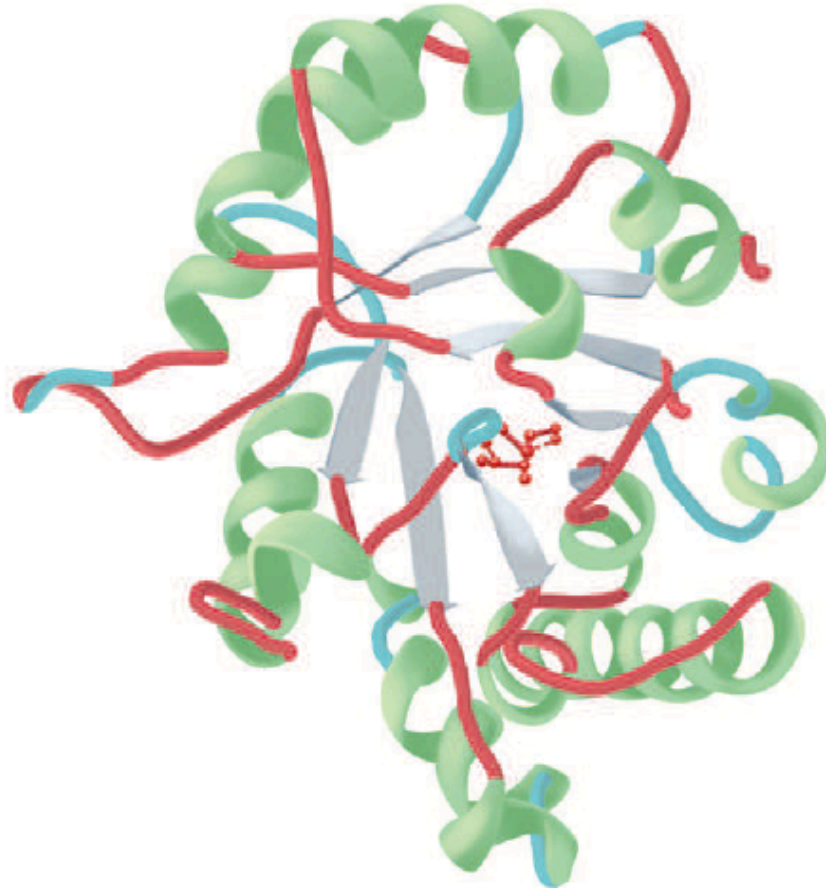


AULA 4- PROTEÍNAS E PEPTÍDEOS

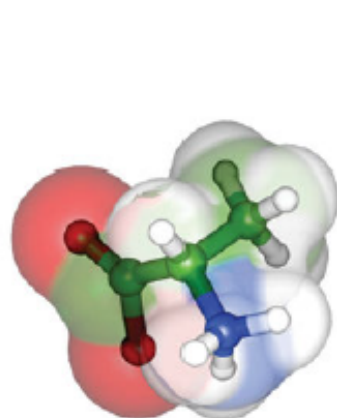


1) Classifique os 20 aminoácidos-padrão pela polaridade, estrutura, tipo de grupo funcional e propriedades ácido-base.

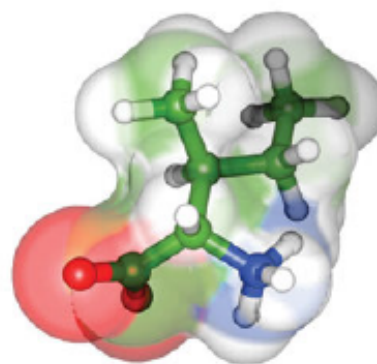
TABELA 4-1 Estruturas covalentes e abreviaturas dos aminoácidos de proteínas "padrão", sua ocorrência e os valores de seus grupos ionizáveis

Nome, símbolo de três letras e símbolo de uma letra	Fórmula estrutural ^a	Massa residual (D) ^b	Ocorrência média em proteínas (%) ^c	pK ₁ α-COOH ^d	pK ₂ α-NH ₃ ^{+d}	pK _R cadeia lateral ^d
<i>Aminoácidos com cadeias laterais apolares</i>						
Glicina Gly G	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	57,0	7,1	2,35	9,78	
Alanina Ala A	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	71,1	8,3	2,35	9,87	
Valina Val V	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH} \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	99,1	6,9	2,29	9,74	
Leucina Leu L	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{NH}_3^+ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	113,2	9,7	2,33	9,74	
Isoleucina Ile I	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^*-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{H} \end{array}$	113,2	6,0	2,32	9,76	

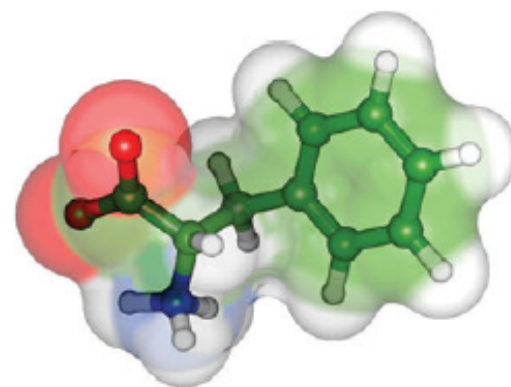
Metionina Met M	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	131,2	2,4	2,13	9,28
Prolina Pro P	$\begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{COO}^- - \text{C}^3 - \text{CH}_2^4 \\ / \quad \\ \text{C}^2 \quad \text{N}^+ - \text{H}_2 \\ \backslash \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_2^5 \end{array}$	97,1	4,7	1,95	10,64
Fenilalanina Phe F	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	147,2	3,9	2,20	9,31
Triptofano Trp W	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_8\text{H}_6\text{N} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	186,2	1,1	2,46	9,41



