



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Determinação da Força de Abertura de Embalagens Termosseladas – Estudo Preliminar

Guilherme Henrique de **Oliveira**^{1a}; Lea Mariza de **Oliveira**^{1b}; Daisy **Moitinho**^{1c}; Maurício Rossi **Bordin**^{1c}; Fábio Gomes **Teixeira**^{1c}

¹ Instituto de Tecnologia de Alimentos, CETEA – Centro de Tecnologia de Embalagens

Nº 13254

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi levantar informações para o desenvolvimento de um método de ensaio para determinar a força necessária para a abertura de embalagens plásticas termosseláveis do tipo fácil abertura. Nesta fase foram utilizadas duas amostras, identificadas como “embalagem de manteiga” e “embalagem de petit suisse”. Os ensaios foram realizados em máquina universal de ensaios. Foram definidos dois fatores variáveis: ângulo (90° e 135°) e velocidade (300 mm/min e 600 mm/min). A embalagem foi fixada com fita adesiva a um suporte móvel posicionado na parte inferior do equipamento. Foram feitas duas réplicas do experimento para cada amostra. Os resultados obtidos indicaram que apenas o fator ângulo tem um efeito significativo (95%) na força de abertura da embalagem. Por outro lado, o sistema de fixação da amostra precisa ser aperfeiçoado para que seja possível validar o método de ensaio.

Palavras-chaves: embalagem plástica termosselada, força de abertura, fácil abertura

ABSTRACT- The aim of this study was to collect data to develop a method to measure the force to opening heat sealing of easy opening packages. Two samples were used: “butter package” and “petit suisse package”. The trials were performed in a universal testing machine. The variable factors were: angle (90 ° and 135 °) and rate test (300 mm / min and 600 mm / min). The package was fixed with adhesive tape to a mobile support placed at the bottom of the device. Two replicates of the experiment for each sample were performed. The results indicated that only the angle’s factor has a significant effect (95% confidence level) in the package opening force. Moreover, the fixing sample system needs to be improved to validate the testing method.

Key-words: heat sealed plastic package, opening force, easy opening package.

^a Bolsista CNPq; Graduação em Química Tecnológica, guiheol@gmail.com.br, ^bOrientador, ^c Colaborador

1 INTRODUÇÃO

É evidente a dificuldade dos consumidores para abrir uma vasta gama de embalagens, incluindo as rígidas termosseladas. Um levantamento feito pela Diretoria da Qualidade do INMETRO (BRASIL, 2012) apontou as dificuldades neste segmento. Problemas com a abertura de embalagens não são



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

exclusivos do Brasil. Um levantamento feito no Reino Unido relatou que é grande o número de pessoas atendidas nos hospitais devido a acidentes com embalagens de alimentos e bebidas. As embalagens plásticas respondem por 14% dos acidentes relatados, parte dos quais é devido ao uso de instrumentos inadequados na tentativa de abertura, a exemplo de facas afiadas e pontiagudas (WINDER et al., 2002). Em uma pesquisa realizada com 200 consumidores com o objetivo de avaliar a relação entre suas reclamações sobre embalagens e acidentes decorrentes da sua manipulação, Winder et al. (2002) levantaram que as maiores queixas com relação às embalagens plásticas eram: a falta de força para abri-las, a dificuldade de como e onde iniciar a abertura, a exigência de muita atenção para a abertura com facilidade, o fato do produto não sair de forma apropriada quando a abertura é feita erroneamente e que mecanismos que evidenciam violação ou que são a prova de crianças (*child proof*) dificultam a abertura. As dificuldades são tantas que o Inmetro publicou em 14/06/12 a portaria número 298 (BRASIL, 2012) que estabelece, dentre outros requisitos, que a tampa termosselada ao ser removida, não pode ser rasgada, fato comum de ser observado, por exemplo, nas embalagens de iogurtes e de porções individuais de manteiga servidas em restaurantes. Contudo, a questão da força máxima necessária para remover a tampa não foi abordada. Como não existe um método normalizado para determinação desta força, o objetivo deste estudo foi desenvolver um método com esta capacidade, aplicado a uma grande variedade de formatos de embalagens, como as disponíveis no mercado nacional. A partir de então haveria uma ferramenta para dar continuidade a estudos sobre esta dificuldade.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Ensaio preliminares permitiram um levantamento dos parâmetros que poderiam afetar a medida da força necessária para abertura da embalagem. Alguns destes fatores foram fixados e dois deles foram considerados variáveis. Para estes últimos foram definidos dois níveis, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores fixos e variáveis do método de ensaio para determinação da força.

