

Capítulo VIII – Noções Gerais sobre Materiais Poliméricos

- A palavra polímero quer dizer muitas (“poli”) e partes (“meros”);
- A palavra parte tem o significado de unidade.
- Essas unidades são conhecidas como monômeros que tem tendência de se ligarem quimicamente entre si.

1 - Classificação dos polímeros

1.1 - Quanto a origem.

- *Naturais*
- *Sintéticos*

1.2 – Quanto à aplicação.

- **Elásticos:** apresentam moléculas grandes e flexíveis, que tendem a se enrolar de maneira caótica. Quando submetidos a uma tensão, as moléculas desses polímeros se desenrolam e deslizam umas sobre as outras. Quando a tensão cessa, suas moléculas voltam à estrutura inicial. Exemplos: **borracha natural e artificial.**
- **Plásticos** – quando submetidos a aquecimento e pressão, amolecem e podem ser moldados. Quando essas condições são retiradas, o plástico endurece e conserva a forma do molde. São subdivididos em dois grupos:
 - a) **termoplásticos** – podem ser amolecidos e remoldados repetidamente. Industrialmente, podem ser reaproveitados para a produção de novos artigos. Exemplos: **poliestireno, polietileno, PVC, PVA, polimetacrilato de metila.**
 - b) **termofixos ou termorrígidos** – não podem ser amolecidos pelo calor após terem sido produzidos. Normalmente sua produção e moldagem devem ser feitas numa única etapa. Exemplos: **baquelite, fórmica, poliuretanas.**

3. Fibras – se prestam à fabricação de fios e apresentam grande resistência à tração mecânica. **Exemplos: poliamidas, poliéster, celulose (polímero natural).**

1.3 - Quanto ao tipo de monômero.

a) Homopolímeros – somente uma espécie de monômero está presente na estrutura do polímero.

b) Copolímeros – espécies diferentes de monômeros são empregadas.

Quadro 1 – Cadeias de homopolímeros e copolímeros

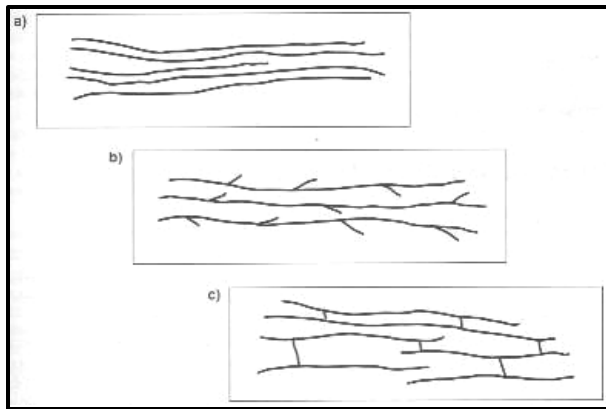
Monômero	Polímero	Cadeias	
A	Homopolímero	...A – A – A – A – A – A ...	
B	Homopolímero	...B – B – B – B – B – B ...	
A + B	Copolímero	Alternado	...A – B – A – B – A – B...
		Em bloco	...A – A – A – B – B – B...
		Graftizado ou enxertado	<div style="text-align: center;">B – B ...</div> ...A – A – A – A – A – AB – B – B – B – B
		Aleatório	...A – B – B – A – A – B – A ...

1.4 - Quanto à estrutura molecular.

a) estrutura linear

b) estrutura ramificada

c) estrutura em rede (reticulada)



*Representação de cadeias
poliméricas*

- a) Cadeia sem ramificações
- b) Cadeia com ramificações
- c) Cadeia reticulada

Os polímeros lineares e ramificados \Rightarrow estrutura meio cristalina \Rightarrow náilon, polietileno, policloreto de vinila, poliestireno, etc. Ao serem aquecidos, estes polímeros amolecem e por esta razão, chamam-se *termoplásticos*.

Os polímeros de rede tridimensional (ou resinas) \Rightarrow são reticulados para formar uma estrutura tridimensional rígida, mas irregular, como nas resinas fenol-formaldeído. Uma amostra de tal material é essencialmente uma molécula gigante: por aquecimento não amolece, visto que o aquecimento exigiria a ruptura de ligações covalentes. Na realidade, o aquecimento pode causar formação de mais ligações reticulantes e tornar o material ainda mais duro. Por esta razão, estes polímeros chamam-se *termofixos*.

1.5 - Quanto à morfologia no estado sólido.

- a) Amorfos* – as moléculas são orientadas aleatoriamente e estão entrelaçadas – lembram um prato de spaghetti cozido. Os polímeros amorfos são, geralmente transparentes.

- b) Semicristalinos* – as moléculas exibem um empacotamento regular, ordenado, em determinadas regiões. Devido às fortes interações intermoleculares, os polímeros semicristalinos são mais duros e resistentes; como as regiões cristalinas espalham a luz, estes polímeros são mais opacos. O surgimento de regiões cristalinas pode, ainda, ser induzido por um “esticamento” das fibras, no sentido de alinhar as moléculas.

1.6 - Quanto ao método de preparação.

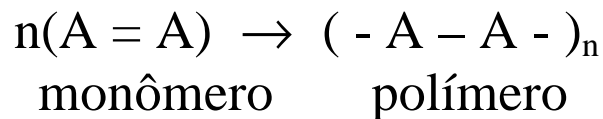
- a) Polímeros de adição**

- b) Polímeros de condensação**

- c) Por reticulação**

2 – Polímeros de adição.

- São polímeros formados por sucessivas adições de monômeros.
- As substâncias utilizadas na produção desses polímeros apresentam, na maioria das vezes, pelo menos uma dupla ligação entre carbonos.
- Durante a polimerização, na presença de catalisador, aquecimento e aumento de pressão, ocorre à ruptura de uma ligação e a formação de duas simples ligações, como mostra o esquema:



2.1 - Algumas propriedades da polimerização por adição:

- **Radical livre com ligação livre** → cadeia molecular longa chamada de “poli”.

Ex: $-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ → radical etileno → polietileno

- **Funcionalidade de um monômero** → é o número de ligações ativas existentes no monômero.