Alanina



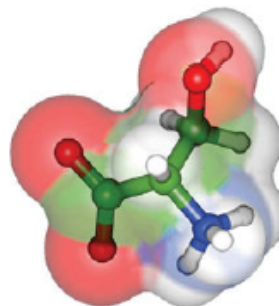
Isoleucina



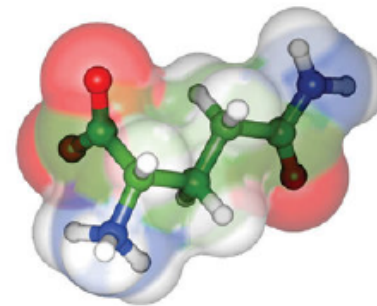
Fenilalanina

Aminoácidos com cadeias laterais polares descarregadas

Serina Ser S	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	87,1	6,5	2,19	9,21	
Treonina Thr T	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^*-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{OH} \end{array}$	101,1	5,3	2,09	9,10	
Asparagina ^f Asn N	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \text{NH}_3^+ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	114,1	4,0	2,14	8,72	
Glutamina ^f Gln Q	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \quad \quad \quad \backslash \\ \text{NH}_3^+ \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	128,1	3,9	2,17	9,13	
Tirosina Tyr Y	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	163,2	2,9	2,20	9,21	10,46 (fenol)
Cisteína Cys C	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{SH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	103,1	1,4	1,92	10,70	8,37 (sulfidríla)



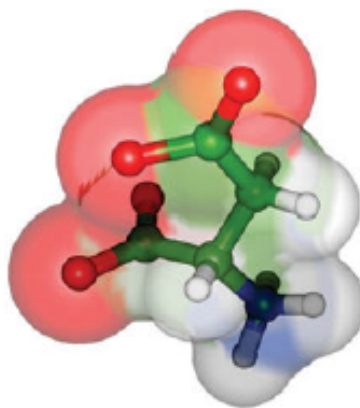
Serina



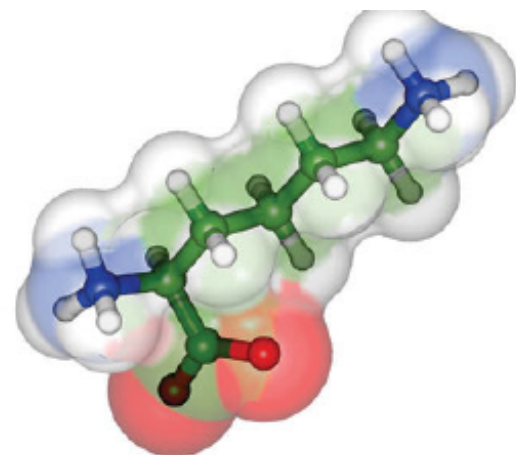
Glutamina

Aminoácidos com cadeias laterais polares carregadas

Lisina Lys K	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	128,2	5,9	2,16	9,06	10,54 ($\epsilon\text{-NH}_3^+$)
Arginina Arg R	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2^+ \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	156,2	5,5	1,82	8,99	12,48 (guanidina)
Histidina ^f His H	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{Imidazol} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	137,1	2,3	1,80	9,33	6,04 (imidazol)
Ácido aspártico ^f Asp D	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	115,1	5,4	1,99	9,90	3,90 ($\alpha\text{-COOH}$)
Ácido glutâmico ^f Glu E	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	129,1	6,8	2,10	9,47	4,07 ($\gamma\text{-COOH}$)



Aspartato



Lisina

FORMAÇÃO DE LIGAÇÃO PEPTÍDICA

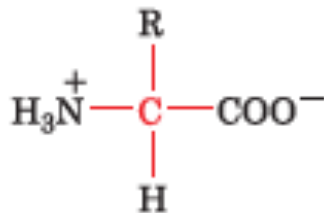


FIGURA 4-2 Aminoácido dipolar. Em fisiológico, o grupo amino está protonado e o grupo carboxílico está desprotonado.

