

## A QUÍMICA DOS AMINOÁCIDOS E PEPTÍDEOS

### META

Introduzir o estudo do conhecimento das estruturas e das propriedades químicas dos aminoácidos e peptídeos.

### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- reconhecer algumas das funções biológicas dos aminoácidos;
- descrever a estrutura química dos aminoácidos;
- representar os aminoácidos com abreviaturas de uma e de três letras;
- descrever a estereoquímica dos aminoácidos;
- classificar os aminoácidos segundo a polaridade de suas cadeias laterais;
- classificar aminoácidos de acordo com as suas necessidades nutricionais;
- diferenciar aminoácidos derivados ou especiais de aminoácidos padrões;
- descrever a formação de peptídeos;
- reconhecer alguns peptídeos de ocorrência biológica.

### PRÉ-REQUISITOS

Para acompanhar esta aula você deverá estudar ou rever conceitos de química abordados nas aulas Introdução à Bioquímica e a Química da Água.



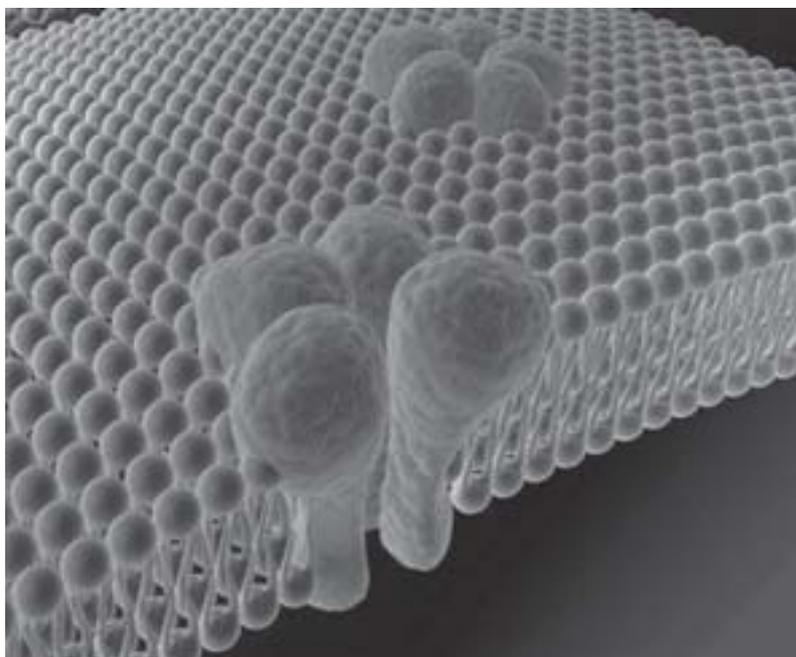
(Fonte: <http://www.gettyimages.com>).

### INTRODUÇÃO

Os aminoácidos são as unidades estruturais fundamentais de proteínas e peptídeos. São moléculas orgânicas que apresentam os seguintes grupos químicos comuns a todos eles: um grupo carboxila (COOH), um grupo amino (NH<sub>2</sub>), um átomo de hidrogênio (H) e um radical ou cadeia lateral (R). Os diversos aminoácidos diferem apenas na natureza química do grupo ligado à cadeia lateral.

A maioria dos aminoácidos encontrados em peptídeos e proteínas são moléculas assimétricas. Esses aminoácidos assimétricos (como veremos ao longo do desenvolvimento dessa aula) apresentam configuração absoluta L. Os vinte aminoácidos mais comumente encontrados na estrutura de proteínas são denominados aminoácidos padrões ou primários. Utiliza-se esse termo para diferenciar os aminoácidos primários dos aminoácidos derivados ou especiais. Os aminoácidos derivados ou especiais são formados a partir de reações químicas sofridas por um dos vinte aminoácidos primários.

O grupo amino (NH<sub>2</sub>) de um aminoácido reage com o grupo carboxila (COOH) de outro aminoácido formando uma ligação covalente denominada ligação peptídica. A ligação peptídica une os aminoácidos formando os peptídeos e proteínas. Os peptídeos são pequenas cadeias de aminoácidos enquanto as proteínas são cadeias enormes.

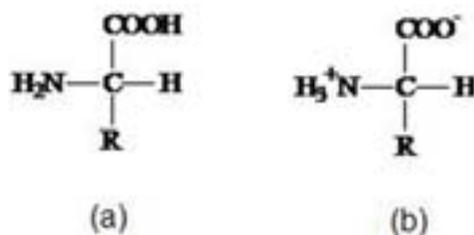


(Fonte: <http://www.gettyimages.com>).

## ESTRUTURA GERAL DOS AMINOÁCIDOS

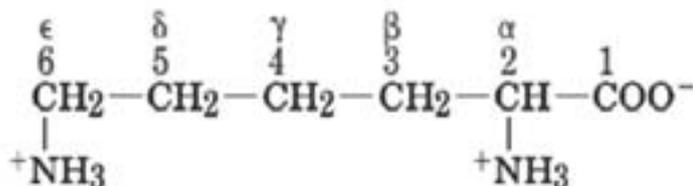
Os aminoácidos são moléculas orgânicas formadas por um grupo amino ( $\text{NH}_2$ ), uma carboxila ( $\text{COOH}$ ), um átomo de hidrogênio ( $\text{H}$ ) e um radical ou cadeia lateral ( $\text{R}$ ), ligados ao átomo de carbono 2 ( $\text{C-2}$ ). O carbono 2 dos aminoácidos é denominado carbono  $\alpha$ . Os aminoácidos diferem entre si apenas na natureza do grupo químico das suas cadeias laterais ligados ao carbono  $\alpha$  (Figuras 1a e 1b). Os aminoácidos em pH 7,0 são encontrados na forma ionizada, isto é, o grupo carboxila com carga negativa ( $\text{COO}^-$ ) e o grupo amino com carga positiva ( $^+\text{NH}_3$ ). Essa forma ionizada do aminoácido é denominada íon dipolar, íon híbrido ou zwitterion (termo alemão que significa íon híbrido) (Figura 1b).

