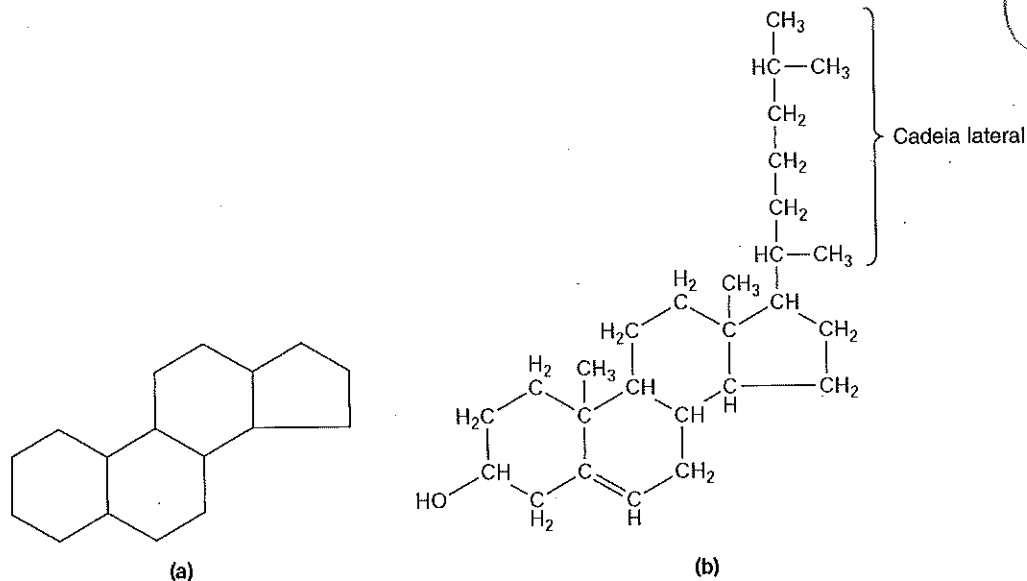


Entrando pelo Cano

Você lavou pratos suficientemente para saber que os sabões transferem as substâncias oleosas dos pratos para a água. Embora você provavelmente não pense como os sabões funcionam, a química do sabão é uma aplicação do que você aprendeu no Cap. 2. Devido ao fato de a água ser uma molécula polar, ela tem uma tensão superficial alta e forma gotas nas superfícies limpas. Para fazer água "molhada", é necessário reduzir a tensão superficial pela adição de surfactantes. Os sabões são surfactantes aniônicos

feitos de gorduras e óleos tratados com álcalis fortes. Este processo produz uma molécula complexa, com um grupo carboxila carregado em uma extremidade e um hidrocarboneto saturado não-ionizado na outra. A porção hidrocarboneto saturado da molécula de sabão se mistura com as gorduras nos pratos, ao passo que o grupo carboxila carregado se mistura com a água de enxágüe. A interação química entre a gordura, o sabão e a água solta as partículas de alimentos dos seus pratos e entra pelo cano.



➤ **Fig. 2.15 Esteróides.** (a) Os esteróides são lipídios com uma estrutura característica de quatro anéis. Os grupos químicos específicos ligados aos anéis determinam as propriedades dos diferentes esteróides. (b) Um dos esteróides biologicamente mais importantes é o colesterol, um componente das membranas das células animais e de um grupo de bactérias.

Proteínas

Propriedades das Proteínas e dos Aminoácidos

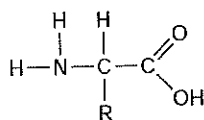
Dentre as moléculas encontradas nos seres vivos, as proteínas têm a maior diversidade de estrutura e de função. As **proteínas** são constituídas por blocos de construção chamados **aminoácidos**, que têm, pelo menos, um grupamento amino ($-\text{NH}_2$) e um grupamento carboxila ácido ($-\text{COOH}$). A estrutura geral de um aminoácido e as de alguns dos 20 aminoácidos encontrados nas proteínas são mostradas na ➤ Fig. 2.16. Cada aminoácido é distinguível por um grupamento químico diferente, chamado **grupamento R**, ligado ao átomo de carbono central. Como todos os aminoácidos contêm carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, e alguns contêm enxofre, as proteínas também contêm estes elementos.

Uma proteína é um polímero de aminoácidos unidos por **ligações peptídicas**, isto é, ligações covalentes que ligam um grupo amino de um aminoácido e um grupo carboxila de outro aminoácido (➤ Fig. 2.17). Dois aminoácidos unidos formam um **dipeptídeo**, três fazem um **tripeptídeo** e muitos formam um **polipeptídeo**. Além dos grupamentos amino e carboxila, alguns aminoácidos têm um grupamento R chamado **grupo sulfidríla**

($-\text{SH}$). Grupos sulfidríla em cadeias adjacentes de aminoácidos podem perder hidrogênio e formar **ligações dissulfeto** ($-\text{S}-\text{S}-$) de uma cadeia para a outra.

