

CURSO INTENSIVO 2022

ITA - 2022

Química

Prof. Thiago





Sumário

APRESENTAÇÃO DA AULA	4
POLÍMEROS NAS PROVAS DO ITA	4
1. POLÍMEROS SINTÉTICOS: CLASSIFICAÇÃO	4
1.1. Estrutura da Cadeia	4
1.1.1. Polímeros Lineares	4
1.1.2. Polímeros Tridimensionais	4
1.2. Quanto à Reação de Preparação	5
1.2.1. Polímeros de Adição	5
1.2.2. Polímeros de Condensação	6
2. EXEMPLOS DE POLÍMEROS	6
2.1. Polímeros Vinílicos	6
1. Polietileno	7
2. Poliestireno	7
3. Policloreto de Vinila (PVC)	8
4. Teflon	8
5. Polipropileno	8
6. Poliacetato de Vinila (PVA)	9
2.2. Polímeros Diênicos	9
7. Poli-isopreno (borracha natural)	9
8. Bunas	9
Polímeros de Condensação	10
9. Policarbonato	10
10. Poliamidas (nylon)	10
11. Kevlar	11
12. Politereflato de etileno (PET)	11
13. Poliuretano	11
14. Silicones	12
Aplicações de Polímeros na Indústria Aeronáutica	12
3. PETROQUÍMICA	27
3.1. Destilação do Petróleo	27
3.2. Craqueamento	28
3.3. Reforma Catalítica	29
4. POLÍMEROS NATURAIS	29
4.1. Gorduras	29
4.1.1. Sabões	31



4.1. Glicídios	32
4.1.1. Síntese de Kiliani	33
4.1.2. Formas Cíclicas dos Monossacarídeos	34
4.1.3. Polissacarídeos	34
4.2. Proteínas	35
4.2.1. Aminoácidos	35
4.2.2. Estrutura Primária	37
4.2.3. Estrutura Secundária	37
4.2.4. Estrutura Terciária	39
4.2.5. Estrutura Quaternária	40
4.3. Ácidos Nucleicos	41
4.3.1. Bases Nitrogenadas	41
4.3.2. Nucleotídeos	43
4.3.3. ADP e ATP	44
4.3.4. Modelo de Watson-Crick	45
4.3.5. Replicação do DNA	45
4.3.6. Síntese Protéica	46
5. LISTA DE QUESTÕES PROPOSTAS	53
5.1. Gabarito	61

Apresentação da Aula

Os polímeros formam uma categoria de substâncias, que se caracterizam por se apresentar na forma de **macromoléculas**, ou seja, moléculas muito grandes.

Polímeros nas provas do ITA

A meu ver, essa é uma aula para ser revisada às vésperas da prova. Muitos detalhes que você pode esquecer e que podem ser um diferencial para você acertar questões simples rapidamente.

O ITA, por sua vez, prefere a parte de Polímeros Sintéticos e, muitas vezes, cobra as aplicações dos polímeros. Portanto, preste muita atenção a isso.

1. Polímeros Sintéticos: Classificação

1.1. Estrutura da Cadeia

É importante conhecer a diferença entre os polímeros lineares e tridimensionais, pois isso se reflete nas propriedades de ser um material termoplástico ou termofixo.

1.1.1. Polímeros Lineares

A cadeia do polímero cresce em uma única direção.

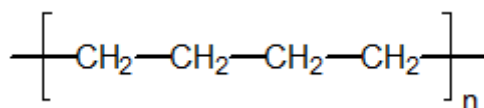


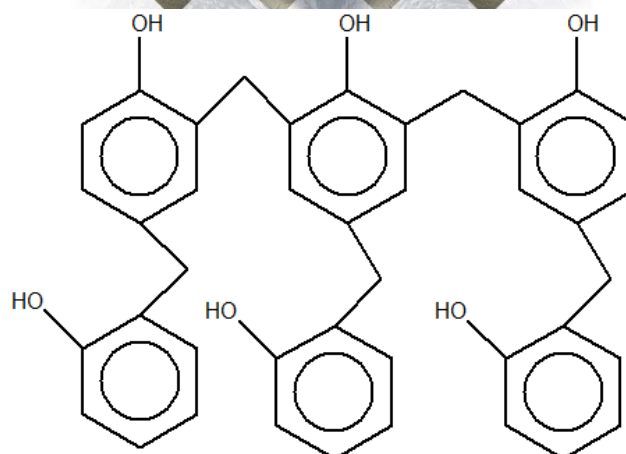
Figura 1: Estrutura do Polietileno – o polímero mais simples

A principal propriedade dos polímeros lineares é que eles são **termoplásticos**.

Um polímero termoplástico pode ser amolecido pelo calor e moldados. Quando resfriados, voltam a apresentar as propriedades originais.

1.1.2. Polímeros Tridimensionais

Nesse caso, a macromolécula se desenvolve em todas as direções. Um exemplo interessante é a baquelite.



Outra propriedade interessante dos polímeros tridimensionais é que, de maneira geral, formam **materiais termofixos**.

Os polímeros termofixos não podem ser moldados pelo calor. Quando aquecidos, sofrem decomposição, perdendo totalmente suas propriedades.

1.2. Quanto à Reação de Preparação

As reações de polimerização são classificadas genericamente em duas categorias:

- Polímeros de Adição;
- Polímeros de Condensação.

1.2.1. Polímeros de Adição

Os polímeros de adição se subdividem em duas categorias:

- **Homopolímeros:** quando o polímero é formado pela soma de moléculas pequenas idênticas entre si. Nesse caso, a molécula é chamada **monômero**.

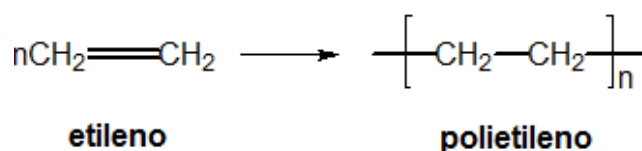


Figura 2: Formação de um homopolímero

O monômero é também conhecido como **unidade estrutural** do polímero. O nome do polímero, nesse caso, é dado simplesmente com a adição do prefixo **poli-** ao nome do monômero.

- **Copolímeros:** quando o polímero é a soma de dois ou mais tipos de moléculas diferentes, ou seja, vários monômeros diferentes.

É o caso das borrachas sintéticas, como a Buna-S, que é um copolímero do buta-1,3-dieno com o estireno (etenil-benzeno) .

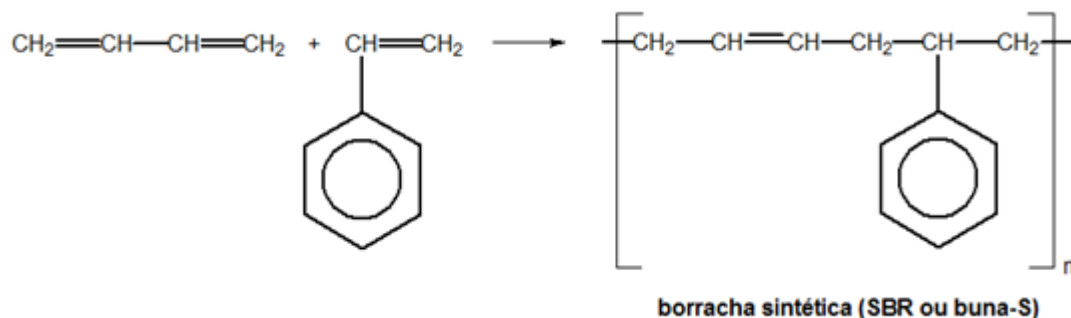
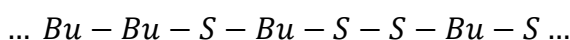


Figura 3: Formação de um copolímero

Um fato interessante é o copolímero apresenta uma estrutura irregular. Essa é uma diferença vital para os polímeros de condensação.



1.2.2. Polímeros de Condensação

Os polímeros de condensação são formados quando o polímero é obtido pela soma de dois tipos de moléculas diferentes, que combinam seus grupos funcionais para formar os grupos característicos do polímero.

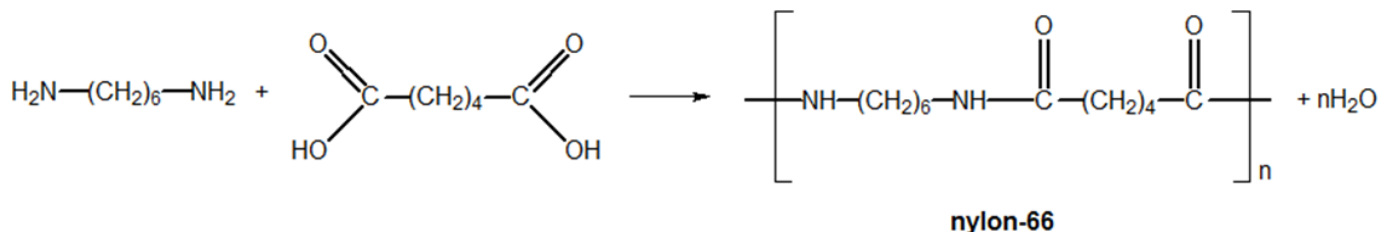


Figura 4: Formação de um polímero de condensação

2. Exemplos de Polímeros

Como os polímeros podem ser cobrados pelas suas aplicações, é importante que conheçamos os principais polímeros.

2.1. Polímeros Vinílicos

São os polímeros mais simples. São o resultado da polimerização de grupos vinila, ou seja:

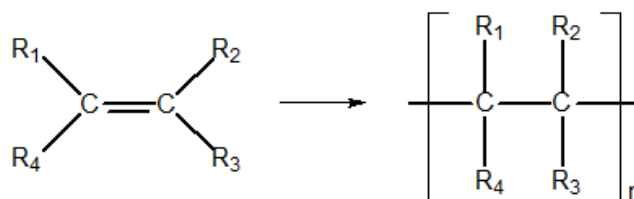


Figura 5: Esquema Geral dos Polímeros Vinílicos

Essa lista inclui materiais muito úteis e de baixíssimo custo.

1. Polietileno

É um dos plásticos mais utilizados no dia-a-dia.

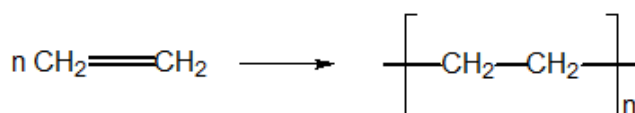


Figura 6: Estrutura do Polietileno

Aplicações: fabricação de folhas (toalhas, cortinas, películas plásticas etc.), recipientes (sacos, garrafas, baldes), canos plásticos, revestimentos de fios, cabos, tubos, brinquedos e utensílios domésticos.

2. Poliestireno

Obtido a partir do vinilbenzeno (ou estireno), apresenta massa molar média de 300 kg/mol e densidade de aproximadamente 1,05 g/cm³. É conhecido por formar o isopor.

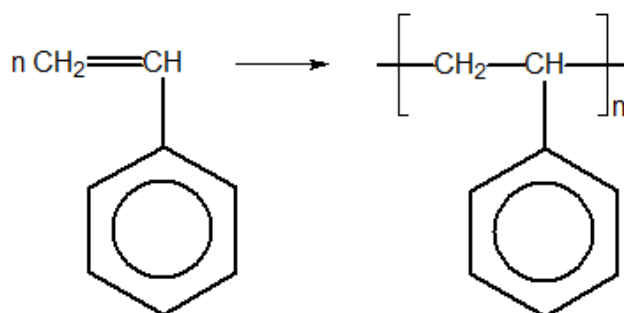


Figura 7: Estrutura do Poliestireno

CURIOSIDADE



Isopor

Isopor é nome comercial do poliestireno expandido (ou EPS). Para isso, adiciona-se gases a quente, como o pentano, durante o processo de polimerização.

Uma placa de isopor pronta pode conter até 98% de gases dispersos. Os gases contribuem também para aumentar o efeito isolante térmico do material.

O poliestireno é inflamável, porém, no isopor, é comum se acrescentar **óxido de alumínio**, com o efeito de retardante de chamas. Com isso, uma placa de isopor pode queimar, mas não alastra as chamas.

3. Policloreto de Vinila (PVC)

Obtido a partir do cloreto de vinila, o PVC apresenta massa molar média entre 50 kg/mol e 100 kg/mol e densidade de aproximadamente 1,39 g/cm³.

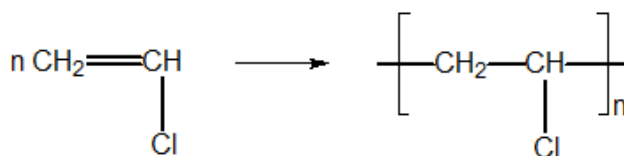


Figura 8: Estrutura do Policloreto de Vinila (PVC)

O PVC apresenta boa resistência química e térmica devido ao elevado teor de cloro. Pode ser processado de duas formas básicas: PVC flexível (mistura de PVC + plastificante) ou PVC rígido (não plastificado).

O PVC É um dos plásticos mais presentes no nosso cotidiano. O PVC é um plástico atóxico, resistente, impermeável e não propaga chamas. Além disso, é bastante adaptável.

4. Teflon

O teflon é obtido a partir do tetrafluoroetileno, apresenta massa molar média de 500 kg/mol a 5 000 kg/mol e densidade de cerca de 2,2 g/cm³. O teflon é quimicamente inerte, elevada resistência térmica, baixo coeficiente de atrito e baixa aderência.

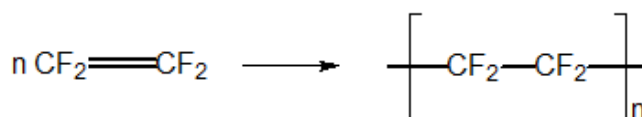


Figura 9: Estrutura do Teflon

5. Polipropileno

Obtido a partir do propileno ou propeno, apresenta massa molar média de 80 a 500 kg/mol e densidade de 0,9 g/cm³.

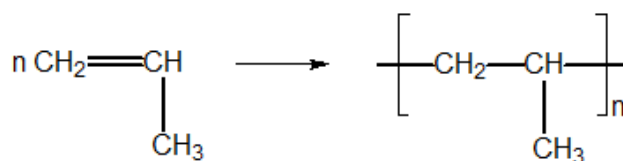


Figura 10: Estrutura do Polipropileno

O polipropileno é incolor, quimicamente inerte, baixa densidade, boa resistência térmica e elétrica e ao impacto. Por ser mais duro e mais resistente ao calor que o polietileno, é utilizado na fabricação de fibras, filamentos e equipamentos médicos.

6. Poliacetato de Vinila (PVA)

É preparado pela polimerização do poliacetato de vinila.

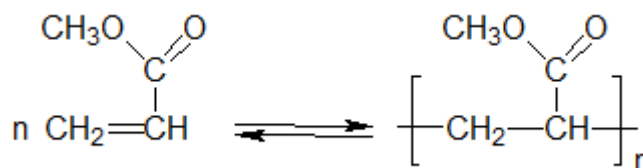


Figura 11: Estrutura do Poliacetato de Vinila (PVA)

É utilizado na fabricação de gomas de mascar, adesivos para madeira e cola branca.

2.2. Polímeros Diênicos

A polimerização diênica é caracterizada por uma adição 1,4, conforme o esquema ilustrado na Figura 12.

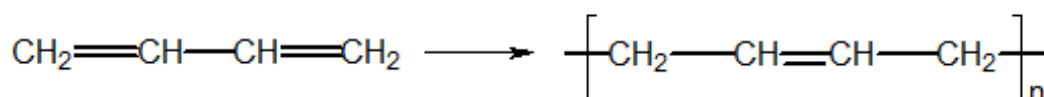


Figura 12: Esquema Geral de Polimerização de Dienos

Uma característica dos polímeros diênicos é que eles possuem duplas ligações no meio da estrutura. Por causa dessas ligações, eles podem sofrer o processo de **vulcanização**.

7. Poli-isopreno (borracha natural)

O isopreno (2-metil-buta-1,3-dieno), quando polimerizado, produz um polímero parecido com a borracha natural.

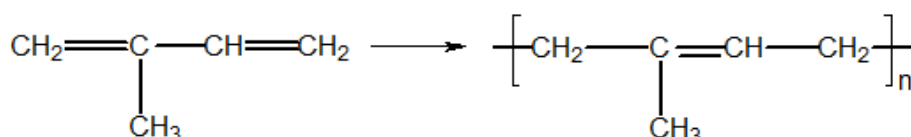


Figura 13: Estrutura do Poliisopreno

8. Bunas

A polimerização do 1,3-butadieno produz borrachas de qualidade pouco satisfatória. Por isso, é comum polimerizá-lo com outros monômeros, formando copolímeros.

As borrachas resultantes formam as chamadas bunas, em referência ao Bu (1,3-butadieno) e Na (sódio metálico utilizado como catalisador). Entre as bunas, podem-se destacar: a buna-S (formada com o estireno, em inglês, *styrene*) e a buna-N (formada pela acrilonitrila).

