

MATERIAIS POLIMÉRICOS



Histórico

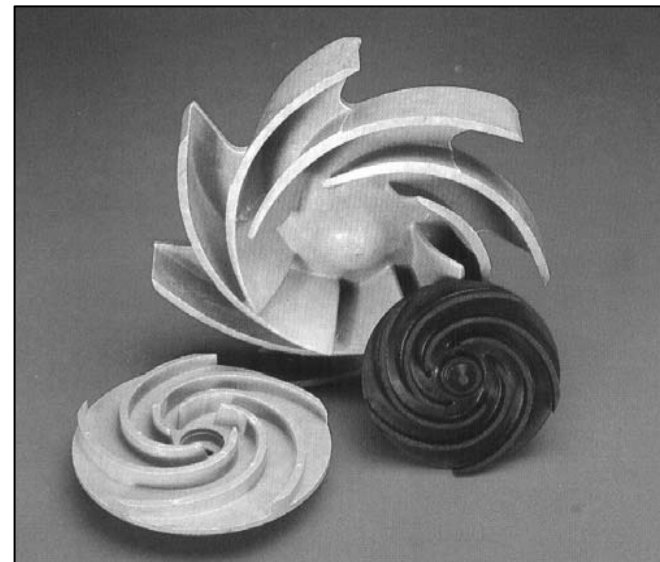
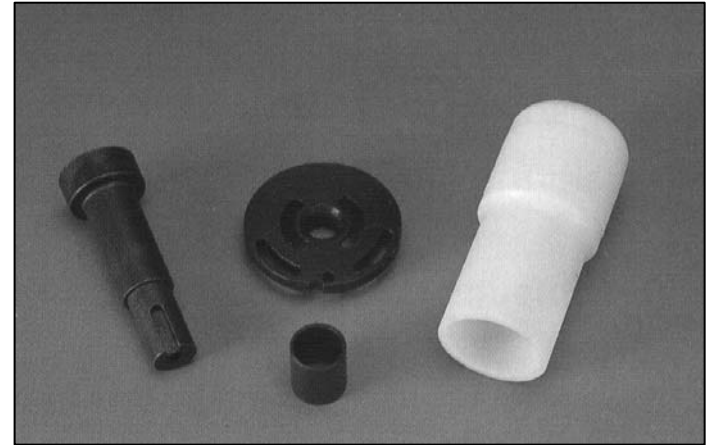
1000 A.C	Os chineses descobrem o verniz extraído de uma árvore (<i>Rhus vernicflua</i>), aplicado na forma de revestimentos impermeáveis e duráveis. Ele seria usado em móveis domésticos até a década de 1950.
0 A.C	Descoberta do chifre como material conformável. Ele se comporta como uma chapa de material termoplástico, podendo ser cortado e moldado após ter sido aquecido em água quente.
1550	Primeira menção à borracha natural feita por Valdes após uma expedição à Central América. Os nativos usavam esse material como artigos esportivos e impermeáveis há milhares de anos.
1839	Charles Goodyear (E.U.A.) descobre a vulcanização - Descoberta em laboratório do poliestireno.

1840	Alexander Parkes (Inglaterra) desenvolve a <i>Parkesina</i> , um resina moldável a base de nitrato de celulose , material extremamente inflamável.
1845	Robert William Thompson inventa o pneu de borracha
1876	Sementes de seringueiras do Brasil são contrabandeadas por Sir Henry Wickham e mandadas posteriormente à Ásia, onde constituíram a base da indústria mundial de borracha.
1880	Uma gravadora berlinense começou a usar goma-laca para a fabricação de discos fonográficos, devido à capacidade desse material em reproduzir detalhes finos de formato. De fato, a goma-laca foi usada até 1952 na fabricação de discos fonográficos, quando foi substituído pelo P.V.C.

1928	Ziegler inicia seus trabalhos sobre química organometálica e lança os fundamentos para a catálise na polimerização do polietileno e polipropileno
1965	Surgem os copolímeros em bloco de estireno-butadieno , dando origem aos elastômeros termoplásticos .
1973	A produção mundial de plásticos supera a de aço, tomando como base o volume de material fabricado.
2000	<p>Novas tendências no desenvolvimento de polímeros. O desenvolvimento de resinas a partir do zero se torna bem mais raro. A ênfase atual está na formulação de polímeros já existentes de forma a se obter materiais com propriedades otimizadas.</p> <p>A preocupação com a reciclagem dos polímeros torna-se assunto de máxima importância, uma vez que seu desenvolvimento e uso serão inviáveis caso esse problema não seja adequadamente resolvido.</p> <p>Começa a reciclagem em larga escala de garrafas de 4 poliéster e PEAD.</p>

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DOS POLÍMEROS

- Embalagens
- Utensílios domésticos
- Eletrodomésticos
- Automóveis
- Indústria de brinquedos
- Material de consumo em geral
- Peças diversas para indústria mecânica, elétrica, química,...



