

---

## EMBALAGEM SOPRADA DE PET PARA ENCHIMENTO A QUENTE

---

O uso do polietileno tereftalato - PET, para bebidas, alimentos, produtos farmacêuticos e de "toilette" é bastante difundido e com tendências de continuar a crescer. Porém, um grande mercado na área de embalagem para alimentos permanecia fechado à embalagem soprada de PET pelo fato desta não apresentar resistência térmica para enchimento a quente ou mesmo pasteurização.

A embalagem convencional de PET é produzida por injeção e sopro com biorientação. A seguir, a embalagem é rapidamente resfriada, a fim de evitar a perda de transparência devido a cristalização. No entanto, as tensões criadas pela biorientação permanecem na embalagem. Se esta é novamente submetida a altas temperaturas como é comum nos processos de enchimento a quente ou pasteurização, estas tensões tendem a ser aliviadas acarretando o encolhimento da embalagem. Quanto maior a temperatura a que é submetida a embalagem, maior é o encolhimento, com alterações no seu volume e formato.

Desenvolvimentos, então, para aumentar as propriedades de resistência à temperatura da embalagem soprada de PET foram e ainda são objeto de estudo de muitas empresas. Para produzir uma garrafa de PET com

maior estabilidade térmica três parâmetros são necessários:

1. Estabilidade dimensional do gargalo para garantir hermeticidade;
2. Reduzir as tensões provenientes da biorientação e
3. Mudar a estrutura para obter uma maior resistência mecânica.

Hoje, embalagens de PET para enchimento a quente são fabricadas em vários países. Contudo, o processo varia de país para país. Entre os processos conhecidos destacam-se os sistemas desenvolvidos pela Sidel na França, Nissei ASB Co. Ltd. no Japão e pela Krupp Corpoplast Maschinenbau da Alemanha.

Foi desenvolvido pela Sidel um processo que permite o enchimento a quente em garrafas de PET para sucos de frutas, sucos de frutas carbonatados, cervejas, etc. Este processo consiste em produzir a pré-forma de maneira a permitir a cristalização do gargalo através do aquecimento a 170-182°C. O gargalo cristalizado resiste ao enchimento a quente sem deformação, garantindo a hermeticidade necessária à embalagem. A seguir, a etapa de sopro e biorientação da garrafa passa por quatro estágios. No

primeiro estágio é aquecida lentamente até 100°C, com proteção do gargalo. No segundo estágio, ocorre o sopro e a biorientação, formando a garrafa com um volume 20% maior do que o requerido. No terceiro estágio, imediatamente após a produção da garrafa, esta passa através de um forno com aquecimento por infravermelho a 200°C onde permanece por 90 minutos. Nesta etapa ocorre um encolhimento da garrafa tornando sua forma irregular. Nesta operação são aliviadas as tensões provenientes da biorientação e ocorre uma cristalização controlada do PET. Esta cristalização não excede 40%, permanecendo, assim, a transparência do material ao mesmo tempo em que aumenta sua resistência mecânica. No último estágio, a garrafa encolhida é transferida para um segundo molde e é submetida a um novo sopro e biorientação, adquirindo, assim, a forma final. Como resultado deste processo tem-se embalagens que resistem à pasteurização a 74°C por 25 minutos e o enchimento a quente a 90°C.

No Japão, a tecnologia para produção de garrafas de PET para o enchimento a quente foi desenvolvida pela Nissei ASB Co. Ltd. Dois processos estão hoje à disposição. Um deles consiste em termoestabilizar o gargalo pela inserção de policarbonato ou poliacrilato no molde antes da injeção do PET e o corpo por um processo de aquecimento e resfriamento de moldes. O policarbonato resiste a temperaturas de 130-140°C e assegura que não haverá deformação no gargalo mesmo em caso de pasteurização por longo período ou enchimento a altas temperaturas.

O outro processo consiste na co-injeção e sopro com biorientação do PET com poliacrilato ("U-polymer") para obter a estrutura PET/poliacrilato/PET. Esta estrutura resiste a temperaturas de 85°C e é usada no Japão para suco de laranja com enchimento a quente.

Recentemente, foi apresentado um processo desenvolvido pela Krupp Corpoplast Maschinenbau da Alemanha. É um sistema interessante, pois permite a estabilização da garrafa em duas faixas de temperatura, dependendo do seu uso: 60-75°C para enchimento a quente e de 75°C até acima de 100°C para enchimento a quente a temperaturas mais altas e, em alguns casos pasteurização. O primeiro processo foi chamado de termorelaxação (thermorelaxation) e o segundo processo de termoestabilização (thermofixing).

Este desenvolvimento inclui duas tecnologias, as quais podem ser usadas com pequenas modificações do equipamento de sopro convencional.

Na termorelaxação ou "thermorelaxation", a garrafa é soprada em um molde aquecido a 60-90°C e em condições normais. A seguir, ainda no molde, é submetida a uma alta pressão por um determinado período de tempo, forçando, assim, a garrafa contra as paredes aquecidas do molde. Esta etapa visa aliviar as tensões da embalagem e manter,

através da pressão o desenho da garrafa. Após esta etapa, a garrafa encolhe consideravelmente até a forma final, porém, durante o enchimento a quente e estocagem, o encolhimento é mínimo.

As garrafas produzidas por este processo são adequadas para enchimento a quente e/ou pasteurização em temperaturas de até 75°C. Como regra geral, estas temperaturas devem ser ao menos 5°C abaixo da temperatura do molde no processo.

Os equipamentos de sopro convencionais podem produzir estas garrafas, desde que seja adicionado um ciclo de água quente além do ciclo de água gelada e nos moldes devem ser incorporadas as seções quentes e frias com isolamento térmico adequado.

Na termoestabilização ou "thermofixing", a garrafa pré-soprada é colocada em um molde onde é aquecida a temperaturas de 110 a 200°C e submetida a uma alta pressão (8-10bar) por um período de tempo pré-determinado. A pressão força o contato da garrafa com o molde e evita o seu encolhimento a alta temperatura. Nesta etapa as tensões são aliviadas e ocorre uma cristalização do corpo da garrafa em torno de 40-45%, de tal maneira que não afeta a sua transparência, porém, aumenta a densidade do material, o que acarreta em uma substancial melhora das propriedades mecânicas. O grau de cristalinidade da garrafa depende da temperatura e tempo de contato com o molde sendo a seleção destes parâmetros dependente do uso final da embalagem. Após o período pré-determinado de contato com o molde, a pressão é reduzida para 5-6bar. A garrafa então encolhe levemente e perde o contato com o molde e é então resfriada internamente com um jato de água gelada. No final do processo a água que permaneceu no interior da garrafa é removida por pressão e a garrafa pode ser retirada do molde sem problemas.

Neste processo, o gargalo é previamente cristalizado durante a formação da pré-forma.

A Krupp Corpoplast fornece equipamento adicional para cristalização do gargalo e termoestabilização do corpo da garrafa para complementar o equipamento convencional de sopro. Segundo o fabricante para os dois processos, termorelaxação e termoestabilização a capacidade de produção da máquina pode alcançar 5700 garrafas/hora.

Finalizando, também é importante salientar que, para ambos os processos, o desenho da garrafa é fundamental, principalmente se o produto não contiver CO<sub>2</sub>. Neste caso são recomendados anéis de reforço na parte superior da garrafa e painéis na região cilíndrica do corpo. O vácuo gerado durante o resfriamento pode então ser compensado sem deformação da embalagem. Para produtos que contenham CO<sub>2</sub>, os desenhos usuais para garrafas podem ser utilizados.

PADULA, M.