 365 dias de estocagem em relação aos 45 dias de estocagem, devido à variação entre as unidades amostradas.

Dantas et al. (2008), durante estudo de estabilidade de pêssego em calda acondicionado em latas de três peças eletrossoldadas em folha de flandres, com dimensões de 99 mm de diâmetro e 119 mm de altura, capacidade de 470 g (peso drenado) e com envernizamento interno em epóxi fenólico, condicionadas nas temperaturas de 23 °C, 30 °C e 35 °C, observaram, aos 365 dias de estocagem, perdas no vácuo interno das latas de 25%, 11% e 40%, respectivamente. Apesar de as latas estudadas por Dantas et al. (2008) apresentarem uma condição inicial de vácuo superior (10,3 pol Hg) à observada neste estudo (6,5 pol Hg), verifica-se que, em termos relativos, para o mesmo período (365 dias) e temperatura de estudo (35 °C), a perda de vácuo observada na lata SI foi inferior à observada por Dantas et al. (2008), e as latas com danificações menos severas (I e Q) apresentaram resultados de vácuo no final do período de estocagem compatíveis com os correspondentes à temperatura de 35 °C observados por aqueles autores.

3.4 Concentração de ferro, estanho e cromo

A Figura 5 ilustra a evolução da concentração de ferro e estanho no pêssego em calda com o tempo de estocagem. A concentração de cromo permaneceu abaixo do limite de detecção do método nas condições analíticas utilizadas, que correspondeu a 0,03 mg.kg⁻¹, durante todo o estudo.

As concentrações médias de estanho apresentaram-se muito similares nas latas de condições SI, I e I₂, correspondendo a um aumento de 2,7; 2,1 e 1,7 vezes, respectivamente, aos 365 dias de estocagem em relação à concentração da amostra ao zero dia. Apenas na condição Q, observou-se maior aumento na concentração de estanho, com teor médio final 5,0 vezes superior ao da lata ao zero dia. Verificaram-se diferenças estatísticas significativas (ANOVA, $p < 0,05$) nas concentrações de estanho entre as épocas de 180 dias e 365 dias de estocagem, nas diferentes condições de amassamento analisadas.

Já a concentração de ferro mostrou-se progressivamente maior nas condições de impacto I₂ e Q, correspondendo a um aumento de 12,7 vezes e 20,5 vezes, respectivamente, ao longo da estocagem. A condição de impacto I apresentou, ao término do estudo, um aumento na concentração de ferro de 6,2 vezes, mantendo-se inferior ao observado para a lata SI, que correspondeu a um aumento de 8,5 vezes ao longo da estocagem, em relação ao zero dia. Aos 365 dias, as latas submetidas às condições I₂ e Q apresentavam, respectivamente, concentração de ferro 49% e 141%