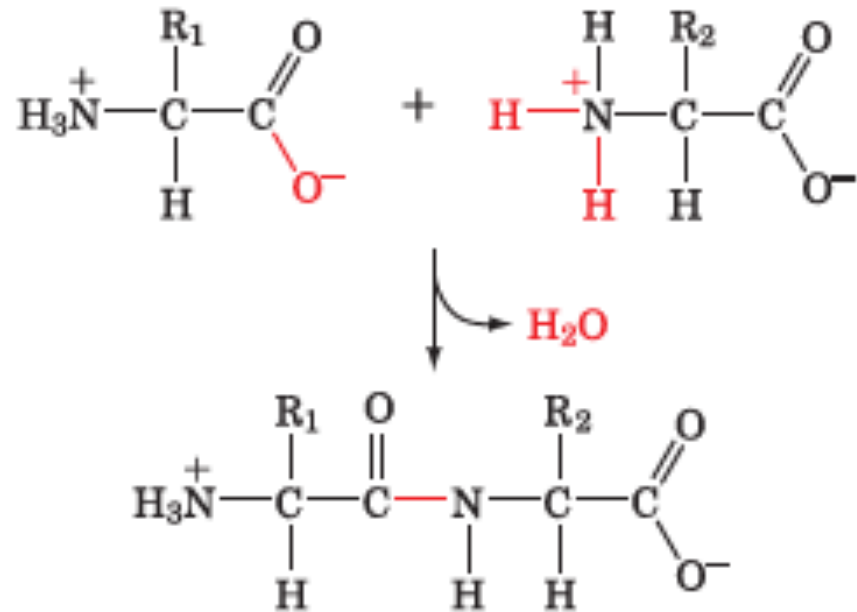
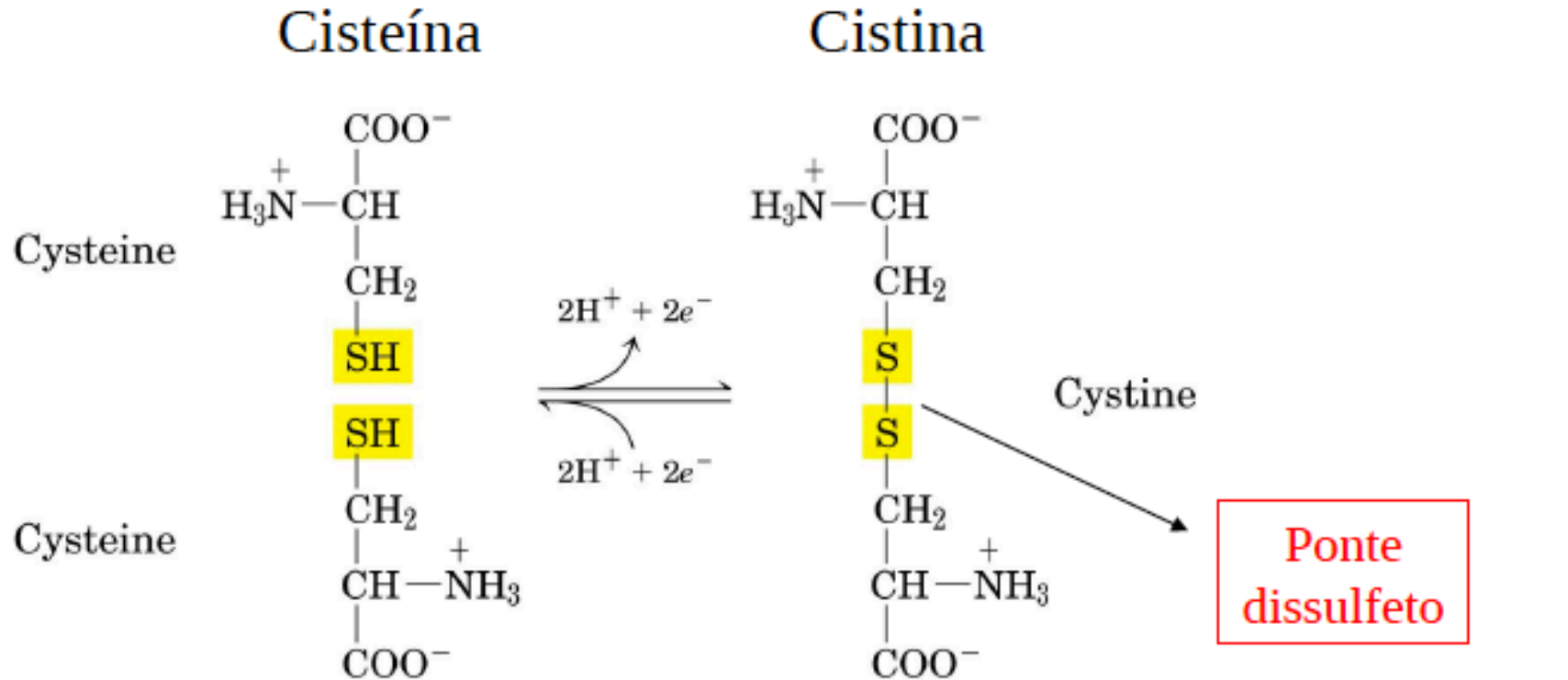


FIGURA 4-3 Condensação de dois aminoácidos. A formação de uma ligação CO—NH com a eliminação de uma molécula de água produz um dipeptídeo. A ligação peptídica é mostrada em vermelho. O resíduo com um grupo amino livre é o N-terminal do peptídeo, e o resíduo com um grupo carboxilato livre é o C-terminal.

