

Ande por sua casa e observe cuidadosamente as coisas que você tem a sua volta: os móveis, as cortinas, os tapetes, os eletrodomésticos, os utensílios de cozinha, as roupas dentro da gaveta, os brinquedos das crianças. Agora olhe pela janela. Observe os veículos que circulam pela rua, as vitrines das lojas, as roupas e calçados das pessoas. Entre no supermercado, analise as embalagens. Todas essas coisas têm algo em comum. Você sabe o que é?

Se você não sabe, não vamos fazer suspense: é um material que praticamente se confunde com o século XX. Embora inventado por volta de 1870, ele só foi industrializado com sucesso em 1909. Estamos falando de uma enorme família: a família do plástico. Inventado a partir de uma necessidade de mercado, o plástico surgiu de uma tentativa de substituir um material natural. Depois de uma lenta evolução até a Segunda Guerra Mundial, tornou-se a matéria-prima essencial de inúmeros produtos antigos e novos. Assim, a cada necessidade, logo sai dos laboratórios de pesquisa um material sintético mais versátil, mais uniforme e mais econômico.

Vamos, então, nesta aula, estudar um pouquinho da história do plástico. Vamos ter também informações sobre sua estrutura química, características, fabricação e aplicações. E, finalmente, vamos comentar o impacto desse material no meio ambiente, e gostaríamos que você refletisse e discutisse com seus amigos sobre isso.

## Um pouco de história

Durante milhares de anos, o homem aproveitou os materiais que ele via na natureza. Alguns desses materiais, como a madeira e a pedra, ele trabalhava do jeito que estavam. Outros, como os metais, ele foi descobrindo pouco a pouco e, na maioria das vezes, por acaso. E então o homem percebeu que podia modificar, fundir, adicionar elementos, formar ligas e refinar. O plástico é o único material que foi realmente “inventado”.

Os autores pesquisados apresentam datas diferentes para sua invenção: 1863, 1864, 1868, 1870. Mas, em um aspecto todos concordam: o plástico surgiu da procura por um substituto do marfim na fabricação de bolas de bilhar. Quem conseguiu isso foi o norte-americano chamado John Wesley Hyatt. Depois de várias tentativas frustradas, ele descobriu sem querer, ao derramar uma garrafa de colódio (ou nitrocelulose), que este se aglutinava como uma cola. Acrescentando cânfora ao nitrato de celulose e submetendo essa mistura a uma determinada pressão e temperatura ele obteve um material moldável ao qual deu o nome de celulóide.

### Acredite se quiser

Por não ser químico e não conhecer as propriedades explosivas da nitrocelulose, John Hyatt fez experiências que um químico não faria e os pesquisadores não sabem até hoje como ele sobreviveu a elas.

As primeiras bolas de bilhar fabricadas por Hyatt consistiam de um núcleo de pó de marfim ligado com laca e recoberto com uma camada de colódio (nitrocelulose). As bolas assim fabricadas explodiam quando batiam umas nas outras.

O celulóide tinha vários defeitos e contribuiu para a má fama inicial dos materiais sintéticos: era instável, decompunha-se facilmente quando exposto à luz e ao calor e era altamente inflamável.

O primeiro plástico fabricado pelo homem através de síntese foi a resina **fenol-formaldeído**, desenvolvida pelo físico e químico

**Autoclave** é um aparelho usado para esterilizar instrumentos por meio de vapor a alta pressão e temperatura.

[illegible]

197

a resposta. Passe para a próxima parte da aula na qual tentaremos resolver este enigma.

### **Antes de parar e estudar**

Antes de continuar, releia a primeira parte da aula e faça o exercício a seguir.

