

ORIENTAÇÕES DE ESTUDOS DE

# QUÍMICA

4

3<sup>a</sup>  
SÉRIE



## Ensino Médio

Secretaria de  
Educação



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO DE JANEIRO**



/SeeducRJ



/seeducrj



/seeducrio

Secretaria de  
**Educação**



**GOVERNO DO ESTADO**  
**RIO DE JANEIRO**

**Governo do Estado do Rio de Janeiro**  
**Secretaria de Estado de Educação**

Comte Bittencourt  
**Secretário de Estado de Educação**

Andrea Marinho de Souza Franco  
**Subsecretária de Gestão de Ensino**

Elizângela Lima  
**Superintendente Pedagógica**

**Coordenadoria de Área de conhecimento**  
Maria Claudia Chantre

**Assistentes**

Carla Lopes  
Fabiano Farias de Souza  
Roberto Farias  
Verônica Nunes  
Cátia Batista Raimundo

**Texto e conteúdo**

Prof. Fernando Renato Vicente Ferreira  
**C.E. Alfredo Neves**  
Prof. Muller da Silva Paulino  
**C.E. Barão de Tinguá**  
Prof. Wilhermyson Lima Leite  
**C.E. Professor Murilo Braga**

**Capa**

Luciano Cunha

**Revisão de texto**

Prof<sup>a</sup> Andreia Cristina Jacurú Belletti

Prof<sup>a</sup> Andreza Amorim de Oliveira Pacheco.

Prof<sup>a</sup> Cristiane Ramos da Costa

Prof<sup>a</sup> Deolinda da Paz Gadelha

Prof<sup>a</sup> Elizabete Costa Malheiros

Prof<sup>a</sup> Karla Menezes Lopes Niels

Prof<sup>a</sup> Kassia Fernandes da Cunha

Prof Marcos Giacometti

Prof Mário Matias de Andrade Júnior

Prof<sup>a</sup> Regina Simões Alves

Prof Thiago Serpa Gomes da Rocha

Esse documento é uma curadoria de materiais que estão disponíveis na internet, somados à experiência autoral dos professores, sob a intenção de sistematizar conteúdos na forma de uma orientação de estudos.

Secretaria de  
Educação



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO DE JANEIRO**

## QUÍMICA – 3<sup>o</sup> ANO ENSINO MÉDIO – 4<sup>o</sup> BIMESTRE

### Sumário

Introdução.....	6
<b>AULA 1 – A história dos polímeros .....</b>	<b>7</b>
<b>AULA 2 – Classificação dos polímeros .....</b>	<b>11</b>
<b>AULA 3 – Tipos de embalagens plásticas e a contaminação ambiental.....</b>	<b>13</b>
<b>AULA 4 – Pós consumo dos plásticos .....</b>	<b>17</b>
<b>AULA 5 – A tecnologia aplicada às Ciências.....</b>	<b>21</b>
Atividades propostas .....	22
Resumo .....	24
Considerações finais.....	24
<b>INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>

Secretaria de  
Educação



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO DE JANEIRO**

**DISCIPLINA: QUÍMICA.**

**ORIENTAÇÕES DE ESTUDOS para QUÍMICA**  
**4º BIMESTRE**

**META:**

Identificar e reconhecer conteúdo específicos de Química em conformidade com as exigências curriculares.

**OBJETIVOS:**

- Compreender que os polímeros são formados por repetições de monômeros, identificando sua presença nos plásticos (i.e.: polipropileno e polietileno) e em biomoléculas (i.e.: carboidratos e proteínas);
- Problematizar o uso dos plásticos em nosso dia a dia, utilizando campos temáticos, tais como poluição, reciclagem, armazenamento, incineração.
- Reconhecer a importância da Química para a inovação científica e tecnológica nas sociedades modernas (Biotecnologia, Saúde Humana, Nanotecnologia, desenvolvimento de novos materiais e novas matrizes energéticas)

## Introdução

Sintonizado com as transformações e novas demandas da educação é necessário destacarmos o uso de recursos tecnológicos de forma a criar melhores ambientes para produção do conhecimento. Pontuar o uso das diferentes formas de aprendizagem com uso da tecnologia, envolve um novo planejamento, onde novas contribuições poderão ser de grande importância para sua melhoria. Ampliar o uso desses recursos é importante como processo de transformação pautado em um novo conceito de educação.

Para considerarmos os temas relacionados as Unidades de Conhecimento de Química (UCQ) abordadas no Ensino Médio, devemos construir possibilidades de prática investigativa, possibilitando ao aluno construir, por meio das inúmeras possibilidades teóricas e de modelos existentes, uma relação com sua realidade, ampliando sua compreensão física e social.

Pretendemos aqui iniciar nossos estudos abordando “A química dos sistemas Naturais: Qualidade de Vida e Meio Ambiente” colocando nossos objetivos e relacionando-os com a Química, assim como identificar a presença dessas inúmeras substâncias em nosso cotidiano. Bons estudos!

## AULA 1 – A história dos polímeros

Os polímeros são macromoléculas (moléculas de grande extensão) formadas pela união de várias moléculas pequenas, chamadas de monômeros, e o processo pelo qual isso é feito é denominado polimerização. Tanto que o próprio nome “polímeros” significa “muitas partes” - do grego poli, “muitas”; meros, “partes”.

O ser humano convive com os polímeros desde sempre, afinal de contas, existem os polímeros naturais que estão presentes na natureza e no nosso próprio organismo, como as proteínas, o DNA e os polissacarídeos.

Os polímeros são utilizados pelos seres humanos há milênios, já que escrituras mostram o registro inicial do uso formal de polímeros a partir da descoberta de um verniz, extraído da seiva da árvore “Rhus verniciflua” pelos chineses, há aproximadamente 3.000 anos. Sempre foram de grande importância para a humanidade e auxiliaram e nos auxiliam no nosso dia a dia e em diversas descobertas científicas.