Figura (1a) Estrutura geral dos aminoácidos. Essa estrutura é comum a todos os aminoácidos das proteínas, exceto a prolina, um aminoácido cíclico. O grupo  $\text{R}$ , ou cadeia lateral ligada ao carbono  $\alpha$  é diferente em cada um dos aminoácidos. Fonte: Voet et al., 2006 b) zwitterion ou íon híbrido, forma ionizada do aminoácido em pH 7,0 ou ambiente aquoso. Fonte: Nelson e Cox, 2002.



Os vinte aminoácidos mais comumente encontrados em proteínas são denominados aminoácidos primários ou padrões. Esses aminoácidos são produzidos a partir de uma informação genética contida na molécula do DNA (o DNA será assunto da aula Estruturas e funções dos nucleotídeos). Os carbonos adicionais da cadeia lateral dos aminoácidos são designados pelas letras gregas  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ , etc., e são assim nomeados a partir do carbono  $\alpha$  (Figura 2). O carbono do grupo carboxila ( $\text{COOH}$ ) de um aminoácido é o carbono 1 ( $\text{C-1}$ ), o carbono  $\alpha$  é o carbono 2 ( $\text{C-2}$ ), o carbono  $\beta$  é o  $\text{C-3}$ , o carbono  $\gamma$  é o  $\text{C-4}$ , e assim sucessivamente.

Figura 2. Numeração dos carbonos dos aminoácidos que utilizam tantos numerais quanto letras gregas. O carbono  $\alpha$  de todos os aminoácidos é o carbono 2.



(Fonte: Nelson e Cox, 2002).

## NOMENCLATURA E REPRESENTAÇÕES DOS AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos foram denominados com nomes comuns de acordo com três critérios:

1. a fonte a partir da qual eles foram pela primeira vez obtidos na forma pura, como a tirosina, (termo que vem de tyros, do grego, que significa queijo) nomeada assim por ter sido obtida do queijo. A asparagina, assim denominada por que foi obtida do aspargo;
2. uma característica química do aminoácido, como por exemplo a fenilalanina, assim nomeada por apresentar um grupo fenil ligado ao aminoácido alanina; e
3. uma propriedade do aminoácido, como, por exemplo, a glicina, que recebe esse nome por ter o sabor doce, lembrando os glicídios (açúcares).

A maioria dos aminoácidos tem seus nomes terminados com o sufixo “ina”, como: prolina, glicina, alanina asparagina, etc. Outros têm nomes terminados em “ano”, como o triptofano e em “ico”, como o ácido aspártico e o ácido glutâmico. O ácido aspártico e o ácido glutâmico, em suas formas ionizadas, apresentam carga líquida negativa, sendo nomeados aspartato e glutamato, respectivamente, uma vez que a terminação “ato” é usada para designar os ácidos carregados negativamente.

A tabela 1 traz os 20 aminoácidos padrões, acompanhados das abreviaturas de uma e de três letras. Essas abreviaturas são utilizadas para descrever de forma prática a seqüência de aminoácidos das proteínas. A regra seguida na abreviatura de três letras da maioria dos aminoácidos consiste em registrar as três primeiras letras iniciais do seu nome em inglês. A abreviatura de uma letra é usada em textos científicos quando se quer comparar as seqüências de aminoácidos de diversas proteínas. Essa abreviatura é feita, para a maior parte dos aminoácidos, usando a primei-

ra letra do nome do aminoácido correspondente. Alguns têm símbolos que não têm nenhuma relação com os seus nomes, como por exemplo, o triptofano e a lisina, que são representados por W e K, respectivamente. Como já existem dois aminoácidos representados pelas letras L (a leucina) e T (a treonina), convencionou-se representar a lisina com a letra K e o triptofano com a letra W.

Tabela 1: Nome e abreviatura dos aminoácidos

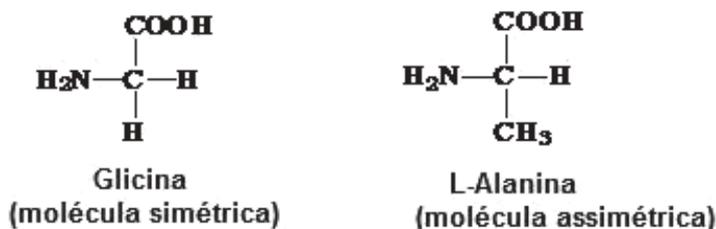
Aminoácido	Abreviatura de três letras	Abreviatura de uma letra
Alanina	Ala	A
Arginina	Arg	R
Asparagina	Asn	N
Ácido aspártico	Asp	D
Ácido glutâmico	Glu	E
Cisteína (cysteine)	Cys	C
Glicina (glycine)	Gly	G
Glutamina	Gln	Q
Histidina	His	H
Isoleucina	Ile	I
Leucina	Leu	L
Lisina (lysine)	Lys	K
Metionina	Met	M
Fenilalanina (phenylalanine)	Phe	F
Prolina	Pro	P
Serina	Ser	S
Tirosina (tyrosine)	Tyr	Y
Treonina (threonine)	Thr	T
Triptofano	Trp	W
Valina	Val	V

## ESTEREOQUÍMICA DOS AMINOÁCIDOS

A maioria dos aminoácidos como a alanina (cuja cadeia lateral é um grupo metil) apresenta carbono assimétrico, sendo a glicina a única exceção. Como a cadeia lateral da glicina é um átomo de hidrogênio, esse aminoácido apresenta um carbono simétrico (Figura 3).

Figura 3. Estruturas dos aminoácidos glicina e L-alanina. As estruturas da glicina e alanina são representadas pela projeção de Fischer. Como a cadeia lateral da glicina é um átomo de hidrogênio, essa molécula é simétrica. A alanina é assimétrica por apresentar um carbono quiral ligado a 4

grupos químicos ou átomos diferentes. A cadeia lateral da alanina é um grupo hidrocarboneto (CH<sub>3</sub>, metil).



