



# POLÍMEROS

Os polímeros são macromoléculas obtidas pela combinação de um número gigantesco de pequenas partes que se repetem, chamado de monômeros. Os polímeros, por serem repetições gigantescas da mesma unidade, acabam tendo diversos kg/mol. O processo pelo qual isso é feito recebe o nome de **polimerização**.



## PROPRIEDADES DOS POLÍMEROS

Conhecendo as diferentes propriedades dos polímeros podemos classificá-los quanto ao comportamento mecânico e térmico.

Quanto ao comportamento mecânico, podem ser:

1. **Plásticos:** são materiais poliméricos sólidos em temperatura ambiente e facilmente moldados (de acordo com sua origem grega, plástikos, próprio para ser moldado ou modelado).
2. **Elastômeros:** são polímeros elásticos, também chamados de borracha. Em condições normais, podem deformar e rapidamente voltar ao estado original.
3. **Fibras:** são materiais que podem ser esticados em filamentos.

Quanto ao comportamento térmico, podem ser termoplásticos ou termorrígidos.

1. **Termoplásticos:** São materiais que podem ser moldados com a temperatura. Eles podem se tornar fluidos, retornando ao estado inicial com o decréscimo da temperatura. Essa propriedade está relacionada com a forma e ao modo de como os monômeros estão organizados. Para os termoplásticos, ao longo da reação de polimerização, as unidades básicas crescem de forma “linear” em uma única direção.



Longas moléculas de polímeros podem alinhar-se umas às outras.



**2. Termorrígidos:** Também podem receber o nome de termofixos. São plásticos que são maleáveis apenas no momento de fabricação; quando estão prontos, não há como remodelá-los. A forma e o modo como os polímeros crescem são desorganizados, apresentando entrelaçamento entre as cadeias, como na representação a seguir.

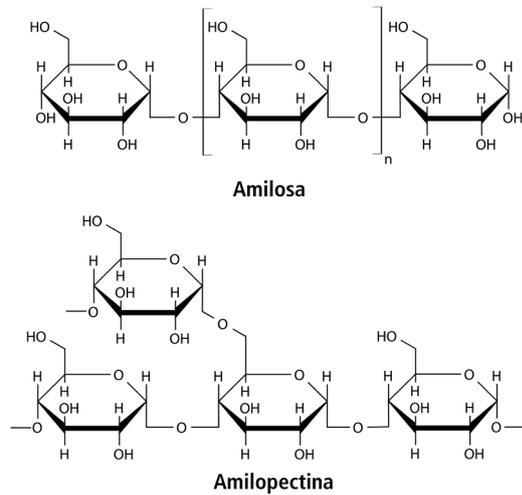
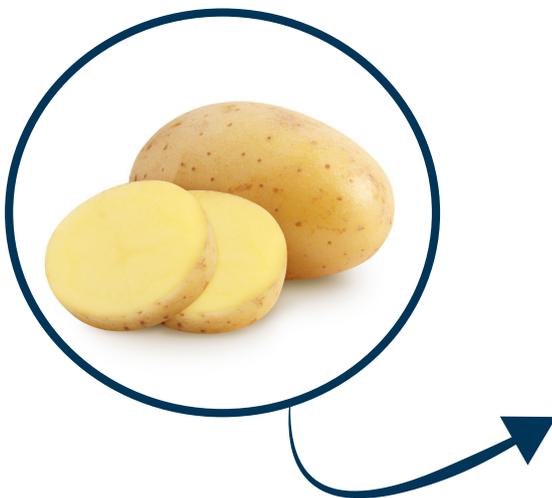


Entrelaçamento das linhas poliméricas, garantindo assim maior resistência mecânica.

É exatamente essa desorganização das linhas que garante propriedades de resistência mecânica aos polímeros.

