

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE LATAS DE AÇO DE 1 LITRO PARA CERVEJA

*

Marcos Belchior Morete Pinto¹
Denise de Castro Bertagnolli²
João Luiz Câmara dos Santos³
Alessandro Dias de Oliveira⁴
Renato Gregio de Souza⁵

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar embalagens de aço (1L), quanto a inércia química e a porosidade do sistema de envernizamento interno, bem como a migração de metais, visando a validação para o mercado cervejeiro. Foram utilizadas latas de 3 peças (corpo: folha de flandres; fundo: folha cromada; tampa: alumínio). O estudo dividiu-se em 3 etapas: i. produção das latas; ii. envase da cerveja; iii. caracterização das latas/cerveja. Os ensaios realizados foram de porosidade, migração total (vernizes) e migração específica (metais) e estudo de vida de prateleira. Os resultados obtidos mostraram um desempenho satisfatório do sistema de envernizamento das latas, caracterizado por baixos níveis de porosidade e valores de migração total 25% e 98% abaixo do limite estabelecido pela ANVISA, quando utilizadas soluções simulantes a base de ácido acético e etanol, respectivamente. O controle da migração de metais das embalagens ficou evidenciado no teste de migração específica, com o uso de solução simulante contendo etanol e ácido tartárico, assim como no estudo de vida de prateleira das latas envasadas com cerveja. Conclui-se assim que a lata de 1 litro para o mercado cervejeiro, apresenta inércia química e efeito de barreira pelo sistema de envernizamento interno atendendo à legislação brasileira.

Palavras-chave: Latas de aço; Cerveja; Migração de vernizes; Migração de metais.

PERFORMANCE ASSESSMENT OF 1 LITER STEEL CANS FOR BEER

Abstract

The aim of this study was to characterize steel packagings(1L), regarding the chemical inertia, porosity of the internal lacquering system, and migration of metals, aiming the approval of cans according the Brazilian legislation for brewing market. The experiment used 3-piece cans (body: tinplate, bottom: electrolytic chromium coated steel, top lid: aluminum). The study was divided into 3 stages: i. production of cans; ii. beer filling up; iii. characterization of cans and beer. The tests were porosity, overall migration (lacquers) and specific migration (metals) and shelf life study. The can lacquering system showed a satisfactory performance, characterized by low levels of porosity and overall migration values 25% and 98% below the limit established by ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), when using simulant solutions based on acetic acid and ethanol, respectively. The specific migration test (using a solution containing ethanol and tartaric acid) and the shelf life study of cans filled with beer, confirm the control of metal migration of the packaging. In conclusion, the 1-liter can for the brewing market presents a chemical inertia and barrier effect by the system of internal lacquering taking into account the Brazilian legislation.

Keywords: Steel cans; Beer; Lacquers Migration; Migration of metals.

- ¹ *Engenheiro Químico, Graduado Engenheiro Químico pela UFRRJ, Participante do Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica da UFF, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- ² *Química Industrial, Dra em Química Analítica, professora Associada I, Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Química, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil*
- ³ *Engenheiro Químico, M. Sc. em Engenharia Metalúrgica e de Materiais –Especialista em Desenvolvimento de Produtos –Centro de Pesquisas da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- ⁴ *Químico Industrial, M. Sc. em Engenharia Metalúrgica e de Materiais –Analista de Desenvolvimento Pleno – Centro de Pesquisas da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Mecânico –Gerente de Engenharia Industrial - Companhia Metalúrgica Prada, Santo Amaro, São Paulo, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil situa-se entre os 30 maiores consumidores de cerveja no mundo [1]. Marcelo Dalla Pria, em uma publicação técnica, sob o título “Tendências de embalagens para bebidas”[2], mencionando artigo de Sílvia Tondella Dantas (“Principais tendências de Embalagem para Bebidas”, publicado no Documento Brasil Pack Trends 2005 - Edição 2000), esclarece que o segmento de bebidas representa uma importante parcela do consumo de embalagens ocorrendo uma enorme variação nos tipos utilizados. Os fatores responsáveis por essa diversificação vão desde as preferências específicas de cada país, passando pela forma de conscientização em relação à preservação do meio ambiente, também pela condição sócio-econômica da população, fortalecida pela disponibilidade da matéria-prima e/ou tecnologia, chegando até aos costumes dos próprios consumidores. E continua, Marcelo Dalla Pria, informando que as embalagens metálicas ocupam papel de destaque nesse segmento de bebidas[2].

