

ESTUDO DO DESEMPENHO DE EMBALAGENS METÁLICAS PARA ACONDICIONAMENTO DE CAFÉ SOLÚVEL

Sílvia Tondella DANTAS - ITAL/CETEA, e-mail: silviatd@ital.org.br

Jozeti A. Barbutti GATTI - ITAL/CETEA

Elisabete S. SARON - ITAL/CETEA

Fiorella B. HELLMEISTER - ITAL/CETEA

Milena L. de OLIVEIRA - ITAL/CETEA

RESUMO: Algumas alternativas de embalagens metálicas destinadas ao acondicionamento de café solúvel, representadas por latas com duas espessuras de corpo e uma terceira com espessura de fundo reduzido, foram estudadas quanto às características do sistema de fechamento (tampas de fácil abertura) e ao desempenho mecânico. Em relação ao sistema de fechamento, foram determinadas a espessura residual do semicorte de abertura da tampa por dois métodos, sendo um não destrutivo e outro destrutivo, e a força de abertura propriamente dita. O desempenho mecânico das embalagens foi avaliado em relação à resistência ao impacto pontual em diferentes posições da lata, à queda livre e ao vácuo. As embalagens foram também caracterizadas quanto aos materiais de fabricação. Verificou-se que a espessura do corpo exerce influência importante no desempenho da lata, principalmente em relação à resistência ao vácuo. As características mecânicas da folha do fundo influenciam a danificação resultante do impacto por queda livre. Observou-se uma relação linear na comparação entre a força de ruptura e a espessura residual na região de abertura pelo anel e que existe diferença estatisticamente significativa na espessura residual determinada pelos métodos destrutivo e não destrutivo.

PALAVRAS-CHAVE: Café solúvel, latas, tampa de fácil abertura, desempenho mecânico

ABSTRACT: Alternatives of metal cans destined to the packaging of soluble coffee, composed by cans with two body thickness and a third one with reduction of the bottom thickness were studied, as for the characteristics of the closure system (easy opening ends) and for the mechanical performance. In relation to the closure system, the aperture force and the end score line residual thickness were determined using two methods, being one a non destructive and the other destructive. The mechanical performance of the cans was evaluated in relation to the resistance to the punctual impact in different positions of the can, the free fall and the vacuum. The cans were also characterized as for the materials and production properties. It was verified that the thickness of the body exercises important influence mainly in the resistance to the vacuum. The mechanical characteristics of the bottom material influence the damage resulting from the free fall impact. A linear relationship was observed when comparing the rupture force and the residual thickness of the score line in the first opening area. The residual thickness determined by the destructive and no destructive methods presents statistically different results.

INTRODUÇÃO

As embalagens metálicas apresentam características intrínsecas que as diferenciam em relação a outros tipos de embalagem em diversos aspectos, como a impermeabilidade a gases, ao vapor d'água e a odores, a garantia de integridade, a alta resistência mecânica e a não transmissão de luz. Assim, suas propriedades naturais atendem plenamente aos requisitos de proteção do café solúvel.

Entretanto, em função de aspectos ambientais, determinados principalmente pela tendência de redução de consumo de materiais na fonte, ou seja, extração de matéria-prima, e de aspectos econômicos, isto é, importância da redução de custo com vistas à competitividade, as embalagens metálicas têm sofrido alterações constantes, onde se destacam a redução da espessura e da camada de revestimento de estanho na folha-de-flandres.

A redução de espessura resulta na modificação da resistência mecânica das latas, a qual é controlada por meio de recursos como o aumento da dureza do material, a alteração de formato da embalagem e a introdução de frisos no corpo. A otimização destes fatores permite que a embalagem metálica final apresente desempenho igual ou mesmo superior ao das latas tradicionais.

Os principais parâmetros de resistência mecânica das embalagens são a resistência à carga vertical, necessária ao adequado empilhamento na distribuição e principalmente na estocagem, a resistência a impactos, que ocorrem tanto em linha de acondicionamento como na distribuição, a resistência ao impacto

por queda livre, usual nas diferentes etapas de manuseio e distribuição, a resistência às pressões internas positivas ou negativas e a resistência às vibrações e solicitações relacionadas ao transporte.

A utilização de tampas de fácil abertura é um requisito indispensável à lata para acondicionamento de vários produtos alimentícios, onde se destaca o café solúvel, de forma a atender as necessidades, cada vez mais exigentes, dos consumidores. Este tipo de tampa, entretanto, apresenta limitações de desempenho relacionadas à facilidade de abertura, ou seja, à força necessária ao rompimento e remoção do disco central, influenciada pelo desenho e profundidade do semicorte e pelas características do material, as quais devem ser devidamente controladas, de forma a garantir conforto e segurança dos usuários no procedimento de abertura e a manutenção da integridade do fechamento da lata até o momento do consumo do produto.

