

POLÍMEROS

Os polímeros são macromoléculas formadas pela reação de milhares de moléculas menores denominadas monômeros. Os polímeros podem ser naturais como as proteínas e polissacarídeos ou sintéticos, que serão estudados neste módulo.



A reação que dá origem a um polímero é denominada polimerização. Nesta reação, a molécula inicial (monômero) vai, sucessivamente, se unindo a outras, dando o dímero, o trímero, o tetrâmero até o polímero.

Os polímeros podem ser classificados pelo tipo de monômero. Assim, existem os *homopolímeros*, polímeros formados por um único tipo de polímero e os *copolímeros*, esses formados por tipos de monômeros diferentes.

Também são classificados pelo tipo de reação. Assim existem os polímeros de adição e os de condensação.

1- Polímeros de adição

São polímeros formados através de reações de adição. Para que ocorra esse tipo de polimerização é necessário que o monômero tenha ligações π entre carbonos.



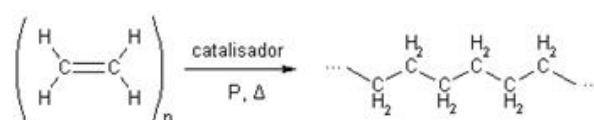
Monômero



Polímero de adição

1.1- Polietileno

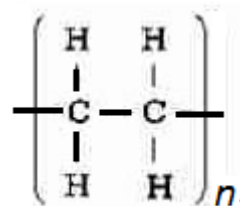
É formado pela união de milhares de moléculas de eteno (etileno).



etileno

polietileno

O polietileno também pode ser representado da seguinte maneira:

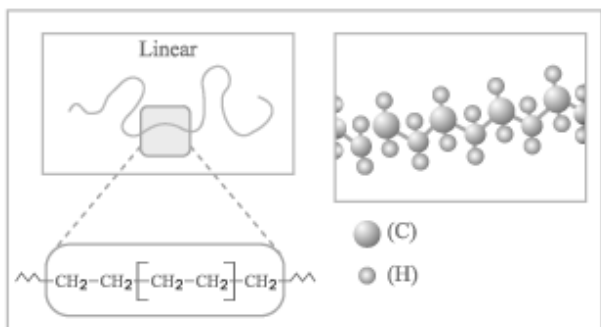


O polietileno é um alceno de massa molar elevada. Entre suas moléculas existem apenas interações do tipo dipolo instantâneo - dipolo induzido. Por esse motivo são amolecidos facilmente pelo aumento da temperatura.

Dependendo das condições de polimerização pode-se obter dois tipos de polietileno.

O polietileno de alta densidade (PEAD) cujas moléculas apresentam o n acima de 100.000 e suas cadeias são lineares. Essas moléculas apresentam um empacotamento mais eficiente, tornando um sólido mais compacto.

POLÍMEROS



A foto abaixo representa alguns materiais formados por PEAD



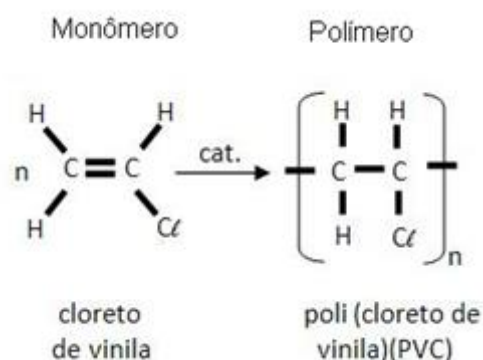
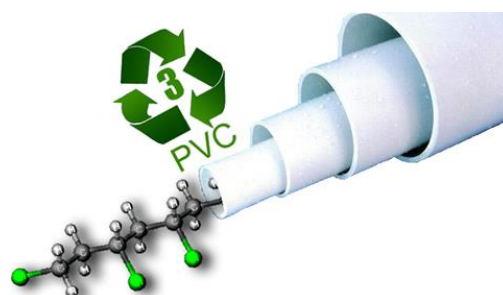
Os polietilenos de baixa densidade (PEBD) são formados por moléculas ramificadas. Essas ramificações dificultam o empacotamento, tornando o sólido menos compacto.