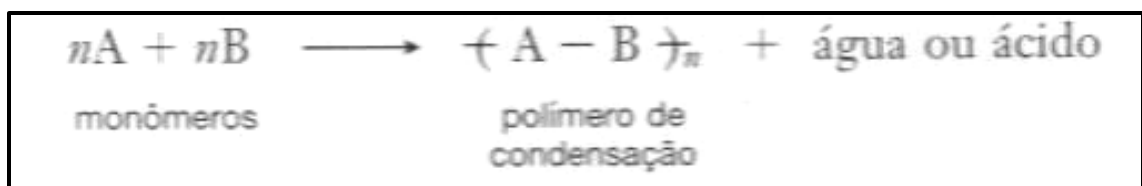
- **Funcionalidade de um monômero** → para que o monômero polimerize, deve possuir 2 ligações químicas ativas e reagir como outros monômeros formando os polímeros.
- **Etapas da reação** → 3 etapas
 - a) **iniciação** => radical livre é o iniciador da polimerização
 - b) **propagação** => crescimento da cadeia pela adição sucessiva dos monômeros
 - c) **finalização** => adição de um radical e impureza interrompe a reação de polimerização.
- **Grau de polimerização** →

$$GP = \frac{\text{massa.molar.polimero}}{\text{massa.molar.monomero}}$$

- **Massa molar média dos termoplásticos** → termoplásticos com cadeias poliméricas com diferentes número de átomos.
- **Estrutura dos polímeros lineares e não cristalinos** → ramificações laterais favorece a formação da estrutura não cristalinas diminuindo a resistência à tração do polímero .

3 – Polímeros por condensação.

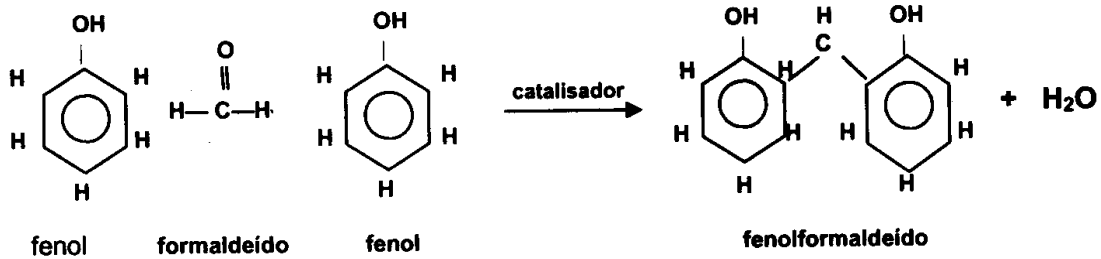
- Esses polímeros são formados, geralmente, pela reação entre dois monômeros diferentes, com a eliminação de moléculas pequenas, por exemplo, a água.
- Nesse tipo de polimerização, os monômeros não precisam apresentar dupla ligação entre carbonos, mas é necessária a existência de dois tipos de grupos funcionais nos dois monômeros diferentes.



4 – Polímeros por reticulação

- Geralmente envolve reagentes com mais de um local de reação.
- Podem produzir redes tridimensional do material polimérico.
- Esse tipo de polimerização é comum durante a cura dos plásticos **termofixos, fenólicos, epoxídicos e os poliésteres.**

- A molécula de fenol é tridimensional na presença de um catalisador, calor e pressão → formando o plástico **termofixo** conhecido como **baquelite**.



5 – Cristalinidade em termoplásticos

- Resfriamento de um termoplástico pode originar num sólido cristalino ou parcialmente cristalino.
- Com o resfriamento → o termoplástico atinge temperatura de transição vítrea no qual os termoplás. não cristalinos tem comportamento viscoso semelhante o da borracha.
- Devido a esse comportamento → o material se torna dúctil-fragil.
- Região do material polimérico nunca atinge 100% de cristalinidade.
- Exemplo de polímero cristalino → polietileno → máximo 95% cristalino
- Em suma, quanto maior a cristalinidade, maior a resistência à tração.

6 – Consumo e preço de alguns termoplástico.

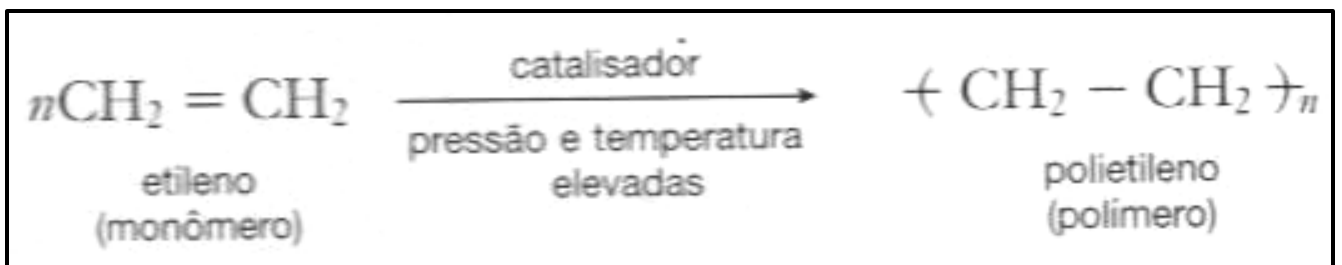
Material	Vendas 10 ⁹ kg	Porcentagem sobre o total de vendas	Preços U\$/kg	Tipo de aplicação
Poliétileno de baixa densidade	6024	19,3	1,21 a 1,32	moltagem de uso geral
de alta densidade	4769	19,3	1,32 a 1,39	moltagem de uso geral
Policloreto de vinilo e copolimeros	4760	15,1	0,82 a 0,84	homopolímero de uso geral
Polipropileno e copolímeros	4059	13,0	1,21 a 1,32	homopolímero de uso geral
Polioestireno	2482	8,0	1,32 a 1,46	homopolímero de uso geral
Esireno-acrilonitrilo	51	0,16	2,14	homopolímero de uso geral
ABS	622	2,0	2,82 a 3,05	média resistência ao impacto
Acrílico	313	1,0	2,58	uso geral
Celulósicos	37	0,12	3,44	material tipo acetato
Politetrafluoretileno	–	–	14,1 a 15,89	

Fonte: Modern Plastics – janeiro/94

7 – Características e propriedades de alguns termoplásticos (adição).

7.1 - Polietileno (PE)

- O polietileno é um dos polímeros mais comuns, de uso diário frequente devido ao seu baixo custo.
- É obtido pela reação entre as moléculas do eteno (etileno).



Ponto de fusão: 110 a 137°C

- O polietileno apresenta alta resistência à umidade e ao ataque químico boa flexibilidade, baixa resistência mecânica.
- Dependendo das condições de pressão, temperatura e do catalisador, o polietileno pode apresentar cadeia reta ou ramificada, o que determinará propriedades diferentes.

São eles:

Polietileno de cadeia reta => Polietileno de alta densidade (PEAD ou HDPE)

- Possui cadeias lineares.
- É um material rígido e com alta cristalinidade - até 95%.
- Material termoplástico, branco, opaco. Propriedades mecânicas moderadas.

Aplicações: fabricação de garrafas, brinquedos, tubos externos de canetas esferográficas, contentores, fita-lacre de embalagens, material hospitalar.

Nomes comerciais: Eltex, Hostalen, Marlex, Polisul.

