

## PS – Injeção – Tensões Residuais

As variações das condições e parâmetros de injeção têm efeito direto nas propriedades finais do produto acabado.

Na moldagem por injeção as cavidades do molde são preenchidas através do fluxo de PS já plastificado através de pequenos canais à elevada velocidade e sob alta pressão.

Na maioria dos casos, o molde está com temperaturas muito baixas. A massa aquecida de PS ao entrar em contato com o molde, inicia sua solidificação de fora

em direção ao núcleo, de forma muito rápida e em camadas. Estas condições geram altas tensões no PS, resultantes da fricção/cisalhamento entre essas camadas, gerando um gradiente de tensões residuais, ou seja, um mau acomodamento das macromoléculas em um espaço determinado, o que reduz as propriedades físico-mecânicas, térmicas e químicas da peça moldada. Em resumo, se originam basicamente quando “uma massa quente entra em contato com uma superfície mais fria”.

## Parâmetros afetados pelas Tensões Residuais

### Propriedades Físico-mecânicas

Ocorrem fissuras quando são realizados esforços de tração, alongamento, flexão, deflexão e redução da resistência ao impacto.

### Deformação ao calor

O calor aplicado causa o relaxamento das tensões, provocando a deformação assimétrica da peça.

### Resistência Química

Há maior sensibilidade ao ataque químico, a qual é caracterizada pela presença de superfícies ásperas, trincas e descoloração superficial. Podem ocorrer também baixa ancoragem de tintas e deslocamento durante o processo de metalização.

## Soluções

- Utilizar a maior temperatura de molde (possível) recomendada para PS (ver tabela abaixo);
- Moldar com a maior temperatura de massa possível sem degradar o PS (ver tabela abaixo);
- Moldar com maior uniformidade de temperatura no molde;
- Moldar com alta velocidade de injeção;
- Moldar com a menor pressão de injeção possível;
- Moldar com a menor pressão de recalque para gerar a menor compactação possível;
- Utilizar a técnica de recozimento.

Parâmetros	Unidade	PS Alto Impacto					PS Alto Impacto Especialidades			PS Cristal						
		RT 441M	825	R 870E	R 970E	825E	RC 600	R 350L G2	R 940D	N 1921	500	525	535	N 2560	585	N 2380E
MFI (200°C, 5kg)	(g/10')	6,5	5,5	4	4	3	6	5,5	3,5	21	16	10	5	3,8	1,6	1,5
Extrusão (TM)		210 - 240														
Molde	(°C)	40 - 75					50 - 75									
Injeção (TM)		210 - 260														

## Técnica de Recozimento

O recozimento é uma técnica utilizada para minimizar as tensões residuais que não são eliminadas somente com os parâmetros de moldagem. Geralmente as tensões residuais estão associadas com limitações do equipamento, como por exemplo, desenho da rosca, geometria da peça e dos canais de distribuição, refrigeração heterogênea do molde, ciclo de moldagem, etc.

A operação de recozimento consiste em colocar as peças em um forno com circulação de ar ou em um recipiente com água quente, com 5°C abaixo do ponto de deformação térmica da peça, durante aproximadamente 2 horas, sendo que este tempo pode variar em função da espessura da peça.

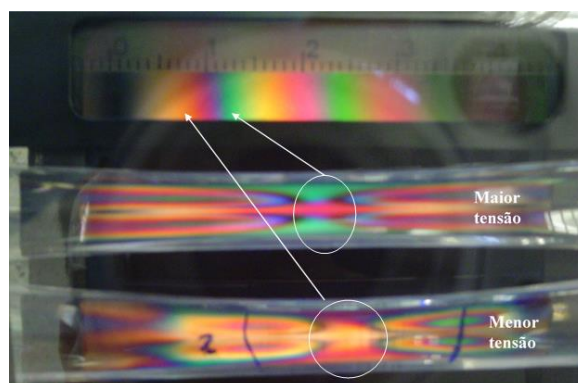
O ponto de deformação térmica é a temperatura na qual se observa a deformação da peça e não o ponto de deformação ASTM do material. Após o recozimento, as peças devem ser submersas em solventes adequados para verificar se o procedimento foi eficaz.

## Determinação das Tensões Residuais

Para determinar a magnitude das tensões residuais que podem afetar a performance final de uma peça moldada, se empregam as seguintes técnicas:

### Luz Polarizada (Técnica aplicada a plásticos transparentes)

Com essa técnica é possível identificar áreas de maior tensão que aparecerão como espectros iridescentes de colorações mais desbotadas (que refletem ou mostram as cores do arco-íris).



### Térmica

Aplica-se o mesmo sistema que o utilizado para determinar a temperatura de recozimento, utilizando diversas condições de moldagem como uma forma de medida da magnitude das tensões.

### Química

As peças moldadas submergem durante um tempo pré-determinado em reativos específicos para cada tipo de material. A peça será atacada unicamente nas regiões com maiores tensões, provocando fissuras ou rachaduras. A maior magnitude ou evidência dessas fissuras/rachaduras estará em relação direta com a maior tensão residual existente.

Material	Solvente	Imersão	Escorrido
Poliestireno	n-Heptano	120 ± 5 s	30 min
ABS	Ácido Acético Glacial	30 s	0 min
PVC	Acetona	20 min	0 min