

## Análise comparativa de métodos de avaliação de desempenho para embalagens destinadas ao comércio eletrônico

*Mauricio R. Bordin*

*Pesquisador Científico da área de Transporte e Distribuição  
do Centro de Tecnologia de Embalagem – Cetea/Ital*

O comércio eletrônico de bens de consumo já era uma modalidade de vendas bem estabelecida no mercado há cerca de uma década. Com o advento da pandemia por Covid-19 ocorrida nos anos de 2020 e seguintes, a modalidade de comércio eletrônico está experimentando uma forte expansão, consolidando a sua prática. E o ambiente de distribuição por onde esses bens de consumo irão circular apresenta características particulares. Assim, uma vez concretizada a venda, o grande desafio passa a ser fazer com que os produtos comercializados sejam corretamente despachados e entregues em segurança e em perfeitas condições de uso ao consumidor final.

Assim como para sistemas de embalagem que serão distribuídos pelos canais de distribuição tradicionais, é interessante que se faça uma avaliação prévia do desempenho do sistema de embalagem utilizado no comércio eletrônico, a fim de conhecer os pontos de fragilidade do mesmo e atuar no sentido de corrigi-los e prevenir falhas. Os benefícios dos ensaios prévios de performance em embalagens para transporte são bem conhecidos e comprovados. Mas uma vez que se tenha decidido pela realização dos ensaios prévios, levanta-se a questão sobre qual protocolo de ensaios é o mais eficiente e eficaz para uma dada situação.

Frente à grande variedade de produtos que podem ser transportados nessa modalidade de comércio o ensaio mais indicado nesta situação é o que se conhece por simulação generalizada. A simulação generalizada consiste em uma tentativa de modelar em laboratório os elementos que produzem danos envolvidos nas etapas de transporte e distribuição, utilizando representações amplas de sequências, intensidade e outras condições. Os níveis dos ensaios e outros parâmetros são descritos nos protocolos de ensaio, correspondendo a generalizações obtidas de diversas compilações, acordos entre indústrias, cálculos e “bom senso convencional”. Os requisitos tipicamente incluem alturas de queda variáveis, tipos de impactos adicionais, compressão baseada em cargas máximas e alturas de empilhamento, vibrações randômicas de perfil simples, que simulam de forma ampla o movimento real de veículos, condicionamento atmosférico e riscos combinados, como compressão e vibração simultâneas.

Os ensaios são até certo ponto adaptados, com base no tipo e construção da embalagem, e com alguma consideração quanto ao valor do produto e quantidade de transporte. Diferentes meios de transporte são levados em consideração (incluindo situações modais), e se faz uma tentativa generalizada de se colocar os ensaios em uma sequência similar à esperada durante a distribuição real.

Quando se fala de transporte em geral, dois exemplos de ensaios de simulação generalizada são: procedimento D 4169 da ASTM – *American Society for Testing and Materials* e a norma 4180 da ISO – *International Organization for Standardization*) embora esta última não contemple a vibração randômica). Porém, as particularidades do comércio eletrônico sugerem a necessidade de estabelecer condições específicas de ensaio. Com isso, foram editadas duas outras normas que tratam especificamente do modelo de transporte de carga individualizada (*parcel delivery*). São elas: a ASTM D7386 e a IST3A. Este artigo pretende fazer uma análise comparativa entre as duas normas, com o objetivo de orientar os usuários na escolha por um ou outro método.

Ambas as normas versam basicamente sobre os mesmos ensaios, sendo os principais deles os ensaios de vibração, queda livre e compressão.

As duas normas são um guia para avaliação de embalagens de distribuição, com solicitações e intensidades usualmente observadas na prática, caracterizando a utilização da simulação generalizada. O seu objetivo final é avaliar a capacidade da embalagem e do produto em suportarem as solicitações do transporte.

Durante a execução dos ensaios, os mesmos devem ser realizados na mesma embalagem, na sequência/ordem indicada.

O primeiro passo é a classificação da embalagem de acordo com seu formato. Uma vez estabelecido o formato da embalagem, ele definirá a sequência de ensaios a ser realizada. As duas normas classificam as embalagens de acordo com o seu formato e dimensões, utilizando-se dos mesmos parâmetros e critérios:

- Embalagens **pequenas**
- Embalagens **alongadas**
- Embalagens **planas**
- Embalagens **padrão**

Caso a embalagem tenha um volume superior a 13.000 cm<sup>3</sup>, massa inferior a 4,5 kg e a dimensão seja menor que 350 mm, ela será classificada como uma embalagem **pequena**.

Caso a embalagem tenha um volume inferior a 13.000 cm<sup>3</sup>, sua menor dimensão seja inferior a 200 mm e sua próxima maior dimensão seja 4 vezes ou mais a menor dimensão, ela será classificada como uma embalagem **plana** (flat).

Caso a embalagem tenha sua maior dimensão de 900 mm ou maior e que as suas outras dimensões sejam 20% ou menos da maior dimensão, ela será classificada como uma embalagem **alongada**.

Caso a embalagem não se enquadre em nenhuma das classificações acima, ela será considerada **padrão**.

Para a realização dos ensaios, a amostra utilizada deve ser o mais próximo possível do real. Sempre que as condições de custo e disponibilidade forem favoráveis, devem ser utilizados produtos reais. No caso de produtos de alto custo, é aceitável o uso de produtos contendo pequenos defeitos desde que estes defeitos não estejam em componentes que serão avaliados (geralmente, são aceitáveis defeitos cosméticos), e que estes defeitos preexistentes sejam identificados previamente aos ensaios.

