

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE FECHAMENTO DE EMBALAGENS DE VIDRO PARA CAFÉ SOLÚVEL

Sylvio Alves **ORTIZ** – Ital/Cetea, Sandra Balan Mendoza **JAIME** - Ital/Cetea, Rosa Maria Vercelino **ALVES** - Ital/Cetea, Claire Isabel Grígoli de Luca **SARANTÓPOULOS** - Ital/Cetea, Maurício Rossi **BORDIN** - Ital/Cetea
sylvio@ital.org.br

RESUMO: Avaliou-se o desempenho de um sistema de fechamento aplicado por termoselagem, para embalagens de vidro destinadas a café solúvel, quanto às características de hermeticidade: taxa de permeabilidade ao vapor de água - TPVA e taxa de permeabilidade ao oxigênio - TPO₂. Foram otimizadas as condições de fechamento em equipamento de laboratório. Os resultados parciais obtidos indicam que o selo termoselado por condução apresentou melhor desempenho que o selo colado a frio utilizado no mercado: TPVA de 40 a 60 vezes menor e TPO₂ cerca de 3 vezes menor.

PALAVRAS CHAVE: café solúvel, embalagem de vidro, hermeticidade do fechamento

ABSTRACT: The performance of a heatsealed closure system for instant coffee glass jar was evaluated in terms of water vapor transmission rate and oxygen transmission rate. The sealing conditions were optimized using laboratory equipment. The partial results showed a good performance for the heatsealed foil compared with the traditional glued laminate used in the market: WVTR was 40 to 60 times lower and O₂TR was 3 times lower.

KEY-WORDS: instant coffee, glass container, closure barrier performance

INTRODUÇÃO

As características intrínsecas do café solúvel exigem sistemas de acondicionamento que ofereçam boa proteção ao ganho de umidade, à absorção de oxigênio e à perda de compostos aromáticos presentes no produto. No mercado nacional, o café solúvel é comercializado em frascos de vidro com sistema de fechamento por selo flexível colado a frio e tampa plástica rosqueável. A utilização de sobretampas plásticas de encaixe por pressão constitui uma alternativa com grande potencial para o aumento na produtividade do processo de fechamento, associado a uma possível redução de custos. O tipo de estrutura utilizada no sistema de fechamento, as características da terminação da embalagem e o processo de aplicação do conjunto selo/tampa são considerados os principais parâmetros a serem avaliados para viabilizar a introdução de novos tipos de tampas para embalagens de vidro.

No presente estudo está sendo avaliada a tecnologia de termosoldagem de um selo de alumínio revestido com termoplástico especial, aplicado diretamente sobre a superfície de vedação da embalagem de vidro, previamente tratada com um adesivo específico. Foram avaliados dois processos de aplicação do selo: por condução e por indução.

MATERIAIS E MÉTODOS

1 Embalagens

Foi utilizada uma embalagem de vidro tipo *copo*, cuja terminação (identificada como CI 508) atende aos requisitos de aplicação do adesivo termoselante *Volan*. Foram caracterizados dois tipos de selos de alumínio, sendo um deles selecionado para as etapas subsequentes do estudo. A tampa plástica de polietileno injetada (tipo *snap cap*) foi produzida especialmente para a terminação do copo de vidro. Um pote de vidro *standard*, fechado com selo de alumínio/papel colado a frio e tampa rosqueável, foi utilizado como embalagem referência no estudo.

2 Caracterização das embalagens

Os dois tipos de selos de alumínio (estruturas laminadas) foram identificados e caracterizados, segundo a metodologia descrita em OLIVEIRA *et al.* (1996). A composição dos laminados foi determinada por espectrofotometria no infravermelho, utilizando um espectrofotômetro Perkin-Elmer, modelo FTIR 1600,

após separação dos componentes. A identificação foi feita por comparação do espectro obtido, para cada material, com espectros de referência disponíveis na literatura. A gramatura dos componentes dos laminados foi determinada em balança analítica Mettler, modelo AE 163, e a espessura medida com um micrômetro Starrett, modelo 732, após separação prévia dos componentes da estrutura com ácido acético.

