

DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM EMBALAGENS

Fiorella B. Hellmeister

Muitas das coisas nas quais confiamos em nossa vida cotidiana dependem da nossa habilidade de controlar vazamentos. Dirigimos nossos carros confiantes que o pneu não irá murchar e que o tanque não perderá combustível. Esperamos que nossas geladeiras e freezers funcionem ano após ano sem qualquer perda do gás refrigerante presente nos compressores ou trocadores de calor.

Vazamentos em geral preocupam em qualquer situação, pois estão sempre relacionados à segurança, seja ela do consumidor, do fabricante ou do intermediário. Em alimentos, por exemplo, um ponto de vazamento em uma embalagem pode levar desde a perda de produto até mesmo a uma contaminação microbiológica, muitas vezes não detectada pelo consumidor, já que certos tipos de microrganismos não degradam o produto, produzindo odor característico, e nem gás; assim, a embalagem permanece intacta, não revelando a contra-indicação estabelecida quanto ao consumo do seu conteúdo. Além disso, através de influências atmosféricas indesejáveis, um produto pode sofrer uma notável diminuição relacionada à perda de nutrientes e de substâncias ativas, e alteração de aroma, sabor, textura ou cor. No caso dos produtos farmacêuticos, os quais requerem rigoroso controle de qualidade, as embalagens devem ser totalmente impermeáveis e herméticas em relação a bactérias e vírus.

Há muitos anos, a detecção de vazamento de um recipiente é freqüentemente realizada pelos fabricantes de embalagens através da injeção de ar comprimido dentro deste, que por sua vez é imerso em água ou tem sua superfície externa molhada, e a presença de bolhas é verificada, decorrente da passagem de ar de dentro para fora da embalagem. O reconhecimento das bolhas de ar depende da "capacidade diária" do operador. Esse método é empregado em função da alta velocidade das linhas de produção e conseqüente necessidade de resultados rápidos.

Porém, a tecnologia atual exige métodos mais sofisticados, com maior precisão de resultados. Os métodos atuais devem não somente detectar a ocorrência de vazamento mas também quantificar. A Figura 1 fornece uma indicação do limite de detecção de vazamento de alguns métodos comumente utilizados.

Na prática deve-se considerar que nenhum recipiente ou embalagem está completamente livre de apresentar vazamento. A razão de vazamento deve se manter satisfatoriamente a um nível baixo, de maneira que se consiga obter a pressão e/ou vácuo desejado no sistema, ou que o produto mantenha suas características além do período de tempo necessário para o consumo.

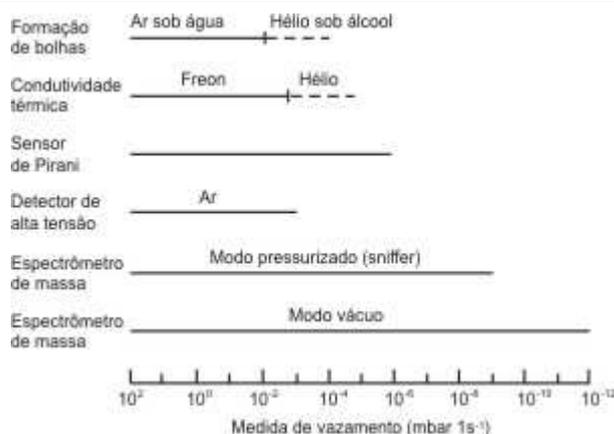


FIGURA 1. Limite de detecção de vazamento considerando os métodos mais utilizados.

Vazamento pode ocorrer devido a qualquer defeito existente em algum(s) componente(s) na superfície de um recipiente ou embalagem através do qual existe a possibilidade de transferência de massa devido a um gradiente de pressão, ou seja, de uma área de pressão mais alta para uma área de pressão mais baixa.

Em uma embalagem os vazamentos podem ocorrer pelo próprio material, pelo sistema de fechamento e junção, ou até mesmo pela combinação dos dois fatores, material e sistema de fechamento. Os vazamentos mais fáceis de se detectar e localizar são aqueles em que um definido e pequeno caminho atravessa a parede do recipiente. Como exemplos tem-se aqueles localizados na junção do vidro quando esta não é completamente fundida ou no caso de uma lata, uma solda também não completamente fundida.

Vários métodos para detecção de vazamento foram desenvolvidos, sendo que a utilização do sistema de gás hélio e espectrômetro de massa obteve maior sucesso.

Gás hélio é comumente utilizado como gás indicador de traços de vazamento devido à sua baixa concentração no ar atmosférico, correspondente a somente 5ppm (partes por milhão). Ele é composto de átomos leves, não tóxicos e inertes, os quais penetram mais rapidamente nos pequenos vazamentos. Hidrogênio é leve e penetra rapidamente, mas não é inerte; argônio é pesado, lento e compõe 1% do ar atmosférico. Espectrômetros de massa simples podem facilmente distinguir hélio de outros gases contaminantes; assim o hélio é o gás ideal para detecção de traços de vazamento. O detector de vazamento pode ter acoplado um teste de vácuo, onde o detector é uma das partes do sistema de vácuo e o gás é colocado fora do componente, o qual é conectado ao sistema de vácuo. Se houver a ocorrência de vazamento, o gás entra no sistema através deste e o detector irá responder.