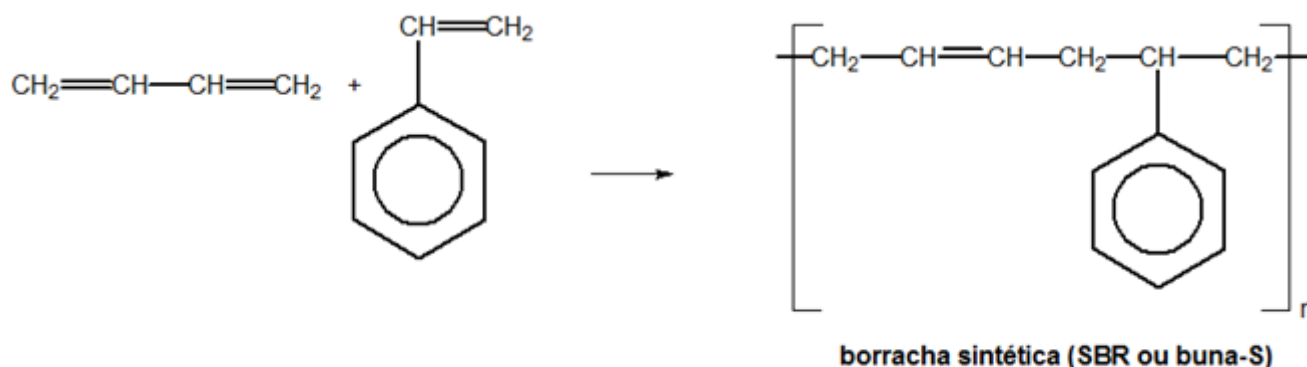


Figura 14: Estrutura da buna-S ou SBR

Polímeros de Condensação

Os polímeros de condensação mais importantes são: poliamidas, poliésteres e policarbonatos.

9. Policarbonato

O policarbonato é um polímero preparado pelo fosgênio (COCl_2) e pelo *p*-isopropilenodifenol (bisfenol A), com eliminação de cloreto de hidrogênio.

Os policarbonatos são, na verdade, poliésteres do ácido carbônico.

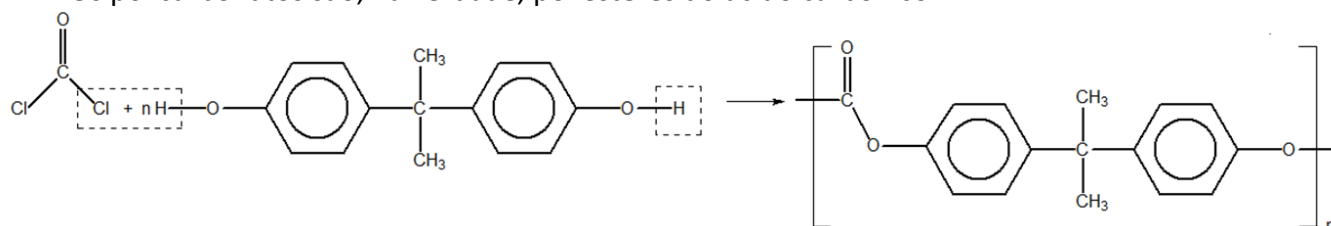


Figura 15: Estrutura do Policarbonato

Como não é possível realizar a esterificação diretamente com o ácido carbônico, é necessário utilizar o fosgênio (COCl_2), que funciona como um cloreto de ácido correspondente ao H_2CO_3 .

O policarbonato é semelhante ao vidro, porém altamente resistente ao impacto. É utilizado para fabricar materiais leves e resistentes.

É muito utilizado em vidros à prova de bala, pára-brisas, lentes de óculos de sol, CDs, equipamentos de raios X e janelas de segurança.

10. Poliamidas (nylon)

O náilon mais comum é formado pelo ácido adípico (hexanodióico) e a 1,6-hexanodiamina. Devido à quantidade de carbonos do ácido e da amina, diz-se que o náilon formado é o náilon-66.

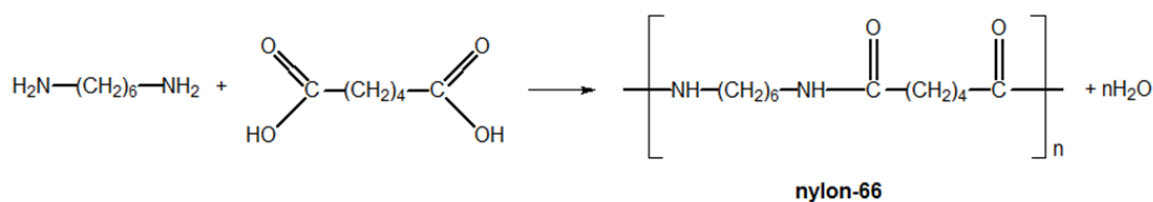


Figura 16: Estrutura do Náilon-66

A aplicação mais conhecida das poliamidas é na fabricação de roupas esportivas, em que formam tecidos muito leves. Porém, o náilon também é utilizado para a fabricação de fios de pesca e de cordas grossas.

- **Propriedades:** o náilon bastante resistente à abrasão e ao ataque químico. É forte e facilmente moldável. Apresenta baixo coeficiente de atrito e não propaga o fogo.
- **Aplicações:** rolamentos sem lubrificação, engrenagens, pneumáticos, embalagens, fibras têxteis, fios de pesca, tapetes, meias, cerdas de escovas e acessórios elétricos.

11. Kevlar

Outra poliamida importante é o kevlar, formado pelo ácido tereftálico (p-benzenodióico) e pela p-benzenodiamina.

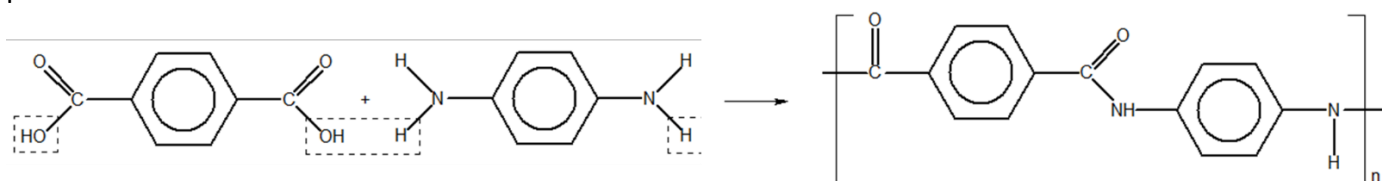


Figura 17: Estrutura do Kevlar

- **Propriedades:** excelente resistência ao impacto, ao ataque químico e ao fogo. O material só se queima a uma temperatura de 1000°C. Seus vapores não são tóxicos.
- **Aplicações:** coletes à prova de bala, chassis de carros de corrida, roupas de astronautas e peças de aviões.

12. Politereflato de etileno (PET)

Produzido a partir do ácido tereftálico (p-benzenodióico) e do etilenoglicol (1,2-etanodiol), o PET é um polímero muito fino e resistente. Estima-se que 2 quilogramas de pasta PET possam produzir um filamento longo o suficiente para dar a volta ao planeta Terra.

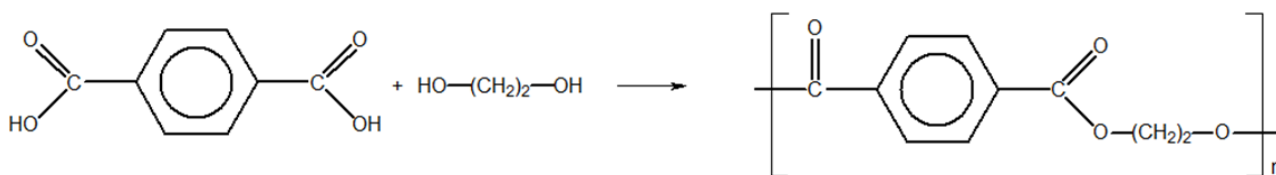


Figura 18: Estrutura do PET

- **Propriedades:** baixo custo de processamento, resistência térmica, mecânica e química. É transparente e brilhante.
- **Aplicações:** é um dos plásticos mais importantes do dia-a-dia.

13. Poliuretano

É obtido pela condensação do diisocianato de parafenileno com o etilenoglicol (1,2-etanodiol). É o único polímero de condensação, cuja reação não provoca a liberação de pequenas moléculas.

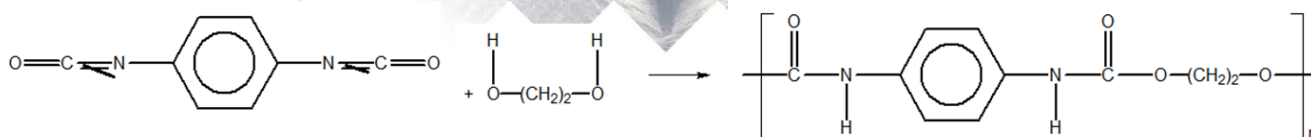


Figura 19: Estrutura do Poliuretano

Em relação ao poliuretano, podemos destacar suas:

- **Propriedades:** elevada resistência térmica e mecânica, principalmente à abrasão. Quando expandido a quente, por meio de gás, forma uma espuma.
- **Aplicações:** usado em isolamentos, aglutinantes de combustível de foguete, revestimentos internos de roupa, espumas para estofado, pranchas de surfe, couros sintéticos.

14. Silicones

São polímeros do silício. Um dos mais importantes é obtido pela condensação do dicloro-dimetil-silano.

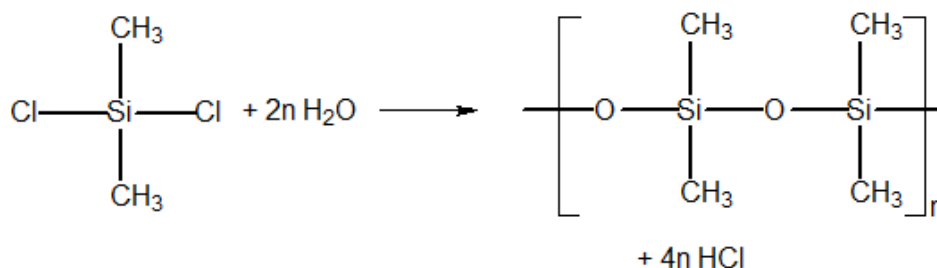


Figura 20: Estrutura do polidimetil-siloxano

- **Propriedades:** os polímeros de silicone podem ser obtidos tanto na forma de óleos de viscosidade variável como na forma de borrachas.

Os silicones são antiadesivos e antiespumantes, sendo bastante adequados para o uso como **lubrificantes**.

- **Aplicações:** lubrificação de moldes, vedação de janelas, produtos cosméticos, próteses para cirurgias plásticas e resinas encapsulantes.

Aplicações de Polímeros na Indústria Aeronáutica

Os polímeros são materiais muito leves e resistentes, por isso, são bastante utilizados pela indústria aeronáutica para a construção da estrutura dos aviões.

Vamos comentar um pouco sobre os principais polímeros utilizados em um avião. Recomendo que você dê uma atenção especial a ela, se você pretender fazer o vestibular do ITA. Sabemos que A de

ITA é Aeronáutica, portanto, é bastante possível que apareçam questões cobrando diretamente aplicações dos polímeros nessa indústria.

Toda a parte transparente do avião – para-brisas e as janelas – são feitas de **policarbonato**. Entre as vantagens do policarbonato em relação ao vidro, podemos citar:

- Apresenta resistência a impactos 250 vezes superior;
- É mais leve, portanto, aceita uma estrutura de fixação mais delgada;

Em contrapartida, o policarbonato apresenta coeficiente de dilatação térmica linear maior que o do vidro. Como o avião enfrenta bruscas oscilações de temperatura – acima de 10 mil pés, a temperatura é bem mais fria – isso requer bastante atenção à construção das estruturas de fixação, a fim de prevenir que o polímero trinque.



Figura 21: As janelas e o para-brisa dos aviões é constituído de fibra de vidro ou policarbonato

Em alguns casos, é feita uma mistura do vidro ao policarbonato, constituindo um material conhecido como **fibra de vidro**.

O kevlar é também um polímero muito importante para o projeto das roupas dos pilotos de avião, em especial, dos pilotos de caça e também dos astronautas.



Figura 22: Os macacões de pilotos de avião e astronautas são feitos de kevlar

A fibra de carbono é sintetizada a partir da poliacrilonitrila. Possui propriedades semelhantes ao aço, sendo inclusive mais duro e mais resistente, e é leve como a madeira ou plástico.

A fibra de carbono reforçada é o resultado da adição de resina epóxi termofixa à fibra de carbono.

A fuselagem dos aviões em geral e boa parte de suas peças externas, como asas, flaps e cauda, podem ser feitas com fibra de carbono.

Como sabemos que o A de ITA é de Aeronáutica, segue uma lista dos principais polímeros utilizados nessa indústria:

- **Kevlar;**
- **Policarbonato:** produção de fibra de vidro;
- **Resina Epóxi:** produção de fibra de carbono
- **Poliacrilonitrila:** produção de fibra de carbono.



1. (ITA – 2020 – 2ª Fase – questão difícil)

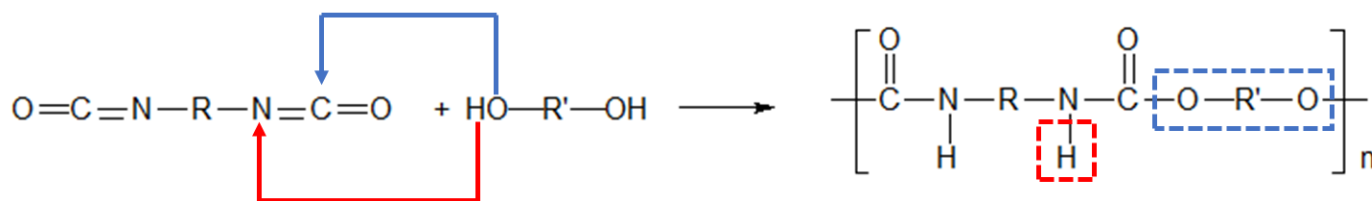
A produção de borrachas e espumas é comumente realizada pela síntese de poliuretanos. Para tal produção, a polimerização ocorre a partir de um polioli e um isocianato.

a) Apresente a(s) reação(ões) químicas da polimerização e formação de poliuretano a partir de um diol e um diisocianato.

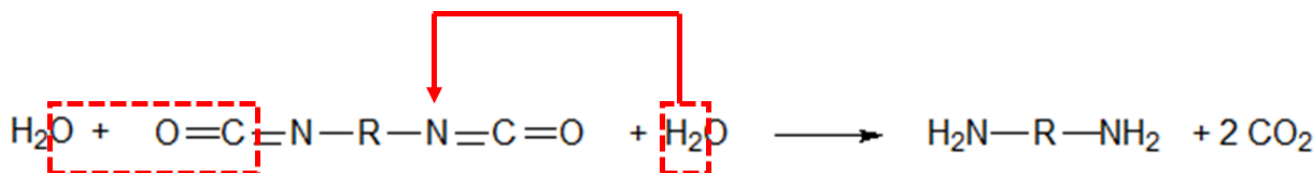
b) A água, quando presente no meio, gera reação(ões) paralela(s) e é determinante na produção de espumas. Apresente essa(s) reação(ões)

Comentários:

- a) O ITA resolveu cobrar uma das polimerizações mais difíceis. A reação de polimerização entre um diol e um diisocianato é uma polimerização de condensação, porém, não há perda de molécula de água. O que acontece é que o **H** do diol se liga ao nitrogênio do isocianato e o **O** do diol se liga ao carbono, formado um interessante composto, que apresenta uma função éster e uma função amida condensadas na mesma carbonila (grupo C = O).



- b) As reações de hidrólise de compostos nitrogenados tendem a produzir aminas.



Gabarito: discursiva



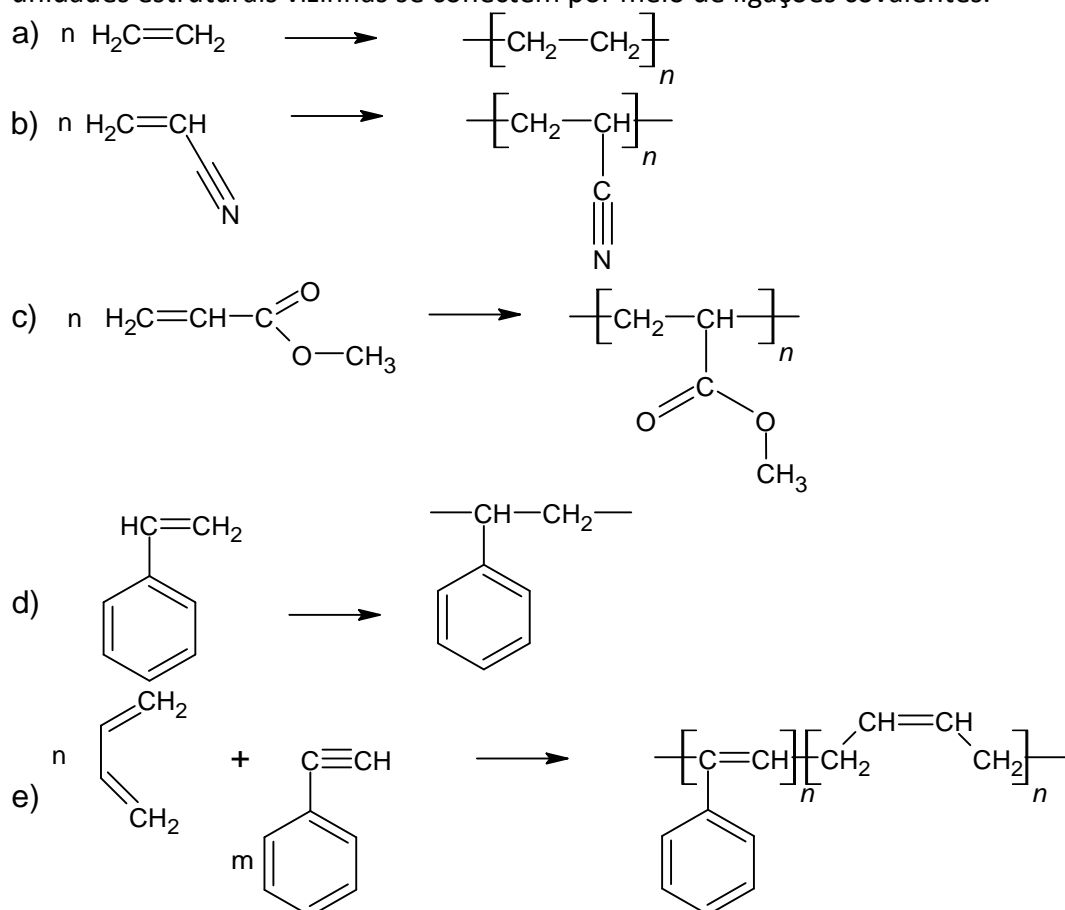
2. (ITA – 2018)

Escreva as equações químicas que representam as reações de polimerização ou copolimerização dos monômeros abaixo, apresentando as fórmulas estruturais de reagentes e produtos.