### DETERMINAÇÃO DA CONFIGURAÇÃO ABSOLUTA DOS AMINOÁCIDOS

Para determinação da configuração absoluta dos aminoácidos o grupo carboxila (COOH) é posicionado na parte superior da molécula, na mesma posição do grupo aldeído (CHO) da molécula de referência (o Gliceraldeído). O grupo amino (NH<sub>2</sub>) e o átomo de hidrogênio (H) localizam-se no plano horizontal da molécula e a cadeia lateral na parte inferior. Se o grupo amino (NH<sub>2</sub>) estiver para o lado direito, coincidindo com a mesma posição da hidroxila (OH) do D-Gliceraldeído, diz-se que a configuração do aminoácido é D; se o grupo amino (NH<sub>2</sub>) estiver para a esquerda, coincidindo com a mesma posição da hidroxila (OH) no L-Gliceraldeído, a configuração será L (Figura 4). A maioria dos aminoácidos encontrados em proteínas apresenta configuração absoluta L, excetuando-se a glicina que não tem carbono assimétrico.

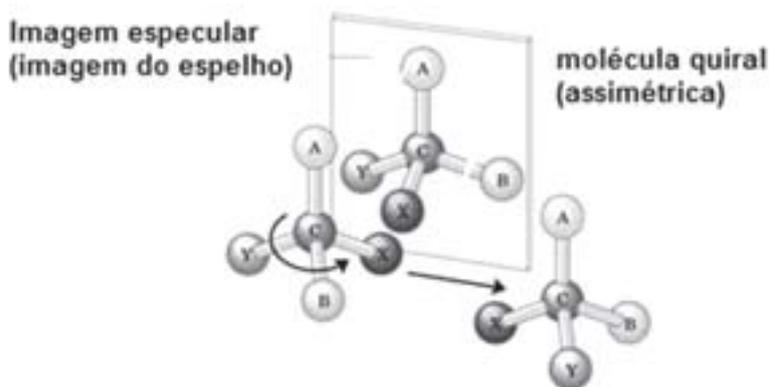


Figura 4. Determinação da configuração absoluta dos aminoácidos em relação ao D e L Gliceraldeído. Nessas fórmulas em perspectiva, os carbonos são alinhados verticalmente, com o átomo quiral no centro. Os carbonos nessas moléculas são numerados iniciando-se pelo grupo aldeído (do Gliceraldeído) ou a carboxila de uma extremidade (do aminoácido alanina) de 1 a 3 de cima para baixo, conforme mostrado. Quando apresentado desta forma, o grupo R do aminoácido (neste caso, o grupo metil da alanina) está sempre abaixo do carbono a. Os L-aminoácidos apresentam o a-aminogruppo à esquerda e os D-aminoácidos à direita.

## DISTINÇÃO ENTRE OS TERMOS CONFIGURAÇÃO ABSOLUTA E DESVIO DA LUZ PLANO POLARIZADA

Convém destacar que as letras maiúsculas D e L que antecedem os nomes dos aminoácidos não se referem ao desvio da luz plano polarizada, mas, à configuração absoluta dessas moléculas. Portanto, deve ser evitado o freqüente equívoco de fazer associação entre essas letras e o desvio da luz plano polarizada. Para se referir ao desvio da luz plano polarizada são utilizados os símbolos (+), para dextrorrotatório e (-) para levorrotatório, escritos após as letras D e L, seguido do nome do aminoácido. Por exemplo, aminoácido L (-) serina, apresenta configuração absoluta L e é levorrotatório, enquanto L (+) serina, apresenta configuração absoluta L e é dextrorrotatório.

## MOTIVOS QUE EXPLICAM A ASSIMETRIA DOS AMINOÁCIDOS

A configuração das moléculas enquanto estruturas assimétricas, é explicada por duas razões principais:

A enorme diversidade de formas percebidas na natureza somente poderia ser possível com moléculas assimétricas. Se as biomoléculas fossem simétricas, teríamos um mundo pobre em formas, previsível e monótono, enfim, sem a riqueza da diversidade observada na biosfera.

As moléculas que entram na composição da matéria viva, na sua grande maioria, não estão isoladas no ambiente celular. Elas interagem entre si e essa interação ocorre com o encaixe de uma molécula em outra através da complementaridade das suas formas. A forma da molécula é determinada por sua estrutura assimétrica e tal configuração é que possibilita a relação de complementaridade que existe entre elas.

## CLASSIFICAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS QUANTO À POLARIDADE DA CADEIA LATERAL (R)

Os aminoácidos são classificados de acordo com a polaridade da sua cadeia lateral em apolares (hidrofóbicos ou insolúveis em água), polar neutro (hidrofilico ou solúveis em água), polar com carga negativa (ácido) e polares com carga positiva (básico). Entende-se por polaridade a capacidade de um grupo químico formar pólos elétricos, o que possibilita a esse grupo se solubilizar em água interagindo com ela por pontes de

hidrogênio; Os aminoácidos apolares são insolúveis em água por apresentarem em sua cadeia lateral apenas hidrocarboneto. Os aminoácidos polares são solúveis em água porque apresentam em suas cadeias laterais grupos polares como OH, NH e C=O, que fazem pontes de hidrogênio com a água. Os aminoácidos básicos apresentam carga líquida positiva no pH 7,0; enquanto os aminoácidos ácidos apresentam carga líquida negativa no pH 7,0, permitindo a esses aminoácidos formarem uma camada de hidratação quando adicionados à água, revelando, portanto, sua propriedade hidrofílica.

### AMINOÁCIDOS APOLARES OU HIDROFÓBICOS

Os grupos R nesta classe de aminoácidos são apolares ou hidrofóbicos (Figura 5). São formados em sua maioria por hidrocarbonetos. Os aminoácidos dessa classe são L-alanina, L-valina, L-leucina, L-fenilalanina, L-prolina, L-triptofano, L-metionina e L-isoleucina.