Utilizando as metodologias descritas em ORTIZ *et al.* (1996), determinou-se o peso das embalagens de vidro, com uma balança de precisão Mettler, modelo PM 6100, o diâmetro do corpo com um paquímetro Mitutoyo, modelo 532 e a altura total com um traçador Mitutoyo, modelo 520-162. As dimensões das terminações do *copo* e do pote *standard* foram caracterizadas com um paquímetro Mitutoyo, modelo 532. A distribuição de vidro (espessura da parede) foi determinada com o uso de um medidor de espessura Magna Mike *Panametrics*, modelo 8000, com uma esfera de 1/8 pol de diâmetro. Foram avaliadas 10 unidades de cada tipo de embalagem.

3 Fechamento e avaliação das características de hermeticidade das embalagens

A aplicação do selo de alumínio na terminação do copo tratado com *Volan*, empregando-se o processo de condução, foi feita numa termoseladora produzida pela *Alcan Ohler* na Alemanha, devidamente adaptada para esta aplicação (uso de um revestimento de borracha *Viton* no cabeçote de fechamento). O fechamento dos copos tratados com *Volan* por indução, foi feito em equipamento portátil cedido TSI – Tecnologia de Selagem por Indução. Os potes *standard* foram fechados com selo convencional, usando uma cola neutra *Henkel* na superfície de vedação do pote e a aplicação manual da tampa com torque de 35lbf.pol.

A taxa de permeabilidade ao vapor de água foi determinada segundo a metodologia descrita em OLIVEIRA *et al.* (1996), a qual baseia-se no ganho de peso de um material higroscópico (CaCl_2), colocado no interior das embalagens. Foram utilizadas duas estufas Votsch com temperatura e umidade relativa controladas ($30 \pm 1^\circ\text{C}$ e $80 \pm 2\%$ UR; $38 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\%$ UR), medindo-se o ganho de peso até valor constante.

A taxa de permeabilidade ao oxigênio, determinada segundo a metodologia descrita em OLIVEIRA *et al.* (1996), baseou-se no aumento da concentração de oxigênio no interior da embalagem. As embalagens foram perfuradas, fechadas sem produto e os furos vedados com borracha de silicone. Aplicando-se um fluxo de nitrogênio puro, eliminou-se o gás permeante de seu interior. Em intervalos regulares, retirou-se alíquotas dos gases do interior das embalagens, analisando-se as concentrações residuais de oxigênio num cromatógrafo a gás, CG – Instrumentos Científicos, modelo 2527, usando uma coluna peneira molecular 5A.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 Caracterização das embalagens

O laminado produzido pela Alcan era constituído por uma folha de alumínio revestida internamente com um ionômero (*Surlyn*). Obteve-se uma espessura média de $39\mu\text{m}$ para a folha de alumínio e de $33\mu\text{m}$ para a camada de *Surlyn*, totalizando $72\mu\text{m}$. A gramatura média foi igual a $103\text{g}/\text{m}^2$ para a folha de alumínio e $26\text{g}/\text{m}^2$ para o filme de *Surlyn*, totalizando $129\text{g}/\text{m}^2$.

O laminado fornecido pela Cisper era composto por um filme externo de polietileno tereftalato (PET), uma folha intermediária de alumínio e uma camada interna de ionômero (*Surlyn*). A espessura média foi de $14\mu\text{m}$ para o filme de PET, $28\mu\text{m}$ para a folha de alumínio e $49\mu\text{m}$ para o *Surlyn*, totalizando $92\mu\text{m}$. O valor médio da gramatura foi de $17\text{g}/\text{m}^2$ para a camada de PET, $82\text{g}/\text{m}^2$ para a folha de alumínio e $43\text{g}/\text{m}^2$ para a camada de ionômero (*Surlyn*), totalizando $142\text{g}/\text{m}^2$.

Considerando-se os aspectos de custo, da disponibilidade dos materiais e com base nos resultados de caracterização apresentados, optou-se pela utilização do laminado alumínio/ionômero nos ensaios de fechamento aplicados ao copo de vidro. Futuramente, poderá ser adotado um laminado que tenha o filme de polietileno tereftalato, em função da maior resistência mecânica oferecida por este tipo de estrutura.