- a) Eteno
- b) 2-propeno-nitrila
- c) 2-metil-propenoato de metila
- d) Etenil-benzeno (vinil-benzeno)
- e) 1,3-butadieno com etenil-benzeno

Comentários

Notemos que todos os polímeros são polímeros de adição, porque seus monômeros apresentam ligações pi. As reações de polimerização consistem em romper uma ligação pi, permitindo que duas unidades estruturais vizinhas se conectem por meio de ligações covalentes.



Gabarito: discursiva

3. (ITA – 2015)

Considere as seguintes comparações entre as respectivas temperaturas de fusão dos polímeros representados pelas suas unidades repetitivas:

- I. A do $\text{H}-[\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO}]-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ é maior que a do $\text{H}-[\text{OOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOCH}_2\text{CH}_2]-\text{OH}$.
- II. A do $[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$ é maior que a do $[-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-]_n$.
- III – A do $[-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-]_n$ é maior que a do $[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$.
- IV – A do $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}-]_n$ é maior que a do $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{CO}-]_n$

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) ERRADA(S).

- a) Apenas I
- b) Apenas I e IV
- c) Apenas II e III
- d) Apenas III e IV
- e) Apenas IV

Comentários

É bastante complicado explicar as temperaturas de fusão dos polímeros. Creio que, embora essa questão tenha sido cobrada, não vai se repetir algo desse tipo.

I – A presença do anel aromático aumenta o ponto de fusão nos polímeros. Portanto, o segundo polímero é que tem a maior temperatura de ebulição. Afirmação errada.

II – O polietileno é formado por moléculas lineares, fortemente unidas por forças intermoleculares. Por outro lado, a presença do oxigênio no poliéter cria uma angulação, aumentando as distâncias entre as cadeias poliméricas. Afirmação correta.

III – De fato, a presença do anel aromático aumenta o ponto de fusão da cadeia polimérica. Afirmação correta.

IV – No polímero $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}]_n$, há uma distância de 7 átomos de carbono entre os grupos polares. Portanto, a cadeia carbônica é mais longa, isolando os grupos polares e dificultando o estabelecimento de pontes de hidrogênio na estrutura. Logo, esse polímero apresenta menor temperatura de fusão. Afirmação errada.

Portanto, as afirmações I e IV estão erradas.

Gabarito: B



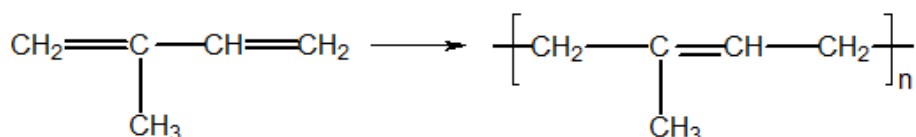
4. (ITA – 2012)

Assinale a opção que indica o polímero da borracha natural.

- a) Poliestireno
- b) Poliisopreno
- c) Poli (metacrilato de metila)
- d) Polipropileno
- e) Poliuretano

Comentários

A borracha natural é um polímero do isopreno.



Gabarito: B

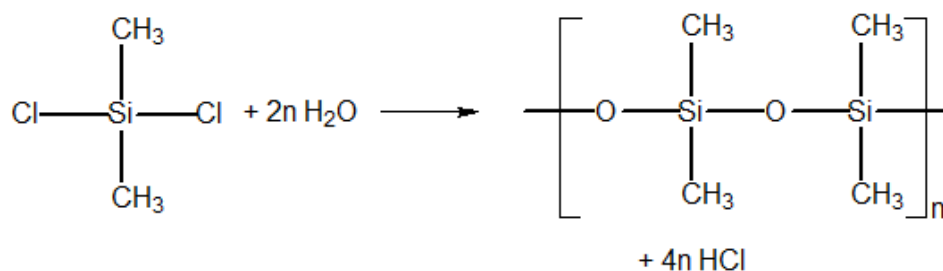
5. (ITA – 2012)

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)

Comentários

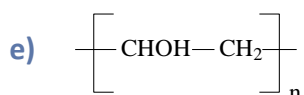
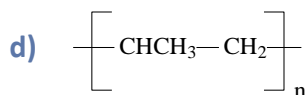
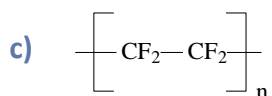
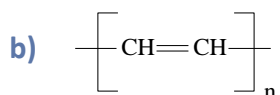
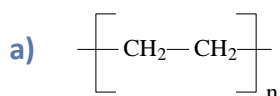
O silicone é utilizado como antiadesivo, sendo encontrado em muitos lubrificantes. Como vimos, um dos exemplos de silicone é o poli (dimetil siloxano).



Gabarito: E

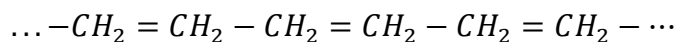
6. (ITA – 2011)

Assinale a opção que apresenta a fórmula molecular do polímero que pode conduzir corrente elétrica.

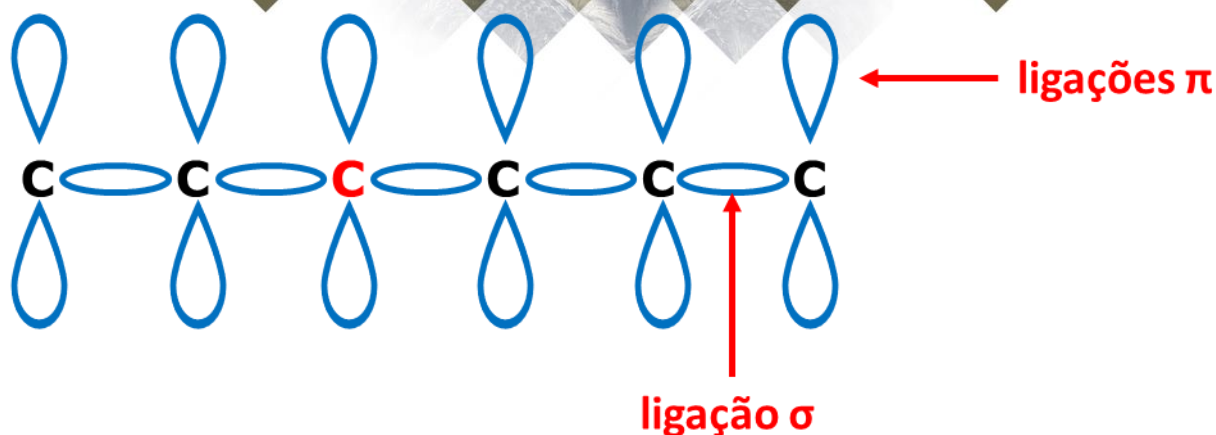


Comentários

Os polímeros, de maneira geral, são isolantes elétricos. Uma das exceções é por conta do poliacetileno, cuja estrutura contém uma sequência muito longa de ligações simples e duplas conjugadas.



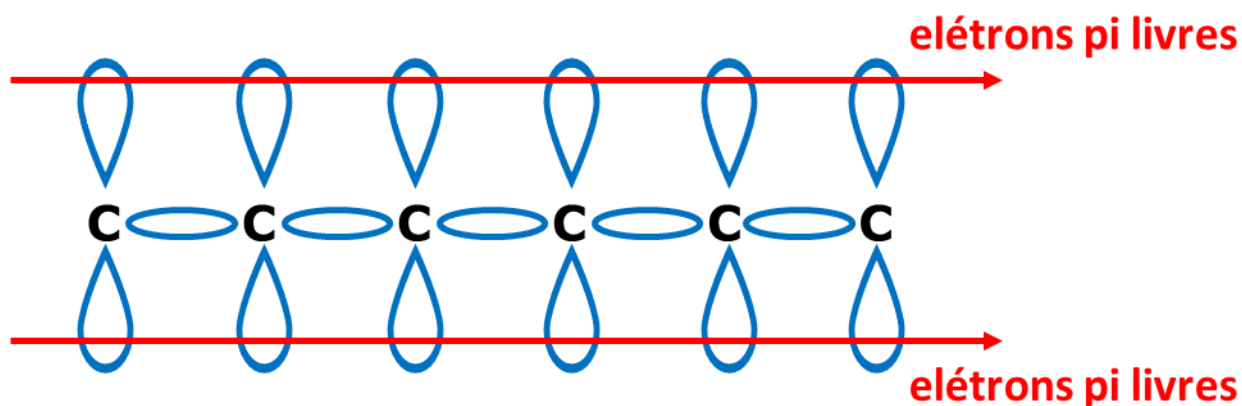
Vejamos a estrutura do poliacetileno, com destaque para as ligações pi.



As ligações σ são bem localizadas, se situam no eixo que une os átomos. Já as ligações π são deslocalizadas, pois se situam em um eixo perpendicular ao que une os átomos.

Imagine que você seja o carbono destacado em vermelho. Você olha para o lado esquerdo e vê um lóbulo de ligação π . Você olha para o lado direito e também vê um lóbulo de ligação π . Como é que você vai saber com qual carbono que você está realmente formando a ligação π ?

É por isso que, na verdade, os elétrons π ficam livres, podendo circular entre todos os orbitais π que se espalham pela estrutura do polímero.



Como o poliacetileno apresenta uma quantidade razoável de elétrons livres, ele é um bom condutor de eletricidade.

Gabarito: B

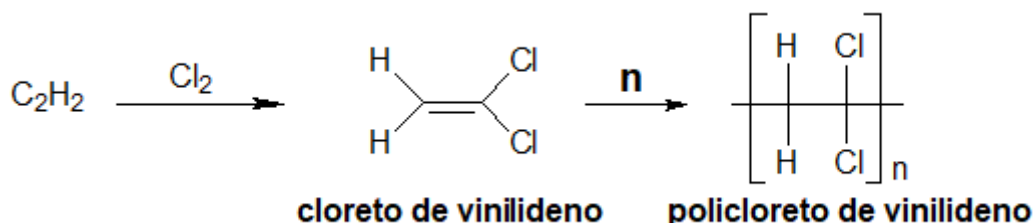
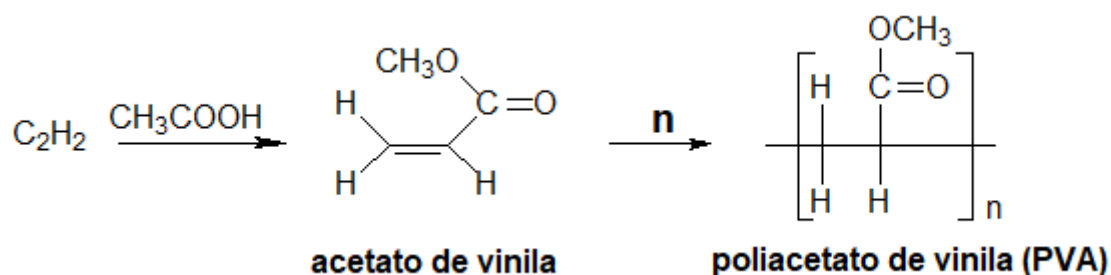
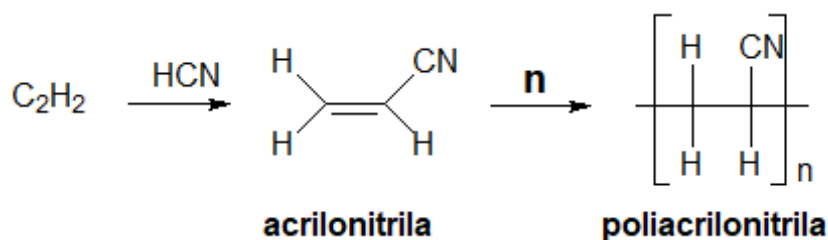
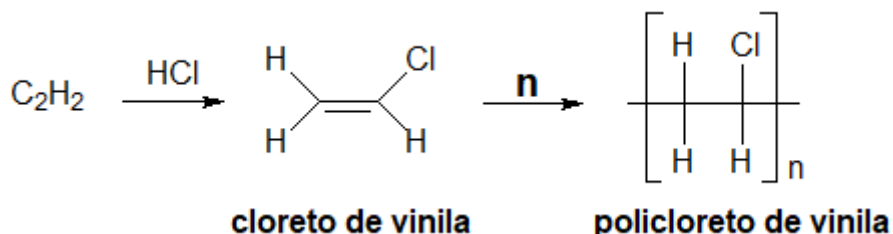
7. (ITA – 2006)

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

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

Comentários

O acetileno é realmente um importante reagente da Química Orgânica, matéria-prima para muitos polímeros. Vamos representar as estruturas dos polímeros formados e seus nomes vulgares.



Podemos também fornecer as nomenclaturas IUPAC para todos os polímeros apresentados.

Nomenclatura Vulgar do Monômero	Nomenclatura IUPAC do Monômero	Nomenclatura IUPAC do Polímero
Cloreto de vinila	Cloreto de etenila	Policloreto de etenila
Acrilonitrila	Cianeto de etenila	Policianeto de etenila
Acetato de Vinila	Etanoato de etenila	Polietanoato de etenila
Cloreto de vinilideno	Cloreto de etilideno	Policloreto de etilideno

Gabarito: discursiva

**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 (tetrafluor-etileno)

Comentários

Os polímeros, de maneira geral, são isolantes elétricos. Uma das exceções é por conta do poliacetileno, cuja estrutura contém uma sequência muito longa de ligações simples e duplas conjugadas.

Viu que o ITA, de vez em quando, repete questões?

Gabarito: D

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.

Comentários

- a) O material polimérico A, quando aquecido, tornou-se flexível. Trata-se de um polímero termoplástico e, portanto, o mesmo pode ser amolecido pelo calor e endurecido por resfriamento inúmeras vezes sem perder suas propriedades.

Como o material polimérico B é inicialmente bastante flexível e por aquecimento tornou-se rígido, podemos afirmar tratar-se de um polímero termofixo, isto é, ele não pode ser amolecido pelo calor e remoldado.

- b) No polímero termoplástico (A) ocorrem encadeamentos lineares de moléculas formando fios que se mantêm isolados uns dos outros. Essa estrutura pode ser dissolvida em solventes orgânicos apolares.
- Já no caso do polímero termofixo (B), ocorrem ligações em todas as direções, o que impede a sua dissolução em solvente orgânico.

Gabarito: discursiva

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 de 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

Comentários

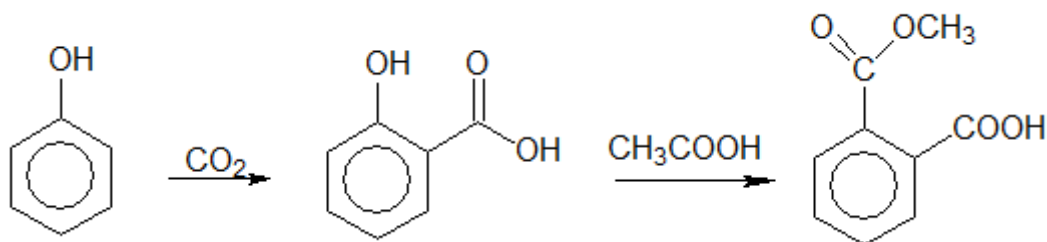
I – A baquelite é obtida pela polimerização do fenol com o metanal. Afirmação correta.

II – De fato, os fenóis são utilizados para a fabricação de tintas. Afirmação correta.

III – O fenol é tóxico para as bactérias. Afirmação correta.

IV – Uma grande gama de explosivos pode ser obtida a partir da nitração do fenol. Afirmação correta.

V – O ácido acetilsalicílico pode ser obtido a partir do fenol em duas reações consecutivas. Afirmação correta.



Gabarito: E

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) apenas I, II, IV e V.
- b) apenas I, II e V.
- c) apenas III, IV e V.
- d) apenas IV e V.
- e) todas.

Comentários

Vamos analisar as afirmações oferecidas.

I – A vulcanização consiste em acrescentar enxofre à estrutura da borracha, de modo a torna-la mais resistente. Afirmação correta.

II – Os polímeros termoplásticos podem ser moldados ao calor quando aquecidos. Afirmação correta.

III – Os polímeros termofixos não são necessariamente mais resistentes ao aquecimento. A sua característica é se quebrar quando aquecidos. Afirmação errada.

IV – Os homopolímeros são sempre sintetizados por reações de adição. Afirmação correta.

V – Todos contêm celulose, que é um polímero natural. Afirmação correta.

Gabarito: A

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 da 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.

Estão CORRETAS apenas as 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.

Comentários

Vamos analisar as afirmações.

I – Os aminoácidos se ligam por ligações peptídicas. Afirmação errada.

II – É isso mesmo. Afirmação correta.

III – Isso mesmo. O enxofre cria uma estrutural tridimensional por meio de pontes dissulfeto.

Afirmação correta.

IV – O polietileno tem cadeia linear, portanto, é termoplástico. Afirmação errada.

V – Isso mesmo. Tinha que decorar isso. Afirmação correta.

Gabarito: D

**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.

Comentários

Vamos analisar as afirmações.

