

EMBALAGENS PLÁSTICAS ESTERILIZÁVEIS

Reinvenção e Tendência

Claire I. G. L. Sarantópoulos
Ildebrando A. de Jesus Jr.

O *retort poche* voltou, está se reinventando e estabelecendo-se como uma tendência. Basicamente, o termo *retort poche* refere-se à embalagem flexível esterilizável. Muitas vezes é denominado de *retortable flexible can*. Esta embalagem está associada à tecnologia de esterilização térmica de alimentos de alta atividade de água ($>0,85$) e baixa acidez ($\text{pH}>4,5$). Após este tratamento, o alimento pode ser comercializado à temperatura ambiente, sendo classificado como *shelf stable*. A vida-útil é função das propriedades de barreira da embalagem, desde que mantida sua integridade. Os princípios e regulamentações que regem a esterilização de latas e embalagens de vidro são os mesmos para o *retort poche*, contudo a implementação deste sistema tem muito mais desafios.



Figura 1. Embalagens tipo *retort poche* para *pet food*, pescado e alimentos prontos para consumo ou pré-preparados.

A esterilização é um processo térmico de conservação que resulta em um produto no qual estão ausentes microrganismos viáveis, ou seja, capazes de se reproduzirem quando expostos a condições que permitam seu crescimento. Na esterilização, a temperatura do meio excede àquela tolerada pela microflora. Os microrganismos são afetados à medida que as condições do meio se tornam mais adversas, sendo eliminados com o aumento da temperatura e do período de exposição ao calor (KYZLINK, 1990). A temperatura de esterilização e o período de tempo necessários depende de fatores como a natureza do alimento, as condições de estocagem após o tratamento térmico, a espécie e a resistência ao calor dos microrganismos e esporos presentes no produto, a contagem microbiana inicial, as características de transferência de calor no alimento e o meio de aquecimento utilizado. Para se obter a esterilidade comercial de alimentos de baixa acidez, é necessário o emprego de altas temperaturas, em geral por volta 120°C, somente obtidas em equipamento denominados autoclaves, que operam sob pressão (KAREL; FENNEMA; LUND, 1975; LEITÃO, 1992).

Durante o tratamento térmico, os produtos, além de serem esterilizados, são submetidos ao cozimento, que pode ser total ou parcial.

Há décadas atrás este tipo de embalagem foi inicialmente desenvolvido e utilizado pelas Forças Armadas Americanas, e ainda o é até hoje, nas rações militares prontas para consumo – MRE (*meals ready to eat*). A Marinha brasileira também a utiliza em algumas rações. Embora sempre utilizado no Japão, o *retort pouche* não atingiu significativamente o mercado de outros países. Nos últimos anos, contudo, tem se expandido as aplicações no mercado de varejo de rações úmidas para animais (*pet food*), sopas e molhos desde a década de 90 na Europa e, mais recentemente, nos EUA para pescado (especialmente atum e salmão) e pratos prontos à base de carnes e legumes e sobremesas. Outro mercado promissor é o farmacêutico, com soluções intravenosas.

VANTAGENS

As vantagens atribuídas ao uso do *retort pouche*, há décadas atrás, são muitas e permanecem até hoje:

- tempo e temperatura de tratamento térmico reduzidos, em parte devido à maior relação entre superfície/volume da embalagem, em parte devido ao seu perfil plano ou oval que favorece a maior rapidez de transferência de calor para o ponto frio do produto. Esta redução do tratamento térmico pressupõe maior qualidade inicial e menor custo energético;
- vida-útil longa, ao redor de 2 anos, quando utilizada estrutura de altíssima barreira a gases;
- baixo peso da embalagem, que é um dos grandes apelos para rações militares, sendo de 3 a 5 vezes mais leve que uma lata para a mesma porção de produto. A redução de peso também atende a anseios ecológicos;
- fácil abertura, com picotes laterais. Pode também ser incorporado um sistema de refechamento;
- grande área superficial da embalagem, que propicia apelo de vendas nas prateleiras de supermercado. Pode também ser apresentado na forma de *stand-up pouche*;
- menor investimento de capital comparativamente às embalagens rígidas;
- menor volume para transporte da embalagem vazia e cheia;
- menor espaço na planta de processo, *lay-out* mais compacto.

EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

Há vários equipamentos para linhas de *retort pouches*, cuja opção vai depender da tecnologia escolhida, velocidade de enchimento e selagem, tipo de alimento a ser comercializado e capital para investimento. Nas linhas de processo podem ser usados sacos pré-formados ou máquinas tipo *form-fill-seal* horizontais. Quando opta pelas máquinas tipo *form-fill-seal*, o usuário tem controle e responsabilidade pelo processo completo. Esta opção exige bobinas pré-impresas para o mercado de varejo. Cada estação da máquina que envolve aquecimento para formação das selagens, requer uma estação de resfriamento. A máquina deve apresentar uma estação para corte arredondado das extremidades para minimizar problemas de perfuração durante a distribuição. Nas linhas de máquinas *form-fill-seal* ou *fill-seal*, após enchimento do produto é feito vácuo ou uma injeção de vapor, para eliminar o ar residual no espaço-livre da embalagem, antes do fechamento. As enchedeiras podem ser lineares ou rotativas, contínuas ou intermitentes, com várias unidades dosadoras de sólidos, fluidos pastosos ou líquidos, a frio ou a quente. Quando se utilizam máquinas *form-fill-seal*, muitas vezes há riscos de rompimento das selagens recém-formadas pelo choque hidráulico do líquido durante o enchimento. Nas máquinas *fill-seal* este risco é nulo. Toyo Jidoki, Volpak, Bossar, Thimonnier, Rovema, Furukawa, Goglio, Bartelt e Hensen são grandes fornecedores de máquinas, ligados à tecnologia de *pouches*. A opção entre um equipamento *form-fill-seal* e sacos pré-formados depende do volume de produção projetado, da velocidade de produção, da quantidade de produto (peso ou volume) por embalagem, do tipo de produto (líquido, pastoso ou seco), da versatilidade desejada em

termos de variedade de produtos e formatos a serem embalados e da experiência do usuário da embalagem em formação de embalagens flexíveis.

A despeito da evolução nos equipamentos de enchimento/fechamento de *pouches* pré-formados, a velocidade destas linhas ainda é baixa, até 600 *pouches*/min, comparada às de latas que chegam a 2000/min. Outro fator limitante da velocidade de produção é a necessidade de inspeção visual das selagens, para minimizar os riscos de defeitos que permitiriam a recontaminação do produto.

A autoclave para esterilização do *retort poche* tem exigências especiais. As embalagens são depositadas sobre prateleiras perfuradas, para garantir a homogeneidade de transferência de calor. Estas prateleiras restringem a expansão das embalagens durante o tratamento térmico, o que minimiza os potenciais danos à selagem e à folha de alumínio da estrutura. A esterilização do *retort poche* é sempre um compromisso entre uma eficiente penetração de calor na embalagem sem o comprometimento da hermeticidade da selagem, que não deve estourar frente à pressão interna e ao calor que amolece os polímeros da camada selante. Assim, esterilidade comercial e integridade da selagem são parâmetros críticos da tecnologia e dependem do controle estrito da pressão interna na autoclave. Esta pressão deve ser controlada cuidadosamente, para contrabalancear a pressão interna desenvolvida na embalagem, devido ao aquecimento do produto e à expansão do ar residual no *pouche*. O meio de aquecimento é normalmente a água (imersão ou chuveiro) ou vapor. As empresas Stock, Lubeca, Surdry, Lagarde, FMC, Steritech e Barriquand Steriflow são grandes fornecedores de autoclaves ligados à tecnologia de esterilização de *pouches*. As autoclaves podem ser estáticas ou rotativas.