Assim, esse estudo foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes alternativas de latas, em relação aos materiais e ao tipo de tampa de fácil abertura, para identificar diferenças de desempenho decorrentes desses parâmetros de especificação da embalagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 3 embalagens, ou seja, latas produzidas por um fabricante com espessura nominal do corpo 0,15mm e duas espessuras de fundo, 0,17mm e 0,19mm, com produção da tampa em ferramentas diferentes e uma embalagem produzida por um segundo fabricante, com espessura nominal de corpo de 0,16mm e fundo 0,18mm. Estas amostras foram identificadas como A, B e C, respectivamente.

As embalagens foram caracterizadas quanto à espessura, dureza e revestimento de estanho, assim como avaliadas quanto aos diferentes parâmetros em consideração, segundo procedimentos descritos em DANTAS *et al.*, 1996. A análise estatística foi conduzida pelo método da mínima diferença significativa, utilizando-se o programa *Statgraphics* versão 6.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta as características resumidas dos três tipos de lata, os Quadros 2 e 3, alguns dados de desempenho mecânico e o Quadro 4 resume as características das tampas em relação à facilidade de abertura. Verifica-se que existem variações nas características das latas entre diferentes fabricantes, no que diz respeito ao tipo de folha-de-flandres.

A resistência ao vácuo da lata C, com espessura do corpo 5% maior em relação à das latas A e B e dureza muito similar, é 36% superior, mostrando uma importante influência da espessura, embora a maior espessura da tampa provavelmente também tenha exercido alguma influência.

Na avaliação da resistência ao impacto pontual no centro do corpo verifica-se nas três amostras menor danificação na costura lateral em relação à posição diametralmente oposta. A comparação entre amostras mostrou que a lata C é menos resistente que as latas A e B nas diferentes energias de impacto aplicadas, sendo que a deformação é 2% a 14% maior que a verificada nas amostras A e B, dependendo da energia de impacto.

No impacto próximo à recravação não se observou uma diferença de desempenho constante, sendo que para algumas energias a danificação foi ligeiramente maior na lata C (a 140, 220, 280, 300 e 320cm/s) em comparação às outras amostras, observando-se condição equivalente ou ligeiramente melhor nas outras energias.

QUADRO 1. Principais características das latas em estudo.

		Amostra A	Amostra B	Amostra C
Dimensões nominais (mm)	ϕ x altura	73 x 95	73 x 95	73 x 95
Espessura (mm) ($x \pm \delta x$) ⁽¹⁾	Corpo	0,15 $1 \pm 0,0005$	0,151 $\pm 0,0005$	0,159 $\pm 0,0003$
	Tampa	0,188 $\pm 0,0005$	0,188 $\pm 0,0005$	0,208 $\pm 0,0003$
	Fundo	0,166 $\pm 0,0005$	0,188 $\pm 0,0005$	0,179 $\pm 0,0002$
Dureza Rockwell 30T ($x \pm \delta x$) ⁽²⁾	Corpo	76 $\pm 0,20$	76 $\pm 0,20$	75 $\pm 0,091$
	Tampa	62 $\pm 0,18$	62 $\pm 0,18$	62 $\pm 0,18$
	Fundo	73 $\pm 0,08$	67 $\pm 0,21$	74 $\pm 0,096$
Camada de estanho interna (g/m^2) ($x \pm \delta x$) ⁽³⁾	Corpo	2,12 $\pm 0,03$	2,12 $\pm 0,03$	1,81 $\pm 0,05$
	Tampa	2,60 $\pm 0,06$	2,60 $\pm 0,06$	3,51 $\pm 0,19$
	Fundo	2,67 $\pm 0,12$	2,97 $\pm 0,07$	2,51 $\pm 0,045$
Camada de estanho externa (g/m^2) ($x \pm \delta x$) ⁽³⁾	Corpo	1,86 $\pm 0,09$	1,86 $\pm 0,09$	1,22 $\pm 0,04$
	Tampa	2,58 $\pm 0,05$	2,58 $\pm 0,05$	3,15 $\pm 0,19$
	Fundo	2,62 $\pm 0,04$	2,70 $\pm 0,12$	2,81 $\pm 0,033$

⁽¹⁾ Resultado de 25 determinações $x \pm \delta x$: média \pm erro-padrão⁽²⁾ Resultado de 15 determinações⁽³⁾ Resultado de 5 determinações**QUADRO 2.** Resistência ao vácuo e ao impacto por queda livre das três amostras de latas*.

	Amostra A	Amostra B	Amostra C
Resistência ao vácuo (mbar) ($x \pm \delta x$)	616,5 $\pm 0,202$	616,5 $\pm 0,202$	836,2 $\pm 0,156$
Resistência ao impacto por queda livre (cm) ($x \pm \delta x$)	H = 294 Ho = 300 s = 10,24	H = 288 Ho = 240 s = 82,16	H = 300 Ho = 300 S = 21,63

* Resultado de 20 determinações

H = altura média de falha (cm)

 $(x \pm \delta x)$: Média \pm erro-padrão

Ho = menor altura em que houve falha (cm)

s = desvio-padrão estimado (cm)

QUADRO 3. Resistência ao impacto pontual no corpo das latas, em largura da deformação (cm)⁽¹⁾.