Com relação ao número de amostras a ser ensaiado ASTM não fixa um número de amostras e determina que o número de repetições depende dos objetivos do ensaio, sendo que estes, quando replicados, aumentam a confiabilidade estatística do resultado. Por sua vez, a ISTA indica que o número de repetições mínimo é 1 embalagem, sendo recomendado o uso de 5 repetições.

Antes do início dos ensaios é necessária a definição de quais serão os critérios de aceitação do produto/embalagem ao final dos ensaios. A ASTM sugere os seguintes critérios:

- 1 - O produto (conteúdo) não sofreu danos.
- 2 - A embalagem está intacta.
- 3 - Ambos os critérios 1 e 2.

Por sua vez, a Ista sugere a adoção de todos os seguintes critérios:

- 1 - O que constitui dano ao produto.
- 2 - Qual o nível de tolerância (se permitido).
- 3 - Qual o método para avaliação do produto ao final do ensaio.
- 4 - Qual a condição aceitável para o produto ao final do ensaio.

Para a execução dos ensaios é necessária a identificação correta das faces da embalagem, uma vez que vários ensaios definem uma determinada posição ou orientação, que é baseada nessa identificação. Neste caso, a ASTM prevê 3 estilos de embalagem: sacos, embalagens retangulares e embalagens cilíndricas, indicando a correta identificação das faces para cada estilo. Já a Ista prevê 2 estilos de embalagem: embalagens retangulares e embalagens cilíndricas, indicando também a correta identificação das faces.

Uma vez identificadas as faces procede-se ao condicionamento climático das amostras. A ASTM indica a realização de um condicionamento prévio de acordo com o seu procedimento D4332, enquanto a Ista lista 11 condições de temperatura e umidade relativa diferentes para isso, incluindo 3 opções que são de livre escolha do usuário.

Com relação aos efeitos dinâmicos aplicados às embalagens (Elementos de Dano), as duas normas apresentam semelhanças quanto aos ensaios, diferindo em alguns pequenos detalhes em cada um deles, tais como posições e alturas de queda. Os Elementos de Dano indicados pelas duas normas são indicados na Tabela 1, abaixo:

**TABELA 1.** Elementos de Dano das normas ASTM D7386:2016 e Ista 3A:2018.

| <b>ASTM D7386:2016</b>                                  | <b>Ista 3A:2018</b>                                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Movimentação Manual e/ou Mecanizada (quedas e impactos) | Movimentação Manual e/ou Mecanizada (quedas e impactos) |
| Vibração (Vibração livre ou sob carga)                  | Vibração (Vibração livre ou sob carga)                  |
| Estabilidade a impacto (tipo ponte)                     | Estabilidade a impacto (tipo ponte)                     |
| Estabilidade a impacto (tipo bloco)                     | Estabilidade a impacto (tipo bloco)                     |
| Baixa pressão (altas altitudes)                         | Baixa pressão (altas altitudes)                         |
| Impactos localizados – dardo (concentrado)              | Impactos (tombamento)                                   |
| Impactos (tombamento)                                   | Quedas rotacionais                                      |
| Quedas rotacionais                                      |                                                         |

Na Tabela 2 é indicada a sequência de ensaios que é aplicada em cada uma das normas. Para efeito de comparação entre as normas será considerada apenas as embalagens de formato **padrão**. Aos outros tipos de embalagem se aplicam alguns ensaios complementares.

**TABELA 2.** Plano de ensaio para embalagens do tipo Padrão, segundo as normas ASTM D7386:2016 e ISTA 3A:2018.

| ASTM D7386:2016                                    | Ista 3A:2018                                       |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1º. Ensaio: Sequência de quedas (06 quedas)        | 1º. Ensaio: Sequência de quedas (09 quedas)        |
| 2º. Ensaio: Vibração sob carga (total 120 minutos) | 2º. Ensaio: Vibração sob carga (total 120 minutos) |
| 3º. Ensaio: Baixa pressão (embalagem estática)     | 3º. Ensaio: Vibração livre (30 minutos)            |
| 4º. Ensaio: Sequência de quedas (06 quedas)        | 4º. Ensaio: Vibração sob Baixa pressão (opcional)  |
| 5º. Ensaio: Vibração livre (30 minutos)            | 5º. Ensaio: Sequência de quedas (08 quedas)        |
| 6º. Ensaio: Sequência de quedas (06 quedas)        |                                                    |
| 7º. Ensaio: Impacto concentrado                    |                                                    |

Este artigo buscou apresentar as duas principais normas que tratam da avaliação de embalagens distribuídas pelo canal “*parcel delivery*”. Cada caso deve ser avaliado apropriadamente de modo a escolher o protocolo de ensaio mais adequado. Além disso, a manutenção de um histórico de resultados possibilita o refinamento das situações futuras, bem como uma memória de problemas enfrentados no passado, agilizando o alcance das soluções.

## Referências Bibliográficas:

ASTM INTERNATIONAL. **D4149-16**: standard practice for performance testing of shipping containers and systems. West Conshohocken: ASTM, 2016. 17 p.

ASTM INTERNATIONAL. **D4332-14**: standard practice for conditioning containers, packages, or packaging components for testing. West Conshohocken: ASTM, 2014. 3 p.

ASTM INTERNATIONAL. **D7386-16**: standard practice for performance testing of packages for single parcel delivery systems. West Conshohocken: ASTM, 2016. 10 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4180**: packaging – complete, filled transport packages – general rules for the compilation of performance test schedules. Geneva: ISO, 2019. 21 p.

INTERNATIONAL SAFE TRANSIT ASSOCIATION. **Ista 3A 2018**: packaged-products for parcel delivery system shipments. 70kg (150 lb) or less. In: \_\_\_\_\_. Ista Resource Book 2021. East Lansing: ISTA, 2021. 27 p.