

RELAÇÃO ENTRE POROSIDADE E CORROSÃO PELO MÉTODO BOTTOM SEAM POROSITY (BSP)

Daniela Mary Yamashita

Um dos problemas de grande relevância em uma embalagem metálica é a corrosão interna do material metálico, seja ele fabricado com folha de flandres, folha cromada ou alumínio. O fenômeno da corrosão é um processo eletroquímico que envolve a oxidação do material por interação com um ambiente que pode ser reduzido. Em se tratando do interior de uma lata, o metal exposto ao produto acondicionado é oxidado, perdendo elétrons que migram para a solução, reduzindo-a.

As características do alimento acondicionado podem interferir no processo de corrosão, inibindo ou intensificando o fenômeno no interior da embalagem. Os alimentos e bebidas são sistemas bioquímicos complexos pela presença de ácidos, oxigênio e pigmentos e seu pH e propriedades de tamponamento, assim como a presença de ingredientes como sal, açúcar, condimentos e fosfatos, podem interferir na qualidade e estabilidade do produto tanto durante o seu processamento, como durante o período de estocagem até o consumo. Alimentos que possuem baixos valores de pH e presença de substâncias como oxigênio, nitrato, compostos de enxofre, trietilaminas e antocianinas poderão acelerar o processo de corrosão da lata (DANTAS, 1999).

Os alimentos podem ser classificados de diversas formas, como com relação à sua perecibilidade, ao pH e acidez e quanto à agressividade. Com relação à interação lata-alimento, a classificação dos alimentos quanto à sua agressividade é a mais adequada para elucidar melhor a questão. O conhecimento da agressividade do alimento é um importante fator para definição do material de fabricação da lata, assim como qual proteção será necessária para evitar interações entre o meio interno e o material metálico.

A acidez é o fator de grande importância para a agressividade do alimento à embalagem metálica. Seu efeito não depende somente do pH do meio, mas também do tipo de ácido presente. Dois alimentos distintos que possuem o mesmo valor de pH podem não ser igualmente corrosivos uma vez que o que irá ditar a agressividade deles será a natureza do ácido orgânico presente (DANTAS, 1999).

Considerando a complexidade dos produtos naturais e a possível existência de uma mistura de diferentes ácidos orgânicos e em concentrações variadas, a influência dos ácidos na questão da agressividade à lata pode variar muito. Alguns exemplos de alimentos corrosivos, com diferentes graus de agressividade, podem ser citados: sucos de frutas como maçã e uva, frutas em conserva como pêssego e frutas cítricas, bebidas, bebidas carbonatadas e atomatados.

Pode-se considerar como alimentos não agressivos os produtos desidratados como o leite em pó e achocolatados, por exemplo, e os óleos e gorduras pois eles não interagem com a embalagem metálica.

A corrosão nos diferentes materiais metálicos utilizados para produção de latas para acondicionamento de alimentos e bebidas acontece de forma distinta, devido aos metais presentes em cada uma delas. No caso das folhas de flandres, diversas interações podem ocorrer entre o produto acondicionado e os diferentes materiais constituintes da folha e ainda dos metais presentes na solda da costura lateral, podendo ocorrer a formação de diferentes pilhas galvânicas, atuando o alimento ou a bebida como o eletrólito da reação de corrosão. Em folhas cromadas o cromo metálico atua como barreira à corrosão e a camada de óxidos de cromo impede a oxidação do cromo metálico e recobre suas descontinuidades. Ainda assim recomenda-se que esse material seja usado com a presença do revestimento orgânico, pois é sabido que ele não possui resistência à corrosão quando em contato com alimentos ácidos e, mesmo protegido por uma película de verniz, não se recomenda que esse tipo de folha seja usada para acondicionar alimentos com essa característica. Em se tratando de folhas de alumínio, o metal possui naturalmente a capacidade de se proteger contra a corrosão pois em sua superfície é formada uma camada de óxidos de alumínio quando em contato com o oxigênio do ar. Essa camada protetora é dissolvida quando entra em contato com meios alcalinos ou fortemente ácidos, fazendo com que ocorra a corrosão do alumínio com alta evolução de hidrogênio, causando o estufamento da lata. A produção de hidrogênio provocada pela corrosão do alumínio é muito maior quando comparada com a corrosão da folha de flandres (DANTAS, 1999).

A presença do verniz nas latas protege ainda mais a superfície metálica, mas sua capacidade de proteger o metal está diretamente relacionada à espessura da camada seca de verniz, à qualidade do envernizamento, ao tipo de verniz utilizado, às características do produto acondicionado e à camada de passivação. Normalmente a localização dos pontos de corrosão correspondem às áreas de falhas no verniz.

Existe também a corrosão chamada subpelicular, na qual ocorre o desestanhamento através da área de contato metal/eletrólito. Como essa área de contato é pequena, o processo é lento, mas não deixa de ser danoso à aparência da superfície interna da lata. A película de verniz permanece intacta mas perde a aderência e há o aparecimento de coloração escura nestas regiões, a qual corresponde à exposição da camada de liga FeSn_2 , mais passiva que o estanho e o ferro, impedindo a continuação do processo de corrosão (DANTAS, 1999).

