



POLÍMEROS

ITA/IME/OLIMPÍADAS – PROF. ARTHUR REIS

1. HISTÓRICO

Os polímeros, desde o início dos tempos, foram utilizados para suprir abrigo, proporcionar conforto e proteger as pessoas dos perigos e intempéries do dia a dia. Em 1839, Hancock e Goodyear realizaram pela primeira vez a vulcanização da borracha natural com enxofre. Em 1868, Hyatt desenvolveu o primeiro celulóide plastificado com cânfora, sendo este o primeiro produto natural modificado com valor comercial. Em 1877, F. Kekulé levanta hipóteses para desvendar a estrutura dos polímeros. Em 1894, o polímero acetato de celulose é patenteado por Cross e Bevan. Em 1907, Bakeland, patenteia o baquelite, resina fenol-formaldeído, o primeiro polímero totalmente artificial. Na Segunda Guerra Mundial, diversas outras classes de polímeros, tais como silicones, teflon, poliésteres, polietileno, dentre outros, são utilizados. Finalmente, no século XXI, ocorre a substituição de metais por novos polímeros, buscando-se adequar propriedades, e desenvolve-se a produção de polímeros por via bacteriana.

2. DEFINIÇÕES

- ✓ **POLÍMEROS:** macromoléculas formadas pela repetição de pequenas moléculas, denominadas monômeros, através de ligações covalentes. São geralmente orgânicos.

Ex: Monômero → Polímero ⇒ Etileno → Polietileno ($-[\text{CH}_2 - \text{CH}_2-]_n$), onde n = grau de polimerização.

- ✓ **HOMOPOLÍMEROS:** polímeros de adição formado pela repetição de um tipo de monômero apenas, numa cadeia homogênea do tipo $(-A-A-A-A-A)_n$.
- ✓ **COPOLÍMEROS:** polímeros de adição formados pela repetição de dois monômeros diferentes, numa cadeia heterogênea do tipo $(-A-B-A-B-A-B)_n$.
- ✓ **POLIMERIZAÇÃO:** denominação dada para converter monômeros em polímeros. Podem ser de vários tipos:

- Adição: a partir de um único monômero;
- Condensação: a partir de um ou mais de um tipo de monômeros com liberação de uma molécula pequena.
- Copolimerização: a partir de mais de um tipo de monômeros (adição ou condensação).

Exemplos de polímeros que fazem parte do dia a dia das pessoas são:

- Polietileno: sacos plásticos das compras e brinquedos;
- Policarbonato: CD's;
- Poliestireno: isopor;
- Polipropileno: películas para embrulhar alimentos;

✓ **Quanto ao grupo funcional dos monômeros que constituem o polímero:**

- A) Poliolefinas (C insaturados com duplas ligações);
- B) Poliésteres (ácido dicarboxílico + diálcool);
- C) Poliéteres (éter [R-O-R']);
- D) Poliamidas (ácido carboxílico e uma diamina);
- E) Polímeros celulósicos (glicose – glicose);
- F) Polímeros acrílicos (-CN).

✓ **Quanto à forma da cadeia polimérica:**

Lineares	<ul style="list-style-type: none"> • A cadeia do polímero não possui ramificações; • Formada por monômeros bifuncionais; • Plasticidade aumenta com a temperatura; • São termoplásticos; 	
Ramificada	<ul style="list-style-type: none"> • O polímero se apresenta ramificado, ou seja com pequenas cadeias laterais. 	
Reticuladas	<ul style="list-style-type: none"> • Os polímeros possuem estrutura tridimensional, onde as cadeias estão unidas por ligações químicas (ligações cruzadas). <p>→ Termofixos: alta densidade de ligações cruzadas.</p> <p>→ Elastômeros: baixa densidade de ligações cruzadas.</p>	

✓ **Quanto ao uso (fusibilidade e comportamento mecânico):**

A) Plásticos: são sólidos à temperatura ambiente, com o processamento tornam-se fluidos (aplicação de calor ou pressão) e podem ser moldados e reter uma nova forma. São divididos em:

I) Termoplásticos:

1. Podem ser remoldados várias vezes;
2. Propriedades físicas reversíveis;
3. Cadeias lineares ou ramificadas;
4. Maior possibilidade de reciclagem;

Ex: polietileno, polipropileno, etc.

II) Termofixos, termorrígidos ou termoendurecidos:

1. Tornam-se rígidos acima de certa temperatura;
2. Não reamolecem se reaquecidos;
3. Estrutura tridimensional com ligações cruzadas;
4. São infusíveis e insolúveis;
5. Difícil reciclagem (maioria não reciclável);

Ex: baquelite, silicone, epoxis, etc.

B) Elastômeros: exibem elasticidade em larga faixa na temperatura ambiente. Recuperam-se rapidamente e energeticamente de grandes deformações e voltam ao normal após o esforço (tração) ser removido. Ex: Borracha natural, SBR, neopreno, entre outros.

C) Fibras: apresentam grande ductibilidade e resistência à tração e permitem obter elevada relação comprimento/diâmetro.

✓ **Quanto ao tipo de aplicação:**

A) Plásticos de uso geral: utilizados nas mais diversas aplicações. Ex: PE, PP, PS.

B) Plásticos de engenharia: Polímeros empregados em substituição de materiais clássicos usados na engenharia (madeira, metais). Ex.: policarbonatos (telhas transparentes, elevadores panorâmicos) poli(tetrafluor-etileno) (revestimentos, engrenagens, peças) silicone (hidro-repelentes, aditivos de tintas).

6. PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE POLÍMEROS

A reação de polimerização equivale à formação de pelo menos um centro ativo capaz de fixar moléculas do monômero até que a molécula de dimensões relativamente grandes do polímero seja formada. Note que quanto maior for o grau de polimerização, maior será o peso molecular (PM) do polímero. Polímeros com elevado PM são conhecidos como altos polímeros e polímeros com baixo PM são conhecidos como oligômeros. Os mecanismos de polimerização se dividem em:

A) Polimerização por adição → formação de polímeros a partir de um único tipo de monômero.

Características:

I) Apenas o monômero e as espécies propagantes podem reagir entre si;

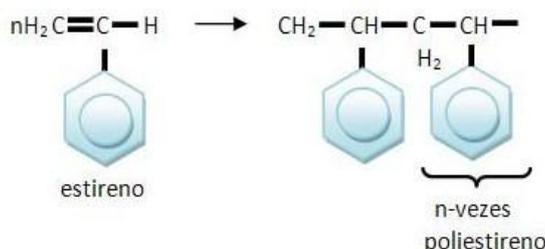
II) A concentração do monômero decresce gradativamente durante a reação;

III) A velocidade da reação cresce com o tempo até alcançar um valor máximo, na qual permanece constante.

IV) Polímeros com um alto peso molecular se formam desde o início da reação, não se modificando com o tempo.

V) A composição percentual do polímero é igual ao do mero que lhe dá origem.

O mecanismo da reação de polimerização é baseado em etapas de iniciação, propagação e terminação, onde as reações de iniciação ocorrem ativadas por agentes químicos (iniciadores), radiação (UV e raios gama) e catalisadores. Pode ser composto por radicais livres, cátions e ânions. Ex: PE, PP, PS, etc.

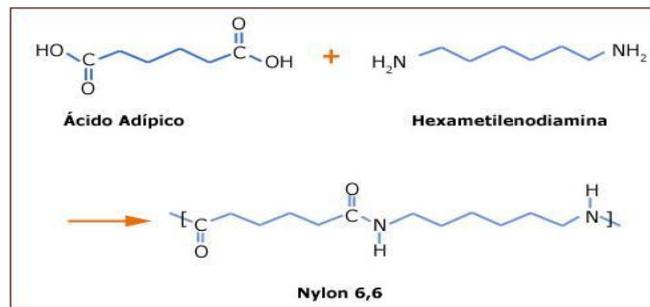


B) Polimerização por condensação → formação de polímeros a partir de um único tipo de monômero ou de dois monômeros diferentes, com liberação de uma molécula pequena (H_2O ou NH_3 , por exemplo). O tipo de estrutura do polímero formado (linear, tridimensional) é de grande importância para a funcionalidade dele.