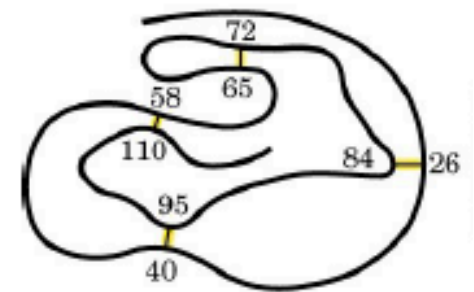
PONTE DISSULFETO



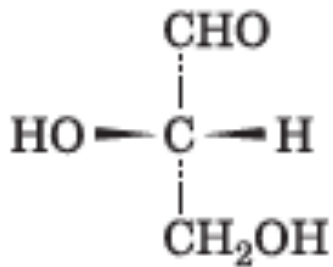
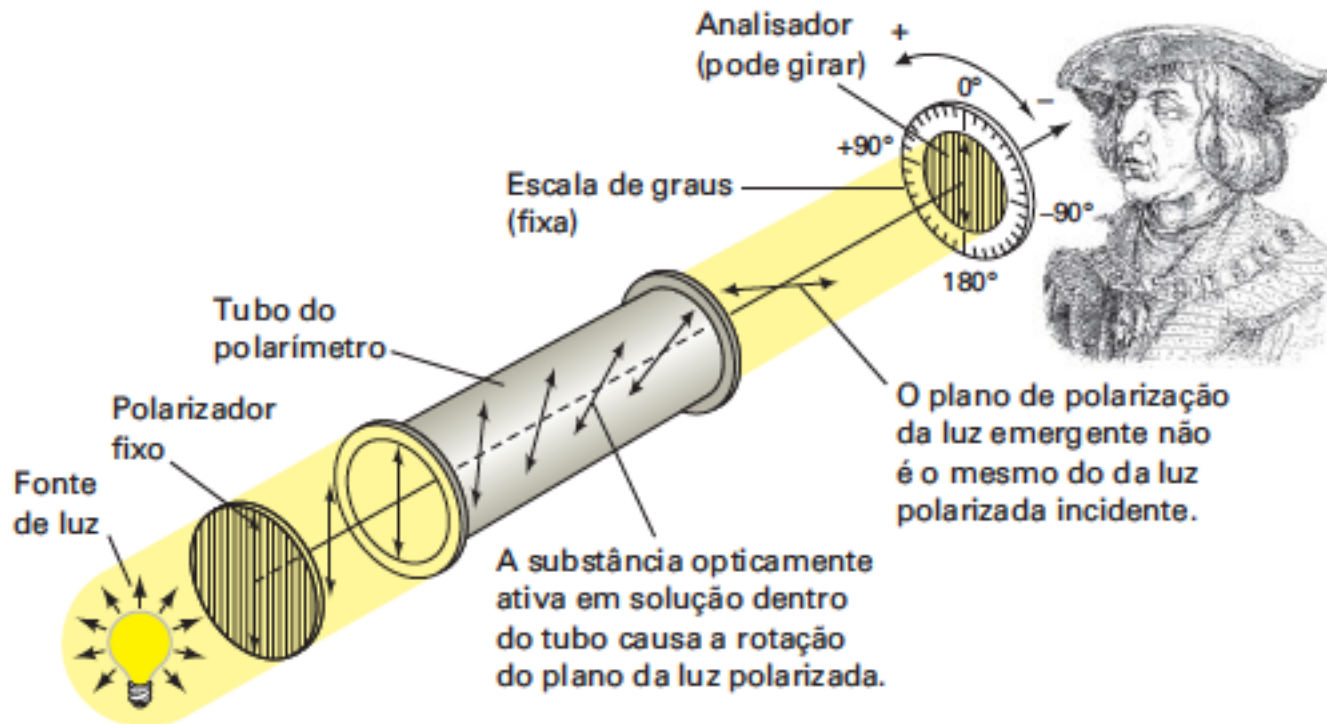
Estabiliza Estrutura de Proteínas