Outro tipo de corrosão encontrado é a corrosão por pite. Nesse fenômeno a corrosão desenvolve-se até o aço base conduzindo, em casos extremos, à perfuração da lata. Ocorre na ausência de substâncias complexantes do estanho ou pela presença de complexantes estáveis do ferro, onde mantém-se a ordem teórica dos potenciais do par Sn/Fe , atuando o ferro como anodo da reação (DANTAS, 1999).

A porosidade existente em vernizes aplicados nas embalagens implica na exposição do metal ao produto acondicionado, formando assim um ambiente propício para ocorrerem interações entre o substrato metálico e o alimento ou bebida envasados, favorecendo a ocorrência dos fenômenos de corrosão.

O aparecimento das zonas onde não existe continuidade no verniz pode ter causa natural, como a eliminação de solvente através da espessura de verniz, formando canais microscópicos, espessura insuficiente da camada de verniz, baixa molhabilidade do verniz líquido na superfície metálica e qualidade do processo de envernizamento. Podem também ser secundárias, nas quais as falhas no verniz são causadas por danos ou defeitos na fabricação e manuseio da embalagem. A ocorrência da porosidade no verniz na lata também é regida pelas características do alimento acondicionado. Determinados alimentos podem exigir maior ou menor proteção, como citado anteriormente (DANTAS, 1996).

Os métodos mais utilizados para avaliação da porosidade de vernizes em embalagens metálicas são os métodos químicos, os quais permitem a visualização direta das áreas metálicas expostas resultando em uma estimativa suficientemente precisa para as necessidades industriais. O reagente usualmente utilizado nos métodos químicos é o sulfato de cobre em meio ácido. Outras técnicas muito utilizadas são as chamadas eletroquímicas, as quais oferecem resultados quantitativos da porosidade das latas. Os resultados são expressos em corrente, podendo ser relacionados às áreas metálicas expostas, sendo úteis nos testes de avaliação produto-embalagem (DANTAS, 1996).

A experiência mostrou que as regiões próximas ao fundo e à tampa são mais solicitadas mecanicamente no processo de fabricação da lata, principalmente na formação das recravações, tornando-as possivelmente mais críticas quanto ao aparecimento de poros no verniz. Devido a esse fato, foi desenvolvido um método de avaliação da exposição do material metálico pelo revestimento orgânico interno da embalagem metálica, chamado de método Bottom Seam Porosity – BSP (HOLLAENDER, 1991), levando-se em consideração somente a área da lata próxima à recravação do fundo/tampa e do fundo/tampa. Nesse trabalho o autor observou uma boa correlação entre teor de ferro encontrado no produto e a porosidade medida. Dessa forma, ficou estabelecido um parâmetro específico para caracterizar a resistência da lata a interações da embalagem com o alimento/bebida contido.

A porosidade dos fundos e tampas é avaliada por método coulométrico, utilizando-se um sistema de potenciostato/galvanostato. O método consiste na aplicação de um potencial através de um eletrodo de calomelano, utilizado como referência, um contra eletrodo de grafite e, como eletrodo de trabalho, a própria lata. Os eletrodos são mergulhados em uma solução de 1,5% de cloreto de sódio e 1% de ácido acético, cobrindo a área da recravação do fundo ou das tampas até atingir 10 mm de altura. O potencial aplicado deve ser ajustado para – 200 mV contra o eletrodo de referência durante 120 segundos. O cálculo da área exposta é realizado aplicando-se um valor de densidade de corrente equivalente a 28,5 mA/cm², de acordo com a equação a seguir, devendo-se incluir também o valor de corrente obtido ao tempo final de 120 segundos. Desta forma, o resultado é expresso em área de metal exposto. O método recomenda que o desvio padrão relativo (coeficiente de variação) deve estar na faixa entre 30-60% e que sejam testadas 20 latas por amostra.

$$\text{Porosidade BSP (mm}^2\text{)} = \frac{\text{leitura de corrente (mA)}}{0,285 \text{ mA/mm}^2}$$

A Tabela 1 apresenta os valores de porosidade obtidos no trabalho realizado por HOLLAENDER (1991) e as faixas de valores típicos obtidos através do método BSP para latas de diferentes diâmetros. Os chamados valores típicos representam um padrão da tecnologia de fabricação de latas.

TABELA 1. Faixas de porosidade obtidas no trabalho de HOLLAENDER (1991) e os valores típicos das latas de diâmetro 73, 83 e 99 mm.

Diâmetro da lata, em mm	Porosidade BSP, em mm ²	
	Faixa total obtida	Valores típicos
73	0,09 – 7,3	0,1 – 1,2
83	0,07 – 17	0,1 – 2,4
99	0,04 – 9,0	0,1 – 3,2

Estão sendo levantados pelo laboratório de embalagens metálicas do CETEA dados de porosidade pelo método BSP em latas encontradas no mercado brasileiro, a fim de se avaliar a resistência dos materiais utilizados hoje pela indústria no acondicionamento de alimentos com diferentes características. Os resultados serão divulgados no futuro próximo.

REFERÊNCIAS

- 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.; ANJOS, V. D. A. ; GATTI, J.A.B.; SEGANTINI, E. **Embalagens metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas.** Campinas: ITAL/CETEA, 1999. 232 p.
- HOLLAENDER, J. Assessment of can quality concerning interactions with canned food. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CANNED FOODS, 10.. 1991. Paris. **Proceedings...** Paris: Comite International Permanent de la Conserve, 1991.