

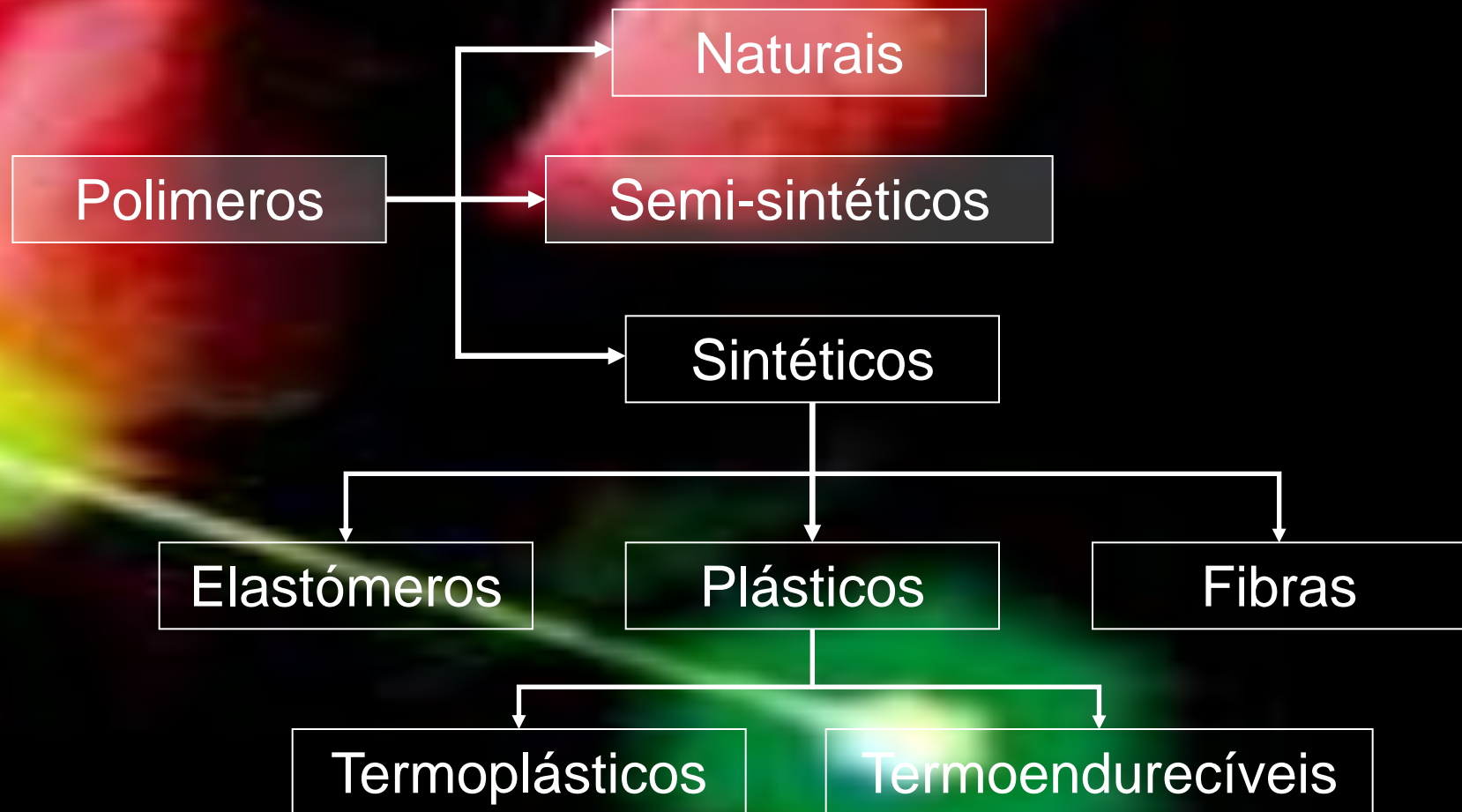


a ERA dos
Plásticos



Plásticos

O plástico é um dos materiais que pertence à família dos polímeros, e provavelmente o mais popular



Plásticos Ambiente e Desenvolvimento Social

- *Onde encontramos plástico em nosso dia a dia?*
- *Por que este tipo de material é tão dominante na nossa era?*
- *Por exemplo, por que há baldes em plástico e não de chapa metálica ou madeira, como antigamente?*

Resposta: **Baixo peso.**

- *Por que os fios eléctricos são revestidos de plástico e não mais de porcelana ou tecido isolante, como antigamente?*

Resposta:

O plástico é **mais flexível** que a porcelana. Mais **robusto e resistente às intempéries** do que os tecidos.

Plásticos Ambiente e Desenvolvimento Social

Por que os frigoríficos são revestidos internamente com plástico?

Resposta:

O plástico é **robusto** o suficiente e é um óptimo **isolante térmico**, exigindo menor esforço do compressor para manter os alimentos congelados.

Por que o CD é feito de plástico?

Resposta:

O plástico utilizado neste caso – **policarbonato (PC)** - **é tão transparente quanto o vidro**, ao mesmo tempo que **é mais leve e é bem menos frágil**.

O mais importante, o plástico apresenta custo bastante compensador em relação aos demais materiais. Este é um factor primordial para sua escolha!

Importância dos plásticos

Os plásticos utilizam-se nos mais diversos contextos da vida quotidiana:

Construção civil

Electrodomésticos

Comunicações

Medicina

Transportes

Indústrias farmacêutica, de mobiliário, têxtil, ...

Importância dos plásticos

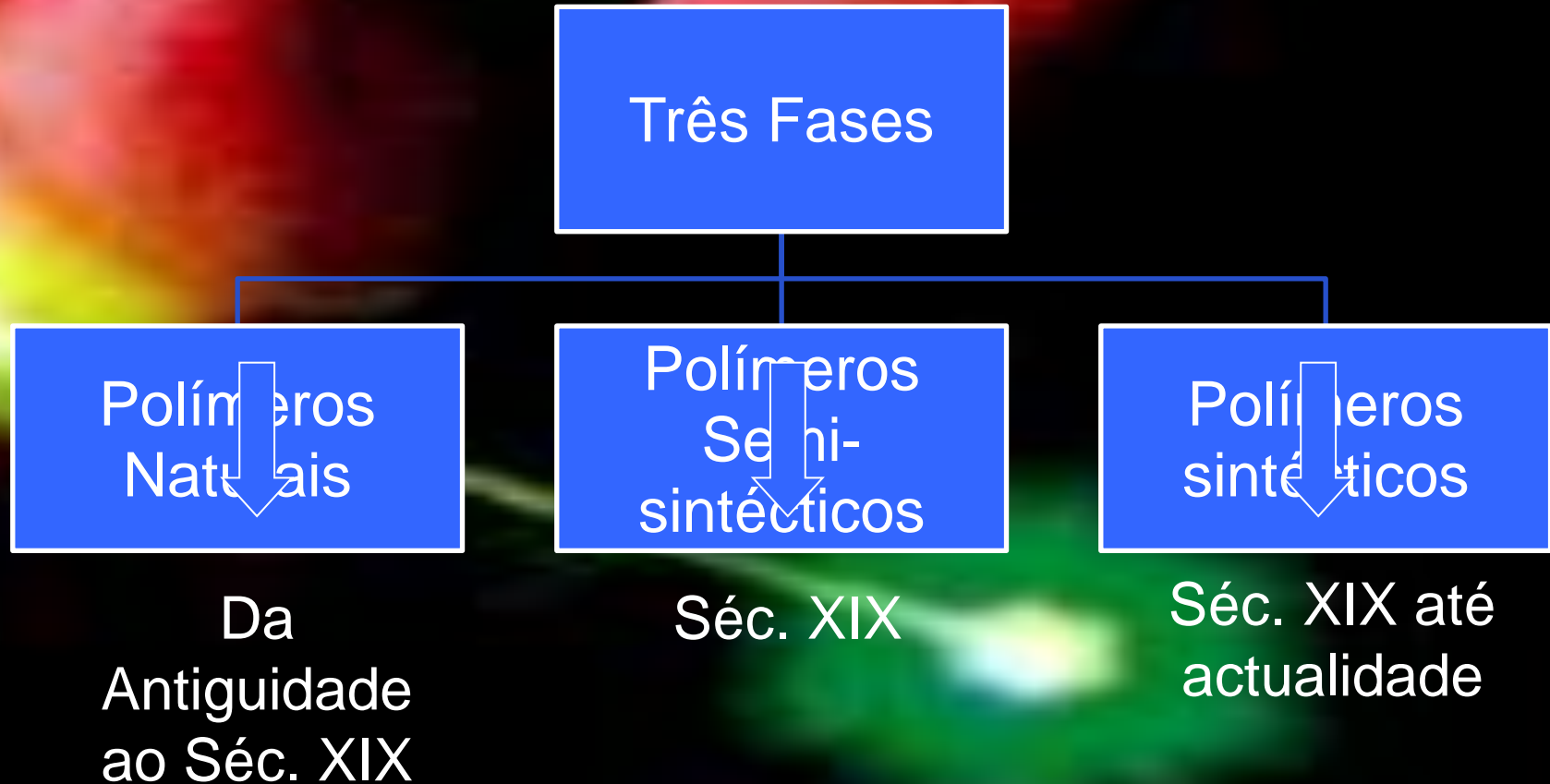
Os plásticos ajudaram a:

