

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EMBALAGENS METÁLICAS EM RELAÇÃO À CORROSÃO EXTERNA QUANDO SUBMETIDAS À AÇÃO DO AMBIENTE SULFUROSO

*Aliandra D. Barbutti
Jozeti Barbutti Gatti
Daniela Mary Yamashita*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de embalagens produzidas em folha de flandres e folha cromada, revestidas externamente com material orgânico, quanto à resistência à corrosão externa quando expostas em condição simulante de um ambiente industrial, que pode ser executado de acordo com simulação feita em laboratório e em câmara específica. Após condicionamento por 24 horas nestes ambientes, as embalagens foram avaliadas visualmente para classificação da intensidade de corrosão, de acordo com escalas disponíveis na literatura ou em normas técnicas. De forma geral, foi possível observar que nos dois ambientes, a corrosão ocorreu em maior intensidade nas regiões onde o material sofreu esforço mecânico mais intenso durante a formação da lata, como a região de recravação do fundo, no caso das latas de três peças e o flange das latas de duas peças para atum e onde há exposição metálica inerente ao processo de fabricação como a região de soldagem das latas de três peças e o semicorte do corpo da lata tronco piramidal. Além dessas regiões, também foi observada corrosão em regiões planas da superfície do corpo, principalmente no ensaio simulado em laboratório, sendo este considerado mais agressivo às embalagens do que o obtido em câmara específica.

De forma geral, as latas de três peças em folha de flandres apresentaram maior incidência de corrosão quando comparadas às latas de duas peças em folha cromada nos dois ambientes estudados.

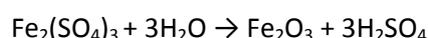
Introdução

A corrosão atmosférica é responsável por modificar os materiais metálicos de modo a comprometer o desempenho, a durabilidade, a atratividade ao consumidor e a sua função. As atmosferas variam com relação à umidade e aos contaminantes presentes. Com isso a velocidade de corrosão varia dependendo do ambiente a que a embalagem está submetida.

Os tipos de atmosfera mais significativos no que diz respeito à agressividade ao material metálico são: industrial, marinho e com alta umidade relativa.

O ambiente industrial apresenta, em geral, grandes quantidades de óxidos de carbono (CO e CO₂), de enxofre (SO₂ e SO₃) e menores quantidades de H₂S, NH₃ e NO₂, sendo o mais importante o SO₂ (DANTAS et al., 1996).

Materiais metálicos contendo ferro em sua composição, como as folhas de flandres e as folhas cromadas, são suscetíveis ao ambiente sulfuroso, podendo sofrer a oxidação com a produção de óxido de ferro. A presença de umidade nesses ambientes propicia a aceleração da corrosão, devido à formação de H₂SO₄, que também é absorvido. Segue a sequência de reações químicas que ocorrem na embalagem de aço quando presente no ambiente sulfuroso.



Os estudos de corrosão atmosférica sobre diversos materiais metálicos são tradicionalmente realizados por meios de testes de exposição de campo, os quais demandam um longo período de tempo até que o desgaste real do material ocorra. Nos testes realizados com aço carbono por MENDOZA e CORVO (1998), os materiais ficaram expostos em períodos de até 18 meses para avaliação posterior. Devido a esse longo período de tempo de exposição necessário, surge a necessidade de se utilizar ensaios acelerados em laboratórios. Tais ensaios simulam as atmosferas em que os metais serão condicionados por um curto período de tempo, entretanto são mais agressivos que os reais, permitindo assim prever o comportamento do material frente à exposição desses ambientes muito mais rapidamente do que os testes de exposição de campo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de embalagens produzidas em folha de flandres, folha cromada e alumínio, revestidas externamente com material orgânico, quanto à resistência à corrosão externa quando expostas em condição simulante do ambiente industrial.

Materiais e métodos

Embalagens metálicas

Foram avaliadas as seguintes amostras de latas envernizadas externamente, porém que não apresentavam impressão:

- Latas tronco piramidais de três peças em folha de flandres com camada de estanho na face externa de 5,6 g/m², costura lateral eletrossoldada e semicorte triplo no corpo para abertura por meio de chave, destinada a acondicionar produto carne. As latas estavam somente com uma extremidade recravada. O verniz aplicado externamente é o epóxi fenólico com camada de aproximadamente 6,7 g/m²;
- Latas cilíndricas de três peças em folha de flandres com camada de estanho na face externa de 2,2 g/m², tampa do tipo *peel off* em alumínio e fundo em folha de flandres recravado. O verniz aplicado externamente no corpo é do tipo éster de epóxi com camada de 3,7 g/m²;
- Latas de duas peças embutidas (DRD) em folha cromada para atum, com camada de cromo na face externa de 75,5 mg/m². As latas estavam somente com uma extremidade recravada. O verniz aplicado externamente é do tipo poliéster, com camada de 5,5 g/m².