Os materiais metálicos utilizados na fabricação de embalagens de bebidas são divididos em materiais ferrosos (folhas de aço estanhadas, denominadas de folhas de flandres e folhas de aço cromadas) e materiais não ferrosos (alumínio). As latas de 2 peças (corpo e tampa) podem ser produzidas com folhas de flandres ou alumínio, enquanto que as latas de 3 peças (corpo, tampa e fundo) são em geral produzidas com corpo em folha de flandres, fundo em folha de flandres ou folha cromada e tampa em alumínio [3].

Um dos principais requisitos das embalagens metálicas para bebidas é a capacidade de manutenção da integridade do produto acondicionado. Em geral o alcance desse objetivo está relacionado ao desempenho dos revestimentos orgânicos utilizados (vernizes e esmaltes) [3]. Esses revestimentos orgânicos atuam na proteção das embalagens contra a corrosão, controlando a dissolução de metais para a bebida envasada, de forma a atender a legislação sanitária vigente e manter as propriedades organolépticas do produto [3].

A partir da década de 90 o mercado de embalagens metálicas para bebidas no Brasil, incluindo a cerveja, é dominado pelas latas de 2 peças em alumínio. Entretanto existe um segmento, constituído pelas cervejas artesanais, onde as embalagens de aço de 3 peças de maior capacidade volumétrica apresentam potencial de crescimento. Isso se deve ao maior valor agregado dessas cervejas, associado à tendência do mercado pelo consumo de bebidas em embalagens “tamanho família” [4].

Desta forma, o estudo tem por finalidade verificar o desempenho de uma lata de aço de 3 peças de 1 litro de capacidade, produzida no Brasil com o corpo de folha de flandres, fundo de folha cromada e tampa de alumínio. A inércia química do sistema de envenizamento interno da lata foi avaliada através do teste de migração total do verniz utilizando soluções simulantes a base de ácido acético e etanol, conforme a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) [5]. O grau de proteção conferido pelo sistema de envernizamento interno da embalagem foi avaliado através de teste de migração específica de metais com o uso de solução simulante a base de etanol e ácido tartárico, conforme estabelecido pela legislação sanitária brasileira [6]. Finalmente, o estudo de vida de prateleira das latas envasadas com uma cerveja artesanal tipo Pilsen permitiu avaliar o desempenho da embalagem em uma situação real de utilização.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1.1 – Materiais

2.1.1.1 – Folhas metálicas de aço para corpo e fundo das latas

Para o corpo da lata, foi utilizada Folhas de Flandres produzida pela Companhia Siderúrgica Nacional - CSN, de espessura 0,15 mm, com revestimento em estanho de 2,0 g/m² por face, têmpera DR550. Para o fundo da lata, foi utilizada Folha Cromada produzida pela CSN, de espessura 0,30 mm, com revestimento de cromo de 60 mg/m² por face, têmpera SRT61. Para a tampa, foi utilizado material alumínio envernizado, tipo *easyopen* de procedência importada.

2.1.1.2 – Sistema de envernizamento do corpo e fundo

Nas folhas utilizadas para o corpo e fundo da lata, para a primeira e segunda camadas internas, foi utilizado o verniz epoxifenólico dourado do fabricante Akzo Nobel, de código VEF2313 (camada seca total visada entre 12,3 a 15,5 g/m²). Na solda interna do corpo da lata, foi utilizado um verniz *sidestripe* pó, de composição de poliéster termoplástico modificado, de 60 – 80 µm de espessura de camada que corresponde a 100 g/m² (com erro de mais ou menos 15 g/m²). O vedante utilizado na recravação do fundo, ao corpo da lata, foi de látex sintético, base água com teor de sólidos de 50 – 52% (WBC775). Após a montagem das latas, foi aplicada uma camada adicional de verniz interno através de pistola (*overspray*). Nesse caso foi utilizado o verniz Aqualure 905 – VEB2265 (epóxi modificado, base água da Akzo Nobel).

2.1.1.3 – Cerveja

Na tabela 1 estão determinadas as características da cerveja artesanal que foi utilizada no presente estudo.