- Revolucionar a medicina
- Desenvolvimento de novas actividades relacionadas com o desporto
- Transformar a informação, o entretenimento e a comunicação
- Transformar as casas, tornando-as mais seguras, mais saudáveis e mais adaptadas
 - Aumentar a segurança, a eficiência e o divertimento com os automóveis
- Aumentar a segurança e a protecção de crianças, atletas, polícias e bombeiros
 - Desenvolver processos de protecção dos alimentos, na armazenagem e utilização

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS PLÁSTICOS RELATIVAMENTE A OUTROS MATERIAIS

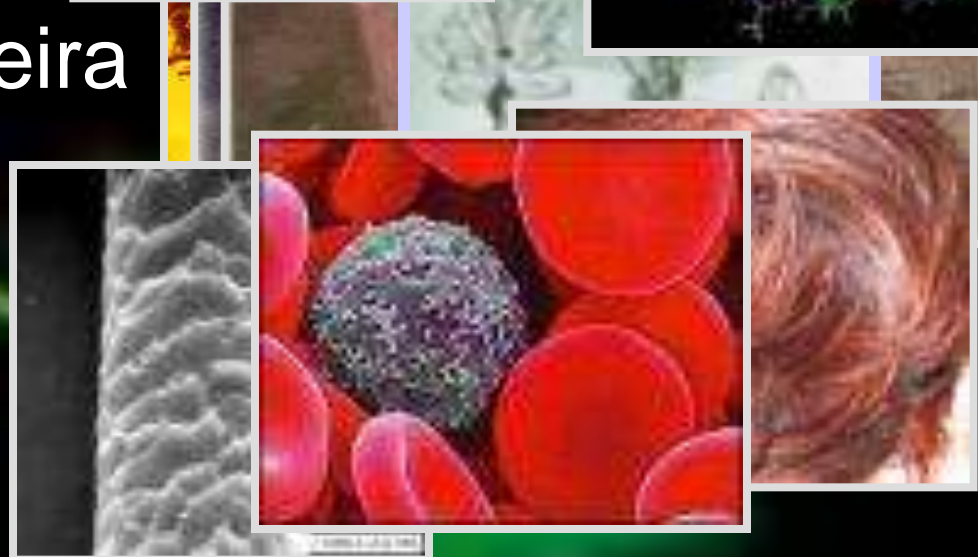
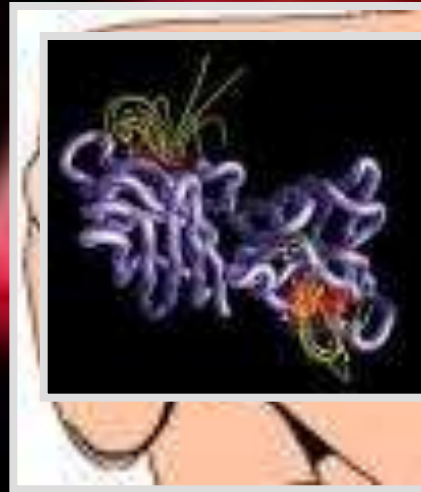
VANTAGENS	DESVANTAGENS
Menor consumo de energia na sua produção	São combustíveis
Redução do peso do lixo	As propriedades podem ser alteradas pela acção do calor, luz e humidade
Duráveis (resistentes à corrosão)	Fraca resistência
Baixa densidade	Duração prolongada como resíduo sólido (não biodegradáveis)
Bons isolantes térmicos	
Versatilidade de design (integração de componentes, processos de fabrico, grande variedade de produtos)	
São fáceis de colorir	
São higiénicos e assépticos	
Baixo preço	
São recicláveis numa % elevada	

Evolução dos plásticos



Polímeros Naturais

- o Proteínas
- o Resina natural
- o Celulose
- o Âmbar
- o Seiva de seringueira
- o Borracha
- o Queratina



Polímeros semi-sintéticos

São polímeros naturais modificados que apresentam propriedades diferentes das originais.



o Nit
mi
mi
mi

Polímeros sintéticos

A produção iniciou-se nos finais do século XIX.
Requeria tecnologia sofisticada e domínio Síntese Orgânica



Durante 2^a guerra Mundial
A escassez de matéria prima para os plásticos semi-sintéticos, em particular látex para fabrico da borracha



Levou à intensificação da produção e do desenvolvimento de plásticos

Polímeros sintéticos

Após a 2ª Guerra Mundial



Grande incremento na engenharia dos plásticos de alto desempenho



Policarbonato
Acetatos
Poliamidas

Rapidamente substituem metais em máquinas, aparelhos sujeitos a altas temperaturas e outros produtos sujeitos a condições extremas

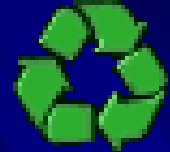
Polímeros sintéticos

São polímeros que se fabricam sem necessidade de precursores naturais.



0 Poliamida (Nylon)

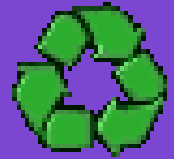
A RECICLAGEM



A destruição dos plásticos é, actualmente, um problema social e ambiental de enorme importância



Plásticos/ Poluição

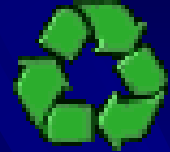


Difícil degradação

Acumulação dos resíduos sólidos originam poluição de longa duração.

A principal solução para o problema:
Responsabilidade Individual e Civismo

A RECICLAGEM



Tem como finalidade a **valorização dos desperdícios domésticos e industriais, através da produção de novos objectos com o mesmo ou outros usos**

À Designação de plástico corresponde uma grande variedade de estruturas moleculares

Processos de Reciclagem Específicos

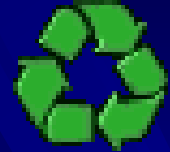
A RECICLAGEM



Reciclagem eficaz exige

- Recolha
- Transporte e identificação
- Selecção em diferentes categorias aceites pela indústria de reciclagem
- Prensagem

A RECICLAGEM

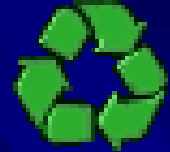


Factores que estimulam

- A redução do volume de lixo
- O aumento de vida útil dos aterros sanitários
- A redução de matérias primas - produtos petrolíferos
-

Símbolo Código de reciclagem	Tipo de plástico	Propriedades	Utilização	Objectos mais facilmente recicláveis	Alguns objectos que podem ser feitos de plástico reciclado
	PET Poli(Tereftalato de etileno)	Mais denso que a água Brilhante Transparente	Garrafas e frascos para bebidas carbonatadas	Garrafas e frascos	Fibras para vestuário, caixas, fibras para enchimento e pranchas de surf
	PEAD Polietileno de alta densidade	Menos denso que a água Rugoso ao toque	Garrafas para leite, detergentes domésticos e óleos Caixas e revestimentos de fios	Grades de garrafas, frascos, sacos	Embalagens, vasos para plantas, sacos, garrafas de detergente, canos de drenagem, contentores de reciclagem, mesas, caixas de correio e
	<h1>Simbologia/Código de Reciclagem</h1>				
					
					
	PP Polipropileno	Muito menos denso que a água Resistente ao calor e produtos químicos	Embalagens para produtos lácteos e para produtos congelados, sacos de ráfia	Caixas de baterias, sacos de rafia	Caixotes, vasouras, escovas, alimentadores de aves, caixotes de baterias para carros e baldes de água
	PS Poliestireno EPS Poliestireno expandido	Mais denso do que a água Fácil de cortar e rígido Cor branco opaco	Contentores para alimentos, copos descartáveis, isoladores, esferovite	Caixas de cassetes, embalagens de iogurte, caixas de acondicionamento	Vasos para plantas, cabides, material para aligeiramento de solos, tabuleiros, termómetros e interruptores
	Outros ou combinação de uma ou mais resinas	Produzidos a partir da mistura de outros polímeros	Embalagens	Embalagens	Estacas e produtos de uso corrente, equipamento de exteriores, tais como mesas, cadeiras e material náutico

A RECICLAGEM



Europa: 4 milhões de toneladas/ano de matérias plásticas recicladas

- ☺ 5 garrafas de PET → T-shirt XL (poliéster)
- ☺ 25 garrafas de 2,0L → uma malha polar
- ☺ 35 garrafas → enchimento de um saco-cama
- ☺ 10 garrafas de água → um par de calças

A INCINERAÇÃO

≈ 40% das embalagens são queimadas nas
lixeiros

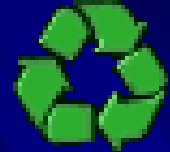
Incineração de matérias plásticas origina
emissão de gases poluentes (ácidos)

Polímeros que contenham cloro → HCl

Polímeros que contenham fluor → HF

Polímeros que contenham azoto → NO_x ,
HCN

A RECICLAGEM



De acordo com o processo utilizado a reciclagem pode designar-se por:

- **Mecânica**
- **Energética**
- **Química**

A RECICLAGEM MECÂNICA



Produção de novos objectos a partir da modelagem

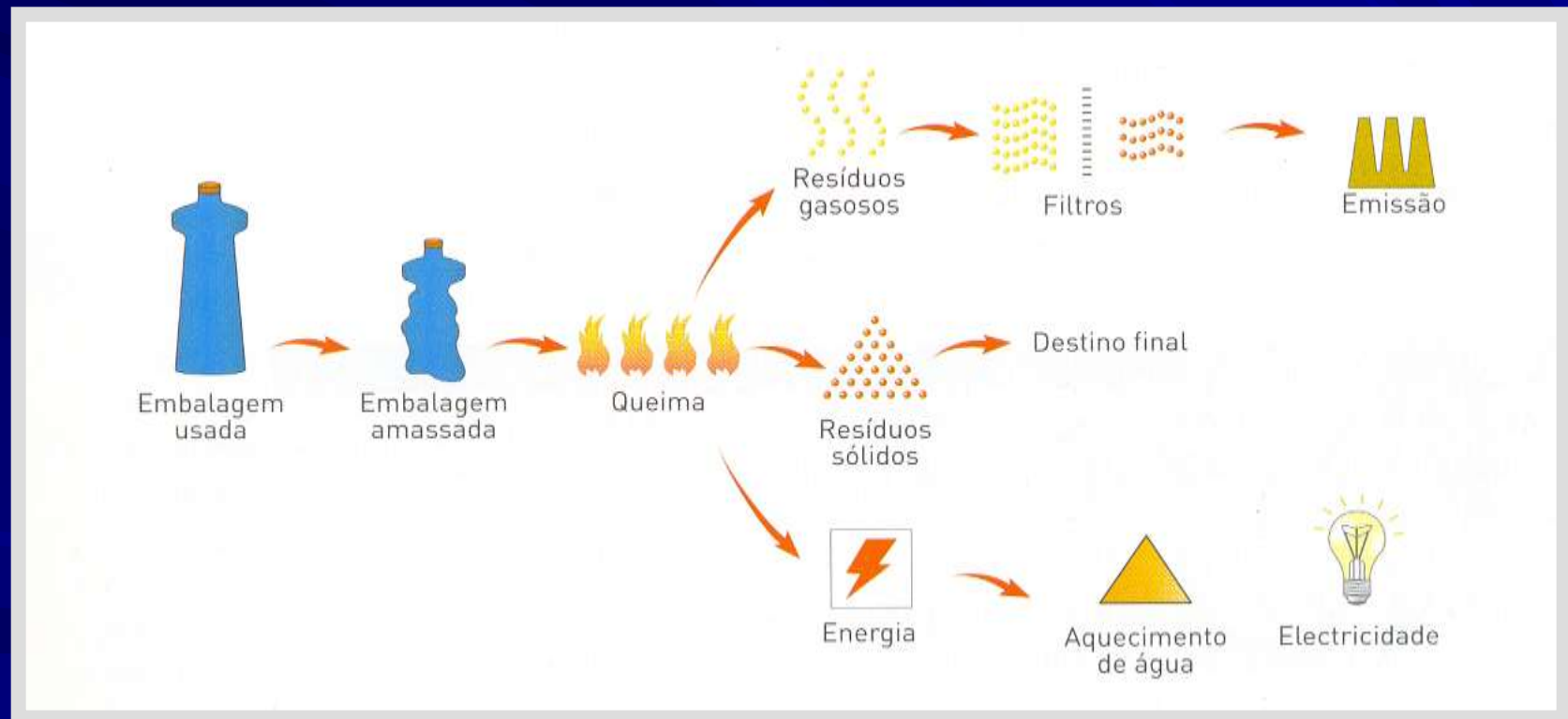


- A reciclagem do plástico exige cerca de 10% da energia utilizada no processo primário.
- A matéria prima secundária pode apresentar-se em granulado, pó ou flocos

A RECICLAGEM ENERGÉTICA



Utilização como combustível na produção de energia eléctrica

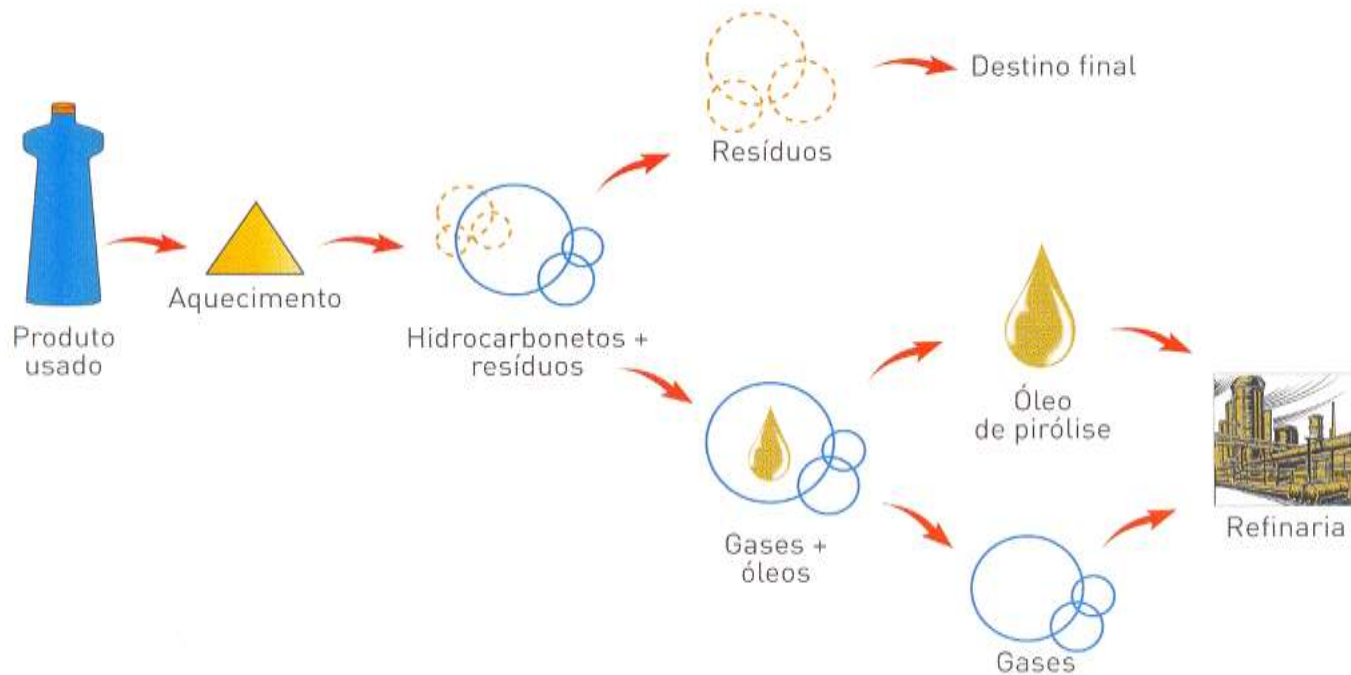


≈ 15% da reciclagem de plásticos na Europa Ocidental

A RECICLAGEM QUÍMICA



Reprocessamento da matéria-prima em refinarias para a obtenção de produtos nobres



A indústria de Plásticos em Portugal

É UMA DAS MAIS PRÓSPERAS DA ECONOMIA PORTUGUESA

Sines – Borealis (produção de PE e PP)

Estarreja – Cires (produção de PVC)

Portalegre – Selenis (PET)

A Indústria de Plásticos em Portugal

Componente transformadora
Porto, Lisboa e Vale do Tejo

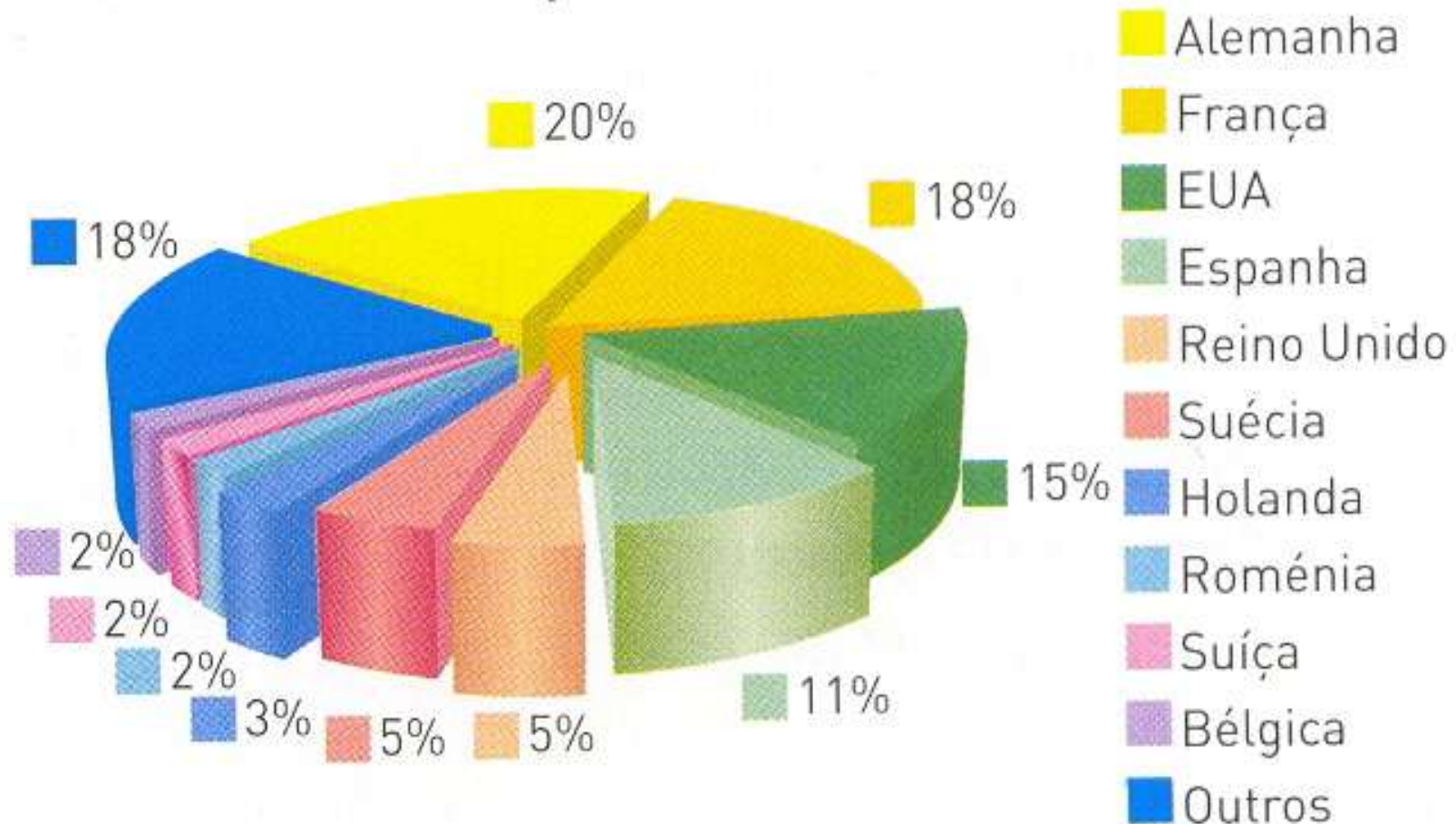
As matérias-primas mais utilizadas:

polietilenos,
polipropilenos,
poliésteres e policarbonatos,
PVC

A utilização anual de plástico *per capita* no nosso país é de cerca de 70kg

A Indústria de Plásticos em Portugal

Principais mercados 2003

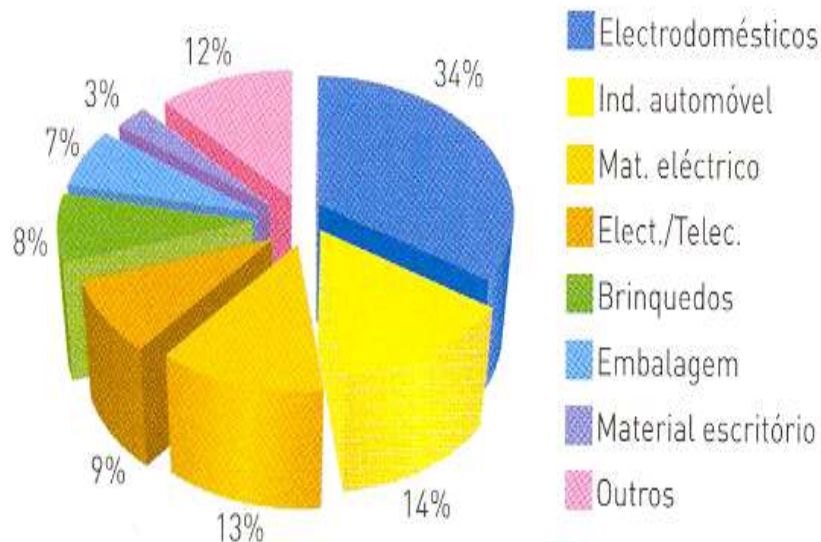


A Indústria de Plásticos em Portugal

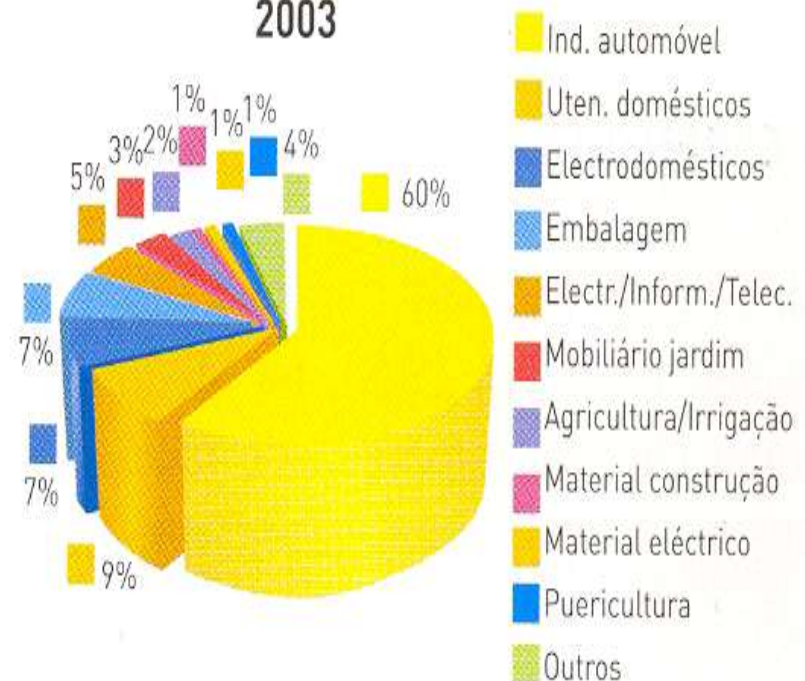
700.000 toneladas/ano de matéria prima

Principais indústrias clientes

1991



2003



Plásticos e Materiais Poliméricos

O QUE SÃO POLÍMEROS?

- Polímeros são materiais compostos por **macromoléculas**.
- Macromoléculas são cadeias compostas pela repetição de uma unidade básica, chamada **monômero**. Daí o nome: *poli* (muitos) + *mero* (parte).
- Os **meros** estão dispostos **um após o outro**, como pérolas num colar.

Plásticos e Materiais Poliméricos

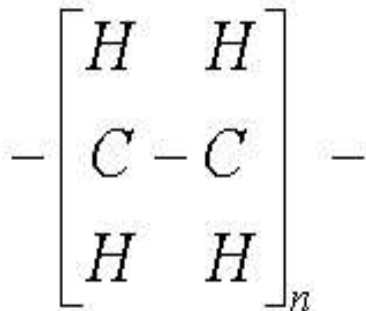
O QUE SÃO POLÍMEROS?

- Uma **macromolécula** assume formato muito semelhante ao de um **cordão**.
- **Analogia**: as moléculas de um polímero estão dispostas de uma maneira muito semelhantes a um **novelo de lã**. É difícil extrair um fio de um novelo de lã.
- É difícil remover uma molécula de uma porção de plástico, pois as cadeias “seguram-se” entre si.

Plásticos e Materiais Poliméricos

O QUE SÃO POLÍMEROS?

Polietileno (PE) é composto pela repetição de milhares de unidades da molécula básica do etileno (ou eteno):



n normalmente é superior a 10.000.

Uma molécula de polietileno é constituída da **repetição de 10.000 ou mais unidades de etileno.**

O parâmetro **n** é definido como **Grau de Polimerização** do polímero, ou seja, o número de meros que constitui a macromolécula

O QUE SÃO POLÍMEROS?

Para o caso do etileno:



FIG. 13 O eteno (etileno) a originar polietileno.

Uma representação esquemática da cadeia polimérica poderá ser:

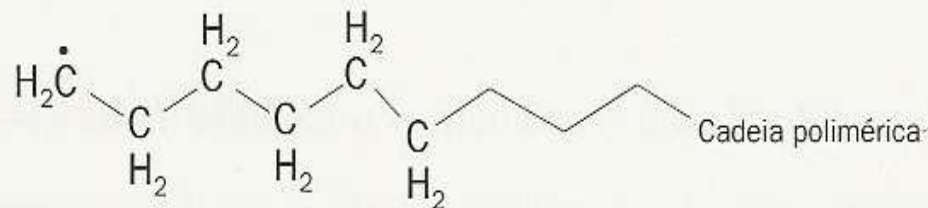
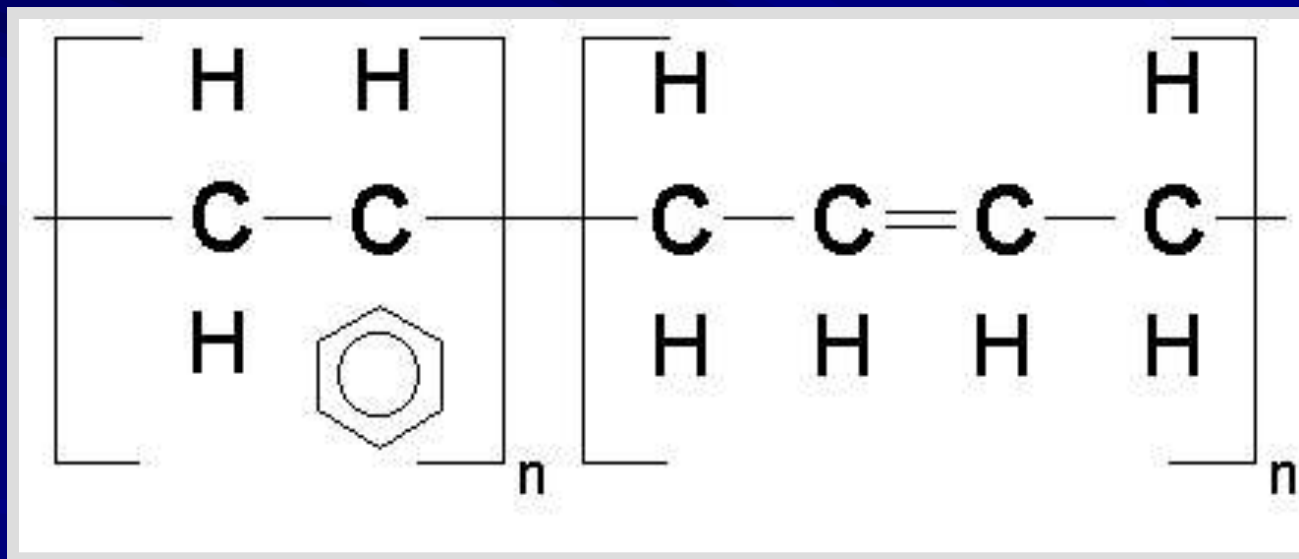


FIG. 14 Cadeia polimérica.