### **Polímeros: aspectos históricos, científicos e tecnológicos**

Logo após, registra-se no século I a.C. o uso de âmbar, uma resina termoplástica moldável por compressão e originário de árvores fossilizadas, temos neste período a chamada época do desenvolvimento de técnicas de conformação e moldagem, usando chifre de animais para a produção de artesanatos, somados a outros materiais.

A evolução e o uso de materiais poliméricos, de fontes naturais, ao longo do tempo histórico, ocorreram de forma lenta e sem grandes expressões até 1550, quando se desenvolve, pela primeira vez, na América Central a borracha natural a partir do látex extraído da seringueira.

Em 1839, Charles Goodyear, por meio de estudos aprofundados desenvolve uma borracha mais compacta, resistente e resiliente, com a realização do processo de vulcanização que soma o enxofre à estrutura molecular da borracha natural. Este processo de vulcanização torna possível, daí por diante, o uso da borracha como material de engenharia. Pode-se ter como exemplo a invenção do pneu, em 1845, por Robert William Thompson, que necessitou o melhoramento de suas propriedades e também a produção em maior escala, e é por isso que o desenvolvimento da borracha sintética em meados do século XX foi realçado sobre os outros produtos da época.



Figura 1 – Robert William Thompson, inventor do pneu.

Fonte: [http://www.wikiwand.com/es/Robert\\_William\\_Thomson](http://www.wikiwand.com/es/Robert_William_Thomson)

O principal motivo para a ausência de métodos de pesquisas científicas de grande relevância, até a idade média, é a grande ambiguidade de propósitos e ideologias entre os pesquisadores e as filosofias teológicas da igreja, dominantes naquela época. A valorização dos métodos científicos que suportaram os estudos desenvolvidos por Galileu e Newton, a partir do século XVI, foram observados com o desenvolvimento da física moderna, tal reconhecimento foi dado como principal ponto de partida para as principais mudanças científicas registradas nos dias de hoje.

O desenvolvimento de polímeros sempre esteve associado ao desenvolvimento científico da química, elaborado lentamente pelos alquimistas, principalmente no que refere-se à química inorgânica e com avanços restritos nos estudos da química orgânica. Com base nesses estudos, em 1807, Jöns Jacob Berzelius formulou a teoria da força vital, a qual declara que as substâncias orgânicas podem ser somente sintetizadas por seres vivos e não em laboratório. (ARMOR, 2010).

Em 1828, essa teoria foi desmentida pelo químico alemão Friedrich Wöhler, quando o mesmo sintetizou uréia a partir do cianato de amônio, a partir de uma reação endotérmica.

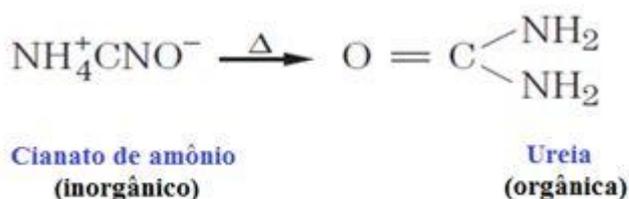


Figura 2 - Friedrich Wöhler e a síntese de uréia a partir do cianato de amônio.

Fonte: <http://www.infoescola.com/quimica/sintese-de-wohler/>  
<http://scienceworld.wolfram.com/biography/Woehler.html>

A partir de 1844 até 1870 registra-se o crescimento acentuado do conhecimento de estruturas moleculares de novas substâncias orgânicas em ascensão, de cerca de 720 para 10.700 substâncias. Neste mesmo período, a quantidade de substâncias inorgânicas ascende de 3.250 para, aproximadamente, 5.300. A diferença quantitativa descrita mostra o avanço registrado nos estudos da química orgânica naquela época (SCHUMMER, 2003).

Os avanços nos estudos da química orgânica registrados foram importantes para o desenvolvimento de polímeros sintéticos, os quais foram capazes de substituir produtos provenientes da natureza, como madeira, couro e fibra. Neste contexto, Christian Frederick Schönbein desenvolveu, em 1846, o primeiro polímero sintético, nitrato de celulose, produzido industrialmente pela primeira vez em 1862 por Alexander Parkes. O polímero produzido foi utilizado na produção de bolas de bilhar, a partir de 1872, mesmo com baixa resistência mecânica. Alguns anos depois, Leo Baekeland desenvolveu em 1907, um polímero denominado por baquelite que é ainda utilizado na atualidade.

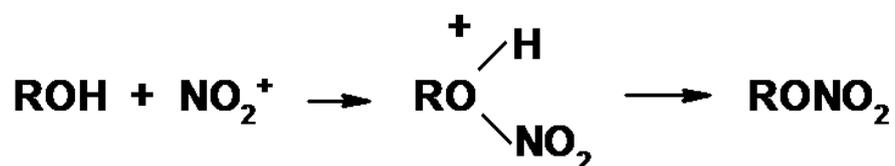


Figura 3 - Formação de nitrato de celulose após tratamento com ácido nítrico na presença de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; ocorre ataque da espécie nitrônio ao oxigênio das OH, gerando o grupamento  $-\text{ONO}_2$ . Fonte: [http://qnint.sbg.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=Rjya4Bms-Eza6Khi\\_ACjRL86Zf7KatlRHyCfxytKMx1ncrJDjPcaF7TeFp9SaoLyNun8MBMcQCfw0UxBlcTwtA==](http://qnint.sbg.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=Rjya4Bms-Eza6Khi_ACjRL86Zf7KatlRHyCfxytKMx1ncrJDjPcaF7TeFp9SaoLyNun8MBMcQCfw0UxBlcTwtA==)

Por conta do desenvolvimento da indústria de petróleo e derivados petroquímicos, a fonte de matéria-prima foi alastrada, assim fortaleceu os estudos de novos polímeros que hoje são utilizados em muitos processos e equipamentos industriais. Ainda sobre o mesmo tópico, essas pesquisas e avanços favoreceram para o desenvolvimento de equipamentos de transformação, tais como as máquinas para extrusão, injeção, entre outros, que expandiram as demandas por polímeros.