Condicionamento em Ambiente Sulfuroso

Foram empregadas duas metodologias para simulação de atmosfera sulfurosa, sendo uma descrita por BRITTON (1975), consistindo no condicionamento da amostra em ambiente com alta concentração de dióxido de enxofre, obtido pela mistura de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 N com tiosulfato de sódio ($Na_2O_3S_2$) 1%, na proporção de 1:10, introduzida no fundo de um dessecador, onde as latas foram posicionadas e o conjunto mantido à temperatura ambiente pelo período de 24 horas; a outra metodologia foi aplicada de acordo com a norma ABNT NBR 8096:1983 em câmara sulfurosa marca Bass, modelo BASS-UK-01/2010-CAP, consistindo em um ciclo de condicionamento de 24 horas, constituído por um período de oito horas em uma atmosfera com umidade saturada e com 0,2 L de SO_2 a uma temperatura de 40 °C, e por um período de dezesseis horas em que as embalagens metálicas ficam submetidas à umidade e temperatura ambiente. A intensidade de corrosão do corpo e/ou fundo das latas foi classificada de acordo com a escala em graus apresentada na Figura 1. Foram analisadas cinco latas em cada método.

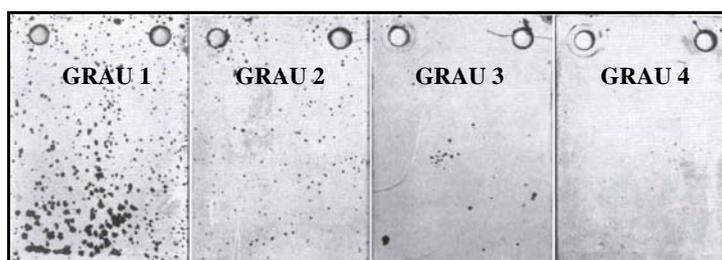


FIGURA 1. Escala de classificação da intensidade de alteração da superfície no condicionamento em câmara sulfurosa: Grau 1 – maior alteração; Grau 4 – menor alteração.

Resultados e discussões

Os resultados da avaliação visual das latas mantidas em atmosfera sulfurosa, segundo ABNT NBR 8096:1983 e BRITTON (1975), são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, e alguns exemplos são mostrados na Figura 2.

TABELA 1. Intensidade de corrosão de latas condicionadas em câmara sulfurosa*.

Latas tronco piramidais			Latas cilíndricas		
Região	Classificação (graus)		Região	Classificação (graus)	
	M	IV		M	IV
Corpo	4	4 – 4	Corpo	3	2 – 4
Fundo	4	4 – 4	Fundo	3	2 – 4
Solda	3	2 – 3	Solda	1	1 – 1
Semicorte	1	1 – 1	Região da Solda	3	1 – 4
Recravação	2	2 – 2	Recravação do Fundo	2	2 – 3
Chave	1	1 – 2	Recravação da Tampa	1	1 – 1
Latas DRD					
Região	Classificação (graus)				
	M	IV			
Corpo	4	4 – 4			
Fundo (região rebaixada)	4	4 – 4			
Fundo (região de apoio)	2	1 – 3			
Flange	2	1 – 2			

*Resultados de 5 determinações

M/IV = Média/Intervalo de variação

TABELA 2. Intensidade de corrosão de latas condicionadas em atmosfera sulfurosa simulada em laboratório*.

Latas tronco piramidais			Latas cilíndricas		
Região	Classificação (graus)		Região	Classificação (graus)	
	M	IV		M	IV
Corpo	3	2-3	Corpo	3	3-3
Fundo ⁽²⁾	3	3-3	Fundo	3	2-3
Solda	1	1-2	Solda	2	1-3
Semicorte	2	2-2	Região da Solda	3	2-3
Recravação	1	1-1	Recravação do Fundo	2	2-2
Chave ⁽²⁾	1	1-1	Recravação da Tampa	1	1-1

Latas DRD		
Região	Classificação (graus)	
	Média	Intervalo de variação
Corpo	3	2-3
Fundo (região rebaixada)	4	4-4
Fundo (região de apoio)	1	1-1
Flange	1	1-2