Características:

I) A composição percentual é diferente da apresentada pelo monômero que lhe deu origem.

O mecanismo da reação de polimerização é composto por cátions e ânions. Suas etapas de iniciação, propagação e terminação não possuem diferenças, ou seja, se processam com a mesma velocidade e com o mesmo tipo de reação.



7. CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES

✓ Propriedades físicas

Estão compostas pelas propriedades mecânicas, térmicas, elétricas e ópticas. As propriedades mecânicas compreendem a totalidade das propriedades que determinam a resposta dos materiais às influências mecânicas externas; são manifestadas pela capacidade de esses materiais desenvolverem deformações reversíveis e irreversíveis, e resistirem à fratura (Higgins, 1982). Mesmo com os metais, ocorrem grandes desvios quando se emprega temperatura e deformações elevadas. Também se conhecem os efeitos de fluência por longos períodos de tempo. No entanto, com os plásticos esses desvios ocorrem mesmo em condições normais. Assim, o estudo da estrutura dos polímeros, sua deformação é extremamente dependente do tempo. A resposta molecular para se atingir o equilíbrio com as forças externas é lenta. Desta forma, o material continua a se deformar, ou flui quase indefinidamente. Quando as forças aplicadas são removidas, pode ocorrer algum grau de recuperação, mas também pode permanecer certo grau de deformação permanente.

- **Resistência à tração ou tenacidade de um material** → A resistência à tração é muito inferior aos metais e suas ligas e vidros, sendo abaixo de 10 kgf/mm², apenas as fibras possuem valores superiores. Os metais apresentam valores elevados, de até 100 kgf/mm².

- **Alongamento na ruptura** → Representa o aumento percentual do comprimento da peça sob tração, no momento da ruptura. Os polímeros têm alongamentos de até 900 %, sendo uma característica de polímeros, principalmente de borrachas ou elastômeros (especialmente a borracha natural).

- **Resistência à compressão** → A resistência à compressão dos termofixos é bem superior que a dos termoplásticos, porém bem inferiores aos materiais de engenharia convencionais.

- **Resistência à flexão** → Representa a tensão máxima desenvolvida na superfície de uma barra quando sujeita a dobramento. Aplica-se aos materiais rígidos. A resistência à flexão dos polímeros é equivalente às cerâmicas, exceto para os elastômeros ou borrachas a qual não é significativa.

- **Resistência ao impacto** → Representa a tenacidade ou resistência de um material rígido à deformação à uma velocidade muito alta. Os materiais quebradiços ou frágeis têm pouca ou nenhuma extensibilidade durante a aplicação da carga. Os materiais tenazes ou resistentes possuem maior extensibilidade quando da aplicação da carga. O polímero mais resistente ao impacto é o policarbonato, sendo superior à do alumínio, sendo utilizado como proteção contra impactos balísticos. Dentre os outros polímeros, o polietileno de baixa densidade tem alta resistência, porém se deforma sem rompimento; abaixo dele, o polietileno de alta densidade, mais cristalino, também é bastante resistente. Podemos de certa forma afirmar, com exceção para os polímeros citados anteriormente que a resistência ao impacto dos plásticos, se situa abaixo da dos metais, acima da dos vidros e intermediária com as cerâmicas.

- **Dureza** → Mede a resistência à penetração ou risco. As ligações cruzada aumentam a dureza, e a adição de plastificantes ao polímero a diminuem. Os materiais poliméricos são menos duros que os materiais cerâmicos, vítreos e metálicos.

- **Resistência à fricção ou ao atrito** → A força de atrito se opõe à força de deslizamento, e depende do acabamento da superfície do material. A força de atrito é medida pelo coeficiente de atrito, o

qual para a maioria dos plásticos, se situa entre 0,2 a 0,8. O teflon (PTFE) exibe um coeficiente de atrito excepcionalmente baixo (abaixo de 0,02). As borrachas macias têm um coeficiente de atrito muito alto (4 ou mais).

- **Resistência à abrasão** → Significa a capacidade de o material resistir ao desgaste pela ação do atrito. Os poliuretanos são os plásticos que apresentam maior resistência à abrasão.

✓ **Propriedades térmicas**

Em princípio os polímeros são maus condutores de calor; e a relação dos materiais poliméricos com a temperatura são medidas através de algumas propriedades:

A) A capacidade de transferir ou conduzir calor é medida pela **condutividade e difusibilidade térmicas**. Temos como exemplo as seguintes condutividades: plástico 10-3 cal/cm.s.°C; ar 0,00006 cal/cm.s.°C; cobre 1 cal/cm.s.°C e alumínio 0,5 cal/cm.s.°C.

B) A capacidade de armazenar calor é avaliada pelo **calor específico**. Ex: plástico 0,2 a 0,5 cal/g°C; metais 0,1 cal/g°C e (água 1,0 cal/g°C).

C) As alterações de dimensões, devido à temperatura são estimadas através da **expansão térmica**. As modificações observadas nos materiais quando sujeitas a variações de temperatura incluem a temperatura de fusão cristalina, T_m e de transição vítrea, T_g .

- **Fusão cristalina (T_m):** A temperatura de fusão cristalina, T_m é aquela em que as regiões ordenadas do polímero, isto é os cristalitos e esferulitos se desagregam e fundem. Envolve mudança de estado e está associada a regiões cristalinas. É relativamente alta em polímeros de alta cristalinidade, comparativamente com os amorfos. Nos termoplásticos a T_m máxima é 300°C; os termorrígidos não apresentam fusão, porém sofrem carbonização por aquecimento.

- **Transição vítrea (T_g):** Está associada às regiões amorfas dos polímeros. A transição representa a temperatura em que há mobilidade das cadeias moleculares. Abaixo da T_g desaparece a mobilidade das cadeias e o material torna-se rígido. Borrachas tem T_g abaixo da temperatura ambiente, os polímeros em geral T_g não ultrapassa 110°C. A razão entre T_g e T_m está entre 0,5 e 0,8. Ramificações nas cadeias aumentam a mobilidade e assim abaixam a T_g .

✓ **Propriedades elétricas**

Materiais poliméricos são maus condutores de eletricidade e a maioria das propriedades elétricas desses isolantes é função da temperatura.

- **Rigidez dielétrica:** Indica em que grau um material é isolante; É a medida pela tensão elétrica que um material suporta antes de perder suas propriedades. Nos polímeros, cerâmicas e vidro a rigidez dielétrica está na faixa de 10-40 V/mm. O polietileno é superior aos demais polímeros.

- **Resistividade volumétrica:** Mede a resistência de materiais isolantes à passagem da corrente elétrica. Os polímeros são maus condutores, apresentando valores semelhante a cerâmicas e vidros.

- **Constante dielétrica:** É uma característica correlacionada com a energia eletrostática que pode ser armazenada em um capacitor que tem o material como dielétrico. As constantes dielétricas dos polímeros são muito baixas, inferiores da cerâmicas e vidro. O politetrafluoretileno é o polímero de mais baixa constante dielétrica, em torno de 2,0.

- **Fator de Potência:** É uma medida relativa da perda dielétrica do material, quando o sistema age como isolante, e é comumente usada como medida de qualidade do isolante.

- **Resistência ao arco:** Está relacionada à rigidez dielétrica a altas temperaturas.

✓ **Propriedades ópticas**

Podem informar sobre a estrutura e ordenação moleculares, bem como sobre a existência de tensões ou regiões sob deformação.

- **Transparência:** A *transparência* à luz visível é apresentada por polímeros amorfos ou com muito baixo grau de cristalinidade. É expressa pela *transmitância* podendo alcançar até 92 % nos plásticos. A presença de inclusões, ou de cristalitos, torna o material semitransparente, pois essas partículas atuam espalhando a luz. Polímeros muito cristalinos tornam-se translúcidos,

semitransparentes, ou opacos.

