

Espaço livre (*headspace*) de embalagens de vidro: a importância para produtos alcoólicos carbonatados

Sandra Balan M Jaime, MsC
Pesquisadora do Cetea

Com especial destaque para os vinhos finos e espumantes, a Uvibra – União Brasileira de Vitivinicultura indicou um crescimento de 34% nas vendas dos vinhos nacionais produzidos no Rio Grande do Sul nos quatro primeiros meses de 2021 em relação ao mesmo período de 2020 (VERGARA, 2021).

Para essa classe de produto e outras bebidas carbonatadas acondicionadas em embalagens rígidas, a exemplo de embalagens de vidro, é de extrema importância o volume do espaço livre (*headspace*) ou o volume do espaço vazio existente acima do nível de líquido contido no interior da embalagem fechada. Também denominado por câmara de expansão (ou *vacuity*), esse parâmetro determina o espaço vazio suficiente que deve ser deixado no interior da embalagem, com o objetivo de absorver quaisquer mudanças na pressão que eventualmente possam ocorrer durante toda a vida útil e/ou durante a comercialização do produto, garantindo a segurança quanto à resistência mecânica da embalagem.

A norma britânica BS 7367:1991 define espaço livre (*headspace*) como o espaço vazio deixado acima do produto acondicionado até a altura do nível de enchimento, expresso como volume, em mL. A câmara de expansão (ou *vacuity*), por sua vez, é definida como o espaço livre expresso como a porcentagem do espaço livre em relação ao volume nominal da embalagem de vidro (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 1991).

De forma geral, as substâncias líquidas se expandem mais rapidamente comparativamente a uma substância sólida e, por esse motivo, deve-se conhecer o comportamento da substância com o aumento da temperatura na embalagem fechada, de forma que o espaço livre possa suportar a expansão térmica do líquido. De acordo com Paine (1991), se um conteúdo líquido dentro de uma garrafa se expande à medida que a temperatura aumenta, então quanto maior o coeficiente de expansão do líquido, maior deve ser a provisão para a câmara de expansão da embalagem.

De forma controlada, a temperatura de um produto acondicionado em uma embalagem fechada pode variar durante tratamentos térmicos, como pasteurização ou esterilização. Outro momento em que pode ocorrer o aumento da temperatura do produto, porém de forma menos controlada, é durante o transporte e o armazenamento do produto.

Um exemplo de produto alimentício esterilizado posteriormente ao seu acondicionamento na embalagem de vidro fechada é o leite de coco. Para essa classe de produto, a norma ABNT NBR 14910 (2002) estabelece um valor de resistência à pressão interna para a embalagem de vidro de, no mínimo, 1,03 MPa (ou 150 psi). Para embalagens de vidro destinadas a produtos alimentícios pasteurizados, a resistência à

pressão interna mínima que a embalagem deverá suportar é de 0,69 MPa (100 psi) (ABNT 14910, 2002). De acordo com a referida norma, este requisito é aplicável às embalagens com diâmetro da terminação de até 38 mm e tem por objetivo garantir o desempenho mecânico da embalagem durante a etapa de processamento térmico, em virtude da expansão térmica do produto com o aumento de temperatura (ABNT 14910, 2002).

Embalagens destinadas ao acondicionamento de cervejas, cujo processo produtivo envolve a pasteurização do produto posteriormente ao seu acondicionamento na embalagem de vidro, também devem atender a requisitos mínimos de resistência à pressão interna para a garantia do desempenho mecânico da embalagem durante essa etapa do processo produtivo. De forma análoga, mesmo não sendo submetido a algum tratamento térmico, a embalagem de vidro para qualquer produto carbonatado deve atender a requisitos mínimos de resistência à pressão interna, devido à pressão interna exercida constantemente pelo produto nas paredes da embalagem de vidro.