Fatores fixos	Fatores variáveis	Níveis dos fatores variáveis
Condicionamento: 23 °C ± 2 °C e (50 ± 5)% UR por 24 horas	Ângulo	90° / 135°
Ambiente de Ensaio: 23 °C ± 2 °C e (50 ± 5)% UR	Velocidade	300 mm/min / 600 mm/min
Posicionamento da amostra na fita dupla face		
Analista		

Desta forma, temos quatro tratamentos para cada amostra: 0 (90° - 300 mm/min), a (135° - 300 mm/min), b (90° - 600 mm/min) e ab (135° - 600 mm/min).

Foram utilizadas duas amostras identificadas como: “embalagem de manteiga” (termoformada, de polipropileno (PP), retangular, com 10g de manteiga, termosselada com selo de

alumínio) e “embalagem de petit suisse” (termoformada, de poliestireno (PS), formato irregular, contendo 36g de produto, termosselada com selo de alumínio).

Foram realizadas três determinações da força necessária para abrir a embalagem de cada um dos quatro tratamentos e duas réplicas do experimento para cada embalagem. A mudança da velocidade e do ângulo de fixação da amostra foram determinadas aleatoriamente, por meio de análise fatorial completa, utilizando-se o software Action, versão 2.4.

A força de abertura foi determinada em equipamento Instron, modelo 5966. A amostra foi fixada em um suporte inclinável com fita dupla face Scotch da 3M, modelo 4274 (Figura 1).



FIGURA 1. Esquema da fixação da amostra em ângulo de 135° (a) e de 90° (b).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) dos resultados obtidos para a amostra “embalagem de manteiga” indicou com 95% de significância que:

- No caso da Força Inicial, em ambas as réplicas, os dados não se ajustam muito bem ao modelo linear proposto visto que o coeficiente de correlação (R) de ambos foi menor que 0,6. Segundo Benites (2012), se R estiver entre 0,3 e 0,6, a correlação é considerada média.
- Para a Força Média, em ambas as réplicas, os dados se ajustaram muito bem ao modelo linear proposto, com $R > 0,9$. Segundo Benites (2012), um $(R) > 0,9$ indica uma correlação fortíssima.
- Em ambas as réplicas, apenas o fator ângulo mostrou impacto significativo na força de abertura da embalagem.
- Os modelos propostos para ambas as réplicas foram: $\text{Força média} = 4,5033 - 0,0183 \times \text{Ângulo}$ (réplica 1) e $\text{Força média} = 4,3700 - 0,0147 \times \text{Ângulo}$ (réplica 2). Estes modelos refletem a variação da amostra.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos para cada tratamento das réplicas 1 e 2 para a amostra “embalagem de manteiga”.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os gráficos de efeitos principais e de interações para o parâmetro Força média de cada réplica da amostra “embalagem de manteiga”.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Tabela 3. Resultados obtidos nas réplicas 1 e 2 da amostra “embalagem de manteiga”.

Sequência	Força inicial (N) 1º réplica	Força média (N) 1º réplica	Força inicial (N) 2º réplica	Força média (N) 2º réplica	Ângulo	Velocidade (mm/min)	Tratamento
1	3,46	2,20	4,74	2,08	135°	300	a
3	2,59	1,80	4,81	2,31			
5	3,64	1,95	5,04	2,22			
Média	3,23	1,98	4,86	2,20			
DP	0,56	0,20	0,16	0,12			
7	5,18	2,97	5,42	3,88	90°	600	b
9	3,87	2,63	4,56	3,44			
10	4,25	2,57	4,23	3,29			
Média	4,43	2,72	4,74	3,54			
DP	0,67	0,22	0,61	0,31			
2	3,53	2,20	4,14	2,11	135°	600	ab
6	1,71	1,66	2,74	1,97			
8	3,63	1,94	3,57	1,97			
Média	2,96	1,93	3,48	2,02			
DP	1,08	0,27	0,70	0,08	90°	300	0
4	2,12	2,85	5,03	3,60			
11	4,21	2,65	4,40	3,40			
12	4,00	2,87	3,49	2,88			
Média	3,44	2,79	4,31	3,29			
DP	1,15	0,12	0,77	0,37			