- **Índice de refração:** Determina-se a diminuição da velocidade da luz no vácuo para um meio. É adimensional e seu valor é importante para o emprego dos materiais em fibras óticas. Ex: polímeros tem índice de refração na faixa 1,45 -1,60; PET: 1,6; Vidro: 1,5 a 2,0.

- **Birrefringência:** Ocorre em materiais anisotrópicos e é a diferença entre dois dos três índices de refração, segundo as três direções do espaço.

✓ Outras propriedades físicas

- **Densidade:** Reflete a estrutura química e a sua organização molecular, as regiões cristalinas são mais compactas. Regiões amorfas são mais volumosas. Os materiais poliméricos são todos leves, densidades na faixa 0,9-1,5. A presença de halogênios aumenta a densidade. Para PTFE (politetraflúor-etileno), a densidade atinge 2,3.

- **Estabilidade dimensional:** Polímero cristalino apresenta estabilidade dimensional elevada, (coesão molecular), fator importante para aplicações térmicas (engrenagens, peças de encaixe, etc), neste estão incluídos polímeros sem grupos hidroxila ou grupos amina.

✓ Propriedades químicas

- **Resistência à oxidação:** É maior nas poliolefinas (PE, PP). Em polímeros insaturados (borrachas), a oxidação pode ocorrer nas insaturações, rompendo as cadeias, e diminuindo a resistência mecânica do material. A presença de átomos de carbono terciário na cadeia diminui a resistência à oxidação.

- **Resistência à degradação térmica:** A exposição de polímeros ao calor em presença de ar causa a sua maior degradação, envolve reações químicas às vezes bastante complexas. Essas reações são causadas pela formação de radicais livres na molécula, pela presença do oxigênio, causando a cisão das ligações covalentes carbono-carbono. Além da alteração nas propriedades, ocorre mudança de coloração da peça, por oxidação. Os polímeros clorados, como o PVC e o poli(cloreto de vinilideno), são muito sensíveis à *degradação térmica* no processamento, devido à fácil ruptura das ligações carbono-cloro.

- **Resistência às radiações ultravioleta:** As macromoléculas insaturadas apresentam baixa *resistência às radiações ultravioleta*, (radicais livres), a exposição de plásticos à luz solar leva a formação de fissuras e rachaduras e modificação das propriedades mecânicas pelo enrijecimento do material.

- **Resistência à água:** É avaliada pela absorção de umidade pela peça, o que prejudica a aplicação em trabalhos de precisão, podendo também provocar a formação de uma rede de microfaturas na superfície, o que altera as propriedades elétricas e mecânicas. A sensibilidade à água permite avaliar o grau de cura de resinas fenólicas;

- **Resistência a ácidos e a bases:** pode causar destruição das moléculas poliméricas. Ex: resinas melamínicas e produtos celulósicos atacados por ácidos, mesmo diluídos. E polímeros cuja estrutura apresente carboxila, hidroxila fenólica e éster, podem ser atacadas por bases. Ex: resinas fenólicas e epoxídicas, poliésteres insaturados, etc.

- **Resistência a solventes e reagentes:** A solubilidade depende da interação das moléculas do soluto com o solvente. Quando as moléculas do solvente são mais afins com o polímero do que com elas próprias, podem penetrar entre as cadeias macromoleculares, gerando interações. A resistência a solventes pode ser aumentada nas macromoléculas muito cristalinas, os cristalitos dificultam a penetração dos solventes.

Se o polímero tem estrutura reticulada, adquirida após a cura, a macromolécula torna-se gigantesca e a dispersão molecular é impossível. Estrutura aromática ou saturada também oferece resistência a solventes e reagentes.

- **Inflamabilidade:** Quando um polímero orgânico é aquecido ele vai progressivamente sofrendo modificações a princípio físicas e depois químicas, terminando pela decomposição total em produtos voláteis. A combustão total não deixa cinzas. Conforme a natureza química do polímero, a

decomposição térmica pode ser facilitada ou dificultada. Neste caso, materiais termorrígidos, como as resinas fenólicas, apresentam maior dificuldade de combustão, e por isso são usados na confecção de peças para uso elétrico. Nos polímeros com anéis aromáticos e ausência de cadeias parafínicas, há um auto-retardamento da sua inflamabilidade, sem manutenção de chama; forma-se resíduo negro, gráfitico, com liberação de pouca fumaça. A existência de grupos éster favorece o desprendimento de CO₂ por aquecimento, contribuindo para o auto-retardamento da chama.

✓ **Propriedades físico-químicas**

- **Permeabilidade a gases e vapores:** Importante para sua aplicação em embalagens. Os polímeros exibem pequena permeabilidade a gases e vapores, quando ocorre, sua permeação se dá nas regiões amorfas (cadeias macromoleculares mais afastadas). Domínios cristalinos diminuem bastante a permeabilidade. Por exemplo, a borracha butírica (copolímero de isobutileno e isopreno) é mais impermeável a gases, sendo usada em câmaras de ar de pneus.

8. FATORES QUE AFETAM AS PROPRIEDADES DOS POLÍMEROS

As propriedades dos polímeros dependem do tipo de monômero empregado em sua fabricação (natureza química, peso molecular e estrutura macromolecular); dependem dos processos de preparação do polímero (poliadição, policondensação, modificação, etc.); dependem das técnicas empregadas na polimerização: em solução, em massa, em emulsão e em suspensão; se o polímero é predominantemente não-cristalino ou cristalino.

- Pesos moleculares em polímeros

Durante a reação de polimerização, milhares de cadeias de polímeros crescem simultaneamente até que o monômero seja exaurido. O comprimento adequado da cadeia polimérica é controlado pela medida da viscosidade da massa em reação, sendo que pela adição de catalisadores poderemos parar a reação no ponto em que quisermos.

Deste modo, poderemos produzir o polímero com o comprimento de cadeia adequada para determinada finalidade (baixos, médios e altos pesos moleculares poderão ser obtidos). O tamanho da cadeia molecular é importante porque muitas propriedades do polímero dependem dela. Os principais efeitos do aumento do tamanho da cadeia consistem no aumento da rigidez, da resistência à fluência, resistência sob tensão, aumentos da temperatura de fusão e de escoamento e, finalmente, maiores dificuldade de processamento. Não se consegue obter um polímero com um tamanho exato da cadeia polimérica, por isso, trabalhamos com o conceito de peso molecular médio do polímero.

Existe uma distribuição ou faixa de pesos moleculares, de modo que esta faixa pode ser estreita ou alongada, com repercussões nas propriedades do polímero. Uma distribuição estreita de pesos moleculares fornece propriedades mais uniformes, enquanto que uma distribuição alongada fornece um polímero de mais fácil processamento. Após o processo de polimerização ter se completado, o polímero deverá possuir uma estrutura de longas cadeias parecendo um macarrão, sem interconexões entre as cadeias adjacentes. Este tipo de estrutura origina os polímeros termoplásticos, isto é, moldáveis pela ação do calor.

- Forças intermoleculares

As forças atuantes no interior de uma molécula de um polímero são fortes ligações covalentes primárias. Entre as moléculas adjacentes poderão se desenvolver ligações secundárias as quais conjuntamente são denominadas de forças de Van der Waals. As ligações primárias governam as propriedades de resistência do polímero.

Apesar de não haver conexão direta entre as cadeias individuais no polímero termoplástico, as forças fracas entre as cadeias vizinhas tendem a impedir o movimento das cadeias, sendo sensíveis ao calor, sendo mais fortes em baixas temperaturas e fracas a altas temperaturas. Estas forças

influenciam as propriedades de solubilidade, viscosidade e propriedades de atrito. As forças intermoleculares são função da sexta potência do inverso da distância entre as cadeias. Logo tanto o comprimento quanto a forma da cadeia são importantes. Ou seja, num polímero que tem forma simétrica, haverá maior desenvolvimento de forças intermoleculares do que num não simétrico. A consequência direta do aumento das forças intermoleculares é provocar um empacotamento mais denso e um aumento de densidade do polímero. Os polímeros de alta simetria possuem poucas cadeias ramificadas, estas poderiam diminuir a simetria molecular. Por outro lado, os polímeros que desenvolvem cadeias ramificadas tenderão a ter menor simetria, portanto menores forças intermoleculares e empacotamento menos denso (menores densidades).