Também podem ser classificados quanto à origem:

**1. Polímeros Naturais:** São aqueles sintetizados por seres vivos, como celulose, amido, látex entre outros.



**2. Polímeros Sintéticos:** são denominados plásticos. São obtidos industrialmente a partir de reações orgânicas de adição ou de condensação, partindo de monômeros. Exemplos: Náilon, poliéster, acrílico entre outros.



Cordas de Nylon



Quanto à composição, podem ser homopolímeros ou heteropolímeros.

**1. Homopolímeros:** são polímeros formados por apenas um único tipo de monômero. A mesma estrutura se repete por n vezes.

**2. Heteropolímeros:** são polímeros formados por 2 ou mais monômeros distintos em sua estrutura. Também recebem o nome de **copolímeros**.

Os monômeros são unidades dos polímeros que se repetem. Para sofrerem uma reação de polimerização, eles precisam ter ligações duplas bastante reativas. Por isso, os monômeros de origem costumam ser cadeias carbônicas insaturadas.

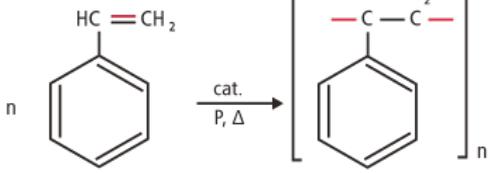
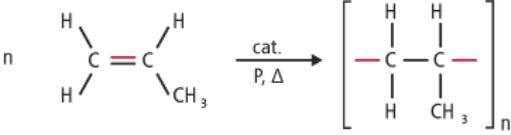
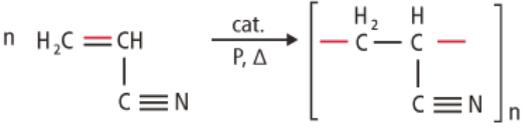
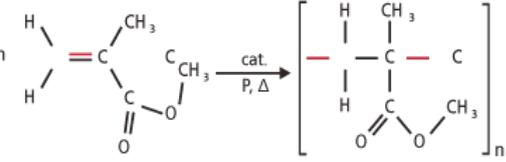
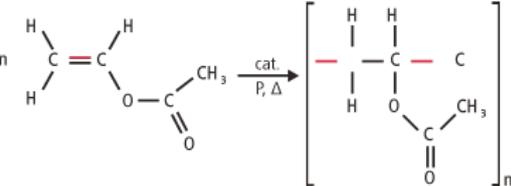
**1. Polímeros de adição comum:** São formados pela reação de adição de um número muito grande de monômeros iguais, que originam uma única molécula. Partindo dos rompimentos das ligações duplas dos monômeros, temos a polimerização:

As reações de polimerização geralmente ocorrem sob pressão, na presença de catalisador e aquecimento. As principais que ocorrem adição comum são:

Polímeros de adição comum		
Polímero/ monômero	Reação de obtenção	Propriedades e aplicações
Polietileno/etileno	$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} \xrightarrow[\text{P, } \Delta]{\text{cat.}} \left[ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	Apresenta alta resistência à umidade e ao ataque de substâncias químicas como solventes em geral. É um material de baixo custo. Tem boa flexibilidade, mas baixa resistência mecânica. É usado em películas plásticas e folhas de embalagens de alimentos, embalagens de produtos farmacêuticos, recipientes diversos, revestimentos de fios, cabos, tubos, brinquedos e utensílios domésticos.
Policloreto de vinila (PVC)/cloro eteno	$n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array} \xrightarrow[\text{P, } \Delta]{\text{cat.}} \left[ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Apresenta resistência química e térmica (devido ao elevado teor de cloro). Pode ser misturado a plastificante (PVC flexível) ou não (PVC rígido). O PVC flexível é usado na confecção de calças plásticas para bebês, toalhas de mesa, cortinas de chuveiro, bolsas e roupas de couro artificial, brinquedos e estofamentos de automóveis. O PVC rígido é utilizado na fabricação de dutos e tubos rígidos para água e esgoto.
Politetrafluoretileno (PTFE)/tetrafluoreto	$n \begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{F} & & \text{F} \end{array} \xrightarrow[\text{P, } \Delta]{\text{cat.}} \left[ \begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	Apresenta elevada resistência química e térmica, baixo coeficiente de atrito e baixa aderência. É usado em isolamento elétrico, revestimento de equipamentos químicos, antenas parabólicas, válvulas, torneiras, revestimento de painéis e frigideiras e na fabricação de órgãos artificiais.