Impacto no centro da altura da lata								
Energia de impacto (cm/s)								
Fora da costura lateral					Na costura lateral			
	100	140	180	220	100	140	180	220
Amostra A ⁽²⁾	Pontual	4,0 \pm 0,10	5,0 \pm 0,11	5,8 \pm 0,04	Pontual	3,8 \pm 0,04	4,5 \pm 0,14	5,4 \pm 0,02
Amostra C	Pontual	3,6 \pm 0,05	4,4 \pm 0,15	5,7 \pm 0,03	Pontual	3,5 \pm 0,08	4,1 \pm 0,08	5,2 \pm 0,04
Impacto logo abaixo da recavação								
Energia de impacto (cm/s)								
	100	140	180	220	260	280	300	320
Amostra A ⁽²⁾	Pontual	2,4 \pm 0,06	2,7 \pm 0,05	3,0 \pm 0,04	3,2 \pm 0,05	3,3 \pm 0,05	3,6 \pm 0,06	3,8 \pm 0,06
Amostra C	Pontual	2,5 \pm 0,05	2,7 \pm 0,07	2,9 \pm 0,02	3,2 \pm 0,08	3,4 \pm 0,04	3,8 \pm 0,02	4,1 \pm 0,09

⁽¹⁾ Resultado de 5 determinações, em média \pm erro-padrão⁽²⁾ Referente às amostras A e B

Em relação à facilidade de abertura das tampas, observou-se que a força de ruptura das 3 amostras são estatisticamente diferentes ao nível de erro de 5%, enquanto na força de rasgamento existe diferença apenas da amostra A em relação às restantes. Quanto à espessura residual, observou-se diferença significativa entre os métodos de avaliação (destrutivo e não destrutivo). Em ambos os métodos, em geral houve diferença significativa na espessura residual do semicorte entre as 3 amostras de tampa. A comparação da força de rompimento com a espessura residual no ponto de rompimento mostrou uma boa linearidade no método destrutivo. O desenho do semicorte das 3 amostras também apresentava-se diferente, sendo outro fator de diferenciação da força de abertura.

QUADRO 4. Espessura residual e força de abertura das três amostras de lata⁽³⁾.

Amostra A			Amostra B			Amostra C		
Força de abertura (kgf) ⁽¹⁾								
Ruptura	Rasgamento	Ruptura	Rasgamento	Ruptura	Rasgamento	Ruptura	Rasgamento	Ruptura
2,88±0,03	5,21±0,05	3,09±0,04	6,34±0,05	2,12±0,05	6,52±0,13			
Espessura residual (mm) – Método não destrutivo ⁽¹⁾								
Posição								
1 (Anel)	2	3	1 (Anel)	2	3	1 (Anel)	2	3
0,093 ± 0,0024	0,081 ± 0,0014	0,100 ± 0,0015	0,074 ± 0,0004	0,076 ± 0,0006	0,078 ± 0,0008	0,099 ± 0,0009	0,116 ± 0,0011	0,100 ± 0,0018
Espessura residual (mm) – Método destrutivo ⁽²⁾								
Posição								
1 (Anel)	2	3	1 (Anel)	2	3	1 (Anel)	2	3
0,060 ± 0,0009	0,060 ± 0,0018	0,082 ± 0,0018	0,062 ± 0,0000	0,069 ± 0,0013	0,063 ± 0,0009	0,076 ± 0,0018	0,088 ± 0,0018	0,075 ± 0,0013

⁽¹⁾ Resultado de 20 determinações, em média ± erro-padrão

⁽²⁾ Resultados de 5 determinações, em média ± erro-padrão

⁽³⁾ Força ruptura (kgf) = 6,68 – 59,63 x espessura residual ponto ruptura (mm); $r^2 = 0,9994$ (Método destrutivo)

CONCLUSÕES

O estudo permitiu verificar que existem pequenas diferenças de desempenho mecânico em latas produzidas com diferentes espessuras de folha, indicando que é possível a utilização desses materiais na fabricação de latas para café solúvel, desde que confirmada por meio de avaliações de empilhamento e de transporte. A influência das características de desenho do semicorte na facilidade de abertura das tampas foi evidenciada pelas diferenças na força de abertura e espessura residual. A espessura residual do semicorte das tampas de fácil abertura pode ser determinada pelo método destrutivo, que é o mais indicado, e o método não destrutivo, havendo, entretanto, necessidade de vincular especificações ao método de análise a ser utilizado, em função das diferenças existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **Folhas laminadas de aço de baixo carbono revestidas e não revestidas** – especificação – NBR 6665. São Paulo: 1995. (2º projeto de revisão).
- DANTAS, S. T., ANJOS, V. D. A., SEGANTINI, E., GATTI, J. A. B. **Avaliação da qualidade de embalagens metálicas: aço e alumínio**. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 306p.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425