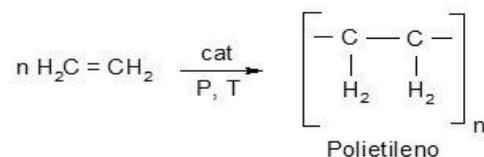
Uma outra importante consequência do desenvolvimento de forças intermoleculares é no aumento da cristalinidade do polímero. À medida que as cadeias moleculares simétricas se aproximam umas das outras abaixo de uma distância crítica, começam a aparecer áreas de empacotamento denso, formando regiões localizadas cristalinas. Uma área cristalizada é mais rígida e possui maior resistência à tração. Os polímeros altamente cristalinos possuem de 80 a 90 % de regiões cristalinas. Um polímero não cristalino por outro lado é mais flexível e tem maior resistência ao impacto. Nos polietilenos de alta cristalinidade existe uma maior resistência à fluência, ao calor e resistência à tração (stress cracking) Os polímeros cristalinos possuem maiores dificuldades em serem processados, possuem maiores viscosidades na conformação e tendem a trincar e empenar mais do que os não cristalinos. Os polímeros cristalinos, diferentemente dos amorfos, possuem um ponto de amolecimento definido numa faixa bem estreita de temperatura, isto é, eles não amolecem gradualmente com o aumento da temperatura. Eles permanecem rígidos com o aquecimento, até que bruscamente, eles amolecem diminuindo de modo notável a sua viscosidade quando atingem a temperatura de amolecimento. Os polímeros cristalinos podem ser reforçados, aumentando muito a sua tenacidade (resistência mecânica sob carga).

Os polímeros amorfos amolecem gradualmente quando aquecidos, mas a sua viscosidade diminui de modo muito gradual no processamento de modo bem diverso dos cristalinos. O reforçamento dos polímeros amorfos não melhoram de modo significativo a sua tenacidade (resistência mecânica sob carga).

Exemplos de polímeros não cristalinos: ABS, POLIESTIRENO, POLICARBONATO, POLISULFETOS, E POLIETERIMIDA.

Exemplos de polímeros cristalinos: POLIETILENO, POLIPROPILENO, NAILON (NYLON), ACETAL E POLIETERES.

9. POLÍMEROS DE IMPORTÂNCIA INDUSTRIAL



I) POLIETILENO

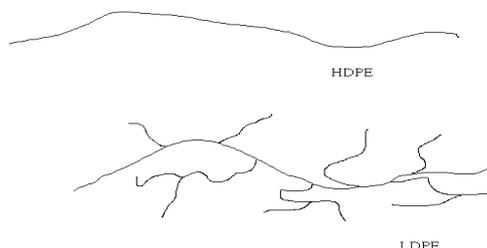
Monômero → Etileno (eteno).

Principais propriedades → Termoplástico de baixo custo, elevada resistência química e a solventes, baixo coeficiente de atrito, macio e flexível, fácil processamento, excelentes propriedades isolantes, baixa permeabilidade a água, atóxico e inodoro.

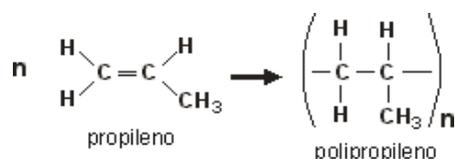
Aplicações → Filmes para embalagens e recipientes para embalagens de produtos alimentícios, farmacêuticos e químicos.

Note: O polietileno de baixa densidade (LDPE) é o polietileno ramificado ou de alta pressão. Aplica-se em filmes e laminados, recipientes para uso doméstico, embalagens, produtos farmacêuticos, químicos e alimentícios, brinquedos e isolamento de fios elétricos. Já o polietileno

de alta densidade (HDPE) é o polietileno linear ou de baixa pressão. É um polímero rígido, resistente à pressão. Aplica-se em recipientes para empacotamento de leite, sucos de frutas, água, produtos líquidos industriais e alimentos, garrafas, materiais hospitalares, brinquedos, tanques de combustível, lacres para embalagens.



II) POLIPROPILENO

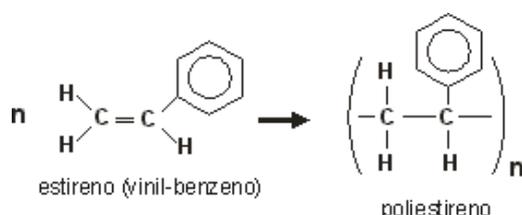


Monômero → Propileno (propeno).

Principais propriedades → Termoplástico de fácil moldagem, baixo custo, elevada resistência química e a solventes, ótima facilidade de coloração, excepcional resistência a ruptura por Fadiga, boa resistência ao impacto, boa estabilidade térmica, sensível a luz UV e agentes de oxidação, susceptível a degradações originando polímeros de baixo PM.

Aplicações → Recipientes, embalagens para produtos farmacêuticos, médicos, cosméticos e alimentícios, brinquedos, carcaças de eletrodomésticos, fibras, filmes orientados, tubos para cargas de canetas esferográficas, carpete, partes de ferramentas, material hospitalar esterilizável, peças automotivas (para-choques, pedais, carcaças de baterias, lanternas, ventoinha e ventiladores), seringas de injeção descartáveis, partes de máquinas de lavar, fitas para lacre de embalagens e sacaria.

III) POLIESTIRENO



Monômero → Estireno (vinil-benzeno)

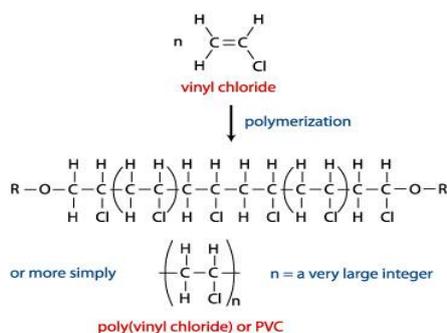
Principais propriedades → Termoplástico rígido, duro e quebradiço, com transparência cristalina, de fácil processamento e coloração, baixo custo, elevada resistência química a ácidos e álcalis, semelhança ao vidro, baixa densidade e absorção de umidade, baixa resistência a solventes orgânicos e calor.

Aplicações → Utensílios domésticos rígidos, brinquedos, produtos para recreação, peças de móveis,

embalagens para alimentos e cosméticos, isolamento térmico e pranchas flutuadoras.

Tipos → PS Cristalino ou comum, PS resistente ao calor (peças internas e externas de eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos, grades de aparelhos de ar-condicionado, ventiladores e exaustores), PS de alto impacto (fabricação de utensílios domésticos e brinquedos), PS expandido ou isopor (protetor de equipamentos, isolante térmico e pranchas para flutuação).

IV) POLI(CLORETO DE VINILA) – PVC



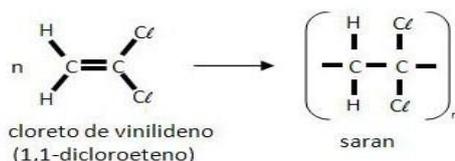
Monômero → Cloreto de Vinila

Principais propriedades → Termoplástico de baixo custo e elevada resistência a chama.

Aplicações → Tubos flexíveis ou rígidos, conexões, filmes, laminados, revestimento de fios e cabos elétricos, poltronas e estofamentos de automóveis, partes automotivas, pisos, toalhas de mesa, cortinas de banheiro, bolsas e roupas de couro artificial, passadeiras, brinquedos, embalagens para bebidas e alimentos, adesivos e tintas.