### **Exercício**

1. Escreva **F** na frente das sentenças falsas e **V** na frente das sentenças verdadeiras. Depois, corrija as falsas e reescreva-as.
  - a) ( ) O plástico foi inventado por volta de 1870, mas só começou a ser industrializado com sucesso em 1909.
  - b) ( ) O plástico surgiu de uma necessidade de mercado.
  - c) ( ) A qualidade do baquelite e suas inúmeras aplicações levaram a novas pesquisas que criaram plásticos com propriedades cada vez melhores.
  - d) ( ) A indústria automobilística, eletroeletrônica, de construção civil e de material esportivo foram beneficiadas pelas novas aplicações dos materiais plásticos.

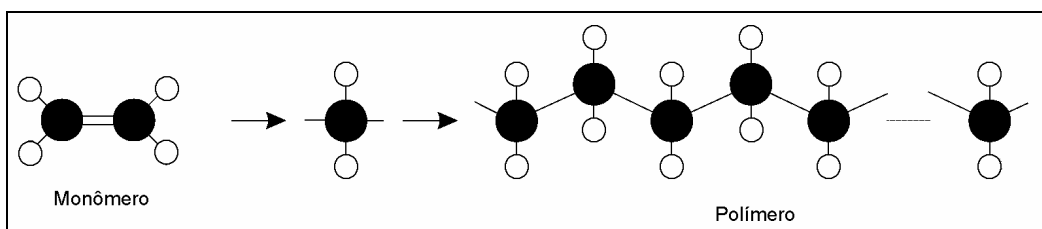
### **O que é o plástico?**

Se você for ao dicionário, encontrará uma explicação mais ou menos parecida com esta: *plástico é todo o material que tem a propriedade de adquirir e conservar uma forma determinada pela ação de uma força exterior*. Por essa definição, uma grande variedade de materiais pode ser entendida como “plástico”. Assim, por exemplo, tanto uma porção de argila misturada à quantidade adequada de água, quanto o aço aquecido a uma temperatura em torno de 800°C são materiais plásticos. Todavia, quando nos referimos ao plástico, estamos falando de um grupo de materiais sintéticos que, no processamento, é

aquecido e que, na temperatura em que está “plástico”, amolece sem se tornar líquido, podendo ser moldado. O nome mais adequado para esse material seria “plastômero”, ou seja, polímero plástico.

Quimicamente, os plásticos são polímeros formados por várias cadeias de **macromoléculas** de alto peso molecular. Os **polímeros** são fabricados a partir de compostos químicos simples, chamados **monômeros**. Observe na ilustração a seguir a diferença entre um monômero e um polímero.

**Macromoléculas** são moléculas com um grande número de átomos e grande peso molecular. Para se ter uma idéia do que isso significa, basta lembrar que o peso molecular da água é 18 u.m.a. (unidade de massa atômica) e o peso molecular típico para um polímero é 30.000 u.m.a.



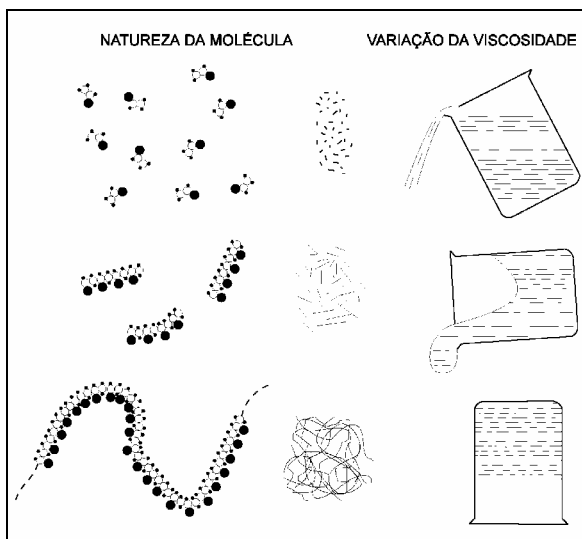
Veja que o grande peso molecular é obtido com a repetição em longas cadeias de um mesmo monômero. Observe, também, que os principais elementos químicos que entram na composição do monômero e do polímero, são o carbono e o hidrogênio. Outros elementos como o oxigênio, o nitrogênio ou o cloro também podem fazer parte dessa molécula em alguns tipos de plásticos.