Polietileno de cadeia ramificada => Polietileno de baixa densidade (PEBD ou LDPE)

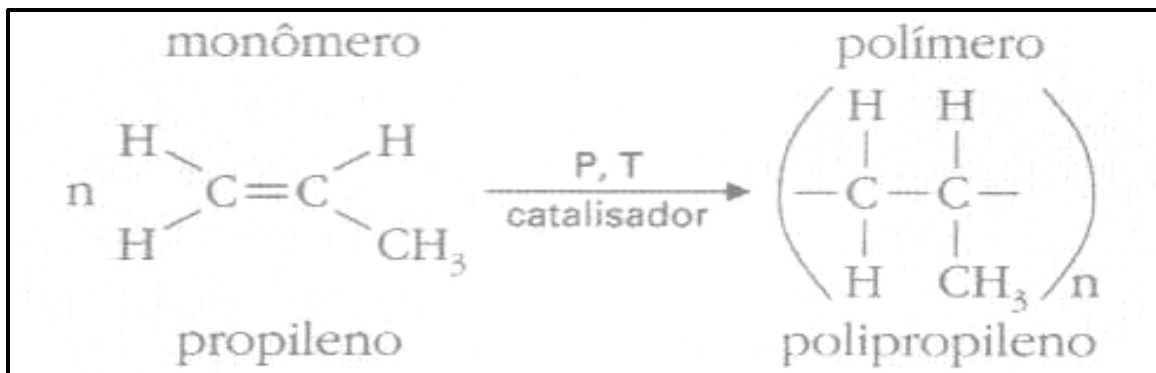
- Possui cadeias ramificadas.
- Forças intermoleculares mais fracas
- Material macio e bastante flexível, com baixa cristalinidade - até 60%.
- Material termoplástico, branco, translúcido a opaco. Boas propriedades mecânicas.

Aplicações: filme plástico para embalagens de produtos alimentícios, farmacêuticos e químicos, nos sacos de lixo, nas sacolas plásticas dos supermercados, na produção de lâminas, em revestimentos de fios, utensílios domésticos, brinquedos.

Nomes comerciais: Alathon, Petrothene, Politeno.

7.2) Polipropileno (PP)

- É obtido pela adição sucessiva do propeno (propileno).



Ponto de fusão: 165 a 177⁰C

- Esse polímero é incolor e inodoro, material termoplástico.

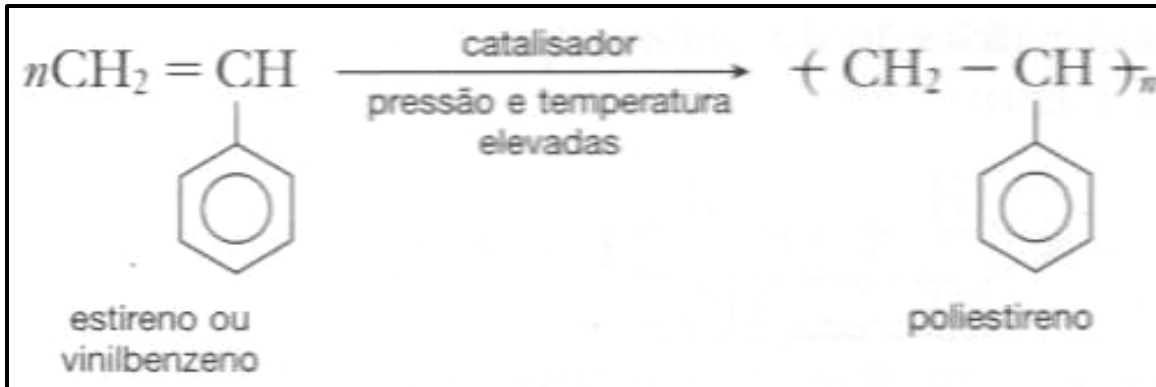
- Tem baixa densidade, ótima dureza superficial, tem alta cristalinidade (60-70%).
- Excelente material para resistir às radiações eletromagnéticas na região de microondas,
- tem boa resistência química e boa resistência térmica.
- Propriedades mecânicas moderadas.

Aplicações: São utilizadas para produzir objetos moldados, fibras para roupas, cordas, tapetes, materiais isolantes, bandejas, prateleiras, pára-choques de automóveis, carcaças de eletrodomésticos, recipientes para uso em fornos de microondas, fita-lacre de embalagens válvulas para aerossóis, material hospitalar e equipamento médico (pode ser esterilizado), componentes eletrônicos, tubos e dutos (podem ser soldados), revestimentos.

Nomes comerciais: Propathene, Pro-fax, Prolen, Brasfax.

7.3) Poliestireno (PS)

- Esse polímero é obtido pela adição sucessiva do vinil-benzeno (estireno).



Ponto de fusão: 150 a 243^oC

- Material amorfo, termoplástico, o poliestireno tem baixo custo.
- Facilidade de processamento, transparência e versatilidade, resistência aos ácidos e bases, amolece pela adição de hidrocarbonetos (baixa resistência aos solventes), baixa resistência ao risco.
- Propriedades mecânicas moderadas.

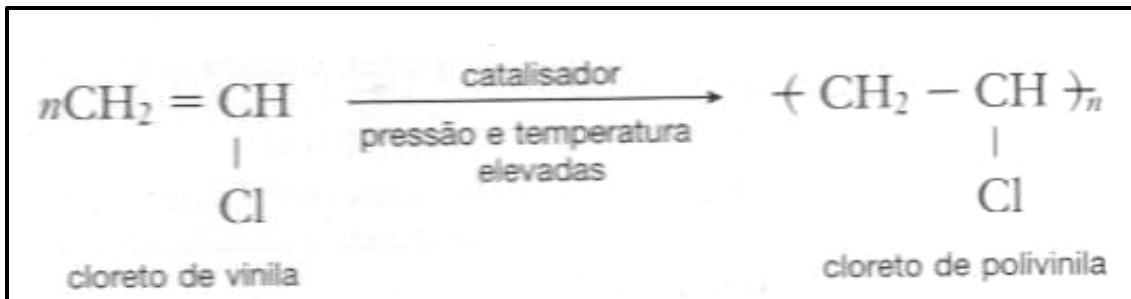
Aplicações: É usado na produção utensílio rígido, como pratos, copos, xícaras, seringas, material de laboratório, brinquedos, embalagens para cosméticos e alimentos e outros objetos transparentes.

Aplicações: Quando sofre expansão provocada por gases, origina um material conhecido por **isopor**, que é utilizado como isolante térmico, acústico e elétrico. Mais de 97% do volume do isopor é constituído de ar. A expansão ocorre pela ação do pentano, que aumenta até 50 vezes o tamanho inicial pela liberação de vapores.