Ligação covalente

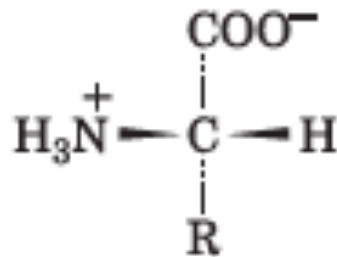
Hidrofóbico



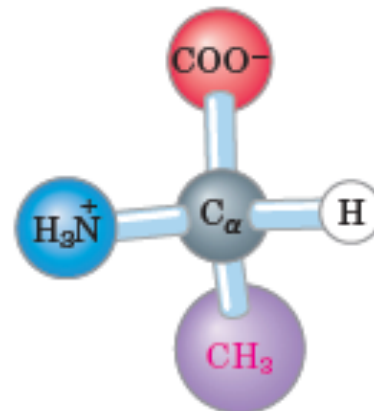
ESTEREOQUÍMICA DE AMINOÁCIDOS



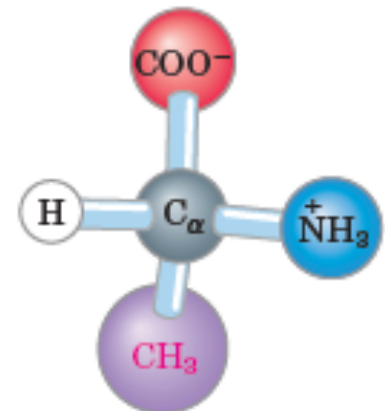
L-Gliceraldeído



L- α -Aminoácido

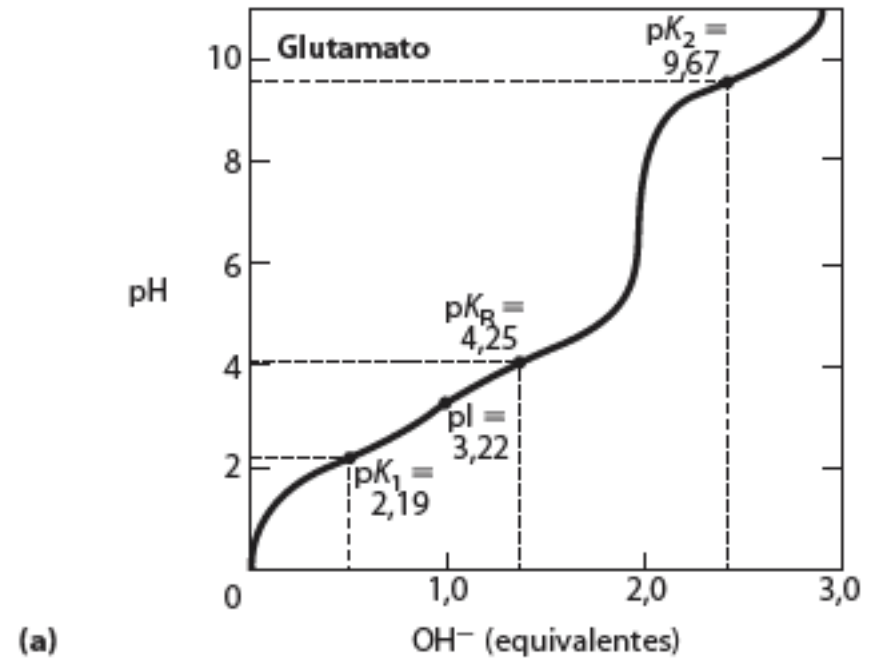
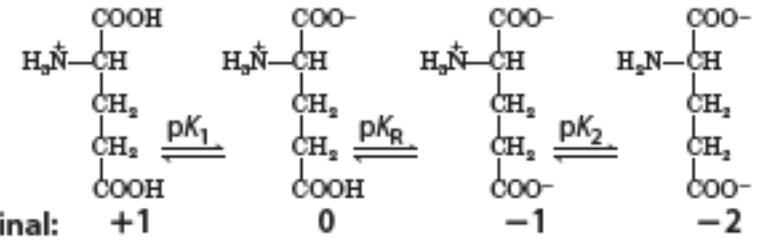
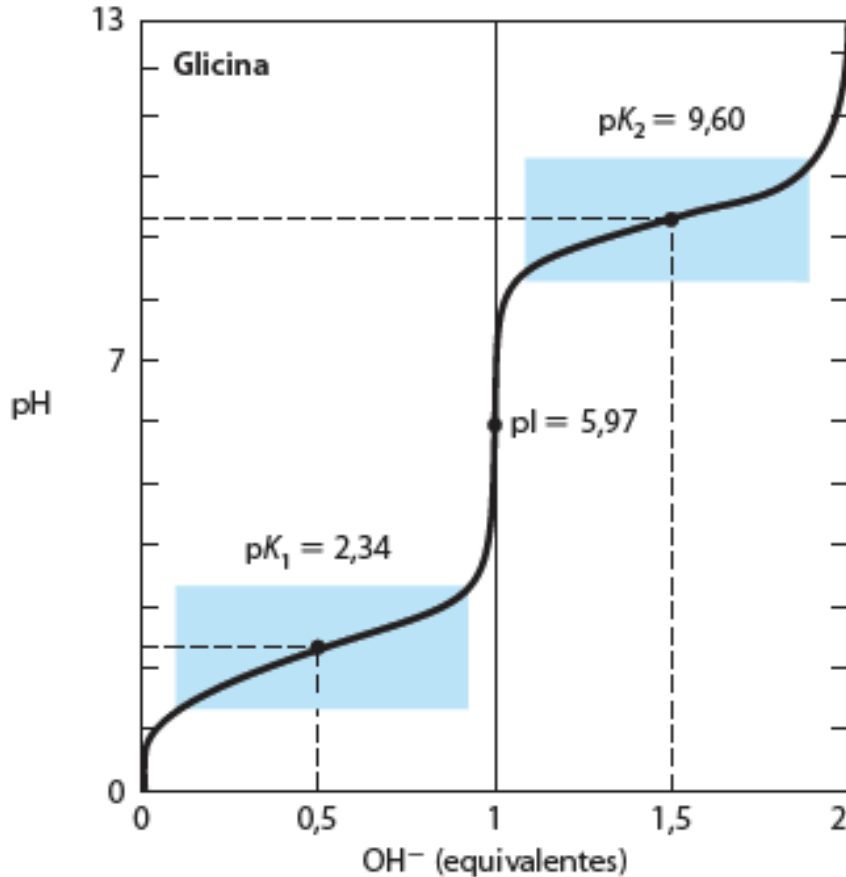
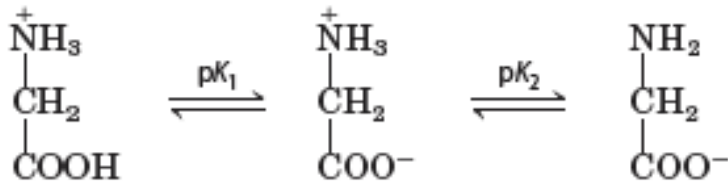


L-Alanina



D-Alanina

TITULAÇÃO DE AMINOÁCIDOS



(a)

pI

$$pI = \frac{1}{2} (pK_1 + pK_2) = \frac{2,34 + 9,60}{2} = 5,97$$

$$\frac{pK_1 + pK_R}{2} = 3,22$$

PEPTÍDEOS E PROTEÍNAS

2) Como as comparações de sequências revelam quais resíduos de aminoácidos são essenciais para a função da proteína?

3) Explique por que polipeptídios apresentam tantas variações de sequência.