- a) Os óleos e gorduras são ésteres de ácidos carboxílicos e glicerol. Afirmação correta.
- b) Os polímeros de aminoácidos são as proteínas. De fato, elas são encontradas nos materiais citados, de origem animal. Afirmação correta.
- c) O aluno realmente tinha que saber que todos são sais da sílica (dióxido de silício). Afirmação correta.
- d) Não é comum o entendimento de que estruturas covalentes, como os silicatos, sejam polímeros. Porém, não é absurdo. Afirmação correta.
- e) A celulose não é um hidrocarboneto, mas sim um polímero oxigenado. Afirmação errada.

Gabarito: E**14. (ITA – 1988)**

Nas afirmações abaixo, macromoléculas são relacionadas com o processo conhecido como vulcanização. Assinale a opção que contém a afirmação **CORRETA**.

- a) O elastômero obtido a partir de butadieno-1,3 e estireno (vinil-benzeno) não se presta à vulcanização.
- b) A desvulcanização, ou reciclagem de pneus, se baseia na ação do ácido sulfúrico concentrado, em presença de oxigênio e em temperatura elevada, sobre a borracha vulcanizada.
- c) Na vulcanização, os polímeros recebem uma carga de calcário e piche, que os torna resistentes ao calor sem perda da elasticidade.
- d) Os polímeros vulcanizados só serão elásticos se a concentração de agente vulcanizante não for excessiva.
- e) Do butadieno-1,3 obtém-se um polímero que, enquanto não for vulcanizado, será termofixo.



Comentários

Vamos analisar as afirmações.

- a) O elastômero obtido é a buna-S, que é um tipo de borracha. Ela pode ser sim vulcanizada. Afirmação errada.
- b) A desvulcanização é realizada com a adição de um metal alcalino à borracha vulcanizada. Afirmação errada.
- c) A vulcanização é realizada com enxofre. A borracha vulcanizada perde sim elasticidade. Afirmação errada.
- d) É isso mesmo. Se a concentração de enxofre for muito elevada, a borracha perderá sua elasticidade. Afirmação correta.
- e) O polibutadieno é de estrutura linear, portanto, é termoplástico. Afirmação errada.

Gabarito: D

3. Petroquímica

A indústria petroquímica é uma das maiores do mundo, pois o petróleo é um recurso natural que dá origem a vários materiais muito utilizados no dia a dia. Entre eles, podemos citar:

- **Combustíveis:** gás natural, gasolina, óleo diesel;
- Polímeros Plásticos;
- Medicamentos.

3.1. Destilação do Petróleo

A primeira etapa do refino nada mais é do que a destilação do petróleo. Por meio da destilação e da limpeza do óleo cru extraído dos poços e minas, as diferentes frações são separadas por ordem crescente de ponto de ebulição nas torres de destilação.

A fração mais leve, composta por gases, predominantemente metano, propano e butano, é a primeira a se destacar, pois apresenta a menor temperatura de ebulição.

À medida que a fração mais leve é extraída, a temperatura de destilação é aumentada, permitindo-se retirar outras frações.

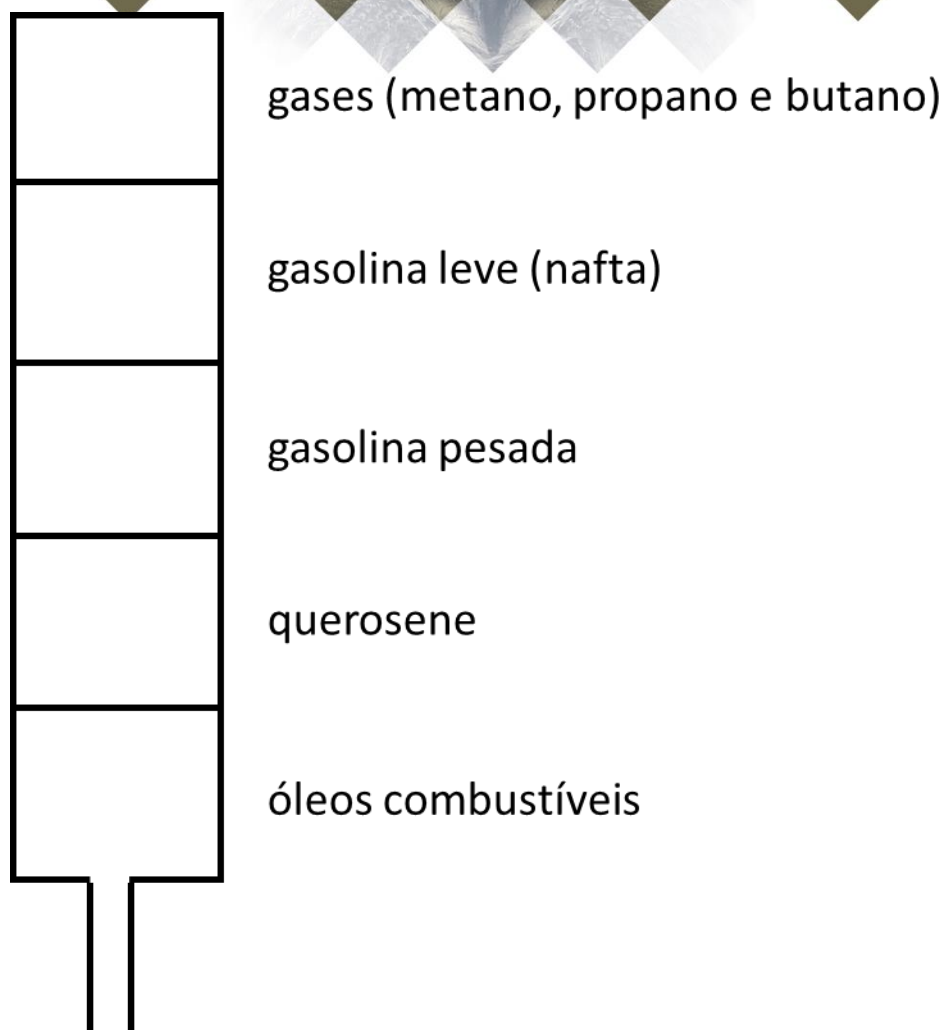


Figura 23: Esquema de uma Torre de Destilação

3.2. Craqueamento

O craqueamento é o processo de quebra de moléculas orgânicas gigantes em moléculas menores.

No caso do petróleo, é comum a quebra de gasóleo (um hidrocarboneto de cadeia muito longa) em uma molécula menor de alcano e um alceno.

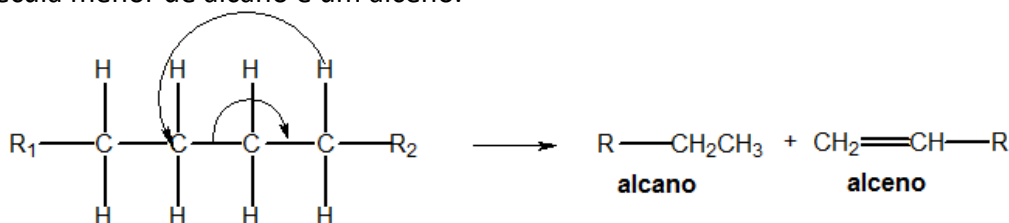


Figura 24: Craqueamento

Vejamos um exemplo:



3.3. Reforma Catalítica

A reforma catalítica é processo químico no tratamento do petróleo. É fundamental na produção de gasolina, pois visa a **aumentar a octanagem** da nafta pesada.

Consiste em transformar hidrocarbonetos parafínicos, de cadeia normal, em hidrocarbonetos de cadeia ramificada e compostos aromáticos.

Vamos resumir os três processos de refino que aprendemos.

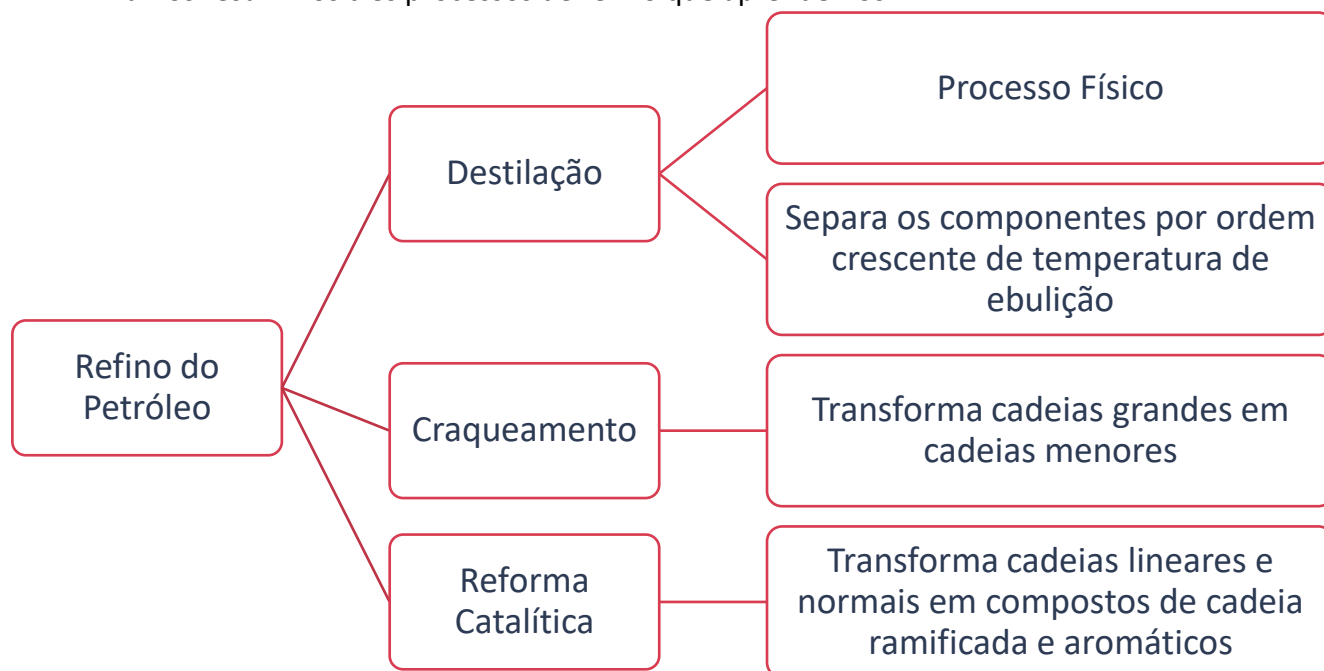


Figura 25: Etapas do Refino do Petróleo

4. Polímeros Naturais

A Bioquímica é a parte da Química que estuda os compostos constituintes dos seres vivos. Em linhas gerais, estudaremos:

- Lipídios;
- Glicídios;
- Aminoácidos e proteínas;
- Ácidos nucléicos;

4.1. Gorduras

Os óleos e gorduras são ésteres do glicerol (propanotriol) com ácidos graxos.

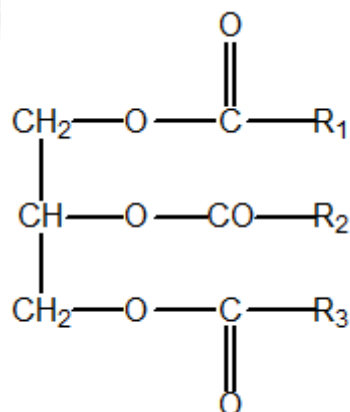
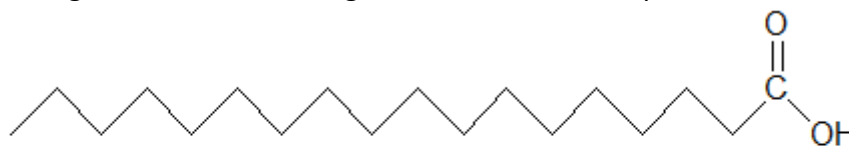


Figura 26: Forma Geral de um Óleo ou Gordura

Os ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de cadeia alquílica longa, que pode conter de 4 a 28 carbonos, saturada ou insaturada. Normalmente, os ácidos apresentam um número de par de carbonos, mas existem alguns casos de ácidos graxos com número ímpar de carbonos.



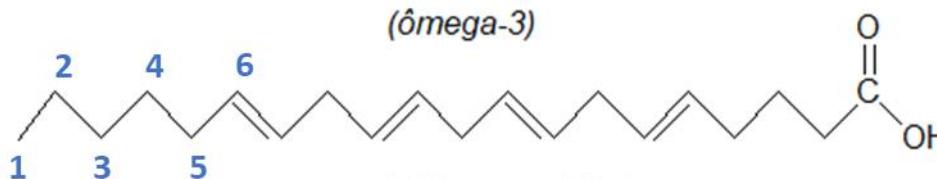
ácido esteárico
(ácido octadecanóico)

Figura 27: Exemplo de Ácido Graxo Saturado

Quando insaturados, é comum a numeração usando o sistema **omega**, em que a numeração começa da extremidade oposta à carboxila.



ácido alfa-linolênico
(ômega-3)



ácido araquidônico
(ômega-6)

Figura 28: Exemplos de Ácidos Graxos Insaturados

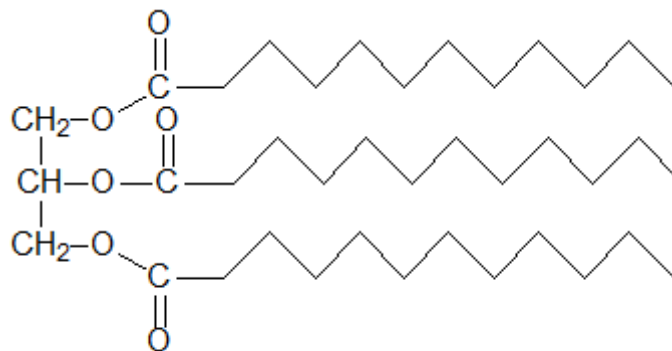
Em geral, a literatura cita que as principais diferenças entre os óleos e as gorduras são que as gorduras são formadas por ácidos graxos saturados e são sólidas à temperatura ambiente, enquanto os óleos são formados por ácidos graxos insaturados e são líquidos à temperatura ambiente.

Tabela 1: Diferenças entre Óleos e Gorduras

Óleos	Gorduras
Ácidos graxos insaturados	Ácidos graxos saturados

Líquidos à temperatura ambiente	Sólidas à temperatura ambiente
Origem Vegetal	Origem Animal

Vale ressaltar que, embora isso seja relatado pela literatura, a temperatura de fusão de um composto depende de sua estrutura molecular. Por exemplo, o óleo de coco apresenta uma cadeia saturada, porém curta, formada por 12 átomos de carbono. Por ter cadeia curta, ele é líquido.



óleo de coco

Figura 29: Molécula de óleo de coco

O óleo de coco é considerado um óleo, porque é líquido à temperatura ambiente. Porém, note que ele é saturado, ao contrário da regra geral.

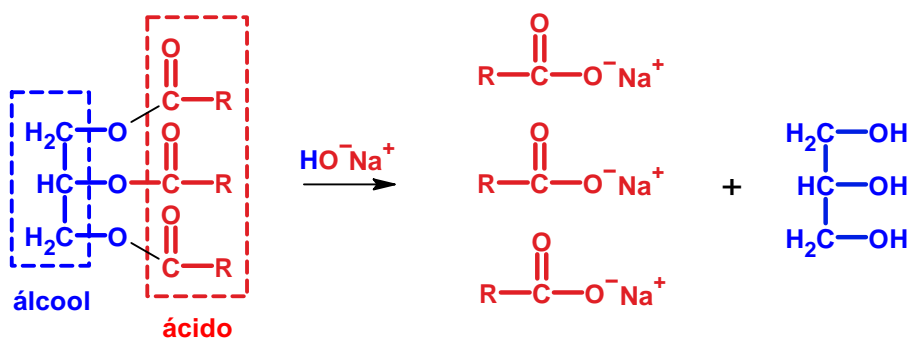
As gorduras dão origem a muitos produtos importantes para a indústria química. Entre eles, podemos citar:

- Os sabões, por hidrólise alcalina;
- O biodiesel, por transesterificação;
- A nitroglicerina, por nitração do glicerol.

4.1.1. Sabões

Os sabões sais de sódio de ácidos graxos. Como vimos no Capítulo sobre Ésteres, eles sofrem hidrólise alcalina produzindo um sal e liberando o álcool que constitui sua estrutura.

Como uma gordura é um éster de um ácido graxo com o glicerol, ela sofre essa reação, liberando sabões.



Os sabões são capazes de interagir tanto com água como com gorduras.

Em geral, os sabões são sais de sódio e ácido carboxílico de cadeia apolar muito longa, como a ilustrada na Figura 30.

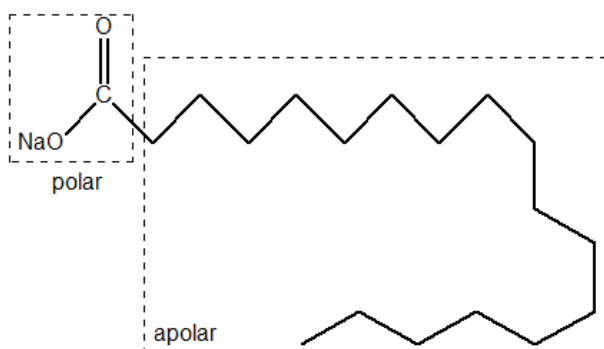


Figura 30: Estrutura do Sabão

A imensa cadeia apolar do sabão é capaz de interagir e, até mesmo, dissolver gorduras. Já a parte polar é capaz de interagir com a água.

Esse fenômeno é conhecido como **formação de micelas** e está ilustrado na Figura 31.