PRINCIPAIS PROPRIEDADES DOS POLÍMEROS

- Baixo custo de produção
- Peso reduzido (3x mais leve que o Al)
- Elevada resistência à corrosão
- Baixa temperatura de processamento
- Possibilidade de seu uso na fabricação de peças nas mais variadas formas, tamanhos e cores.

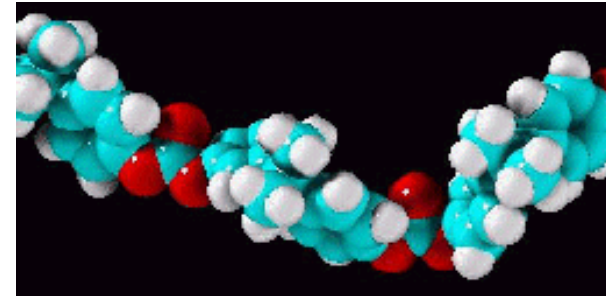
PRINCIPAL DESVANTAGEM DOS POLÍMEROS

- Levam muito tempo para se degradarem



Necessidade de reciclar

O QUE É UM POLÍMERO?

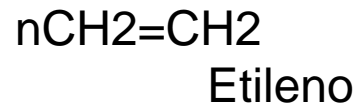


POLI= MUITOS

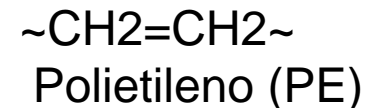
MERO=PARTES

- Polímero é um material sintético ou natural
- As moléculas dos polímeros são gigantes (chamadas macromoléculas) e portanto tem peso molecular alto
- Os polímeros tem origem orgânica (H,C)

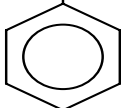
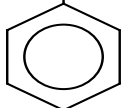


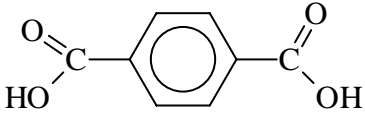
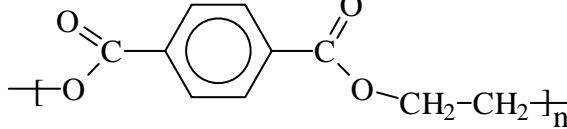
MONÔMERO



POLÍMERO



Exemplos de Polímeros

Monômero	Polímero	Aplicação	
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ etileno	$-\text{[CH}_2-\text{CH}_2\text{]}_n-$ polietileno	Sacolas de supermercado	
$\text{CH}_2=\text{CH}$  estireno	$-\text{[CH}_2-\text{CH}\text{]}_n-$  Poliestireno	Isopor	
$\text{CH}_2=\text{CH}$  cloreto de vinila	$-\text{[CH}_2-\text{CH}\text{]}_n-$  PVC	Tubos, filmes de alimentos	
 ácido tereftálico	$+\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ etileno glicol	 PET	Garrafas de refrigerante

ALGUMAS DEFINIÇÕES

- **POLÍMEROS** → são constituídos de muitos meros
- **COPOLÍMEROS** → são constituídos de 2 ou mais diferentes meros
- **POLIMERIZAÇÃO** → é a reação química para obter o polímero
- **GRAU DE POLIMERIZAÇÃO (DP- índice n)** → representa o números de meros presentes na cadeia polimérica

PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DOS POLÍMEROS

- O grau de cristalinidade de um polímero depende da complexidade da sua cadeia molecular
- **Quanto mais complexa a cadeia, menos cristalina (mais amorfa) mais rígida e mais resistente será**

CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS

- Quanto ao tipo de estrutura química
- Quanto às características de fusibilidade
- Quanto ao comportamento Mecânico
- Quanto à escala de fabricação
- Quanto ao tipo de aplicação

1- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURA QUÍMICA


- 1.1- Em relação ao número de diferentes meros
- 1.2- Em relação a estrutura química dos meros
- 1.3- Em relação à forma da cadeia polimérica

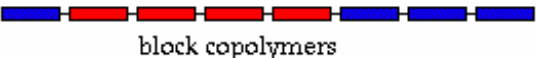
1- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURA QUÍMICA