Na década de 1930 fez-se o patenteamento do processo de polimerização do polietileno, a partir do monômero de etileno em 1936 e a primeira produção comercial do Poliestireno, na Alemanha, o desenvolvimento da borracha sintética Buna N

(acrilonitrila – butadieno) e Buna S (estireno – butadieno) em 1932, também na Alemanha, e o início da produção industrial de PVC, em 1939, nos EUA, cujos conceitos metodológicos ainda são utilizados até hoje. Isso só foi possível por conta da maior oferta de compostos de melhor qualidade e homogêneos, oriundos das indústrias petroquímicas.

Em 1928, a partir de estudos de polimerização por condensação, conduzidos por Wallace Hume Carothers, desenvolvem-se mais duas novas classes de polímeros, os poliésteres e as poliamidas, utilizados na fabricação de fibras para tecidos sintéticos. Em 1939, a Du Pont produz e vende, pela primeira vez, meias de nylon 6,6. Em 1941, é desenvolvido o poliéster politereftalato de etileno (PET), utilizado na fabricação de fibras, embalagens e garrafas plásticas. Ainda neste ano, 1941, a Alemanha produz pela primeira vez poliuretanos, e espumas de poliuretanos por policondensação. Polímeros como borracha de silicone que contém na sua estrutura molecular átomos de silício, que garantem grande resistência térmica e química e elevados custos de produção são desenvolvidos em 1945 (BOWER, 2002).

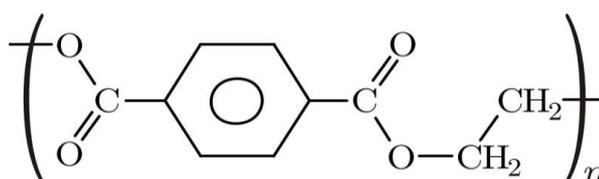


Figura 4 – Fórmula estrutural do politereftalato de etileno

Fonte : [http://quimicokleber.blogspot.com.br/2010\\_04\\_01\\_archive.html](http://quimicokleber.blogspot.com.br/2010_04_01_archive.html)

O alemão Karl Ziegler, em 1953, desenvolveu novos catalisadores de polimerização, os quais foram eficazes para motivar a evolução das poliolefinas (classe de materiais poliméricos classificados como “commoditie”).

Em 1960 são produzidos o policarbonato e logo após as fibras para-amidas. E finalmente na década de 1970-1980 foram feitas combinações entre diversas propriedades poliméricas, o que resultou na criação de blendas poliméricas.

## AULA 2 – Classificação dos polímeros

De acordo com as características tecnológicas é possível dividir os polímeros em dois grupos: os termoplásticos e os termorrígidos. Os termoplásticos são caracterizados por possuírem ligações intermoleculares fracas (dipolo induzido) e assim pode ocorrer facilmente o rompimento entre as cadeias através de energia. Com isso, quando aquecidos, as ligações são quebradas permitindo maior facilidade do movimento de cadeias poliméricas. Por causa da fluidez das cadeias através da aplicação de temperatura, acabam possuindo características fundamentais para esses materiais de serem recicláveis. Esses polímeros em reação com solventes também podem ser explicado pelo tipo de ligação existente nas cadeias, possibilitando o solvente causar o rompimento das ligações.



Figura 5 – Garrafas de Politereftalato de etileno(PET),um exemplo de polímeros termoplástico. Fonte: <http://sertequi.com.br/category/garrafas-pet/>

Já os termorrígidos são polímeros que assumem estrutura tridimensional, reticulada, com ligações cruzadas tornando-se insolúveis e infusíveis através de aquecimento ou outra forma de tratamento. Na última fase da produção deve ser feita corretamente a moldagem de acordo com o objetivo desejado, pois uma vez prontos esses polímeros não amolecem novamente com o calor. A reciclagem desses polímeros é complicada pelo fato de possuírem ligações covalentes responsáveis pelas ligações cruzadas entre cadeias, só tendo a possibilidade de rompimento das ligações das cadeias poliméricas através da introdução de elevada temperatura.



Figura 6 – Telefone feito de baquelite, material termorrígido.

Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/polimeros-condensacao.html>

Consoante ao comportamento mecânico é possível também dividir os polímeros em três grupos: os elastômeros, os plásticos e as fibras. O elastômero é um material macromolecular que possui elasticidade em longa faixa, à temperatura ambiente. A estrutura molecular é semelhante à do termorrígido, porém possui menor número de ligações entre as cadeias, prevenindo o deslizamento das cadeias poliméricas, resultando na deformação permanente do material, contudo permite sua movimentação oferecendo flexibilidade. Por conter semelhança aos termorrígidos, são infusíveis, entretanto existem elastômeros termoplásticos, contendo análogas características por flexibilidade podendo ser moldado e reciclado.

Os plásticos são materiais que contém polímeros orgânicos sintéticos, mesmo que em alguns estágios do seu processamento, os sólidos à temperatura ambiente em seu estado final tornam-se fluídos e possíveis de serem moldados por ação isolada ou conjunta de calor e pressão. Esse componente polimérico é chamado de resina sintética. Plásticos rígidos, em temperatura ambiente, suportam um alto grau de tensão, ou seja, são resistentes quando se tenta esticar ou puxar, porém, não experimentam muita deformação antes de se romperem, ao contrário dos elastômeros. Para romper um plástico rígido é necessária muita tensão, mas não muita energia, pois são plásticos rígidos e mais frágeis. Os plásticos flexíveis são mais resistentes a ruptura por não resistirem à deformação. Apesar de sofrerem ruptura, a uma tensão menor absorvendo mais energia, são plásticos menos rígidos e menos frágeis.

A fibra é composta principalmente de macromoléculas lineares, orientadas longitudinalmente, um corpo que tem elevada razão entre o comprimento e as dimensões laterais. Possuem grande resistência à tensão, porém apresenta uma resistência à compressão muito baixa, desta forma, são fracas quando amassadas ou comprimidas.