Como exemplos de monômeros, podemos citar o fenol, o cloreto de vinila, o propeno, o etileno etc. Por meio de aquecimento de compostos como esses, com ou sem a presença de um catalisador, ocorre a polimerização e obtém-se o plástico.

**Catalisar** é aumentar a velocidade de uma reação química pela presença e atuação de uma substância que não se altera no processo. Portanto, o catalisador é a substância que aumenta a velocidade da reação química.

Mas, o que será que acontece dentro do material durante o processamento? Bem, se pudéssemos olhar lá dentro, enquanto o material é aquecido, veríamos cadeias de moléculas formando “fios”. Esses fios têm a facilidade de deslizar uns sobre os outros e quando o material esfria, os fios se juntam e se entrelaçam sem se romper significativamente. É como se estivéssemos vendo um prato de espaguete, no qual cada fio representa uma cadeia molecular.

A ilustração a seguir demonstra como isso acontece com um composto de vinila: na **fase 1**, o líquido flui com a facilidade idêntica à da água (as moléculas estão relativamente pequenas); na **fase 2**, as moléculas atingem um tamanho que permite o aumento da viscosidade; na **fase 3**, a polimerização se completa e as moléculas tornam-se bastante longas aglutinando-se sem se romper. Nessa fase, o polímero está tão viscoso que pode ser considerado um sólido. Isso é a **polimerização**.



Quando, na formação das macromoléculas, participam mais do que um tipo de monômero, obtém-se plásticos chamados copolímeros. Dependendo da disposição dos diferentes monômeros nas moléculas dos copolímeros, estes apresentam diferentes características físico-químicas.

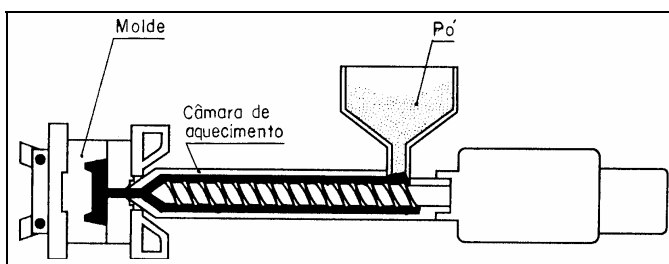
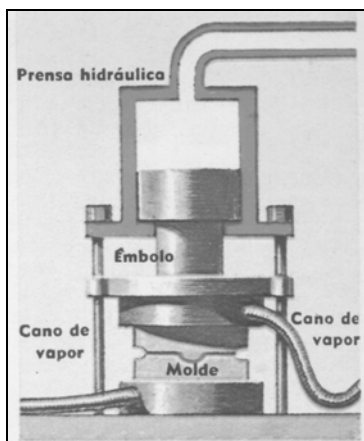
Os tipos ou famílias dos materiais plásticos são obtidos pelo uso de um monômero diferente ou de diferentes combinações de monômeros. As propriedades de cada tipo são determinadas pelo

processo de obtenção e pelo uso (ou não) de determinados tipos de aditivos e cargas.

As matérias-primas básicas para a obtenção da maioria dos materiais plásticos são de origem natural ou sintética. O quadro a seguir mostra alguns produtos derivados de cada tipo de matéria-prima.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Origem</b>	<b>Produto</b>
Celulose	Natural	Acetato de celulose Nitrato de celulose
Caseína	Natural	Galalite
Óleo de rícino	Natural	Náilon
Amônia e Uréia	Natural	Uréia-formaldeído
Acetileno	Sintético	Policloreto de Vinila (PVC) Poliacrilovinila
Propeno	Sintético	Polipropileno
Etileno	Sintético	Polietileno
Benzeno	Sintético	Náilon Poliste
Etileno + Benzeno	Sintético	Poliestireno

Os materiais plásticos são obtidos pela reação química realizada com a ajuda de calor, pressão e elemento catalisador. Os processos de obtenção dos produtos incluem moldagem por compressão, extrusão, injeção, conformação a vácuo, corte em estampas e usinagem. As ilustrações a seguir mostram a representação esquemática de dois tipos de moldagem: por compressão e por injeção.