Homopolímero

O QUE SÃO POLÍMEROS?

Borracha sintética (**SBR**) é formada pela repetição de dois tipos de meros: *estireno* e *butadieno*



Copolímero

Homopolímero / Copolímero

Se, na cadeia polimérica, a unidade de repetição é sempre a mesma, o polímero é designado por **homopolímero**.

Ex.: polietileno, polipropileno.

Se o polímero é formado pela união de dois ou mais monómeros diferentes é designado por **copolímero**.

Ex.: nylon, poliéster.

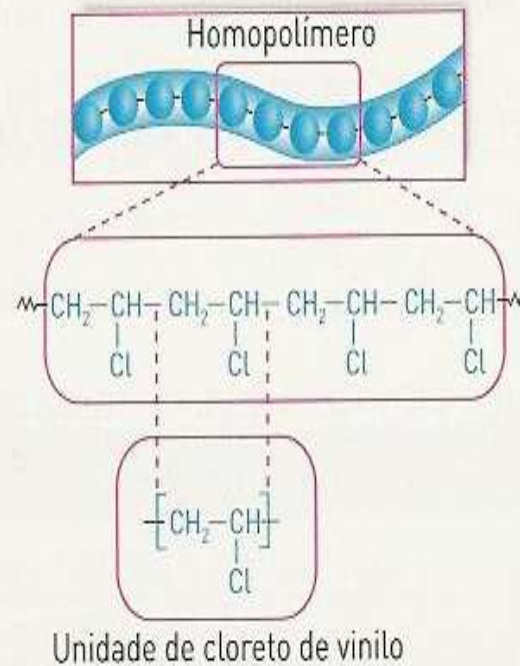


FIG. 57 Homopolímero

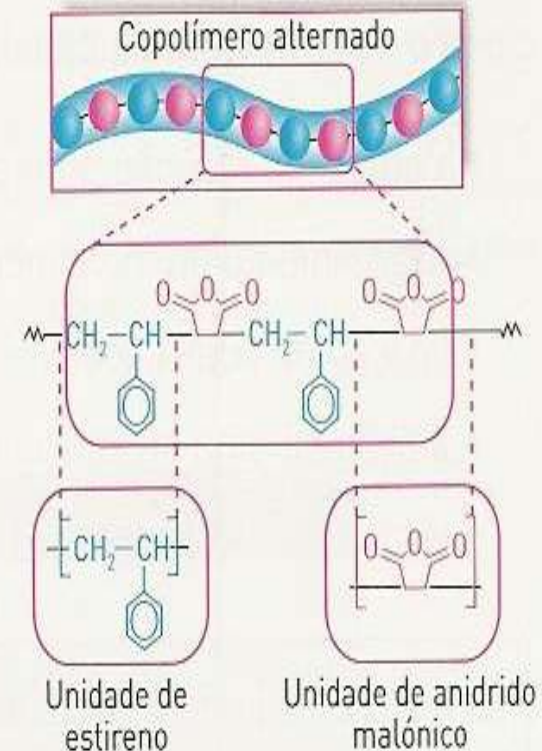


FIG. 58 Copolímero.

Como são classificados os polímeros?

Segundo Origem

Naturais
Semi-Naturais
Sintéticos

**Propriedades
Características**

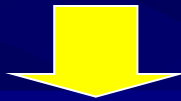
Elastómeros
Plásticos
Fibras

**Comportamento
Aquecimento**

Termoplásticos
Termoendurecíveis

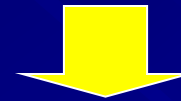
Termoplásticos e Plásticos Termofixos

Termoplásticos



- Deformam por aumento de temperatura
- Estrutura linear
- Cadeias moleculares ligadas por Pontes Hidrogénio e forças Van der Waals.
- Recicláveis
- PE e PVC

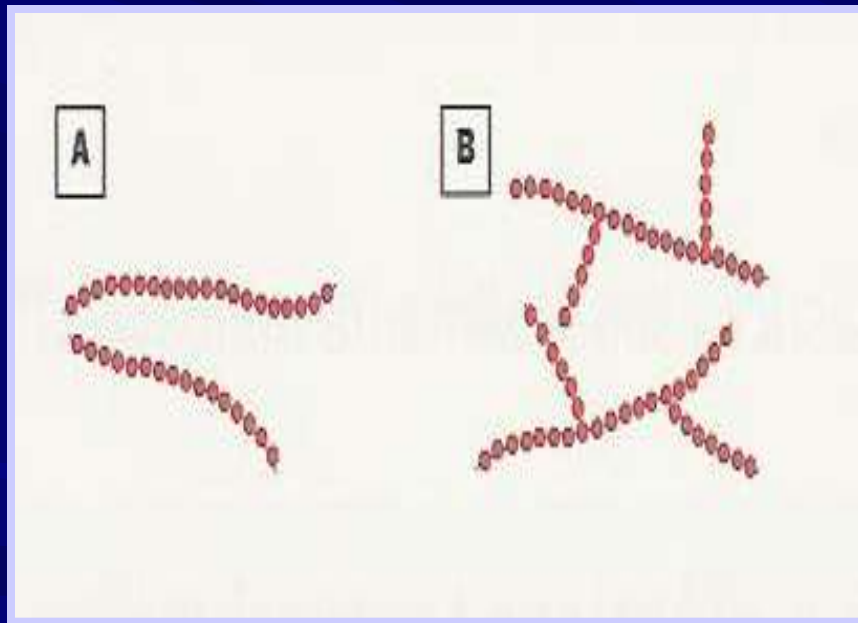
Termoendurecíveis



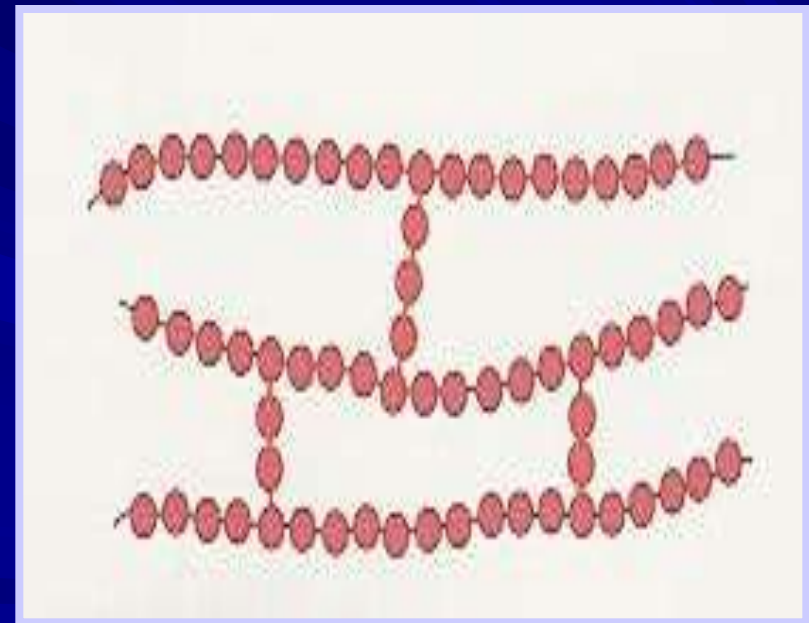
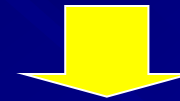
- Não deformam por aumento de temperatura
- Estrutura reticulada
- Cadeias moleculares ligadas por ligações covalentes
- Difícil Reciclagem
- Balaquite e Poliéster