## AULA 3 – Tipos de embalagens plásticas e a contaminação ambiental.

As embalagens plásticas são um material polimérico moldável, obtido através de polímeros sintéticos, que são sólidos no seu estado final e que em algum momento de sua fase de produção foram transformados em fluido, tendo a capacidade de se deformarem, sendo adequados à moldagem pela atuação de calor e pressão. Tem como principal matéria prima a nafta, que deriva do óleo bruto e do gás natural.

### Constituição das embalagens

Da nafta, que serve para constituir as embalagens plásticas, são obtidos os monômeros, e sua união com formação de cadeias de alta massa molecular (macromoléculas) ocorre devido a reações chamadas de polimerização, que é a reação química que dá origem aos polímeros.

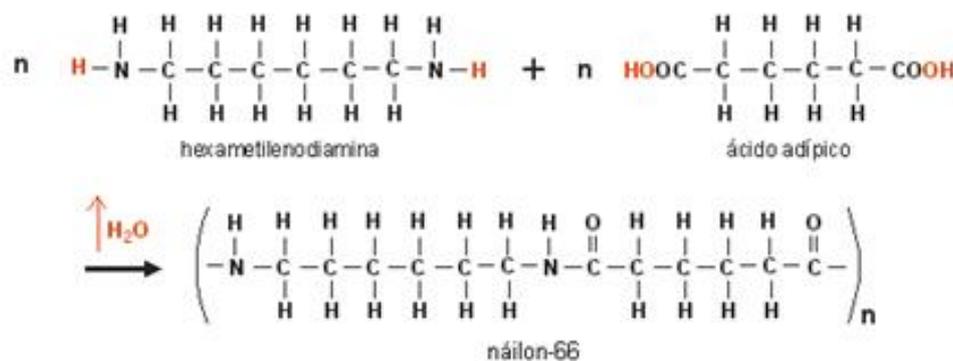


Figura 7 – Exemplo de reação de polimerização.

Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimeros-condensacao.htm>

Para que estas reações sejam possibilitadas, são adicionados ao reator, além dos monômeros, agentes catalisadores para aumentar a velocidade da reação, iniciadores, que dão origem a radicais livres em condições suaves e terminadores de cadeia. Todas essas substâncias são importantes, pois controlam o processo.

Os aditivos são primordiais no processo de transformação em embalagens, e por causa disso, resinas pura dificilmente são processadas. Os aditivos têm outras diversas funções, como melhora das condições de processamento, aumento da estabilidade da resina à oxidação, maior resistência à impactos, aumento ou diminuição da dureza do plástico, maior resistência à chama e redução de custos.

A principal função da embalagem é a proteção do produto, que deve atender aos critérios de preservação do alimento, proteger de fatores ambientais, como a luz,

umidade, oxigênio e microrganismos. Também é necessária a asseguarção da integridade do produto quando for transportado e armazenado.

Algumas das características apontadas são baixo custo, leveza, versatilidade, flexibilidade, sensíveis a oxidação e elevadas temperaturas, permeabilidade a gases, vapor de água e aromas.

### **Quadro 1 - Exemplos de polímeros empregados para a fabricação de materiais de embalagens alimentícias**

<b>Polímeros</b>	<b>Exemplos de aplicações</b>
Polietileno de baixa densidade (PEBD)	Embalagens flexíveis (multicamada e grampeadas); Sacos: grão, açúcar, sal; Potes e frascos: sorvete e mostarda.
Polietileno de alta densidade (PEAD)	Alimentos sensíveis à umidade: cereais matinais, produtos desidratados; Arroz e pratos congelados prontos para consumo.
Polipropileno (PP)	Estruturas laminadas: doces, biscoitos, massas, chocolates; Garrafas sopradas: água mineral, sucos; Embalagens termoformadas: água, margarinas, condimentos, queijos, pratos prontos, tampas.
Policloreto de vinila (PVC)	Embalagens rígidas: óleos comestíveis, água, maionese, vinagre; Filmes esticáveis: frutas, carnes e aves, queijos, vegetais.
Policloreto de vinilideno (PVDC)	Material em multicamada: carnes, queijos, alimentos sensíveis à umidade e gases. Recobrimento para: papel e cartão, celofane, filmes, recipientes rígidos.
Polietileno tereftalato (PET)	Água mineral, óleos comestíveis, molhos, temperos, maionese. Filmes laminados para café, biscoitos, laminados flexíveis esterilizáveis. Embalagens termoformadas para bandejas e potes para uso em forno de microondas.
Poliamida (PA)	Multicamadas: embalagem à vácuo para carnes processados.
Poliestireno (PS)	Laminados para massas, carnes. Embalagens rígidas para balas, sorvetes. Bandejas rígidas para queijos cremosos.
Etileno vinil álcool (EVOH)	Co-extrusados: carne vermelha, carnes processadas, queijos. Laminados: condimentos. Termoformagem: iogurte

Ionômero (I)	Recobrimentos e laminações. Para produtos congelados - carnes e aves. Para queijos, sucos de fruta. Para vinhos, água, óleo, margarina e frutas secas.
--------------	--

Fonte: FABRIS, 2006.