Nomes comerciais: Lustrex, Styron, Styropor, EDN.

7.4) Policloreto de vinila (PVC)

- Esse polímero é obtido a partir de sucessivas adições do cloreto de vinila (cloroeteno).



Ponto de fusão: » 204 °C

- O PVC possui resistência química.
- Facilidade de processamento.
- Baixo custo de produção.
- Não queima.

- E tem a capacidade de se compor com outras resinas. Cristalinidade: 5-15%.
- Material termoplástico.
- Rigidez elevada.
- Propriedades mecânicas elevadas.

Aplicações: tubulações para água e esgoto, discos fonográficos, pisos, passadeiras, capas de chuva, garrafas plásticas, toalhas de mesa, cortinas de chuveiro, calcinhas de bebê.

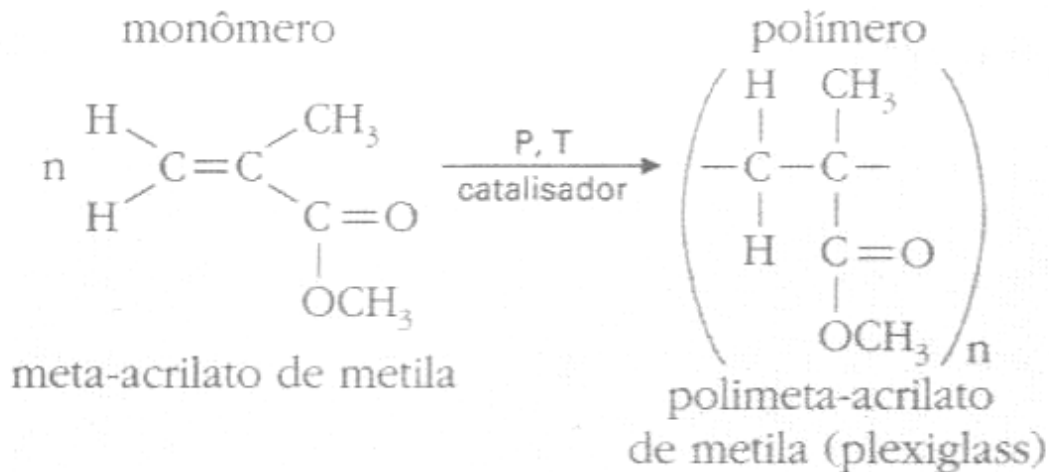
Aplicações: filmes (finas películas) para embalar alimentos, Calçados, bolsas e roupas imitando couro, carteiras transparentes para identificação, bonecas.

- Uma de suas principais características é o fato de que ele evita a propagação de chamas, sendo usado como isolante elétrico.

Nomes comerciais: Geon, Norvic, Solvic.

7.5) Polimeta-acrilato de metila (plexiglass ou acrílico) (PMMA)

- É o polímero obtido pela adição sucessiva do meta-acrilato de metila.



Ponto de fusão: » 160 °C

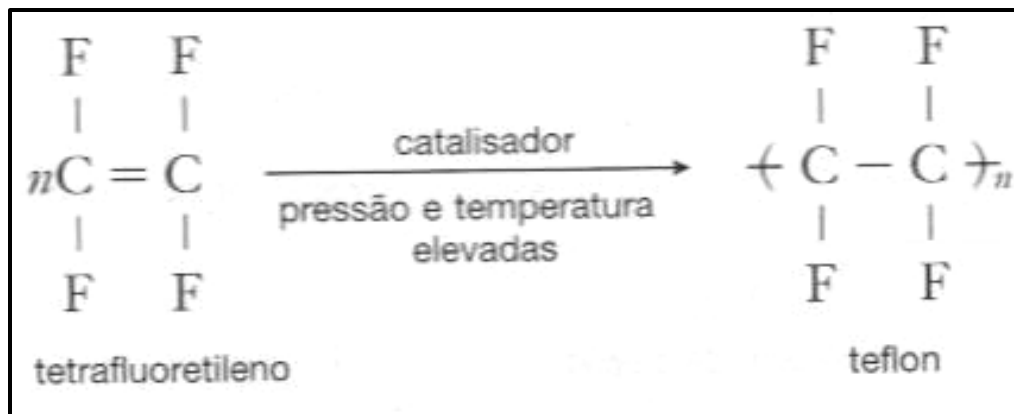
- Amorfo, material termoplástico, tem semelhança ao vidro, resistência às intempéries elevada, resistência à radiação UV, boa resistência química, boa resistência ao impacto e à tensão, resistência ao risco elevada.
- Sofre despolimerização a partir de 180°C.
- É em geral fabricado como placas, por polimerização em massa.
- Termoformado (faz-se com que a reação ocorra até que se forme uma massa pastosa, a qual é derramada em um molde ou entre duas lâminas verticais de vidro, onde ocorre o fim da polimerização).

Aplicações: É utilizado para produzir lentes de contato, painéis transparentes, lanternas de carro, painéis de propaganda, semáforos, vidraças, etc. Fibras óticas de PMMA podem ser empregadas em substituição às fibras de quartzo, em painéis de carros.

Nomes comerciais: Perpex, Lucite, Plexiglas.

7.6) Politetrafluoretileno (PTFE)

- É o produto de adição sucessiva do tetrafluoretileno.
- Possuem monômeros contendo um ou mais átomos flúor.



Ponto de fusão: » 260 °C

- Material termoplástico, cristalinidade: 95%.

- É um polímero especial, insolúvel e infusível.
- È moldado por sinterização sob forma de tarugos ou placas, dos quais as peças são cortadas e usinadas.
- Possui excepcional inércia química, resistência ao calor (não combustível) e baixo coeficiente de atrito. Propriedades mecânicas elevadas.