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

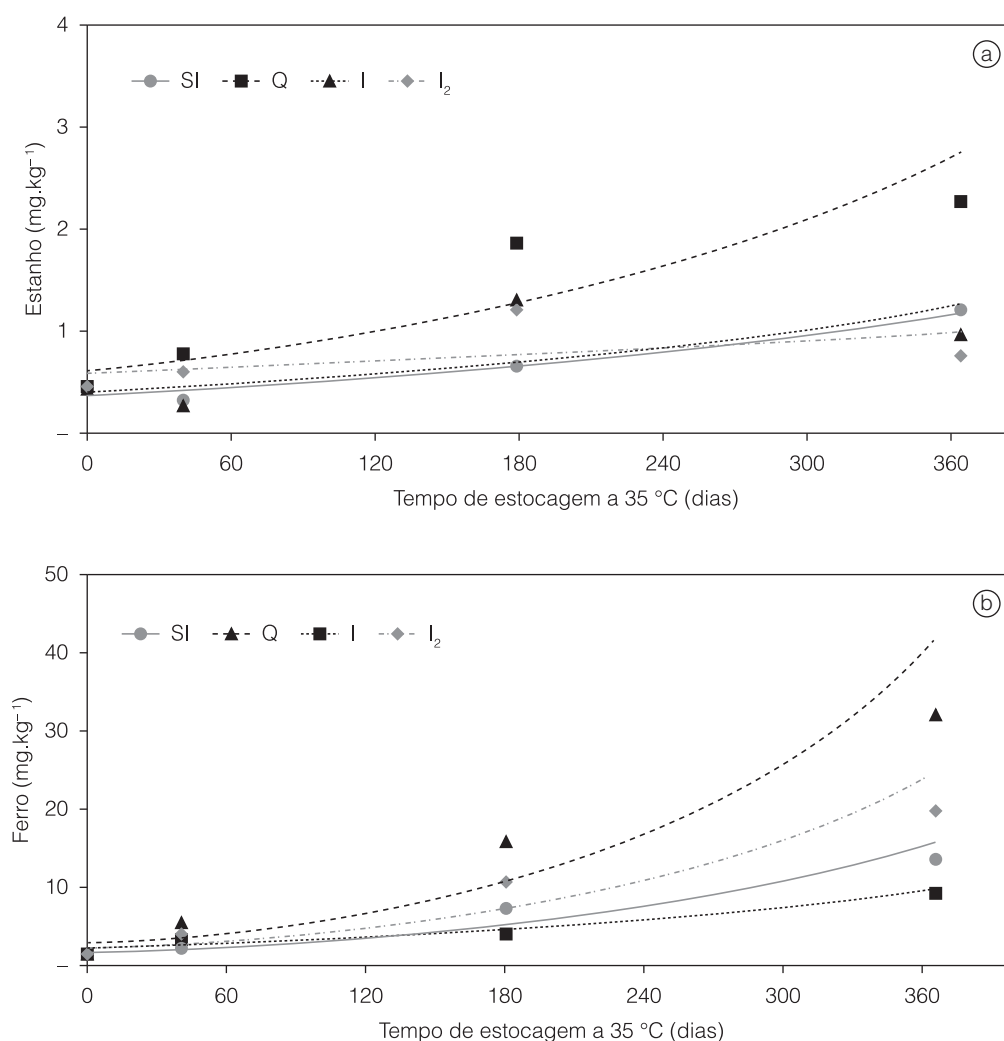


Figura 5. Concentração de metais no pêssego em calda nas latas com diferentes impactos na estocagem a 35 °C por 365 dias: (a) estanho e (b) ferro.

superiores à da lata sem impacto. A avaliação dos resultados indicou diferenças estatísticas significativas (ANOVA, $p < 0,05$) a partir da época de 45 dias para as condições SI, Q e I₂, e para a condição I, entre as épocas de 180 dias e 365 dias de estocagem.

As maiores concentrações médias de estanho e ferro migradas da embalagem para o pêssego em calda ocorreram na condição Q, aos 365 dias de estocagem, e corresponderam a 2,25 mg.kg⁻¹ e 32,13 mg.kg⁻¹, respectivamente. Estes resultados foram cerca de um terço para o estanho e três vezes superior para o ferro, em relação às concentrações determinadas por Dantas et al. (2008), na avaliação de pêssego em calda acondicionado em latas eletrossoldadas de folhas de flandres, com revestimento de estanho nominal na face interna de 5,6 g.m⁻² e envernizamento interno em epóxi fenólico, tendo esses autores observado concentrações médias de 6,50 mg.kg⁻¹ para estanho e de 11,00 mg.kg⁻¹

para ferro, após 365 dias de estocagem à temperatura de 35 °C.

O aumento da concentração dos metais, observado principalmente nas condições de amassamento Q e I₂, está relacionado ao desenvolvimento de corrosão interna, associada aos danos causados nas latas e a consequente danificação do verniz interno (DANTAS, 1999).

Entretanto, considerando-se o aspecto legal, os teores de estanho e cromo permaneceram abaixo do limite máximo estabelecido pela Legislação Brasileira, aos 365 dias de estocagem a 35 °C (250 mg.kg⁻¹ e 0,01 mg.kg⁻¹, respectivamente) (BRASIL, 1965, 1998), enquanto a dissolução do ferro, embora tenha ocorrido nas diferentes condições, não resultou em estufamento da lata ou outra alteração importante.