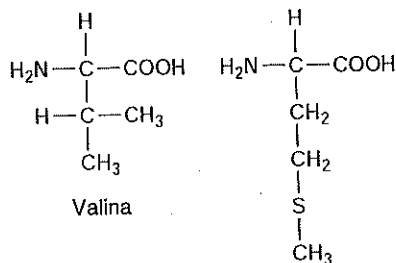
A Estrutura das Proteínas

As proteínas apresentam vários níveis estruturais. A **estrutura primária** de uma proteína consiste na seqüência específica de aminoácidos em uma cadeia polipeptídica (➤ Fig. 2.18a). A **estrutura secundária** de uma proteína consiste no dobramento ou enrolamento da cadeia de aminoácidos em um padrão particular, tal como uma hélice ou folha pregueada (➤ Fig. 2.18b). As ligações de hidrogênio são responsáveis por tais padrões. O dobramento e o enrolamento posteriores da proteína em formas globulares (esféricas irregulares) ou em fitas filiformes fibrosas produzem a **estrutura terciária** (➤ Fig. 2.18c). Proteínas grandes, tais como a hemoglobina, têm **estrutura quaternária**, formada pela associação de várias cadeias polipeptídicas em estruturas terciárias (➤ Fig. 2.19). As estruturas terciária e quaternária são mantidas por ligações dissulfeto, ligações de hidrogênio e outras forças entre os grupamentos R dos aminoácidos. As formas tridimensionais das moléculas das proteínas e a natureza dos sítios em que outras moléculas podem se ligar a elas são extre-

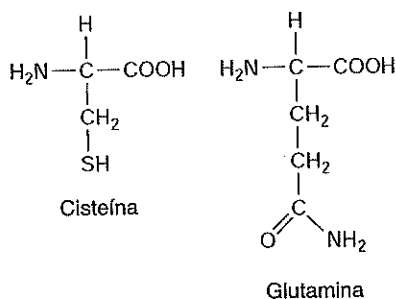


(a)

Apolar

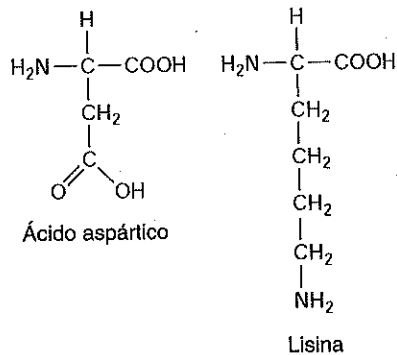


Polar



Carregado: ácido

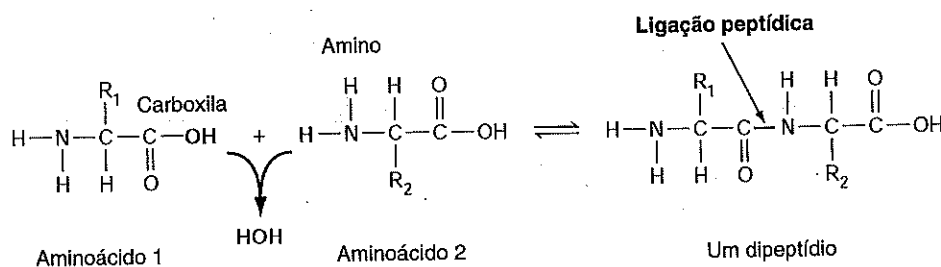
Carregado: básico



(b)