## Contaminação ambiental e sustentabilidade

Para entender a relação entre o uso de plásticos e a sustentabilidade, iremos propor a leitura do texto abaixo

*“Mais de 8 milhões de toneladas de resíduos plásticos vão parar nos oceanos todos os anos. Embora seja um número bastante alarmante, é possível encontrar maneiras de minimizar esses danos. Foi pensando nisso que a embalagem sustentável foi desenvolvida.*

*Embalagens sustentáveis são aquelas feitas de materiais orgânicos, recicláveis ou biodegradáveis e cuja produção demanda menos energia e recursos naturais. Outro aspecto importante de se pensar na hora de considerar uma embalagem como sustentável é o seu descarte. É importante que os impactos causados ao meio ambiente na hora do descarte sejam reduzidos para que a embalagem possa se enquadrar nessa categoria.*

*Alguns exemplos de materiais sustentáveis:*

*PLA (plástico de Poliacido Láctico), é um material biodegradável e que permite a reciclagem química e mecânica. Esse material é feito à base de vegetais. Por isso, usa uma fonte de recursos renováveis que é bio absorvível. A reciclagem é fácil e usa apenas água, não liberando resíduos tóxicos no processo.*

*Polietileno Verde, também chamado de Plástico Verde, é outra opção, pois usa a resina extraída do eteno da cana de açúcar, em vez da tradicional nafta do petróleo. As sacolas ganham a mesma resistência das convencionais, podendo ser reutilizadas várias vezes, e reduzem o impacto ambiental por serem 100% recicláveis. Como a cana de açúcar*

*absorve CO2 no processo de fotossíntese, esse material ajuda a controlar os níveis de gases do efeito estufa emitidos no ar.*

*Além desses modelos, existem as embalagens feitas a base de bagaço da cana de açúcar, de fécula de mandioca, de cogumelo, de milho e de fibras de coco.*

*Uma embalagem sustentável contempla a proporção ideal de embalagem versus produto, otimizando o seu peso específico e proporcionando as condições ideais para o acondicionamento do produto. A sustentabilidade deve ser alcançada por meio da busca pela eficiência em todos os processos ao longo do ciclo de vida da produção da embalagem e do produto, incluindo seu consumo e descarte. Busca-se a sustentabilidade por meio do processo de melhoria contínua fazendo uso das novas tecnologias e da evolução do cenário social, econômico e mercadológico, buscando-se maximizar a distribuição do produto, a segurança do consumidor, o sucesso de seu uso e minimizar a geração de resíduo e desperdício, prevendo a destinação final adequada, oferecendo o reaproveitamento de seu material e não tendo efeitos indesejáveis no meio ambiente.*

*De modo geral, a busca pela sustentabilidade foca na produção garantindo a preservação dos recursos para as próximas gerações. Assim, ao pensar em uma embalagem sustentável, é preciso levar em consideração três pilares: **social, ambiental** e o **econômico**.*

*No entanto, é preciso entender que não existe um processo de produção completamente sustentável. **A sustentabilidade é uma jornada em busca das melhores opções para aperfeiçoar as técnicas e reduzir ao máximo o impacto no meio ambiente.***

*O uso de embalagens retornáveis representa uma boa maneira de conscientizar a população sobre a importância de preservar os recursos naturais, que são limitados e já começam a ficar escassos. O exemplo é a melhor forma de ensinar, pois motiva a replicação do comportamento. Então, assumir esse papel é fundamental, uma vez que demonstra preocupação com o bem-estar das próximas gerações.*

*Com tantos benefícios, fica fácil compreender que as embalagens sustentáveis têm um excelente custo-benefício. Além de reduzir custos, elas contribuem com a preservação do planeta. Ou seja, a palavra-chave é SUSTENTABILIDADE.”*

*Autora: Tairine Horn*

## **AULA 4 – Pós consumo dos plásticos**

Com o crescente consumo de produtos plásticos, a reciclagem de materiais poliméricos passou a ter uma grande importância, já que há uma relação proporcional entre o consumo desses produtos - como as embalagens - e suas implicações ambientais (FORLIN, 2002). Esse grande volume de produtos plásticos também representa um desafio que exige uma abordagem completa de todo o processo de produção, assim como na conservação do produto, como já foi citado anteriormente no capítulo 2.

### **Panorama da reciclagem**

A reciclagem é muito relevante em termos ambientais, já que colabora na redução de emissão de resíduos sólidos ao meio ambiente e também permite a reutilização desses resíduos, o que causa diminuição de energia gasta, da procura por material virgem e das emissões de CO<sub>2</sub> (PINTO et al, 2012).

No gráfico abaixo é bem notável a proporcionalidade entre a reciclagem e a diminuição de energia gasta.

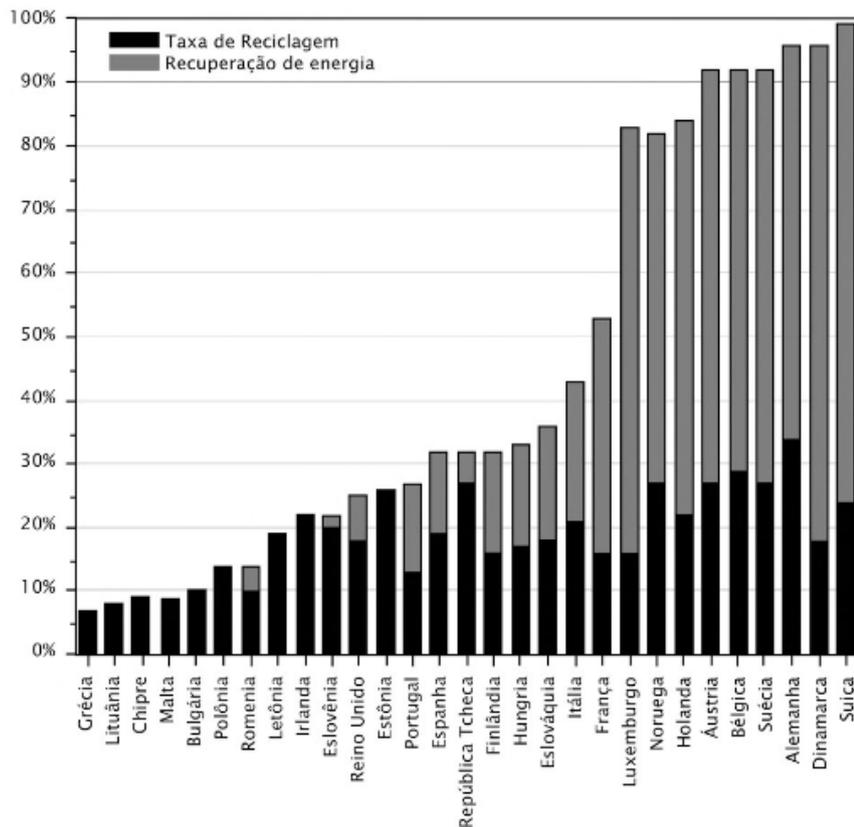


Figura 8 – Taxas de reciclagem e recuperação de energia por país.