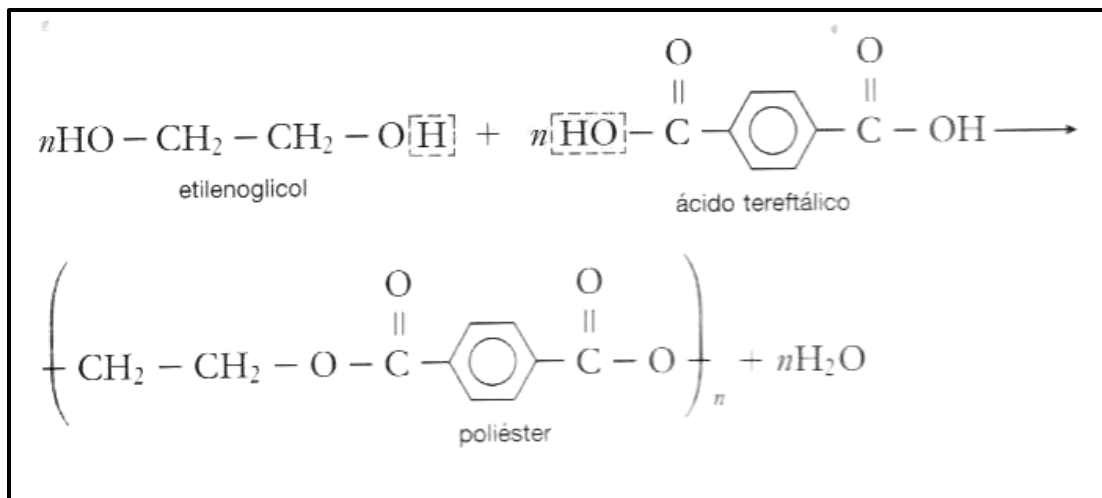
Aplicações: O teflon é usado na forma de fitas para evitar vazamentos de água, válvulas, torneiras, gaxetas, engrenagens, anéis de vedação, como revestimento antiaderente de panelas e frigideiras, isolante elétrico, canos e equipamentos para indústria química (válvulas, registros), órgãos artificiais, rolamentos, etc.

Nomes comerciais: Teflon, Fluon, Poyflon.

8 – Termoplásticos estruturais (condensação).

8.1) Poliéster

- Esse polímero é caracterizado por vários grupos de ésteres, que são produtos da reação entre ácidos carboxílicos e álcoois, com a eliminação da água.
- A formação desse polímero exige que cada monômero apresente os dois grupos funcionais em quantidades iguais para a sua produção, portanto, deve-se usar um diácido e um diálcool na reação.



PET - Um dos tipos de poliéster mais comum é o **dracon**, obtido pela reação ente o ácido tereftálico

- Cada grupo carboxila (-COOH) do ácido reage com o grupo hidroxila (-OH) do álcool, originando um grupo éster com a eliminação de uma molécula de água.

- Esse processo se repete muitas vezes e origina, 500 grupos de ésteres.
- É um material termoplástico, com brilho, alta resistência mecânica, química e térmica.
- Possui grande versatilidade, baixo custo de processamento.
- Pode ser apresentado no estado amorfo (transparente), parcialmente cristalino e orientado (translúcido) e altamente cristalino (opaco).
- Esse polímero é conhecido por polietilenotereftalato (**PET**), e costuma ser comercializado com os nomes de **dracon** e **terilene**. Anualmente, são produzidos cerca de 5 milhões de toneladas de dracon.

Aplicações: fabricação de tecidos, cordas, filmes fotográficos, fitas de áudio e vídeo, guarda-chuvas, embalagens, garrafas de bebidas, gabinetes de fornos, esquis, linhas de pesca. É usado na construção civil, em massas para reparos e laminados;

Aplicações: na medicina, pelo fato dele não provocar processos alérgicos e de rejeição, é utilizado na produção de vasos e válvulas cardíacas e, ainda,

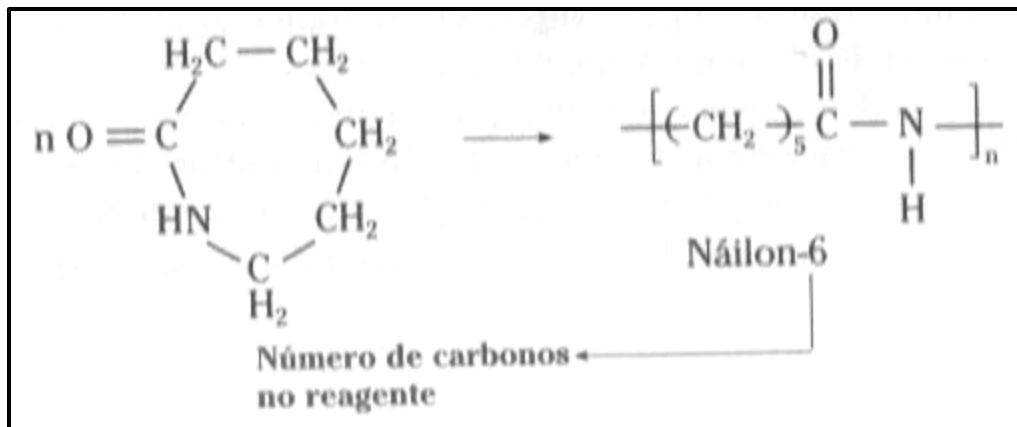
como protetor para facilitar a regeneração de tecidos orgânicos das vítimas de queimaduras.

- A maior aplicação de PET é em garrafas descartáveis de refrigerante. O volume de plástico consumido constitui um problema ambiental.
- Esse polímero, quando misturado ao algodão, forma um tecido muito conhecido, denominado **tergal**.

Nomes comerciais: Dracon, Mylar, Techster, Terphane, Bidim, Tergal.

8.2) Poliamidas

- No **náilon 6** ou **policaprolactama (PA-6)**, a caprolactama (monômero) é aquecida na presença de água, o que provoca a ruptura do anel do monômero e, a seguir, a sua polimerização.



Propriedades: Cristalinidade, até 60%. Material termoplástico, amarelado e translúcido. Elevada resistência mecânica e química, boa resistência à fadiga, à abrasão e ao impacto, absorção de umidade.

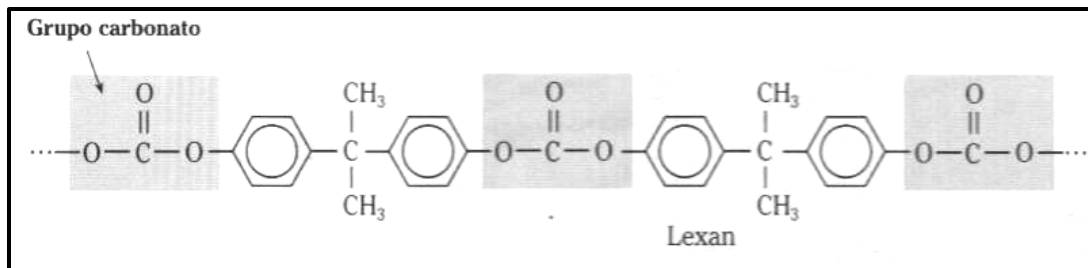
Aplicações: Como fibra: Tapetes, carpetes. Roupas. Meias. Fios de pesca. Cerdas de escova. Como artefato: Engrenagens para limpador de pára-brisas. Material esportivo (como raquetes, bases de esqui). Rodas de bicicleta. Conectores elétricos. Componentes de eletrodomésticos e de equipamentos para escritório. Como filme: Embalagens para alimentos.

Nomes comerciais: Grilon, Grilamid, Capron, Nytron, Ultramid.

