

# Polímeros

**Fascículo 8**

**Unidade 20**



# Polímeros

## Para início de conversa...

Você já reparou na quantidade de materiais plásticos que utilizamos no nosso dia a dia? Pesquisas estimam que a produção mundial de plásticos seja de cerca de 200 milhões de toneladas por ano. Por isso, podemos afirmar que estamos vivendo na “Era dos Plásticos”, pois a maior parte dos objetos que utilizamos é constituída totalmente ou em alguma parte por esse material.

A origem do termo PLÁSTICOS é do grego *plastikos*, que significa “próprio para ser moldado ou modelado”.



Saiba Mais

Os plásticos representam um grande avanço tecnológico, sendo um grande triunfo da Química Industrial, uma vez que a maioria dos materiais, anteriormente feita de metais, é, agora, constituída por plásticos. Além do menor custo envolvido na sua fabricação, eles (os plásticos) são mais leves (possuem menor densidade) que os metais, possibilitando melhor manuseio. Você já imaginou se hoje pegássemos um carro, uma geladeira ou um fogão e substituíssemos todas as suas partes de plásticos por peças de metal? Imagina a dificuldade de locomoção destes objetos ou até mesmo, para os carros, o aumento do consumo de combustível ao se deslocarem em trechos urbanos!

A principal matéria-prima para a produção de polímeros é o petróleo. Muitas vezes podemos pensar que a autossuficiência desse recurso está relacionada à abundância de combustíveis, tais como gasolina e diesel. Não é verdade! Podemos afirmar que, além da produção de combustíveis, o petróleo é a mola mestra para a produção de todos os confortos relacionados à vida moderna, tais como eletrodomésticos, carros e embalagens. Viver sem petróleo hoje não é simplesmente ter de ir de bicicleta ou a pé para o trabalho ou para a escola. Observe o quadro abaixo que relaciona a importância do petróleo para a fabricação de polietileno e polipropileno, dois dos mais difundidos plásticos utilizados na modernidade:

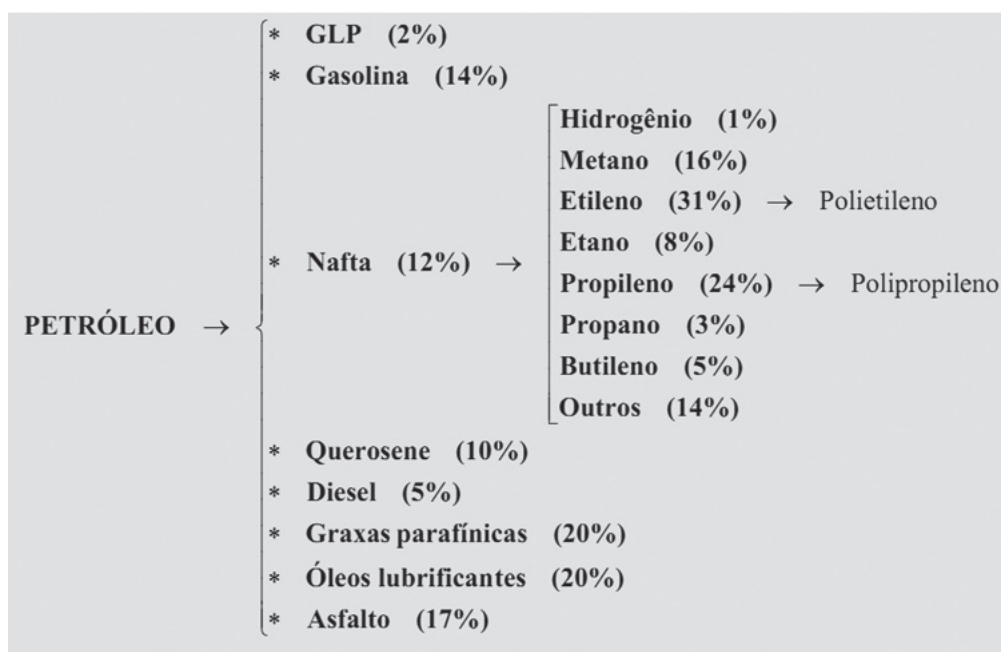


Figura 1: Esquema que representa percentualmente a utilização do petróleo na fabricação de vários produtos utilizados no dia a dia. Fonte: Claudio Costa

Mas afinal, você sabe de que material os plásticos são constituídos? Se sua resposta foi “sim”, parabéns! Porém, se sua resposta foi “não” prepare-se para conhecer mais profundamente a constituição dos principais plásticos.

Bons Estudos!!

## Objetivos de aprendizagem

- Definir os termos polímeros, plásticos, macromoléculas, monômeros.
- Classificar os polímeros.
- Apresentar os principais polímeros utilizados na indústria.
- Discutir a importância da coleta seletiva e da reciclagem de polímeros.

## Seção 1

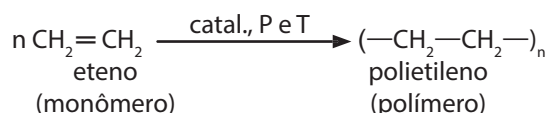
# Polímeros e Plásticos? É tudo farinha do mesmo “saco”?