FIGURA 2. Autoclaves para processo de esterilização de *retort pouches*.

REQUISITOS DA EMBALAGEM

Alimentos comercialmente estéreis precisam ser acondicionados em embalagens herméticas, de forma a prevenir a recontaminação. No *retort poche* a hermeticidade está intimamente associada ao desempenho da selagem durante e após esterilização e à resistência mecânica do material à perfuração.

O *retort poche* incorpora material plástico, o que lhe restringe à exposição a altas temperaturas. Contudo é capaz de resistir à esterilização até 150°C. A embalagem é fechada hermeticamente por uma termossoldagem, ou seja, o fechamento é obtido por fusão das camadas internas do *pouche* por calor. A termossoldagem deve resistir à temperatura e à pressão interna durante o tratamento de esterilização, assim é mais vulnerável que uma recravação nas tampas de latas. No caso das embalagens flexíveis do tipo *stand up pouch*, a termossoldagem é um fator ainda mais crítico, pois a formação do fundo das embalagens é mais complexa.

Em geral os requisitos exigidos para a embalagem plástica esterilizável são resistência à temperatura de esterilização, resistência mecânica, especialmente à perfuração, excelentes propriedades de termossoldagem, barreira ao oxigênio, ao vapor d'água e à luz, inércia química e boa qualidade de impressão (MARTINS, 2002). Depois do processo de esterilização, devem ser mantidas boas propriedades óticas e o material não deve apresentar o defeito tipo "casca de laranja" ou *hammer skin*.

As embalagens são fornecidas às indústrias de alimentos na forma de sacos pré-formados ou em bobinas para máquinas horizontais, tipo *form-fill-seal*. A apresentação final pode ser do tipo saco de quatro soldas ou *stand up pouch*.



FIGURA 3. Exemplos de embalagem flexível esterilizável tipo *stand-up pouch* e saco de quatro soldas.

Alguns desafios antigos do retort poche ainda permanecem, como confiabilidade das selagens, produtividade e custo.

ESTRUTURA

Como as embalagens flexíveis esterilizáveis são submetidas a condições extremas de temperatura, tanto no processo de esterilização quanto no microondas (no caso de alimentos prontos para consumo), elas são confeccionadas a partir de filmes multicamadas, que não somente incluem os plásticos e o alumínio, mas também o adesivo entre as camadas.

A estrutura do *retort poche* é basicamente um laminado de poliéster- PET/alumínio-Al/polipropileno- PP. Outras alternativas são PET/Al/PET/PP ou estruturas que incluem uma camada de poliamida orientada OPA, a exemplo de PET/Al/OPA/PP e PET/OPA/Al/PP. Os atributos relevantes do filme de PET são a estabilidade térmica, a excelente resistência à tração e perfuração e as altas resistências ao impacto e ao início do rasgo. O alumínio (7 a 25µm) é responsável pela barreira a gases, aromas, umidade e a luz e pela resistência a temperaturas altas. A camada interna de polipropileno cast confere alta resistência à selagem durante o tratamento térmico, resistência térmica, rigidez ("corpo") e inércia química. A poliamida, assim como a camada adicional de PET tem a função de aumentar a resistência mecânica e garantir a segurança do produto (GARCIA, 2002).

Algumas aplicações mais restritas ao mercado japonês utilizam estruturas de PET/PA/PP para produtos esterilizados de vida-útil mais curta, pois a barreira ao oxigênio deste tipo de laminado é menor que a dos filmes com alumínio.