Para mensurar o tamanho de um vazamento emprega-se a unidade mbarL/s. Um vazamento de 1mbarL/s provoca a variação da pressão em 1mbar dentro de um recipiente com volume de 1 litro no tempo de 1 segundo ou pode ser descrito como um fluxo de gás de 0,001L/s para uma diferença de pressão de 1000mbar (LEYBOLD INFICON, 1999).

Para demonstrar melhor este conceito, o quadro abaixo mostra algumas variações, partindo de um vazamento de 1mbarL/s:

Variações	mbarL/s
1mbar, 1 litro, 1 s	1 = 100
1mbar, 0,1 litro, 1s	0,1 = 10^{-1}
1mbar, 0,1 litro, 100s	0,001 = 10^{-3}
0,01mbar, 0,1 litro, 100s	0,00001 = 10^{-5}

Uma embalagem deve ser hermética. Isto é o que se exige de uma embalagem de produtos alimentícios e farmacêuticos. Porém, como foi citado anteriormente nenhuma embalagem está completamente livre de apresentar vazamento. Assim, foram estabelecidas faixas, dentro de uma especificação controlável, que satisfaçam os requisitos dos diversos produtos. Estas faixas foram estabelecidas de acordo com vazamentos típicos, por exemplo, água, vapor chegando até aos vírus. Segundo LEYBOLD INFICON (1999), de acordo com a ordem de grandeza do vazamento é possível que ocorra falha de estanqueidade em relação aos seguintes itens:

mbar	L/s
Água	10^{-2}
Vapor de água	10^{-3}
Bactérias	10^{-4}
Gasolina e óleo	10^{-5}
Vírus	10^{-6}
"Hermeticidade absoluta"	10^{-10}

A presença de oxigênio tem um papel importante na durabilidade de um produto. Para reduzir o crescimento de microrganismos aeróbios e a oxidação de gorduras, vitaminas, pigmentos, etc, a embalagem da maioria dos produtos alimentícios deve conter o mínimo possível de oxigênio, cujo aumento gradual da concentração, muitas vezes causada por vazamentos, é indesejável.

Assumindo uma concentração residual de oxigênio de 0,5% dentro da embalagem (imediatamente após a selagem) a concentração de oxigênio aumenta dependendo do tempo de armazenagem e do tamanho do vazamento, como é indicado na Figura 2.

A grandeza das taxas de vazamento relevantes para produtos da indústria de alimentos encontra-se na faixa de 10^{-4} mbarL/s ou até, em casos específicos, de 10^{-6} mbarL/s (LEYBOLD INFICON, 1999).

Testes utilizando sistema hélio-espectrômetro de massa foram realizados na detecção de microvazamentos em latas quando comparados ao bioteste tradicional, pela Estação Experimental da Indústria de Conserva Alimentícia da cidade de Parma, na Itália.

No bioteste, as embalagens são submetidas a um banho de suspensão de microrganismos com a finalidade de se detectar possíveis vazamentos através dos quais esses microrganismos irão penetrar e se desenvolver no produto acondicionado.



FIGURA 2. Aumento da concentração de oxigênio causado por vazamentos em embalagens com atmosfera modificada (LEYBOLD INFICON, 1999).

No estudo realizado pela Estação Experimental da Indústria de Conserva Alimentícia da cidade de Parma, as latas foram submetidas a um vácuo crescente de 10-2mbar, gás hélio foi colocado em torno da recravação que se desejava avaliar e a presença do gás foi detectada pelo espectrômetro de massa. Paralelamente, foi realizado o bioteste.

Nas latas com bioteste negativo, ou seja, hermeticidade garantida segundo esse método, foi detectada baixa quantidade de hélio no sistema, 10-8mbarL/s. Nas latas com bioteste positivo, a quantidade de hélio detectada no sistema foi maior, 10-2mbarL/s. Para a maioria das latas com bioteste positivo a quantidade de hélio detectada foi maior que 10-5mbarL/s.

Como conclusão do estudo realizado obteve-se que o teste com hélio apresenta boa correlação com o bioteste, além de apresentar vantagens por ser uma técnica não destrutiva e segura, uma vez que evita o contato direto com microrganismos, é simples de ser utilizada e suficientemente rápida, confiável e reproduzível.

O emprego deste tipo de teste para embalagens de produtos farmacêuticos, nos quais a hermeticidade é extremamente importante, tem crescido, assim como para todos os tipos de embalagens do ramo alimentício.

Normas internacionais regulamentam a utilização de sistemas hélio-espectrômetro de massa para detecção de vazamentos, entre elas tem-se as normas ASTM E 498 e 499-95 e ASTM E 493-97.

O CETEA dispõe de um equipamento de detecção de vazamento que opera com sistema de gás hélio e espectrômetro de massa munido de um sniffer, acessório que proporciona a identificação imediata dos pontos críticos na embalagem, o qual se encontra à disposição para possíveis trabalhos.

Referências Bibliográficas

HARRIS, N.S. **Modern vacuum practice**. London: McGraw-Hill, 1989.

LEYBOLD INFICON. **Método sofisticado de teste de vazamento para embalagens flexíveis**. Contura. Köln Colônia: Leybold, 1999. 34p.

SARDEGNA, R.,PREVIDI, M.P., MONTANARI, A., et al. Impiego della spettrometri di massa as elio per la valutazione dell'ermticità degli imballaggi metallici. **Industria Conserve**, Parma, n.71, p.315-321, set. 1996.