Termoplásticos e Plásticos Termofixos

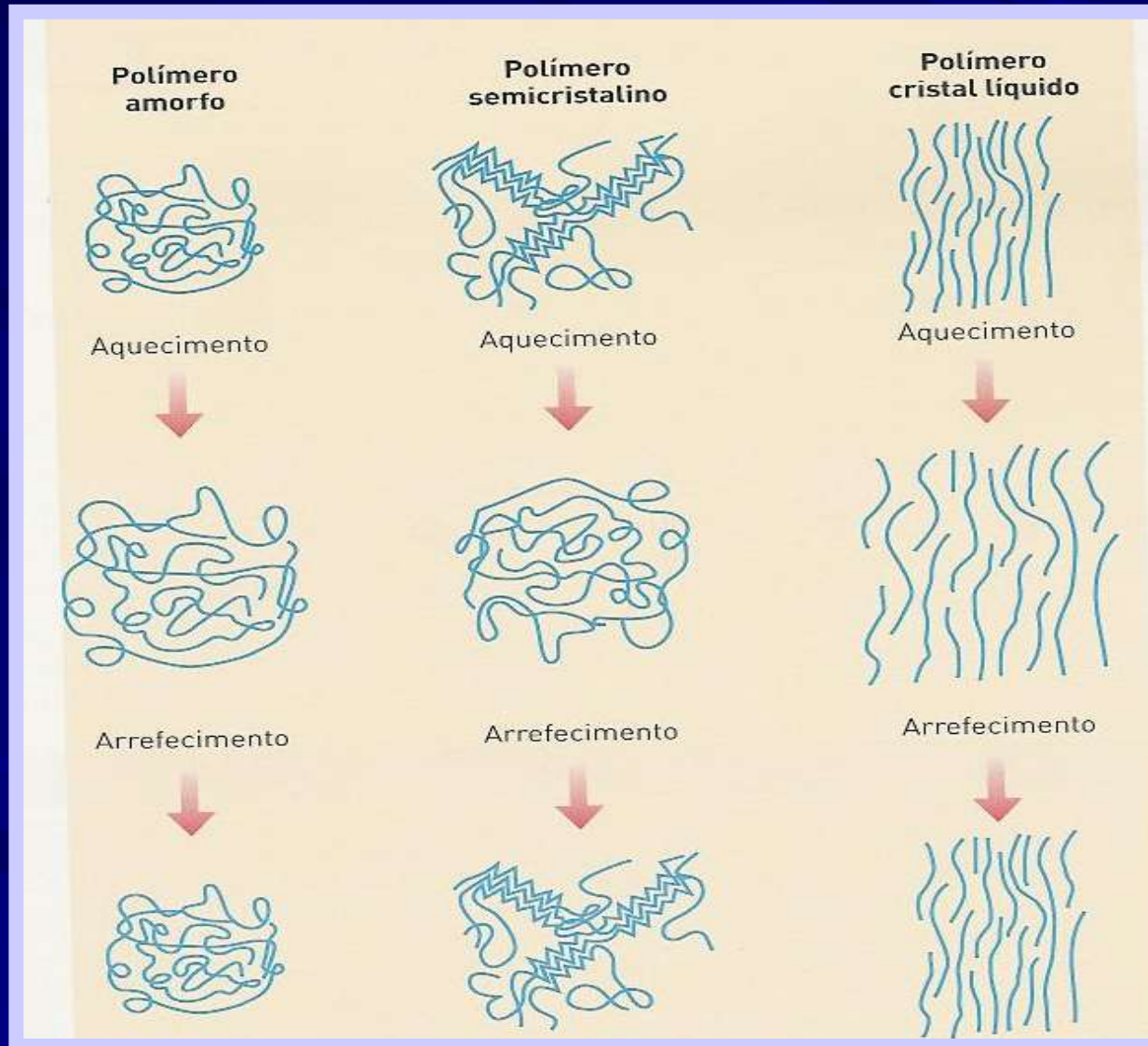
Termoplásticos



Termoendurecíveis

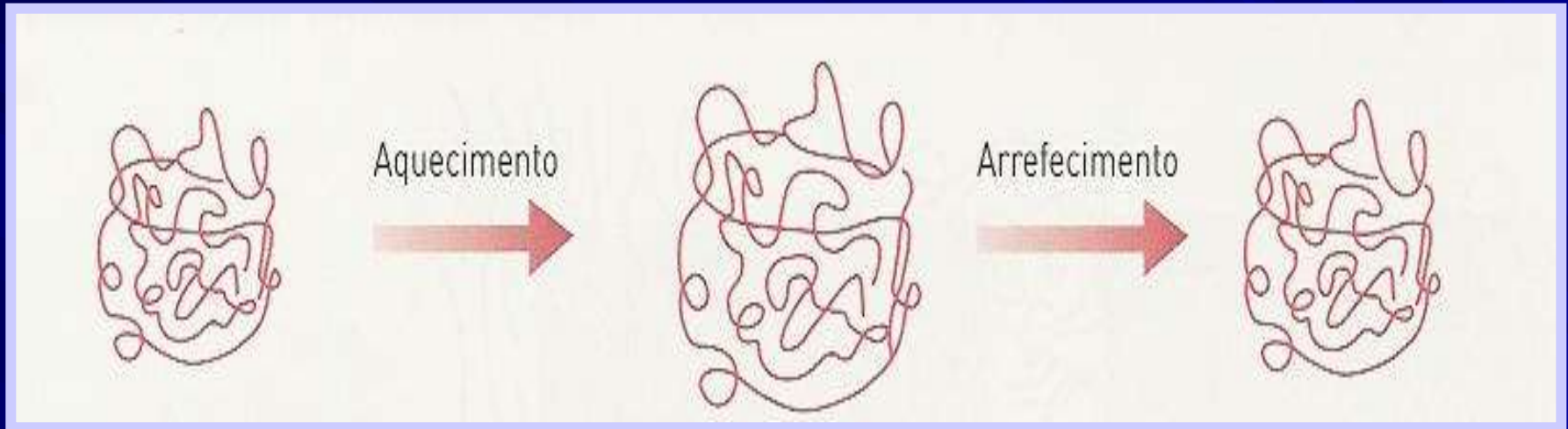


Termoplásticos



- PE
- PP
- PET
- PC
- PS
- PVC
- PMMA

Termoendurecíveis



Balaquite – tomadas

Poliéster – carroçarias; piscinas

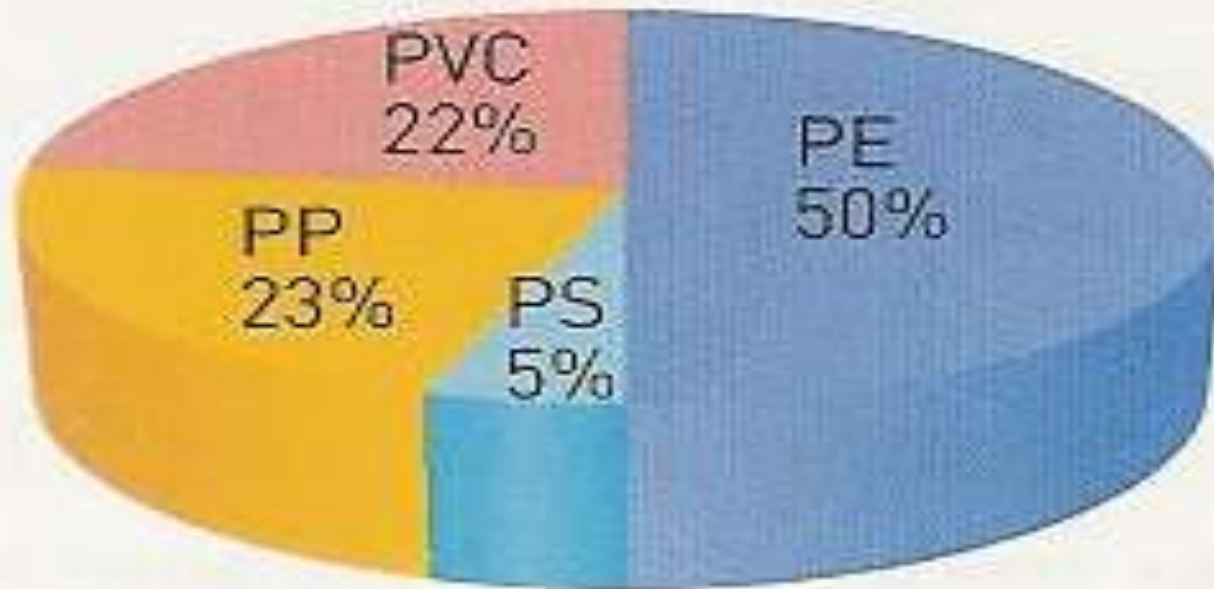


Fiberglass

Resumindo

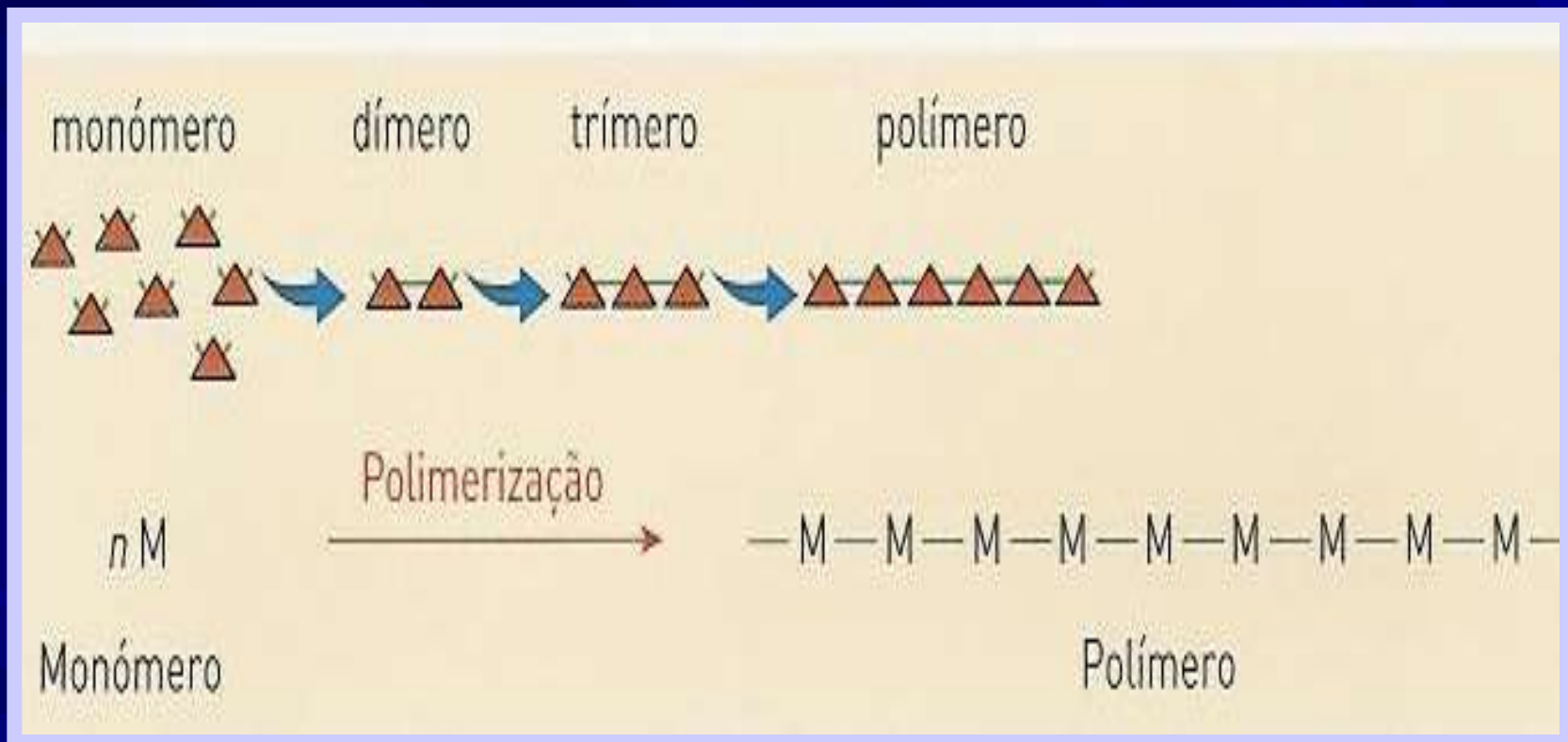
Termoplásticos	Plásticos termofixos
Microestrutura	
<ul style="list-style-type: none"> • Moléculas lineares ou ramificadas. • Sem ligações químicas entre as moléculas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura em rede com ligações químicas entre as moléculas depois da reacção de polimerização.
Reacção ao calor	
<ul style="list-style-type: none"> • Podem ser moldadas (mudança de estado físico). 	<ul style="list-style-type: none"> • Não podem voltar a ser moldados sem degradação.
Propriedades gerais	
<ul style="list-style-type: none"> • Grande resistência ao impacto. • Processo de fabrico mais fácil. • Melhor adaptabilidade a designs complexos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior resistência mecânica. • Maior estabilidade dimensional. • Melhor resistência ao calor e à humidade.