[https://books.google.com.br/books?id=oGhqHBWO2-cC&pg=PA171&lpg=PA171&dq=epra+2011+taxas+de+reciclagem&source=bl&ots=daMOo2EpU1&sig=s\\_I\\_5gijMafXRPP2hGlfEbhrAY&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEWjm84PrsufPAhVDFpAKHSU7AL8Q6AEIHjAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=oGhqHBWO2-cC&pg=PA171&lpg=PA171&dq=epra+2011+taxas+de+reciclagem&source=bl&ots=daMOo2EpU1&sig=s_I_5gijMafXRPP2hGlfEbhrAY&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEWjm84PrsufPAhVDFpAKHSU7AL8Q6AEIHjAA#v=onepage&q&f=false)

Dois características bem importantes nas operações de reciclagem é o comportamento termo-físico – termoplásticos e termorrígidos - e os contaminantes. É necessária uma total avaliação para saber se o polímero futuramente reciclado tem algum contaminante e se tiver, deve haver a devida separação destes.

É importante ressaltar que os produtos reciclados provêm da fase pós-industrial e do pós-consumo. Os plásticos do próprio descarte industrial são quase sempre homogêneos e ausentes de contaminação, o que torna sua reciclagem mais fácil, já os rejeitos originados do pós-consumo normalmente contêm contaminantes e são misturados a outros materiais.

## Tipos de reciclagem de polímeros

A reciclagem de polímeros pode ser classificada em três categorias: mecânica, química e energética. A reciclagem mecânica pode ser feita através do reprocessamento por extrusão, termoformagem e moldagem por compressão e se divide em dois grupos:

- Reciclagem primária: É a conversão de resíduos poliméricos industriais por técnicas de processamento com características originais aos produtos originais.
- Reciclagem secundária: É a conversão de resíduos poliméricos de algum produto para a obtenção de outro produto.

Para que a reciclagem mecânica seja realizada é necessário que seja feita a separação dos resíduos, a moagem, a lavagem, a secagem, o reprocessamento e a conversão do polímero em produto final. Há diversas variações nessa etapa de acordo com o polímero que estiverem lidando.

É importante ressaltar que uma das partes mais importantes desse processo é a primeira – a separação – e que por meio dela é necessário controlar as impurezas a níveis menores que 1% m/m. Dependendo da forma da coleta, do que o mercado necessita ou o custo, o processo de separação pode ser manual ou automatizado. No Brasil, de acordo com Spinacé e Paoli, a maioria das empresas de reciclagem é de pequeno porte, então eles optam pelo processo manual. A separação pode ser feita de várias maneiras, como por exemplo: através da identificação da simbologia do produto, testes de odor, vapores de queima, aparência da chama, temperatura de fusão, solubilidade, entre outros.

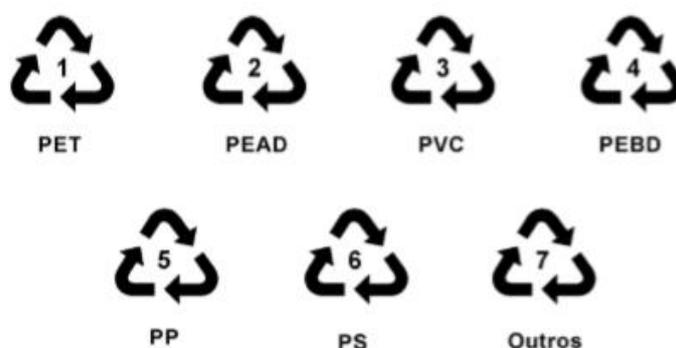


Figura 9 - Simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas, de acordo com a Norma NBR 13.230 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Fonte: SPINACÉ E & PAOLI, 2005.

Outro método muito utilizado pelas empresas brasileiras é a separação por diferença de densidades – flotação - uma separação automatizada feita em sua maioria em PE, PP, OS, PVC e PET.

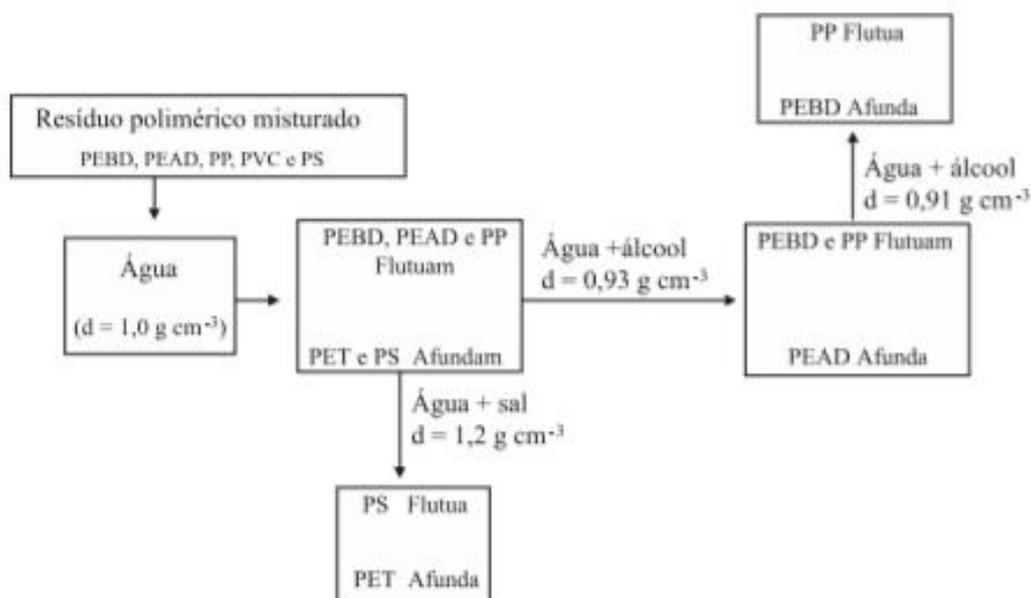


Figura 10 - Esquema de separação de polímeros por diferenças de densidade.