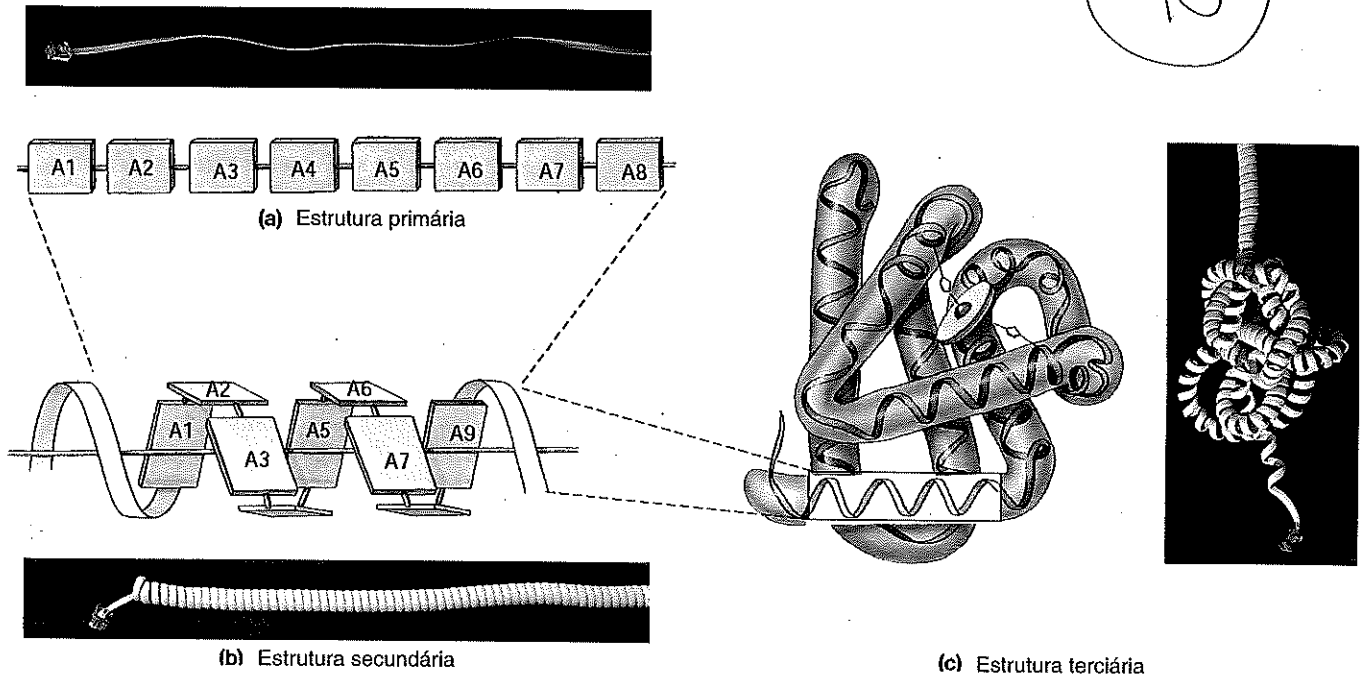
39

> **Fig. 2.16 Aminoácidos.** (a) A estrutura geral de um aminoácido e (b) seis exemplos representativos. Todos os aminoácidos têm quatro grupamentos ligados ao átomo de carbono central: um grupamento amino ($-\text{NH}_2$), um grupo carboxila ($-\text{COOH}$), um átomo de hidrogênio e um grupamento designado como R que é diferente em cada aminoácido. O grupo R determina muitas das propriedades químicas da molécula — por exemplo, se ela é polar, não-polar, ácida ou básica.



> **Fig. 2.17 Ligação peptídica.** Dois aminoácidos se unem pela remoção de uma molécula de água (síntese por desidratação) e pela formação de uma ligação peptídica entre o grupo $-\text{COOH}$ de um e o grupamento $-\text{NH}_2$ do outro.

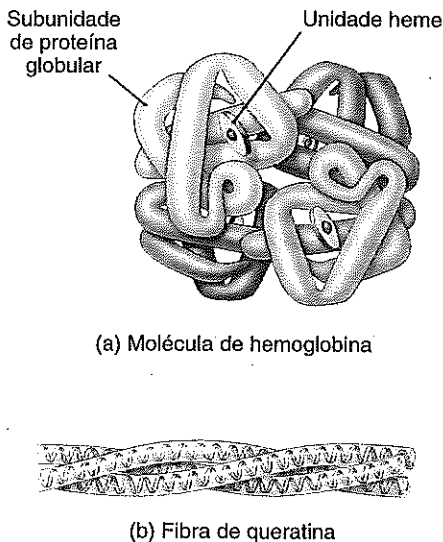
40



➤ **Fig. 2.18 Três níveis da estrutura protéica.** (a) Estrutura primária é a seqüência de aminoácidos (A1, A2, ...) em uma cadeia polipeptídica. Imagine-a como um fio de telefone reto. (b) As cadeias polipeptídicas, especialmente aquelas das proteínas estruturais, tendem a se enrolar ou se dobrar em uns poucos padrões tridimensionais simples e regulares, chamados estrutura secundária. Imagine o fio do telefone como um fio enrolado. (c) As cadeias polipeptídicas das enzimas e de outras proteínas solúveis podem exibir também estrutura secundária. Além disso, as cadeias tendem a se dobrar em formas globulares complexas, formando a estrutura terciária da proteína. Imagine o emaranhado formado quando um fio de telefone enrolado se entrelaça.

mamente importantes na determinação de como as proteínas funcionam nos seres vivos.

➤ Diversas condições podem romper as ligações de hidrogênio e de outras forças fracas que mantêm a estrutura da proteína. Elas



➤ **Fig. 2.19 Estrutura quaternária da proteína.** (a) Proteínas muito grandes, como a hemoglobina, que transporta o oxigênio dos eritrócitos humanos, são feitas de várias cadeias polipeptídicas. O arranjo destas cadeias forma a estrutura quaternária das proteínas. (b) Algumas proteínas estruturais, tais como a queratina, um componente da pele e do cabelo humanos, também consistem em várias cadeias polipeptídicas e, portanto, têm estrutura quaternária.

incluem condições altamente ácidas ou básicas e temperaturas acima de 50°C. A ruptura das estruturas secundária, terciária e quaternária é chamada **desnaturação**. Os procedimentos de esterilização e de desinfecção freqüentemente fazem uso do calor ou de reagentes químicos que matam os microrganismos ao desnaturar suas proteínas. Da mesma forma, o cozimento da carne amolece-a pela desnaturação das proteínas. Por isso, os micróbios e as células de organismos maiores devem ser mantidos dentro de limites razoavelmente estreitos de pH e temperatura para impedir a ruptura da estrutura da proteína.