Desde os primórdios, os humanos usam polímeros naturais, como couro, lã, algodão, madeira. Na verdade, os polímeros (do grego *poly*: muitos; *meros*: partes) são macromoléculas constituídas pela união de pequenas partes, denominadas de monômeros (*mono*: único; *mero*: parte), que estão ligados entre si através de ligações covalentes.

O DNA, a celulose (madeira) e os carboidratos são classificados como polímeros naturais, enquanto que os plásticos são denominados polímeros sintéticos.

Esta unidade irá estudar os polímeros sintéticos, ou seja, aqueles produzidos pelo homem.

Muitos são os processos químicos de produção dos polímeros, mas, basicamente, todos eles têm como objetivo aumentar o tamanho de uma molécula. Do ponto de vista conceitual, o polímero mais simples é o polietileno (ou polieteno), cuja molécula é formada por muitas centenas de unidades  $\text{CH}_2$ , unidas por ligações covalentes. No exemplo a seguir, observe que as moléculas menores, monômeros de eteno, “abrem” suas ligações duplas, pela ação de um catalisador (catal.) e sob influência de determinada temperatura (T) e pressão (P), de forma que elas possam se ligar umas às outras, formando uma molécula maior (macromolécula), no caso o polietileno.



Observe que o  $n$  é o número de repetições da unidade molecular básica que está situado entre parênteses na representação da macromolécula e está na casa de centenas. Cada macromolécula de um polímero contém milhares de átomos que se repetem. Entretanto, temos de ter em mente que nem toda macromolécula será um polímero, uma vez que nem todas são constituídas de partes iguais que se repetem!



Figura 2: Em uma reação química, com o auxílio de um catalisador e em determinadas temperatura e pressão, o eteno “abre” a sua dupla ligação, permitindo a ligação de outros átomos à molécula. O polímero produzido é o principal constituinte dos galões de 20L de água mineral. Fonte: Claudio Costa

Os polímeros podem ser divididos em três grupos, de acordo com as suas aplicabilidades industriais: borracha ou elastômeros, fibras e plásticos.

## Elastômeros

Os elastômeros, popularmente conhecidos como borrachas, são polímeros de alta elasticidade, que podem, em condições naturais, se deformar e voltar ao seu estado inicial.

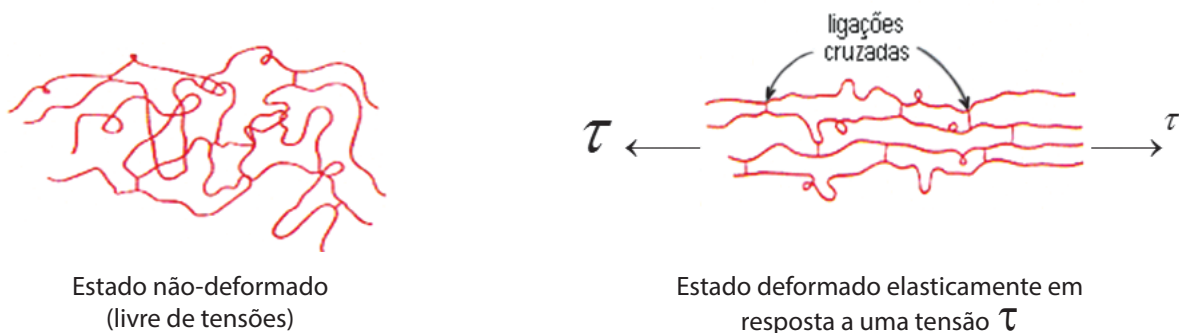


Figura 3: A figura acima representa uma estrutura de um polímero inicialmente livre das tensões (esquerda) e, posteriormente, sob a ação de uma tensão  $\tau$  (à direita). Observe que as ligações cruzadas existentes em sua estrutura permitem que ele resista melhor à deformação causada pela tensão  $\tau$ , aumentando sua resistência. Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Mas a borracha natural se rompe quando submetida a tensões muito grandes e tem relativamente pouca durabilidade, pois sofre oxidação quando exposta ao ar atmosférico por longos períodos (borracha melada). O problema foi solucionado com o processo de vulcanização, no qual o enxofre é usado para ligar cadeias poliméricas vizinhas, dando maior resistência ao tensionamento (impedindo sua ruptura), além de aumentar sua resistência à oxidação no ar e à **abrasão**.

### Abrasão

Ato de remoção de parte de um material, localizado na superfície, por atrito. A ação de lixar uma parede é um processo de abrasão!

As borrachas são aplicadas na fabricação de pneus, nas solas de sapatos e em terminais e junções de peças que sofrem grande esforço mecânico.

## Fibras

As fibras são materiais constituídos geralmente por macromoléculas lineares, estirados em filamento, por isso a elevada razão entre seu comprimento e as dimensões laterais. Possuem alta resistência mecânica, pois resistem a uma variação de temperatura de  $-50^{\circ}$  a  $150^{\circ}\text{C}$ .

Sua grande aplicabilidade é na indústria têxtil, sendo que essas fibras podem ser subdivididas em três grupos:

- Fibras naturais (algodão, lã).
- Fibras naturais modificadas (viscose, rayon).
- Fibras sintéticas (poliéster, náilon).

