

---

## **EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA USO EM FORNO DE MICROONDAS**

---

O crescimento do uso de forno de microondas ao redor do mundo tem sido espetacular. Nos Estados Unidos e Japão estima-se que no final da década de noventa, 90 e 95% das famílias, respectivamente, estejam equipadas com forno de microondas, o que representa somente nos EUA mais de 100 milhões de unidades. A Europa apresenta o maior crescimento médio anual no mundo em vendas desses fornos, 20%. No Brasil, o mercado de fornos de microondas cresce à média de 15% ao ano. As projeções indicam

a venda de 1 milhão de unidades em 1995, alcançando um total acumulado de mais de 2 milhões de proprietários. Esses números justificam o fato das embalagens para alimentos utilizadas em forno de microondas estarem entre as que apresentam maior crescimento nos últimos anos.

O mercado de embalagens para uso em forno de microondas é dominado por embalagens que também podem ser utilizadas em forno convencional. Entretanto, o crescimento dos materiais compatíveis

somente com o forno de microondas é uma realidade. Para tanto tem colaborado o menor custo desses materiais, tendo em vista a menor exigência quanto à resistência térmica e a estimativa de que 80% das embalagens compatíveis com os dois tipos de fornos são, na verdade, usadas no de microondas. Somando-se a isso tem-se o fato de que é muito difícil formular produtos que apresentam a mesma qualidade, quando aquecidos por sistemas tão distintos.

A seguir serão apresentadas as embalagens plásticas mais utilizadas em forno de microondas.

### **Poliétileno Tereftalato Cristalizado**

O poliétileno tereftalato cristalizado (CPET) é o material plástico mais utilizado nos Estados Unidos e Europa para acondicionamento de produtos congelados ou refrigerados a serem aquecidos em forno de microondas e convencional, representando cerca de 24% do mercado norte-americano em 1993 de embalagens para esse segmento. Utilizado comumente na forma de bandejas termoformadas, o CPET pode ser submetido a temperaturas de 200°C sem deformação, o que permite sua utilização em fornos convencionais desde que se tenha cuidados especiais de manuseio após o aquecimento visto que a temperatura nesses fornos pode ser muito próxima ao limite de resistência do material. As bandejas de CPET têm excelente aparência e moderada resistência à temperatura de congelamento.

Geralmente, as bandejas de CPET são obtidas a partir de chapas de PET contendo agentes nucleantes ou outros aditivos que promovem a cristalização durante o processo de termoformação. O controle da temperatura na termoformagem é fundamental para se atingir o grau de cristalinidade adequado. A experiência tem demonstrado que um grau de cristalização na faixa de 28 a 31% permite melhor balanço entre resistência a temperaturas elevadas e resistência ao impacto a baixas temperaturas.

As bandejas de CPET são fechadas por termosoldagem ou tampas termoformadas, tipo encaixe.

As tampas termoseláveis são as mais utilizadas destacando-se entre elas os filmes de PET revestidos.

As tampas termoformadas são, em geral, de polipropileno (PP), poliétileno de alta densidade (PEAD) ou poliestireno (PS). Essas tampas não

resistem às temperaturas do forno convencional.

As bandejas de CPET têm um custo cerca de 25 a 40% superior ao das bandejas de cartão prensado, o tipo mais utilizado para o segmento em questão.

### **Polipropileno**

O polipropileno (PP) é utilizado para embalagens apropriadas somente para forno de microondas e apresenta grande projeção de crescimento no mercado norte-americano, cerca de 34% ao ano.

As embalagens de PP são utilizadas principalmente para produtos refrigerados e desidratados com baixo teor de açúcar e gordura.

O polipropileno homopolímero pode ser utilizado em temperaturas de até 120°C e apresenta pouca resistência ao impacto a temperaturas de congelamento por encontrar-se a uma temperatura inferior à de sua transição vítrea. Uma forma de melhorar essa resistência ao impacto é utilizando copolímeros de propileno e etileno (até 10%). Para melhorar a tolerância do polipropileno a altas temperaturas são feitas blends de homo ou copolímero com cargas inertes como minerais e celulose. Com isso, a temperatura de distorção do polipropileno sobe para 160°C.

As embalagens de PP para uso em forno de microondas são produzidas por injeção ou termoformação, sendo necessário, um rígido controle de temperatura a fim de obter maior estabilidade dimensional da embalagem a temperaturas elevadas.

A abundância e baixo custo da resina de PP, associados à elevada capacidade de termoformação dos equipamentos resultam em embalagens de custo semelhante ou mesmo inferior ao das embalagens de cartão revestido. Entretanto, as embalagens de PP são utilizadas somente em forno de microondas.