Para a fabricação das peças, o material plástico é fornecido na forma de grãos grossos, lisos e sem rebarbas, medindo entre 2 e 3 mm, para facilitar o deslizamento nas máquinas injetoras. Pode também ser apresentado semi-transformado, isto é, transformado em forma de barras, placas ou chapas finas. As barras e as placas se destinam a obtenção de peças pelos processos convencionais de usinagem. As chapas finas e os laminados podem ser cortadas em estampos, ou conformadas a vácuo.

Será que agora você já tem uma idéia do que seja o plástico? Então, que tal estudar um pouquinho esta parte da aula?

Releia tudo prestando atenção nas palavras novas. Sublinhe os trechos que você achar importante e copie-os em seu caderno, formando um resumo. Depois, faça o exercício a seguir.

## **Exercícios**

### **2. Complete:**

- a) Do ponto de vista químico, os plásticos são cadeias de macromoléculas de grande peso molecular chamadas .....
- b) O nome mais adequado para o plástico seria .....
- c) Os polímeros são fabricados a partir de compostos químicos simples chamados .....
- d) Os principais elementos químicos que entram na composição dos monômeros e dos polímeros são ..... e .....
- e) Por meio do aquecimento de compostos como o fenol, o cloreto de vinila, ..... e ....., com ou sem a presença de um catalisador, ocorre ..... e obtém-se o plástico.
- f) Quando, na formação das macromoléculas, participam mais de um tipo de monômero, obtém-se plásticos chamados de .....

- g) Os processos de obtenção dos produtos de plástico incluem moldagem por compressão, ....., ....., conformação a vácuo, corte em estampas, ..... .
  - h) O material plástico para processamento é fornecido sob a forma de grãos ....., ..... e sem ..... medindo entre 2 e 3 mm, para facilitar o fluxo do material nas injetoras.
  - i) O material pode ser fornecido também já semi-transformado, ou seja, em forma de ....., ..... ou ..... .
  - j) As chapas finas e os laminados podem ser cortadas em ..... ou ..... a vácuo.
3. Faça corresponder a matéria-prima à sua respectiva origem, escrevendo as palavras sintético ou natural na frente de cada alternativa a seguir.
- a) Acetileno: .....
  - b) Óleo de rícino: .....
  - c) Amônia e uréia: .....
  - d) Benzeno: .....
  - e) Celulose: .....
  - f) Propeno: .....

### A grande família dos plásticos

Observando a imensa variedade de produtos plásticos que nos cercam, você pode ter uma idéia do tamanho dessa família, que se divide em dois grandes grupos. Esses grupos são determinados pela maneira como as resinas plásticas reagem em relação ao calor. Assim, os plásticos podem ser **termofixos** ou **termoplásticos**.

Os materiais plásticos termofixos são aqueles que se tornam plásticos, ou seja amolecem, por meio de calor, sofrem transformação química em sua estrutura e, ao endurecerem, adquirem a forma do molde na qual foram moldados, não podendo mais ser amolecidos. Se forem reaquecidos nas temperaturas de proces-

A collection of various bottles and containers of beverages and personal care products, arranged on a dark surface. The items include a large jar of white cubes (likely sugar), a bottle of Midway Corn, a bottle of Pandemic, a bottle of Mazola, a bottle of Schweppes Tonic Water, a bottle of Pepsi, a bottle of 7UP, a bottle of Dr. Pepper, a bottle of Benlyin, a bottle of DM, a bottle of Solist, a bottle of Orange Honey, and a tube of Olay. The bottles are of various shapes and sizes, some with labels and some without. The labels are in various colors and fonts, including English and Chinese characters. The background is dark and out of focus.