## Plásticos

Os *plásticos*, por sua vez, são materiais poliméricos encontrados, na sua composição final, no estado sólido à temperatura ambiente. Atualmente, conhecem-se mais de 60 mil plásticos diferentes, e, dentre os cinquenta produtos químicos mais utilizados, vinte são plásticos.

## Seção 2

### Polímeros e suas estruturas químicas!

A cada dia, os cientistas avançam em seus estudos e no desenvolvimento da ciência, atualmente a variedade de polímeros existente é muito grande. Para facilitar o estudo destes materiais, os polímeros foram classificados também de acordo com sua estrutura química.

### Forma da cadeia polimérica

Em relação à forma da cadeia polimérica, os polímeros podem ser classificados em:

- Lineares: quando a cadeia não possuir ramificações.
- Ramificados: quando a cadeia apresenta pequenas cadeias laterais (ramificações)
- Reticulados: quando as cadeias estão unidas por ligações químicas cruzadas.

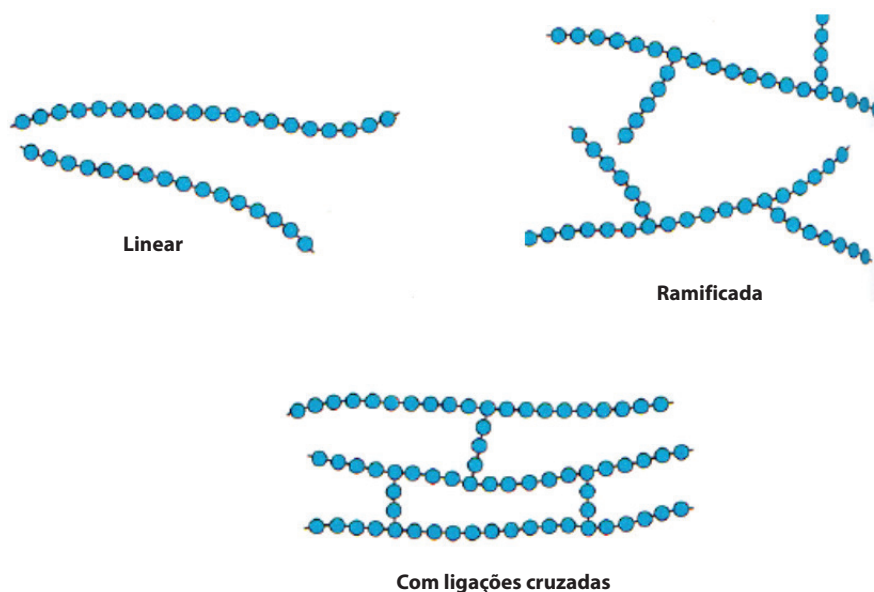


Figura 4: Na figura acima, observam-se as diferenças estruturais entre os três tipos de cadeias poliméricas. Observe que as moléculas dos polímeros de cadeia linear estão mais soltas quando comparadas às de cadeia ramificada e mais ainda quando comparadas às que apresentam ligações cruzadas. Quanto mais solta uma cadeia, menor é sua elasticidade. Fonte: Claudio Costa

Quanto mais ramificada ou cruzada uma cadeia, maior será sua elasticidade. Por exemplo, o Nylon (material muito utilizado em meias-calças femininas) apresenta grande elasticidade, uma vez que suas estruturas moleculares se apresentam de forma cruzada.



Figura 5: Foto de algumas meias femininas de alta elasticidade. São formadas por Nylon que é um polímero sintético. Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pile\\_of\\_pantyhose.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pile_of_pantyhose.jpg)



## Moldagem ao calor

Em relação à sua moldagem ao calor, os polímeros podem ser classificados em:

- Termorrígidos.
- Termoplásticos.

*Polímeros termorrígidos* são aqueles formados por cadeias cruzadas e não podem ser remodelados, pois o reaquecimento leva à sua decomposição, ou seja, eles não retornam ao seu formato original. Por isso, eles não podem ser reciclados como, por exemplo, o silicone.

*Termoplásticos* são formados por cadeias lineares ou ramificadas, e podem ser remodelados, pois o reaquecimento degrada parcialmente o polímero. Na indústria, são aplicados na produção de embalagens, eletrodomésticos, brinquedo, tubulações etc.

## Seção 3

### Os polímeros e suas reações poliméricas!

Atualmente, a fabricação de polímeros sintéticos impulsiona e movimenta a indústria química mundialmente. Pesquisas indicam que, por exemplo, a utilização de sacolas plásticas é de quase 1,5 bilhão por dia, isto é, um pouco mais de 500 bilhões por ano. Você já reparou que (infelizmente!) não vivemos sem sacolas plásticas?

Os polímeros sintéticos são produzidos através da reação de polimerização entre seus monômeros. Estas reações podem ser classificadas como reações de polimerização de condensação ou de adição.

### Polímeros de condensação

Os polímeros de condensação são aqueles formados pela eliminação de uma molécula menor, normalmente de água.

Já os chamados copolímeros são polímeros de cadeias heterogêneas, formadas pela reação de condensação.