* Resultados de 5 determinações M/IV = Média/Intervalo de variação

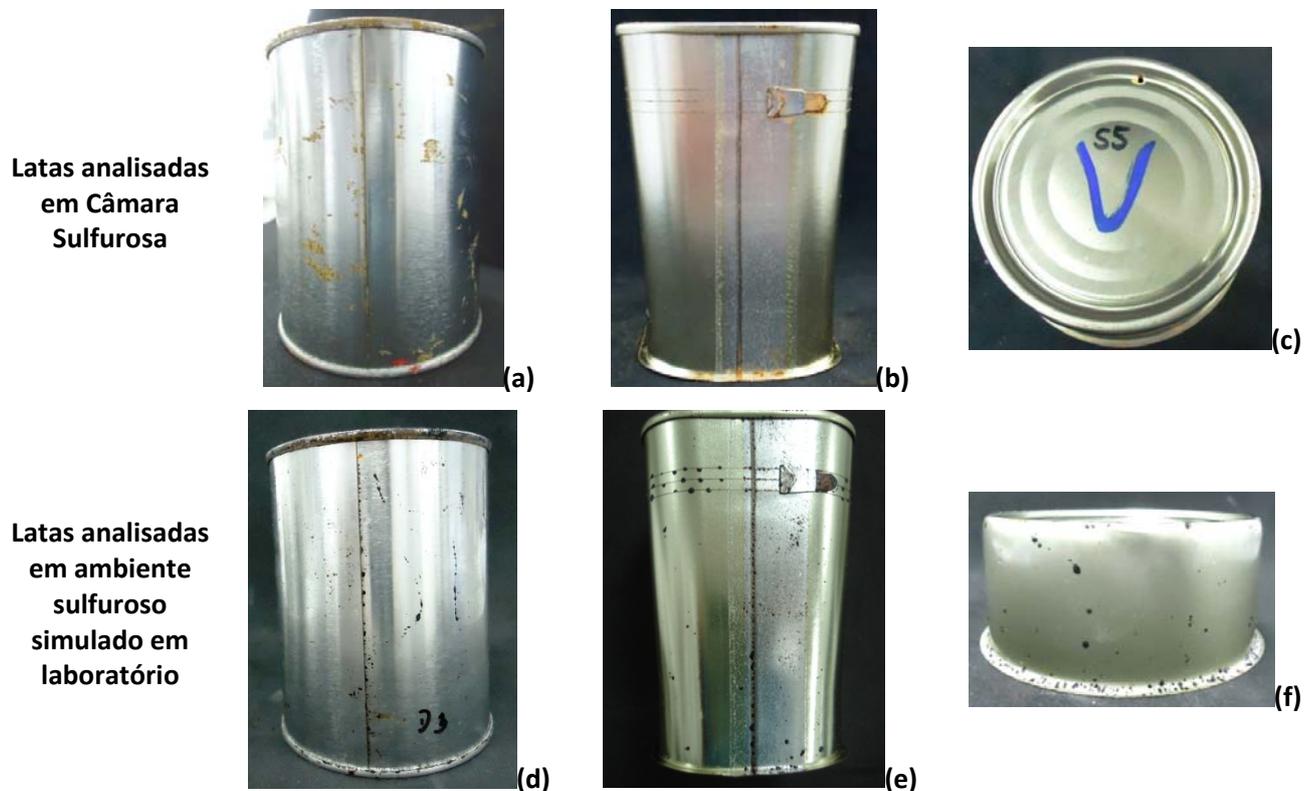


FIGURA 2. Embalagens metálicas após 24h de condicionamento em ambiente sulfuroso: (a), (b) e (c) latas analisadas em câmara sulfurosa; (d), (e) e (f) latas condicionadas em ambiente sulfuroso simulado em laboratório. As figuras situadas à esquerda são latas cilíndricas, ao centro estão as latas tronco piramidais e, à direita, encontram-se as latas DRD.

O ambiente sulfuroso simulado em laboratório foi mais agressivo do que o ambiente proporcionado pela câmara sulfurosa em todas as regiões das embalagens, com exceção da solda das latas cilíndricas. De forma geral, as regiões mais atacadas foram a recravação, solda e região de soldagem e semicorte nas latas tronco piramidais nos dois métodos. O corpo das latas DRD recebeu classificação em graus variando entre 2 e 3 no ambiente sulfuroso simulado em laboratório e classificação 4 no ambiente sulfuroso simulado na câmara sulfurosa.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos é possível concluir que dentre os ambientes avaliados, a atmosfera sulfurosa simulada em laboratório foi mais agressiva que a atmosfera proporcionada pela câmara sulfurosa.

Observou-se que em todas as amostras analisadas as regiões da recravação, região de soldagem, semicorte e anel, no caso da lata tronco piramidal e flange, no caso da lata cromada, foram as áreas mais afetadas pela corrosão. Isso pode ser explicado pelo fato dessas regiões terem sofrido mais abusos no processo de conformação da lata, podendo apresentar falhas na continuidade do verniz e camada de estanho ou de cromo.

O estudo permitiu avaliar a interação de diferentes tipos de embalagens metálicas com o ambiente industrial, contribuindo o levantamento de possíveis alterações para melhorar seu desempenho em relação à resistência à corrosão externa.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6665**: folhas laminadas de aço-carbono revestidas eletroliticamente com estanho ou cromo ou não revestidas – especificação. São Paulo, 2010. 23 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8096**: material metálico revestido e não-revestido - corrosão por exposição ao dióxido de enxofre. Rio de Janeiro, 1983. 3 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8481**: folhas de flandres - determinação do revestimento de estanho pelo método coulométrico (eletrolítico) - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2008. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8750**: folhas de aço cromadas – determinação do óxido de cromo pelo método colorimétrico. Rio de Janeiro, 2010. 7p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15376**: folhas de aço cromadas – determinação do teor de cromo metálico pelo processo coulométrico – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2006. 5p.
- BRITTON, S.C. **Tin versus corrosion**. Middlessex: ITRI - Internacional Tin Research Institute, 1975. 108 p. (ITRI nº 510).
- 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.
- MENDOZA, A. R.; CORVO, F. Outdoor and indoor atmospheric corrosion of carbon steel. Cuba, 1998.