Tabela 1. Descrição das características da cerveja envasada

TIPO DE CERVEJA	PILSEN (ESTILO LARGER)
Graduação Alcoólica	4% v/v
pH	4,5
Cor (European Brewing Convention – EBC)	8 - 9
Amargor (International Bitterness Unit – IBU)	14 - 16
Temperatura da cerveja no tanque	4,0 – 4,5 °C
Grau de carbonatação	2,5 kg/cm ²
Head-space na lata	17 – 20 mm

Fonte da tabela: Cervejaria Gazapina/Brasil

2.1.2 – Métodos

2.1.2.1 – Processo de produção e enchimento das latas

O processo utilizado foi o convencional de fabricação de embalagens de três peças, com o corpo eletrossoldado e aplicação de *overspray* interno (verniz de

acabamento) na lata acabada. As bobinas de folhas de Flandres ou de folhas cromadas são cortadas em folhas para receberem o verniz de revestimento interno (VEF2313). Esse envernizamento é realizado em duas demãos: primeira demão visando uma camada seca de 4,6 – 6,2 g/m² com secagem, em estufa a 190 °C em processo contínuo por aproximadamente 10 – 12 minutos; a segunda demão visando camada seca de 7,7 a 9,3 g/m², com cura a 200 °C por aproximadamente 10 – 12 minutos. As Folhas de Flandres, após envernizadas, são cortadas em *blanks* menores, do tamanho necessário para que sejam dobradas em formatos cilíndricos e sofram uma soldagem elétrica. Sobre o local da solda é então aplicado o verniz branco em pó (*sidestripe*), seguido de cura a 280 °C por 40 s (mínimo). De forma contínua, na linha de produção, as latas seguem para a formação dos *neckings*, flanges e recravação do fundo. Para a conclusão do processo de fabricação da lata, segue-se para a etapa de aplicação do *overspray* (Verniz de acabamento Aqualure 905 - VEB2265), com cura em forno contínuo, de aproximadamente 2 min e 30 s em duas zonas de temperatura. Na primeira a uma temperatura de 166 °C e na segunda de 290 °C (temperaturas internas do forno).

O enchimento das latas, realizado em cervejaria artesanal, inicia-se com a higienização das latas utilizando-se uma solução de ácido hiperacético 0,2 %, por cerca de 12 a 20 minutos. No enchimento, duas latas vazias são colocadas simultaneamente na envasadora, injeta-se CO₂ para expulsar o ar e em seguida inicia-se o envase; ao término do enchimento, injeta-se novamente o CO₂ para a expulsão do ar. As duas latas cheias são então posicionadas manualmente na recravadora para a fixação da tampa de alumínio, já posicionando mais duas latas vazias para o enchimento. A recravação da tampa, é realizada em uma lata por vez e nesta etapa do processo artesanal, não foi utilizada injeção de CO₂. As latas envasadas foram acondicionadas em cestos plásticos e submetidas ao processo de pasteurização, através da imersão em um grande tanque de água, dotado de sistema de aquecimento e resfriamento.

2.1.2.2 – Ensaios realizados nas latas não envasadas com cerveja

2.1.2.2.1 – Porosidade do sistema de envernizamento interno

Foram testadas 30 latas não envasadas, 15 latas com o sistema completo de envernizamento (verniz VEF2313 + verniz *overspray* Aqualure 905 -VEB2265) e 15 latas sem o verniz *overspray*. Esse ensaio de porosidade avalia o grau de descontinuidade do verniz, fornecendo indicação da existência de áreas com metal exposto. Para este ensaio utilizou-se uma solução de sulfato de sódio a 2%, contendo dioctilsulfocianato de sódio a 0,025%, uma fonte de corrente contínua da marca MCE modelo MCE1622, com temporizador, um multímetro da marca Fluke e modelo 8842-A. O ensaio é realizado com o enchimento da lata com a solução de ensaio, posicionamento de uma tela cilíndrica de platina dentro da lata, e realização dos contatos elétricos com a fonte de tensão (lata ligada ao polo positivo e tela de platina ligada ao polo negativo). Aplicação da tensão de 6,2 V e leitura da corrente elétrica gerada entre a superfície interna da lata e a tela de platina, após 10 segundos, utilizando o multímetro. Menores valores de corrente elétrica medidos estão relacionados com um maior efeito barreira do sistema de envernizamento interno.