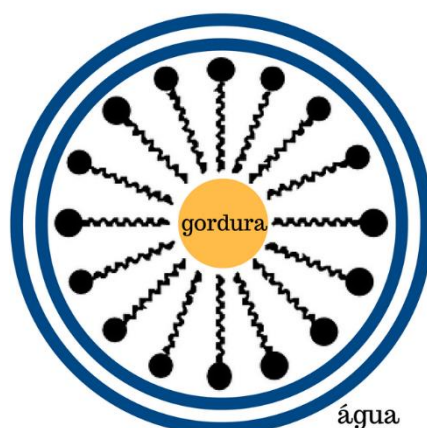


Figura 31: Formação de Micelas: a parte apolar do sabão interage com a gordura, enquanto que a parte polar interage com a água

Nas micelas, a parte apolar do sabão interage somente com a gordura, mas não com a água.

Devido à interação mista com a água e com gorduras, o sabão é capaz de permitir que a água da torneira seja capaz de arrastar gotas de gordura que deixam a louça suja.

Um efeito interessante do sabão é que, como as micelas são carregadas negativamente, elas podem ser dispersadas facilmente por cargas positivas mais elevadas.

4.1. Glicídios

Os glicídios, hidratos de carbono ou açúcares são compostos que se encontram em grande abundância nos reinos animal e vegetal. Representam as principais fontes de acúmulo de energia para os seres vivos.

Os monossacarídeos são as moléculas básicas de glicídios. Não sofrem hidrólise e geralmente são funções mistas: aldeído ou cetona + álcool.

4.1.1. Síntese de Kilani

A grande importância do aldeído D-glicérico é que a Síntese de Kilani, que se baseia nas propriedades de adição nucleofílica a aldeídos e cetonas.

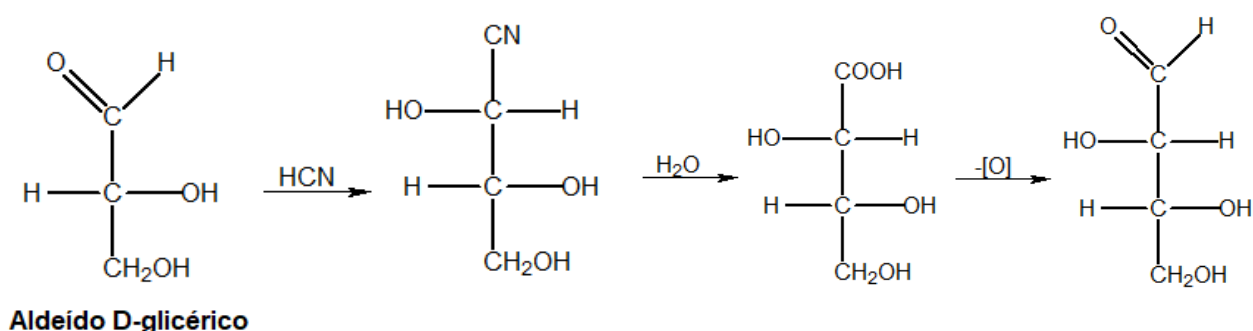


Figura 32: Síntese de Kilani para Monossacarídeos

A D-glicose e a D-frutose são denominadas assim, porque suas estruturas se originam do aldeído D-glicérico. Isso é bastante visível nos dois carbonos inferiores, que possuem a mesma configuração dos carbonos do aldeído glicérico.

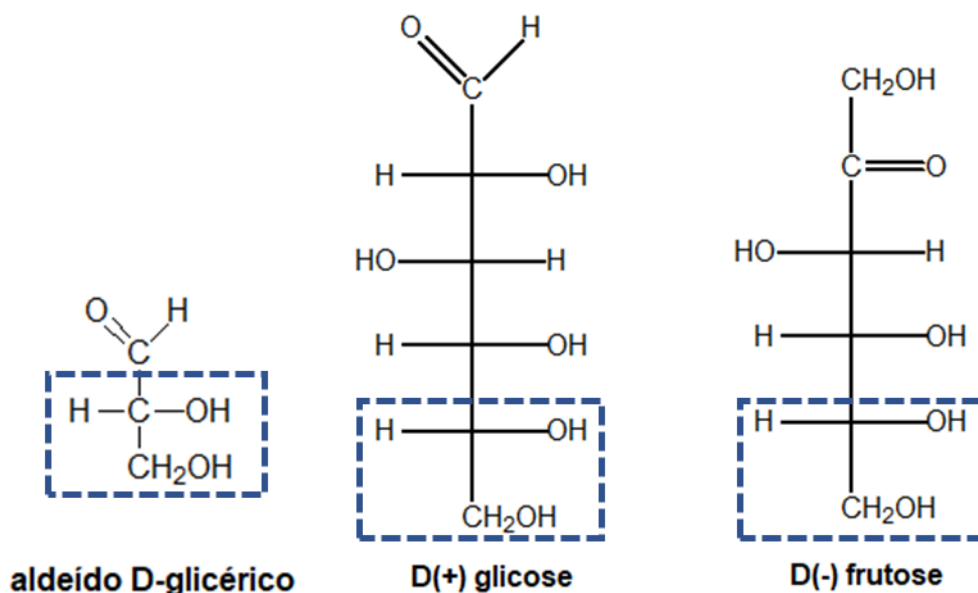


Figura 33: Comparação entre as estruturas do aldeído D-glicérico, da D-glicose e da D-frutose

4.1.2. Formas Cíclicas dos Monossacarídeos

Os monossacarídeos podem se transformar numa cadeia cíclica de duas formas: pela interação dos carbonos 1 e 4, formando um anel de 5 membros, ou pela interação dos carbonos 1 e 5, formando um anel de 6 membros. A seguir, temos as formas para a frutose.

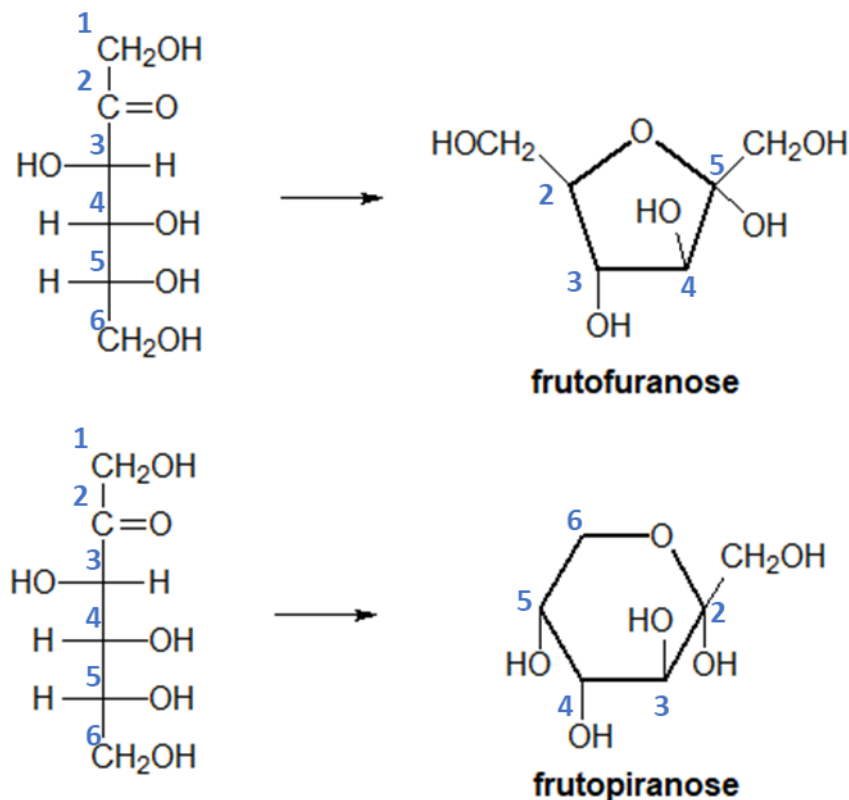
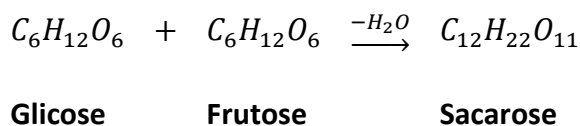


Figura 34: Formas Cíclicas da Frutose

4.1.3. Polissacarídeos

Os monossacarídeos servem como unidades estruturais para açúcares de cadeias maiores. As estruturas mais básicas são os dissacarídeos, como a sacarose.



A sacarose é um dissacarídeo, porque é composta de duas moléculas de monossacarídeos. Uma aplicação interessante dessa reação é o açúcar invertido.

A expressão açúcar invertido se deve ao fato de que a sacarose é dextrógira, enquanto que a mistura de glicose e frutose é levógira devido à frutose. Já a utilidade do açúcar invertido reside no fato de que a frutose é mais doce que a sacarose, portanto, uma quantidade menor de açúcar invertido é necessária para adoçar alimentos. Com menos açúcar, o alimento se torna menos calórico.

O amido e a celulose, por sua vez, são polímeros da glicose.

4.2. Proteínas

As proteínas são macromoléculas que resultam principalmente da condensação de aminoácidos, encontrados nos animais e vegetais, e constituem os mais complexos compostos já conhecidos.

4.2.1. Aminoácidos

Os aminoácidos são os monômeros componentes das macromoléculas de proteínas. Como o próprio nome diz, eles possuem duas funções orgânicas: ácido e amina.

Os aminoácidos humanos são todos alfa-aminoácidos. Ou seja, o grupo amina está ligado a um carbono vizinho ao grupo carboxílico. A forma geral dos alfa-aminoácidos é mostrada na Figura 35.

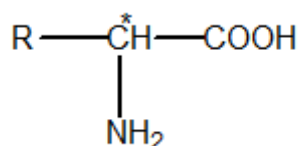
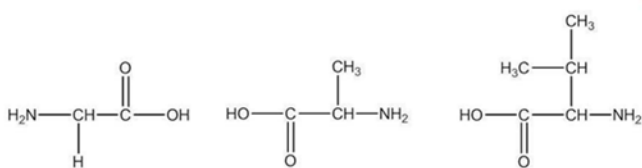


Figura 35: Forma Geral de um Aminoácido

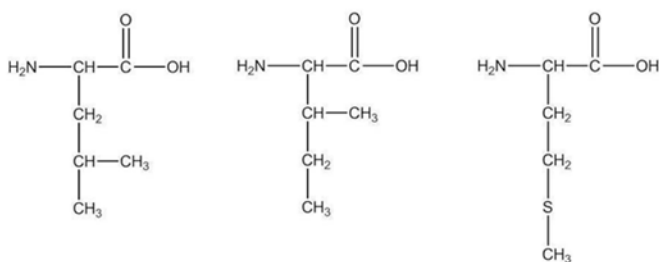
As proteínas humanas são constituídas por 20 aminoácidos.



Glicina (Gly)

Alanina (Ala)

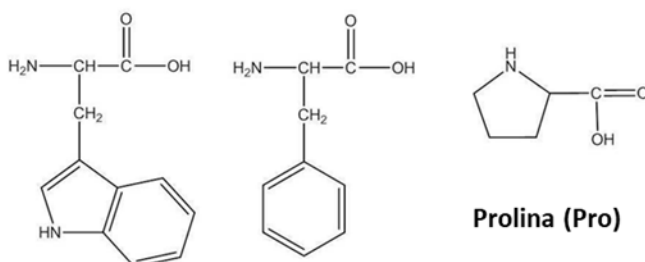
Valina (Val)



Leucina (Leu)

Isoleucina (Ile)

Metionina (Met)

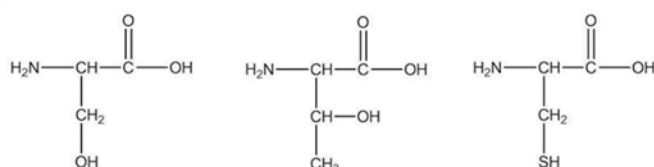


Triptofano (Trp)

Fenil-Alanina (Phe)

Prolina (Pro)

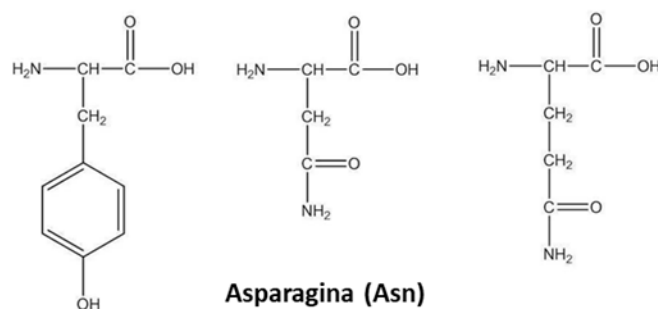
Apolares



Serina (Ser)

Treonina (Thr)

Cisteína (Cys)

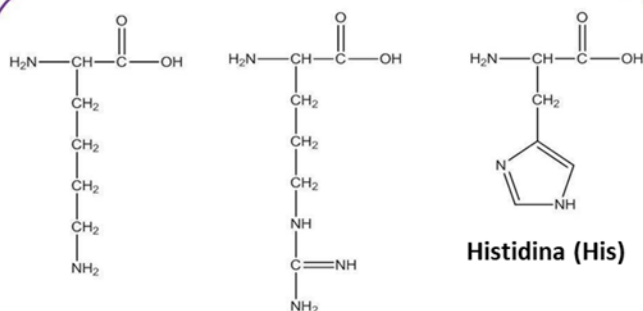


Tirosina (Tyr)

Asparagina (Asn)

Glutamina (Gln)

Polares Neutros

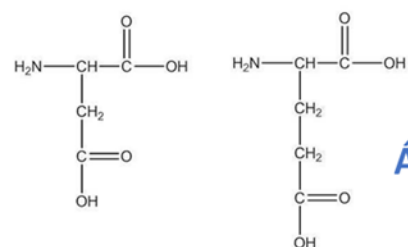


Lisina (Lys)

Arginina (Arg)

Histidina (His)

Básicos



**Ácido
Aspártico (Asp)**

**Ácido Glutâmico
(Glu)**

Ácidos

Figura 36: Aminoácidos Componentes das Proteínas Humanas

Os aminoácidos podem ser classificados de acordo com o grupo R- em:

- **Apolares Neutros:** quando o grupo R é apolar. **Ex.:** valina, leucina e alanina.
- **Polares Neutros:** quando o grupo R é polar, mas não apresenta grupo carboxila nem grupo amina. **Ex.:** cisteína e serina.
- **Polares Básicos:** quando o grupo R apresenta a função amina. **Ex.:** histidina e arginina.
- **Polares Ácidos:** quando o grupo R apresenta a função ácido carboxílico. **Ex.:** ácido glutâmico.

4.2.2. Estrutura Primária

A estrutura primária das proteínas é formada pela sucessão dos aminoácidos que a constituem unidos por **ligações peptídicas**.

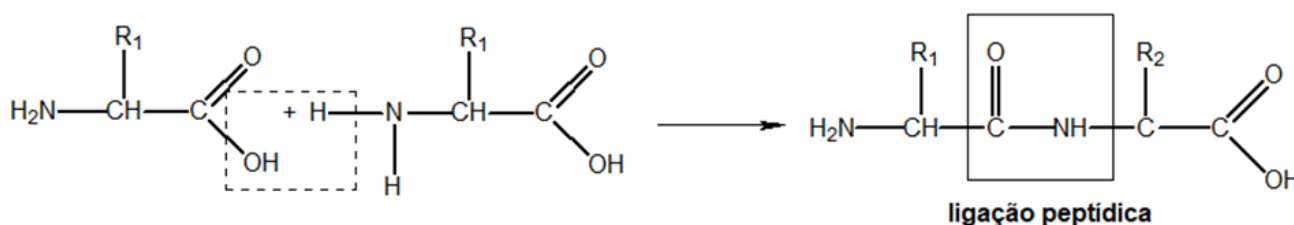


Figura 37: Formação da Ligação Peptídica

Um ponto que devemos chamar atenção sobre a ligação peptídica é que ela forma um grupo **amida**, que é **bastante polar**.

Uma proteína é constituída por, no mínimo, 50 aminoácidos. Menos que isso, considera-se apenas um **polipeptídeo**.

A estrutura primária de uma proteína é dada pela sequência dos aminoácidos ao longo da cadeia polipeptídica. Como exemplo, mostramos a estrutura primária da insulina, que é uma proteína transportadora encontrada no corpo humano.

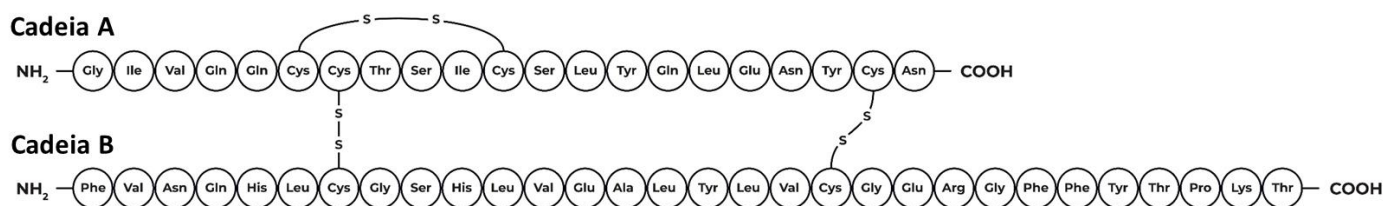


Figura 38: Estrutura Primária da Insulina

4.2.3. Estrutura Secundária

Devido à polaridade da ligação peptídica, dois aminoácidos relativamente distantes podem interagir por meio de uma ponte de hidrogênio, formando principalmente dois tipos de estruturas:

- **Hélices α ou α -Hélices:** nessa estrutura, o esqueleto da proteína se enrola, formando uma estrutura assemelhada a uma espiral. Nas estruturas de hélice, os radicais **R** dos aminoácidos se projetam para fora da espiral.