1.1- Em relação ao número de diferentes meros

- Cadeia homogênea → apenas um único tipo de mero (homopolímero)
- Cadeia heterogênea → dois ou mais meros (copolímero)

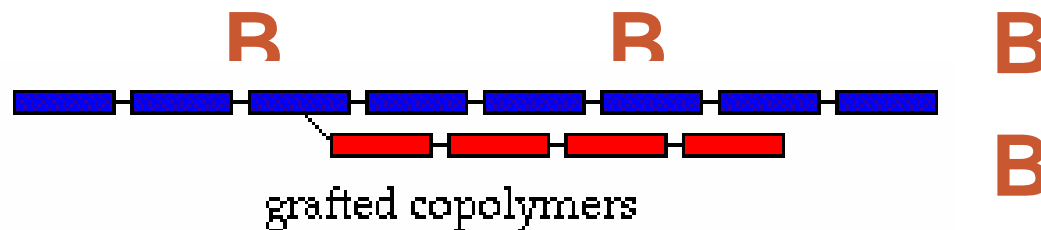
TIPOS DE COPOLÍMEROS

- **Aleatórios (ou estatísticos)** → os meros estão dispostos de forma de  random monomers
- **Alternados** → os meros estão dispostos de forma alternada  alternating monomers
- **Em bloco** → o copolímero é formado por sequência de meros iguais de comprimentos variáveis

Ex: ~A-A-A-  block copolymers A-A-B-B-B-B ¹⁵

TIPOS DE COPOLÍMEROS

- **Grafitizados** → a cadeia principal do copolímero é formada por um tipo de unidade repetida, enquanto o outro mero forma a cadeia lateral.



1- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURA QUÍMICA

1.2- Em relação a estrutura química dos meros

- É baseada no grupo funcional a qual pertencem

1- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURA QUÍMICA

1.2- Em relação a estrutura química dos meros

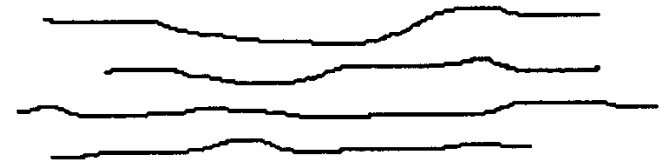
- **Poliiolefinas** → polipropileno, polibutadieno, poliestireno
- **Poliésteres** → poli(tereftalato de etileno), policarbonato
- **Poliéteres** → poli(óxido de etileno), poli(óxido de fenileno)

1.2- EM RELAÇÃO ESTRUTURA QUÍMICA DOS MEROS

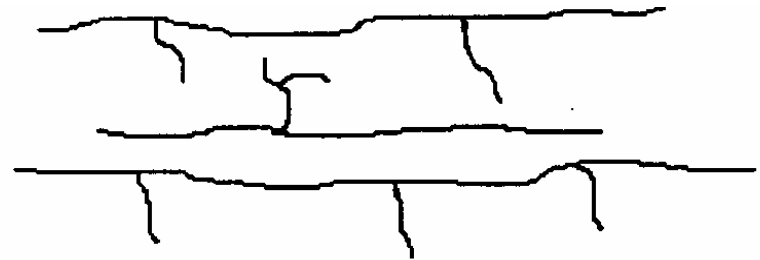
- Poliamidas → nylon, poliimida
- Polímeros celulósicos → nitrato de celulose, acetato de celulose
- Polímeros acrílicos → poli(metacrilato de metila), poliacrilonitrila
- Polímeros vinílicos → poli(acetato de vinila), poli(álcool vinílico)
- Poliuretano
- Resinas formaldeídas

1.3- EM RELAÇÃO A FORMA DA CADEIA POLIMÉRICA

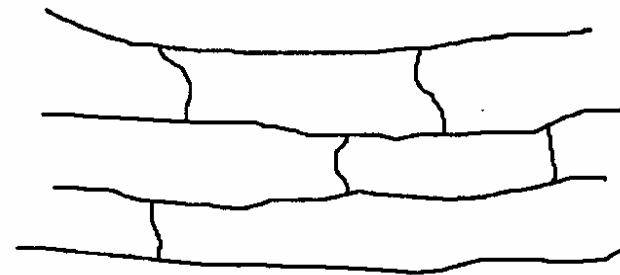
- Lineares



- Ramificadas



- Reticulados



2- CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUSIBILIDADE

Refere-se ao comportamento ao serem aquecidos

- Termoplásticos
- Termorígidos

TERMOPLÁSTICOS

- São polímeros que fundem ao serem aquecidos e que solidificam ao serem resfriados
- Apresentam cadeia flexível e entrelaçada (tipo spagetti)
- Polietileno
- Nylon,...