## Para parar e estudar

Neste ponto é importante parar, para que você releia a segunda parte da aula e aprenda a diferença entre os dois tipos de plásticos. Faça uma leitura cuidadosa e resolva os exercícios a seguir.

### Exercício

4. Escreva **TMF** para materiais termofixos e **TMP** para termoplásticos, conforme a reação das resinas plásticas em relação ao calor:
- a) ( ) Podem ser moldados em novas formas se forem reaquecidos.
  - b) ( ) Tornam-se plásticos por meio do calor, sofrem transformação química e adquirem a forma na qual foram moldados, não podendo mais ser amolecidos.
  - c) ( ) Só podem ser moldados uma única vez.
  - d) ( ) Se reaquecidos, serão destruídos e não readquirirão a plasticidade.
  - e) ( ) Baquelite, epoxi e silicone.
  - f) ( ) PVC, náilon, polietileno.

### Melhorando as propriedades dos materiais plásticos

O material plástico, como qualquer outro, tem propriedades exclusivas que permitem substituir materiais tradicionais com eficiência e economia. Ele apresenta, entre outras características, baixo peso, alta resistência à corrosão, baixa condutividade térmica e elétrica, facilidade de conformação, boa resistência às soluções salinas e ácidas, boa aparência, baixo coeficiente de atrito.

Como a qualquer outro material, também é possível acrescentar ao plástico **aditivos** capazes de melhorar suas características físico-químicas e sua aparência, facilitar o processamento ou conferir-lhe qualidades especiais.

**Aditivos** são substâncias acrescentadas a um plástico para conferir, eliminar, diminuir ou aumentar determinada propriedade, ou conjunto de propriedades. Nesse grupo encontram-se os lubrificantes, os estabilizantes, os plastificantes, os retardadores de chama, os agentes antiestáticos, as cargas e os pigmentos.

Cada um tem uma função determinada. Assim, os lubrificantes facilitam o fluxo do material durante o processamento, impedindo que ele “grude” nos componentes do equipamento. Os estabilizantes retardam a degradação provocada pelo calor do processamento e pela luz ultravioleta (UV). Os plastificantes, geralmente líquidos, aumentam a flexibilidade, facilitando o processamento. Os retardadores de chama são incorporados aos plásticos por questão de segurança, para impedi-los de pegar fogo, propagar chama e fumaça. Os agentes antiestáticos impedem a criação ou o armazenamento de eletricidade estática nas peças e produtos fabricados de termoplásticos.

As cargas são substâncias incorporadas a um material base, mas que não solubilizam nem reagem com ele. O objetivo dessa adição é diminuir o custo do material ou aumentar algumas propriedades definidas e conferir-lhe características especiais. Talco e caulim são as cargas usadas com maior frequência.

Os pigmentos são substâncias orgânicas e inorgânicas que conferem cor ao material a fim de melhorar seu aspecto. Eles são naturais, quando obtidos pela moagem de minerais como a sílica e o óxido de ferro. Ou sintéticos, como os óxidos e os cromatos, que são produzidos através de reações químicas. Estes elementos de adição são incorporados ao material plástico mecanicamente por meio de máquinas extrusoras, calandras ou por misturadores do tipo Banbury.

### **Para parar e estudar**

Os aditivos são importantes substâncias agregadas às resinas plásticas antes do processamento para que eles adquiram certas

características. Essa é uma informação importante. Estude esta parte da lição com atenção e faça os exercícios a seguir.

### Exercícios

Escreva **F** ou **V** conforme sejam falsas ou verdadeiras as alternativas a seguir:

5. Com relação aos aditivos agregados às resinas plásticas antes do processamento apresentam
- a) ( ) baixo peso.
  - b) ( ) alta condutividade térmica e elétrica.
  - c) ( ) alta resistência à corrosão.
  - d) ( ) facilidade de conformação.
  - e) ( ) alto coeficiente de atrito.
  - f) ( ) boa resistência às soluções salinas e ácidas.
  - g) ( ) boa aparência.
6. Resolva as seguintes questões:
- a) Cite ao menos três substâncias que são acrescentadas a um plástico para eliminar, diminuir ou aumentar as propriedades desse material.
  - b) Descreva a função dos lubrificantes (1), estabilizantes (2) e retardadores de chama (3) que são acrescentados aos plásticos.
    - 1. ....
    - 2. ....
    - 3. ....
  - c) Por que as cargas são incorporadas ao plástico?
  - d) Quais são as cargas usadas com mais frequência?
  - e) O que são pigmentos? Dê exemplos.