DP – Desvio Padrão

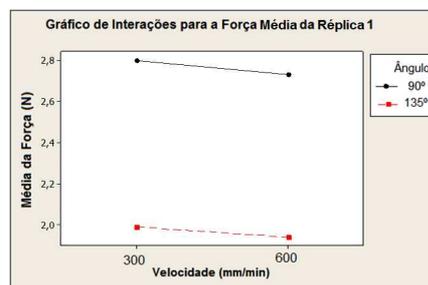
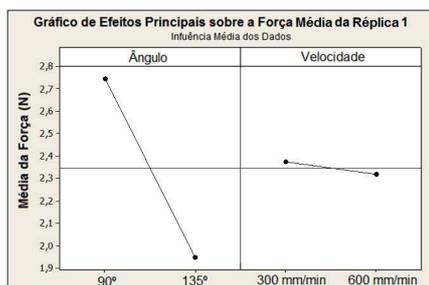


FIGURA 2. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força média – réplica 1

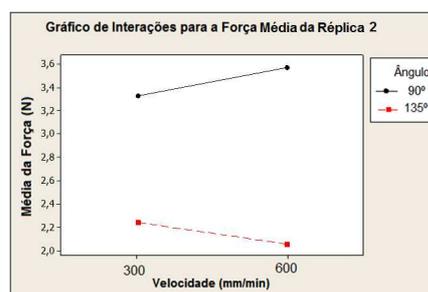
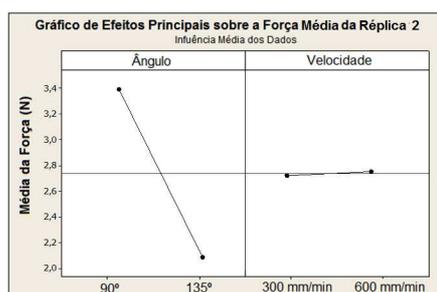


FIGURA 3. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força média – réplica 2.

Na análise de variância do bloco (réplicas 1 e 2 em conjunto) da amostra “embalagem de manteiga” verificou-se que:

- Para o parâmetro Força Inicial, os dados não se ajustaram ao modelo linear proposto.
- Para a Força Média, os resultados obtidos se ajustaram muito bem ao modelo linear proposto $R > 0,9$. O modelo proposto foi **Força média = 4,2341 – 0,0165 x Ângulo**, sendo este o

recomendado para uma estimativa da força média necessária para abertura da amostra “embalagem de manteiga”.

- O fator bloco foi significativo para ambas as Forças o que implica que há diferença entre as réplicas. Esta diferença pode ser decorrente de heterogeneidade da amostra.

Na Figuras 4 são apresentados os gráficos de efeitos principais e de interações para a Força média (bloco) para a amostra “embalagem de manteiga”.

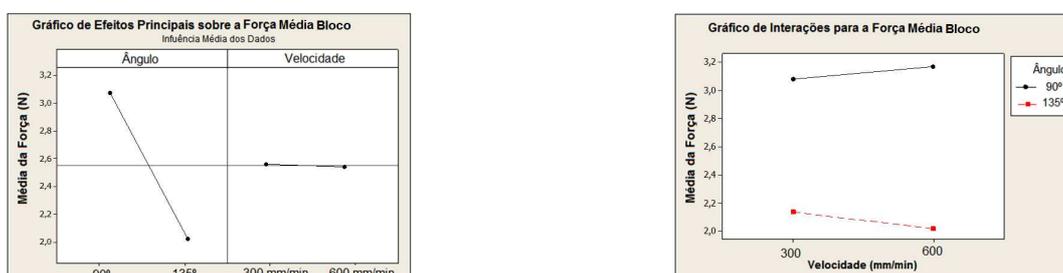


FIGURA 4. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força média - réplicas 1 e 2.

A análise de variância (ANOVA) dos resultados obtidos para a amostra “embalagem de petit suisse” indicou, com 95% de significância, que:

- Para as Força Inicial e a Força Média, em ambas as réplicas, os dados se ajustaram bem ao modelo linear proposto, com $0,8 < R < 0,9$. Segundo Benites (2012), este intervalo corresponde a um intervalo de correlação forte.
- Os modelos propostos foram: *Força inicial* = $3,2500 - 0,0067 \times \text{Ângulo}$ (réplica 1) e *Força inicial* = $3,6733 + 0,0021 \times \text{Ângulo}$ (réplica 2).
- Tanto na Força Média quanto na Força Inicial, nas duas réplicas, apenas o fator ângulo mostrou impacto significativo na força de abertura da embalagem.
- Os modelos propostos foram: *Força média* = $0,1667 + 0,0089 \times \text{Ângulo}$ (réplica 1) e *Força média* = $2,5633 - 0,0029 \times \text{Ângulo}$ (réplica 2).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos para cada tratamento das réplicas 1 e 2 para a amostra “embalagem de petit suisse”.