Classificação das Proteínas

A maioria das proteínas pode ser classificada, com relação às suas funções principais, como proteínas estruturais ou enzimas. As **proteínas estruturais**, como o nome sugere, contribuem para a estrutura tridimensional das células, das partes das células e das membranas. Certas proteínas, chamadas *proteínas móveis*, contribuem tanto para a estrutura quanto para o movimento. Elas são responsáveis pela contração das células musculares dos animais e por alguns tipos de movimentos nos micróbios. As **enzimas** são *catalisadores* protéicos — substâncias que controlam a velocidade das reações químicas nas células. Umas poucas proteínas não são nem proteínas estruturais nem enzimas. Elas incluem as proteínas que formam receptores para certas substâncias sobre as membranas celulares e anticorpos que participam das respostas imunológicas do corpo (Cap. 17).

Enzimas

As enzimas aumentam a velocidade em que as reações químicas se processam dentro dos seres vivos na faixa de temperatura

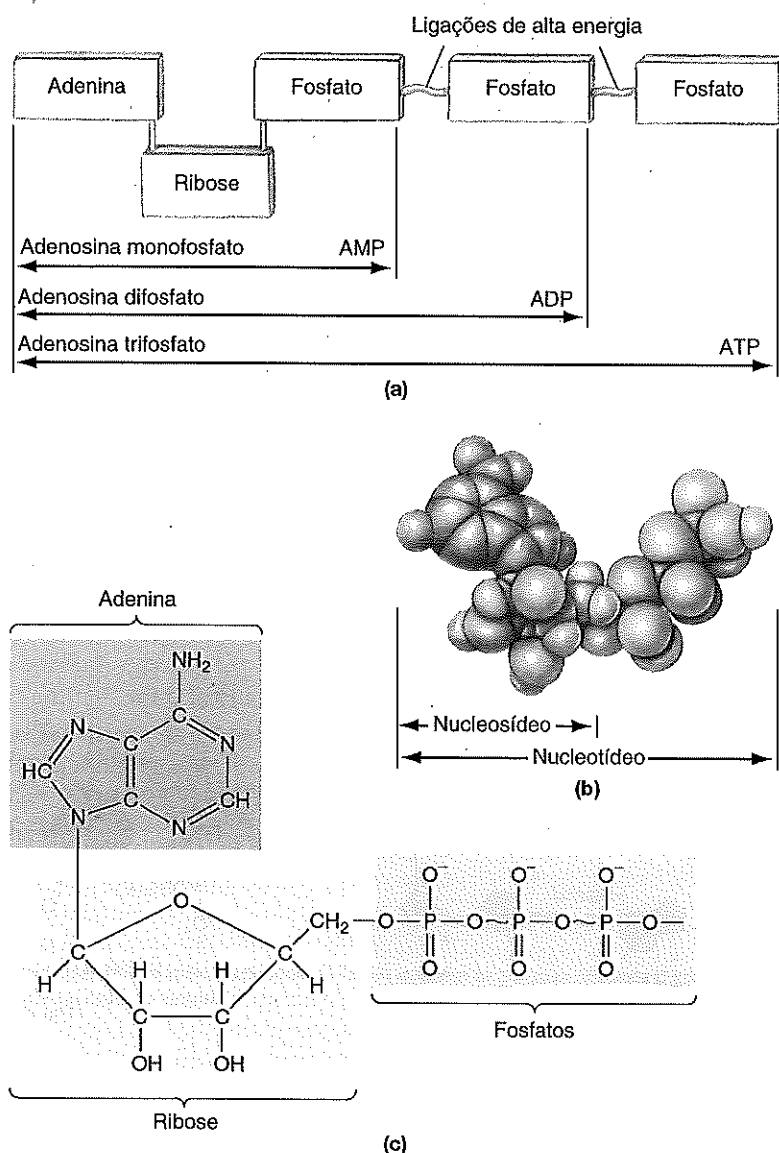
compatível com a vida. Discutiremos as enzimas, com mais detalhes, no Cap. 5, mas resumimos aqui as suas propriedades. Em geral, as enzimas aumentam a velocidade das reações por diminuir a energia necessária para iniciá-las. Elas também mantêm as moléculas de reagentes juntas na orientação apropriada para as reações ocorrerem. Cada enzima tem um **sítio ativo**, que é o local onde ela se combina com seu **substrato**, a substância sobre a qual uma enzima age. As enzimas têm **especificidade** — isto é, cada enzima age sobre um substrato particular ou sobre um certo tipo de ligação química.

Como os catalisadores nas reações químicas inorgânicas, as enzimas não são afetadas permanentemente ou usadas nas reações que elas iniciam. As moléculas das enzimas podem ser usadas e reusadas para catalisar uma reação, embora não indefinidamente. Como as enzimas são proteínas, elas são desnaturadas por extremos de temperatura e pH.