### **Poliestireno**

O poliestireno de alto impacto (PS) tem baixa resistência à temperatura (inferior à do PP) mas devido ao seu baixo custo e facilidade de termoformação é utilizado no acondicionamento de alimentos que são reaquecidos a temperaturas moderadas.

A utilização de blends de PS e PPO (óxido de polifenileno), um termoplástico amorfo, melhora o desempenho do material a temperaturas elevadas. A composição da blenda influencia nas propriedades do

material. Devido às dificuldades para processar o PPO e seu elevado custo é recomendável o uso de 25% de PPO e 75% de PS, o que permite o uso do material a temperaturas entre 100 e 110°C.

A blenda PS/PPO pode ser termoformada em equipamentos convencionais para PS ligeiramente modificados. Também pode ser expandida e depois termoformada, apresentando a vantagem de se manterem frias e suficientemente rígidas para permitir um manuseio adequado após aquecimento do produto.

A taxa de crescimento anual das embalagens de PS/PPO é de 38,5% nos EUA.

O custo das embalagens de PS/PPO é competitivo com o das de PP.

### **Embalagens Plásticas de Multicamadas Esterilizáveis**

Uma alternativa aos produtos congelados e refrigerados acondicionados em embalagens para uso somente em forno de microondas, que se encontra em expansão, são os produtos esterilizáveis que se conservam à temperatura ambiente por períodos em geral superiores a um ano.

As embalagens rígidas mais utilizadas para produtos esterilizáveis são as produzidas pelo processo de termoformação, a partir de chapas co-extrusadas ou co-injeção sopro. Os polímeros empregados nessas embalagens são subdivididos em três grupos: materiais estruturais, materiais barreira e adesivos. O PP é o material estrutural mais utilizado, mas também são encontradas estruturas com PEAD e policarbonato (PC). Como camada barreira vêm sendo empregados copolímeros de etileno e álcool vinílico (EVOH) e copolímeros de cloreto de vinilideno e cloreto de vinila (PVDC). O fechamento das embalagens pode ser feito por tampas recraváveis do tipo *full-open*, em folha-de-flandres ou alumínio, que devem ser retiradas para reaquecimento do produto. Embalagens com esse tipo de tampa costumam ser comercializadas com uma sobretampa plástica rígida para maior conveniência do consumidor e para impedir a ocorrência de arco voltaico entre as paredes do forno e o anel metálico que fica na embalagem. Também são utilizadas tampas termosseláveis flexíveis ou semi-rígidas.

### **Outros Materiais Plásticos**

O policarbonato (PC) é um termoplástico amorfo

com excelente transparência e brilho, boas propriedades mecânicas e fácil de ser processado. A fim de melhorar a resistência das embalagens de PC a altas temperaturas foi desenvolvida uma estrutura co-extrusada com três camadas de PC e PEI (polieterimida). O PEI é um polímero amorfo com alta resistência e rigidez a temperaturas elevadas. As embalagens são termoformadas a partir de chapas, termosseláveis e vão ao forno convencional também. O elevado custo da embalagem impede a sua expansão no mercado.

A poliamida (PA) 6/6 tem excelente resistência à temperatura (resiste até 269°C). Devido ao elevado custo da resina costuma ser adicionada de cargas minerais, o que reduz o custo final da embalagem, além de aumentar a resistência a temperaturas elevadas. As embalagens produzidas por injeção em diferentes formatos, são termosseladas por um filme de poliéster modificado. A higroscopicidade do material e seu custo elevado limitam o seu mercado.

O emprego do PEAD em embalagens para uso em forno de microondas é limitado pela baixa resistência do material a temperaturas elevadas. O PEAD mantém a rigidez até temperaturas ao redor de 93°C que são facilmente atingidas por alimentos aquecidos por microondas, principalmente aqueles ricos em gordura. Alguns fabricantes adicionam cargas minerais ao PEAD ou fazem blendas com PP a fim de aumentar sua tolerância à temperatura. Atualmente, o PEAD é utilizado no acondicionamento de alimentos que são aquecidos moderadamente e principalmente como tampas termoformadas.

Estruturas flexíveis esterilizáveis ou não, aquecidas pelo sistema *boil in bag* também podem ir ao forno de microondas desde que sejam perfuradas para permitir a saída do vapor. Nesses casos, a folha de alumínio não deve estar presente na estrutura, sendo a barreira a gases ou aroma dada por uma camada de EVOH, PVDC ou PA. Como camada interna termosselante é utilizado normalmente PP e externamente PET.

### **Artigo extraído de**

OLIVEIRA, L.M. Envases para uso en hornos de microondas In: TALLER IBEROAMERICANO DE ENVASE Y EMBALAJES, 2, Buenos Aires, 1994. *Proceedings...* Buenos Aires: INTI - Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, 1994. 12p.

OLIVEIRA, L.M.