Fonte: SPINACÉ E & PAOLI,2005.

É possível fazer a utilização do conteúdo energético do resíduo polimérico por meio da incineração se o reuso não for prático ou econômico. O conteúdo de energia dos polímeros é alto e muito maior que de outros materiais. O valor calórico de 1 kg de resíduo polimérico é comparável ao de 1 L de óleo combustível e maior que o do carvão. Os resíduos poliméricos contidos no resíduo sólido urbano fornecem 30% deste valor calórico, proporcionando a produção de eletricidade, vapor ou calor. Os polímeros que possuem halogênios (cloro ou flúor) em suas cadeias podem prejudicar durante a combustão devido à liberação de HCl ou HF, podendo também ser uma fonte de emissão de dioxinas. Atualmente é usado gás de lavagem para diminuir a emissão de HCl aos limites legais. Os polímeros contendo nitrogênio em sua estrutura liberam NOx. Além de tudo, na combustão pode ocorrer a liberação de metais, compostos orgânicos originados de tintas, pigmentos, cargas ou estabilizantes presentes nos polímeros.

## **AULA 5 – A tecnologia aplicada às Ciências**

Conhecer a importância da tecnologia e sua aplicação direta nas Ciências da Natureza, no contexto da inovação caracterizam o desenvolvimento da sociedade em várias áreas como na Biotecnologia, Saúde Humana, Nanotecnologia, produção de novos materiais e a formação novas matrizes energéticas.

### **Biotecnologia**

É o ramo da Biologia que desenvolve tecnologias a partir de organismos vivos, ou matéria-prima a partir deles, baseado nos processos biomoleculares e celulares, para criar ou modificar produtos e resolver problemas na sociedade.

A biotecnologia de acordo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, tem tido avanços significativos na saúde humana. Novos medicamentos têm sido criados, em especial para doenças raras ou não tratadas previamente. Os métodos de produção fornecem versões mais seguras de tratamentos existentes em quantidades ilimitadas.

A Biotecnologia continuará a proporcionar novos avanços na investigação clínica nos próximos anos e continuará a oferecer alternativas aos atuais tratamentos convencionais disponíveis. Segundo o próprio site da Agenda 2030: O lançamento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela Organização das Nações Unidas, em setembro de 2015, representa um importante sinal de convergência para o futuro do planeta. Os ODS, também conhecidos como Agenda 2030, são uma evolução dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), uma parceria global entre os países-membros da ONU para a execução de um “plano de ação para as pessoas, o planeta e para a prosperidade”.

“A Agenda 2030 e os ODS afirmam que para por o mundo em um caminho sustentável é urgentemente necessário tomar medidas ousadas e transformadoras. Os ODS constituem uma ambiciosa lista de tarefas para todas as pessoas, em todas as partes, a serem cumpridas até 2030.

## Nanotecnologia

A nanotecnologia é uma ciência que se dedica ao estudo da manipulação da matéria numa escala atômica e molecular, lidando com estruturas entre 1 e 1 000 nanômetros. Pode ser utilizada em diferentes áreas como: a medicina, eletrônica, ciência da computação.

Entre países que se figuram como gigantes em investimento e nanotecnologia, temos Estados Unidos, Rússia, Japão e os países da alta cúpula da Europa, nos últimos levantamentos o Brasil chegou a ocupar o top 10., atuando em áreas como: computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais. Dentre as principais aplicações da nanotecnologia temos:

- Otimização nos equipamentos médicos;
- Tratamento eficiente em órgãos-alvo;
- Melhoria na detecção de doenças complexas;
- Aplicação inovadora na medicina preventiva;

## Atividades propostas

**1) Polímeros são macromoléculas orgânicas construídas a partir de muitas unidades pequenas que se repetem, chamadas monômeros. Indique a alternativa que apresenta somente polímeros naturais.**

- a) Celulose, plástico, poliestireno.
- b) Amido, proteína, celulose.
- c) Amido, náilon, polietileno.
- d) Plástico, PVC, teflon

**2) Polímeros (do grego *poli*, muitas, *meros*, partes) são compostos naturais ou artificiais formados por macromoléculas que, por sua vez, são constituídas por unidades estruturais repetitivas, denominadas \_\_\_? \_\_\_?\_\_\_. Assim, entre outros exemplos, podemos citar que o amido é um polímero originado a partir da glicose, que o polietileno se obtém do etileno, que a borracha natural, extraída da espécie**

vegetal *Hevea brasiliensis* (seringueira), tem como unidade o \_\_\_? \_\_\_?\_\_\_ e que o polipropileno é resultado da polimerização do\_\_\_? \_\_\_?\_\_\_.

As lacunas são preenchidas, correta e respectivamente, por:

- a) elastômeros, estireno e propeno;
- b) monômeros, isopreno e propeno;
- c) anômeros, cloropreno e neopreno;
- d) monômeros, propeno e isopreno;
- e) elastômeros, eritreno e isopreno.

**3) As principais classes de polímeros sintéticos são:**

- a) polímeros de adição, polímeros termofixos e elastômeros.
- b) polímeros de adição, polímeros de condensação e polímeros de rearranjo.
- c) polímeros artificiais e polímeros naturais.
- d) polímeros termorrígidos e polímeros termoplásticos.
- e) polímeros lineares, polímeros tridimensionais, polímeros de baixa densidade e polímeros de alta densidade.