Tipos → PVC flexível (revestimento de fios e cabos elétricos, tintas, cortinas de banheiro), PVC rígido (tubos, carcaças de utensílios domésticos e baterias, conectores elétricos), PVC transparente (sem adição de cargas), PVC celular (incorporação de gás à resina).

V) POLI(CLORETO DE VINILIDENO) – PVDC

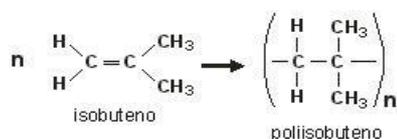


Monômero → Cloreto de vinilideno (1,1 – dicloroeteno).

Principais propriedades → Termoplástico incolor, translúcido e transparente, de estrutura extremamente regular e com elevada gravidade específica, baixa inflamabilidade, difícil processamento, excepcional impermeabilidade a gases e vapores, elevada resistência química.

Aplicações → Usado em embalagens para alimentos, retardante de chamas, filamentos para tecidos e tintas para papéis e celofane.

VI) POLIISOBUTILENO – PIB

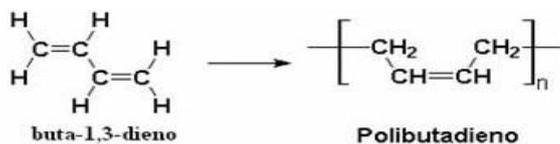


Monômero → Isobutileno (metil-propeno).

Principais propriedades → Termoplástico com processabilidade e elasticidade, resistente a ácidos e ozônio, susceptível ao frio.

Aplicações → Usado na formulação de selantes e adesivos, bases para gomas de mascar, espessante para óleos lubrificantes, agente compatibilizante para poliolefinas.

VII) POLIBUTADIENO – BR

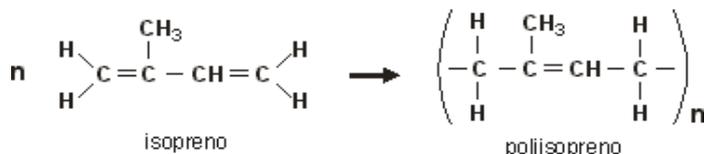


Monômero → 1,3-butadieno.

Principais propriedades → Elastômero de baixo custo, baixa histerese, elevada resistência, boa durabilidade e resistência à oxidação, baixa resistência ao rasgamento, à tração e a derrapagem, alta resiliência e resistência à abrasão, baixa deformação permanente à compressão, difícil processamento, suporta grande quantidade de óleo de extensão e cargas.

Aplicações → Pneus (quando misturado a NR ou SBR), artefatos mecânicos, calçados, composição de tintas protetoras para interiores de recipientes metálicos.

VIII) POLIISOPRENO

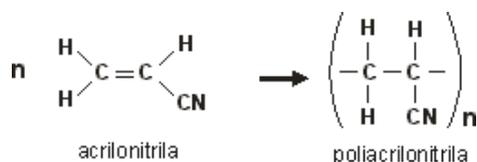


Monômero → Isopreno (2-metilbutadieno).

Principais propriedades → Elastômero com baixa histerese, elevada resiliência, alta resistência à abrasão e à tração, baixa deformação permanente a compressão e elevada elasticidade.

Aplicações → Pneus para caminhões, tratores e aviões, composição de selantes e compostos para calafetagem, fabricação de dutos, elásticos, calçados e artefatos para máquinas e esporte.

IX) POLIACRILONITRILA – PAN



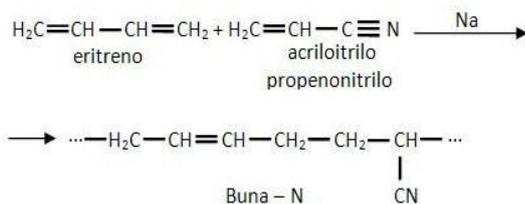
Monômero → Acrilonitrila (propenonitrila).

Principais propriedades → Elevada resistência química a solventes e reagentes, a fungos e a interperies, baixa estabilidade térmica, alta resistência à tração após estiramento, boa resistência à abrasão, difícil coloração, solúvel apenas em N,N-Dimetil-Formamida (DMF), N,N-Dimetil-Acetamida e soluções concentradas de sais inorgânicos.

Aplicações → Fibras têxteis, macias e leves, plastificante interna para PVC, embalagens para alimentos (sopas desidratadas, temperos, carne, chocolate, etc) e complementos vitamínicos,

precursor para fabricação de fibras de carbono, cordas náuticas, partes de mobílias.

X) COPOLÍMERO DE BUTADIENO - ACRILONITRILA (NBR ou Buna - N)

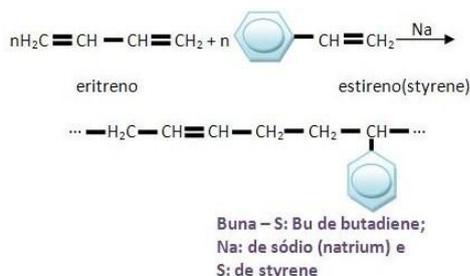


Monômeros → 1,3 - butadieno e acrilonitrila.

Principais propriedades → Elastômero de elevada resistência a óleos a diferentes temperaturas, baixa resistência ao ozônio, boa resistência ao calor e à abrasão, baixa resiliência, alta histerese, boa aderência a metais, boa resistência a tração, fracas propriedades elétricas, pequena solubilidade.

Aplicações → Adesivos, carimbos, mangueiras de gasolina, gaxetas, válvulas, tanques de combustível e calçados.

XI) COPOLÍMERO DE BUTADIENO-ESTIRENO (SBR ou Buna - S).

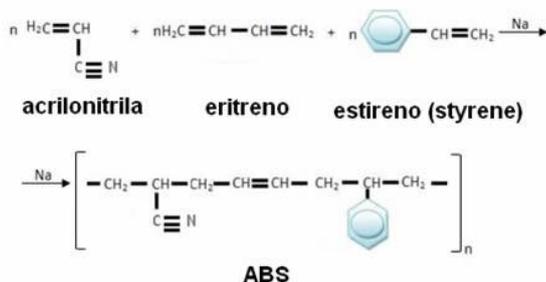


Monômeros → 1,3-butadieno e estireno.

Principais monômeros → Elastômero macio, de fácil processamento, baixo custo, elevada resistência à abrasão e ao ozônio, baixa resiliência, alta histerese, necessita de carga reforçadora para apresentar resistência mecânica satisfatória.

Aplicações → Pneus, embalagens para líquidos e alimentos, aplicações médicas, artefatos mecânicos de uso geral e para automóveis, usado na fabricação de espumas.

XII) POLÍMERO DE ACRILONITRILA-BUTADIENO-ESTIRENO (ABS).



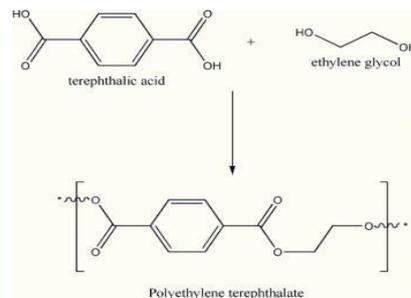
Monômeros → Acrilonitrila, butadieno e estireno.

Principais propriedades → Termoplástico amorfo, de aspecto translúcido a opaca, transparente ou pigmentado, de médio custo, rígido, tenaz, com elevada resistência a altas temperaturas, resistente á luz ultravioleta, excepcional resistência ao impacto a temperatura ambiente, boa resistência química à água, álcalis, ácidos fracos e sais inorgânicos, boa estabilidade térmica, boas propriedades anti-estática e elétricas, resistente à tração e abrasão.

Aplicações → Carcaças de aparelhos e utensílios domésticos, aplicações elétricas e eletrônicas,

compartimentos de bagagens, máquinas de escrever, aplicações internas e externas de automóveis, como consoles, painéis de instrumentos e auto-peças, molduras para vidros, capacetes esportivos, banheiras, forros de refrigeradores, tubos e conexão para sistemas de drenagem, bandejas, maçanetas, equipamentos para telecomunicação, cobertura de equipamentos para acampamento, cabos de ferramentas elétricas, vasilhas, engrenagens, engradados, partes de bombas compressoras, tubulações de produtos químicos corrosivos, gás natural, água potável e água salgada.