Nas Figuras 5 a 8 são apresentados os gráficos de efeitos principais e de interações para os parâmetro Força Inicial e Força Média de cada réplica da amostra “embalagem de petit suisse”.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Tabela 4. Resultados obtidos nas réplicas 1 e 2 da amostra “embalagem de petit suisse”.

Sequência	Força inicial (N) 1º réplica	Força média (N) 1º réplica	Força inicial (N) 2º réplica	Força média (N) 2º réplica	Ângulo	Velocidade (mm/min)	Tratamento
2	2,47	1,22	3,85	2,06	135°	300	a
6	2,37	1,29	3,34	1,44			
12	2,97	1,29	3,47	1,77			
Média	2,60	1,27	3,55	1,76			
DP	0,32	0,04	0,27	0,31			
8	3,30	1,86	4,01	2,05	90°	600	B
10	3,86	2,27	4,02	2,31			
11	4,41	2,75	3,69	1,99			
Média	3,86	2,29	3,91	2,12			
DP	0,51	0,45	0,12	0,17			
4	2,69	0,83	3,42	1,68	135°	600	ab
5	2,96	1,26	3,31	1,22			
9	2,95	1,41	2,73	1,15			
Média	2,87	1,17	3,15	1,35			
DP	0,15	0,30	0,37	0,29			
1	3,11	1,64	3,49	1,90	90°	300	0
3	3,74	1,99	4,02	2,11			
7	2,90	1,26	4,14	2,61			
Média	3,25	1,63	3,88	2,21			
DP	0,44	0,37	0,35	0,36			

DP – Desvio Padrão

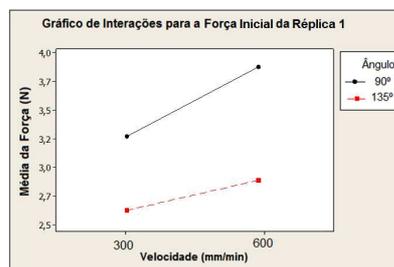
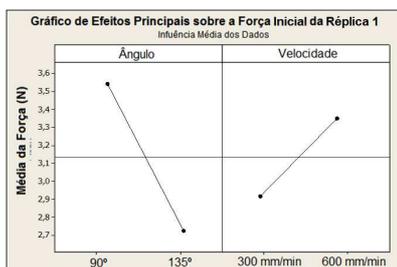


FIGURA 5. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força Inicial – réplica 1.

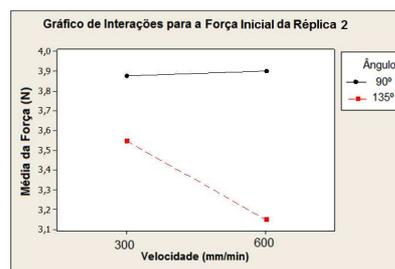
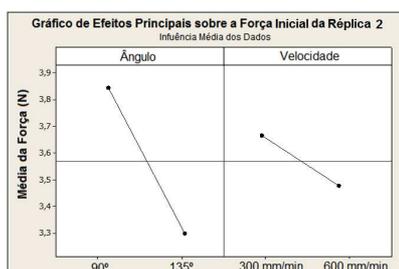


FIGURA 6. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força Inicial – réplica 2.

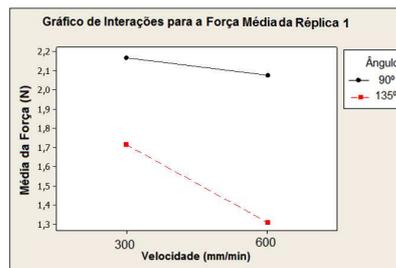
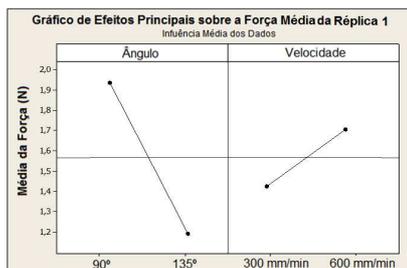


FIGURA 7. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força Média - réplica 1.



FIGURA 8. Gráfico de Efeitos Principais (a) e de Interações (b) para a Força Média - réplica 2.

Na análise de variância do bloco (réplicas 1 e 2 em conjunto) da amostra “embalagem de petit suisse” verificou-se que:

- Para a Força Inicial, os resultados obtidos se ajustaram bem ao modelo linear proposto, $R = 0,8$ e o modelo proposto foi **$Força\ inicial = 3,2217 - 0,0023 \times \hat{Angulo}$** .
- Para a Força Média, os resultados obtidos também se ajustaram bem ao modelo linear proposto, $R = 0,8$ e o modelo proposto foi **$Força\ média = 1,2308 + 0,0030 \times \hat{Angulo}$** .
- Também para esta amostra, o fator bloco foi significativo, para ambas as forças, o que implica que há diferença entre as réplicas, provavelmente em decorrência da variabilidade entre as amostras.

