

INTEGRIDADE DE EMBALAGENS METÁLICAS

Elisabete Segantini

A embalagem metálica atende satisfatoriamente suas funções básicas de conter e proteger o alimento de fatores extrínsecos de deterioração, como oxigênio, luz e microrganismos durante a estocagem e distribuição. Outro fator de destaque para este tipo de embalagem é a proteção do alimento contra o vapor d'água do ambiente, parâmetro determinante na vida útil de alimentos desidratados. Toda essa proteção associada ao uso de embalagens metálicas deve-se às suas características de impermeabilidade e hermeticidade, sendo, portanto, fundamental a avaliação da qualidade destas embalagens quanto a essas características.

A crescente evolução dos materiais utilizados para a confecção de embalagens metálicas, como a redução de espessura das folhas e a utilização de sistemas inovadores e/ou alternativos de fechamento como micro-recravação e tampas de fácil-abertura, bem como as solicitações mecânicas a que são submetidas durante as etapas de transporte e distribuição, fazem com que as metodologias de avaliação da qualidade destas embalagens quanto aos requisitos de integridade sejam cada vez mais desenvolvidos.

Quando consideramos as latas de três peças, os problemas de microvazamento relacionados à falta de hermeticidade podem estar associados a operações deficientes na recravação de tampas e fundos, formação deficiente da costura lateral do corpo da lata ou defeitos no semi-corte, quando se tratar de tampas de fácil abertura.

Nos últimos anos foram desenvolvidas técnicas muito sofisticadas para a avaliação da integridade de embalagens metálicas, existindo atualmente métodos destrutivos e não destrutivos para a avaliação da hermeticidade das embalagens.

ENSAIOS DESTRUTIVOS

As indústrias de alimentos têm utilizado tradicionalmente os ensaios destrutivos para medir a integridade das embalagens. Estes testes são caros, demandam muito tempo e não permitem a identificação de defeitos isolados.

Pressão Interna Positiva e Negativa - Os métodos destrutivos tradicionais utilizados em linhas normais de produção na avaliação da integridade de embalagens metálicas baseiam-se na aplicação de pressão ou vácuo no interior da embalagem. Quando da utilização de pressão positiva a embalagem é mergulhada em água e caso ocorra a passagem de ar para o exterior da embalagem, ocorrerá a formação de bolhas; no caso da aplicação de vácuo (pressão positiva) o mesmo ocorrerá, porém para dentro da embalagem. O mesmo princípio pode ser utilizado com soluções coloridas de alta capilaridade, onde ocorrerá a passagem do corante pela danificação, identificando assim, o seu local exato.

Bioteste - Outro método destrutivo, utilizado principalmente em testes de desenvolvimento de novos sistemas de embalagens, é o bioteste. Neste ensaio acondiciona-se meio de cultura no interior da embalagem e posteriormente a mesma é submetida a tratamento térmico, seguindo-se o resfriamento em um banho com bactérias específicas ou efetuando-se etapas repetidas de aplicação de pressão positiva e negativa, também com contato externo em um banho de bactérias. Este procedimento deve ser aplicado em condições reais àquelas a que a embalagem será submetida durante o processamento térmico, permitindo expansões e retrações sucessivas e alternadas da embalagem, sem que ocorra deformações irreversíveis, possibilitando a entrada de microorganismos para o interior da embalagem, caso esta apresente defeito. Posteriormente esta embalagem é incubada à temperatura de crescimento específico da bactéria, com um acompanhamento do início de seu desenvolvimento no interior da embalagem, identificado pela produção de gás e consequente estufamento da embalagem. Este ensaio demanda um alto custo e tempo prolongado para a obtenção dos resultados.

Composição Gasosa do Espaço Livre - Existem equipamentos específicos para a avaliação da composição do espaço-livre de embalagens. Nesta técnica um sensor acoplado a uma ferramenta específica, penetra na embalagem e realiza a leitura do nível de gases do espaço livre da embalagem, fazendo desta maneira uma identificação da composição gasosa do espaço-livre. Caso ocorra uma danificação na integridade da embalagem o sensor registrará um aumento da concentração de oxigênio. Este método também pode ser utilizado para bebidas carbonatadas, medindo-se a concentração de dióxido de carbono na embalagem.

ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

Atualmente os testes de medida de integridade estão sendo focados em testes não destrutivos, os quais apresentam maior sensibilidade na detecção de microvazamentos, testando com eficiência até de 100% nas linhas de produção, o que pode ser alcançado pela crescente automação das indústrias em busca de maior produtividade e atendimento da qualidade total.

Dentre os métodos não destrutivos podemos citar os testes acústicos, óticos, de diferença de pressão e determinação de traços de gases.

Os testes de diferença de pressão são as técnicas mais comuns para a verificação da integridade das embalagens, podendo ser realizados por aplicação de pressão ou vácuo externo ou interno.

Pressão Externa - Pelo método de pressão externa, a embalagem é exposta externamente a uma alta pressão de ar ou de outro gás. Se existir uma danificação o gás entrará na embalagem, provocando mudanças estruturais de tamanho ou forma, as quais são detectadas por sensores específicos, realizando-se um monitoramento do decréscimo da pressão dentro da embalagem após a sua pressurização. Este teste é utilizado para a avaliação de embalagens rígidas, porém tem grande aplicação na avaliação da integridade de embalagens flexíveis ou semi-rígidas com fechamento em material flexível.