**4) O polietileno é um dos polímeros mais empregados na fabricação de utensílios utilizados no cotidiano. Esse polímero pode ser sintetizado por diferentes rotas, obtendo-se cadeias carbônicas longas e altamente lineares, praticamente sem ramificações, ou cadeias carbônicas de menor tamanho e com maior número de ramificações. As propriedades físicas desse polímero são alteradas de acordo com o tipo de cadeia carbônica formada. A esse respeito, é correto afirmar:**

- a) As cadeias altamente lineares permitem a máxima interação entre elas e conduzem à formação de um polietileno com maior resistência mecânica.
- b) As cadeias com ramificações permitem a formação de ligações cruzadas e conduzem à formação de um polietileno mais cristalino.
- c) As cadeias com ramificações aumentam a densidade do polímero e levam à formação do polietileno de alta densidade (PEAD).
- d) As cadeias altamente lineares diminuem a densidade do polímero e levam à formação do polietileno de baixa densidade (PEBD).
- e) As cadeias com ramificações levam à formação de um polímero termofixo e impedem que o polietileno possa ser moldado em temperaturas elevadas.

## Resumo

Os polímeros são macromoléculas (moléculas de grande extensão) formadas pela união de várias moléculas pequenas, chamadas de monômeros, e o processo pelo qual isso é feito é denominado polimerização. A indústria petroquímica é a principal responsável pela utilização de derivados do petróleo ou do gás natural como matéria-prima, nos traz conforto e praticidade, sem que imaginemos quanta tecnologia e conhecimento estão envolvidos nas coisas mais simples.

Uma das principais formas de classificação dos polímeros, está relacionada com as características tecnológicas, onde é possível dividir os polímeros em dois grupos: os termoplásticos e os termorrígidos. Os termoplásticos são caracterizados por facilmente, quando aquecidos, permitirem sua fusão, as ligações são quebradas permitindo maior facilidade do movimento de cadeias poliméricas e sendo, portanto, facilmente moldáveis. Já os termorrígidos são polímeros que assumem estrutura tridimensional, reticulada, com ligações cruzadas tornando-se insolúveis e infusíveis através de aquecimento ou outra forma de tratamento.

O uso de embalagens retornáveis representa uma boa maneira de pensarmos em sustentabilidade e a melhor forma de ensinar, pois motiva a replicação do comportamento e portanto a agressão ocasionada pelo uso indiscriminado de materiais poliméricos que podem agredir o meio ambiente, devemos assumir esse papel, uma vez que demonstra preocupação com o bem-estar das próximas gerações.

A importância da tecnologia e sua aplicação direta nas Ciências da Natureza, na Biotecnologia, Nanotecnologia e na produção de novos materiais caracterizam o contexto da inovação e o desenvolvimento da sociedade, frente aos novos desafios do futuro.

## Considerações finais

É praticamente impossível pensar o dia a dia sem a participação de algum produto obtido a partir da indústria petroquímica. Essa indústria, que utiliza derivados do petróleo ou do gás natural como matéria-prima, nos traz conforto e praticidade, sem que imaginemos quanta tecnologia e conhecimento estão envolvidos nas coisas mais simples.

Existem produtos oriundos dessa indústria em roupas, colchões, embalagens para alimentos e medicamentos, brinquedos, móveis e eletrodomésticos, carros, aviões

e até nos xampus e cosméticos. Isso se deve em parte à petroquímica, que transforma o petróleo refinado em produtos que são a base para grande parte da indústria química.

As matérias-primas para os petroquímicos são a nafta, produzida nas refinarias, e o gás

natural. Os produtos petroquímicos são classificados como básicos, intermediários e finais. Os petroquímicos básicos são eteno, propeno, butadieno, aromáticos, amônia e o metanol, a partir

dos quais é produzida uma grande diversidade de intermediários. Estes, por sua vez, serão transformados em produtos petroquímicos finais como os plásticos, borrachas sintéticas,

detergentes, solventes, fios e fibras sintéticos, fertilizantes, etc.

Complementando nosso conhecimento sobre polímeros, as principais aplicações de alguns dos produtos petroquímicos básicos:

Eteno – o seu principal derivado é o polietileno que é usado na fabricação de sacos plásticos para embalagem de produtos alimentícios e de higiene e limpeza, utensílios domésticos, caixas

d'água, brinquedos e playgrounds infantis. Dentre suas outras aplicações podemos destacar o PVC, usado na construção civil, em calçados e em bolsas de sangue.

Propeno – é a matéria prima para o polipropileno, usado, por exemplo, em embalagens alimentícias e de produtos de higiene e limpeza, peças para automóveis, tapetes, tecidos e móveis. Apresenta, além dessa, diversas outras aplicações como, por exemplo, produção de derivados acrílicos para tintas, adesivos, fibras e polímero superabsorvente para fraldas descartáveis.

Butadieno – usado principalmente na produção de borracha sintética, em pneus e solados para calçados, por exemplo.

Aromáticos – são matérias-primas para produtos como o PET utilizado em garrafas e fibras sintéticas, e o poliestireno, material empregado em eletroeletrônicos e eletrodomésticos.

## **INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS**

ATKINS, Peter. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.

BROWN, Lawrence S.; HOLME, Thomas A. Química geral aplicada à engenharia. Cengage, 2009.

CATALÁ, R; GAVARA, R. *Fundamentos y mecanismos de los fenómenos de migración*. Instituto de Agroquímica e Tecnologia de Alimentos, CSIC: Valencia; 2002. 346p.

FERNANDES, Fabiano. LONA, Liliane. *Introdução à modelagem de sistemas de polimerização*. Disponível em:< [http://www.nadp.ufc.br/Polm\\_Livro.pdf](http://www.nadp.ufc.br/Polm_Livro.pdf) >. Acesso em: 01 de março de 2021.

RUSSEL, John B. Química geral. V. 1 e v. 2.

Urbesco, J.; Salvador, E. Química – Química Orgânica; volume 3; 10a edição; São Paulo: Saraiva, 2005. 512p.