4 Conclusões

O estudo permitiu concluir que o pêssego em calda acondicionado em latas com diferentes intensidades

Estudo da influência de danificações mecânicas provocadas em latas de pêssego em calda no desenvolvimento de corrosão interna

DANTAS, S. T. et al.

de amassamento pelo período de 365 dias a 35 °C não apresentou alterações de qualidade importantes do ponto de vista da interação lata/produto, para os parâmetros de dissolução dos metais ferro, estanho e cromo. Dessa forma, existe a possibilidade de aproveitamento de latas de pêssego em calda em condições equivalentes de amassamento para a distribuição para a população carente por meio da atividade de Bancos de Alimentos e ONG's, ressaltando-se que a distribuição e o consumo ocorram dentro do prazo de um ano.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP, pelo suporte financeiro.

Referências

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM INTERNATIONAL. **D 610-08: Standard Practice for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces**. Philadelphia: ASTM, 2008. 6 p.
- BANCO DE ALIMENTOS. **O desperdício de alimentos no Brasil**. São Paulo: Banco de Alimentos, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.bancodealimentos.org.br/o-desperdicio-de-alimentos-no-brasil/>>. Acesso em: 29 abr. 2012.
- BORGES, C. Pesquisa de embalagem traz informações importantes. **Pack**, São Paulo, 4, n. 46, p. 34-35, jun. 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abr. 1965. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685 de 27 de agosto de 1998. Aprova o regulamento técnico sobre princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 set. 1998. 4 p.
- CENTRO DE TECNOLOGIA DE EMBALAGEM. **Relatório final - Projeto Políticas Públicas**. Campinas: ITAL/CETEA, 2003. Parte 1. Latas amassadas: dimensionamento do índice de rejeição e avaliação da possibilidade de consumo em programas de suprimento de alimentos para populações carentes. 61 p.
- DANTAS, S. T. Avaliação do processo de interação e estudos de estabilidade. In: DANTAS, S. T.; GATTI, J. A. B.; SARON, E. S. **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 da Qualidade de Embalagens Metálicas: Aço e Alumínio**. Campinas: ITAL/CETEA, 1996. 317 p.
- DANTAS, S. T.; FARIA, J. A. F.; SARON, E. S.; GATTI, J. 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, jul./set., 2008.
- FOOD PRODUCTS ASSOCIATION - FPA. **Guidelines for Evaluation and Disposition of Damaged Food Containers: Cans and Glass**. 4th. ed. Washington: FPA, 1999. 76 p. (Bulletin, n. 38-L).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PNAD - Segurança Alimentar 2004 2009**. Insegurança alimentar diminui, mas ainda atinge 30,2% dos domicílios brasileiros. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=1763>. Acesso em: 30 abr. 2012.
- JAIME, S. B. M.; DANTAS, F. B. H. **Embalagens de Vidro para Alimentos e Bebidas: Propriedades e Requisitos de Qualidade**. Campinas: CETEA/ITAL, 2009. 223 p.
- KLINGER, K. Brasil é o rei do desperdício de comida. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 30 ago. 2001. Equilíbrio, p. 8 -10.
- LIN, R. C.; KING, P. H.; JOHNSTON, M. R. J. Bacteriological analytical manual. In: U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Examination of Glass Containers for Integrity**. Silver Spring: Center for Food Safety & Applied Nutrition/FDA, Jan. 2001. chapt. 22B. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm072694.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2012.
- LOPES, F. **A insegurança Alimentar no Brasil e no Mundo**. Asa Brasil, 02 jul. 2007. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/Includes/VersaoImpressao.asp?COD_MENU=1233>. Acesso em: 30 abr. 2012.
- LÓPEZ, F. F.; CABRERA, C.; LORENZO, M. L.; LÓPEZ, M. C. Aluminum content in foods and beverages consumed in the Spanish diet. **Journal of Food Science**, Oxford, v. 65, n. 2, p. 206-210, 2000. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15980.x>
- MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. C. B. **Aspecto da Produção e Mercado do Pêssego no Brasil**. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2008. 14 p. (Circular Técnica / Embrapa Clima Temperado, n. 80).
- VENDRUSCOLO, J. L.; TREPTOW, R. O. Avaliação comparativa de pêssego em calda de origem nacional e grega. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p.126-130, maio/ago. 2000.