

## Policarbonato

---

Os **policarbonatos** são polímeros de cadeia longa, formados por grupos funcionais unidos por grupos carbonato. São moldáveis quando aquecidos, sendo por isso chamados **termoplásticos**. Como tal, estes plásticos são muito usados atualmente na moderna manufatura industrial e no design.

O tipo de policarbonato mais utilizado é baseado no bisfenol A. Por vezes o termo policarbonato é utilizado como sinônimo deste polímero particular (policarbonato de bisfenol A).

- **Características dos policarbonatos:** densidade:1,20. cristalinidade muito baixa, termoplástico, incolor, transparente, se caracterizando portanto como um **polímero amorfo**.
- **Propriedades marcantes dos policarbonatos:** semelhança ao vidro, porém altamente resistente ao impacto, boa estabilidade dimensional, boas propriedades elétricas, boa resistência ao escoamento sob carga e às intempéries, resistente a chama. É um dos 3 plásticos de engenharia mais importantes (os demais são: PA e POM)

## Histórico

---

Segundo registros de 1930, os químicos W. H. Carothers e F. J. Natta desenvolveram em laboratório vários tipos de policarbonato alifáticos sem interesse comercial. A partir da descoberta e do sucesso do polietileno (PET) pelos químicos John Rex e J. T. Dickinson, os cientistas da Bayer na Alemanha foram incentivados a pesquisar mais polímeros com núcleos aromáticos em sua cadeia principal. Então em 1953, o Dr. Hermann Schnell e sua equipe na Bayer demonstraram que através da reação de policondensação do composto di-hidroxi bisfenol A com fosgênio os policarbonatos poderiam ser obtidos com propriedades superiores aos dos plásticos existentes na época. Imediatamente após a descoberta, iniciaram o processo de patente, esse requerimento patenteado em 14 de Outubro de 1953 dizia: "Verificou-se que policarbonatos solúveis, fusíveis, cristalizáveis e estiráveis podem ser produzidos a partir de fenóis bivalentes do tipo 4,4 - dioxidifenilmetano com fosgênio". Além disso, nos anos posteriores, percebendo a importância da descoberta, passaram a concentrar seu trabalho no desenvolvimento de métodos alternativos de síntese e análise de policarbonatos obtidos a partir de outros compostos di-hidroxi.

Em 1958, a primeira planta de produção de policarbonato foi instalada na cidade de Uerdingen na Alemanha e foi dado o nome comercial de Makrolon, com grande aplicabilidade nas áreas automotivas, médicas e de construção civil, essa gama de aplicações se expandiu ainda mais na atualidade.

Em 1994 o policarbonato teve um grande crescimento devido a venda de discos Compact Disc (CD) em substituição aos originais de "vinil". Os CD's possuem uma base de policarbonato sobre a qual é depositada uma fina camada de um polímero fotodegradável (ftalocianinas, cianinas ou azocompostos) que são alterados no processo de gravação, e sobre essa camada polimérica é depositada, por "sputtering", uma fina película metálica (de ouro ou prata), a qual geralmente possui uma espessura de 50 a 100 nm e área total da ordem de 100 cm<sup>2</sup>, e então essa última camada é protegida por um ou dois filmes poliméricos.

Atualmente, o policarbonato possui muitas aplicabilidades, sendo utilizado como cobertura, toldo, lentes de óculos, discos compactos, em eletrônicos e peças que necessitam de transparência e resistência mecânica.

## Moldagem

---

O **policarbonato**, pode ser moldado em quaisquer formas das mais simples às mais complexas, geralmente é moldado através de compressão a quente (termo moldagem) entre temperaturas de 175 a 200 °C, onde através de duas placas de metal quente montadas em uma prensa hidráulica são fornecidos é fornecido um alto valor de pressão. A termo moldagem compreende pré-secagem do material a 120°C (com variação de mais ou menos 3°C) em forno quente com ar circulante, por um tempo que depende da espessura do material. Essa pré-secagem é necessária para evitar bolhas no processo subsequente. A folha é então aquecida até 175 - 200°C, e moldada usando vácuo, sopro livre, prensagem ou reação rápida. Para a moldagem de pregas ou ainda moldagem mecânica ou em moldes casados, a folha é aquecida a 155 - 160°C num forno, sobre um suporte recoberto de feltro, antes da transferência necessariamente rápida para o molde. Para a formação das dobras, usam-se então moldes macho e fêmea e pressão, se necessário. As duas moldagens, mecânica e em moldes casados, são similares, porém requerem maior força. Dobrar a folha na linha quente exige que se aqueça a folha de forma localizada a 150°C, antes de curvá-la. "Temperar" o material de 130 a 135°C por uma hora para cada 2,5mm de espessura, livra a superfície de tensão.