Dentre os principais copolímeros existentes atualmente, destacam-se o *Poli (tereftalato de etileno)* – PET, utilizado para garrafas de bebida, de óleos vegetais, de produtos de limpeza; e o *Polycarbonato* – PC, que é utilizado para fabricação dos *compacts-Discs* (CD's), das garrafas retornáveis, do escudo da polícia antichoque, entre outros.

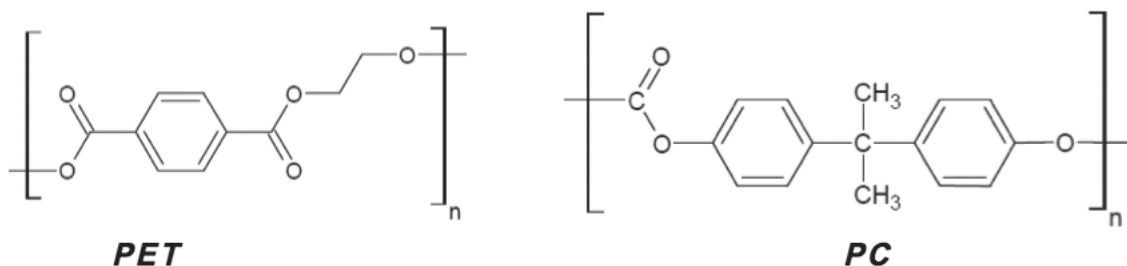


Figura 6: Estruturas químicas do PET e do Policarbonato. Fonte: Claudio Costa

**Saiba Mais**


Você sabia que o PET e o PC são conhecidos na indústria como *plásticos de engenharia*? Esses polímeros, por apresentarem propriedades superiores, comparados a outros polímeros, possuem processo de fabricação com custos mais elevados; logo, os preços destes polímeros são mais caros.

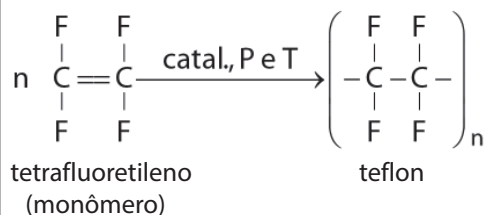
O PET, devido ao seu contínuo aperfeiçoamento do processo de fabricação e à grande aceitabilidade nas fábricas de garrafa de refrigerante, passou a ser conhecido como *plástico de engenharia para commodity (de uso geral)*.

## Polímeros de adição

Os polímeros de adição são produzidos pela junção simples de pequenas moléculas que possuem ligação dupla. Essas ligações duplas se quebram, possibilitando uma arrumação que possibilita a união destas unidades.

A principal matéria-prima utilizada para produção destes polímeros são os alcenos, devido à sua insaturação. Neste processo, ocorre a quebra destas ligações para união dos monômeros, que pode ser superior a 100.000, formando assim, moléculas enormes. Alguns exemplos de polímeros de adição:

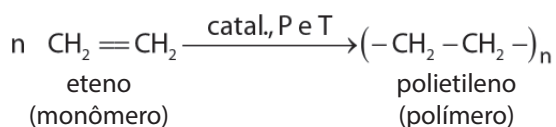
<p><b>PVC: Poli (cloreto de vinila)</b></p> $n \text{ CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \xrightarrow{\text{catal., P e T}} \left( -\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \right)_n$ <p>cloreto de vinila                      cloreto de polivinila (PVC)</p>	<p>O PVC é usado em tubos, conexões, telhas.</p>  <p>Fonte: <a href="http://www.sxc.hu/photo/718576">http://www.sxc.hu/photo/718576</a> Autor: Simon Tullstedt</p>
---	--

**Teflon: Poli (tetrafluoretileno)**

O politetrafluoretileno foi descoberto acidentalmente, em 1938, por Roy J. Plunkett. É utilizado como revestimento em panelas, pois evita a aderência. Atualmente é conhecido mundialmente pelo seu nome comercial, Teflon.



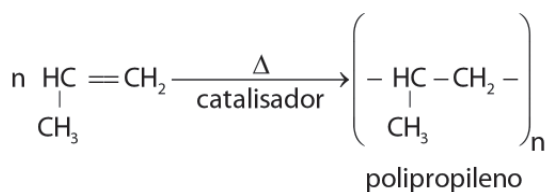
Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:100\\_0783.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:100_0783.JPG)  
Autor: Andrevan

**PE: Polietileno**

O polietileno é um dos principais polímeros que são produzidos mundialmente.



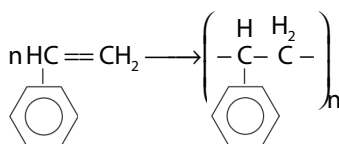
Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plastiktueten.jpg>  
Autor: Tim Simms

**PP: Polipropileno**

Utilizado em tubos para carga de caneta esferográfica, tapetes e carpetes, seringas de injeção, armas e peças para máquina de lavar.



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1329262> Autor: m4tik's

**PS: Poliestireno**

É muito utilizado para produção de uma espuma semirrígida com marca comercial de isopor®. Além disso, também é utilizado como isolante térmico e como protetor de equipamento.



Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Expanded\\_polystyrene\\_foam\\_dunnage.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Expanded_polystyrene_foam_dunnage.jpg) Autor: Acdx

Saiba Mais

### A diferença está na densidade!

Você sabia que devido à natureza de polimerização, os polietilenos podem ser subdivididos em: *Polietilenos de baixa densidade (PEBD)* e *Polietilenos de alta densidade (PEAD)*?

Os *PEBD* são formados por moléculas menores, constituindo materiais mais flexíveis, entretanto, com uma menor resistência. São utilizados em laminados filmes, recipientes plásticos, embalagens, brinquedos, etc. Já os *PEAD*, por serem um pouco mais rígidos e com moderada resistência ao impacto, são aplicados em materiais hospitalares, tubos de distribuição de água e gás, tanques de combustíveis automotivos ou até mesmo em *squeezes*, que são aquelas garrafinhas plásticas utilizadas para beber água.



Fonte: <http://www.flickr.com/photos/huggerindustries/6949274839/>  
Autor: Hugger Industries

Saiba Mais

### Plásticos pra que te quero!

Você sabia que o Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) e o Policloreto de Vinila (PVC) são conhecidos como os principais *plásticos commodities* do Brasil? Isto significa que eles são os plásticos mais comercializados no Brasil!

Em 1998, 50% dos plásticos produzidos no Brasil foram de PE, aproximadamente 22% de PP e PVC, e em torno de 5% de PS.

Atividade

### Fazendo um polímero em casa

Que tal fazermos uma experiência? Para isso, pegue o material discriminado (reagentes) e siga as instruções a seguir.

#### Reagentes

- Boráx ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) → Encontrado em farmácias
- Cola branca
- Anilina (corante de bolo)
- 02 Béqueres ou 02 copos de vidro de 250mL
- Medidor de volume ou 01 copo descartável para café de 50mL
- Bastão de vidro ou palito de picolé.

### Procedimento

1. Dilua 04g (01 colher rasa de sobremesa) de bórax em um copo com 100mL de água.
2. No segundo copo, coloque 50mL de cola branca e adicione 50mL de água, misture bem com o palito de picolé. Em seguida, adicione algumas gotas de corante à mistura e agite.
3. Misture a solução de bórax à mistura da cola com água, e, com o auxílio do palito, agite bem a solução. Observe o que acontece.
4. Separe da solução o material formado e manipule-o com as mãos.
5. Após o término do experimento lave bem as mãos com água e sabão.

Agora, pense e responda às perguntas a seguir:

- a. Explique o que você observou, quando misturou as soluções.
- b. Que tipo de material foi formado?
- c. Quais materiais, semelhantes a este, encontramos em nosso cotidiano?

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

Atividade

1

### **Identificando polímeros**

Complete adequadamente a tabela abaixo nos espaços representados pelas letras A, B e C.

Fórmula do Monômero	Nome do Polímero	Usos
$H_2C=CH_2$	A	Sacos plásticos
B	Policloreto de vinila	Capas de chuva
$F_2C=CF_2$	Poli(tetrafluoretileno)	C

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

Atividade

2

## Seção 4

# Plásticos, uma solução que virou um problema? Como podemos minimizar esses impactos ambientais?

Devido à sua utilidade, leveza, praticidade, durabilidade e baixo custo, os plásticos constituem quase que a totalidade dos utensílios que utilizamos no dia a dia. Pare e observe ao seu redor; quantos objetos possuem o plástico como constituinte? Com certeza, você encontrou no mínimo um objeto!

Hoje em dia, quase todos os materiais são embalados em plásticos, pois, devido à sua impermeabilidade e resistência a ataques de produtos químicos, esse material se tornou o “xodó” das indústrias.

Segundo dados, no Brasil, são produzidas 210 mil toneladas, ou seja, 210.000.000.000 gramas anuais de plástico, sendo que 40% se destinam à indústria de embalagens plásticas.

Mas quanto tempo esses objetos demoram para se degradar?

Atualmente, ainda não existem dados, sobre o tempo exato da decomposição de materiais plásticos; o que se conhece é que este processo é muito lento e demora mais de 500 anos. Isso pode ocasionar sérios danos ao meio ambiente, pois o plástico jogado no lixo pode obstruir galerias de água e esgoto, o que irá ocasionar enchentes, além de ser uma grande ameaça para os animais marinhos, pois muitos plásticos acabam no mar e sendo ingeridos por esses animais, ou até mesmo os asfixiando.

Aqui no Brasil, já em 1997, o plástico representava 6% de todo lixo produzido, e estimava-se que cada brasileiro consumia cerca de 10.000 gramas de plástico por ano.

Mas então, o que fazer com todo esse material que é descartado nos lixões? Quais as possíveis soluções para este problema?

A sociedade nos últimos anos vem tentando solucionar esse problema através da **reciclagem** e da conscientização ambiental sobre o uso das sacolas plásticas.

### Reciclagem

É o processo no qual ocorre a reutilização de materiais que passarão a atuar como fonte de matéria-prima para fabricação de novos produtos.

E você, ajuda o meio ambiente fazendo alguma dessas ações?