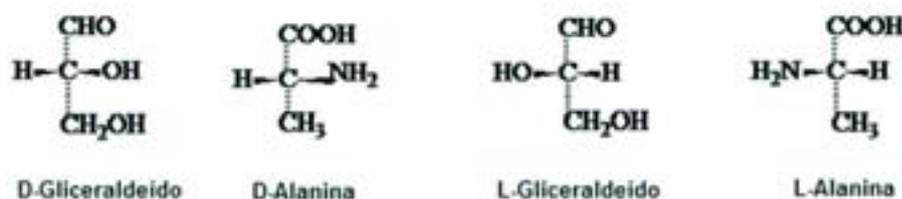


Figura 5. Aminoácidos apolares ou hidrofóbicos apresentam em sua cadeia lateral (R) hidrocarbonetos. A L-metionina é apolar devido à eletronegatividade do átomo enxofre (S) ser próxima da eletronegatividade do carbono.

### AMINOÁCIDOS POLARES OU POLARES NEUTROS

Os grupos R destes aminoácidos são hidrofílicos, ou solúveis em água. Isso se deve aos grupos funcionais de suas cadeias laterais que formam pontes de hidrogênio com a água. Esta classe de aminoácidos inclui serina, L-treonina, L-cisteína, L-asparagina, L-tirosina, L-glutamina e glicina (Figura 6).

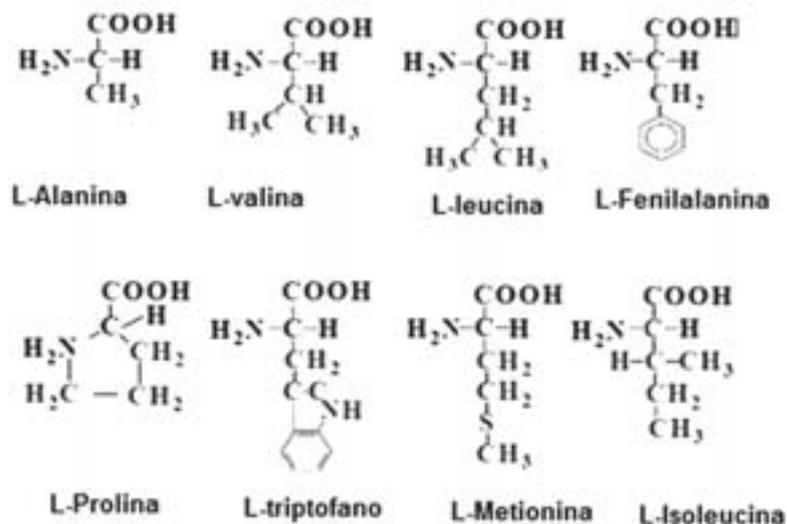


Figura 6. Aminoácidos polares. Os aminoácidos polares apresentam em sua cadeia lateral grupos químicos que interagem com a água por pontes de hidrogênio.

### AMINOÁCIDOS POLARES ÁCIDOS (COM CARGA LÍQUIDA NEGATIVA) NO pH 7,0

Os aminoácidos ácidos apresentam grupos R com carga líquida negativa em pH 7,0 que são L-aspartato e L-glutamato. Vale destacar que cada um deles possui na cadeia lateral um segundo grupo carboxila ionizado em pH 7,0 (Figura 7).

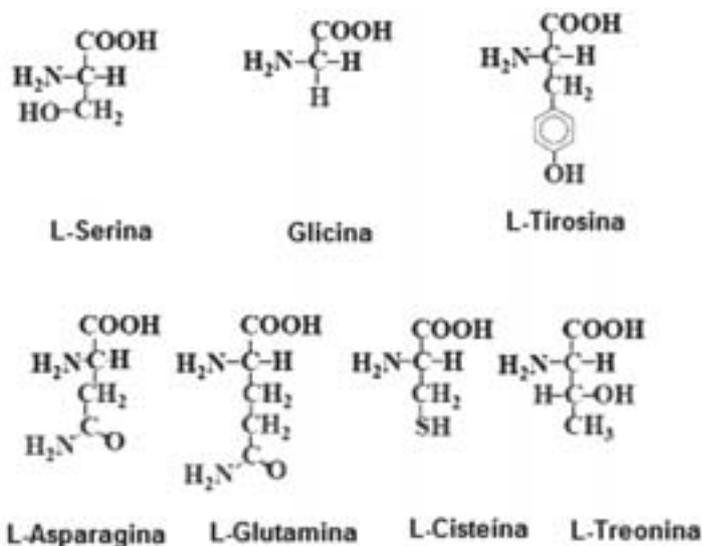


Figura 7 Aminoácidos ácidos. Os aminoácidos ácidos L-glutamato e L-aspartato apresentam carga líquida negativa no pH 7,0 (Fonte: Nelson e Cox, 2002).

## AMINOÁCIDOS POLARES BÁSICOS (COM CARGA LÍQUIDA POSITIVA) NO pH 7,0

Os aminoácidos cujos grupos R apresentam carga positiva líquida em pH 7,0 são denominados aminoácidos básicos. Dessa classe fazem parte lisina, arginina e histidina (Figura 8)

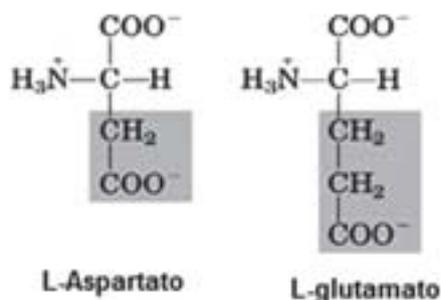


Figura 8. Aminoácidos básicos. Os aminoácidos L-arginina, L-histidina e L-lisina apresentam carga líquida positiva (Fonte: Nelson e Cox, 2002).