2.1.2.2.2 – Migração total dos vernizes

Esse ensaio foi realizado segundo a RDC nº 51 de novembro/2010 da ANVISA [5]. Foram utilizadas 3 latas em posição normal (fundo para baixo) e mais 3 latas na posição invertida (tampa para baixo). Nesse ensaio as tampas de alumínio foram recravadas no Centro de Pesquisas da CSN, após o preenchimento das latas com as soluções simulantes. Os simulantes utilizados foram o Simulante B (solução de ácido acético a 3% p/v) para simular alimentos aquosos ácidos com pH ≤ 4,5, e o simulante C (solução de etanol a 10% v/v) para simular bebidas com teor alcoólico inferior a 10%v/v. Essas duas soluções simulantes foram selecionadas em função das características da cerveja, conforme a legislação já mencionada. As condições de tempo e temperatura do ensaio foram aquelas também descritas nessa legislação (1 hora a 70 °C e 10 dias a 40 °C). Após essa exposição, as soluções simulantes foram retiradas das latas e evaporadas, para a quantificação da migração total.

O valor da migração total é calculado conforme Equação 1:

$$MT = \frac{(Bfa - Bia) - (Bfb - Bib) \times 100}{V} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

MT = Migração Total em mg/kg;

Bfa = massa do béquer com resíduo utilizado para a amostra;

Bia = massa do béquer tarado utilizado para a amostra;

Bfb = massa do béquer com resíduo utilizado para o branco;

Bib = massa do béquer tarado utilizado para o branco;

V = volume em litro da solução simulante adicionada na amostra.

2.1.2.2.3 – Migração específica de metais

Esse ensaio foi realizado segundo a RDC nº 20 de março/2007 da ANVISA[6]. As embalagens foram mantidas em contato com a solução simulante (solução aquosa de etanol a 8% v/v, contendo 0,5% p/v de ácido tartárico) durante 48 horas a 40 °C (3 latas na posição normal e 3 latas na posição invertida). Nesse ensaio as tampas de alumínio foram recravadas no Centro de Pesquisas da CSN, após o preenchimento das latas com a solução simulante. A quantificação da concentração de metais foi realizada com um Espectrômetro de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP OES) marca Spectro modelo Genesis. Os elementos analisados foram aqueles que a legislação sanitária brasileira estabelece restrições para o caso específico de bebidas alcoólicas fermentadas ou bebidas/alimentos em geral. Desta forma, foram feitas as análises para antimônio (Sb), arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), e estanho (Sn), utilizando comprimentos de onda (λ) da radiação no ICP-OES de 206,833 nm; 189,042 nm; 214,438 nm; 220,353 nm; 324,754 nm; 267,716 nm; 189,991 nm; respectivamente.

2.1.2.3 – Estudo de prateleira das latas envasadas com cerveja - quantificação dos metais, cromo, estanho e ferro

Após 10 dias do envase das latas na cervejaria artesanal elas foram recebidas no centro de pesquisas da CSN, onde foram estocadas à temperatura ambiente pelo período de até 6 meses na posição Normal (fundo para baixo) e na posição invertida (tampa para baixo) que corresponde ao prazo de validade comercialmente adotado. As garrafas envasadas com a mesma cerveja foram estocadas em paralelo na posição normal para serem abertas nos diferentes períodos de abertura das latas e utilizadas como referência. Os comprimentos de

onda (λ) utilizados no ICP-OES para a leitura de cromo, estanho, e ferro foram, 267,716 nm; 189,991 nm; e 259,941 nm, respectivamente.

2.2 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.2.1 – Porosidade nas latas não envasadas

A figura 1 apresenta os resultados das medidas de porosidade para os casos dos corpos e fundos com o sistema completo de envernizamento (verniz epóxi fenólico VEF2313 + verniz *overspray* epóxi modificado Aqualure 905 -VEB2265) e para o caso dos corpos e fundos sem aplicação do *overspray* de acabamento.