O resultado dessas pontes de hidrogênio é a formação de uma estrutura de hélice, que pode ser visualizada na Figura 39.



Figura 39: Representação da Estrutura Secundária da Alfa-sinucleína

- **Folhas β ou β -Folhas:** nessa estrutura, uma sequência relativamente longa de aminoácidos, tipicamente em torno de 10 aminoácidos, se forma antes de a estrutura se dobrar.

As folhas β podem se formar em duas configurações: paralelas e antiparalelas. Nas folhas paralelas, os grupos **R** dos aminoácidos

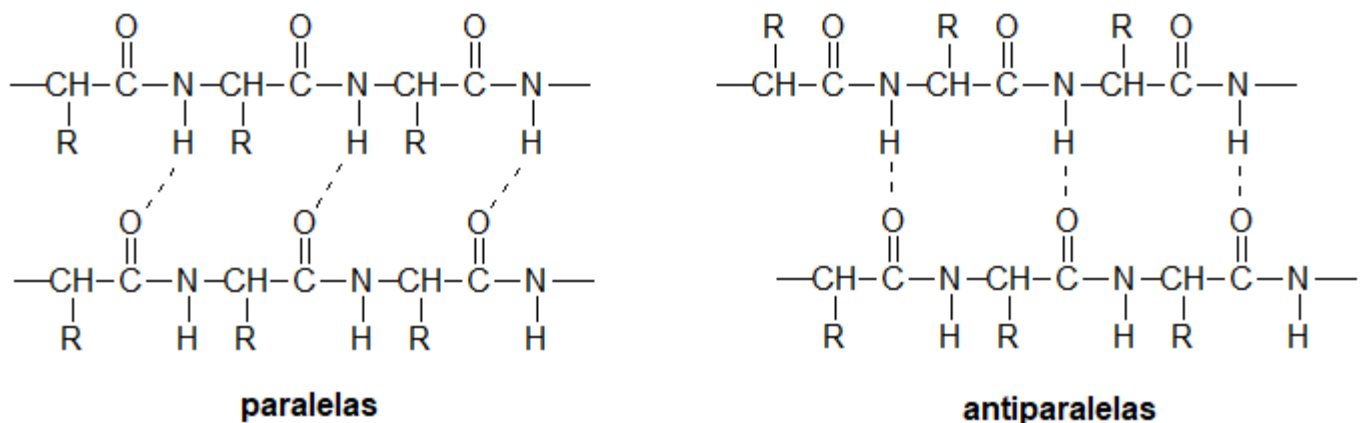


Figura 40: Pontes de Hidrogênio nas Proteínas em folhas β

4.2.4. Estrutura Terciária

Já vamos começar essa seção com uma frase muito importante que pode ser tema de questões de prova.

A grande maioria das proteínas apresenta a estrutura secundária, porém, **nem todas apresentam a estrutura terciária.**

A estrutura terciária é restrita às proteínas que apresentam o aminoácido cisteína.

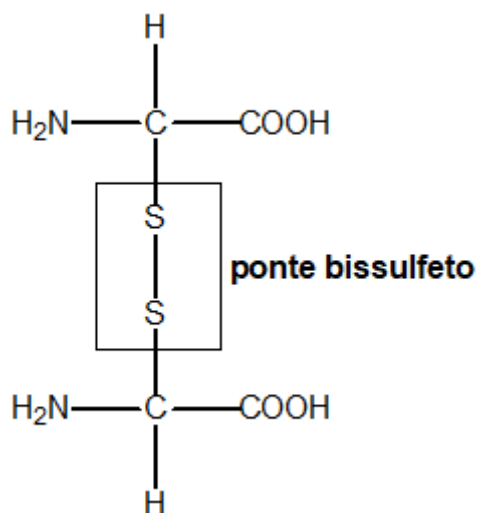


Figura 41: Formação de uma Ponte Bissulfeto entre dois Aminoácidos Cisteína

Como exemplo, tem-se a estrutura terciária da insulina, que é um hormônio produzido pelo pâncreas, cuja função é metabolizar a glicose para a produção de energia.

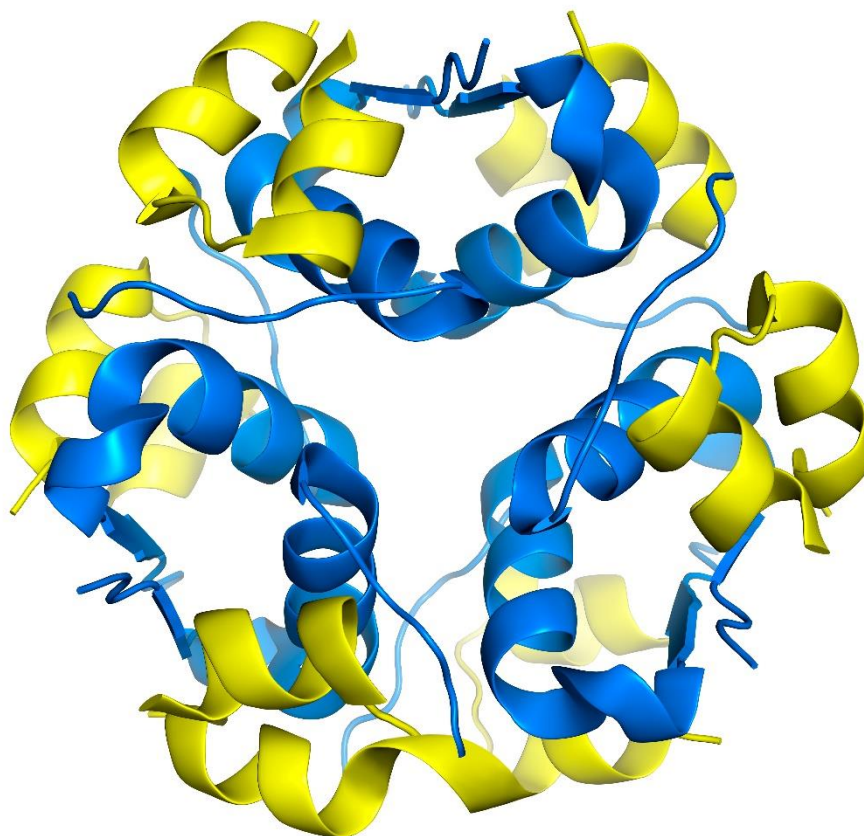
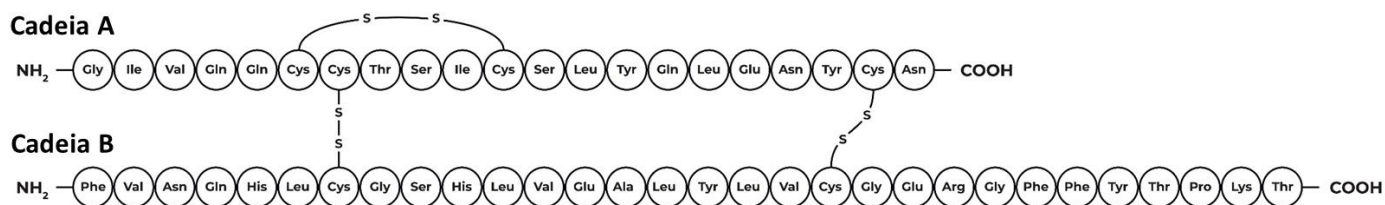


Figura 42: Estrutura Terciária da Insulina

4.2.5. Estrutura Quaternária

A estrutura quaternária é formada por um **núcleo heme**, que é normalmente composto por um metal, como o ferro.

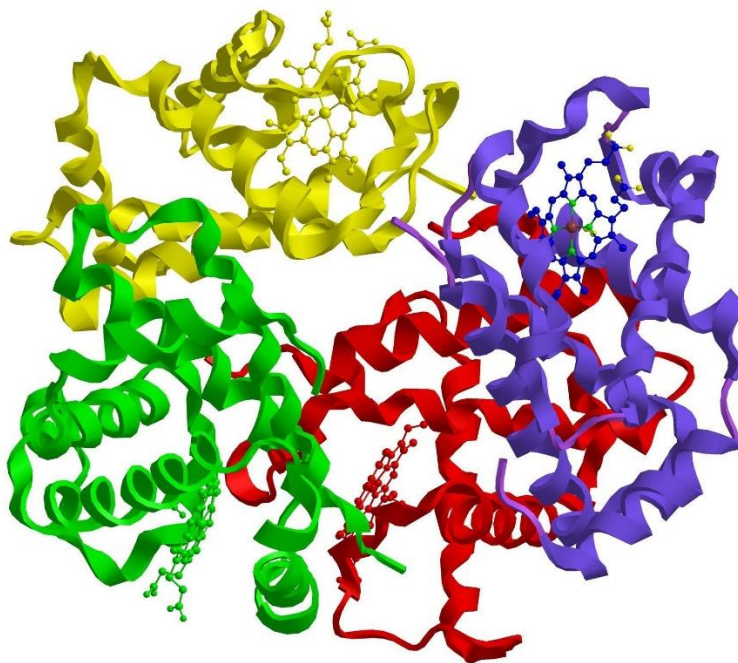
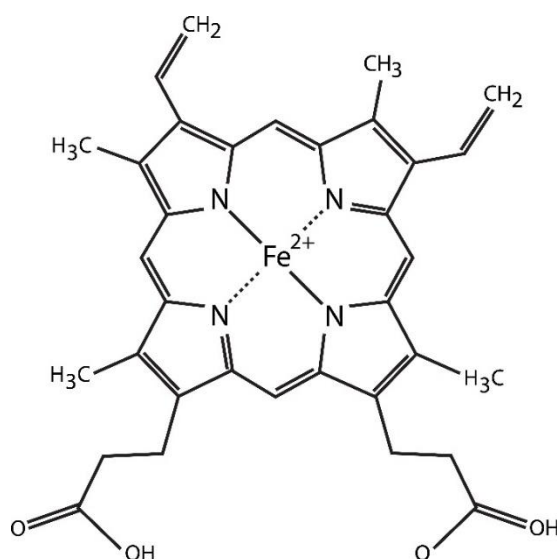


Figura 43: Núcleo Heme e Estrutura da Hemoglobina

4.3. Ácidos Nucleicos

Os ácidos nucleicos são os responsáveis pela transmissão da informação genética dos seres vivos, incluindo o ser humano. São divididos em dois grupos:

- **RNA:** ácido ribonucleico;
- **DNA:** ácido desoxi-ribonucleico.

Os ácidos nucleicos são compostos por unidades estruturais, conhecidas como **nucleotídeos**.

4.3.1. Bases Nitrogenadas

Antes de entender os nucleotídeos, precisamos conhecer as bases nitrogenadas que os compõem. Elas são classificadas em duas categorias:

- **Purínicas:** possuem um anel simples. São: timina, citosina e uracila.

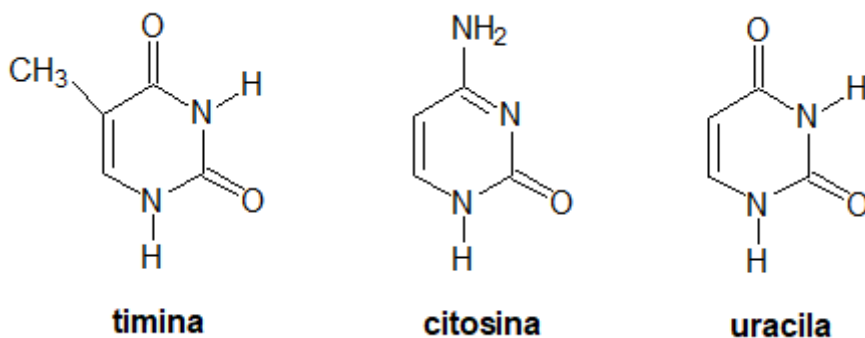


Figura 44: Bases Purínicas

- **Purínicas:** possuem um anel duplo. São a adenina e a guanina.

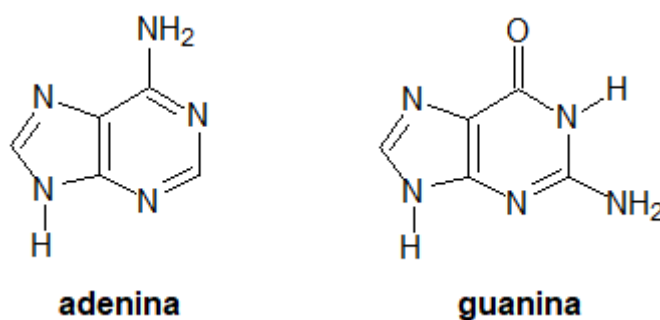


Figura 45: Bases Pirimídicas

Importante: as bases nitrogenadas que compõem o DNA são ATCG – adenina, timina, citosina e uracila. No RNA, a timina é substituída pela uracila.

É importante também conhecer as interações entre as bases nitrogenadas. A guanina e a citosina podem interagir por meio de três pontes de hidrogênio.

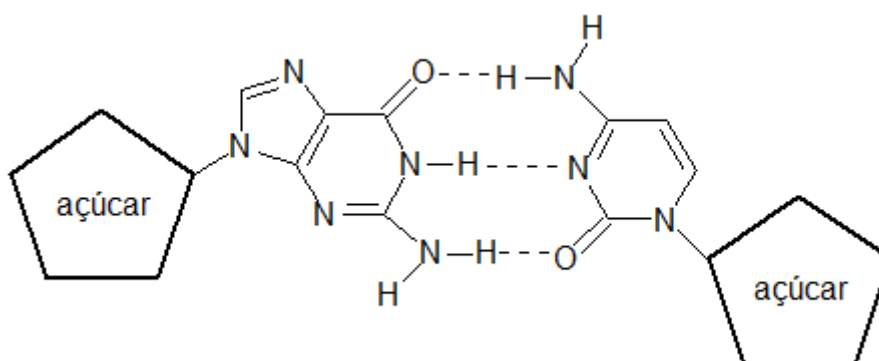


Figura 46: Citosina e Guanina formam três pontes de hidrogênio

Por outro lado, a adenina pode interagir com a timina formando duas pontes de hidrogênio.

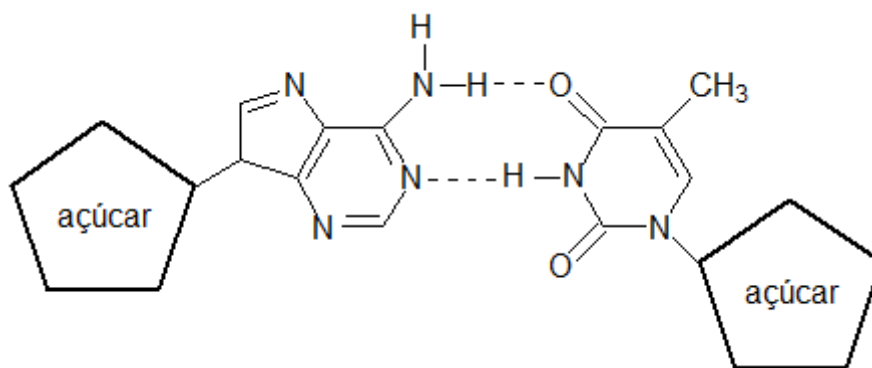


Figura 47: Adenina e Timina formam duas pontes de hidrogênio

Também é necessário memorizar quais bases nitrogenadas interagem entre si.

Tabela 2: Interações entre as Bases Nitrogenadas nos Ácidos Nucléicos

DNA	RNA	Dica
$A = T$	$A = U$	Agnaldo Timóteo
$C \equiv G$	$C \equiv G$	Gal Costa

4.3.2. Nucleotídeos

Na estrutura dos ácidos nucleicos, as bases nitrogenadas não aparecem sozinhas. Em vez disso, elas aparecem na forma de **nucleotídeos**.

Os nucleotídeos são formados por três moléculas:

- Uma molécula de açúcar, que é a ribose para o RNA ou desoxirribose para o DNA;

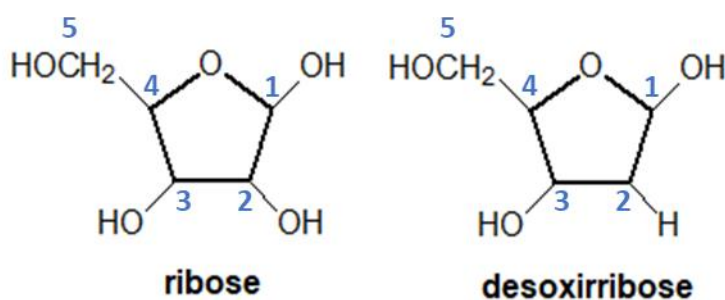


Figura 48: Moléculas de Ribose e Desoxirribose

Observe que a diferença entre a molécula de ribose e a desoxirribose está no carbono 2, que possui uma hidroxila na ribose, mas não na desoxirribose.

- Um grupo fosfato que se une por meio de ligação éster ao açúcar;
- Uma base nitrogenada.