XIII) POLI(TEREFTALATO DE ETILENO) – PET

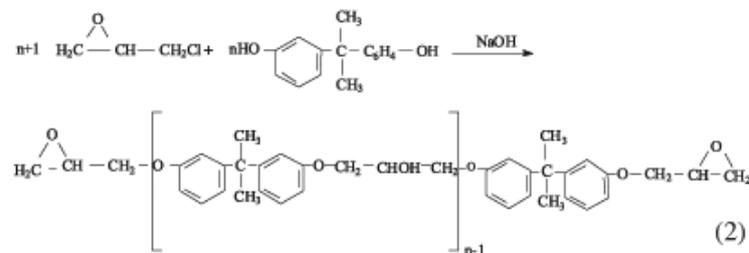


Monômeros → Ácido tereftálico ou tereftalato de dimetila e etilenoglicol.

Principais propriedades → Boa resistências mecânica, térmica e química, pode estar no estado altamente cristalino, parcialmente cristalino e orientado ou amorfo.

Aplicações → Fibras fortes, fitas magnéticas para gravação, monofilamentos, partes estruturais de bagagens, mantas para filtros industriais, embalagens de alimentos, como mostarda, picles, temperos, xaropes e víveres, cosméticos e produtos farmacêuticos, suportes de filme metálico para estampagem em plásticos, estruturas de molduras e painéis, filmes e placas para radiografia, fotografia e reprografia, impermeabilização de superfícies e isolamento elétrico, frascos para refrigerantes gaseificados, fibras têxteis, em grandes partes estruturais de automóveis, carcaças de bombas, carburadores, limpadores de pára-brisas, componentes elétricos de carros como sensores, soquetes, relés e bobina elétrica, revestimentos de materiais e interiores de fornos de microondas, componentes de móveis de escritório, conectores, transformadores de áudio e vídeo.

XIV) RESINAS EPÓXI

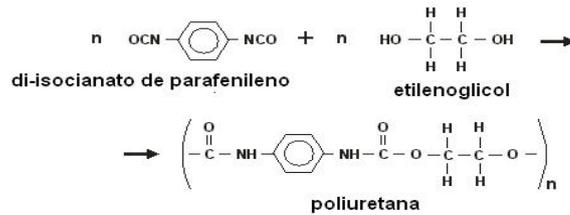


Monômeros (exemplo dado) → epiclorigidrina e bisfenol

Principais propriedades → Flexíveis e tenazes, resistentes ao calor, ataque químico e solventes

Aplicações → Fabricação de tintas anti-corrosivas, adesivos. Compósitos com fibras de vidro, de carbono, de poliamida para a indústria aeronáutica.

XV) POLIURETANOS

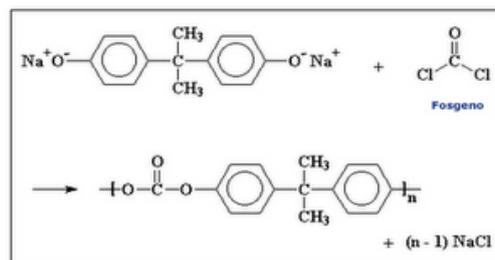


Monômeros → Diisocianatos orgânicos e diálcois.

Principais propriedades → Adesividade, grande resistência à abrasão, agentes atmosféricos, corrosão, calor, ataque químico e baixa contração após a cura.

Aplicações → Adesivos, fabricação de tintas, vernizes e espuma de poliuretano (colchões).

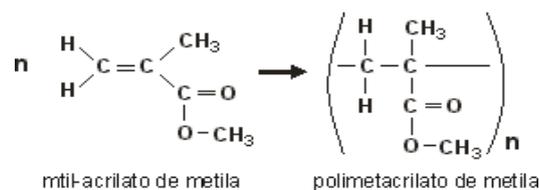
XVI) POLICARBONATOS



10. Principais propriedades → Semelhante ao vidro, porém altamente resistente ao impacto, boa estabilidade dimensional, boas propriedades elétricas. Resistente à chama.

Aplicações → Placas resistentes ao impacto, janelas de segurança, escudos de proteção, painéis de instrumentos.

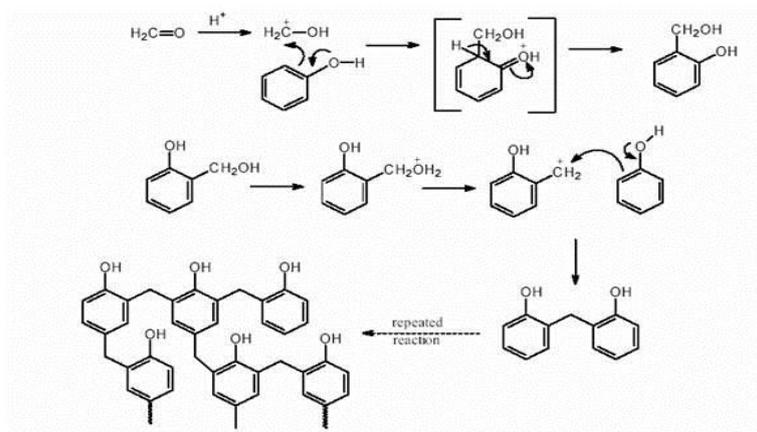
XVII) POLI(METACRILATO DE METILA) – PMMA



Principais propriedades → Semelhante ao vidro; boa resistência química e ao impacto; alta resistência a intempéries; transparência e capacidade de refletir luz.

Aplicações → Placas para sinalização de tráfego; calotas e janelas de avião, lanternas, protetores de chuva de carro, luminárias, painéis e fibra ótica.

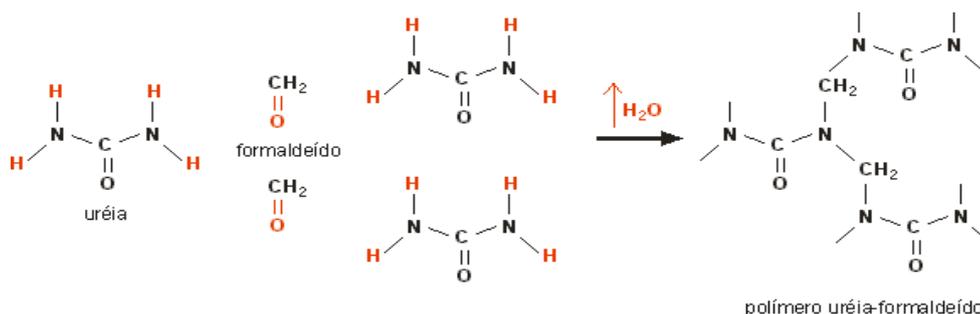
XVIII) RESINA FENOL-FORMALDEÍDO (BAQUELITE)



Principais propriedades → Alta resistência mecânica e física, boa resistência química, estabilidade dimensional, menor custo e coloração limitada.

Aplicações → Engrenagens, pastilhas de freio, componentes de sistemas de transmissão de carros, peças elétricas moldadas, lâminas para revestimento de mesas, divisórias, cabos de painéis.

XIX) RESINA URÉIA – FORMALDEÍDO



Principais propriedades → Alta resistência mecânica e térmica, boa resistência química, dureza e menor custo.

Aplicações → Chapas de compensado para móveis, vernizes para revestimento de soalhos, adesivos para madeira, moldados duros resistentes a compressão e impacto.

10. VULCANIZAÇÃO E GRAFITIZAÇÃO

Quando se parte de um monômero diênico obtém-se um polímero que ainda terá em sua cadeia milhares de duplas ligações (insaturações). O polímero formado, embora tenha boa elasticidade, em virtude destas insaturações oxida-se facilmente ao ar, torna-se resinoso e pegajoso pela ação do calor e é pouco resistente ao desgaste. O aquecimento com enxofre ou carbono (negro de fumo) permite eliminar muitas insaturações e, ao mesmo tempo, liga as macromoléculas lineares do polímero numa rede tridimensional.