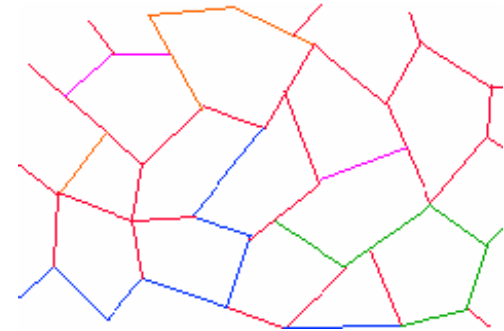


tem boa ductilidade e formabilidade, SÃO MENOS RESISTENTES

Nome	Tensão cedência [MPa]	Elonga. [%]	Rigidez [GPa]	Dens. [ton/m ³]	APLICAÇÕES / OBSERVAÇÕES	
PE	13	600	0.16	0.92	TERMOPLÁSTICOS	Usado em folha e em garrafas de plástico
PVC	44.8	6	2.6	1.44		Usado em pavimentos, tecidos, filmas e tubagens
PP	34	200	1.3	0.90		Usado em revestimentos e tubagens
PS	51.7	1.5	3.3	1.05		Usado em contentores e espumas
PET	80	2.5	4.0	1.20		Usado em fita magnética, fibras e filmes. Na forma termo-endurecível é usado em revestimentos e resina em compósitos
PMM A	72	5	2.93	1.19		Também conhecidos como acrílicos. Usado em janelas e decoração
PA	62	27	2.75	1.10		Usado em tecidos, cordas, engrenagens e órgãos de máquinas
ABS	55	12	2.30	1.05		Usado em malas de viagem e telefones
PC	62	110	2.28	1.21		Usado em hélices e órgãos de máquinas
POM	68.9	35	3.6	1.425		Usado em engrenagens
PTFE	31	300	0.35	2.20		Usado em armazenamento de produtos químicos, vedantes, apoios, juntas e revestimentos anti-aderentes

TERMORÍGIDOS OU TERMOFIXOS

- São polímeros que formam ligações cruzadas ao serem aquecidos, tornando-se infusíveis e insolúveis
- Resina fenol-formol
- Resina uréia-formol,...



termofixos são normalmente mais resistentes, porém, podem apresentar-se quebradiços pela sua cadeia molecular ser de forte conexão

Nome	Tensão cedência [MPa]	Elonga. [%]	Rigidez [GPa]	Dens. [ton/m ³]	APLICAÇÕES / OBSERVAÇÕES	
PUR	30	100	1.20	1.10	TERMOENDURECÍVEIS	Usado em espumas, elastómeros, fibras, folhas e tubagens
PEEK	90	50	4.0	1.30		Usado em adesivos e resinas de compósitos
PF	69	<1	7.3	1.40		Usado em equipamento eléctrico. Neste grupo encontra-se a bakelite
EP	72	4	3.1	1.15		Usado em adesivos, revestimentos e resinas de compósitos
SI	35		2.2	1.10		Usado em juntas e adesivos

3- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO COMPORTAMENTO MECÂNICO

- Plásticos
- Elastômeros (ou borrachas)
- Fibras

PLÁSTICOS

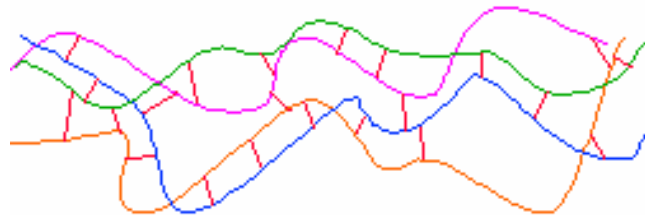
DO GREGO= ADEQUADO À MOLDAGEM

- São materiais em que algum estágio da fabricação são fluídos, podendo ser moldados por aquecimento, pressão, ou ambos

Ex: polietileno, polipropileno, poliestireno

ELASTÔMEROS OU BORRACHAS

- São materiais de origem natural ou sintética que, após sofrerem deformação sob ação de uma força, retornam a sua forma original quando esta força é removida
- Apresentam cadeia linear ramificada



Ex: Polibutadieno, borracha nitrílica, poliestireno-co-butadieno

FIBRAS

- São corpos em que a razão entre comprimento e as dimensões laterais são muito elevadas
- Geralmente são formadas macromoléculas lineares orientadas longitudinalmente

Ex: Poliésteres, poliamidas,..

4- CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ESCALA DE PRODUÇÃO

- Plásticos de Comodidade (commodities)
- Plásticos de Especialidade

PLÁSTICOS DE COMODIDADE

- Constituem a maioria dos plásticos fabricados no mundo

Ex: Polietileno, polipropileno, poliestireno,...

PLÁSTICOS DE ESPECIALIDADE

- São plásticos que possuem um conjunto incomum de propriedades
- São produzidos em menor escala

Ex: Poli(óxido de metileno,...

5- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE APLICAÇÃO

- Plásticos de uso geral → são para os mais diversos fins
- Plásticos de engenharia → são polímeros empregados em substituição de materiais clássicos usados em engenharia

RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICOS DOS PRINCIPAIS POLÍMEROS

	Weak Acid	Strong Acid	Weak Base	Strong Base	Organic Solvent	Ozone
Fluorocarbons	Resistant	Resistant	Resistant	Resistant	Resistant	Resistant
PMMA	Resistant	Attacked	Resistant	Attacked	Attacked	Resistant
Nylon	Resistant	Attacked	Resistant	Resistant	Resistant	Attacked
Low Density PE	Resistant	Attacked	Resistant	Resistant	Resistant	Attacked
High Density PE	Resistant	Attacked	Resistant	Resistant	Resistant	Attacked
Polypropylene	Resistant	Attacked	Resistant	Resistant	Resistant	Attacked
Polystyrene	Resistant	Attacked	Resistant	Resistant	Attacked	Attacked
Polyvinyl Chloride	Resistant	Resistant	Resistant	Resistant	Attacked	Resistant
Epoxy	Resistant	Attacked	Resistant	Resistant		Attacked
Phenolics	Attacked	Attacked	Attacked	Attacked	Attacked	
Polyesters	Attacked	Attacked	Attacked	Attacked	Attacked	Attacked

RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICOS DOS PRINCIPAIS ELASTÔMEROS

	Dilute Acid	Oxidants	Bases	Oils	Water	Ozone
Polyisoprene	Good	Poor	Fair	Poor	Good	Fair
Neoprene	Good	Poor	Good	Good	Fair	Excellent
Nitrile	Good	Poor	Fair	Excellent	Excellent	Fair
Styrene-Butadiene	Good	Poor	Fair	Poor	Good	Fair
Silicone Rubber				Good	Fair	Excellent

TEMPERATURAS DE FUSÃO E VITRIFICAÇÃO

Melting and Glass Transition Temperatures for Some of the More Common Polymeric Materials

<i>Material</i>	<i>Glass Transition Temperature</i> [°C (°F)]	<i>Melting Temperature</i> [°C (°F)]
Polyethylene (low density)	-110 (-165)	115 (240)
Polytetrafluoroethylene	-97 (-140)	327 (620)
Polyethylene (high density)	-90 (-130)	137 (279)
Polypropylene	-18 (0)	175 (347)
Nylon 6,6	57 (135)	265 (510)
Polyester (PET)	69 (155)	265 (510)
Polyvinyl chloride	87 (190)	212 (415)
Polystyrene	100 (212)	240 (465)
Polycarbonate	150 (300)	265 (510)

6- PANORAMA SOBRE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

<u>Técnicas de</u> <u>Moldagem</u>	<u>ESTADO</u>		
	rígido	termoelástico	termoplástico
Moldagem			Extrusão Fundição Calandragem Injeção Prensagem Sinterização
Termoformagem		Chanfro/dobra Estampo Repuxo Repuxo profundo Processos combinados	
Separação	Furação Torneamento Fresagem Aplainamento Serra Corte Retificação		
União	Parafusagem Rebitagem Colagem		Soldagem

Técnicas de Acabamento Superficial de Polímeros

- Gravação
- Pintura
- Soldagem
- Colagem
- Usinagem e corte
- Metalização à vácuo
- Eletrodeposição





- A superfície do material a ser recoberto tem que ser revestida com uma camada condutora de corrente

Nome: poli (estireno-butadieno-acrilonitrila) - ABS – ALTO IMPACTO

Composição: $(\text{CH}_2\text{-CH-C}_6\text{H}_4)_n$

Aplicações: Gabinetes e caixas domésticas, caixas de televisão, telefones, batedeiras e liquidificadores, aspiradores de pó, box para chuveiros.