## AMINOÁCIDOS AROMÁTICOS

Os aminoácidos que apresentam em sua cadeia lateral um grupo fenil ou anel aromático são denominados aminoácidos aromáticos, que são L-tirosina, L-triptofano e L-fenilalanina (Figura 9).

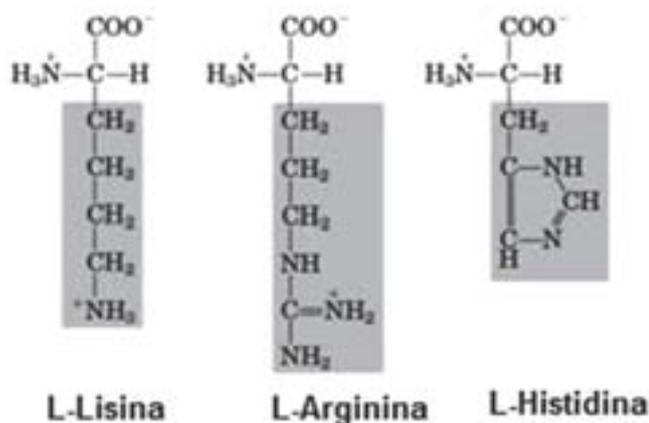


Figura 9. Os aminoácidos aromáticos L-fenilalanina, L-tirosina e L-triptofano apresentam em sua cadeia lateral o grupo funcional fenil ou anel aromático (Fonte: Nelson e Cox, 2002).

## CLASSIFICAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS QUANTO AS SUAS NECESSIDADES NUTRICIONAIS

Levando em consideração o critério nutricional, os aminoácidos são classificados em essenciais e não essenciais. Definem-se os aminoácidos essenciais como aqueles que não são produzidos nas células e, desta forma, devem ser obtidos por meio da alimentação. Os aminoácidos não essenciais são os que podem ser produzidos pelas células. A tabela 2 lista os aminoácidos essenciais e não essenciais.

Tabela 2: Aminoácidos essenciais e não-essenciais

Aminoácidos essenciais	Aminoácidos não essenciais
L-Triptofano	L-Glutamato
L-Valina	L-Glutamina
L-Treonina	L-Prolina
L-Fenilalanina	L-Aspartato
L-Isoleucina	L-Asparagina
L-Metionina	L-Alanina
L-Histidina	Glicina
L-Arginina	L-Serina
L-Lisina	L-Tirosina
L-Leucina	L-Cisteína

## AMINOÁCIDOS DERIVADOS OU ESPECIAIS

Os aminoácidos derivados ou especiais são formados a partir de um dos 20 aminoácidos padrões ou primários. Esses aminoácidos resultam de modificações químicas sofridas por um dos aminoácidos primários após a sua produção na célula. A L-cistina é um aminoácido derivado formada a partir da oxidação de duas moléculas de L-cisteína (Figura 10). A oxidação das moléculas orgânicas tanto pode ocorrer com a perda de átomos de hidrogênio como com o aumento de átomo de oxigênio ligado ao carbono. A oxidação da cisteína ocorre com a perda de átomo de hidrogênio do grupo tiol (SH) da cadeia lateral (Figura 10).

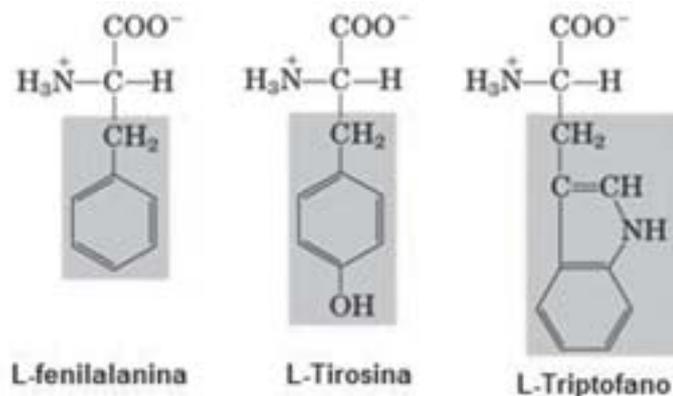


Figura 10. Formação de cistina a partir da oxidação de duas moléculas de cisteína. Duas unidades de L-cisteína são oxidadas no grupo sulfidríla (SH) formando uma ligação covalente denominada ligação dissulfeto (S-S) resultando na formação de L-cistina. (Fonte: Nelson e Cox, 2002).

O aminoácido g-carboxiglutâmico, cuja função é ligar o cálcio, é encontrado na proteína da coagulação sangüínea, a protrombina. O aminoácido 4-hidroxiprolina, derivado da prolina, e a 5-hidroxilisina, derivado da lisina, são encontrados no colágeno que é uma proteína fibrosa com uma função estrutural. 6-N-metilisina é encontrado na miosina, proteína que atua na contração muscular (Figura 11).

Desmosina e isodesmosina são aminoácidos derivados formados a partir da reação de quatro moléculas de lisina. A elastina, uma proteína de propriedade elástica, é rica em desmosina e isodesmosina. Esses aminoácidos têm importância fundamental na atividade biológica dessa proteína, pois são eles que conferem a ela elasticidade, uma vez que esses aminoácidos interligam cadeias polipeptídicas (Figura 11).

