

Termossoldagem: um panorama da resistência da abertura de embalagens on the go

Fábio Gomes Teixeira
Pesquisador do Cetea

João Victor de Lima Pereira
Vinícius de Paola Santos
Técnicos de Laboratório do Cetea

A termossoldagem é um processo que permite, pela ação combinada de calor e pressão durante um determinado tempo, a fusão de camadas termoplásticas de um material, promovendo o fechamento de uma embalagem plástica flexível (OLIVEIRA et al., 2017). As etapas desse processo, conforme é exemplificado na Figura 1, incluem a fusão das camadas selantes da estrutura, o que gera um aumento da área de contato entre elas, a difusão das moléculas fundidas através da interface, o emaranhamento das cadeias e, por fim, a recristalização do polímero, que resulta na termossoldagem.

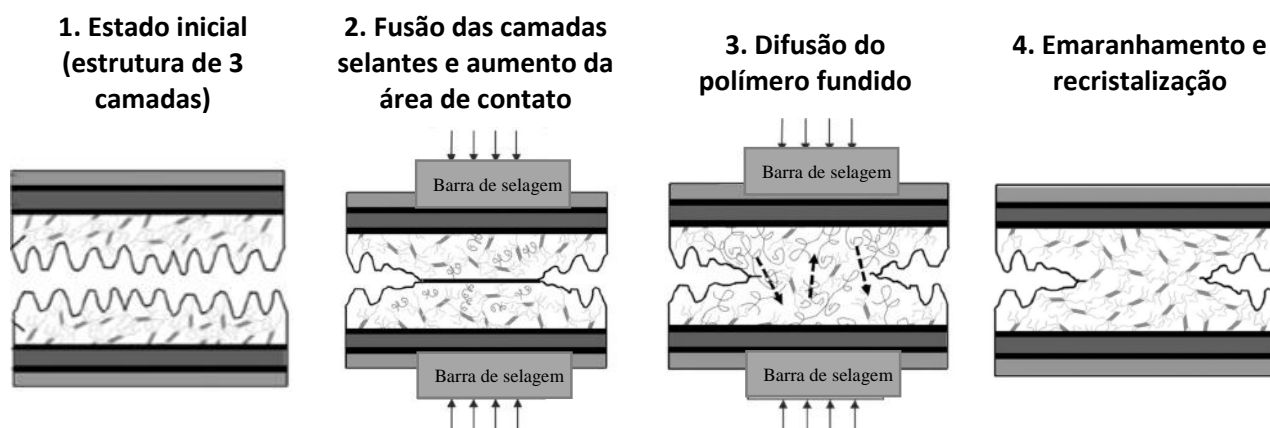


FIGURA 1. Etapas do processo de selagem de uma embalagem flexível (adaptado de Ilhan et al., 2021).

O resultado desse processo pode gerar um fechamento com maior ou menor facilidade de abertura, sendo classificado como não destacável, ou seja, que não permite a fácil abertura da embalagem e, neste caso, é necessário o rasgamento do material, ou destacável, isto é, que apresenta fácil abertura. A resistência da termossoldagem mantém a qualidade do fechamento frente às exigências mecânicas do ambiente de distribuição, garantindo a integridade do sistema (ROBERTSON, 2013).

As características finais de resistência de um sistema de fechamento por termossoldagem são definidas, prioritariamente, pela espessura e pela natureza química dos materiais presentes em suas camadas selantes, pelo tipo de processo de termossoldagem empregado e os ajustes de máquina (parâmetros e/ou ajustes de *setup* da termosseladora). Dos processos de termossoldagem empregados no fechamento de embalagens plásticas flexíveis destacam-se os sistemas de barras aquecidas, indução, impulso elétrico e ultrassom. Ajustes de parâmetros/características de selagem como o perfil dos mordentes e a combinação das condições de pressão, tempo e temperatura de solda contribuem para produzir termossoldagens com níveis de resistência maiores ou menores (COLES; MCDOWELL; KIRWAN, 2003).

Em relação aos principais processos de termossoldagem de embalagens, é importante destacar que cada processo possui suas particularidades, e que, dependendo da aplicação, podem ser mais ou menos vantajosas. Enquanto que no processo de termossoldagem por barras aquecidas, que são as mais comumente utilizadas na área de embalagens plásticas flexíveis, as barras se mantêm aquecidas durante todo o ciclo de selagem, nos sistemas de selagem por impulso elétrico há o resfriamento da solda sob pressão, o que pode ser vantajoso para algumas aplicações, uma vez que exigiria menor resistência ao *hot tack* da estrutura. Os sistemas de termossoldagem por ultrassom vêm vencendo barreiras de entrada e ganhando participação no mercado, mas seu uso ainda é mais voltado para os casos onde há necessidades específicas de desempenho, como necessidade de altos valores de resistência ou possibilidade de fechamento sobre superfície contaminada com produto (YAM, 2009).