8.3) Policarbonatos (PC)

- Nesses polímeros encontramos um agrupamento de átomos similar ao que existe no ânion carbonato, derivando daí, o nome de tais polímeros.

- Um exemplo de policarbonato é o de nome comercial **lexan**, que é produzido a partir de uma reação de condensação entre o fosgênio (COCl_2) e o bisfenol A (4,4'-difenilol-propano).



Propriedades: cristalinidade muito baixa, termoplástico, incolor, transparente. Semelhança ao vidro, porém altamente resistente ao impacto, boa estabilidade dimensional; boas propriedades elétricas; boa resistência ao escoamento sob carga e às intempéries; resistente à chama.

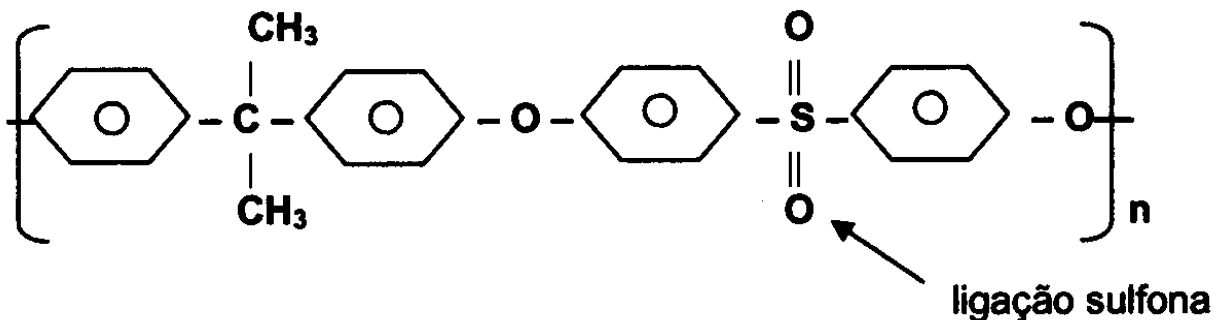
Aplicações: Essa espantosa resistência, aliada ao seu aspecto transparente semelhante ao vidro, torna-o de grande utilidade para a **fabricação de janelas de avião** e do chamado “vidro à prova de balas”. É também usado para confeccionar os **visores dos capacetes para astronautas, capacetes de proteção de motociclistas, componentes elétricos e eletrônicos, discos compactos, conectores,**

recipientes para uso em fornos de microondas, anúncios em estradas, artigos esportivos, aplicações em material de cozinha e de refeitórios, como bandejas, jarros d'água, talheres, mamadeiras, aplicações médicas em dialisadores renais.

Nomes comerciais: Lexan, Durolon, Makrolon.

8.4) Polissulfonas

- São termoplásticos estruturais com elevado desempenho, transparentes, tenazes e resistentes mecanicamente.



- Os anéis de fenileno da unidade de repetição da polissulfona restringe a rotação das cadeias poliméricas provocando grande resistência mecânica e rigidez.
- Os átomos de O entre os anéis (éter) dão flexibilidade e resistência ao impacto.

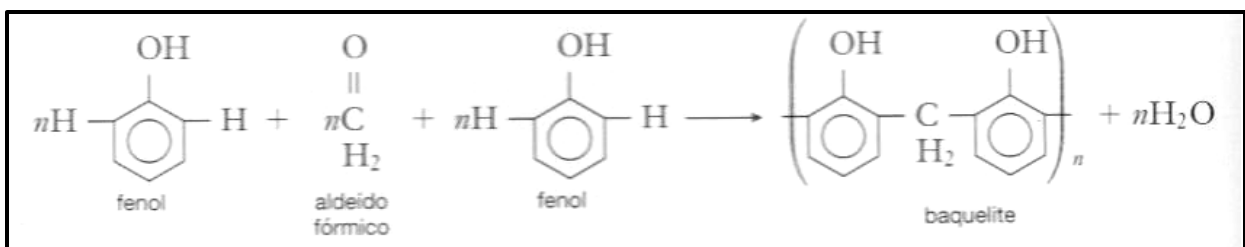
- Podem ser utilizados para suportar resistências a tração até 70 Mpa e temperaturas de 150 à 175 °C sem fluir.

Aplicações: resistentes a meios aquosos ácidos e bases, bobinas, componentes para televisores, placas estruturais para circuitos, revestimentos para equipamentos químicos, tubulações bombas, torres de enchimentos.

9 – Plásticos termofixos (reticulação)

9.1) Polifenol : Resina Fenólica (PR)

- Uma variedade de polifenol é a baquelite, sendo que a mais comum foi obtida em 1907 por Backenland, ao reagir por condensação, fenol comum com formol (metanal).



- Material termorrígido, boa resistência mecânica e térmica.

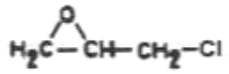
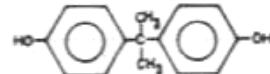
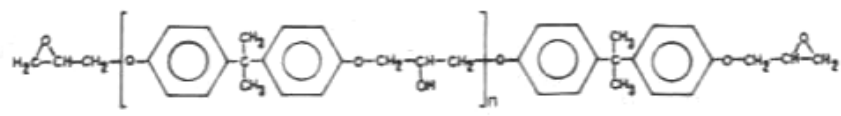
Aplicações: Dentre as aplicações da baquelite, devido às suas propriedades de isolante térmico e elétrico, as mais comuns são a fabricação de cabos de painéis, tomadas, interruptores elétricos e aparelhos de telefone, engrenagens, pastilhas de freio. Quando ela é produzida na forma de laminados, é usada para revestimentos de móveis, sendo conhecida como **fórmica**, usada para revestimentos de móveis.

Caso o polímero obtido seja predominantemente linear e de massa molecular relativamente baixa, é denominado **novolac** e é empregado em tintas, vernizes e colas para madeira. Se a reação prosseguir, dando origem a um polímero tridimensional (termofixo), aí então, obtém-se a **baquelite**.

Nomes comerciais: Amberlite, Bakelite, Celeron, Fórmica, Formiplac.

9.2) Resina Epoxídica (ER)

- É obtida pela reação entre epícloridrina e bisfenol A (4,4'-difenilol-propano).

Monômeros	 epicloridrina	 4,4'-difenilol-propano
Polímero		

Propriedades (após a reticulação) : Material termorrígido. Excelente adesividade. Excelente resistência mecânica e à abrasão. Baixa contração.