No processo de vulcanização. A macromolécula reticulada produzida, de menor elasticidade, é mais estável ao calor, aos agentes oxidantes e ao desgaste. É dessa forma que se obtém a borracha.

Para a obtenção de borracha natural usam-se teores de enxofre compreendidos entre 4 e 7%. Teores de enxofre maiores, de 30 a 40%, produzem uma resina rija denominada de ebonite, que é usada como isolante elétrico.

✓ BORRACHAS SINTÉTICAS

A) Neoprene

- Resultante da polimerização do cloropreno.

- Tem ótimas resistências a tensões, agentes atmosféricos e solventes

B) Buna – S ou SBR

- Resultante da copolimerização do 1,3-butadieno e do estireno.

- Fabricação de pneumáticos.

C) Buna – N

- Resultante da copolimerização do butadieno-1,3 e da acrilonitrila.

- É resistente a óleos minerais, sendo usado na fabricação de mangueiras destinadas ao transporte de óleos lubrificantes em máquinas.

- Adição de grafite finamente pulverizado pode transformá-lo em condutor elétrico. A grafite fornece um caminho através do qual os elétrons podem fluir.

EXERCÍCIOS

1. (ITA 2012) Assinale a opção que indica o polímero da borracha natural.

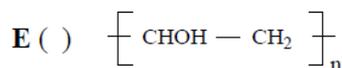
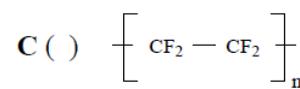
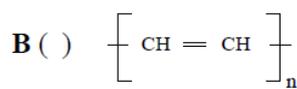
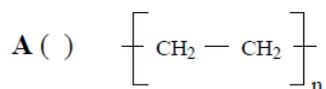
A () Poliestireno B () Poliisopreno C () Poli (metacrilato de metila) D () Polipropileno

E () Poliuretano

2. (ITA 2012) Assinale a opção com a resina polimérica que mais reduz o coeficiente de atrito entre duas superfícies sólidas.

A () Acrílica B () Epoxídica C () Estirênica D () Poliuretânica E () Poli (dimetil siloxano)

3. (ITA 2011) Assinale a opção que apresenta a fórmula molecular do polímero que pode conduzir corrente elétrica.



4. (ITA 2009) São dadas as seguintes informações:

I. O polietileno é estável até aproximadamente 340 °C. Acima de 350 °C ele entra em combustão.

II. Para reduzir ou retardar a propagação de chama em casos de incêndio, são adicionados retardantes de chama à formulação dos polímeros.

III. O $\text{Al}(\text{OH})_3$ pode ser usado como retardante de chama. Aproximadamente 220 °C, ele se decompõe, segundo a reação $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, cuja variação de entalpia (ΔH) envolvida é igual a 1170 J/g.

IV. Os três requisitos de combustão de um polímero são: calor de combustão, combustível e oxigênio. Os retardantes de chama interferem no fornecimento de um ou mais desses requisitos.

Se $\text{Al}(\text{OH})_3$ for adicionado a polietileno, cite um dos requisitos de combustão que será influenciado por cada um dos parâmetros abaixo quando a temperatura próxima ao polietileno atingir 350 °C.

Justifique resumidamente sua resposta.

a) Formação de $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$

b) Formação de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

c) ΔH de decomposição do $\text{Al}(\text{OH})_3$

5. (ITA 2008) O explosivo plástico conhecido como PBX é constituído de uma parte polimérica, normalmente um poliuretano.

A formação do poliuretano é atribuída à reação entre um poliol com

- A () um isocianato.
- B () uma amina.
- C () uma anilina.
- D () uma estearina.
- E () uma oleína.

6. (ITA 2008) Assinale a opção que contém o polímero que, por ser termoplástico e transparente, pode ser empregado na fabricação de pára-brisa de aeronaves.

A () polietileno B () polipropileno C () poli(tetrafluoroetileno) D () policarbonato E () poli(álcool vinílico)

7. (ITA 2006) São realizadas reações químicas do acetileno com ácido clorídrico, ácido cianídrico, ácido acético e cloro, nas proporções estequiométricas de 1:1.

- a) Mostre as equações químicas que representam cada uma das reações químicas especificadas.
- b) Indique quais dos produtos formados podem ser utilizados como monômeros na síntese de polímeros.
- c) Dê os nomes dos polímeros que podem ser formados a partir dos monômeros indicados no item b).

8. (ITA 2005) Assinale a opção que contém o polímero que melhor conduz corrente elétrica, quando dopado.

A () Polietileno B () Polipropileno C () Poliestireno D () Poliacetileno E () Poli (tetrafluoroetileno)

9. (ITA 2005) Considere que dois materiais poliméricos A e B são suportados em substratos iguais e flexíveis. Em condições ambientes, pode-se observar que o material polimérico A é rígido, enquanto o material B é bastante flexível. A seguir, ambos os materiais são aquecidos à temperatura (T), menor do que as respectivas temperaturas de decomposição. Observou-se que o material A apresentou-se flexível e o material B tornou-se rígido, na temperatura (T). A seguir, os dois materiais poliméricos foram resfriados à temperatura ambiente.

- a) Preveja o que será observado caso o mesmo tratamento térmico for novamente realizado nos materiais poliméricos A e B. Justifique sua resposta.
- b) Baseando-se na resposta ao item a), preveja a solubilidade dos materiais em solventes orgânicos.

10. (ITA 2001) Considere as seguintes afirmações a respeito da aplicação do fenol: Fenol é utilizado

I - na síntese da baquelite. II - na produção de tintas III - como agente bactericida. IV - na obtenção de explosivos. V - na síntese do ácido acetilsalicílico.

Das afirmações feitas, estão CORRETAS

A) apenas I e II B) apenas I, II, III e V C) apenas II e III D) apenas III e IV E) todas

11. (ITA 2000) Considere as seguintes afirmações:

I. A reação da borracha natural com enxofre é denominada de vulcanização.

II. Polímeros termoplásticos amolecem quando são aquecidos.

III. Polímeros termofixos apresentam alto ponto de fusão.

IV. Os homopolímeros polipropileno e politetrafluoretileno são sintetizados por meio de reações de adição.

V. Mesas de madeira, camisetas de algodão e folhas de papel contêm materiais poliméricos.

Das afirmações feitas, estão CORRETAS

A) I, II, IV e V. B) I, II e V. C) III, IV e V. D) IV e V. E) todas.

12. (ITA 1997) Considere as afirmações:

- I- Proteínas são polímeros constituídos por aminoácidos unidos entre si através de pontes de hidrogênio.
- II- Celuloses são polímeros formados a partir de unidades de glicose.
- III- Borrachas vulcanizadas contêm enxofre na forma de ligações cruzadas entre cadeias poliméricas vizinhas.
- IV- Polietileno é um polímero termofixo.
- V- Baquelite é um polímero muito utilizado na confecção de cabos de painéis.

São corretas apenas afirmações:

- A) I, II, III e IV. B) I, II, III e V. C) I, IV e V. D) II, III, e V. E) III e IV.

13. (ITA 1995) Assinale a afirmação falsa dentre as abaixo:

- A) Ésteres de ácidos carboxílicos são os componentes principais do óleo de soja, manteiga e banha suína.
- B) Polímeros de aminoácidos são encontrados na gelatina, clara de ovo e queijos.
- C) Amianto, mica e vidro de garrafa são silicatos.
- D) Algodão natural, lã de ovelha, amianto e mica têm estruturas poliméricas
- E) Hidrocarbonetos poliméricos são componentes principais na madeira, no algodão natural e no papel.