Exemplos de produtos feitos PEBD









1.2 - Policloreto de vinila (PVC)



O PVC apresenta moléculas polares, portanto elas interagem entre si por dipolo instantâneo-dipolo induzido e dipolo permanente-dipolo permanente. Dessa forma, apresenta interações mais fortes que o polietileno, o que justifica sua maior temperatura de fusão.



Outros polímeros de adição:

Monômero	Polímero	Aplicações
Etileno (eteno) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Polietileno $\left(\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right)_n$	Brinquedos, garrafas plásticas, cortinas, sacolas, canos, fios de isolamento e recipientes. 
Propileno (propeno) $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Polipropileno $\left(\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$	Para-choques, cordas, carpetes, seringas de injeção e painéis de automóveis. 
Estireno $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Poliestireno $\left(\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$	Isopor, pratos, xícaras, seringas e material de laboratório. 
Cloreto de vinila (cloroetano) $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	PVC (policloreto de vinila) $\left(\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$	Tubulações, discos de vinil, pisos, capas de chuva e mangueiras. 
Tetrafluoretileno $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Teflon politetrafluoretileno (PTFE) $\left(\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right)_n$	Revestimento antiaderente de panelas, frigideiras, isolante elétrico, canos, válvulas, registros, engrenagens, mancais e gaxetas. 
Acetato de vinila $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	PVA (poliacetato de vinila) $\left(\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}- \\ \quad \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} \right)_n$	Tintas, gomas de mascar e adesivos. 

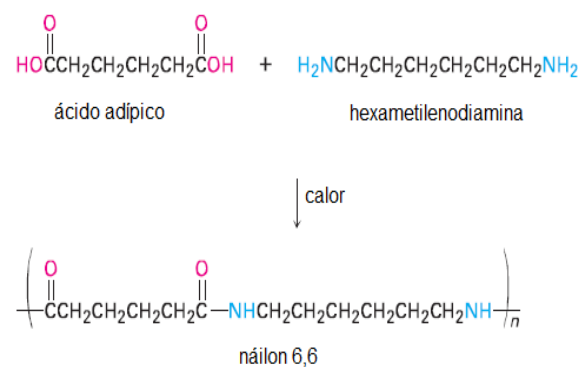
2-Polímeros de condensação

São materiais obtidos por meio de reações nas quais há a eliminação de pequenas moléculas, geralmente água, chamadas reações de condensação.

2.1 Poliamida

O náilon é uma poliamida (polímero pertencente à classe funcional amida), obtido por meio da condensação do ácido adípico com a hexametilenodiamina.

A reação pode ser assim equacionada:



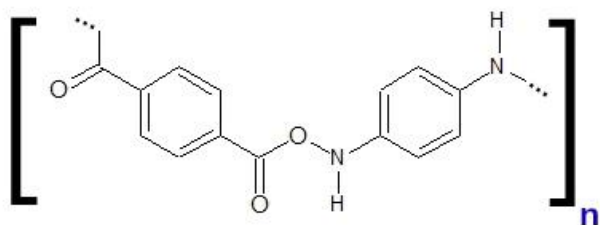
Obs: Essa reação produz água e no nome náilon 66 os números 6 se referem aos números de carbono no ácido e na amina.



O náilon tem alta resistência e é facilmente moldável. Tem larga aplicação, por exemplo na confecção de fibras têxteis, engrenagens, pulseiras de relógio, garrafas e linhas de pesca. o náilon 66 é um dos membros de uma família de polímeros

POLÍMEROS

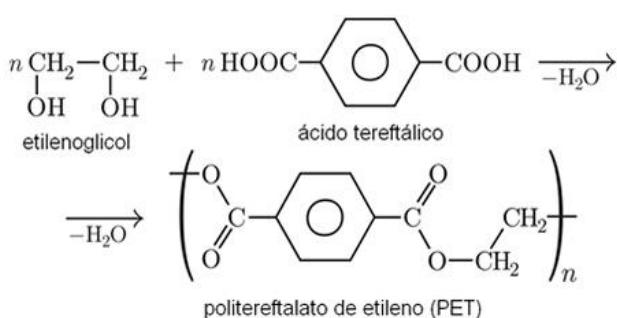
chamados de náilons ou poliamidas, como é o caso do kevlar, que é uma **aramida**, isto é, uma poliamida aromática usada na fabricação de coletes à prova de bala.



Esses polímeros são formados pela reação de um ácido **dicarboxílico** com uma **diamina**.