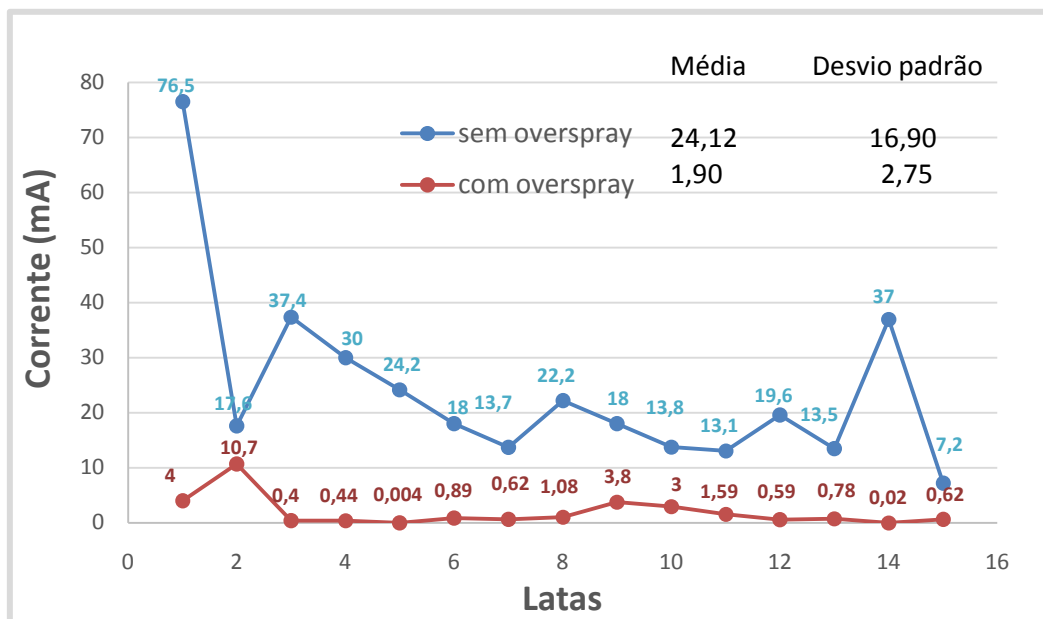


Figura 1. Resultados dos testes de porosidade nas latas sem e com *overspray* (valores em mA)

Para amostras de 30 ou menos observações, a aproximação normal não é adequada, sendo, então, usada a distribuição t de Student, que é a distribuição correta neste caso [7]. Considerando o nível de significância $\alpha=0,05$ (probabilidade de erro de 5%), ao se afirmar que 95% das vezes a média da população estará no intervalo de confiança calculado.

Desta forma, calculamos o Intervalo de Confiança (IC) para as médias da população de latas sem e com verniz de acabamento interno (*overspray*), utilizando a distribuição de t-Student pela fórmula da Equação 2:

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ (Equação 2)}$$

Onde :

\bar{x} = média da amostra;

s = desvio padrão da amostra

n = número de elementos da amostra

t = t-Student obtido por tabela, para ϕ (graus de liberdade) igual a 14

Obtendo-se, então:

$$IC_{\text{sem overspray}} = 24,12 \pm 9,36 \text{ mA}$$

$$IC_{\text{com overspray}} = 1,90 \pm 1,52 \text{ mA}$$

Atualmente não há no Brasil padrões ou normas para a porosidade do verniz em latas destinadas ao acondicionamento de bebidas. Pode-se adotar de forma comparativa as informações fornecidas pela “United States Brewers Association” (1975), onde apresenta os requisitos para a porosidade do verniz determinada pelo “WACO EnamelRater Test”, para latas de cerveja [8].

Tabela 2. Requisitos de porosidade de verniz pelo WACO EnamelRater Test para latas de cerveja

MATERIAL	FREQUENCIA DE LATAS (%)	POROSIDADE (mA/lata)	
Folha-de-Flandres ⁽¹⁾	100	Média	≤ 10mA
	75	Valor individual	≤ 10mA
	98	Valor individual	≤ 25mA
Folha cromada com tampa de alumínio ⁽¹⁾	75	Valor individual	≤ 3mA
	98	Valor individual	≤ 4mA

⁽¹⁾ Amostragem de 200 latas em um lote.

Fonte: United States Brewers Association, (1975) apud Dantas et al., (1996, p.138).