Na Figuras 9 e 10 são apresentados os gráficos de efeitos principais e de interações para a Força Inicial e a Força média (bloco) para a amostra “embalagem de petit suisse”.

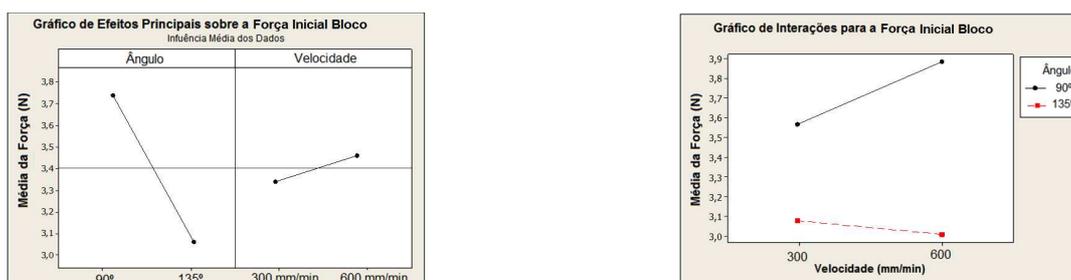


FIGURA 9. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força Inicial - réplicas 1 e 2.

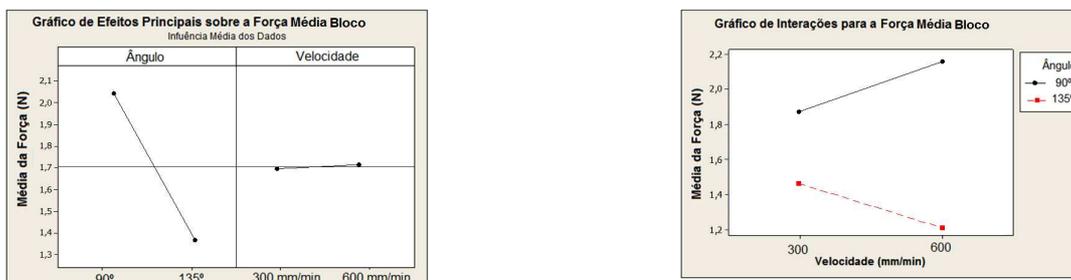


FIGURA 10. Gráfico de Efeitos Principais e de Interações para a Força média - réplicas 1 e 2.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

4 CONCLUSÃO

Ao nível de confiança de 95%, somente o ângulo de fixação da amostra foi significativo para quaisquer modelos (Força inicial e média). Isto pode ter ocorrido devido algumas limitações do equipamento utilizado, tais como: oscilação do acessório no qual a amostra foi fixada e da garra de fixação do selo, assim como do sistema de deslizamento que, em teoria, deveria atuar com coeficiente de atrito nulo.

O fato de não ter ocorrido a ruptura dos selos em nenhuma das duas amostras analisadas, sugere que a velocidade e o ângulo em que se abre o produto não impactam nos fenômenos de rasgamento ou delaminação do selo da embalagem, podendo ser causas para tanto fatores como as condições de termosselagem, as características do material empregado e/ou as condições de armazenamento.

Com a heterogeneidade encontrada nas amostras e a possível influencia do próprio equipamento, não se pode dizer que o método é robusto, sendo necessário buscar soluções para reduzir os fatores relacionados ao equipamento utilizado que impactam nesta variabilidade de resultados. Faz se necessário também desenvolver acessórios que possam acoplar diversos formatos de embalagens, o que tornará o método mais versátil, podendo ser aplicado a embalagens que não têm o fundo plano. Só então o método poderá ser submetido a estudos de estabilidade e robustez para validação do mesmo.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PIBIT/CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Portaria nº 298, de 14 de junho de 2012. Dispõe sobre as características a serem observadas nas embalagens individualizadas de alimentos do tipo blister que possuam conteúdo líquido igual ou menor a 20g. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 jun. 2012. Seção 1, p. 227-229.

WINDER, B.; RIDGWAY, K.; NELSON, A.; BALDWIN, J. Food and drink packaging: who is complaining and who should be complaining. **Applied ergonomics**, v. 33, p. 433-438, 2002.

BENITES, R. F. **Coeficiente de Correlação**, Porto Alegre – RS , Material didático fornecido na aula de correlação linear de pearson na Faculdade de Matemática – Departamento de Estatística, PUCRS.