2.2 Poliéster

Um dos poliésteres mais importantes é fabricado por meio da reação química entre o ácido tereftálico e o etilenoglicol.



Poliésteres, como o nome diz, são polímeros pertencentes à função éster. O exemplo que aparece acima é conhecido como PET, *terilene* ou *dácron*. É normalmente resistente à corrosão por ácidos e bases, o que o torna útil para a fabricação de varas de pescar,

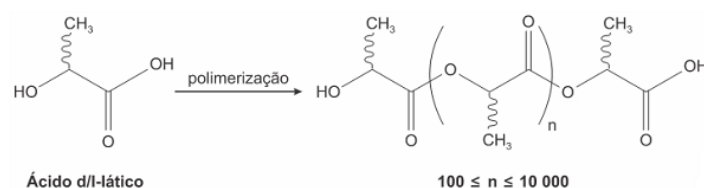
engrenagens de bobas, fibras têxteis para capas de chuva e guarda-chuvas. O *tergal* é um tecido fabricado da mistura desse polímero com algodão.



Esses polímeros são produzidos pela reação entre um ácido **dicarboxílico** com um **diálcool**.

EXERCÍCIOS

01-(Enem PPL 2015) O poli(ácido lático) ou PLA é um material de interesse tecnológico por ser um polímero biodegradável e bioabsorvível. O ácido lático, um metabólito comum no organismo humano, é a matéria-prima para produção do PLA, de acordo com a equação química simplificada:

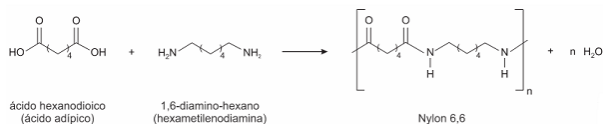


Que tipo de polímero de condensação é formado nessa reação?

- a) Poliéster.
- b) Polivinila.
- c) Poliamida.
- d) Poliuretana.
- e) Policarbonato.

POLÍMEROS

02-(Enem PPL 2015) O Nylon® é um polímero (uma poliamida) obtido pela reação do ácido adípico com a hexametilenodiamina, como indicado no esquema reacional.

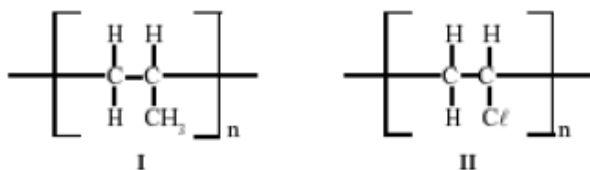


Na época da invenção desse composto, foi proposta uma nomenclatura comercial, baseada no número de átomos de carbono do diácido carboxílico, seguido do número de carbonos da diamina.

De acordo com as informações do texto, o nome comercial de uma poliamida resultante da reação do ácido butanodioico com o 1,2-diamino-etano é

- a) Nylon 4,3.
- b) Nylon 6,2.
- c) Nylon 3,4.
- d) Nylon 4,2.
- e) Nylon 2,6.

03- (UFMG) Considere estas fórmulas de dois polímeros: Os monômeros correspondentes aos polímeros I e II são, respectivamente,



- A) propano e cloroetano.
- B) propano e cloroeteno.
- C) propeno e cloroetano.
- D) propeno e cloroeteno.

04- (UFSCar) 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:

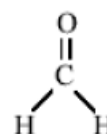
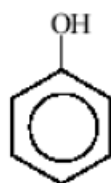
- a) ustulação
- b) vulcanização
- c) destilação
- d) sintetização
- e) galvanização

05- "(...) Plásticos foram descobertos no século passado, mas o primeiro completamente sintético a ser comercializado foi o baquelite, inventado em 1910. (...) Foi em 1922 que o alemão Hermann Staudinger descobriu que substâncias como a borracha eram formadas por cadeias de moléculas, chamadas por ele de macromoléculas.