Nucleotídeos e Ácidos Nucléicos

As propriedades químicas dos *nucleotídeos* permitem que estes compostos realizem várias funções essenciais. Uma função-chave é a de armazenar energia em **ligações de alta energia** — ligações que, quando quebradas, liberam mais energia do que a maioria das ligações covalentes o fazem. Os nucleotídeos ligados para formar os *ácidos nucleicos* são, talvez, as mais notáveis de todas as substâncias bioquímicas. Eles armazenam informações que dirigem a síntese de proteínas e que podem ser transferidas dos pais para a progênie.

Um **nucleotídeo** é formado por três partes: (1) uma base nitrogenada, assim denominada porque contém nitrogênio e tem propriedades alcalinas; (2) um açúcar de cinco átomos de carbono; e (3) um ou mais grupos fosfato, como mostrado na > Fig. 2.20a, para o nucleotídeo *adenosina trifosfato* (ATP). O açúcar e a base, sozinhos, compõem um *nucleosídeo* (> Fig. 2.20b).



411

> **Fig. 2.20 Nucleotídeos.** (a) Um nucleotídeo consiste em uma base nitrogenada, um açúcar de cinco carbonos e um ou mais grupamentos fosfato. (b) Um nucleosídeo inclui o açúcar e a base sem os fosfatos. (c) O nucleotídeo adenosina trifosfato (ATP), a fonte imediata de energia para a maioria das atividades nas células vivas. No ATP, a base é a adenina e o açúcar é a ribose. Adicionando-se um grupo fosfato à adenosina difosfato, aumenta-se grandemente a energia da molécula; a remoção do terceiro grupo fosfato libera a energia que pode ser usada pela célula.

42

O nucleotídeo ATP é a principal fonte de energia nas células, porque ele armazena energia química na forma que as células podem usar. As ligações entre os fosfatos no ATP, que são ligações de alta energia, são representadas como linhas onduladas (> Fig. 2.20c). Elas contêm mais energia que a maioria das ligações covalentes, e mais energia é liberada quando elas são quebradas. As enzimas controlam a formação e a quebra das ligações de alta energia, de maneira que a energia é liberada conforme é necessária dentro das células. A captura, a armazenagem e o uso de energia são um componente importante do metabolismo celular (Cap. 5).

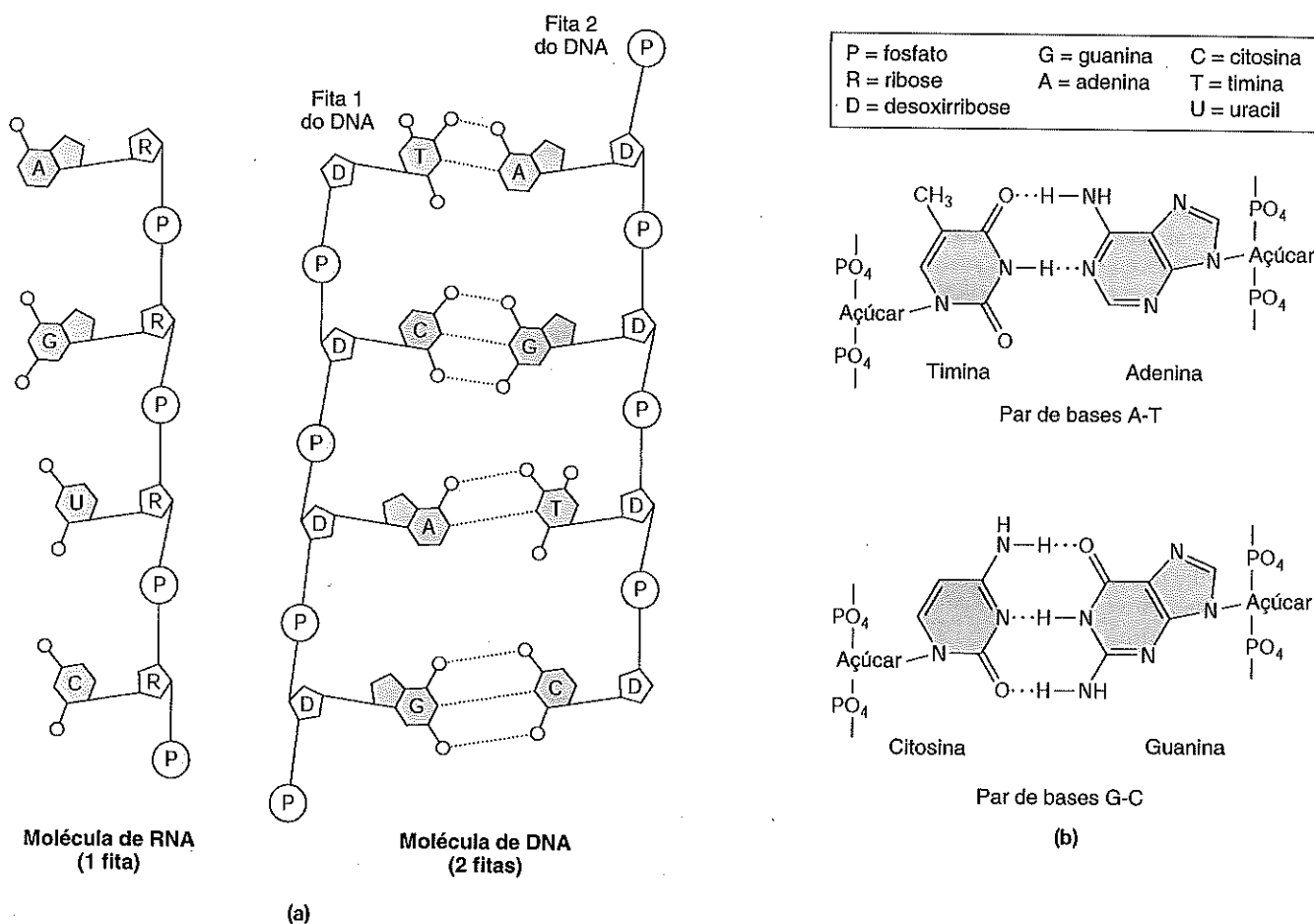
Os **ácidos nucleicos** são formados por longos polímeros de nucleotídeos, chamados **polinucleotídeos**. Eles contêm informações genéticas que determinam todas as características hereditárias de um ser vivo, seja um micróbio ou um ser humano. Tal informação é passada de geração a geração e dirige a síntese de proteínas a cada organismo. Por dirigir a síntese de proteínas, os ácidos nucleicos determinam que proteínas estruturais e que enzimas um organismo terá. As enzimas determinam que outras substâncias o organismo pode produzir e que outras reações ele pode realizar.