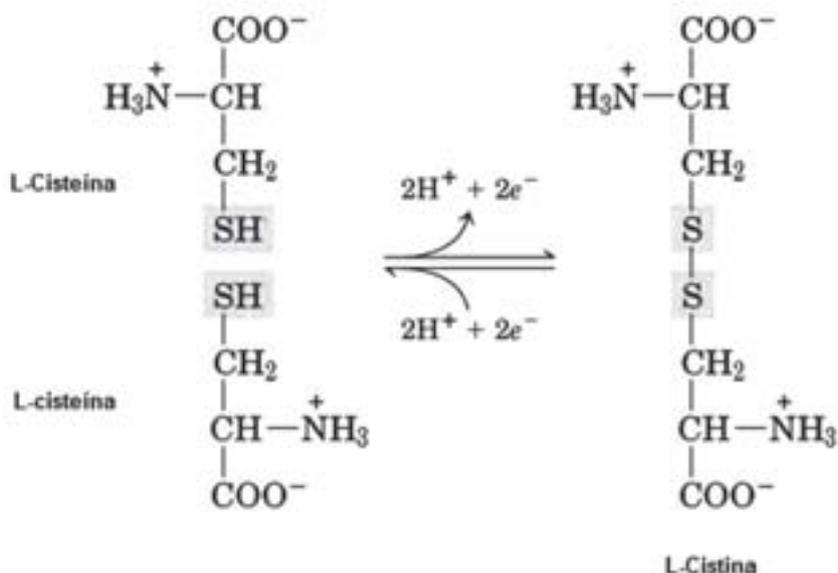


Figura 11. Estruturas químicas dos aminoácidos derivados ou especiais (Fonte: Nelson e Cox, 2002).

## PEPTÍDEOS

Os peptídeos são cadeias pequenas de aminoácidos formadas a partir da reação dos aminoácidos. Nessa reação, o grupo carboxila de um aminoácido reage com o grupo amino de um outro aminoácido, produzindo uma ligação covalente denominada ligação peptídica (Figura 12). Uma unidade de aminoácido na cadeia polipeptídica é denominada resíduo devido à perda de uma hidroxila pelo grupo carboxila de um aminoácido e a eliminação de um átomo de hidrogênio pelo grupo amino.

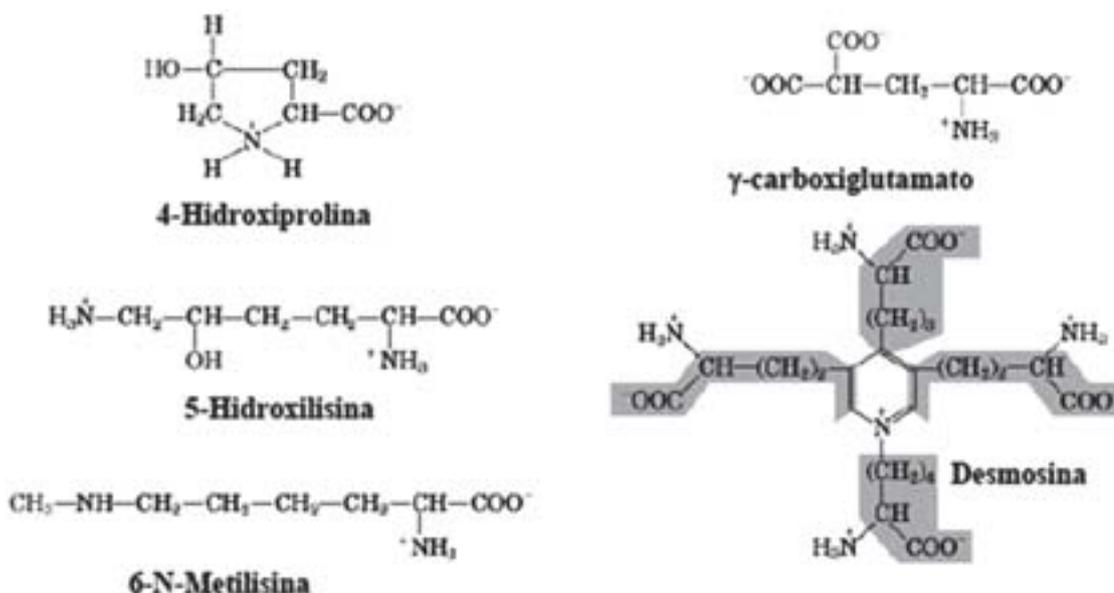


Figura 12. Formação de um peptídeo. O grupo carboxila (COOH) de um aminoácido reage com um grupo amino (NH<sub>2</sub>) de outro aminoácido, com eliminação de H<sub>2</sub>O, produzindo uma ligação covalente denominada ligação peptídica (Fonte: Nelson e Cox, 2002).

### NOMENCLATURA DOS RESÍDUOS DE AMINOÁCIDOS NA CADEIA PEPTÍDICA

A extremidade de uma cadeia polipeptídica que contém o grupo amino corresponde ao primeiro resíduo de aminoácido e a que contém o grupo carboxila corresponde ao último resíduo de aminoácido. Os resíduos de aminoácidos na cadeia polipeptídica são nomeados por substituição do sufixo *ina* do nome do aminoácido correspondente por *il*, como serina, que passa a ser denominada seril e glicina de glicil. Aminoácidos como tirosina, são nomeados apenas por substituição da letra *a* por *il*, portanto, tirosinil. O último aminoácido de uma cadeia polipeptídica é nomeado sem qualquer alteração no seu nome. O peptídeo Ser·Gly·Ala·Val·Phe·Met·Ala forma-

do por 7 resíduos de aminoácidos, quais sejam: serina, glicina, valina, fenilalanina, metionina e alanina é nomeado serilglicilalanilvalilfenilalanilmetionilalanina.

### NOMENCLATURA DOS PEPTÍDEOS

Os peptídeos que apresentam até dez resíduos de aminoácidos, são nomeados empregando os prefixos *di*, *tri*, *tetra*, *penta*, *hexa*, *hepta*, *octa*, *nona* e *deca* ao nome peptídeo. Por exemplo: o peptídeo formado por dois aminoácidos é denominado dipeptídeo; o que é formado por três, tripeptídeo; por quatro, tetrapeptídeo; por cinco, pentapeptídeo, etc. Para os peptídeos que apresentam mais de dez resíduos de aminoácidos utilizamos os termos oligopeptídeos ou polipeptídios.