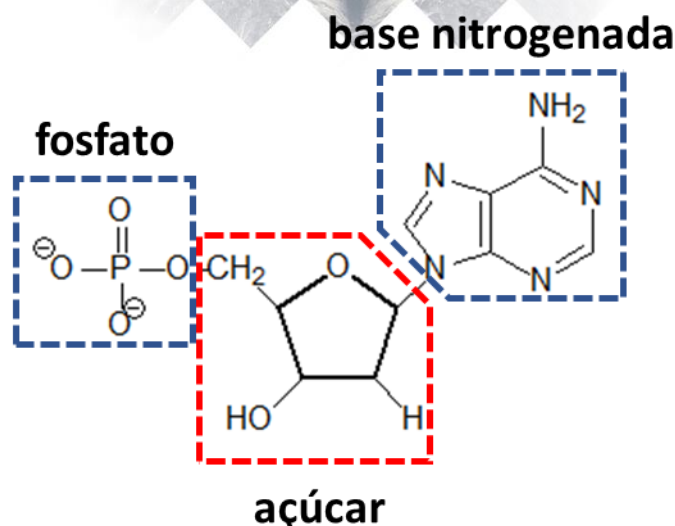


Figura 49: Estrutura Básica de um Nucleotídeo

O nucleotídeo mostrado na Figura 49 é a adenina ligada a desoxirribose – observe que o carbono 2 possui um grupo –H, e não –OH. Portanto, é um nucleotídeo encontrado no DNA.

4.3.3. ADP e ATP

O ADP (adenosina difosfato) e o ATP (adenosina trifosfato) são as primeiras moléculas a coletar a energia liberada pelo processo de respiração celular.

O nome **adenosina** é de um **nucleosídeo**, que é formado apenas pela ligação entre a base nitrogenada adenina e o açúcar ribose.

A adenosina difosfato é formada por uma ligação **fosfodiéster** – ou seja, um fosfato forma um éster diretamente com o carbono 5 da ribose. O outro fosfato também se condensa por uma ligação éster com o primeiro fosfato ligado no açúcar.

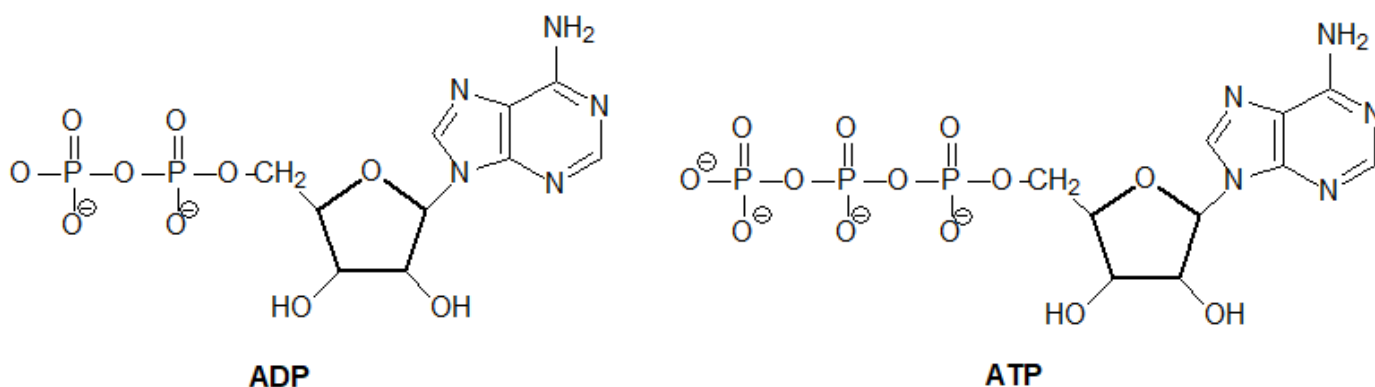
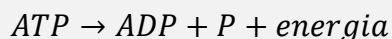


Figura 50 : ADP e ATP

A hidrólise do ATP formando ADP é exotérmica. Portanto, inversamente, a formação de ATP a partir do ADP é endotérmica. Portanto, a energia liberada pela respiração celular é utilizada para a síntese de ATP, por meio da equação, que é escrita geralmente na Biologia de maneira simples como:



Nas atividades gerais do metabolismo, que consomem energia, o ATP é hidrolisado, liberando ADP e energia.



4.3.4. Modelo de Watson-Crick

Um dos avanços mais importantes na Bioquímica foi a descoberta do modelo de Watson-Crick.

Assim como as proteínas, tanto o DNA como o RNA se organizam na forma de hélices. Há, porém, uma importante diferença entre o DNA e o RNA. O DNA forma uma fita dupla, enquanto o RNA forma uma fita simples.

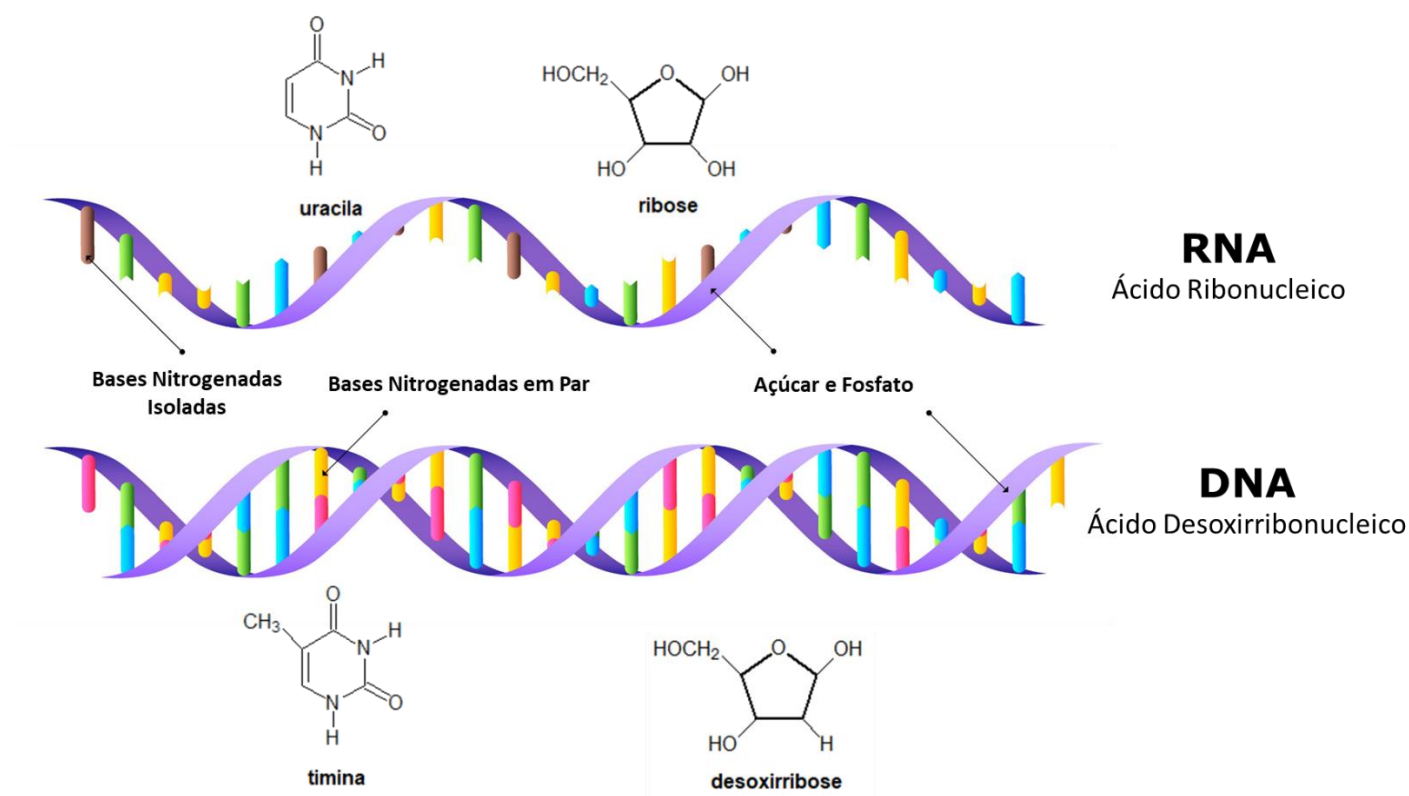


Figura 51: O DNA forma uma fita dupla, enquanto o RNA forma uma fita simples

4.3.5. Replicação do DNA

A replicação do DNA é responsável pela transmissão do código genético no processo reprodutivo. Não é preciso conhecer esse processo em grandes detalhes.

A replicação do DNA é **semiconservativa**. Isso significa que as duas fitas do DNA matriz se separam, indo cada uma delas para um DNA filho. Cada um dos DNA filho conserva uma das fitas da matriz.

O processo de replicação do DNA das células humanas é extremamente eficiente, estima-se que ocorre um erro a cada um bilhão de nucleotídeos.

4.3.6. Síntese Protéica

A molécula de DNA contém uma receita para o funcionamento das células humanas, em especial, para a produção de proteínas.

- Etapa 1: Transcrição do DNA**

Para a síntese de proteínas, o DNA envia uma mensagem aos ribossomos – organelas celulares responsáveis pela síntese de proteínas –, por meio de uma fita de RNA, conhecida como mensageiro.

O RNA mensageiro é complementar ao DNA e forma um molde para a síntese protéica.

DNA	A	T	C	C	G	T	C	A	C	T	G	A	G
RNA -m	U	A	G	G	C	A	G	U	G	A	C	U	C

- Etapa 2: Transporte dos Aminoácidos**

Para sintetizar uma proteína, são necessários aminoácidos, não é verdade? De nada adianta, enviar uma mensagem sem os aminoácidos necessários para a síntese protéica.

A partir do RNA-m é sintetizada uma molécula de RNA-t (transportador), que é complementar. A função do RNA-t é recolher os aminoácidos que estão dispersos pelo citoplasma e levá-los aos ribossomos.

O RNA-t é também complementar ao RNA-m, sendo parecido com a fita original de DNA.

DNA	A	T	C	C	G	T	C	A	C	T	G	A	G
RNA -m	U	A	G	G	C	A	G	U	G	A	C	U	C
RNA-t	A	U	C	C	G	U	C	A	C	U	G	A	G

- Etapa 3: Tradução da Mensagem**

Na síntese de proteínas humanas, um códon de RNA-m é composto por uma sequência de três aminoácidos. A cada códon corresponde um aminoácido.

A seguir, eu trouxe uma tabela preparada pela ilustre Professora Carol Negrin, de Biologia do Estratégia Vestibulares. Nessa tabela, a Carol apresenta os aminoácidos correspondentes a cada códon de RNA-m. Não se assuste, pois não é necessário decorar a tabela. Ela serve apenas como ilustração.

Tabela 3 : Tradução do RNA-m

		Segunda base do códon					
		U	C	A	G		
Prim	U	UUU Fenilalanina	UCU Serina	UAU Tirosina	UGU Cisteína	U	Terc
		UUC Fenilalanina	UCC Serina	UAC Tirosina	UGC Cisteína	C	

		UUA Leucina	UCA Serina	UAA stop códon	UGA stop códon	A
		UUG Leucina	UCG Serina	UAG stop códon	UGG Triptofano	G
	C	CUU Leucina	CCU Prolina	CAU Histidina	CGU Arginina	U
		CUC Leucina	CCC Prolina	CAC Histidina	CGC Arginina	C
		CUA Leucina	CCA Prolina	CAA Glutamina	CGA Arginina	A
		CUG Leucina	CCG Prolina	CAG Glutamina	CGG Arginina	G
	A	AUU Isoleucina	ACU Treonina	AAU Asparagina	AGU Serina	U
		AUC Isoleucina	ACC Treonina	AAC Asparagina	AGC Serina	C
		AUA Isoleucina	ACA Treonina	AAA Lisina	AGA Arginina	A
		AUG Metionina	ACG Treonina	AAG Lisina	AGG Arginina	G
	G	GUU Valina	GCU Alanina	GAU Ácido aspártico	GGU Glicina	U
		GUC Valina	GCC Alanina	GAC Ácido aspártico	GGC Glicina	C
		GUA Valina	GCA Alanina	GAA Ácido glutâmico	GGA Glicina	A
		GUG Valina	GCG Alanina	GAG Ácido glutâmico	GGG Glicina	G

Dentre os códons, dois deles se destacam:

- **Início:** sempre se inicia por um códon AUG, que corresponde ao aminoácido Metionina;
- **Final:** são os *stop* códons, também conhecidos como *anticódons*;

Vejam os um exemplo de uma síntese de um pequeno polipeptídeo, formado por apenas quatro aminoácidos – note que o início é sempre marcado por uma metionina.

Tabela 4: Exemplo de Síntese Protéica

DNA	TAC	ATG	CTC	ACC	ATT
RNA_m	AUG	UAC	GAG	UGG	UAA
Síntese	Início	TYR	GLU	TRP	Final

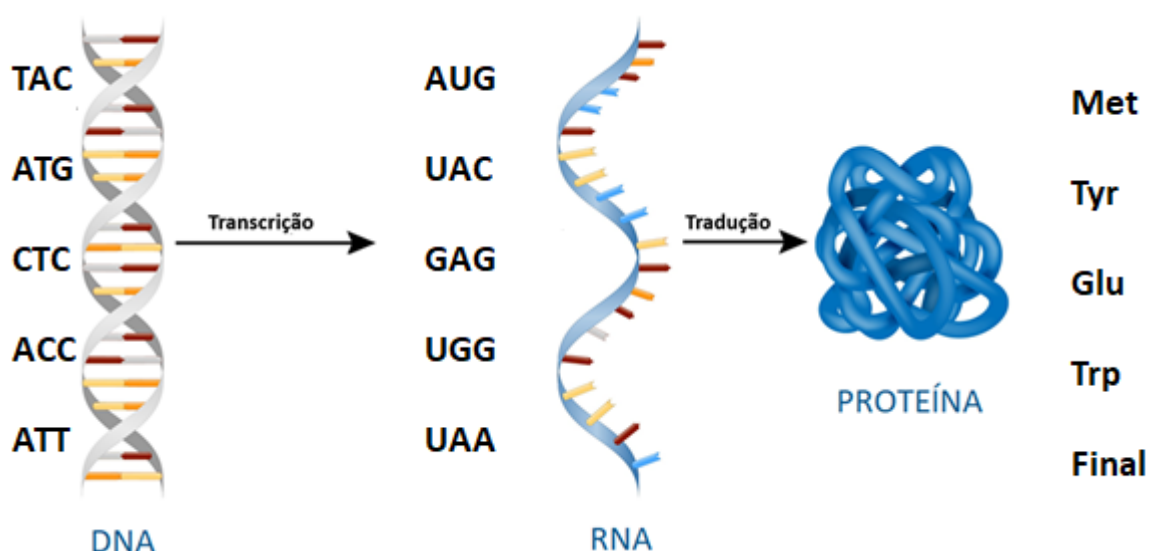


Figura 52: Transcrição e Tradução da Mensagem do DNA na Síntese de Proteínas

**15. (ITA – 2018)**

Aminoácidos são compostos orgânicos que contêm um grupo amina e um grupo carboxílico. Nos α -aminoácidos, os dois grupos encontram-se nas extremidades da molécula e entre eles há um átomo de carbono, denominado carbono α , que também está ligado a um grupo R, conforme a figura. Considere os seguintes aminoácidos:

I – Alanina, em que $R = \text{CH}_3$

II – Asparagina, em que $R = \text{CH}_2\text{CONH}_2$

III – Fenilalanina, em que $R = \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$

IV – Glicina, em que $R = \text{H}$

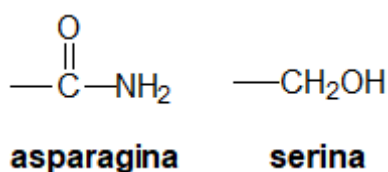
V – Serina, em que $R = \text{CH}_2\text{OH}$

Assinale a opção que contém o(s) aminoácido(s) que possui(em) grupo(s) R polar(es):

- a) Alanina e fenilalanina.
- b) Asparagina e glicina.
- c) Asparagina e serina.
- d) Fenilalanina.
- e) Glicina, fenilalanina e serina.

Comentários

Os grupos apolares são formados exclusivamente por carbono e hidrogênio. Já os grupos polares possuem outros átomos – é o caso da asparagina e da serina.

**Gabarito: C**

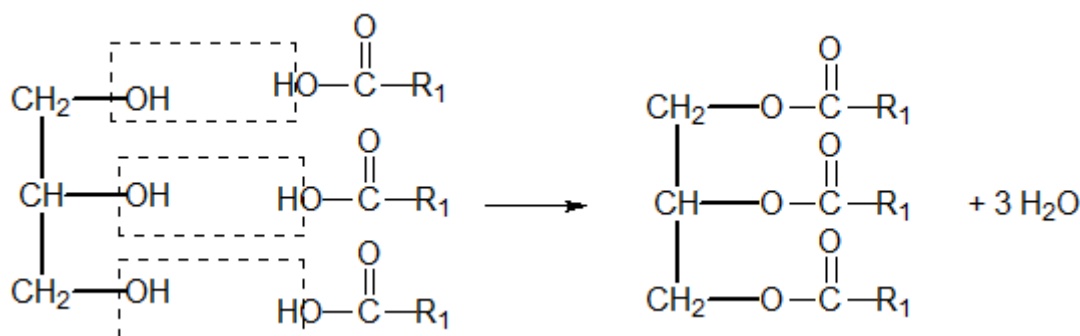
16. (ITA – 2020 – 1ª Fase)

A obtenção de biodiesel a partir de óleos vegetais (triacilgliceróis) é uma alternativa para a produção de combustíveis menos poluentes, sendo possível catalisar a reação com um ácido ou com uma base. Escreva a equação química balanceada que representa a reação:

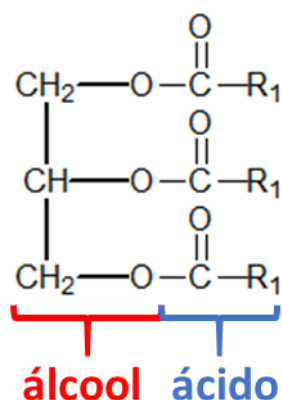
- a) De obtenção de triacilglicerol a partir de glicerol e ácido graxo com cadeia alquílica representa por R_1 .
- b) De obtenção de biodiesel a partir do triacilglicerol obtido em (a) e etanol.
- c) Paralela e indesejada que poderia ocorrer se, na reação descrita em (b), fosse utilizado hidróxido de sódio como catalisador, tendo também a presença de água na reação.