Os dois ácidos nucleicos encontrados nos seres vivos são o **ácido ribonucleico (RNA)** e o **ácido desoxirribonucleico (DNA)**. Exceto em uns poucos vírus, o RNA é uma cadeia

polinucleotídica única e o DNA é uma cadeia dupla de polinucleotídeos arranjados como uma dupla hélice. As moléculas de fosfato e açúcar, nos dois ácidos nucleicos, formam um "esqueleto" resistente mas inerte, do qual se projetam as bases nitrogenadas. No DNA, cada cadeia está conectada à outra por ligações de hidrogênio entre as bases, de maneira que a molécula inteira parece uma escada com muitos degraus (> Fig. 2.21a).

Tanto o DNA quanto o RNA contêm blocos de construção um tanto diferentes (Quadro 2.5). O RNA contém o açúcar ribose, ao passo que o DNA contém a desoxirribose, que tem um átomo de oxigênio a menos que a ribose. Três bases nitrogenadas — a adenina, a citosina e a guanina — são encontradas tanto no DNA quanto no RNA. Além disso, o DNA contém a base timina, e o RNA, a base uracil. Destas bases, a adenina e a guanina são **purinas**, moléculas de bases nitrogenadas que contêm estruturas de anéis duplos, ao passo que a timina, a citosina e o uracil são **pirimidinas**, moléculas de bases nitrogenadas que contêm uma estrutura de anel único (> Fig. 2.22). Todos os organismos celulares possuem DNA e RNA. Os vírus possuem DNA ou RNA, mas não ambos.

As duas cadeias de nucleotídeos do DNA são mantidas juntas por ligações de hidrogênio entre as bases e por outras forças. As ligações de hidrogênio sempre conectam a adenina à timina e a citosina à guanina, conforme mostrado na > Fig. 2.21b. Esta



> **Fig. 2.21 Estrutura dos ácidos nucleicos.** Os ácidos nucleicos são formados por um esqueleto em que grupos de açúcar e de fosfato alternam-se e ao qual estão ligadas as bases nitrogenadas. (a) O RNA é, usualmente, de fita única. As moléculas de DNA consistem tipicamente em duas cadeias mantidas juntas por ligações de hidrogênio entre as bases. (b) Os pares de bases complementares no DNA, mostrando como as ligações de hidrogênio são formadas.

Quadro 2.5 Componentes do DNA e do RNA

Componente	DNA	RNA
Açúcares	Ácido fosfórico	X
	Ribose	X
	Desoxirribose	X
Bases	Adenina	X
	Guanina	X
	Citosina	X
	Timina	X
	Uracil	X

gação específica de bases é chamada **pareamento de bases complementares**. Este é determinado pelos tamanhos e formas as bases. O mesmo tipo de pareamento de base complementar corre quando a informação é transmitida do DNA para o RNA, o começo da síntese de proteínas (Cap. 7). Nesta situação, a adenina no DNA se pareia com o uracil no RNA.