Vácuo Externo - No teste de vácuo externo, a embalagem é exposta ao vácuo ao invés da pressão positiva e o ar sai da embalagem pela danificação, caso exista, provocando mudanças estruturais na embalagem ou perda da pressão interna, sendo detectada e quantificada por sensores. Quando a embalagem contém gases como nitrogênio ou dióxido de carbono no espaço-livre, estes podem ser detectados por sensores sensíveis aos gases ou por espectrômetros de massa, depois da aplicação do vácuo.

Pressão Interna - Pelo teste de aumento da pressão interna a embalagem é submetida a um aumento de pressão interna por compressão mecânica ou pelo aquecimento da embalagem, provocando a expansão dos gases do espaço-livre, com o monitoramento deste aumento de pressão interna, para a observação de vazamentos.

Vácuo Interno - O teste de vácuo interno detecta vazamentos em embalagens a vácuo. Vazamentos neste tipo de embalagem causam perda de vácuo, e conseqüentemente mudanças de perfil da embalagem, sendo detectado por sensores.

Deteção de Gases Residuais - Os ensaios de detecção de gases residuais é a técnica mais sensível conhecida até o presente momento. Teoricamente qualquer gás inerte pode ser utilizado para a condução do teste, porém o gás hélio é o mais comumente utilizado. O princípio desta técnica baseia-se na detecção da presença de traços do gás no espaço-livre da embalagem, onde a embalagem é pressurizada com o gás hélio e caso exista defeito, este irá fluir para o interior da embalagem. Após a embalagem ser pressurizada com o gás hélio, esta é submetida a vácuo, onde ocorrerá a saída dos gases do espaço-livre da embalagem pelo defeito e estes serão identificados através de um espectrômetro de massa.

Esta técnica também é utilizada para embalagens que contém CO₂ no seu espaço-livre, onde a embalagem é submetida a vácuo externo e quando da ocorrência de defeitos na embalagem, este fluirá para o exterior e poderá ser quantificado, utilizando-se sensores específicos de infravermelho para detectar traços de CO₂. Este teste pode ser conduzido para embalagens que não contém CO₂ no espaço-livre, onde serão pressurizadas com o CO₂ externo, para que ocorra a permeação do gás pelo defeito, seguindo-se a sua quantificação pela aplicação de vácuo.

Ensaio Acústicos e Óticos - Testes não destrutivos baseados em princípios de acústica são os testes de toque, onde é usado uma sonda eletromagnética para criar um som audível com diferentes níveis de intensidade, os quais variam de acordo com os níveis de pressão/vácuo na embalagem.

Outro método utilizado para a detecção de microvazamentos é a formação de imagem por ultrassom, porém a limitação da aplicação desta técnica na detecção de microvazamentos está relacionada à sensibilidade do equipamento.

Sensores de campo de força constituem outra técnica emergente. Ela é obtida pela geração de campo de força adequado (acústico, indução, capacitivo, magnético ou microondas) ao redor da embalagem a ser avaliada. Quando um objeto é colocado no campo de força, ocorrem distorções nas linhas de força do campo, porém estas distorções irão depender da geometria do objeto. As diferenças na geometria ou forma entre embalagens intactas e com defeitos criam diferentes distorções nas linhas de força as quais são eletronicamente quantificadas. Este princípio tem sido utilizado para testar a integridade de embalagens, porém sua sensibilidade não é bem conhecida.

Existem testes de medida da deflexão da tampa por meio de raios laser ou alteração de voltagem, onde é feita a medida de mudanças da profundidade da tampa, principalmente em embalagens a vácuo, onde aquelas que possuem uma danificação terão um decréscimo da medida.

Dentre todos os ensaios citados anteriormente, o Quadro 1 apresenta resumidamente os testes destrutivos e não destrutivos que podem ser utilizados para a avaliação da hermeticidade de embalagens metálicas.

QUADRO 1 Ensaio destrutivos e não destrutivos utilizados para a avaliação da hermeticidade de embalagens metálicas.

Destrutivos	Não Destrutivos
Formação de bolhas por aplicação de pressão positiva ou negativa	Diferença de Pressão
Corante por aplicação de pressão positiva ou negativa	Traços de gás residual do espaço-livre
Bioteste	Acústicos
Composição gasosa do espaço-livre	Óticos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

A MATTER of integrity. **The canner**, West Sussex, p.28-30, jan., 1996.

DANTAS, S.T. ANJOS, V.D.A. SEGANTINI, E. GATTI, J.B. **Avaliação da qualidade de embalagens metálicas: aço e alumínio**. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 306p.

GNANASEKHARAN,V., FLOROS J. D. Package integrity evaluation: criteria for selecting a method, I. **Packaging technology & engineering**. Philadelphia, v. 3, n. 6, p. 44-48. Aug./Sept. 1994.

GNANASEKHARAN,V., FLOROS J. D. Package integrity evaluation: criteria for selecting a method. II. **Packaging technology & engineering**. Philadelphia, v. 3, n.7, p. 67-72. Oct. 1994.