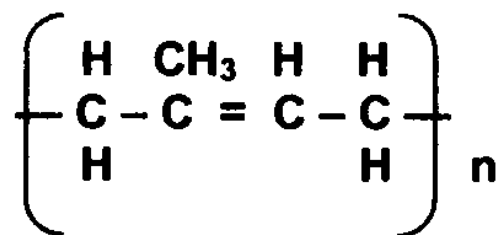
Aplicações: tintas para diversos fins. Adesivos para metal, cerâmica e vidro. Compósitos com fibra de vidro, de carbono ou de poliamida aromática, para a indústria aeronáutica. Componentes de equipamentos elétricos. Circuitos impressos. Encapsulamento de componentes eletrônicos. Moldes e matrizes para ferramentas industriais.

Nomes comerciais: Araldite, Epikote, Durepoxi.

10 - Elastômeros

10.1) Borrachas naturais

- A matéria prima para a produção da borracha natural é o látex da árvore *Hevea brasiliensis*.
- O líquido é diluído, coagulado no ácido fórmico, comprimido entre rolos, aquecido para promover uma secagem e laminados entre cilindros pesados provocando quebras de algumas cadeias poliméricas longa a fim de reduzir sua massa.
- Produção da borracha natural representa cerca de 30% da produção mundial da borracha.
- A borracha natural é basicamente o cis-1,4 poliisopreno misturado com pequenas quantidades de proteínas, lipídeos, sais orgânicos.



***cis* 1,4 poliisopreno**

- O prefixo *cis* indica que o grupo metil e um átomo de hidrogênio estão do mesmo lado da ligação dupla.

- 1,4 indica que as unidades químicas de repetição se ligam ao primeiro e ao quarto átomo de carbono.

Vulcanização

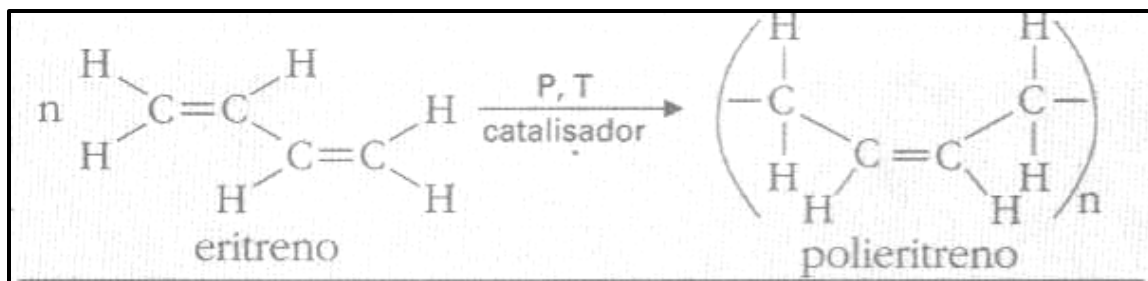
- Em 1839, *Charles Goodyear* aqueceu essa massa viscosa com enxofre e um pouco de óxido de chumbo II (PbO) e produziu um material bastante elástico, que praticamente não se alterava com pequenas variações de temperatura. Deu a esse processo, o nome de **vulcanização** (Vulcano = Deus do fogo).
- A vulcanização da borracha é feita pela adição de 3% a 8% de enxofre à borracha. Aumentando a porcentagem de enxofre, ocorrerá um aumento do número de pontes de enxofre, diminuindo a sua elasticidade. Quando essa porcentagem atinge valores próximos a 30%, obtém-se uma borracha denominada **ebonite**, que é rígida e apresenta grande resistência mecânica, sendo empregada como isolante elétrico e na produção de vários objetos, como pentes, vasos etc.

10.2) Borrachas sintéticas

- As borrachas sintéticas, quando comparadas às naturais são mais resistentes a variações de

temperatura e ao ataque de produtos químicos, sendo utilizadas para a produção de pneus, mangueiras, correias e artigos para a vedação, etc. As mais comuns são:

10.2.1) Polieritreno ou Polibutadieno (BR) – formado pela adição sucessiva de 1,3-butadieno (eritreno).



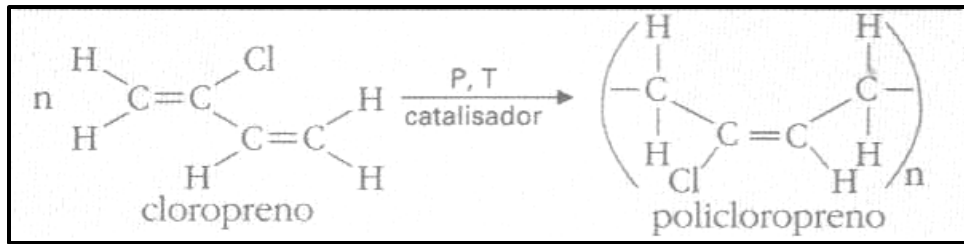
Propriedades após a vulcanização: Material termorrígido, baixa elasticidade e alta resistência à abrasão.

Aplicações: Pneumáticos em geral.

Nomes comerciais: Ameripol CB, Cariflex, Coperflex.

OBS.: A vulcanização é feita com enxofre. É essencial o reforço com negro-de-fumo.

10.2.2) Policloropreno (CR) – formado pela adição sucessiva do cloropreno (2-cloro-1,3-butadieno).

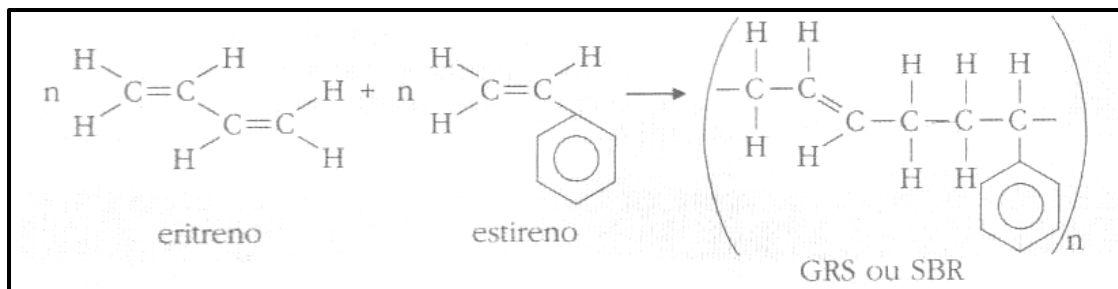


Propriedades após a vulcanização: Material termorrígido. Aderência a metais. Resistência ao envelhecimento. Resistência à chama. Diferente das demais borrachas, CR é vulcanizada com óxido de magnésio. Não é necessário reforço. Permite a obtenção de artefatos de quaisquer cores, o que é importante em vestuários de mergulhadores e em esportes aquáticos. A presença de cloro torna CR uma borracha muito resistente ao ataque químico, especialmente à água do mar.

Aplicações: Roupas e luvas industriais. Revestimento de tanques industriais. Mangueiras, adesivos. Correias transportadoras. Revestimento de cabos submarinos. Artefatos em contato com água do mar.