As cadeias de DNA e de RNA contêm centenas ou milhares e nucleotídeos com as bases arranjadas em uma seqüência particular. Esta seqüência de nucleotídeos, como a seqüência de

letras nas palavras e frases, contém informações que determinam que proteínas um organismo terá. Conforme foi referido anteriormente, as enzimas e as proteínas estruturais de um organismo, por sua vez, determinam o que o organismo é e o que ele pode fazer. A mudança de um nucleotídeo em uma seqüência pode mudar as informações que ele carrega, do mesmo modo que a mudança de uma letra em uma palavra. O número de diferentes seqüências de bases possíveis é quase infinito, de maneira que o DNA e o RNA podem conter muitos trechos de informações diferentes.

As funções do DNA e do RNA estão relacionadas com a sua capacidade de transportar informações. O DNA é transmitido de uma geração para a seguinte. Ele determina as características hereditárias de um novo indivíduo, fornecendo-lhe as informações para as proteínas que suas células conterão. Contrariamente, o RNA carrega informações do DNA para os locais da célula onde as proteínas são fabricadas. Ali, ele dirige e participa da montagem efetiva das proteínas. As funções dos ácidos nucléicos serão discutidas com maiores detalhes nos Caps. 7 e 8.

- ✓ Por que o amido, o DNA e o RNA são, todos eles, considerados polímeros?
- ✓ Diferencie os níveis primário, secundário, terciário e quaternário da estrutura protéica.

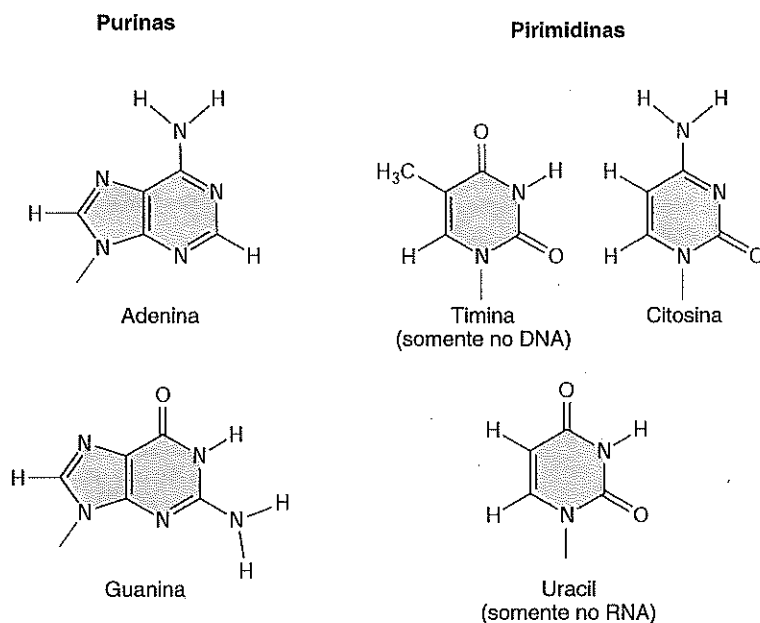


Fig. 2.22 As cinco bases encontradas nos ácidos nucléicos. O DNA contém as purinas adenina e guanina e as pirimidinas citosina e timina. No RNA, a timina é substituída pela pirimidina uracil.

Recapitulação

Por Que Estudar Química?

- O conhecimento de química básica é necessário para que se compreenda como os microrganismos funcionam e como eles afetam os seres humanos e o nosso meio ambiente.

Blocos Químicos de Construção e Ligações Químicas

Blocos Químicos de Construção

- A menor unidade química da matéria é o **átomo**. Um **elemento** é um tipo fundamental de matéria, e a menor unidade de um elemento é um átomo. Um elemento é composto de apenas um tipo de átomo. Uma **molécula** consiste em dois ou mais átomos combinados quimicamente, e um **composto** consiste em dois ou mais tipos diferentes de átomos combinados quimicamente.
- Os elementos mais comuns em todas as formas de vida são o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O) e o nitrogênio (N).

A Estrutura dos Átomos

- Os átomos são formados de **prótons**, positivamente carregados, e de **nêutrons**, eletricamente neutros, no núcleo atômico, e de **elétrons** muito pequenos, negativamente carregados, orbitando o núcleo.
- O número de prótons em um átomo é igual ao seu **número atômico**. O número total de prótons e de nêutrons determina o **peso atômico** do elemento.
- **Íons** são átomos que ganharam ou perderam um ou mais elétrons.
- **Isótopos** são átomos do mesmo elemento que contêm diferentes números de nêutrons; alguns podem ser **radioisótopos**.

Ligações Químicas

- Os átomos nas moléculas são mantidos juntos por **ligações químicas**.
- As **ligações iônicas** envolvem a atração de íons carregados opostamente. Nas **ligações covalentes**, os átomos compartilham pares de elétrons. As **ligações de hidrogênio** são atrações fracas entre as regiões polares dos átomos de hidrogênio e os átomos de oxigênio ou nitrogênio.