Tendo em vista a ampla gama de produtos acondicionados em embalagens plásticas flexíveis e suas especificidades de aplicação e requisitos de desempenho, é importante considerar que nem sempre altos valores de resistência das termossoldagens são necessários e/ou desejáveis. As características do produto, do padrão de consumo e o público-alvo devem ser levados em consideração para se definir o nível necessário de resistência do fechamento. Assim, dependendo da facilidade de abertura requerida, as termossoldagens podem ser denominadas como *lock seal* ou selagem de fechamento, ou seja, quando o fechamento apresenta altos valores para abertura, sendo necessário o uso de outro mecanismo de abertura da embalagem ou *peel seal* ou selagem destacável, que apresenta fácil abertura (ILHAN et al., 2021). Por exemplo, devido à periculosidade do produto e à segurança do consumidor, uma embalagem para alvejante concentrado provavelmente deverá apresentar um nível de resistência da termossoldagem à tração muito superior ao de uma embalagem de barra de cereal que, inclusive, é desejável que apresente fácil abertura, uma vez que se trata de uma embalagem *on the go*, ou seja, que permite maior conveniência e o consumo do produto em qualquer lugar, como no escritório, no trânsito, em movimento etc.

Para o levantamento do nível de resistência da termossoldagem à tração de embalagens *on the go* para diversas classes de produtos, o Cetea/Ital realizou uma coleta de amostras do mercado. Essas amostras foram avaliadas de acordo com a norma ASTM F88/F88M em uma máquina universal de ensaios Instron 5966-E2, operando com célula de carga de 100 N, e foram determinadas as resistências médias das termossoldagens de topo à tração, quando a embalagem apresentou abertura da termossoldagem, ou a resistência máxima, quando não houve abertura da termossoldagem, sendo que esse valor corresponde à resistência máxima apresentada para a falha do material (alongamento com ruptura do material). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1. É importante ressaltar que este levantamento não tem a intenção de indicar quais fornecedores dos produtos selecionados fornece a embalagem com fechamento mais adequado para o consumo, e sim, apresentar, de forma genérica, um panorama de embalagens disponíveis no mercado.

A definição da resistência da termossoldagem à tração ideal para um produto deve levar em conta o design da embalagem, o produto acondicionado, o tipo de consumo pretendido e o público-alvo. Como não existem legislações que estabeleçam valores para classificação de facilidade de abertura de embalagens no geral, os dados obtidos nesse estudo são discutidos em relação à homogeneidade e ordem de grandeza.

Nem todas as embalagens avaliadas apresentaram abertura da solda, que é caracterizada por falhas do tipo coesivas e/ou adesivas da camada selante. Nesses casos, não foi possível determinar a resistência à abertura da embalagem e, portanto, determinou-se a resistência máxima da falha do material de embalagem, caracterizado com alongamento e/ou ruptura do material em região próxima ou distante da termossoldagem.

Com base no levantamento realizado, é possível verificar que em algumas classes de produtos há maior homogeneidade da força necessária para a abertura da embalagem do que em outras. Os resultados obtidos para as termossoldagens de topo das barras de cereal, cookies, confeitos de chocolate e castanhas ficaram todos abaixo de 500 gf/25,4 mm.

Para as embalagens de salgadinhos, das cinco embalagens de diferentes fabricantes analisadas, apenas uma apresentou resistência média da termossoldagem muito superior às demais que, por sua vez, variaram de 238 a 504 gf/25,4 mm.

Outras classes de produtos também apresentaram uma diferença significativa entre os diferentes fabricantes: biscoito de polvilho, pipoca doce, biscoito salgado, marshmallow, pacote de balas e balas de gelatina. Deve-se destacar que para esses produtos, como existem opções no mercado que oferecem maior facilidade de abertura, valores elevados de resistência da termossoldagem à tração podem ser um problema para grupos de consumidores que possam vir a ter maior dificuldade de abertura, a exemplo de idosos e crianças.

TABELA 1. Resultados obtidos.