## Aplicações

---

Existem para aplicabilidade os policarbonatos **alveolar**, **compacto(prismático)** e **refletivo**. O **alveolar** se trata de chapa lisa com cavidades internas (alvéolos) e passa por um tratamento anti-UV em um dos lados da chapa. É muito semelhante ao vidro canelado, porém com uma combinação de propriedades que o torna muito mais resistente. É ideal para fechamento lateral, divisórias e coberturas curvas ou planas, onde se deseja máxima segurança e transmissão de luz natural, pois a camada refletiva na face externa da chapa aumenta a reflexão da luminosidade, reduzindo com eficiência o índice de transmissão de calor para o ambiente interno em até 7 °C. As **refletivas**, são semelhantes a **alveolar**, porém, possuem camada refletiva em ambas faces e reduzem a transmissão de calor em até 9 °C. Já as estruturas de policarbonato **compacto** são produzidas a partir de também de polímeros de carbono e possuem grande resistência à impactos, chegam a ter uma resistência de até 250 vezes maior do que o vidro. Sua aparência é de vidro liso, e ele é produzido nas mais diversas cores. Além disso a chapa de policarbonato pode ser facilmente decorada com filmes de vinil adesivos ou silk screen. Uma das vantagens desse material é que ele pode ser dobrado a frio, o que facilita no momento da produção de uma cobertura.

Em relação as vantagens e desvantagens do **policarbonato** em relação ao vidro é que este último é um material composto basicamente por areia derretida e componentes que aumentam sua resistência mecânica e química contra esforços e intempéries. Por apresentar maior peso próprio, exige uma estrutura de apoio mais reforçada que o **policarbonato**. A maior vantagem do vidro em relação ao **policarbonato** como material para coberturas é sua durabilidade, pois o vidro apresenta maior resistência à abrasão, de forma que sofre menos desgastes devido a intempéries e procedimentos de limpeza. Além disso, apresenta maior durabilidade que o **policarbonato**, que pode vir a perder a transparência e a integridade com o passar dos anos, principalmente em locais que necessitam de maior frequência nos procedimentos de manutenção.

Em relação as semelhanças e diferenças entre o acrílico e o **policarbonato**, sabe-se que ambos são metade do peso de um vidro de tamanho comparável em volume.

Ambos são vidros sintéticos, e cada um oferece uma tremenda flexibilidade. Comparando ao vidro, o acrílico tem aproximadamente 17 vezes mais resistência ao impacto porém o **policarbonato** é ainda mais forte, com resistência ao impacto 250 vezes a mais que o vidro comum

## Reciclagem

---

A reciclagem de polímeros pode ser classificada em quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária. Reciclagem primária consiste na conversão dos resíduos poliméricos industriais por métodos de processamento padrão em produtos com características equivalentes àquelas dos produtos originais produzidos com polímeros virgens, ou seja, aparas que são novamente introduzidas no processamento. Reciclagem secundária tem relação com a conversão dos resíduos poliméricos provenientes dos resíduos sólidos urbanos por um processo ou uma combinação de processos em produtos que tenham menor exigência do que o produto obtido com polímero virgem, por exemplo, reciclagem de embalagens de PP para obtenção de sacos de lixo. Reciclagem terciária é um processo tecnológico de produção de insumos químicos ou combustíveis a partir de resíduos poliméricos. E por fim, reciclagem quaternária pode ser dito como um processo tecnológico de recuperação de energia de resíduos poliméricos por incineração controlada. Em síntese, a reciclagem primária e a secundária são conhecidas como **reciclagem mecânica** ou física, o que diferencia uma da outra é que na primária utiliza-se polímero pós-industrial e na secundária, pós-consumo, e a reciclagem terciária também é chamada de **química** e a quaternária de **energética**.

A **reciclagem mecânica** pode ser viabilizada através do reprocessamento por extrusão, injeção, termoformagem, moldagem por compressão, etc. Para este fim são necessários alguns procedimentos que incluem as seguintes etapas:

- 1) separação do resíduo polimérico,
- 2) moagem,
- 3) lavagem,
- 4) secagem,
- 5) reprocessamento e, finalmente, a transformação do polímero em produto acabado.

Existem variações nestas etapas devido à procedência e o tipo de polímero, além das diferenças de investimentos e equipamentos utilizados nas plantas de processamento. A **reciclagem química** ocorre através de processos de despolimerização por solvólise (hidrólise, alcoólise, amilose), ou por métodos térmicos (pirólise à baixa e alta temperaturas, gaseificação, hidrogenação) ou ainda métodos térmicos/catalíticos (pirólise e a utilização de catalisadores seletivos). Em último estágio, se o reuso do resíduo polimérico não é prático ou econômico, é possível fazer uso de seu conteúdo energético através da incineração, operando portanto a **reciclagem energética**. Geralmente os policarbonatos são reciclados mecânica ou quimicamente, no caso dos CD's, por exemplo, é feita uma **reciclagem mecânica** do policarbonato.