Assinale a alternativa que relaciona polímeros que contenham halogênios em sua estrutura:

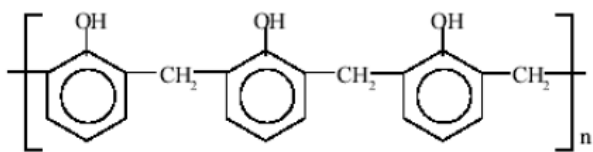
- a) polietileno e polipropileno
- b) nylon e dácron
- c) baquelite e borracha
- d) PVC e teflon
- e) amido e proteínas

06- (UFMG) A baquelite é utilizada, por exemplo, na fabricação de cabos de panela. Um polímero conhecido como novolac é um precursor da baquelite e pode ser produzido pela reação entre fenol e formaldeído, representados pelas seguintes estruturas



POLÍMEROS

O novolac pode ser representado, simplificada, por esta estrutura:



Com base nessas informações, É INCORRETO afirmar que:

- A) o novolac apresenta carbonos trigonais e tetraédricos.
- B) o novolac É classificado como um poliálcool.
- C) a reação entre fenol e formaldeído produz novolac e água.
- D) a estrutura do polímero apresenta grupos hidroxila e anéis fenila.

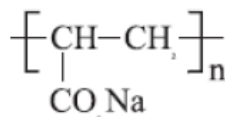
07- (UFMG) A embalagem conhecida como “longa vida” é composta por várias camadas de três diferentes materiais: papel, polietileno de baixa densidade e alumínio. Essas camadas criam uma barreira que impede a entrada de luz, ar, água e microorganismos. Considerando-se esse tipo de embalagem e os materiais que a constituem, é INCORRETO afirmar que

- A) o polietileno é um plástico.
- B) a embalagem impede a redução, pelo ar, das vitaminas C e D dos alimentos.
- C) um minério é insumo para a produção do alumínio.
- D) a madeira é insumo para a produção do papel.

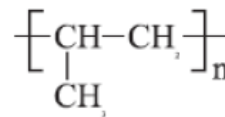
08- (UFMG) Diversos materiais poliméricos são utilizados na fabricação de fraldas descartáveis.

Um deles, o poliácrlato de sódio, é responsável pela absorção da água presente na urina; um outro, o polipropileno, constitui a camada que fica em contato com a pele.

Analise a estrutura de cada um desses dois materiais:



Poliácrlato de sódio

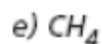
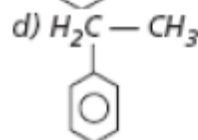
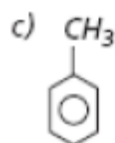
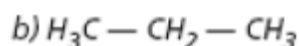
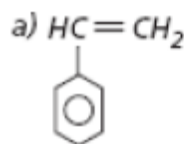


Polipropileno

Considerando-se esses dois materiais e suas respectivas estruturas, é CORRETO afirmar que

- a) o poliácrlato de sódio apresenta ligações covalentes e iônicas.
- b) o poliácrlato de sódio é um polímero apolar.
- c) o polipropileno apresenta grupos polares.
- d) o polipropileno tem como monômero o propano.

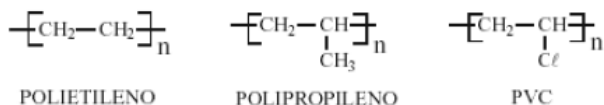
09- (Mack) A molécula que apresenta estrutura adequada para que ocorra polimerização formando macromoléculas é:



10- (Vunesp) Certos utensílios de uso hospitalar, feitos com polímeros sintéticos, devem ser destruídos por incineração em temperaturas elevadas. É essencial que o polímero, escolhido para a confecção desses utensílios, produza a menor poluição possível quando os utensílios são

POLÍMEROS

incinerados. Com base neste critério, dentre os polímeros de fórmulas



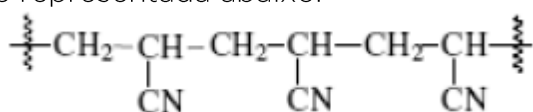
podem ser empregados na confecção desses utensílios hospitalares:

- (A) o polietileno, apenas.
- (B) o polipropileno, apenas.
- (C) o PVC, apenas.
- (D) o polietileno e o polipropileno, apenas.
- (E) o polipropileno e o PVC, apenas.