Recentemente foram lançadas estruturas de alta barreira transparentes, sem a folha de alumínio, em que filmes plásticos orientados como OPA e PET são revestidos com óxido de silício (SiOx) ou de alumínio (Al₂O₃). PETimp/PET-SiOx/OPA/PP e PETimp/SiOx-PET/OPA/PP são exemplos deste tipo de filme. Outros exemplos de estrutura aplicáveis tanto para o óxido de silício quanto para o de alumínio são PET-SiOx (Al₂O₃)/OPA/PP e PET/OPA-SiOx (Al₂O₃)/PP (MARTINS, 2002). De modo geral, estes revestimentos proporcionam taxas de permeabilidade ao oxigênio inferiores a 10 mL (CNT)/m²/dia a 23°C e 1 atm, independentemente do substrato em que são aplicados. Suas características de barreira a gases não se alteram com a umidade relativa e são menos afetadas pela temperatura do que as obtidas por

alguns termoplásticos barreira, como o EVOH. Estes filmes, contudo, não apresentam as mesmas propriedades de barreira a gases dos laminados com alumínio, implicando na redução da vida-útil do produto. Esses revestimentos finos podem apresentar problemas de fraturas frente à flexão e fragilidade a riscos, por isso sua aplicação sempre ocorre nos materiais das camadas intermediárias do laminado. Suas propriedades de barreira podem ser prejudicadas pelo processo de esterilização e pelo manuseio da embalagem, com a permeabilidade podendo ter aumento da ordem de 200% para o vapor d'água e de 300 a 500% para o oxigênio (TRUE, 2005).

Outra alternativa para agregar barreira aos filmes para *retort pouch*, além da folha de alumínio e dos revestimento de óxidos, é utilizar uma camada intermediária de PVDC, em uma estrutura do tipo PET/PVDC/PP. Essa resina é barreira a oxigênio, umidade e odores, apresenta resistência térmica e química e alta transparência. A Dow Chemical oferece um filme monocamada de alta barreira, à base de PVDC (filme Saran UB 100- 18 a 50µm), para laminação por adesivos (ARROYO, 2004).

Mais recentemente surgiu no mercado outra alternativa para conferir barreira à embalagem esterilizável transparente, que é o revestimento de poliácido acrílico modificado (PAA) sobre filmes orientados como PET e OPA, a exemplo do filme desenvolvido pela empresa japonesa Kureha: PET-PAA/OPA/PP (BESELA, 2005). As propriedades de barreira são muito boas, fazendo com que a vida-útil do alimento atinja de 1 a 1,5 ano. Além da resistência a altas temperaturas, a barreira não sofre alteração após o tratamento térmico e é resistente à flexão.

Como alternativa para a camada interna de polipropileno cast, a Dow Chemical possui uma linha de polímeros de alto desempenho à base de polipropileno- INSPIRE, que agrega propriedades do PP e do PE, melhorando a processabilidade. Esta nova família de polímeros apresenta alta resistência da selagem durante e após esterilização, resistência à perfuração, alta rigidez, alta resistência ao calor, alta resistência à tração e transparência. Após esterilização não ocorre perda de propriedades ópticas, ausência do efeito "casca de laranja". Há a possibilidade de eliminação da camada adicional de OPA ou PET entre as camadas selante e barreira, devido à sua alta rigidez e resistência, reduzindo as operações de laminação (ARROYO, 2004).

A adesão entre as múltiplas camadas do filme para *retort poche* é um dos pontos críticos desta tecnologia e deve atender a requisitos funcionais e mecânicos, para não haver delaminação, e a aspectos toxicológicos de migração em embalagens para contato com alimentos. Nas condições de esterilização, caso seja usado um adesivo poliuretânico aromático, as aminas aromáticas têm maior potencial de migração para a superfície, podendo ultrapassar limites para contato com alimentos impostos por órgãos regulamentadores. Assim, os adesivos poliuretânicos aromáticos, que curam mais rápido, podem ser utilizados entre as camadas mais externas, mas somente quando há uma folha de alumínio como barreira funcional. Os substratos das camadas internas devem ser laminados com adesivos poliuretânicos alifáticos, que não ultrapassam os limites legais de migração.