Em virtude da criticidade de embalagens de vidro de grande volume com relação ao desempenho mecânico, a norma britânica BS 7367:1991 não recomenda o uso de embalagens com capacidade volumétrica nominal acima de 1,15 litros para produtos carbonatados ou mesmo para água carbonatada. De maneira complementar, a norma também não recomenda o uso de embalagens de vidro de formato que não seja circular para produtos carbonatados (BRITISH STANDARD INSTITUTION, 1991). Em uma embalagem de formato não circular, por exemplo de formato quadrado, ocorre o desenvolvimento de tensões adicionais de dobramento na parede plana da embalagem, o que reduz significativamente a resistência à pressão interna da embalagem de vidro (JAIME & DANTAS, 2009).

A norma britânica BS 7367:1991 recomenda também alguns valores de espaço livre que devem ser considerados no desenvolvimento de uma nova embalagem de vidro a ser utilizada no acondicionamento de um produto carbonatado/não pasteurizado ou de um produto carbonatado/pasteurizado. Como exemplo, uma garrafa de vidro de capacidade nominal de 750 mL deverá apresentar um volume do espaço livre da ordem de 27 mL, caso seja utilizada no acondicionamento de um produto carbonatado/não pasteurizado. Para produtos carbonatados/pasteurizados (a exemplo de cervejas), o volume do espaço livre deverá ser superior e da ordem de 45 mL, para suportar a pressão exercida pelo produto durante essa etapa do processo produtivo e não comprometer o desempenho mecânico da embalagem.

Uma vez que usualmente os regulamentos exigem que o volume de enchimento nominal seja definido a 20°C, o volume do espaço livre também acaba sendo definido nesta temperatura, independentemente da temperatura real de enchimento do produto. Entretanto, se o produto acondicionado na embalagem expande com o aumento da temperatura, quanto maior for o coeficiente de expansão do líquido, maior deverá ser a provisão do espaço livre no interior da embalagem. Com o aumento de temperatura, o líquido se expande e comprime o gás no espaço livre da embalagem e, portanto, esse volume deve ser determinado de acordo com a temperatura máxima a ser esperada para o produto dentro da embalagem.

Outro fator a ser considerado é a composição do produto, uma vez que este fator também interfere no coeficiente de expansão da bebida. Em particular, produtos com algum teor alcoólico possui um coeficiente de expansão de volume significativamente mais elevado se comparado à água, resultando em aumentos de pressão muito mais rápidos (HARRIS, 2016). Esse comportamento teórico é ilustrado na Figura 1, sendo comparado o comportamento da água e de uma mistura de água com etanol a 20% (em volume), para diferentes volumes de espaço livre. Neste gráfico foi considerada desprezível a possível troca gasosa entre o gás do espaço livre e o líquido, ou seja, no momento da expansão, o nível do líquido atuaria simplesmente como um pistão (HARRIS, 2016).

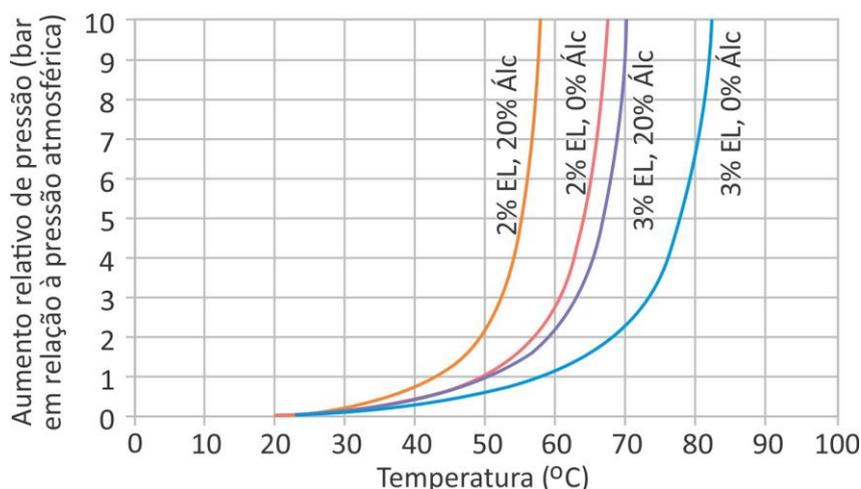


FIGURA 1. Aumento teórico da pressão da água e de uma mistura de água com 20% de etanol com o aumento de temperatura, ambos acondicionados em um recipiente de vidro com diferentes percentagens do espaço livre (EL) (HARRIS, 2016).