Nomes comerciais: Neoprene, Perbunan C.

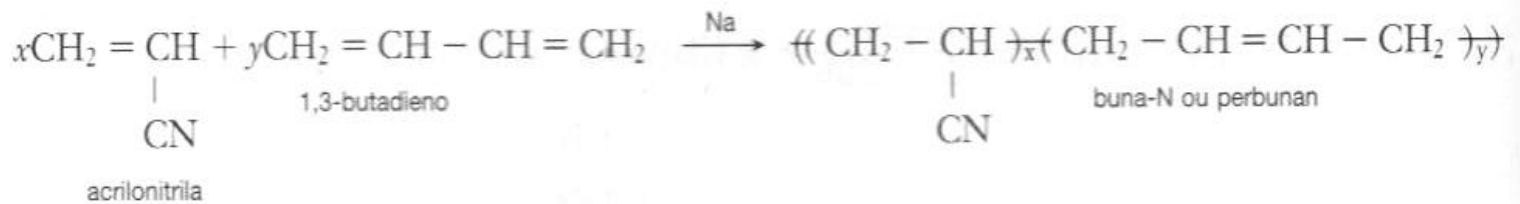
10.2.3) Copolímero de butadieno e estireno (Buna-S) – o mais importante desses polímeros é uma borracha obtida pela copolimerização do 1,3-butadieno (eritreno) com vinil-benzeno (estireno), tendo sódio metálico como catalisador.



O nome comercial buna-S vem de: BU = *butadieno*; Na = *sódio*; S = *estireno* (*styrene*). Essa borracha também é conhecida pelas siglas **GRS** (*government rubber styrene*) ou **SBR** (*styrene butadiene rubber*). Este polímero após a vulcanização, é um material termorrígido. Por ser muito resistente ao atrito, é usado nas bandas de rodagem dos pneus. Algumas tintas do tipo látex são misturas parcialmente polimerizadas de estireno e dienos em água. Após a aplicação desse tipo de tinta, a água evapora, permitindo a copolimerização e revestindo a superfície pintada com uma película. SBR é vulcanizada com enxofre. É necessário o reforço com negro-de-fumo.

Nomes comerciais: Buna-S, Cariflex S, Polysar S, Petroflex.

10.2.4) Copolímero de butadieno e acrilonitrila(NBR) – este polímero é obtido pela copolimerização de butadieno e acrilonitrila.



Propriedades após a vulcanização: material termorrígido. Aderência a metais. Resistência a gasolina, óleos e gases apolares. NBR é a única borracha industrializada de caráter polar, e por isso, resistente de um modo geral a hidrocarbonetos.

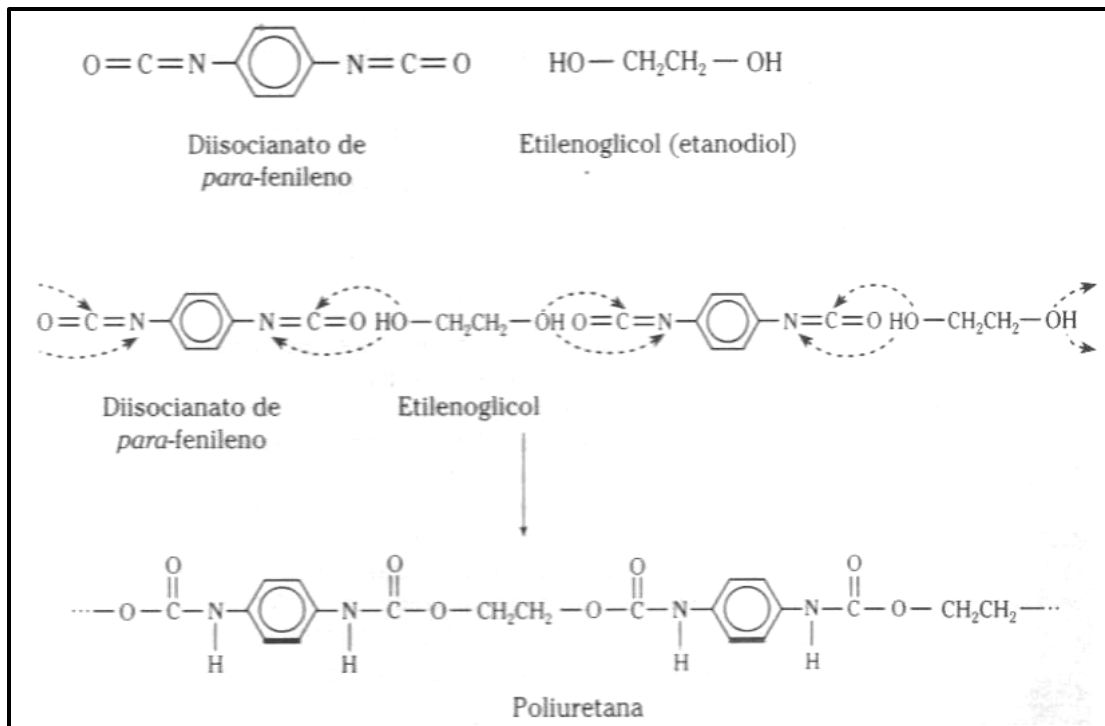
Aplicações após a vulcanização: mangueiras, gaxetas e válvulas. Revestimento de tanques industriais.

Nomes comerciais: Buna N, Perbunan N, Nitriflex, Chemigum.

É vulcanizada com enxofre. Necessita de reforço com negro-de-fumo.

Poliuretanas

- Uma poliuretana pode ser obtida pela reação entre um diisocianato e um diol. Dióis do tipo éster são também usados.



Propriedades: material termoplástico ou termorrígido, conforme a funcionalidade dos monômeros e o emprego ou não, de agentes de cura. Alta resistência à abrasão. Alta resistência ao rasgamento. Facilidade de fabricação de peças de grandes dimensões e formas; menor custo de processamento.

As poliuretanas podem ser rígidas, flexíveis ou, ainda, na forma de espumas, dependendo das condições em que ocorre a reação. Na produção de

espuma, por exemplo, um dos reagentes é misturado ao gás freon que, durante a reação, tende a se desprender, provocando a expansão do polímero.

Aplicações: seu uso pode ocorrer em várias áreas, dependendo das características:

Espuma – colchões, estofados, isolante térmico e acústico.

Espuma rígida – peças de automóveis, amortecedores, diafragmas e válvulas de equipamentos industriais para processamento e transporte de minérios, solados e fibras.

A **lycra** é um tecido que contém fios de poliuretano em sua composição.

Nomes comerciais: Vulkolane, Lycra, Estane, Duroprene, Adiprene.