### O plástico e o ambiente

O plástico tem muitas qualidades, mas também alguns defeitos: baixa resistência mecânica e ao calor, pouca estabilidade dimensional, alto coeficiente de dilatação, dificuldade de ser reparado

quando danificado. Seu maior defeito, porém, parece ser o fato de que a maioria dos plásticos não é biodegradável, ou seja, a natureza, com a luz e o calor do sol, não consegue transformá-lo em uma substância que ela possa absorver. O plástico, portanto, não desaparece como a madeira que, quando apodrece, é absorvida pela terra.

Assim, os objetos de plástico que você joga fora e que vão para os depósitos de lixo, ou que se espalham de maneira pouco civilizada na grama dos parques, das praças ou nas areias das praias se acumulam e poluem o meio ambiente. A reciclagem é um modo de reaproveitar e controlar a quantidade de material plástico lançado na natureza. Reciclando garrafas e embalagens, por exemplo, novos produtos são fabricados sem a produção de mais material plástico, tão agressivo ao meio ambiente. Mas, o ideal seria a utilização de plásticos biodegradáveis. As pesquisas para isso estão avançadas, porém esbarram no fator econômico: enquanto o material plástico não biodegradável for mais barato, não haverá espaço para um outro material com as mesmas características e que não polua o meio ambiente.

### **Para parar e estudar**

Por esse motivo e por enquanto, muita pressão deve ser feita para que a maior quantidade possível de material plástico seja reciclado. A ordem é proteger o meio ambiente.

### **Exercícios**

7. Esta manchete saiu no jornal **Folha de S. Paulo**. Comente a iniciativa do fabricante do jeans. Ela é benéfica? Por quê?

***Empresa lança jeans  
de plástico reciclado***

*Produto chega ao mercado em abril*

### Avalie o que você aprendeu

8. Preencha as lacunas das afirmativas abaixo com a alternativa correta.

- a) A “invenção” ou surgimento dos plásticos ocorreu a partir de uma necessidade de mercado e aconteceu por volta de ..... embora só tenha sido industrializado com sucesso em ..... .
- b) Após várias tentativas e experiências, obteve-se um material ..... ao qual se deu o nome de ..... .
- c) Vários setores da indústria foram beneficiados com as inúmeras ..... dos materiais ..... .
- d) Para a obtenção da maioria dos materiais ....., utilizam-se matérias-primas básicas cuja origem é ..... ou sintética.
- e) A estrutura do plástico é formada por cadeias de ..... de grande peso molecular chamadas ..... .
- f) Entre os processos de obtenção dos plásticos destacam-se as moldagens por ..... e por ..... .
- g) Os dois grandes grupos de que se compõe a imensa variedade de produtos de plástico são chamados de ..... ou ....., dependendo da reação das resinas em relação ao calor.

#### Alternativas

- 1. macromoléculas, polímeros;
- 2. moldável, “celulóide”;
- 3. 1809, 1909;
- 4. compressão, extrusão;
- 5. aplicações, plásticos;
- 6. termofixos, termoplásticos;
- 7. 1870, 1909;
- 8. plásticos sintéticos;
- 9. termoplásticos, termoquímicos;
- 10. plásticos, natural.

9. Selecione as alternativas que completam corretamente as sentenças a seguir.

a) Os lubrificantes, estabilizantes e oxidantes, são alguns exemplos, entre outros, de ..... acrescentados aos materiais plásticos para aumentar determinada propriedade.