Com os resultados obtidos, podemos verificar a importância do verniz de acabamento (*overspray*) com relação a proporcionar considerável redução nos valores do ensaio de porosidade, reduzindo ainda mais o nível de exposição metálica das latas. Nessa condição a ordem de grandeza dos valores de porosidade obtidos foi em geral compatível com a tabela 2.

2.2.2 – Migração total dos vernizes

2.2.2.1 – Resultado dos testes com Simulantes B (Ácido Acético a 3%) e C (Etanol 10%)

Na tabela 3 estão os resultados obtidos com os simulantes B e C, determinados pela ANVISA em sua resolução (ver item 2.2.2.2).

Tabela 3. Resultados do teste de Migração Total dos vernizes para as posições Normal e Invertida com os Simulantes B (ácido acético a 3%) e C (etanol 10%)

	Resultado Migração Total (mg/Kg)	
	Simulante B (Ácido Acético a 3%)	Simulante C (Etanol 10%)
Amostra Posição Normal*	37,9	1,0
Amostra Posição Invertida*	37,2	1,3

*Média dos valores em triplicata.

Para o simulante B, os valores de 37,9 mg/Kg (posição normal) e de 37,2 mg/Kg (posição invertida), ficaram abaixo do limite estipulado pela ANVISA (50,0 mg/Kg). Da mesma forma, para o simulante C, os valores de 1,0 mg/Kg (posição normal) e de 1,3 mg/Kg (posição invertida), também satisfazem a referida legislação. Os maiores níveis de migração total verificados para o simulante B em relação ao simulante C se devem à maior agressividade da solução acética em relação à solução de etanol.

2.2.3– Migração específica de metais

2.2.3.1 – Resultados dos testes de migração específica de metais

Na tabela 4, os resultados para os testes de migração específica, tanto na posição normal como na invertida, foram comparados com os parâmetros determinados pela ANVISA.

Tabela 4. Resultados dos testes de Migração Específica de metais para as posições Normal e Invertida

REPLICATAS	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Sn (ppm)	Cu (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Pb (ppm)
Limites ANVISA	0,02 ⁽²⁾	0,10 ⁽³⁾	150 ⁽²⁾	10 ⁽¹⁾	0,10 ⁽²⁾	0,20 ⁽³⁾	0,20 ⁽²⁾
Posição Normal*	< 0,01	0,001	< 0,1	< 0,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Posição Invertida*	< 0,01	0,001	< 0,1	< 0,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025

*Média dos valores em triplicata.

⁽¹⁾ Portaria ANVISA nº 685 agosto 1998 [9]

⁽²⁾ Resolução ANVISA RDC nº 42 agosto 2013 [10]

⁽³⁾ Decreto ANVISA nº 55871 de março 1965 [11]

Nas condições em que foram submetidas as latas (posições Normal e Invertida), os resultados obtidos, conforme procedimentos determinados pela ANVISA, foram muito inferiores aos limites da legislação. Estes resultados expressam a garantia de que os processos de proteção interna adotados no envernizamento são satisfatórios.

2.2.4– Estudo de prateleira das latas envasadas com cerveja - quantificação dos metais cromo, estanho e ferro

Na tabela 5, temos os resultados obtidos para os metais na cerveja, desde o tempo zero (10 dias após enchimento na cervejaria artesanal) até 180 dias de estocagem (tempo de validade da cerveja).

Tabela 5. Resultados das análises para quantificação de metais na cerveja durante período de armazenamento de 6 meses

			Cr (ppm)	Sn (ppm)	Fe (ppm)
LIMITES ANVISA			0,10	150	
10 dias	<0,01	Lata	<0,01	<0,1	<0,1
		Garrafa	<0,01	<0,1	<0,1
60 dias	Posição Normal	Lata*	<0,01	<0,1	0,22
	Posição Invertida	Lata*	<0,01	<0,1	0,24
		Garrafa	<0,01	<0,1	<0,01
120 dias	Posição Normal	Lata*	0,0067	<0,1	0,17
	Posição Invertida	Lata*	0,0073	0,14	0,11
		Garrafa	0,01	<0,1	0,01
150 dias	Posição Normal	Lata*	<0,01	<0,1	0,17
	Posição Invertida	Lata*	<0,01	<0,1	0,038
		Garrafa	<0,01	<0,1	<0,025
180	Posição	Lata*	<0,01	<0,1	0,36

dias	Normal				
	Posição Invertida	Lata*	<0,01	<0,1	0,15
		Garrafa	0,01	<0,1	<0,1

*Média dos valores em triplicata.