No Brasil, a reciclagem anual tem crescido cerca de 15%; entretanto o que dificulta esse processo é a grande variedade de materiais plásticos existentes, pois como vimos nas seções acima, cada polímero é constituído por um monômero diferente, o que ocasiona propriedades físicas diferentes. Portanto, para reciclá-los primeiro é necessário separá-los de acordo com o tipo de polímero.

Para facilitar o processo de separação dos plásticos reutilizáveis, foi estabelecido no Brasil, pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), na Norma NBR 13.230, um sistema de codificação de produtos plásticos que consiste em um símbolo com três setas em sequência, identificando o tipo de plástico com o qual o produto foi fabricado, veja na **Figura 7**.

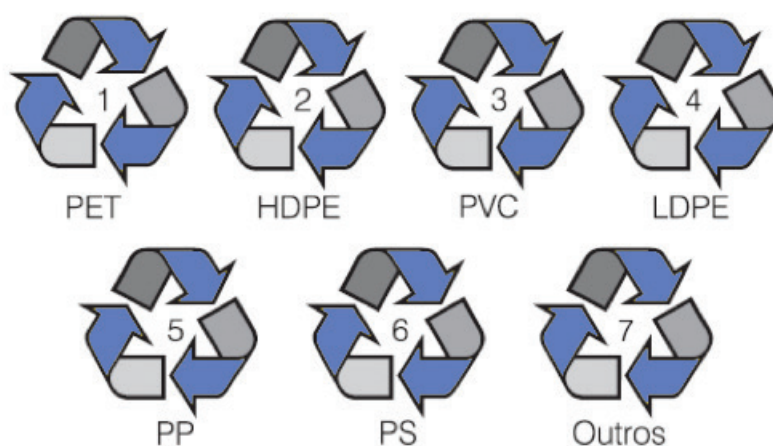


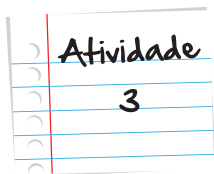
Figura 7: Simbologia empregada pelas empresas produtoras de embalagens plásticas para diferenciar os vários tipos de plásticos utilizados.

Olhando para a simbologia descrita na **Figura 7**, vemos números e siglas, não é mesmo? O que será que elas significam? Vejamos a seguir:

- 1 – PET** – Poli(tereftalato de etileno) – garrafas de refrigerantes, água, vinagre, detergentes.
- 2 – HDPE (PEAD)** – Polietileno de alta densidade – recipientes de xampus, condicionadores.
- 3 – PVC** – Poli(cloreto de vinila) – forros, badeiras de refeições, assoalhos.
- 4 – LDPE (PEBD)** – Polietileno de baixa densidade – filmes, sacolas de supermercados.
- 5 – PP** – Polipropileno – tupperware, embalagens para iogurtes e água mineral.
- 6 – PS** – Poliestireno – copos de água e de café, isopor.
- 7 – Outros: PC, PU, ABS.**

Além disso, os diferentes plásticos também podem ser separados uns dos outros através da diferença entre suas propriedades físicas, como a tensão superficial, a solubilidade, características elétricas e até mesmo densidade.

Nas indústrias de reciclagem, a separação dos materiais poliméricos ocorre pela diferença de densidade, Processo no qual eles utilizam tanques, contendo água e/ou soluções alcoólicas ou salinas.



## **Separação de resíduos plásticos**

Vamos observar certas características de diferentes tipos poliméricos, fazendo uma simples experiência.

### Reagentes

- Água
- Álcool
- Cloreto de sódio
- Pedacos de PET, PEAD, PP, PS
- Recipientes plásticos

### Procedimento

4. Coloque os pedaços plásticos em um recipiente com álcool e observe. Tire-os do recipiente e seque-os.
5. Coloque os pedaços plásticos em um recipiente com água e observe. Tire-os do recipiente e seque-os.
6. Separe os plásticos em dois grupos: aqueles que flutuaram e os que afundaram na água.
7. Separe os plásticos de cada grupo, utilizando água, álcool e cloreto de sódio.

Agora, pense e responda às perguntas a seguir:

- a. Qual a importância da separação e identificação dos polímeros?
- b. Dada a densidade da água ( $d = 1 \text{ g/mL}$ ) e do álcool ( $d = 0,98 \text{ g/mL}$ ) diga quais polímeros correspondem as seguintes densidades:  $d_1 = 1,05 \text{ g/mL}$ ;  $d_2 = 0,95 \text{ g/mL}$ ;  $d_3 = 1,30 \text{ g/mL}$ ;  $d_4 = 0,90 \text{ g/mL}$

Anote suas  
respostas em  
seu caderno



## Alternativas aos plásticos comuns

*Plásticos biodegradáveis* podem ser feitos a partir do petróleo, mas com aditivos que permitem que sejam completamente degradados no ambiente. Elas custam 10% a 15% mais que as sacolas de plástico comuns. Além disso, também podem ser feitas com amido de milho/mandioca/batata, possuem um custo mais alto e podem exigir o aumento do desmatamento para produção desses alimentos para a geração de sacolas. Essas matérias-primas são quimicamente modificadas em fábricas químicas tradicionais ou em reatores biológicos. O tempo de decomposição em média dessas sacolas são de seis meses, sendo a utilização das mesmas permitidas por Lei.



