

# Importância do Alívio da Pressão Interna na Avaliação da Resistência à Compressão Dinâmica de Embalagens Plásticas Rígidas

Raquel Massulo Souza  
Pesquisadora do Cetea

As propriedades de compressão de uma embalagem plástica rígida estão associadas ao seu desempenho mecânico em várias situações às quais estão sujeitas ao longo de sua vida útil, como por exemplo:

**Proteção mecânica do produto acondicionado**, pois na ocorrência de deformação da embalagem a solicitação de compressão é transferida para o produto.

**Resistência à carga de fechamento da embalagem em máquinas automáticas**, como termosselagem e tamponamento.

**Manutenção da integridade mecânica da embalagem na estocagem**, se assume papel de suporte para o empilhamento.

Assim, dentre as propriedades mecânicas dessa classe de embalagens, a resistência à carga vertical (compressão) dinâmica talvez seja a mais importante propriedade a ser estudada, pois as informações obtidas por meio desta avaliação oferecem subsídios para a elaboração de especificações, durante o desenvolvimento de novas embalagens, além dos parâmetros poderem ser utilizados para o controle de qualidade de lotes de produção.

Durante a realização do teste de resistência à compressão dinâmica, é determinada a resistência colunar que a embalagem oferece quando submetida a uma deformação crescente causada pela aproximação de dois planos paralelos. Este ensaio pode ser realizado em equipamentos de compressão, mesas de compressão ou máquinas universais de ensaios, que originam gráficos representativos do comportamento de resistência da embalagem ao ser comprimida (Figura 1).

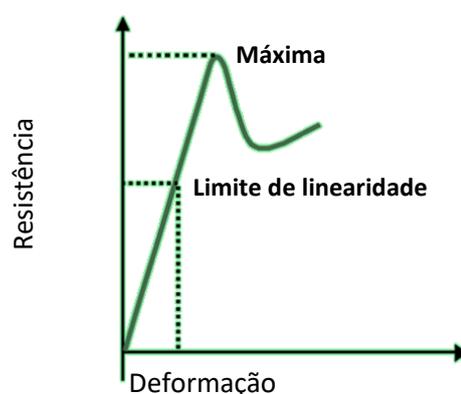


FIGURA 1. Exemplo gráfico teórico de Resistência X Deformação.

Sendo que:

- ✓ **Resistência no limite de linearidade** é a resistência no ponto em que a curva de Resistência X Deformação se desvia da tendência linear inicial. A partir deste ponto, a reação da embalagem à deformação se modifica ao longo do ensaio, não sendo mais tão intensa como no início da solicitação de compressão, mas ainda não foi atingida a fase em que a deformação ocorre sem aumento de reação da embalagem.

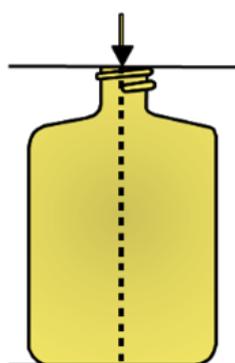
✓ **Resistência máxima** é a força máxima registrada durante o ensaio até a ocorrência de falha irreversível da embalagem.

A resistência à carga vertical de uma embalagem plástica rígida é influenciada por alguns fatores, como: tipo de material plástico (polímero, grade, formulação), massa, distribuição de espessura, formato, altura, *design*, grau e distribuição da cristalinidade e condições de fabricação (relação de estiramento, história térmica etc.).

E são parâmetros críticos de teste: velocidade de ensaio, direção de compressão e condições ambientais (de condicionamento antes e durante a execução do ensaio). No entanto, outro fator relevante a ser observado na execução do ensaio é a garantia de que o ar contido no interior da embalagem vazia não exercerá influência no resultado do teste, fazendo com que ela demonstre ser mais resistente do que realmente é.

Segundo a norma ASTM D2659, que estabelece a metodologia para os ensaios de resistência à compressão de embalagens plásticas rígidas, o alívio da pressão interna gerada na embalagem com gargalo vertical centralizado e que é fechado pela placa superior de compressão durante o ensaio (Figura 2) deve ser realizado por meio de canais de alívio na própria placa de compressão ou, de forma mais simples, fazendo um pequeno furo na embalagem em uma região distinta daquela na qual ocorrerá a deformação irreversível.

Direção de compressão



**FIGURA 2.** Exemplo de embalagem com gargalo vertical centralizado e fechado pela placa de compressão.

Para ilustrar a influência da pressão interna nos resultados de resistência à compressão das embalagens na prática, a Tabela 1 apresenta resultados experimentais de seis diferentes tipos de embalagens plásticas rígidas, fabricada com três diferentes materiais.

**TABELA 1.** Resistência à carga vertical dinâmica.\*

Embalagem avaliada – capacidade (produto de destino)		Resistência no limite de linearidade (kgf)	Resistência máxima (kgf)
Frasco de PEAD – 250 mL (farmacêutico)	com alívio	13,2	37,5
	sem alívio	12,9	39,2
Frasco de PEAD – 1 L (agroquímico)	com alívio	20,7	41,7
	sem alívio	20,7	42,6
Pote de PP – 250 g (manteiga)	com alívio	15,5	19,4
	sem alívio	17,2	29,4
Pote de PP – 1 kg (margarina)	com alívio	14,3	18,7
	sem alívio	14,2	22,1
Pote de PET – 400 g (achocolatado)	com alívio	13,0	39,7
	sem alívio	12,5	43,3
Garrafa de PET – 500 mL (água)	com alívio	12,6	21,6
	sem alívio	14,1	24,0

\*: Fonte de dados – Cetea; Resultado médio de 5 determinações; 1 kgf = 9,81 N; PEAD = polietileno de alta densidade; PP = polipropileno e PET = poli(tereftalato) de etileno.

A partir dos resultados obtidos, pode-se observar que os valores de Resistência no limite de linearidade foram muito similares comparando as embalagens avaliadas com e sem alívio de ar. Isso se justifica pelo fato de a influência do ar preso no interior da embalagem não ser significativa, visto que até este ponto a embalagem está resistindo à força que está sendo aplicada sobre ela na mesma intensidade.

No entanto, comportamento distinto é observado quando se avalia os valores de Resistência máxima, nas duas condições de avaliação. Quando as embalagens não foram submetidas ao alívio da pressão interna, apresentaram resultados de resistência superiores comparados às mesmas embalagens avaliadas com alívio de ar, ou seja, o ar superestimou o valor de resistência que as estruturas das embalagens podem verdadeiramente suportar até o seu colapso.

A porcentagem de ganho de resistência com a realização do ensaio na condição sem alívio de pressão interna é variável e depende das características da embalagem, já mencionadas anteriormente, mas se existe, deve ser considerada. Avaliando os exemplos da Tabela 1, um **Frasco de PEAD – 1 L** destinado a agroquímicos, que por sua vez possui estrutura física mais robusta, apresentou um ganho de resistência máxima de apenas 2%, mas para o **Pote de PP – 250 g** para manteiga, verificou-se um ganho superior a 50% de resistência da embalagem.

De forma que, sabendo-se que a contribuição de resistência que o produto acondicionado confere à embalagem é temporária e sendo o objetivo da avaliação conhecer a contribuição real da embalagem na resistência do conjunto, sugere-se a realização do ensaio das embalagens com a realização de alívio de pressão interna.

## Referências Bibliográficas

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM D2659-16**: standard test method for column crush properties of blown thermoplastic containers. West Conshohocken, 2016. 4 p.

OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. (org.) **Embalagens plásticas rígidas**: principais polímeros e avaliação da qualidade. Campinas: Cetea/Ital, 2008. 372 p.