Os oligopeptídeos são cadeias pequenas de aminoácidos. Esse termo se aplica a peptídeos com um número máximo de 20 resíduos de aminoácidos. Polipeptídio é um termo empregado para se referir a peptídeos com mais de 20 resíduos de aminoácidos. Esse termo é empregado também como sinônimo de proteína ou de uma cadeia de proteína. Alguns autores divergem na diferenciação de peptídeos de proteínas. Segundo Lehninger, um polímero de aminoácidos é considerado uma proteína quando apresentar uma cadeia com 100 unidades de aminoácidos. Devlin defende que uma proteína deve conter uma cadeia com um número mínimo de 70 aminoácidos e para Donald Voet, a partir de 40 aminoácidos. Então, para evitar dúvidas ao se nomear peptídeo com mais de dez aminoácidos, é conveniente chamá-los simplesmente de peptídeos.

### PEPTÍDEOS DE OCORRÊNCIA BIOLÓGICAS

A tabela 3 traz exemplos de alguns peptídeos com importantes atividades biológicas como os dipeptídeos carnosina e anserina que atuam como tampões. Os tampões são misturas de ácidos e bases fracas que atuam no tamponamento do pH, ou seja, atuam evitando variações no valor de pH tanto para valores ácidos como básicos. Esses dipeptídeos atuam tamponando o pH de células musculares. O tripeptídeo glutathiona atua como um antioxidante, evitando a oxidação de moléculas orgânicas e de metais, como o íon  $Fe^{2+}$  que pode ser oxidado a  $Fe^{3+}$ .

Tabela 3: Peptídeos de ocorrência biológica

Número de unidades de aminoácidos	Exemplos	Funções
2	Carnosina Anserina	Tamponamento do pH em células musculares Tamponamento do pH em células musculares
3	Fator liberador de tireotrofina Glutaciona	Hormônio hipotalâmico estimula a liberação de tireotrofina, hormônio da hipófise anterior Agente antioxidante
9	Ocitocina	Hormônio da hipófise anterior, estimula as contrações uterinas
	Bradicinina	Produzido no plasma ou estômago, é um potente vasodilatador
10	Gramicidina S Amanitina	Antibiótico Veneno de fungo
29	Glucagon	Secretado pelas células $\alpha$ do pâncreas, tendo a função de elevar os níveis de glicose no sangue
39	Corticotrofina	Hormônio da hipófise anterior, estimula o córtex adrenal

O aspartame é um dipeptídeo formado por fenilalanina e aspartato. O aspartame é um adoçante de baixa caloria, obtido por processos industrializados, é bastante utilizado em dietas de emagrecimento.

## CONCLUSÃO

Os aminoácidos são as unidades estruturais formadoras dos peptídeos e proteínas. Os vinte aminoácidos comumente encontrados nessas moléculas são alfa aminoácidos formados por um grupo amino, uma carboxila, um átomo de hidrogênio e uma cadeia lateral. Esses aminoácidos são denominados padrões ou primários e apresentam uma configuração absoluta L, com exceção da glicina (que é o único aminoácido que não apresenta carbono assimétrico). Os aminoácidos primários se classificam de acordo com a polaridade da cadeia lateral em apolar (ou hidrofóbico), polar neutro (ou hidrofílico), polar com carga positiva e polar com carga negativa (ou ácido). Os grupos amino e carboxila desses aminoácidos reagem em uma reação de desidratação (eliminação de água) formando os peptídeos (que são pequenas cadeias de aminoácidos) e as proteínas (grandes cadeias de aminoácidos).



## RESUMO

Os aminoácidos são moléculas orgânicas formadas por um grupo carboxila, um grupo amino, um átomo de hidrogênio e um radical ou cadeia lateral. São as unidades estruturais das proteínas e peptídeos. Os 20 aminoácidos comumente encontrados na estrutura de proteínas são denominados aminoácidos padrões ou primários. A maioria dos aminoácidos tem seus nomes terminados com o sufixo “ina”, como: prolina, glicina, alanina, asparagina, etc. Outros têm nomes terminados em “ano”, como o triptofano e em “ico”, como o ácido aspártico e o ácido glutâmico. A maioria dos aminoácidos encontrados em proteínas apresenta configuração absoluta L, excetuando-se a glicina que não tem carbono assimétrico. Os aminoácidos são classificados de acordo com a polaridade da sua cadeia lateral em apolar (hidrofóbico), polar neutro (hidrofílico), polar com carga negativa (ácido) e polar com carga positiva (básico). A cadeia lateral dos aminoácidos apolares é formada por hidrocarbonetos ou átomos com valores de eletronegatividade próximos do carbono e hidrogênio como alanina, valina, leucina, fenilalanina, prolina, triptofano, metionina e isoleucina. Os aminoácidos polares ou polares neutros apresentam grupos R solúveis em água como serina, treonina, cisteína, asparagina, tirosina, glutamina e glicina. Os aminoácidos básicos apresentam grupos R com carga positiva líquida em pH 7,0 como lisina, arginina e histidina e os ácidos têm grupos R com carga líquida negativa como aspartato e glutamato. Os aminoácidos essenciais não são produzidos nas células e devem ser obtidos da alimentação. Os aminoácidos não essenciais são produzidos pelas células. Os aminoácidos derivados ou especiais são formados a partir de modificações químicas sofridas por um dos 20 aminoácidos primários após a síntese da cadeia polipeptídica. Os peptídeos são cadeias pequenas de aminoácidos, que podem ser formados pela reação dos aminoácidos ou pela hidrólise de proteínas. O grupo carboxila de um aminoácido reage com o grupo amino de um outro aminoácido, produzindo uma ligação covalente denominada ligação peptídica. Os peptídeos que apresentam até dez resíduos de aminoácidos, são nomeados empregando os prefixos di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, octa, nona e deca ao nome peptídeo. Para os peptídeos que apresentam mais de dez resíduos de aminoácidos, utilizam-se os termos oligopeptídeos ou polipeptídios.



