

Influência Da Camada De Ar Sobre a Deformação De Uma Embalagem De Líquido Com Cartão Tipo LPB

I. Neitzel¹, K. B. Matos¹, L. R. Pesch¹

¹Faculdade de Telêmaco Borba - FATEB, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil

Abstract

Introdução: As embalagens de produtos alimentícios são hoje em dia predominantemente feitas com cartão tipo LPB (Liquid Packaging Board) e usualmente estocadas de forma empilhada, tanto nas prateleiras como nos depósitos dos supermercados. O LPB é um composto multicamadas de construção complexa, envolvendo, tipicamente, papel produzido com fibras virgens, polietileno e alumínio. O alimento líquido ao ser envasado, voluntária ou involuntariamente, contém ar, que durante a estocagem se acomoda como uma fina película gasosa sobre a superfície líquida do produto. Pretende-se realizar uma análise da influência desta camada de ar sobre as tensões de deformação que atuam sobre as paredes da embalagem durante a estocagem.

Metodologia: Este trabalho é um estudo preliminar simplificado para avaliar e validar o modelo proposto, as variáveis envolvidas, a parametrização do problema e as dificuldades computacionais. Neste escopo a embalagem é considerada um corpo cilíndrico de revolução em regime permanente. O cartão é considerado um material homogêneo, isotrópico, elástico linear e delgado. As propriedades físicas, como massa específica, módulo de Young e razão de Poisson são valores típicos (Xia, 2002). A geometria também assume valores típicos representativos. O comportamento gasoso segue, nas condições normais de estocagem, o comportamento de um gás ideal. O líquido, nestas mesmas condições, foi considerado incompressível. Neste estudo não foram avaliados efeitos de temperatura.

O volume total útil da embalagem é V_{total} . A fração de gás presente é $V_{gasEQ01}$ e portanto a fração de líquido é $V_{liquidoEQ02}$. O coeficiente alfa foi escolhido de modo a representar uma camada gasosa de 0.5 mm de espessura para uma embalagem com 200 mm de altura. Este valor foi parametricamente variado para produzir uma camada gasosa de até 10 mm de espessura. A embalagem foi submetida a um carregamento vertical correspondente a uma segunda embalagem apoiada na sua face superior. A face inferior externa foi admitida apoiada em uma superfície rígida. As outras superfícies internas foram consideradas como expostas a uma pressão cujo valor é decorrente da variação de volume devido à deformação da embalagem. A pressão interna inicial é P_0 . Desta forma, se w for a deformação vertical e u for a deformação radial, a pressão pós deformação é P_{IEQ03} . A figura 1 descreve sinteticamente as condições usadas na simulação.

A simulação foi realizada usando o software COMSOL Multiphysics®. O parâmetro alfa foi

variado através do recurso "parametric sweep" na faixa indicada anteriormente.

Resultados: As figuras 2 e 3 mostram os resultados obtidos para diferentes valores do coeficiente alfa.

Conclusão: As tensões resultantes ao longo das superfícies não mudam significativamente em função de alfa. Todavia na região das dobras os valores das tensões máximas apresentam diferenças perceptíveis, como esperado. A variação volumétrica foi positiva DVEQ04. Os resultados recomendam, para o estudo 3D, considerar o LPB como ortotrópico.

Reference

Qingxi S. Xia, et al., A constitutive model for the anisotropic elastic-plastic deformation of paper and paperboard, International Journal of Solids and Structures, 39, 4053-4071, (2002).

Figures used in the abstract

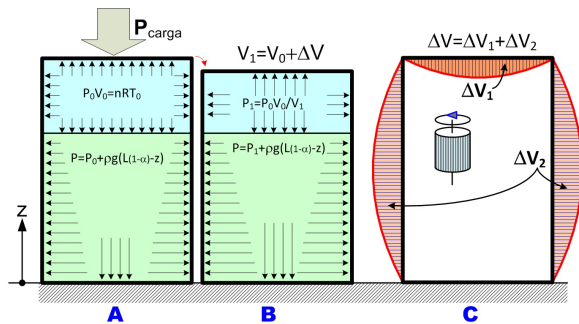


Figure 1: A – a embalagem, o esforço aplicado e as condições presumidas; B – a embalagem esquemática após a deformação e as condições internas; C – a embalagem deformada e a variação de volume.

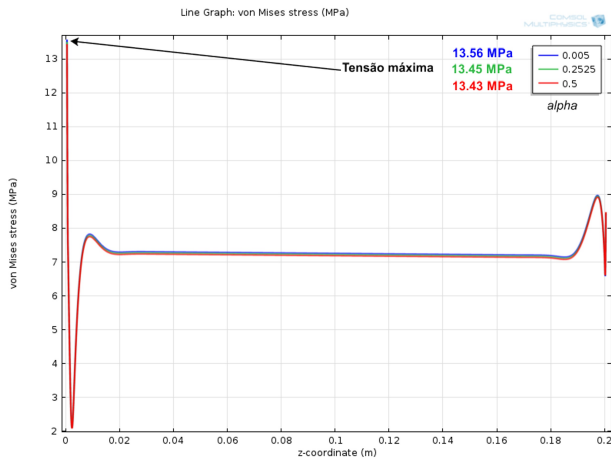


Figure 2: Tensões na superfície lateral com indicação das pressões máximas para diferentes valores do coeficiente α . A tensão máxima é inversamente proporcional ao coeficiente α .

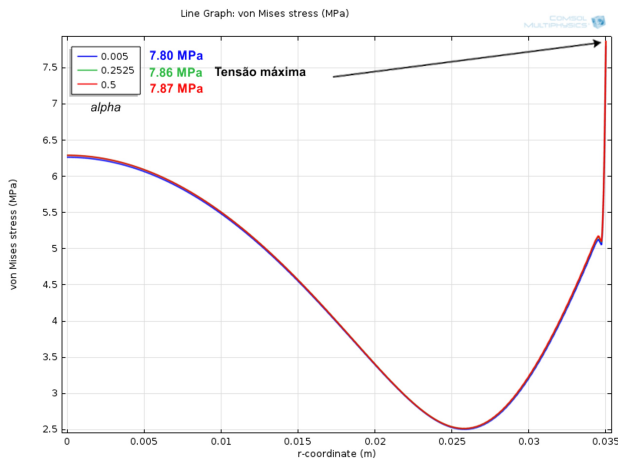


Figure 3: Tensões na face superior com indicação das pressões máximas para diferentes valores do coeficiente α . A tensão máxima é diretamente proporcional ao coeficiente α .

$V_{gás} = \alpha \cdot V_{total}$ VgasEQ01	$V_{líquido} = (1 - \alpha) \cdot V_{total}$ VliquidoEQ02	$\Delta V > 0$ DVEQ04
$P_1 = \frac{\alpha \cdot V_{total}}{\alpha \cdot V_{total} + \iint w \cdot dA_{topo} + \iint h \cdot dA_{lateral}} \times P_0$ <p>P1EQ03</p>		

Figure 4: Equações para o texto.