Importância Industrial de alguns Polímeros



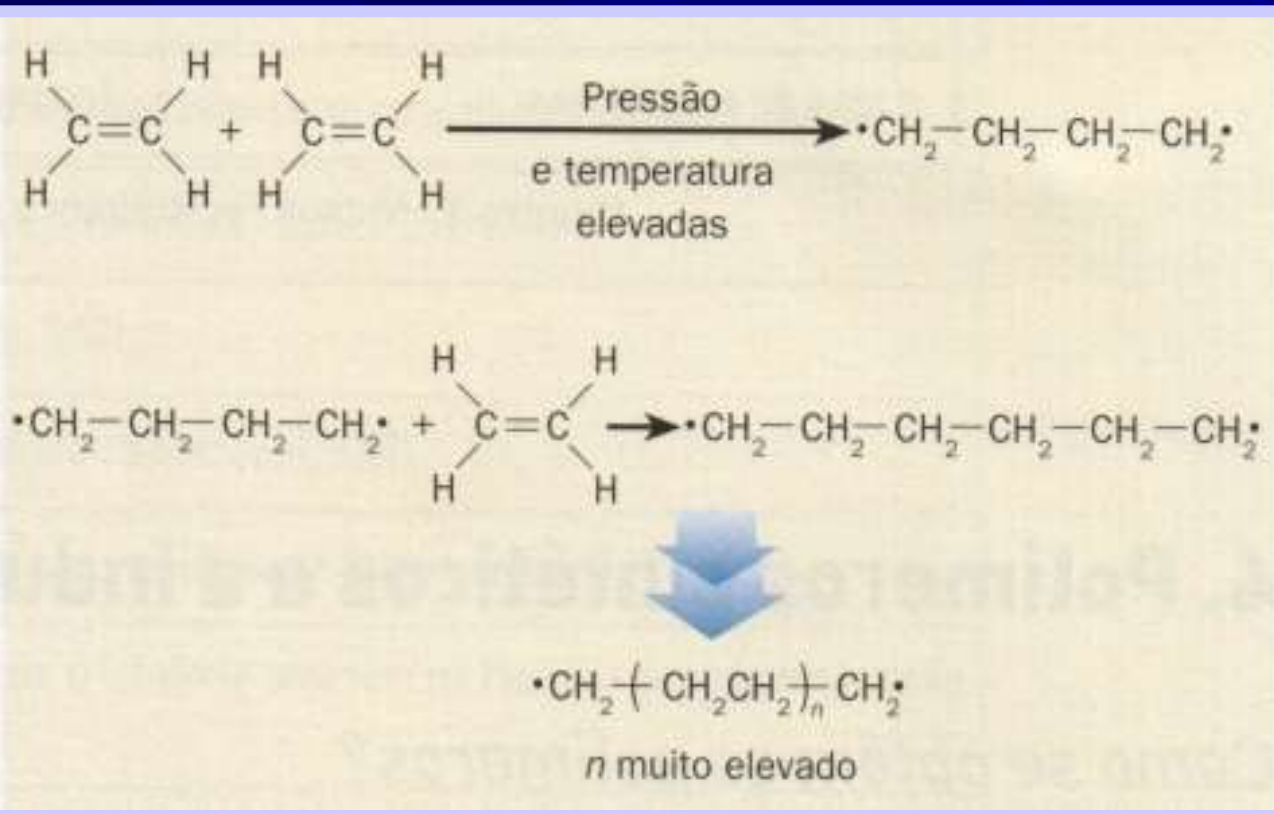
Produção dos principais plásticos

Obtenção dos polímeros sintéticos: Monómeros e Reações de Polimerização



Obtenção dos polímeros sintéticos: Monómeros e Reacções de Polimerização

Polimerização do Eteno



Obtenção dos polímeros sintéticos: Monómeros e Reacções de Polimerização

Cadeias Reticuladas Polietileno?

Sabe-se que:

- Quanto mais elevadas forem a pressão e a temperatura da reacção, maior número de ramificações surgem no produto.
- Quanto maior for a cadeia linear do polietileno, mais cristalino e duro é o polímero, porque é mais fácil um arranjo ordenado (cristalino), a partir de cadeias lineares, do que a partir de segmentos com ramificações.
- As propriedades dependem do tipo de ramificações e da sua frequência. Investigadores podem controlar a reacção de modo a obter produtos com propriedades específicas para aplicações particulares.
- O controlo da extensão da reacção de polimerização condiciona o comprimento da cadeia polimérica.

Obtenção dos polímeros sintéticos: Monómeros e Reacções de Polimerização

Cadeias Reticuladas Polietileno?

○ **controlo da extensão da reacção de polimerização** condiciona o **comprimento da cadeia polimérica**.

A reacção pode ser **interrompida por diversos factores**

- **esgotamento do monómero;**
- **ligação de duas cadeias em crescimento;**
- **adição de uma substância que provoca o final da reacção;**
- **viscosidade excessiva do meio...**

Reacções de Polimerização

1929, W. A. Carothers sugeriu uma classificação dos polímeros em dois grupos:

- **polímeros de adição**
- **polímeros de condensação,**

baseada no tipo de reacções utilizadas na polimerização.

Polimerização por Adição

- ➡ Técnica importante na síntese **polímeros de alto consumo**, conhecidos como ***commodities***
- ➡ Os monómeros envolvidos nestas reacções são compostos orgânicos com uma dupla ligação carbono-carbono (C=C).
- ➡ É uma reacção em cadeia que envolve três etapas: **iniciação, propagação e finalização** (terminação).

Polimerização por Adição

1º Passo - Iniciação

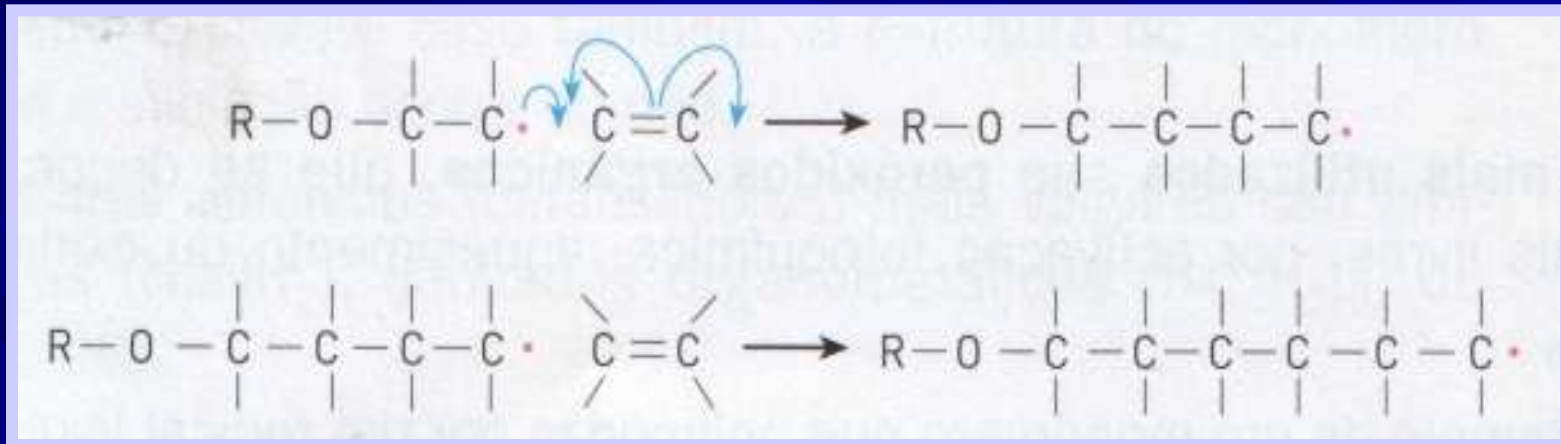
☞ Ligação dupla é "aberta" por acção de um **catalisador**, que pode ser um **radical livre**, um **catião** ou um **anião**, com formação de um radical livre.