Processos: injeção, usinagem, outros.

Propriedades Mecânicas

Ductilidade: 0.06 - 0.09

Coefficiente de Poisson: 0.38 - 0.42

Coefficiente de Atrito: 0.47 - 0.52

Dureza: 70 - 140 (MPa)

Módulo de Elasticidade: 1.8 - 2.7 (GPa)

Resistência ao Impacto: 200 - 400 (J/m, notação Izod)

Limite Elástico: 27 - 55 (MPa)

Temperatura de Transição Vítreia: 370 - 375 (K)

Temperatura Máxima de Serviço: 340 - 350 (K)

Temperatura Mínima de Serviço: 150 - 200 (K)

Propriedades Físicas

Absorção de água: 0.3 - 0.32 (%)

Densidade: 1.02 - 1.1 (Mg/m³)

Flamabilidade: regular



Nome: poli (estireno-butadieno-acrilonitrila) -
ABS - médio impacto
Composição: $(\text{CH}_2\text{-CH-C}_6\text{H}_4)_n$

Aplicações: gabinetes e caixas para objetos domésticos, caixas de TV, telefones, aspiradores de pó, banheiros, contenedores.

Processos: injeção, usinagem, outros.
Propriedades Mecânicas

PROPRIEDADES MECÂNICAS

Ductilidade: 0.07 - 0.12

Coefficiente de Poisson: 0.38 - 0.42

Coefficiente de Atrito: 0.48 - 0.52

Dureza: 100 - 150 (MPa)

Módulo de Elasticidade: 2.5 - 2.9 (GPa)

Resistência ao Impacto: 70 - 80 (J/m)

Limite Elástico: 40 - 45 (MPa)

Tensão de ruptura por tração: 45 - 48 (MPa)

Temperatura de Transição Vítreia: 350 - 360 (K)

Temperatura Máxima de Serviço: 358 - 370 (K)

Temperatura Mínima de Serviço: 150 - 200 (K)

Absorção de água: 0.2 - 0.3 (%)

Densidade: 1.04 - 1.06 (Mg/m³)



ABS MÉDIO IMPACTO

Copolímero de Etileno Acetato de Vinil - EVA

Processos: injeção, extrusão, outros.



Nome: Fenólicas

Composição: $((\text{CH}_2)_2\text{-C}_6\text{H}_2\text{OH-CH}_2)_n$

Processos: moldagem química, usinagem, outros.

Aplicações: Condensadores eletrolíticos, terminais para lâmpadas fluorescente, soldas eletrônicas, equipamentos elétricos e mecânicos.



Nome: ISOPRENO

**Processos: vulcanização, injeção,
outros.**



Nome: Poli cloroprene - NEOPRENE
Processos: injeção, outros.



Nome: NYLON 6 (Poliamida)

Processos: injeção, extrusão, termoformagem, usinagem, outros.

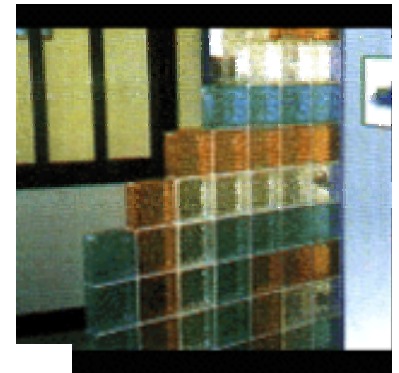


Nome: Policarbonato - PC

Composição: $(O-C_6H_4-C(CH_3)_2-C_6H_4-O-CO)_n$

Aplicações: Compact Disc, garrafas de água, recipientes para filtros, componentes de interiores de aviões, coberturas translúcidas, divisórias, vitrines, etc.

Processos: injeção, extrusão, termoformagem, usinagem, outros.



Nome: Polietileno de Alta Densidade - PEAD

Composição: $(CH_2)_n$

Aplicações: embalagens finas, cabos e cordas para empacotamento, moldes para injeção canos e tubos, tanques de combustível para veículos automotores, etc.

Processos: injeção, extrusão, termoformagem, sopro, usinagem, outros.



Nome: Polietileno de Baixa Densidade - PEBD

Composição: $(CH_2)_n$

Aplicações: embalagens de alimentos e de produtos de limpeza, sacos de lixo, sacolas plásticas, plasticultura.

Processos: injeção, sopro, laminação, outros.