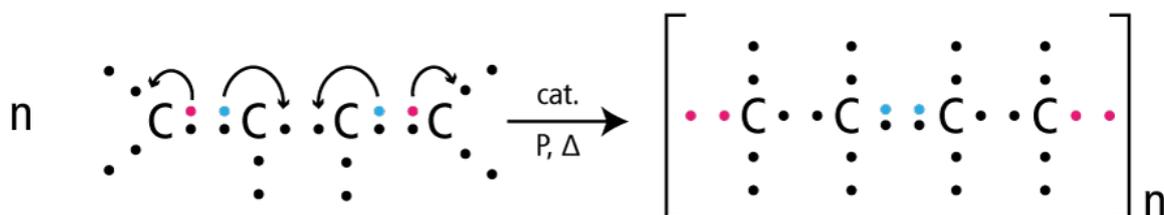


## Polímeros

<p>Poliestireno (PS)/vinilbenzeno</p>		<p>É resistente a ácidos, bases e sais; amolece pela ação de hidrocarbonetos. É isolante térmico e elétrico. Conforme o tratamento, pode assemelhar-se ao vidro ou formar o isopor (quando expandido a quente por meio de injeção de gases ao sistema). É usado em utensílios domésticos rígidos, transparentes ou não, embalagens de equipamentos, embalagens isolantes, construção civil, painéis de automóveis e espumas.</p>
<p>Polipropileno (PP)/propeno</p>		<p>Incolor, de baixo custo, apresenta tolerância a solventes e a substâncias reativas. Boa resistência térmica, elétrica e ao impacto. É usado em utensílios domésticos, na fabricação de equipamentos médicos (pode ser esterilizado), de componentes eletrônicos e de tubos e dutos (pode ser soldado).</p>
<p>Poliacrilonitrila (orlon ou PAN)/cianeto de vinila</p>		<p>É predominantemente amorfo, mas adquire alta resistência após tração, quando as macromoléculas são orientadas numa direção preferencial. Apresenta boa resistência a solventes. É inflamável e sua queima libera gás cianeto, HCN(g), um veneno mortal. É usado na fabricação de fibras como substituto da lã. É a fibra sintética mais utilizada para fabricar malhas de inverno.</p>
<p>Polimetilmetacrilato (PMMA)/metacrilato de metila</p>		<p>Transparência cristalina (semelhante ao vidro), resistência ao intemperismo (agentes atmosféricos), à radiação ultravioleta, à ação de produtos químicos, à tensão, ao impacto e ao risco. É usado em painéis decorativos e estruturais, letreiros, decorações e partes de móveis, sistemas de vidros de automóveis, pisos iluminados translúcidos, janelas e capotas.</p>
<p>Poliacetato de vinila (PVA)/acetato de etenila</p>		<p>Alta adesividade. Transparente e incolor. Insolúvel em água, mas torna-se disperso em meio aquoso na presença de um agente emulsificante. É usado na fabricação de tintas de parede (do tipo látex), em colas e adesivos para papel e em goma de mascar.</p>

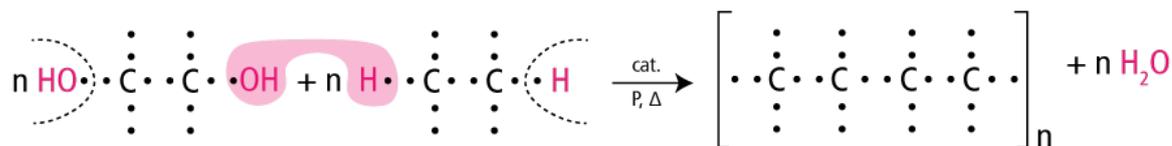


2. **Polímeros de adição 1,4:** são reações de polimerização que ocorrem por causa da ressonância dos elétrons das ligações duplas conjugadas. O polímero formado pela adição 1,4 apresenta ligação dupla, conferindo assim propriedades elásticas.