Nos Quadros 1 e 2 são apresentadas as características gerais do copo (terminação CI 508) tratado com *Volan* e do pote *standard*, produzido com a terminação para tampa plástica rosqueável (embalagem existente no mercado), respectivamente.

QUADRO 1. Características gerais da embalagem de vidro tipo copo, tratada com *Volan*.

| Valor | Embalagem | | | | Terminação | | | | Diâmetro externo (mm) | |
|--------------------|-----------|-------------|------------------------------------|-----------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------|
| | Peso (g) | Altura (mm) | Diâmetro externo (mm) ² | | Altura (mm) | Largura (mm) | Diâmetro interno (mm) | Ovalização (mm) | Mínimo | Máximo |
| | | | Ø1 | Ø2 | | | | | | |
| Média ¹ | 132 | 81,9 | 106,8 | 54,7 | 5,1 | 3,2 | 67,0 | 0,3 | 73,1 | 73,3 |
| I.V. | 131-132 | 81,6-82,0 | 106,7-107,0 | 54,2-54,9 | 5,0-5,3 | 3,0-3,7 | 66,9-67,2 | 0,2-0,3 | 73,0-73,1 | 73,3-73,4 |

1 – Referente a 10 determinações.

2 - Ø1 medido a 33mm da superfície de vedação e Ø2 medido na base da embalagem.

I.V. – intervalo de variação.

QUADRO 2. Características gerais das embalagens de vidro tipo pote *standard*, com terminação rosqueável.

| Valor | Embalagem | | | | | Terminação | | | |
|--------------------|-----------|-------------|------------------------------------|-----------|-----------|-------------|--------------|---------------|-----------|
| | Peso (g) | Altura (mm) | Diâmetro externo (mm) ² | | | Altura (mm) | Largura (mm) | Diâmetro (mm) | |
| | | | Ø1 | Ø2 | Ø3 | | | Interno | Externo |
| Média ¹ | 245 | 144,6 | 62,9 | 68,5 | 62,8 | 14,6 | 3,0 | 56,1 | 62,5 |
| I.V. | 243-246 | 144,3-144,9 | 62,1-63,3 | 68,1-68,7 | 62,5-64,0 | 14,3-14,8 | 3,0-3,1 | 55,8-56,4 | 62,4-62,6 |

1 – Referente a 10 determinações.

2 - Ø1 medido abaixo da terminação, Ø2 medido na região média do corpo e Ø3 medido na base da embalagem.

I.V. – intervalo de variação.

De forma geral, todos os parâmetros avaliados apresentaram-se compatíveis com as especificações definidas para os dois tipos de embalagens de vidro, incluindo os valores de espessura de parede (não apresentados).

2 Fechamento e avaliação das características de hermeticidade das embalagens

As condições de fechamento do copo de vidro por condução foram otimizadas, obtendo-se: pressão de 1,0bar, temperatura de 260°C e tempo de contato igual a 4s. Nestas condições, foram produzidas as embalagens necessárias para os ensaios de permeabilidade ao vapor de água e ao oxigênio. Na sobretampa de polietileno foram introduzidas três modificações no modelo original, de modo a atender às exigências do fechamento CI 508 utilizado no copo de vidro.

Após realizar vários ensaios nos copos tratados com o *Volan*, foram observadas deficiências na aderência do selo de alumínio quando aplicado o fechamento por indução na fechadora da TSI (mesmo utilizando todas as combinações possíveis de tempo e potência oferecidas pelo equipamento). Constatou-se que a pressão exercida pela tampa plástica de encaixe (*snap cap*) foi insuficiente para garantir um bom contato entre a folha de alumínio revestida e a superfície de vedação do copo de vidro. Segundo informações obtidas em empresas que utilizam o processo de indução, este tipo de problema é freqüente quando não se torna possível exercer um esforço mecânico na região de selagem. Com base nestas considerações, foi decidido que o processo de fechamento por indução não será avaliado no presente estudo, uma vez que a sua viabilização depende de um equipamento industrial que utilize o laminado na forma de bobina e faça a sua aplicação direta sobre a embalagem de vidro, antes da colocação da tampa plástica de encaixe.

No Quadro 3 estão apresentados os resultados correspondentes às taxas de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) e ao oxigênio (TPO₂), determinados para os dois tipos de embalagens avaliados.