Os resultados mostram que a migração de estanho e cromo da embalagem metálica para a cerveja durante os 180 dias de prateleira se situaram muito abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira [10,11]. Para o ferro, a legislação nacional não estabelece limites legais para bebidas ou alimentos, visto ser esse elemento um constituinte essencial da dieta do ser humano. Entretanto existe uma preocupação com a dissolução desse metal na cerveja, em função de possíveis alterações sensoriais da bebida, particularmente a cor e sabor. Nesse aspecto, Borocz [12] recomenda o valor de 0,25 ppm de ferro na cerveja como um limite máximo seguro. Outras publicações estabelecem o teor de 0,30 ppm [13] como limite máximo de ferro na água utilizada na fabricação da cerveja ou como limite máximo na água para consumo humano, com exceção da água utilizada para a elaboração de produtos [14]. Os resultados da tabela 5 mostram que apenas para o período de 180 dias (latas na posição normal) é que o teor médio de ferro apresentou um valor mais elevado (0,36 ppm), podendo, segundo a literatura, causar alguma alteração nas características organolépticas da cerveja. Nesse aspecto, vale destacar que dados históricos da CSN, levantados a partir da análise de 40 amostras de cervejas comerciais envasadas em latas de 2 peças de aço mostram que a alteração do sabor da bebida pela ação do ferro foi percebida para teores médios da ordem de 0,75 ppm [15].

Todas as latas abertas foram avaliadas internamente para verificar a existência de pontos aparentes de corrosão interna. Em nenhuma situação foram visualizados sinais de ataque corrosivo causado pela cerveja. A figura 2 apresenta, para fins ilustrativos, a foto de uma lata aberta após 180 dias de estocagem na posição normal.

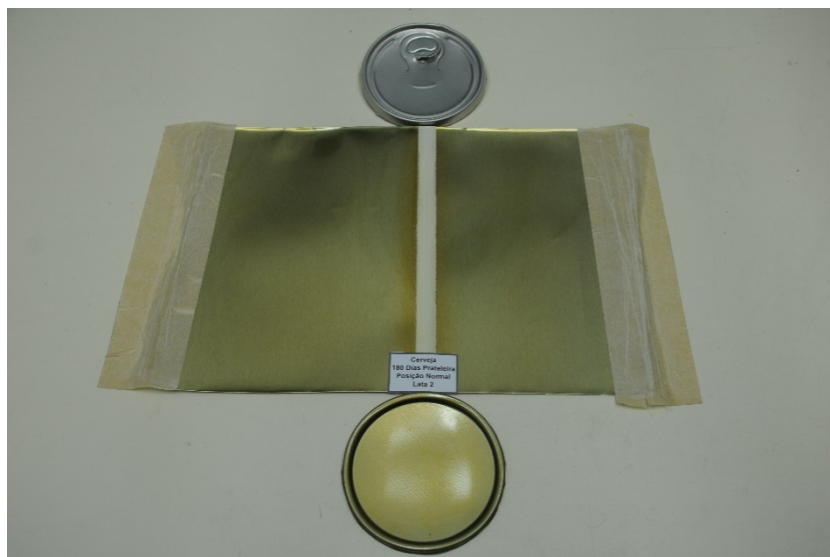


Figura 2. Foto da superfície interna de uma lata envasada com cerveja, após 180 dias de estocagem na posição normal à temperatura ambiente.

3 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais em que foi conduzido esse trabalho, conclui-se que:

Os resultados do teste de porosidade do sistema de envernizamento interno mostram a importância do verniz de acabamento (*overspray*) aplicado no corpo e fundo da lata, para a garantia de baixos níveis de exposição metálica, condição requerida para envase de cerveja.

Os testes de migração total dos vernizes, realizados de acordo com a regulamentação da ANVISA, mostraram para o simulante B (ácido acético a 3%) e para o simulante C (etanol a 10%) resultados 25% e 98% inferiores ao limite máximo estabelecido de 50mg /kg de simulante. Esses dados evidenciam a inércia química do sistema de envernizamento interno das latas.