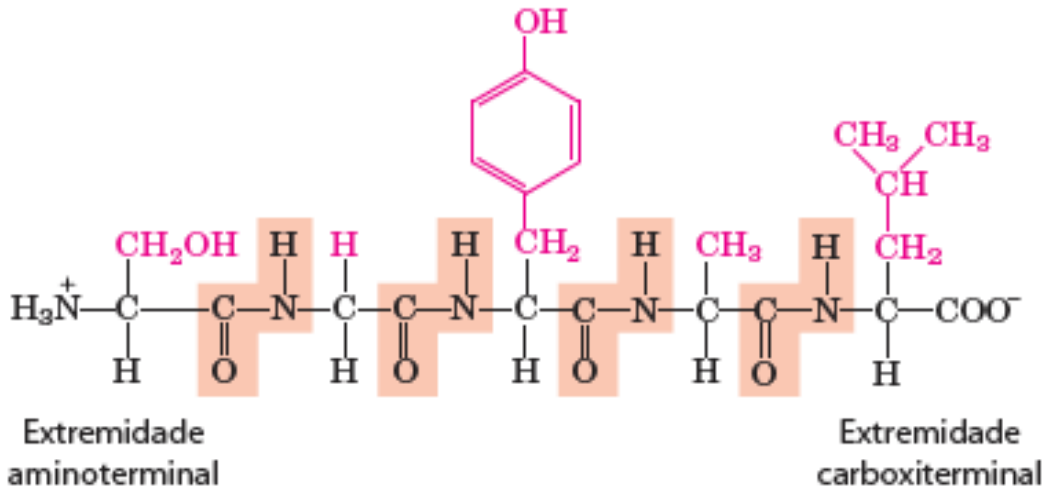


FIGURA 3-14 O pentapeptídeo seril-glicil-tirosil-alanil-leucina, Ser-Gly-Tyr-Ala-Leu, ou SGYAL. Os peptídeos são nomeados a partir do resíduo aminoterminal, que por convenção é colocado à esquerda. As ligações peptídicas são sombreadas; os grupos R estão em cor-de-rosa.

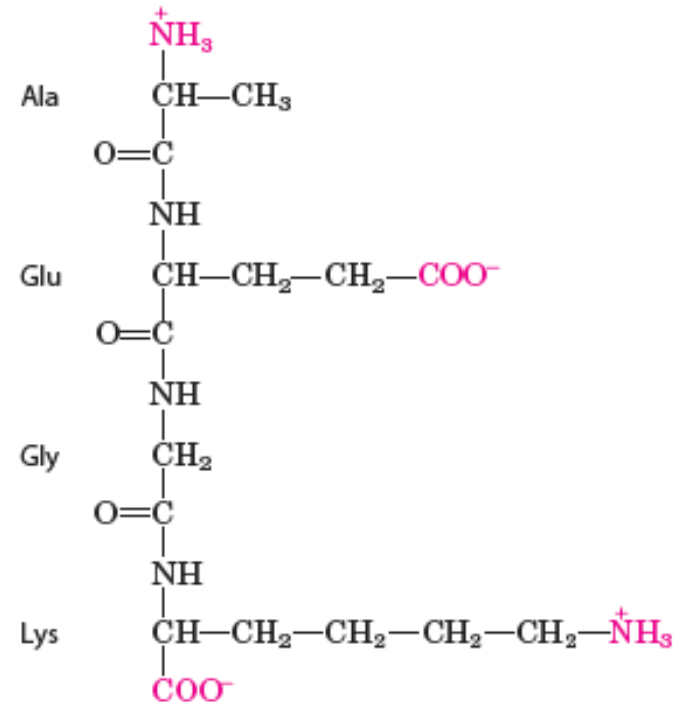


FIGURA 3-15 Alanil-glutamil-glicil-lisina. Este tetrapeptídeo tem um grupo α -amino livre, um grupo α -carboxila livre e dois grupos R ionizáveis. Os grupos ionizados em pH 7,0 estão em cor-de-rosa.