Para um mesmo volume do espaço livre, por exemplo com 2%, um aumento de temperatura de 50°C corresponde a um aumento de pressão do espaço livre relativa à pressão atmosférica de 1 bar (aproximadamente 1 kgf/cm²), para a água acondicionada na embalagem de vidro. Com a incorporação de 20% de álcool em água, a mesma condição de espaço livre e temperatura favorecerá um aumento de pressão no espaço livre duas vezes superior (2 bar ou aproximadamente 2 kgf/cm²).

Outro fator importante é que o CO₂ apresenta maior solubilidade no produto a baixas temperaturas e, portanto, é recomendável que o processo de carbonatação do produto seja realizada o temperaturas em torno de 2 a 5°C (OLIVEIRA, 2006). Portanto, deve-se sempre estar atento à temperatura de enchimento do produto, pois em temperaturas mais baixas a pressão exercida no espaço livre será também menor e aumentará com o aumento da temperatura. Segundo Paine (1991), caso o acondicionamento do produto na embalagem seja feito à temperatura de 5°C e nenhum ajuste seja feito com relação à altura do nível de enchimento, a câmara de expansão efetiva da embalagem será reduzida a partir do momento em que o produto atingir a temperatura ambiente.

Paine (1991) cita ainda que os produtos Whisky e Gin possuem um elevado coeficiente de expansão, e uma câmara de expansão de 2% resultará em uma pressão interna da ordem de 500 kN/m² (aproximadamente 5 kgf/cm²) após o condicionamento do produto a uma temperatura 22 °C acima da temperatura de enchimento. Para uma câmara de expansão de 5%, a pressão interna atingirá valores da ordem de 140 kN/m² (aproximadamente 1,4 kgf/cm²) após o condicionamento do produto a uma temperatura 35 °C acima da temperatura de enchimento (PAINE, 1991).

Portanto, especialmente para as embalagens de vidro destinadas ao acondicionamento de produtos carbonatados alcoólicos ou não alcoólicos, submetidos ou não a algum processamento térmico posteriormente ao seu acondicionamento na embalagem, recomenda-se que seja adotado um bom controle de qualidade quanto ao nível de enchimento do produto, para garantir o adequado volume da câmara de expansão, capaz de suportar as variações de pressão que eventualmente possam ocorrer durante as etapas de fabricação, comercialização ou distribuição do produto.

A adoção de um controle de qualidade adequado quanto ao volume do produto é de extrema importância para manter a quantidade correta de espaço livre na embalagem e evitar problemas com quebras de embalagens de vidro, especialmente para produtos alcoólicos carbonatados, a exemplo dos vinhos frisantes, quando submetidos a condições adversas de estocagem (sob condições de temperaturas elevadas) e/ou manuseio inadequado.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14910**: embalagens de vidro para produtos alimentícios: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24 p.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 7367**: specification for manufacture of glass bottles for carbonated soft drink including carbonated water. London: BSI, 1991. 12 p.

HARRIS, Nicholas. **Headspace discussions at Cetie**. Paris: Cetie, 2016. Disponível em: https://www.cetie.org/en/headspaces_4_78.html Acesso em: 26 ago. 2021

JAIME, S.B.M., DANTAS, F.B.H. **Embalagens de vidro para alimentos e bebidas**: propriedades e requisitos de qualidade. Campinas: Itai/Cetea, 2009. 223 p.

PAINE, F. A. The importance of vacuity or ullage. *In*: THE PACKAGING user's handbook. London, UK: Blackie Academic & Professional, 1991. 596 p. ISBN 0-7514-0151-X.

OLIVEIRA, L. M. (ed.). **Requisitos de proteção de produtos em embalagens plásticas rígidas**. Campinas: Itai/Cetea, 2006. 327 p.

VERGARA, Nereida. Vinhos e espumantes gaúchos registram crescimento de 34% nas vendas do mercado interno. **Correio do Povo**, Porto Alegre, 4 jun. 2021. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/rural/vinhos-e-espumantes-ga%C3%B4chos-registram-crescimento-de-34-nas-vendas-do-mercado-interno-1.631720> Acesso em: 23 ago. 2021.