Alternativas

1. cargas;
2. pigmentos;
3. aditivos;
4. detergentes.

b) As substâncias orgânicas e inorgânicas que conferem ao material cores para melhorar seu aspecto são chamadas de .....

Alternativas

1. lubrificantes;
2. pigmentos;
3. fixadores;
4. estabilizantes.

c) Entre muitas qualidades, o plástico apresenta também algumas deficiências, como por exemplo: .....

.....  
.....

Alternativas

1. alta resistência mecânica e ao calor; muita estabilidade dimensional; baixo coeficiente de dilatação; facilidade para reparar.
2. alta resistência mecânica e ao calor; pouca estabilidade dimensional; alto coeficiente de dilatação; facilidade para reparar.
3. baixa resistência mecânica e ao calor; pouca estabilidade dimensional; alto coeficiente de dilatação; dificuldade para reparar.

**10.** Escreva **V** ou **F** conforme as afirmativas a seguir sejam verdadeiras ou falsas.

- a) ( ) O plástico não é biodegradável, pois a natureza não consegue absorvê-lo.
- b) ( ) A forma de controlar a quantidade de material não biodegradável na natureza é através da reutilização e da reciclagem.
- c) ( ) A utilização de plásticos biodegradáveis esbarra no fator econômico, pois enquanto esse material for mais barato, será difícil resolver o problema da poluição ambiental causada pelo material plástico.
- d) ( ) A maior quantidade possível de material plástico deve ser reciclado para proteger o meio ambiente.

**11.** Reescreva corretamente as sentenças que você assinalou **F**.

### **Gabarito**

1. a) V                      b) V  
c) F (O baquelite, uma massa esférica cor de âmbar, cuja superfície era uma impressão exata do fundo do recipiente, foi obtida em uma autoclave à temperatura de 200°C. Assim surgiu o primeiro plástico sintético.)  
d) V                      e) V
2. a) polímeros  
b) plastômeros  
c) monômeros  
d) carbono - hidrogênio  
e) propeno - etileno - polimerização  
f) copolímeros  
g) extrusão - injeção - usinagem  
h) grosso - lisos - rebarbas  
i) barras - placas - chapas finas  
j) estampos - conformados
3. a) sintético              b) natural              c) natural  
d) sintético              e) natural              f) sintético

4. a) TMP                      b) TMF                      c) TMF  
d) TMF                      e) TMF                      f) TMP
5. a) V                      b) V                      c) V                      d) V  
e) F                      f) V                      g) V
6. a) Lubrificantes, antioxidantes, estabilizantes.  
b) (1) **Lubrificantes** - facilitar o fluxo do material durante o processamento.  
(2) **Estabilizantes** - proteger o material contra a degradação provocada pelo calor e pela luz ultravioleta.  
(3) **Retardadores de chama** - são incorporados aos plásticos por questão de segurança, para impedi-los de pegar fogo, propagar chama e fumaça.  
c) Para diminuir o custo do material ou aumentar algumas propriedades definidas e conferir-lhes características especiais.  
d) Talco e caulim.  
e) São substâncias orgânicas e inorgânicas que conferem cor ao material, a fim de melhorar seu aspecto, como por exemplo: sintéticos, como os óxidos e os cromatos, produzidos por reações químicas.
7. Alguém da iniciativa privada e com bom senso pensou racionalmente no que se refere ao ambiente, pois conseguiu pôr em prática uma idéia que só virá beneficiar aos consumidores, utilizando material reciclável.
8. a) 1870 - 1909                      b) moldável - celulóide  
c) aplicações - plásticos                      d) plásticos - natural  
e) macromoléculas - polímeros                      f) compressão - extrusão  
g) termofixos - termoplásticos
9. a) 3                      b) 2                      c) 3
10. a) V                      b) V                      c) F                      d) V
11. Enquanto o material plástico não biodegradável for mais barato, não haverá espaço para outro material, com as mesmas características e que não polua o meio ambiente.