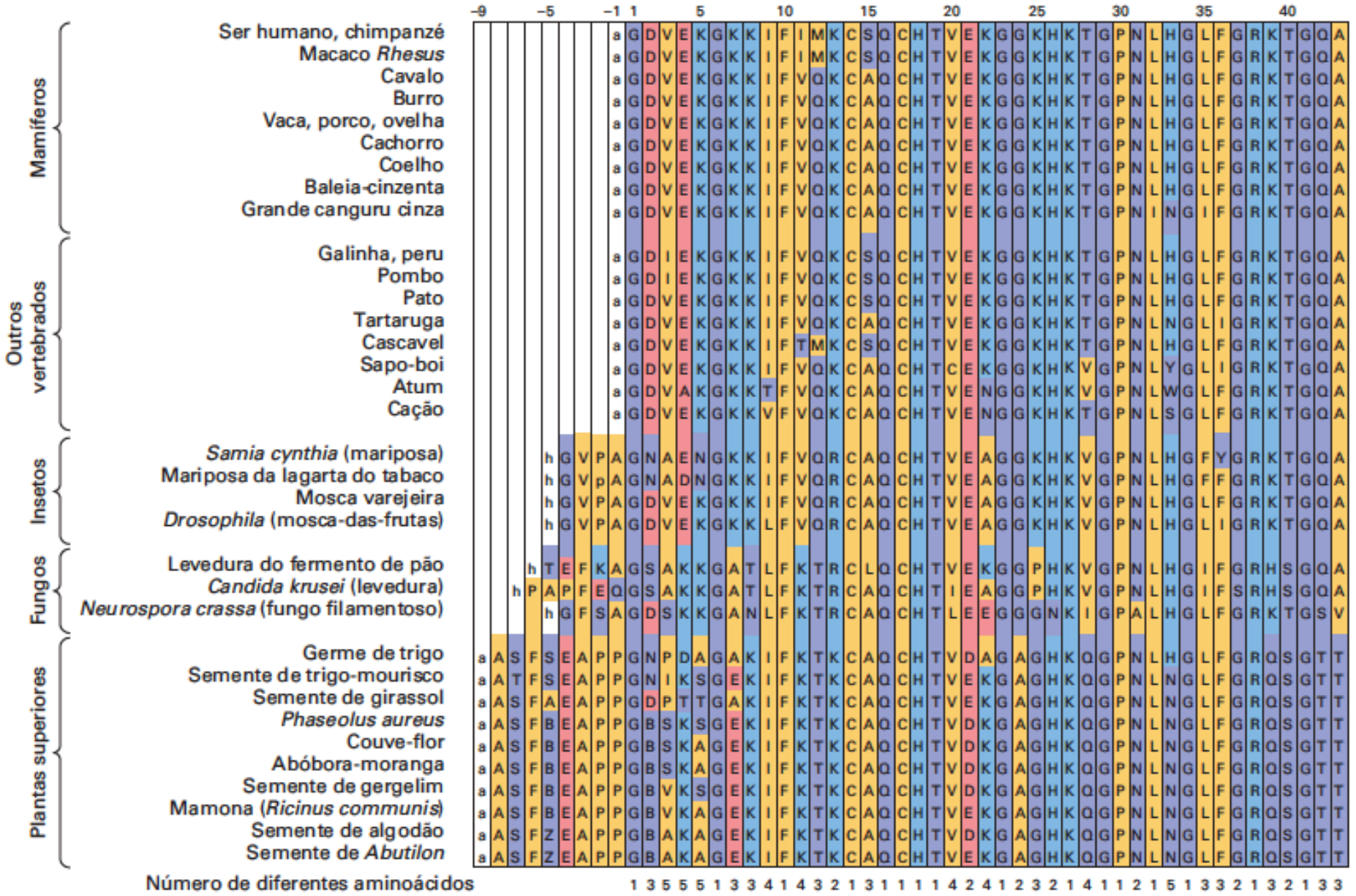
PEPTÍDEOS E PROTEÍNAS

TABELA 3-2

Dados moleculares de algumas proteínas

	Massa molecular	Número de resíduos	Número de cadeias polipeptídicas
Citocromo <i>c</i> (humano)	12.400	104	1
Ribonuclease A (pâncreas bovino)	13.700	124	1
Lisozima (clara de ovo de galinha)	14.300	129	1
Mioglobina (coração de equinos)	16.700	153	1
Quimotripsina (pâncreas bovino)	25.200	241	3
Quimotripsinogênio (bovinos)	25.700	245	1
Hemoglobina (humana)	64.500	574	4
Albumina sérica (humana)	66.000	609	1
Hexocinase (levedura)	107.900	972	2
RNA-polimerase (<i>E. coli</i>)	450.000	4.158	5
Apolipoproteína B (humana)	513.000	4.536	1
Glutamina-sintetase (<i>E. coli</i>)	619.000	5.628	12
Títina (humana)	2.993.000	26.926	1