## ATIVIDADES

1. Diferencie os aminoácidos padrões ou primários dos aminoácidos derivados ou especiais.
2. O que significa a sequência descrita abaixo?  
Tyr·Gly·Gly·Phe·Leu
3. Explique o significado das letras D- e L- antes dos nomes de aminoácidos seguidas dos sinais (+) e (-).
4. Como são classificados os aminoácidos de acordo com a polaridade de seu grupo R?
5. O que são aminoácidos essenciais?
6. Como são formados os peptídeos e como eles são nomeados?

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

1. Certamente você não deve ter encontrado qualquer dificuldade em diferenciar os aminoácidos padrões dos aminoácidos especiais. Pois vejamos, tanto os aminoácidos primários quanto os aminoácidos especiais são moléculas orgânicas formadas por um grupo amino ( $\text{NH}_2$ ), uma carboxila ( $\text{COOH}$ ), um átomo de hidrogênio (H) e um radical ou cadeia lateral (R), ligados ao átomo de carbono  $\alpha$ . A única diferença entre esses dois aminoácidos apontadas por você deve estar relacionada forma como eles são produzidos nas células. Enquanto os aminoácidos padrões são produzidos a partir de uma informação genética contida na molécula do DNA, os aminoácidos especiais, por sua vez, resultam de modificações químicas sofridas pelos aminoácidos padrões após a sua produção.

2. Certamente você deve ter identificado a sequência de aminoácidos acima com a sequência de um peptídeo. Para ser mais preciso, imagino que você identificou que esta é sequência de um pentapeptídeo. Os aminoácidos nessa sequência são representados pela abreviatura de três letras. Essas abreviaturas são utilizadas para descrever de forma prática a sequência de aminoácidos tanto de peptídeos quanto de proteínas. A regra seguida na abreviatura de três letras da maioria dos aminoácidos consiste em escrever as três primeiras letras iniciais do seu nome em inglês. Assim, a sequência acima é formada pelos aminoácidos: Tirosina, Glicina, Glicina, fenilalanina e Leucina.

3. Uma confusão observada com certa frequência quando se refere às letras D- e L- antes dos nomes dos aminoácidos, é a de relacionar

essas letras com o desvio da luz plano polarizada. Esse equívoco é justificado pela letra D ser a inicial da palavra dextrorrotatório e L de levorrotatório. Na verdade, as letras D e L referem-se à configuração absoluta desses aminoácidos. Assim, espera-se que você tenha identificado que a configuração absoluta do aminoácido é a estrutura tridimensional dessas moléculas quando comparadas com a configuração dos isômeros D e L- do Gliceraldeído. Esses dois isômeros do Gliceraldeído são usados como padrões na determinação de configuração de qualquer molécula orgânica. A maioria dos aminoácidos apresenta configuração absoluta L, sendo a única exceção o aminoácido glicina, que não apresenta carbono assimétrico. Com relação aos símbolos (+) e (-), certamente você terá respondido corretamente se reconheceu que o símbolo (+) representa o desvio da luz plano polarizada para a direita e (-) com o desvio da luz plano polarizada para a esquerda.

4. Certamente você reconheceu corretamente que a classificação dos aminoácidos baseia-se na capacidade da cadeia lateral dos aminoácidos se solubilizar ou não em água. Essa solubilidade diferenciada dos aminoácidos é um reflexo da polaridade da cadeia lateral desses aminoácidos. Dessa forma, a polaridade deve ser compreendida como a capacidade de um grupo químico formar pólos elétricos (os polares), possibilitando-o interagir com a água por formação de pontes de hidrogênio, Os grupos apolares não formam pólos elétricos, não interagindo assim com a água. Em termos práticos, a polaridade relaciona-se com a capacidade de um grupo interagir ou não com água, se solubilizando nesse meio, ou não. Dessa forma, os aminoácidos são classificados de acordo com a polaridade da sua cadeia lateral em apolares (hidrofóbicos ou insolúveis em água), polares neutros (ou hidrofílicos ou solúveis em água), polares com carga negativa (ou ácidos) e polares com carga positiva (ou básicos).

5. Aprendemos com a classificação dos aminoácidos nessa aula que o termo essencial em nutrição significa o que a célula não consegue produzir e, portanto, deve obter da alimentação. Dessa forma os aminoácidos essenciais são aqueles que a célula não consegue produzir. São dez os aminoácidos considerados essenciais para os seres humanos: Triptofano, valina, treonina, fenilalanina, isoleucina, metionina, histidina, arginina, lisina e leucina.

6. Certamente você não deve ter tido dificuldade em reconhecer que os grupos COOH e NH<sub>2</sub> dos aminoácidos podem reagir produzindo

uma ligação covalente denominada ligação covalente. A ligação peptídica une os aminoácidos formando os peptídeos e proteínas. Dessa forma, os peptídeos são pequenas cadeias de aminoácidos. Os peptídeos são nomeados empregando os prefixos di, tri, tetra, penta, hexa, hepta, octa, nona e deca ao nome peptídeo. Por exemplo: o peptídeo formado por dois aminoácidos é denominado dipeptídeo, por três, tripeptídeo, por quatro, tetrapeptídeo, por cinco, pentapeptídeo, etc. Para os peptídeos com mais de dez resíduos de aminoácidos utilizamos os termos oligopeptídeos ou polipeptídios. Os oligopeptídeos são cadeias pequenas de aminoácidos. Esse termo se aplica a peptídeos com um número máximo de 20 resíduos de aminoácidos. Polipeptídio é um termo empregado para se referir a peptídeos com mais de 20 resíduos de aminoácidos.

### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula teremos a oportunidade de introduzir o estudo das proteínas, identificando algumas funções biológicas que essas biomoléculas desempenham nas células e como elas são classificadas. Até lá!



### REFERÊNCIAS

- BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2004.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**, 2 ed. Editora Artes Médicas, 1997.
- KOOLMAN, J.; RÖHM, Klaus-Heinrich. **Bioquímica**. 3 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 2 ed. São Paulo: Sarvier, 1995.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.
- STRYER, L. **Bioquímica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996.
- VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. 1 ed, Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.