Fonte: <http://www.flickr.com/photos/traftery/3018114115/> Autor: Tom Raftery; <http://www.flickr.com/photos/scoobyfoo/336034876/> Autor: Scoobyfoo

Já os *plásticos oxibiodegradáveis* são sacolas que se degradam em 18 meses ao entrarem em contato com oxigênio presente na atmosfera. Utilizam como matérias-primas poliolefinas tradicionais, cadeias entrelaçadas e cruzadas de hidrocarbonetos simples (polietileno, polipropileno, poliestireno), às quais é adicionado um catalisador que acelera a oxidação do polímero, fazendo com que ele se quebre em moléculas menores que, diferente do polímero base, são passíveis de serem umedecidas por água. Esses fragmentos menores ficam então disponíveis para os microorganismos sob a forma de uma fonte de energia ou alimento. No Brasil, a utilização destas sacolas não é regulamentada por lei.

Você sabia que o Ministério do Meio Ambiente possui uma campanha para o uso consciente das sacolas plásticas no Brasil?

Saiba mais como ajudar o nosso planeta! Acessando o site <http://www.sacoeumsaco.gov.br/>

Saiba Mais

Multimídia

E a nossa viagem pelo incrível mundo da Química fica por aqui. Mas lembre-se, o conhecimento não tem fim, se você procurar por informação estará sempre aprendendo algo mais. Informação é poder, busque-a sempre!

Espero que você tenha aproveitado bastante as nossas conversas e que se sinta estimulado a desvendar tantos outros mistérios dessa ciência tão importante para a vida e que ajuda a mover o mundo.

Boa sorte!

## Resumo

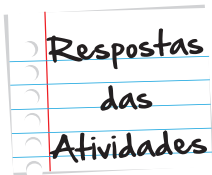
- Polímeros são macromoléculas, formadas pela união de pequenas moléculas através de ligações covalentes.
- Essas pequenas moléculas que se repetem na cadeia polimérica são chamadas de monômeros.
- Por não serem formados de um único constituinte, os polímeros são chamados de materiais.
- A reação entre os inúmeros monômeros para a produção da cadeia polimérica é denominada de Reação de Polimerização.
- A reação de polimerização pode ser de adição, quando possui somente um monômero e o polímero é o único produto da adição, ou de condensação quando possui dois ou mais monômeros, e além do polímero formam-se subprodutos, como a água.
- Homopolímeros são polímeros de cadeia homogêneas, obtidos através da reação de adição.
- Copolímeros são polímeros de cadeias heterogêneas, formadas pela reação de condensação.
- Os polímeros podem ser classificados de acordo com o seu comportamento mecânico: plásticos termorrígidos, plásticos termoplásticos, fibras e elastômeros.

## Veja Ainda....

- Para saber um pouco mais sobre a biodegradação de materiais plásticos, veja o artigo da Química Nova na Escola <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf> que te remeterá a excelentes informações.

## Referências

- SANTOS, W. MÓL, G.: **Química Cidadã**. São Paulo: Nova Geração, V.3, 2010. P.132-162
- DEMARQUETE, N. R. **Estrutura e Propriedade de Polímeros**. Rio de Janeiro: UFRJ PMT 2100 - Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia. Disponível em: [www.pmt.usp.br/pmt5783/Polímeros.pdf](http://www.pmt.usp.br/pmt5783/Polímeros.pdf)
- WAN, E., GALEMBECK, E., GALEMBECK, F. **Polímeros Sintéticos**. Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola, 2001.
- LIMA, M.E., SILVA, N., S. **Estudando os Plásticos: Tratamento de problemas autênticos no Ensino de Química**. Química Nova na Escola, nº5 1997.
- CANGEMI, J. M., SANTOS, A. M., NETO, S. C. **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes do resíduo plásticos**. Química Nova na Escola, nº 22, 2005.
- MARIA, L.C.de S., *et all*. **Coleta Seletiva e Separação de Plásticos**. Química Nova na Escola nº 17, 2003.
- FRANCHETTI, S. M. M., MARCONATO, J. C. **A importância das propriedades físicas na Reciclagem**. Química Nova na Escola nº18, 2003.
- VIANA, M. B. **Sacolas Plásticas: Aspectos Controversos de seu uso e Iniciativas Legislativas**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2010.



### Atividade 1

- Houve uma mudança de consistência e aumento de volume. Além disso, formou-se um sistema homogêneo.
- Um material de consistência mais sólida e menos "grudenta". Também apresenta maior elasticidade.
- O brinquedo denominado geleca.

### Atividade 2

- Polietileno
- $\text{CH}_2=\text{CHCl}$
- Revestimento de painéis

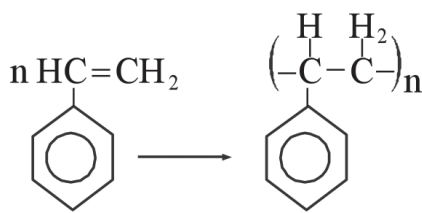
### Atividade 3

- Para uma melhor reciclagem dos plásticos separando os hidrocarbonetos dos restantes.
- $d_1 = \text{PS}$ ;  $d_2 = \text{PEAD}$   $d_3 = \text{PET}$ ;  $d_4 = \text{PP}$

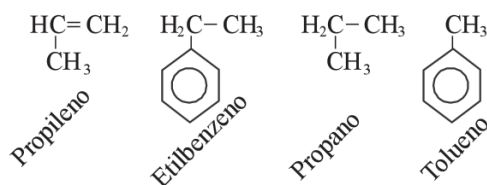
# O que perguntam por aí?