11- (FMTM) Os plásticos ou polímeros são familiares do nosso cotidiano, sendo usados na construção de muitos objetos que nos rodeiam, desde as roupas que vestimos até as casas em que vivemos. O desenvolvimento de processos de fabricação dos polímeros sintéticos foi o responsável pelo crescimento da indústria química no último século. Os polímeros poliestireno, poliamida (náilon) e teflon (politetrafluoreto) podem ser classificados, quanto ao processo de fabricação, respectivamente, como

- A) polímeros de adição, copolímeros e polímeros de adição.
- B) polímeros de condensação, copolímeros e polímeros de condensação.
- C) polímeros de condensação, polímeros de adição e copolímeros.
- D) polímeros de adição, polímeros de condensação e copolímeros.
- E) polímeros de adição, polímeros de condensação e polímeros de adição.

12- (UFV) A poliácridonitrila é um polímero conhecido simplesmente por “acrílico”. Ela pode ser transformada em fibras que entram na constituição de diversos tecidos, sendo inclusive misturada à lã. Parte da fórmula estrutural desse polímero é representada abaixo:



A partir da fórmula acima, assinale a alternativa que contém o monômero utilizado no preparo da poliácridonitrila.

- a) $\text{CH}_2 = \text{CHCNCH}_2 = \text{CHCNCH}_2 = \text{CHCN}$
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$
- c) $\text{CH}_2 = \text{CHCN}$
- d) $\text{CH}_3 = \text{CHC} = \text{N}$
- e) CH_3CN

13- (ENEM) Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.

ERENO, D. Plásticos de vegetais. Pesquisa Fapesp, n. 179, jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- a) dissolvem-se na água.
- b) absorvem água com facilidade.
- c) caramelizam por aquecimento e quebram.
- d) são digeridos por organismos decompositores.
- e) decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.

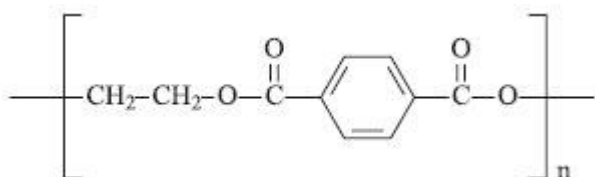
14- (ENEM) Alguns materiais poliméricos não podem ser utilizados para a produção de certos tipos de artefatos, seja por limitações das propriedades mecânicas, seja pela facilidade com que sofrem degradação, gerando subprodutos indesejáveis para aquela aplicação. Torna-se importante, então, a fiscalização, para determinar a natureza do polímero utilizado na fabricação do artefato. Um dos métodos possíveis baseia-se na decomposição do polímero para a geração dos monômeros que lhe deram origem.

A decomposição controlada de um artefato gerou diamina $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ e o diácido $\text{HO}_2\text{C}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$. Logo, o artefato era feito de

- a) poliéster
- b) poliamida
- c) polietileno
- d) poliacrilato
- e) polipropileno

15-(ENEM)

O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inadequado. O politereftalato de etileno (PET), cuja estrutura é mostrada tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.



Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

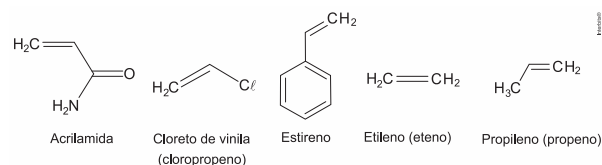
- a) solubilização dos objetos.
- b) combustão dos objetos.
- c) trituração dos objetos.
- d) hidrólise dos objetos.
- e) fusão dos objetos.

16-(Enem (Libras) 2017) O polietileno é formado pela polimerização do eteno, sendo usualmente obtido pelo craqueamento da nafta, uma fração do petróleo. O “plástico verde” é um polímero produzido a partir da cana-de-açúcar, da qual se obtém o etanol, que é desidratado a eteno, e este é empregado para a produção do polietileno. A degradação do polietileno produz gás carbônico (CO_2), cujo aumento da concentração na atmosfera contribui para o efeito estufa.

Qual a vantagem de se utilizar eteno da cana-de-açúcar para produzir plástico?

- a) As fontes utilizadas são renováveis.
- b) Os produtos gerados são biodegradáveis.
- c) Os produtos gerados são de melhor qualidade.
- d) Os gases gerados na decomposição estão em menor quantidade.
- e) Os gases gerados na decomposição são menos agressivos ao ambiente.

17- (Enem PPL 2017) Os polímeros são materiais amplamente utilizados na sociedade moderna, alguns deles na fabricação de embalagens e filmes plásticos, por exemplo. Na figura estão relacionadas as estruturas de alguns monômeros usados na produção de polímeros de adição comuns.