Os principais exemplos são a **Borracha natural ou poli-isopreno**, extraída da seringueira: o látex; e a **Borracha sintética, polibutadieno, a partir do acetileno** ( $C_2H_{2(g)}$ ).

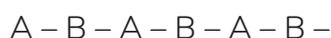
3. **Polímeros de Condensação:** Também podem ser chamados de polímeros de eliminação. São resultantes de reações de condensação entre moléculas de substâncias iguais ou diferentes, com saída simultânea de espécies químicas que não fazem parte do polímero. Na grande maioria dos casos são liberadas espécies químicas como HCl, HCN,  $NH_3$ , . Em linhas gerais temos o seguinte esquema para as reações de condensação (observe que no exemplo a molécula eliminada é  $H_2O$ ) veja:



4. **Reações de Adição para formação de Copolímeros:** são aquelas que acontecem entre monômeros diferentes, formando polímeros cujas unidades de repetição são oriundas de duas moléculas distintas.

Lembre-se:

Os polímeros de condensação apresentam em sua estrutura uniformidade:



Diferente dos copolímeros, cuja estrutura é irregular:



Os Polímeros de condensação só formarão copolímeros no caso de a reação de polimerização envolver duas ou mais substâncias.



As principais reações de polimerização são destacadas abaixo:

Copolímeros	
Buna-S – copolimerização entre o but-1,3-dieno e o vinilbenzeno catalisada pelo sódio	
Reação de obtenção	$n \text{ H}_2\text{C}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + n \text{ HC}=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}_2 \xrightarrow[\text{P}, \Delta]{\text{cat.}} \left[ -\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}-\text{H}_2- \right]_n$
Propriedades e aplicações	Deve ser vulcanizada e necessita de carga reforçadora, negro de fumo, $\text{C}_n(\text{s})$ , para apresentar resistência mecânica satisfatória. Feito isso, torna-se muito resistente ao atrito. É usado nas bandas de rolagem de pneus, solados, cabos de isolamento e outros artefatos diversos.
Buna-N – copolimerização entre o but-1,3-dieno e a acrilonitrila catalisada pelo sódio	
Reação de obtenção	$n \text{ H}_2\text{C}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + n \text{ H}_2\text{C}=\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}} \xrightarrow[\text{P}, \Delta]{\text{Na}} \left[ -\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{C}}-\text{H}_2- \right]_n$
Propriedades e aplicações	Deve ser vulcanizada e recebe carga de negro de fumo, $\text{C}_n(\text{s})$ , o que o torna resistente ao atrito, ao calor e à variação de temperatura. É usado em mangueiras, gaxetas (para completar a vedação nas juntas de canalização ou nas juntas de peças de automóveis), revestimento de tanques e de válvulas que entram em contato com gasolina e outros fluidos apolares
ABS – copolimerização entre a acrilonitrila, o but-1,3-dieno e o vinilbenzeno	
Reação de obtenção	$n \text{ H}_2\text{C}=\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}} + n \text{ H}_2\text{C}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + n \text{ HC}=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}_2 \xrightarrow[\text{P}, \Delta]{\text{cat.}} \left[ -\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}-\text{H}_2- \right]_n$
Propriedades e aplicações	Apresenta elevada resistência térmica, elétrica e mecânica. É utilizado na fabricação de painéis de automóveis, telefones, invólucros de aparelhos elétricos e em embalagens.