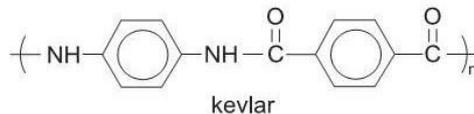
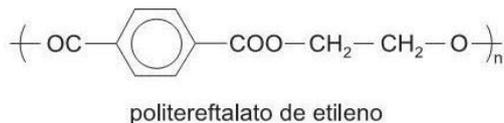
14. (ITA 1993) Qual (quais) das afirmações abaixo está (estão) ERRADA(S)?

- I. O trans-dicloroetano tem momento de dipolo nulo.
 - II. A hidrólise de proteínas fornece aminoácidos.
 - III. Ácidos monocarboxílicos são, em geral, fracos.
 - IV. A hidrólise de amido fornece sacarose.
 - V. Dodecil benzeno sulfonatos de sódio são surfactantes.
 - VI. “Nylon” é um polímero com grupos funcionais amida.
 - VII. Derivados simultaneamente clorados e fluorados de hidrocarbonetos alifáticos leves (divulgados como CFC) são muito pouco reativos na troposfera.
- A) Nenhuma. B) Apenas IV. C) Apenas I; II; III D) Apenas V; VI; VIII E) Apenas I; IV; V; VI; VII

15. (ITA 1992) Dentre as opções seguintes assinale aquela que contém a afirmação falsa.

- A) Cinzas de vegetais são ricas em potássio.
- B) Vinagre é essencialmente uma solução de ácido acético em água.
- C) Enzimas presentes na saliva humana são capazes de hidrolisar amido produzindo glicose.
- D) Poliestireno é um polímero de biodegradação relativamente fácil.
- E) A presença de tons de cálcio e/ou magnésio em águas naturais restringe a formação de espuma na presença de sabão comum.

16. (CESGRANRIO 2009) Atualmente os polímeros sintéticos são empregados em diversas áreas. O politereftalato é muito usado na fabricação de embalagens, garrafas de bebidas, varas de pescar entre outros. O kevlar, por ser um polímero de alta resistência e baixa densidade, é utilizado para produzir coletes à prova de balas e capacetes.



Em relação a esses polímeros, afirma-se que

- A) ambos são classificados como polímeros de adição, devido à soma dos monômeros na sua composição.
 B) a reação de polimerização que dá origem ao politereftalato de etileno é uma esterificação.
 C) o etileno é um dos monômeros usados para formar o politereftalato de etileno.
 D) o kevlar não é considerado uma poliamida aromática.
 E) o politereftalato de etileno é considerado um poliestireno.

17. (CESGRANRIO 2009) Copolímeros estão entre os compostos mais estudados para a produção de novos materiais, com propriedades físicas e químicas muito específicas. A esse respeito, analise as afirmativas a seguir.

I - Copolímeros consistem em uma mistura física de dois homopolímeros compostos por monômeros estruturalmente diferentes, normalmente pela mistura de soluções dos dois polímeros, seguida da evaporação do solvente.

II - Copolímeros podem ser obtidos pela reação entre diferentes monômeros, sendo que a proporção relativa entre eles na estrutura do copolímero dependerá de suas reatividades químicas.

III - Copolímeros, por possuírem mais de um monômero, apresentarão as propriedades físicas e químicas dos homopolímeros, combinadas em um único material.

É(São) correta(s) **APENAS** a(s) afirmativa(s)

- A) I.
 B) II.
 C) III.
 D) I e III.
 E) II e III.

18. (Unesp 92) O Dracon, um polímero utilizado em fitas magnéticas, é sintetizado pela reação entre o ácido 1,4- benzenodióico e o 1,2-etanodiol, com eliminação de água.

- a) Escreva a equação que representa a reação de uma molécula do ácido com uma molécula do diol. Utilize fórmulas estruturais.
 b) A que função orgânica pertence o Dracon?

19. (Ufu 2004) Polímeros são macromoléculas orgânicas construídas a partir de muitas unidades pequenas que se repetem, chamadas monômeros. Assinale a alternativa que apresenta somente polímeros naturais.

- A) Celulose, plástico, poliestireno.
 B) Amido, proteína, celulose.
 C) Amido, náilon, polietileno.
 D) Plástico, PVC, teflon.

20. (Ufsc 2002) As reações químicas podem levar à formação de produtos de interesse comercial. Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01. A trimerização completa de 3 mols de acetileno produz 2,5 mols de benzeno.

02. Ésteres de ácidos carboxílicos são os componentes principais do óleo de soja.
04. São exemplos de polímeros naturais o PVC, a sacarose e o poliéster.
08. O teflon, quimicamente, é o politetrafluoretileno.
16. A vulcanização da borracha baseia-se na reação do látex natural com quantidades controladas de ozônio.
32. A baquelite, o mais antigo polímero sintético, é obtida pela condensação do fenol comum com aldeído fórmico.

21. (IME-06) Os náilons são polímeros usualmente empregados na forma de fios, úteis na fabricação de cordas, tecidos, linhas de pesca etc. Um dos mais comuns é o náilon-66, resultante da reação de polimerização entre a hexametilenodiamina (1,6- diamino-n-hexano) e o ácido adípico (ácido hexanodióico). Com base nesta informação, determine a fórmula mínima do náilon-66.

22. (IME 2008) Observe as alternativas abaixo e assinale a correta.

A) O petróleo é um líquido escuro, oleoso, formado pela mistura de milhares de compostos orgânicos com grande predominância de hidrocarbonetos. Nas refinarias, o petróleo bruto é aquecido e, em seguida, passa por torres de destilação. Nessas torres são separadas, em ordem crescente de peso molecular médio, as seguintes frações: gás liquefeito, gasolina, querosene, óleo diesel, óleos lubrificantes, óleos combustíveis, hulha e asfalto.

B) Dois importantes processos realizados nas refinarias de petróleo são o craqueamento catalítico e a reforma catalítica. O craqueamento catalítico tem por objetivo transformar frações pesadas de petróleo em frações mais leves, como a gasolina, por exemplo. Já a reforma catalítica tem por objetivo a diminuição da octanagem da gasolina, através da transformação de hidrocarbonetos de cadeia normal em hidrocarbonetos de cadeia ramificada, cíclicos e aromáticos.

C) Poliamidas são polímeros de cadeia heterogênea que podem ser formados a partir da reação de adição entre moléculas de diaminas e moléculas de diácidos. Dentre as propriedades marcantes das poliamidas, destaca-se a elevada resistência mecânica, fato que se deve às interações intermoleculares por ligações de hidrogênio.

D) Copolímeros são polímeros obtidos a partir de dois ou mais monômeros diferentes. Um importante exemplo de copolímero é o copolímero poli(metacrilato de metila), conhecido como Buna-S, utilizado na fabricação de pneus.

E) Polímeros diênicos são aqueles formados a partir de monômeros contendo em sua estrutura dienos conjugados. Esses polímeros são constituídos de cadeias poliméricas flexíveis, com uma dupla ligação residual passível de reação posterior. Um exemplo de polímero diênico é o polibutadieno. Na reação de síntese do polibutadieno, pode-se ter a adição do tipo 1,4 ou a adição do tipo 1,2.

23. (Ufsm 2007) As borrachas sintéticas são classificadas como polímeros de adição. Também são polímeros de adição industrializados:

- A) náilon e PVC.
- B) PVC e poliéster.
- C) teflon e isopor.
- D) náilon e isopor.
- E) poliéster e teflon.

24. (UNISINOS - RS) 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

obtem 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, estirenos e propeno;
- B) monômeros, isopreno e propeno;
- C) anômeros, cloropreno e neopreno;
- D) monômeros, propeno e isopreno;
- E) elastômeros, eritreno e isopreno.

25. "(...) 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. Estava descoberto o polímero (...)"(Texto extraído do jornal O Estado de S. Paulo).

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

GABARITO DAS OBJETIVAS: 1 -B; 2- E; 3-B; 5-A; 6-D; 8-D; 10-E; 11-A; 12-D; 13-D; 14-B; 15-D; 16-B; 17-C; 18-B; 20-FVFVFV (Soma = 42); 22-E; 23-C; 24-B; 25D.

BOM ESTUDO!!