Polimerização por Adição

2º Passo - Propagação

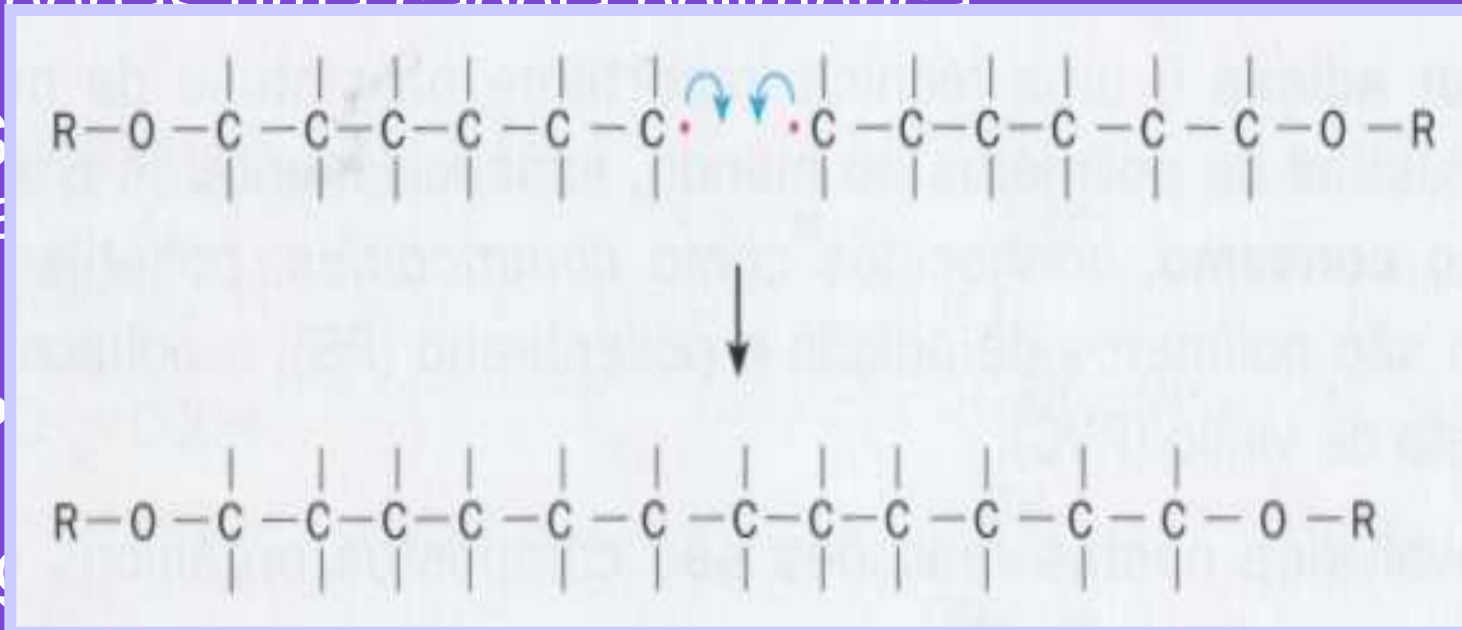
- ➔ Corresponde à **adição sucessiva de unidades de monómero**, que provoca o crescimento da cadeia polimérica.
- ➔ As características da propagação dependem do processo de iniciação



Polimerização por Adição

3º Passo - Finalização

- Se apenas houvesse um radical livre para iniciar a reacção, poderia acontecer a formação de apenas uma cadeia polimérica.



- A finalização da cadeia pode, também, ser provocada pela presença de impurezas.

Polimerização por Adição

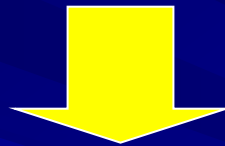
3º Passo - Finalização

- 👉 **Quando a reacção em cadeia é iniciada por um catião**, a terminação da reacção é conseguida por introdução de um ião HO^- . Este tipo de finalização ocorre muito rapidamente e é facilitada pela presença de vestígios de impurezas.
- 👉 **Quando a reacção em cadeia é iniciada por um anião**, a terminação da reacção é conseguida por introdução de um ião H^+ . Esta reacção pode ser mais bem controlada se os reagentes utilizados apresentarem um grau de pureza elevado.

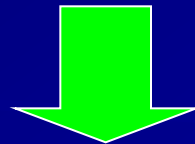
<p>Poliétileno (PE)</p>	<p>Etileno (eteno)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> • Sacos de plástico • Grades de garrafas • Frascos (de champô, gel de banho, etc.) • Bidões • Tubos, contentores de lixo
<p>Polipropileno (PP)</p>	<p>Propileno (propeno)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> • Caixas tipo <i>Tupperware</i> • Cadeiras • Embalagens • Tubos • Caixas de cassetes vídeo e de DVDs
<p>Poliestireno (PS)</p>	<p>Estireno (fenileteno)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> • Louças e talheres descartáveis • Brinquedos • Interiores de frigoríficos • Copos de iogurte • Caixas de CDs • Em espuma é muito leve (esferovite), sendo usado em construção
<p>Policloreto de vinilo (PVC)</p>	<p>Cloreto de vinilo (cloroeteno)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> • Tubagens de drenagem • Tapetes e cortinas de casa-de-banho • Garrafas de óleo • Perfis para janelas
<p>Teflon (PTFE)</p>	<p>Tetrafluoroetileno</p> $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos anti-aderentes • Tubagens para químicos agressivos
<p>Metacrilato de metilo (PMMA)</p>	<p>2-Metilpropanoato de metilo</p> $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ \quad \quad \\ \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> • Acessórios de casa-de-banho • Farolins de automóveis • Placas transparentes de anúncios publicitários, etc. • Mobiliário • Fibras têxteis • Material de iluminação • Artigos de escritório

Polimerização por Condensação

Polímeros de condensação são obtidos por processos em que a ligação das cadeias se faz por dois grupos reactivos existentes nas duas extremidades do monómero, com libertação de uma molécula pequena, água ou HCl.



Nas reacções de condensação os monómeros são bifuncionais



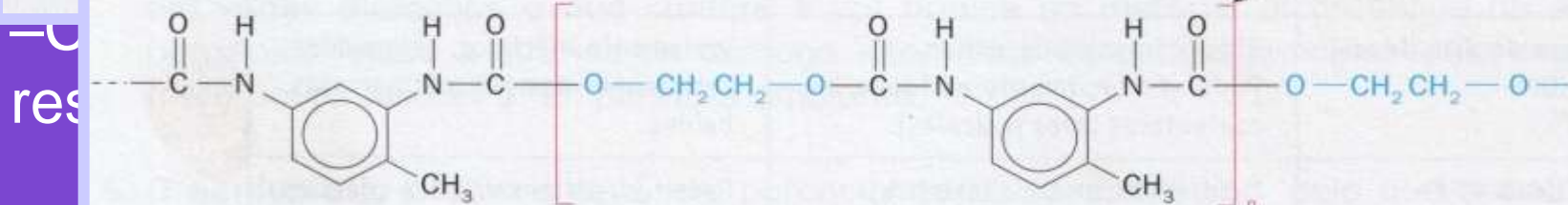
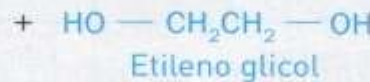
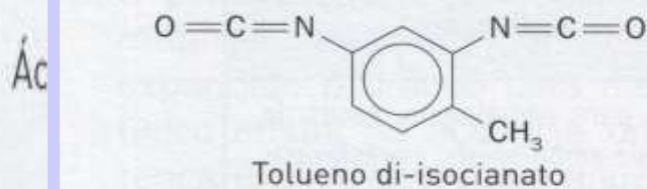
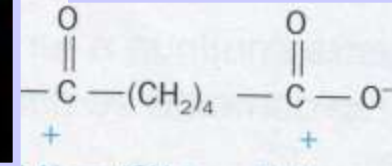
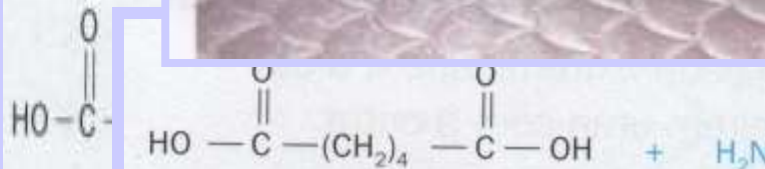
As ligações formam-se entre um átomo de carbono e um heteroátomo (C-O; C-N)

Polimerização por Condensação

Exemplos



Kevlar



Poliuretano

Adição vs Condensação

	No início	A meio	No final
Adição	<ul style="list-style-type: none">• Grande quantidade de monómeros• Poucas cadeias longas (poucas cadeias curtas)	<ul style="list-style-type: none">• Menor quantidade de monómeros• Maior número de cadeias longas	<ul style="list-style-type: none">• Muito menor quantidade de monómeros• Grande número de cadeias longas e algumas de tamanho intermédio.
Condensação	<ul style="list-style-type: none">• Alguns monómeros• Grande quantidade de cadeias curtas	<ul style="list-style-type: none">• Algumas cadeias curtas• Grande quantidade de cadeias de tamanho intermédio	<ul style="list-style-type: none">• Algumas cadeias de tamanho intermédio• Grande quantidade de cadeias longas

Identificação de plásticos por testes Físico-Químicos

Processos físicos



Comparação Densidade

- Água
- Álcool isopropílico
- Óleo milho

Processos químicos



- Análise por **via seca**
- Reacção com a acetona** a frio e a quente