Nome: Poli etileno tereftalato - PET

Composição: $(\text{OOC-C}_6\text{H}_4\text{-COO-(CH}_2)_2)_n$

Aplicações: garrafas de refrigerante, escovas.

Processos: injeção, extrusão, termoformagem, sopro, spray, outros



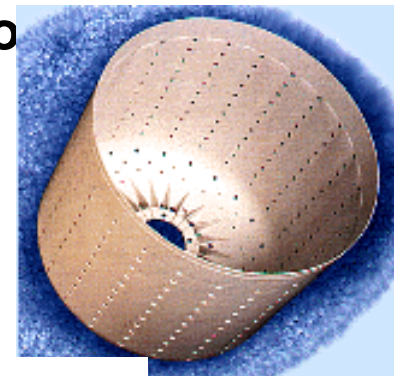
Nome: Polipropileno - PP

Composição: $(\text{CH}_2\text{-CH-CH}_3)_n$

Classificação: Polímeros

Aplicações: fibras para tapetes, tecidos, embalagens, sacolas, garrafas, pás de ventiladores, cabos de ferramentas e talheres, cadeiras de piscinas, pedais de aceleradores, componentes automotivos.

Processos: injeção, extrusão, termoformagem, so
usinagem, outros.



**Nome: Copolímero de Etileno
Propileno - EPDM**

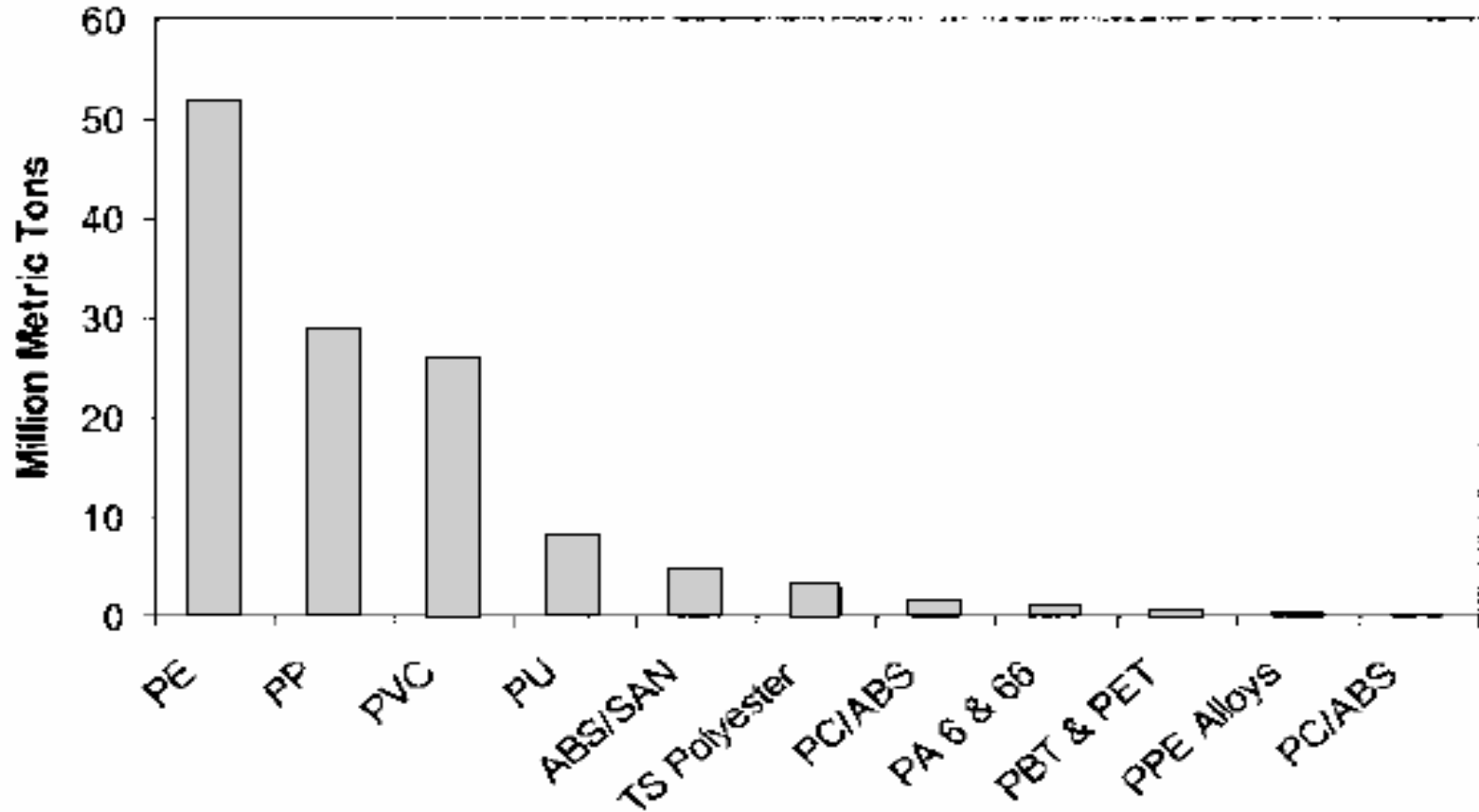
Composição: $(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3))_n$