Produto	Fabricante	Resistência média da termossoldagem à tração (gf/25,4 mm)			
		Média	Mínimo	Máximo	CV (%)
Salgadinho	A	317	242	397	22,9
	B	504	403	618	15,2
	C	238	173	332	31,5
	D	1.110	1.072	1.142	2,8
	E	295	218	383	24,2
Biscoito de polvilho	A	485	341	704	38,0
	B	966	926	996	3,6
Pipoca doce	A	854	667	1.051	20,0
	B	5.638*	5.059	6.007	7,8
Amendoim	A	3.081*	2.789	3.390	8,8
	B	4.078*	3.906	4.271	3,2
Barra de cereal	A	227	141	381	42,1
	B	316	184	441	35,1
	C	470	415	504	8,4
Cookie	A	398	342	465	11,2
	B	301	209	458	32,3
	C	367	256	518	28,7
Biscoito salgado	A	235	189	321	22,8
	B	2.998*	2.215	3.882	21,1
Marshmallow	A	6.173*	3.793	7.691	25,7
	B	405	335	465	11,7
Pacote de balas	A	418	188	672	56,8
	B	828	584	1.265	31,2
	C	3.971*	3.451	4.535	12,0
Balas de gelatina	A	4.286*	3.744	4.662	9,8
	B	408	178	965	78,3
Confeitos de chocolate	A	323	264	384	15,4
	B	371	312	403	10,8
Castanha	A	449	352	494	14,5
	B	224	152	301	28,1

Valores referentes a 5 determinações

*: Resistência máxima – não houve abertura da termossoldagem e o valor apresentado refere-se à resistência máxima da falha do material

No caso das embalagens para amendoim salgado, as duas embalagens analisadas apresentaram valores elevados de resistência da solda, o que, na prática, exigiria que suas aberturas fossem realizadas por algum outro mecanismo.

Quando a embalagem é projetada para que sua abertura seja realizada por outro meio que não a termossoldagem, como por exemplo através da propagação do rasgo de um picote, a informação da forma correta de abertura deve ser facilmente visualizável pelo consumidor. Desta forma, a abertura incorreta da embalagem pode ser evitada, sem que seja gerada frustração na manipulação da embalagem pelo consumidor. Das embalagens avaliadas nesse estudo que não apresentaram fácil abertura, apenas uma apresentava esse tipo de indicação, como exemplifica a Figura 2.



FIGURA 2. Exemplo de indicação de abertura por propagação do rasgo.

É importante considerar que no caso de uma má experiência ao se manipular uma embalagem, o consumidor pode ser direcionado a experimentar outras opções disponíveis do mercado, o que pode levar a troca de um produto por outra opção que lhe traga uma experiência melhor de consumo. Desta forma, deve-se trabalhar na otimização da resistência da termossoldagem adequando à aplicação pretendida. Essa otimização pode ser conseguida através do levantamento de uma curva de selagem, que é realizada de acordo com as normas ASTM F2029 e ASTM F88/F88M. Nessa avaliação, o material é termosselado em diferentes condições de temperatura (com pressão e tempo de solda fixos) e, posteriormente, avaliado em relação à resistência. Por fim, traça-se a curva resistência *versus* temperatura e, com base no nível de resistência desejado para a aplicação, definem-se os parâmetros a serem empregados no fechamento da embalagem.

Referências

- ASTM INTERNATIONAL. **ASTM F88/F88M-21**: standard test method for seal strength of flexible barrier materials. West Conshohocken: ASTM, 2021. 11 p.
- ASTM INTERNATIONAL. **ASTM F2029-16**: standard practices for making heatseals for determination of heatsealability of flexible webs as measured by seal strength. West Conshohocken: ASTM, 2016. 6 p.
- COLES, R.; MCDOWELL, D.; KIRWAN, M. (ed.). **Food packaging technology**. London: Blackwell Publishing, 2003. 346 p.
- YAM, K. L. (ed.). **The Wiley encyclopedia of packaging technology**. EUA: Wiley, 2009. 1353 p.
- ILHAN, I.; TURAN, D.; GIBSON, I.; KLOOSTER, R. Understanding the factors affecting the seal integrity in heat sealed flexible food packages: a review. **Packaging Technology and Science**, v. 34, n. 6, p. 321-337, jun. 2021.
- OLIVEIRA, L. M.; TEIXEIRA, F. G.; GARCIA, E. E. C.; ALVES, R. M. V. Propriedades mecânicas. In: SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; TEIXEIRA, F. G. (ed.). **Embalagens plásticas flexíveis**: principais polímeros e avaliação de propriedades. 2. ed. Campinas: Itai/Cetea, 2017. cap. 10, p. 247-311.
- ROBERTSON, G. L. **Food packaging**: principles and practice. 3rd. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2013. 703 p.