Reações Químicas

- As reações químicas envolvem a quebra ou a formação de ligações químicas associadas a mudanças de energia.
- O **catabolismo**, a quebra de moléculas, libera energia.
- O **anabolismo**, a síntese de grandes moléculas, necessita de energia.

Água e Soluções

Água

- A água é um **composto polar**, age como um solvente e forma finas camadas porque tem **tensão superficial** alta.
- A água também tem calor específico alto e serve como meio para muitas reações químicas e participa destas reações.

Soluções e Colóides

- As **soluções** são formadas por **misturas** com um ou mais **solutos** igualmente distribuídos em um **solvente**.

- Os **colóides** contêm partículas muito grandes para formar soluções verdadeiras.

Ácidos, Bases e pH

- Na maioria das soluções contendo ácidos ou bases, os **ácidos** liberam íons H^+ e as **bases** aceitam íons H^+ (ou liberam íons OH^-).
- O **pH** de uma solução é uma medida de sua acidez ou alcalinidade. Um pH 7 é neutro, abaixo de 7 é ácido e acima de 7 é básico ou **alcalino**.

Moléculas Orgânicas Complexas

- A **química orgânica** é o estudo dos compostos contendo carbono.
- Os compostos orgânicos, tais como os álcoois, os aldeídos, as cetonas, os ácidos orgânicos e os aminoácidos, podem ser identificados por seus **grupos funcionais**.

Carboidratos

- Os **carboidratos** são formados por cadeias de carbonos onde a maioria dos átomos de carbono está associada a um grupo álcool e um carbono tem um grupo aldeído ou cetona.
- Os carboidratos mais simples são os **monossacarídeos**, que podem se combinar para formar **dissacarídeos** e **polissacarídeos**. As cadeias longas de unidades que se repetem são chamadas **polímeros**.
- O corpo usa os carboidratos principalmente para a obtenção de energia.

Lipídios

- Todos os **lipídios** são insolúveis na água, mas são solúveis em solventes não-polares.
- As **gorduras** são formadas por glicerol e **ácidos graxos**.
- Os **fosfolipídios** contêm um grupo fosfato no lugar de um ácido graxo.
- Os **esteróides** têm uma estrutura complexa de quatro anéis.

Proteínas

- As **proteínas** são formadas por cadeias de **aminoácidos** ligadas por **ligações peptídicas**.
- As proteínas participam da estrutura das células, agem como enzimas e contribuem para outras funções, tais como a motilidade, o transporte e a regulação.
- As **enzimas** são catalisadores biológicos de grande **especificidade** que aumentam a velocidade das reações químicas nos seres vivos. Cada enzima tem um **sítio ativo** ao qual ela se liga ao seu **substrato**.

Nucleotídeos e Ácidos Nucléicos

- Um **nucleotídeo** é formado de uma base nitrogenada, um açúcar e um ou mais fosfatos.
- Alguns nucleotídeos contêm **ligações de alta energia**.
- Os **ácidos nucleícos** são moléculas importantes contendo informações genéticas e são formados por cadeias de nucleotídeos. Os ácidos nucleícos que ocorrem nos seres vivos são o **ácido ribonucleíco (RNA)** e o **ácido desoxirribonucleíco (DNA)**.

Glossário de Terminologia

ácido
ácido desoxirribonucleíco
ácido graxo

ácido graxo insaturado
ácido graxo saturado
ácido nucleíco

ácido ribonucleíco (RNA)
alcalino
aminoácido

anabolismo
ânion
átomo
base
bioquímica
carboidrato
catabolismo
cátion
colóide
composto
composto polar
desnaturação
dissacarídeo
elemento
elétron
endergônico
enzima
especificidade
esteróide
estrutura primária
estrutura quaternária
estrutura secundária
estrutura terciária
exergônico
fosfolípido

gordura
grupo funcional
grupo funcional
hidrólise
íon
isômero
isótopo
ligação covalente
ligação de alta energia
ligação de hidrogênio
ligação glicosídica
ligação iônica
ligação peptídica
ligação química
lipídio
mistura
mol
molécula
monossacarídeo
neutro
nêutron
nucleotídeo
número atômico
pareamento de bases complementares

peso atômico
peso molecular expresso em gramas
pH
pirimidina
polímero
polinucleotídeo
polipeptídeo
polissacarídeo
proteína
proteína estrutural
próton
purina
química orgânica
radioisótopo
reagente
regra dos octetos
síntese por desidratação
sítio ativo
solução
soluto
solvente
substrato
tensão superficial
triacilglicerol

45

CAPÍTULO 2

Encontro Você na Internet

Não esqueça que eu estou esperando por você na Internet. Abaixo, eis uma lista preliminar para ajudar a sua pesquisa na rede. Se você tem perguntas sobre qualquer um destes itens, pode voltar ao final do Cap. 1 para mais detalhes.

- Perguntas que Vamos Explorar
- Conferência de Conceitos
- Cartão-Relâmpago
- Guia de Estudo

Se você está pronto, visite-me no site

<http://www.prenhall.com/black>

Será uma viagem inesquecível.