DIVERSIDADE DE AMINOÁCIDOS POR ESPÉCIES



DIVERSIDADE DE AMINOÁCIDOS POR ESPÉCIES

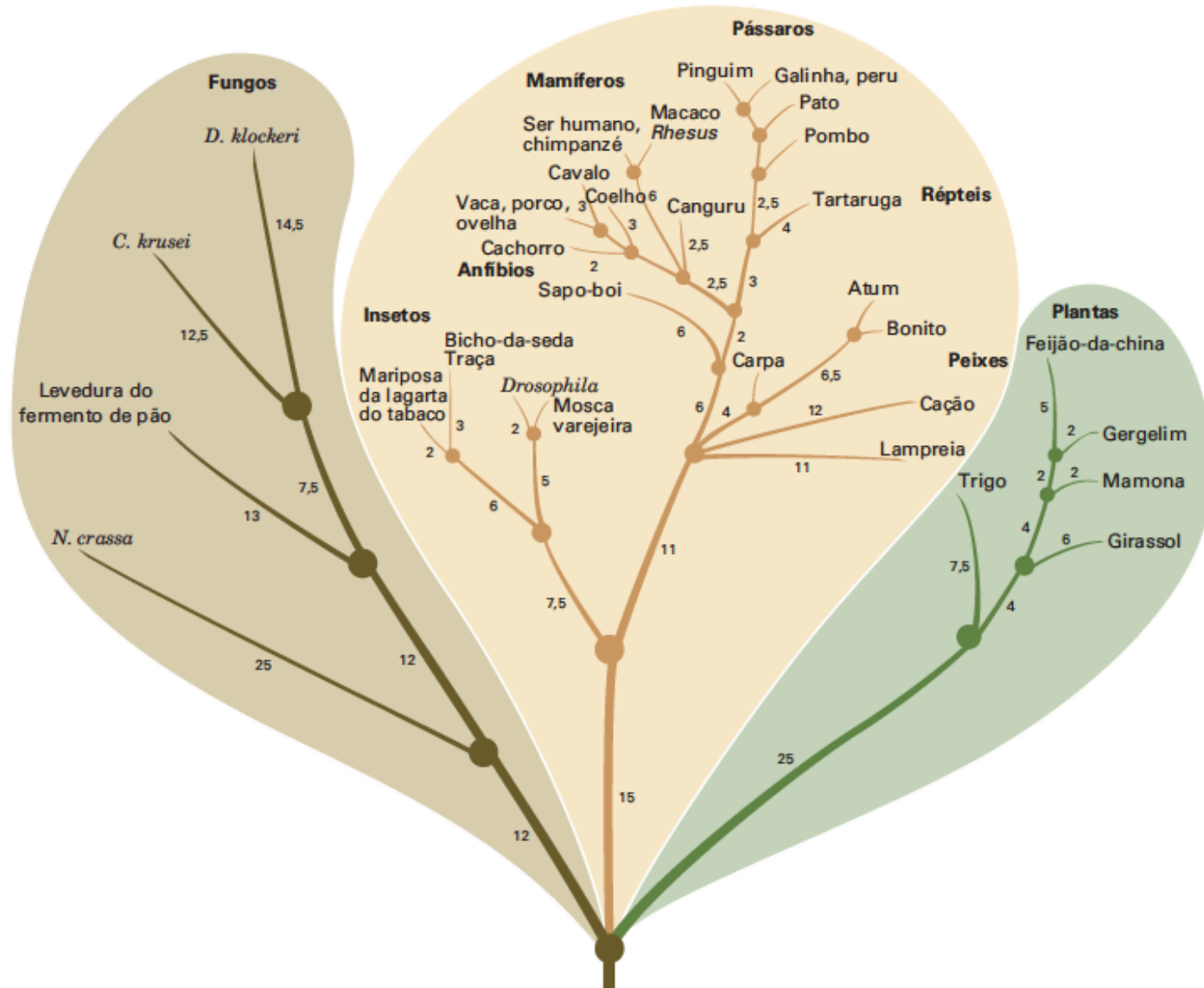


FIGURA 5-22 Árvore filogenética do citocromo c. Cada ponto de ramificação representa um organismo ancestral comum às espécies conectadas na parte superior. O número ao lado de cada ramo indica o número de diferenças inferidas por cem resíduos do

citocromo c entre os pontos de ramificação ou espécies. (Conforme Dayhoff, M.O., Park, C.M. e McLaughlin, P.J., in Dayhoff, M.O. (Ed.), *Atlas of Protein Sequence and Structure*, p. 8, National Biomedical Research Foundation [1972].)

PEPTÍDEOS E PROTEÍNAS

TABELA 3-4

Proteínas conjugadas

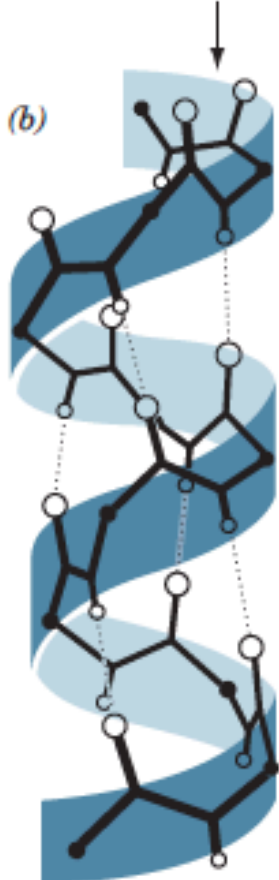
Classe	Grupo prostético	Exemplo
Lipoproteínas	Lipídeos	β_1 -Lipoproteína sanguínea
Glicoproteínas	Carboidratos	Imunoglobulina G
Fosfoproteínas	Grupos fosfato	Caseína do leite
Hemoproteínas	Heme (porfirina férrica)	Hemoglobina
Flavoproteínas	Nucleotídeos de flavina	Succinato-desidrogenase
Metaloproteínas	Ferro Zinco Cálcio Molibdênio Cobre	Ferritina Álcool-desidrogenase Calmodulina Dinitrogenase Plastocianina

ESTRUTURAS DE PROTEÍNAS

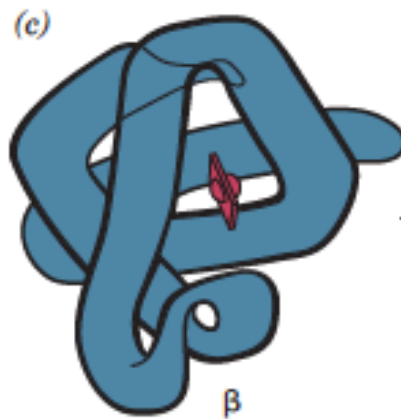
4) Quais fatores limitam o tamanho e a composição dos polipeptídeos?
Comente a afirmação: Dentre as reações bioquímicas dos aminoácidos, a mais importante é a formação das ligações peptídicas.

(a) - Lys - Ala - His - Gly - Lys - Lys - Val - Leu - Gly - Ala -

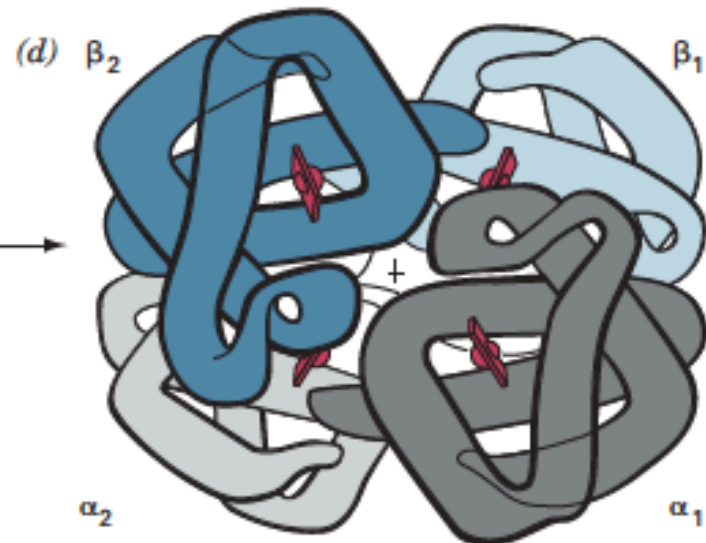
Estrutura primária (sequência de aminoácidos em cadeia polipeptídica)



Estrutura secundária (hélice)



Estrutura terciária:
cadeia completa de uma proteína
(cadeia β da hemoglobina)



Estrutura quaternária:
as quatro cadeias separadas
da hemoglobina montadas
em proteína oligomérica