Comentários:

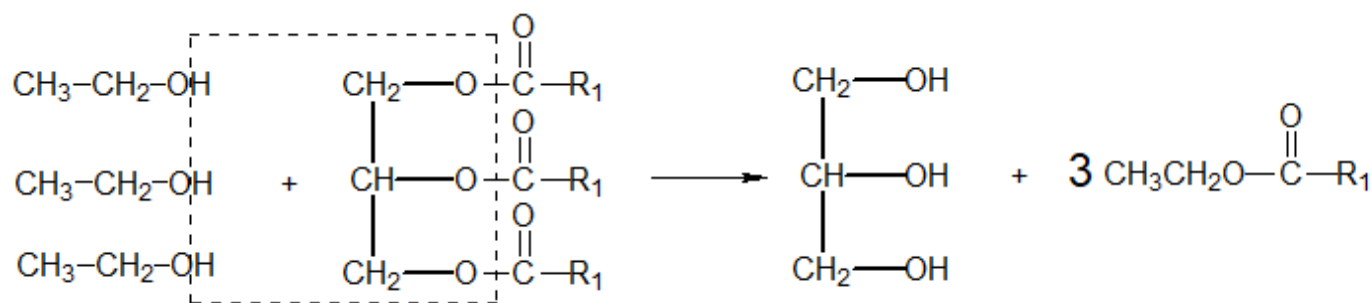
- a) Trata-se de uma esterificação de Fischer.



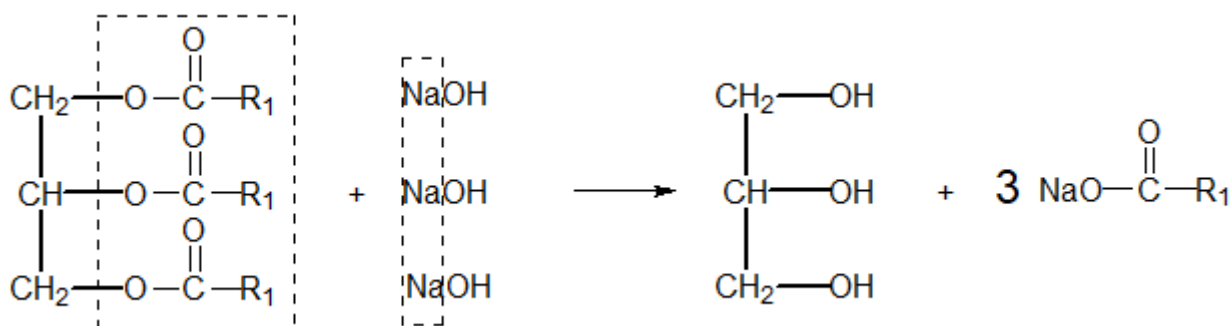
- b) O biodiesel é obtido pela transesterificação de óleos ou gorduras. Para entendê-la, devemos notar que o triacilglicerol é um éster, portanto, tem uma porção remanescente do álcool e uma porção remanescente do ácido.



A reação do triacilglicerol com o etanol é uma transesterificação, em que o etanol toma o lugar do glicerol, produzindo um éster do etanol com o ácido graxo, que é o biodiesel.



- c) Na presença de hidróxido de sódio, a porção ácido do éster poderia reagir com o hidróxido de sódio formando um sal. É a conhecida reação de saponificação.



Gabarito: discursiva

17. (ITA – 2020 – 1ª Fase)

Polímeros são moléculas muito grandes constituídas por milhares de átomos. Tais macromoléculas são classificadas em duas categorias: naturais e sintéticas. Os naturais têm como exemplos as proteínas, ácidos nucleicos e borrachas, enquanto os sintéticos são compostos orgânicos tais como a polihexametileno adipamida (Nylon) e o poli(metacrilato de metila). Nesse contexto, considere as seguintes afirmações:

- (1) A glicose é um álcool-aldeído que polimeriza para formar o amido e a celulose.
- (2) A estrutura primária de um polipeptídeo é a sequência de resíduos de aminoácidos.
- (3) Os polímeros formados por cadeias longas tendem a ter alta viscosidade.
- (4) Os álcoois condensam com ácidos carboxílicos para formar ésteres.
- (5) As amidas resultam da condensação de aminas e ácidos carboxílicos.

A soma dos números associados às afirmativas CORRETAS é igual a:

- A () 8
B () 10
C () 12

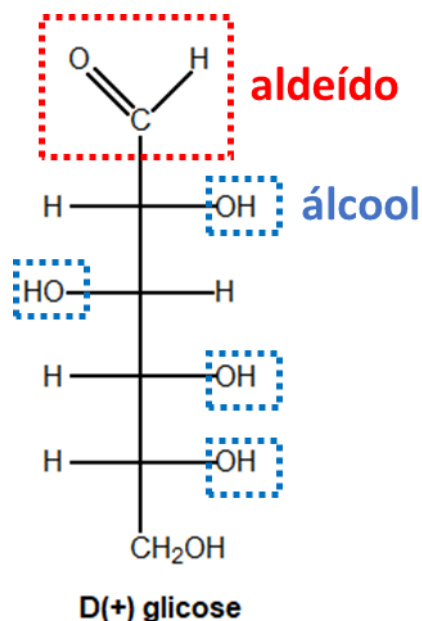
D () 13

E () 15

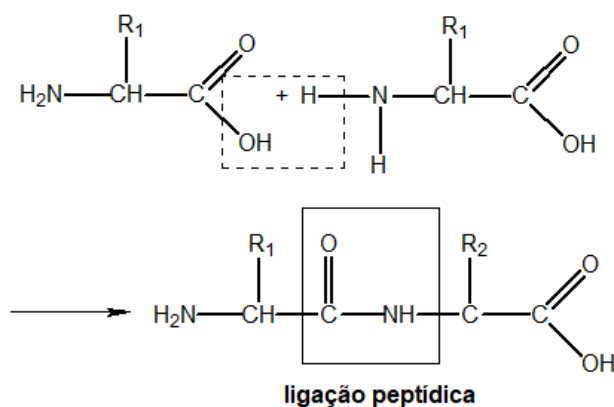
Comentários:

Vamos analisar as afirmações propostas.

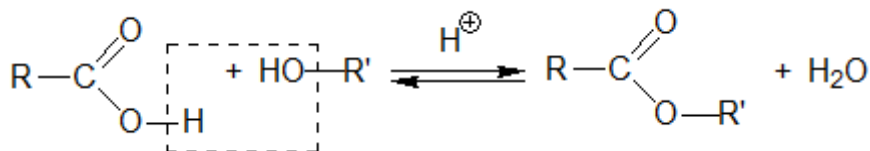
- (1) Isso mesmo. A glicose é um aldeído que apresenta vários grupos álcool. De fato, alguns de seus polímeros são o amido e a celulose. Afirmação correta.



- (2) Em uma cadeia polipeptídica, vários aminoácidos se ligam por uma ligação peptídica. Ocorre a perda de uma molécula de água, portanto, o aminoácido inteiro não permanece na proteína, apenas um resíduo. Exatamente como disse o enunciado. Afirmação correta.



- (3) Quanto mais longa a cadeia do polímero, maiores as forças intermoleculares, portanto, ele tende a ter maior viscosidade. Afirmação correta.
- (4) Os álcoois e os ácidos carboxílicos reagem pela esterificação de Fischer formando ésteres. Afirmação correta.



(5) De forma semelhante à esterificação de Fischer, as aminas condensam com ácidos carboxílicos formando amidas. Afirmação correta.

Todas as afirmações estão corretas, portanto, a soma é igual a:

$$S = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$$

Gabarito: E

18. (ITA – 2018)

São feitas as seguintes proposições a respeito da produção de biocombustíveis:

I – A hidrólise ácida de triacilgliceróis é a etapa final na produção do biodiesel.

II – Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO_2 como subproduto.

III – Na síntese do bioquerosene, podem ser utilizados ácidos graxos com cadeias lineares ou cíclicas, saturadas ou insaturadas.

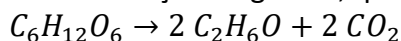
- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

Comentários

Vamos analisar as afirmações.

I – O biodiesel é produzido pela reação de transesterificação dos triacilgliceróis.

II – Vamos escrever a reação de fermentação da glicose, que produz o etanol.



De fato, o CO_2 é um subproduto. Afirmação correta.

III – De fato, podem ser utilizados quaisquer tipos de ácidos graxos. Não há restrições.

Na época dessa questão, houve alguma polêmica entre os cursinhos, porque vários consideraram que não existem ácidos graxos cíclicos. A polêmica foi tão grande que até mesmo o próprio ITA se posicionou sobre o assunto.

“Algumas resoluções consideraram a proposição III como errada por assumir a inexistência de ácidos graxos cíclicos. No entanto, a proposição considera que podem ser usados ácidos graxos lineares ou cíclicos, permanecendo então correta a proposição mesmo no caso da inexistência das espécies cíclicas. Além disso, vale salientar que ácidos graxos cíclicos existem e são formados pela ciclização de ácidos graxos lineares em altas temperaturas.”

É impressionante o quanto mudou esse vestibular. Na minha época, nem mesmo o gabarito era fornecido. Hoje em dia, o ITA não só fornece o gabarito, a sua nota como ainda comenta algumas questões mais polêmicas.

Gabarito: E

5. Lista de Questões Propostas

CONSTANTES

Constante de Avogadro (N_A)	$= 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	$= 9,65 \times 10^4 \text{ } ^\circ\text{C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	$= 22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	$= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	$= 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	$= 9,81 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Planck (h)	$= 6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	$= 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Número de Euler (e)	$= 2,72$

DEFINIÇÕES

Pressão: $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,01325 \times 10^5 \text{ N m}^{-2} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$

Energia: $1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar ; concentração das soluções $= 1 \text{ mol L}^{-1}$ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [X] = concentração da espécie química em mol L^{-1}

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	Mn	25	54,94
Li	3	6,94	Fe	26	55,85

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)
C	6	12,01	Co	27	58,93
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,39
F	9	19,00	As	33	74,92
Ne	10	20,18	Br	35	79,90
Na	11	22,99	Mo	42	95,94
Mg	12	24,30	Sb	51	121,76
Al	13	26,98	I	53	126,90
Si	14	28,08	Ba	56	137,33
S	16	32,07	Pt	78	195,08
Cl	17	35,45	Au	79	196,97
Ca	20	40,08	Hg	80	200,59

1. (ITA – 2020 – 2ª FASE – QUESTÃO DIFÍCIL)

A produção de borrachas e espumas é comumente realizada pela síntese de poliuretanos. Para tal produção, a polimerização ocorre a partir de um poliol e um isocianato.

a) Apresente a(s) reação(ões) químicas da polimerização e formação de poliuretano a partir de um diol e um diisocianato.

b) A água, quando presente no meio, gera reação(ões) paralela(s) e é determinante na produção de espumas. Apresente essa(s) reação(ões)

2. (ITA – 2018)

Escreva as equações químicas que representam as reações de polimerização ou copolimerização dos monômeros abaixo, apresentando as fórmulas estruturais de reagentes e produtos.

a) Eteno

b) 2-propeno-nitrila

c) 2-metil-propenoato de metila

d) Etenil-benzeno (vinil-benzeno)



e) 1,3-butadieno com etnil-benzeno

3. (ITA – 2015)

Considere as seguintes comparações entre as respectivas temperaturas de fusão dos polímeros representados pelas suas unidades repetitivas:

I. A do $\text{H}-[\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO}]-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ é maior que a do $\text{H}-[\text{OOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOCH}_2\text{CH}_2]-\text{OH}$.

II. A do $[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$ é maior que a do $[-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-]_n$.

III – A do $[-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-]_n$ é maior que a do $[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$.

IV – A do $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_7\text{CO}-]_n$ é maior que a do $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{CO}-]_n$

Assinale a opção que apresenta a(s) comparação(ões) ERRADA(S).

- a) Apenas I
- b) Apenas I e IV
- c) Apenas II e III
- d) Apenas III e IV
- e) Apenas IV

4. (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

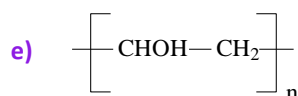
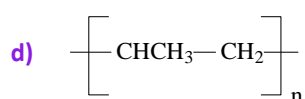
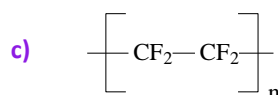
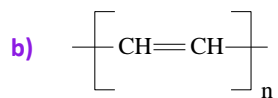
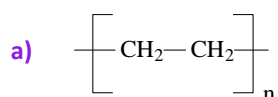
5. (ITA – 2012)

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)

6. (ITA – 2011)

Assinale a opção que apresenta a fórmula molecular do polímero que pode conduzir corrente elétrica.



7. (ITA – 2006)

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

- Mostre as equações químicas que representam cada uma das reações químicas especificadas.
- Indique quais dos produtos formados podem ser utilizados como monômeros na síntese de polímeros.
- 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.

- Polietileno
- Polipropileno
- Poliestireno
- Poliacetileno
- Poli (tetrafluor-etileno)

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 de 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) apenas I, II, IV e V.
- b) apenas I, II e V.
- c) apenas III, IV e V.
- d) apenas 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 da 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.

Estão CORRETAS apenas as 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 – 1988)

Nas afirmações abaixo, macromoléculas são relacionadas com o processo conhecido como vulcanização. Assinale a opção que contém a afirmação CORRETA.

- a) O elastômero obtido a partir de butadieno-1,3 e estireno (vinil-benzeno) não se presta à vulcanização.
- b) A desvulcanização, ou reciclagem de pneus, se baseia na ação do ácido sulfúrico concentrado, em presença de oxigênio e em temperatura elevada, sobre a borracha vulcanizada.
- c) Na vulcanização, os polímeros recebem uma carga de calcário e piche, que os torna resistentes ao calor sem perda da elasticidade.
- d) Os polímeros vulcanizados só serão elásticos se a concentração de agente vulcanizante não for excessiva.

e) Do butadieno-1,3 obtém-se um polímero que, enquanto não for vulcanizado, será termofixo.

15. (ITA – 2018)

Aminoácidos são compostos orgânicos que contêm um grupo amina e um grupo carboxílico. Nos α -aminoácidos, os dois grupos encontram-se nas extremidades da molécula e entre eles há um átomo de carbono, denominado carbono α , que também está ligado a um grupo R, conforme a figura. Considere os seguintes aminoácidos:

I – Alanina, em que $R = CH_3$

II – Asparagina, em que $R = CH_2CONH_2$

III – Fenilalanina, em que $R = CH_2C_6H_5$

IV – Glicina, em que $R = H$

V – Serina, em que $R = CH_2OH$

Assinale a opção que contém o(s) aminoácido(s) que possui(em) grupo(s) R polar(es):

- a) Alanina e fenilalanina.
- b) Asparagina e glicina.
- c) Asparagina e serina.
- d) Fenilalanina.
- e) Glicina, fenilalanina e serina.

16. (ITA – 2020 – 1ª FASE)

A obtenção de biodiesel a partir de óleos vegetais (triacilgliceróis) é uma alternativa para a produção de combustíveis menos poluentes, sendo possível catalisar a reação com um ácido ou com uma base. Escreva a equação química balanceada que representa a reação:

- a) De obtenção de triacilglicerol a partir de glicerol e ácido graxo com cadeia alquílica representa por R_1 .
- b) De obtenção de biodiesel a partir do triacilglicerol obtido em (a) e etanol.
- c) Paralela e indesejada que poderia ocorrer se, na reação descrita em (b), fosse utilizado hidróxido de sódio como catalisador, tendo também a presença de água na reação.

17. (ITA – 2020 – 1ª FASE)

Polímeros são moléculas muito grandes constituídas por milhares de átomos. Tais macromoléculas são classificadas em duas categorias: naturais e sintéticas. Os naturais têm como exemplos as proteínas, ácidos nucleicos e borrachas, enquanto os sintéticos são compostos orgânicos tais como a polihexametileno adipamida (Nylon) e o poli(metacrilato de metila). Nesse contexto, considere as seguintes afirmações:

- (1) A glicose é um álcool-aldeído que polimeriza para formar o amido e a celulose.
- (2) A estrutura primária de um polipeptídeo é a sequência de resíduos de aminoácidos.
- (3) Os polímeros formados por cadeias longas tendem a ter alta viscosidade.
- (4) Os álcoois condensam com ácidos carboxílicos para formar ésteres.



(5) As amidas resultam da condensação de aminas e ácidos carboxílicos.

A soma dos números associados às afirmativas CORRETAS é igual a:

- A () 8
- B () 10
- C () 12
- D () 13
- E () 15

18. (ITA – 2018)

São feitas as seguintes proposições a respeito da produção de biocombustíveis:

I – A hidrólise ácida de triacilgliceróis é a etapa final na produção do biodiesel.

II – Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO_2 como subproduto.

III – Na síntese do bioquerosene, podem ser utilizados ácidos graxos com cadeias lineares ou cíclicas, saturadas ou insaturadas.

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.



5.1. Gabarito

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. discursiva | 10.E |
| 2. discursiva | 11.A |
| 3. B | 12.D |
| 4. B | 13.E |
| 5. E | 14.D |
| 6. B | 15.C |
| 7. discursiva | 16.discursiva |
| 8. D | 17.E |
| 9. discursiva | 18.E |