Aplicações: mancais, isolantes vibratórios

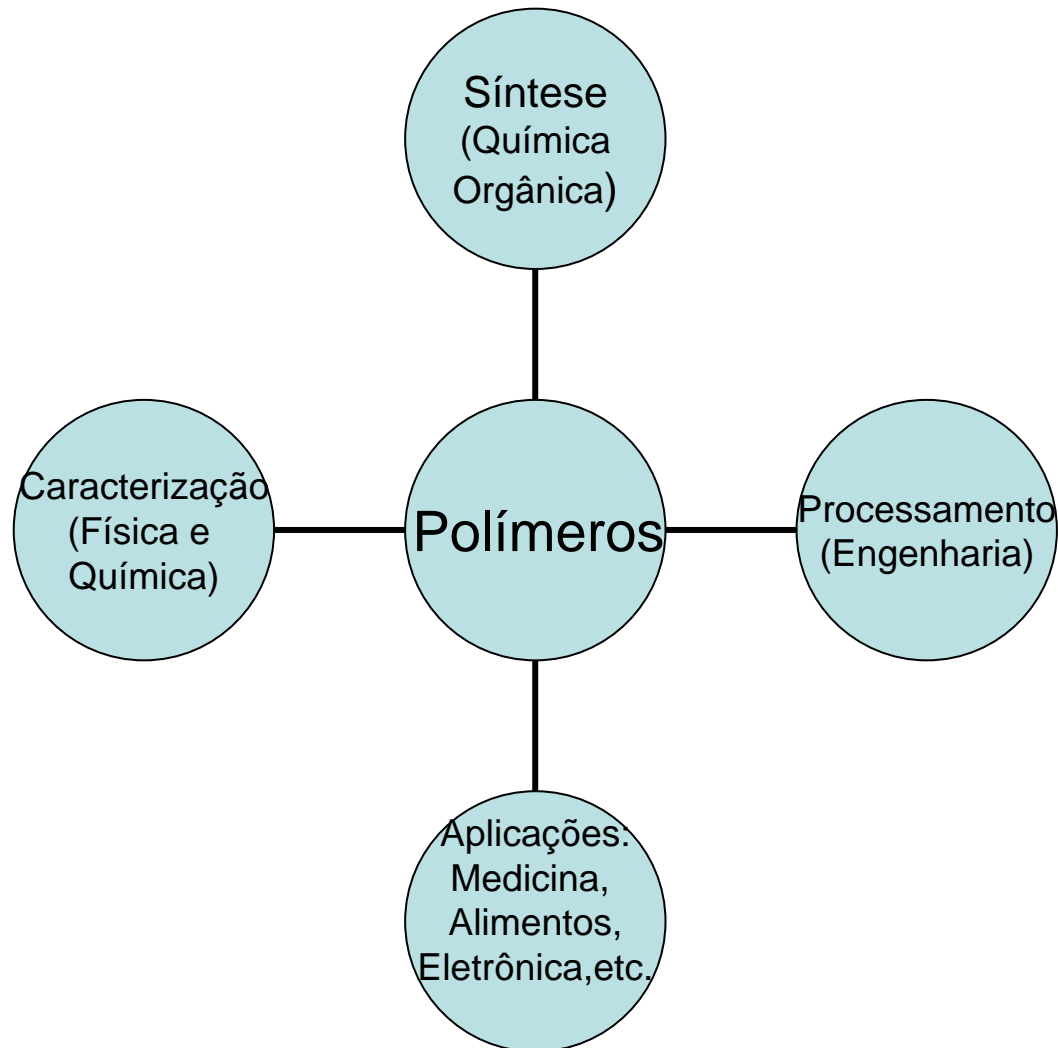
Processos: vulcanização, injeção, outros.



Consumo



Áreas de conhecimento envolvidas



Processamento



Extrusora



Injetora



sopradora



termoformadora