QUADRO 3. Taxas de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) e ao oxigênio (TPO₂).

| Valor | TPVA (g/emb/dia) | | | | TPO ₂ (cm ³ (CNTP)/emb/dia) @ 25°C e 0,21atm | |
|-------|------------------|-----------------|----------------------|-----------------|--|----------------------|
| | <i>Copo</i> | | <i>Pote standard</i> | | <i>Copo</i> | <i>Pote standard</i> |
| | 30°C / 80% UR | 38°C / 90% UR | 30°C / 80% UR | 38°C / 90% UR | | |
| Média | 0,0001 | 0,0002 | 0,0041 | 0,0136 | 13,5 | 33,0 |
| I.V. | 0,0000 – 0,0001 | 0,0001 – 0,0002 | 0,0034 – 0,0055 | 0,0118 – 0,0181 | 0,9 – 26,3 | 18,7 – 67,9 |

Os valores de TPVA obtidos para os copos com selo Al/ionômero, tanto a 30°C e 80% UR como a 38°C e 90% UR, foram considerados muito baixos e estão no limite de detecção da metodologia disponível, evidenciando que a embalagem pode oferecer uma ótima proteção ao conteúdo, quanto a proteção à umidade. Em termos médios, a TPVA do copo fechado por condução foi cerca de 40 vezes menor que a do pote *standard* a 30°C/80%UR e cerca de 60 vezes inferior na condição de 38°C/90%UR. Este parâmetro depende do tipo de selo, do processo de selagem e da área de permeação considerada. Para fins de comparação, mediu-se a TPVA dos copos com selo colado, obtendo-se valores de 0,0069g/emb/dia (30°C/80% UR) e 0,0214g/emb/dia (38°C/90% UR).

Quanto à taxa de permeabilidade ao oxigênio, obteve-se um valor médio para o copo com selo de Al/ionômero aplicado por condução igual a 13,5cm³/emb/dia com um coeficiente de variação de 78%. Para o pote *standard*, o valor médio foi de 33,0cm³/emb/dia com um coeficiente de variação de 62%. Portanto, a proteção do sistema de fechamento selo de Al/ionômero foi cerca de 3 vezes maior que do selo colado a frio. Determinou-se também a TPVA do copo e do pote *standard* após abertura do selo flexível e refeitamento com tampa plástica. O copo de vidro fechado somente com a tampa plástica de encaixe indicou valor médio de 0,098g/emb/dia (a 30°C e 80% UR) e um valor de 0,272g/emb/dia (a 38°C e 90% UR). O pote *standard* fechado somente com a tampa plástica rosqueável, apresentou TPVA média de 0,0196g/emb/dia (a 30°C e 80% UR) e de 0,0429g/emb/dia (a 38°C e 90% UR). Portanto, a tampa rosqueável ofereceu maior proteção ao vapor de água, com permeabilidade 5 a 6 vezes menor que a TPVA do copo com a tampa de encaixe.

CONCLUSÕES

De forma geral, os resultados parciais obtidos nesta fase do estudo apresentaram-se de acordo com o esperado, evidenciando um ótimo desempenho do copo com selo laminado de alumínio/ionômero aplicado por condução. Entretanto, a barreira ao vapor de água oferecida pela tampa de encaixe, após remoção do selo, foi sensivelmente menor que a tampa plástica rosqueável. Poderá ser alterado o perfil da área de contato entre a tampa de encaixe e a superfície de vedação do copo de vidro, visando melhorar a sua vedação. Os resultados obtidos para a taxa de permeabilidade ao oxigênio dos copos com selo de Al/ionômero fechados por condução apresentaram grande variabilidade, evidenciando que a aplicação do *Volan* pode não estar muito homogênea. Será feita uma verificação desta característica utilizando microscopia eletrônica de varredura e ensaios de penetração de solução colorida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, L. M., ALVES, R.M.V., SARANTÓPOULOS, C.I.G.L., PADULA, M., GARCIA, E.E.C., COLTRO, L. Ensaios para avaliação de embalagens plásticas flexíveis. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 219p.
- ORTIZ, S.A. JAIME, S.B.M., SEGANTINI, E., OLIVEIRA, L.M. Avaliação da qualidade de embalagens de vidro. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 146p.

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