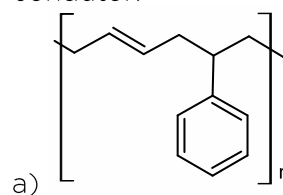


Dentre os homopolímeros formados a partir dos monômeros da figura, aquele que apresenta solubilidade em água é

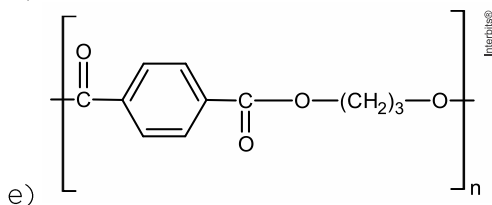
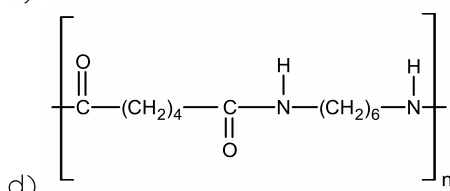
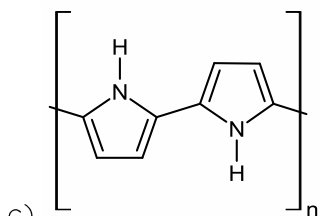
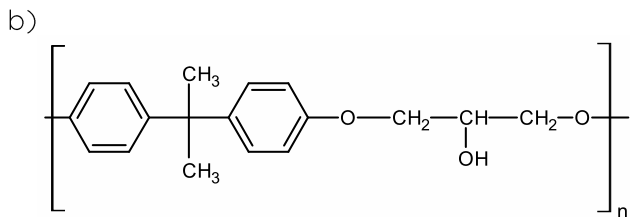
- a) polietileno.
- b) poliestireno.
- c) polipropileno.
- d) poliacrilamida.
- e) policloreto de vinila.

18- (Mackenzie 2017) Os polímeros condutores são geralmente chamados de “metais sintéticos” por possuírem propriedades elétricas, magnéticas e ópticas de metais e semicondutores. O mais adequado seria chamá-los de “polímeros conjugados”, pois apresentam elétrons pi (π) conjugados.

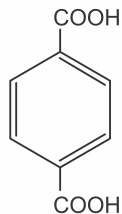
Assinale a alternativa que contém a fórmula estrutural que representa um polímero condutor.



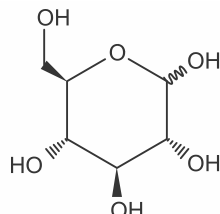
POLÍMEROS



19- (Uefs 2017)



Ácido Tereftálico



Glicose

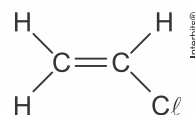
Polímeros são macromoléculas de origem natural ou sintética com amplo espectro de utilização, podem ser classificados de acordo o grupo funcional característico, pela reação que os origina, no caso dos polímeros sintéticos, bem como por suas propriedades físicas.

Sabendo-se que PET ou PETE é a sigla para o poliéster poli(tereftalato de etileno) e baseando-se no conhecimento sobre polímeros e nas fórmulas estruturais representadas, é correto afirmar:

- a) A produção do PET exige a utilização de dois monômeros, o etanodiol e o ácido benzeno-1,4-dioico.

- b) A sacarose é um polímero natural, assim como a celulose e o amido, que tem como monômero a glicose.
- c) As proteínas são poliamidas classificadas como polímeros sintéticos, pois são sintetizados pelo corpo humano, a partir de aminoácidos.
- d) O polietileno e o poli(tereftalato de etileno) são classificados como polímeros de adição, porque as moléculas dos seus monômeros vão se adicionando.
- e) As macromoléculas do polietileno se mantêm unidas por interações intermoleculares de ligações entre os hidrogênios de uma cadeia e os carbonos da outra cadeia carbônica.

20 (Uefs 2018) Considere a fórmula a seguir.



O composto representado por essa fórmula é matéria-prima para a obtenção do polímero conhecido como

- a) polietileno.
b) teflon.
c) poliestireno.
d) náilon.
e) PVC.

Gabarito: 1A - 2D - 3D - 4B - 5D - 6B - 7B - 8A - 9A - 10D - 11E - 12C - 13D - 14B - 15D - 16A - 17D - 18-C 19-A 20-E