Dependendo da formulação do alimento acondicionado no *retort poche*, podem haver certos ingredientes "agressivos" com potencial de migração através das camadas da embalagem, podendo causar danos aos seus múltiplos componentes. Na temperatura de esterilização, a camada interna de polipropileno se torna permeável, perdendo a capacidade de barreira, assim o componente agressivo consegue passar por essa camada, chegando até o adesivo, que caso não seja apropriado, também permitirá a permeação do componente até o alumínio, provocando a delaminação das camadas (GANDOLPHI, 2005).

INOVAÇÕES

Embora concebido há décadas atrás, hoje o *retort pouch* tem conceito moderno, apresenta conveniência no uso e conveniência do produto pronto ou semi-pronto para consumo. Pode ser de fácil abertura, apresentar sistema de refechamento e ser aquecido em microondas, quando a estrutura não apresentar folha de alumínio.



FIGURA 4. Embalagem para atum com fácil abertura.

Os conceitos de inovação cada vez mais envolvem a conveniência e a funcionalidade da embalagem. A empresa Zip-Pak possui uma linha de zíper para embalagens esterilizáveis. Feitos de polipropileno, eles não perdem suas características de refechamento e mantêm intacta a selagem com o material da embalagem, mesmo após esterilização a altas temperaturas.



FIGURA 5. Sistemas tipo zíper para fácil abertura e refechamento (Zip-Pak Retort e Pyramid-Presto®).



FIGURA 6. Embalagem esterilizável transparente, de alta barreira, com fácil abertura guiada por laser e impressão com janela.

Outra inovação de destaque é uma embalagem plástica esterilizável transparente com uma válvula de alívio de pressão integrada ao filme, fabricada pela Mondi Packaging. Durante a esterilização a embalagem não sofre nenhuma alteração, porém quando vai ao microondas a válvula permite o cozimento por vapor do produto, mantendo a pressão de vapor e a temperatura constantes.



FIGURA 7. Embalagem flexível esterilizável com válvula de alívio de pressão de vapor da Mondi Packaging (NeoSteam™) e esquema ilustrativo de liberação de vapor no microondas.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ARROYO, I. Novos lançamentos globais. In: SEMINÁRIO TÉCNICO DE PLÁSTICOS. São Paulo: DOW, 2004. (CD-ROM).

BESELATM – **The brand new retortable, transparent, ultra high gas barrier filme.** New York: Kureha Corporation of America, 2005. 4p. (Technical Catalogue)

GANDOLPHI, C. R. Soluções em adesivos para embalagem esterilizável. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS – TAPPI/CETEA, 4., 2005, Campinas. **Proceedings...** Campinas: TAPPI/CETEA, 2005. (CD-ROM)

GARCIA, E. E. C. Estruturas de embalagem flexível para Stand up pouch. In: EVENTO TERPHANE STAND UP POUCH, 3., 2002, Campinas. **Anais...** São Paulo: Terphane/CETEA, 2002. 8 p.

KAREL, M.; FENNEMA, O. R.; LUND, D. B. Physycal principles of food preservation. In: **PRINCIPLES of Food Science**. Part II. New York: Marcel Decker. 1975.

KYZLINK, V. **Principles of food preservation**: Developments in Food Science; 22. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 255-332.

LEITÃO, M. F. F. Microbiologia aplicada à esterilização de alimentos. In: GONÇALVES, J. R. et al. **Princípios de esterilização de alimentos**. Campinas: ITAL, 1992. cap. 1, p. 1-30 (Manual técnico, 10).

MARTINS, M. I. Retortable pouch: uma embalagem flexível termoprocessável – requisitos. In: EVENTO TERPHANE STAND UP POUCH, 3., 2002, Campinas. **Anais...** São Paulo: Terphane/CETEA, 2002. 8 p.

TRUE, C. Evaluating retort pouch performance: key learnings. In: GLOBAL POUCH FORUM, 2005., St. Petersburg – Florida. **Proceedings...** West Chester – Pennsylvania: Packaging Strategies, 2005. 16 p.