## Questão 1 (UNICAMP-SP)

O estireno é polimerizado formando o poliestireno (um plástico muito utilizado em embalagens e objetos domésticos), de acordo com a equação:

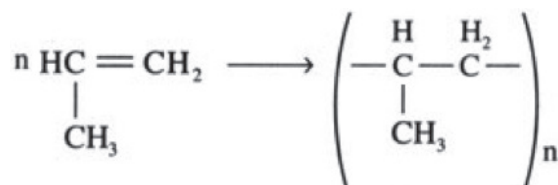


Dos compostos orgânicos abaixo, qual deles poderia se polimerizar em uma reação semelhante? Faça a equação correspondente e dê o nome do polímero formado.



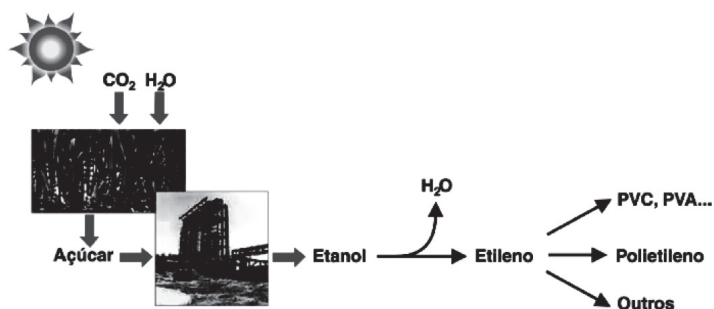
### Gabarito comentado:

O propileno é o único composto, dentre os apresentados, que também poderia se polimerizar formando o polipropileno, segundo a equação:



## Questão 2 (UFRJ)

Outra possibilidade para o sequestro do  $\text{CO}_2$  atmosférico é sua transformação, por fotossíntese, em açúcar, que, por processos de fermentação, é convertido em etanol. O etanol, por sua vez, é submetido a uma reação de desidratação, formando etileno; o etileno pode ser transformado em diversos polímeros, como mostra a ilustração a seguir.



Apresente, usando a representação em bastão, a estrutura do polímero formado pela reação de quatro monômeros de etileno.

**Gabarito:**





# Atividade extra

## Exercício 1 – Cecierj – 2013

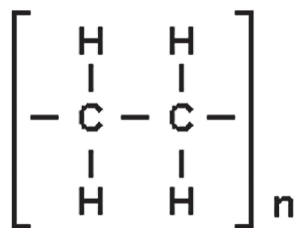
Os plásticos, produtos obtidos através de reações de polimerização, representam um grande avanço tecnológico, sendo um grande triunfo da Química Industrial.

A substância que é passível de polimerização chama-se:

- a. catalisador.
- b. monômero.
- c. petróleo.
- d. plástico.

## Exercício 2 – Adaptado de UFSC – 2007

A fórmula do polietileno é representada na figura a seguir:



Qual o monômero que origina esse polímero?



- a. Metano
- b. Etano
- c. Eteno
- d. Etino

### **Exercício 3 – Adaptado de UFSCar – 2009**

A borracha natural é um elastômero (polímero elástico), que é obtida do látex coagulado da *Hevea brasiliensis*.

Suas propriedades elásticas melhoram quando aquecida com enxofre, processo inventado por Charles Goodyear, que recebe o nome de:

- a. pirólise.
- b. calcinação.
- c. galvanização.
- d. vulcanização.

### **Exercício 4 – Cecierj – 2013**

Os elastômeros são polímeros de alta elasticidade, que podem, em condições naturais, deformarem-se e voltar ao seu estado inicial.

O polímero que é um elastômero é o(a):

- a. PET.
- b. PVA.
- c. PVC.
- d. borracha.



## **Exercício 5 – Cecierj – 2013**

Muitos são os processos químicos de produção dos polímeros, mas, basicamente, todos eles têm como objetivo aumentar o tamanho de uma molécula.

Qual a característica principal de uma reação de polimerização por condensação?

## Gabarito

### Exercício 1 – Cecierj – 2013

**A**   **B**   **C**   **D**  
☐   ☒   ☐   ☐

### Exercício 2 – Adaptado de UFSC – 2007

**A**   **B**   **C**   **D**  
☐   ☐   ☒   ☐

### Exercício 3 – Adaptado de UFSCar – 2009

**A**   **B**   **C**   **D**  
☐   ☐   ☐   ☒

### Exercício 4 – Cecierj – 2013

**A**   **B**   **C**   **D**  
☐   ☐   ☐   ☒

### Exercício 5 – Cecierj – 2013

A reação de polimerização por condensação possui dois ou mais monômeros e, além do polímero, formam-se subprodutos, como a água.