Os testes de migração específica de metais, mostraram para o simulante a base de etanol a 8% e ácido tartárico a 0,5%, níveis de migração de cádmio, cromo, estanho, cobre, arsênio, antimônio e chumbo muito inferiores aos limites estabelecidos pela ANVISA. Esses resultados expressam o desempenho do sistema de envernizamento interno em termos de proteção à superfície metálica das latas.

O estudo de prateleira das latas envasadas com cerveja, visando a quantificação da migração de estanho, cromo e ferro mostrou um total controle da migração de estanho e cromo durante os 180 dias de avaliação. Para o caso da migração de ferro, até 150 dias de prateleira a migração se manteve abaixo de 0,25 ppm. Apenas após 180 dias, para o caso das latas estocadas na posição normal, é que o teor médio de ferro atingiu um valor mais elevado (0,36 ppm), ligeiramente superior à faixa de 0,25 – 0,30 ppm, recomendada como limite por alguns trabalhos da literatura, para evitar alterações sensoriais da cerveja. Vale destacar que dados históricos da CSN, levantados a partir da análise de lotes de cervejas comerciais envasadas em latas de aço mostram que a alteração do sabor da bebida pela ação do ferro foi percebida apenas para teores médios da ordem de 0,75 ppm.

Como conclusão final, a lata de aço de 1 litro apresentou desempenho satisfatório para envase da cerveja Pilsen utilizada nesse trabalho, sob o ponto de vista da legislação sanitária nacional (inércia química e capacidade de proteção do sistema de envernizamento interno). Aspectos relacionados à avaliação sensorial da cerveja nessa lata deverão ser investigados como complemento do trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio de Charles Giovani de Oliveira e Raquel M. Santos Pacheco, William Ribeiro dos Santos e Hesron Willian de Oliveira (centro de pesquisas da Companhia Siderúrgica Nacional) e de Fernando Talarico e Grimaldo Ângelo de Oliveira (Companhia Metalúrgica Prada).

Agradecimento especial a CAPES pela bolsa de Mestrado.

REFERÊNCIAS

- 1 CERVBRASIL – Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Anuário 2015. 2016 [acesso em 05 mai. 2017];23:39. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf .
- 2 Pria M D. Tendências de embalagens para bebidas - Brasil Alimentos - N° 5 - Nov/Dez de 2000 [acesso em 09 abr. 2018];10:58Disponível em: <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/05/05%20-%20Envase.pdf>
- 3 Dantas ST.Gatti JAB.Saron ES.Embalagens metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas. Campinas, SP: CETEA/ITAL, 1999: 14 – 21.
- 4 ABRALATAS – Associação Brasileira dos fabricantes de Latas de Alumínio. Revista da Lata, edição 2017. Disponível em: <http://www.abralatas.org.br/>
- 5 Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 51, de 26 de novembro de 2010. Regulamento técnico mercosul sobre migração de materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos. Diário Oficial, Brasília, 22 de dezembro, 2010.
- 6 Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 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, Brasília, 26 de março, 2007.
- 7 Walpole RE. Myers RH. Myers SL. YE K. Probability & Statistics for Engineers & Scientists - Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2011: 246 – 250
- 8 United States Brewers Association, INC. Beer & all brewing industry recommended can purchase specifications. Washington: U.S.B.A., 1975.
- 9 Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. Diário Oficial, Brasília, 28 de agosto, 1998.
- 10 Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013.Regulamento técnico mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Diário Oficial, Brasília, 30 de agosto, 2013.
- 11 Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965. Normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. Diário Oficial, Brasília, 09 de abril, 1965.
- 12 Borocz-Szabo M. The influence of iron contamination on the sensory properties of liquid foods. Acta Alimentaria.1980; Vol. 9 (4): 354
- 13 Ubuoh E. Uche C. Eze EC. Analysis of Metal Concentrations in Selected Canned Beers Consumed in Owerri Urban, Imo state, Nigeria - European International Journal of Science and Technology.2013; Vol. 2 (8): 39.
- 14 Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial, Brasília, 14 de dezembro, 2011.
- 15 Santos J. L. C. Determinação do teor de ferro em latas envasadas com cerveja apresentando sabor metálico. Relatório interno Companhia Siderúrgica Nacional, 23 de junho, 2006.