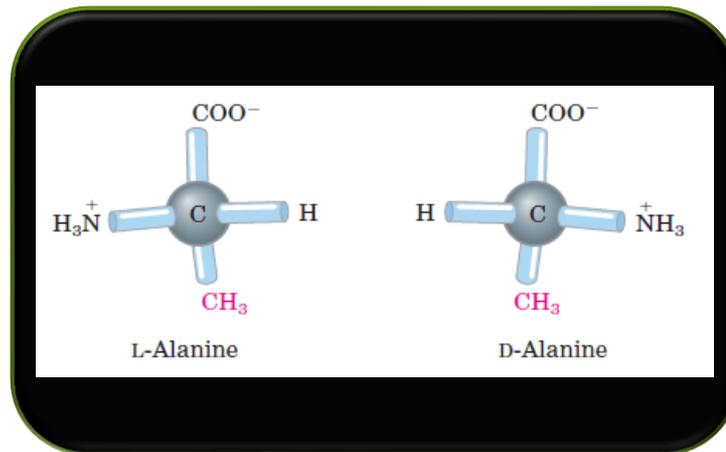
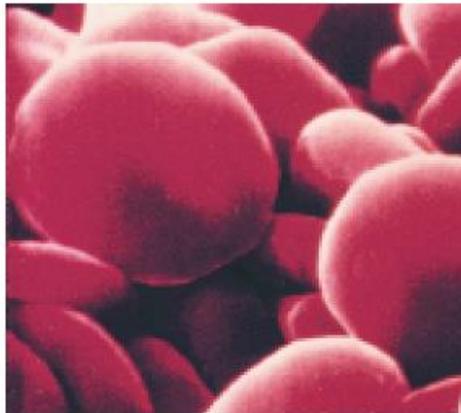


Aula de Aminoácidos



Aminoácidos, peptídios e proteínas

- ▶ Os aminoácidos são os constituintes das proteínas.
- ▶ As proteínas são responsáveis por praticamente todos os processos que acontecem numa célula.
- ▶ Elas apresentam propriedades e funções quase ‘infinitas’.
- ▶ As proteínas são as macromoléculas biológicas mais abundantes, presentes em todas as células.
- ▶ Proteínas são polímeros compostos pela combinação de 20 aminoácidos.
- ▶ Todas as proteínas, sejam humanas ou de bactérias, são compostas dos mesmos 20 aminoácidos.
- ▶ O mais impressionante é que as células podem produzir, a partir dos mesmos 20 aminoácidos, proteínas com propriedades absolutamente distintas.
- ▶ Por exemplo, destes 20 componentes, as células produzem enzimas, hormônios, anticorpos, a hemoglobina que transporta oxigênio, as fibras musculares, a lente dos olhos, penas, teia de aranha, o chifre do rinoceronte, unhas, e as proteínas do leite, para citar alguns exemplos.
- ▶ As enzimas, por exemplo, são os catalisadores de praticamente todas as reações biológicas.

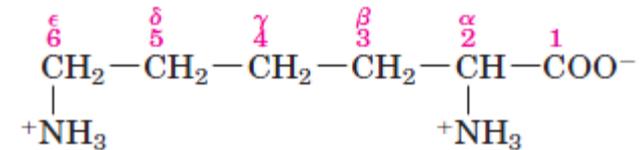
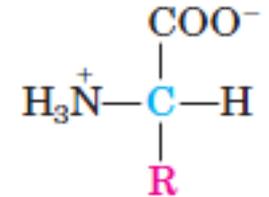


Aminoácidos

- ▶ As proteínas são compostas de aminoácidos ligados através de ligações covalentes específicas.
- ▶ Os primeiros estudos sobre proteínas foram centrados nos aminoácidos livres liberados pela hidrólise das proteínas.
- ▶ O primeiro aminoácido identificado foi a asparagina, isolada de suco de aspargo em 1806.
- ▶ O nome dos aminoácidos é, muitas vezes, derivado da fonte de onde foi isolado:
 - ▶ Glutamina = gérmen de trigo (glúten)
 - ▶ Tirosina = do grego, tyros (queijo)

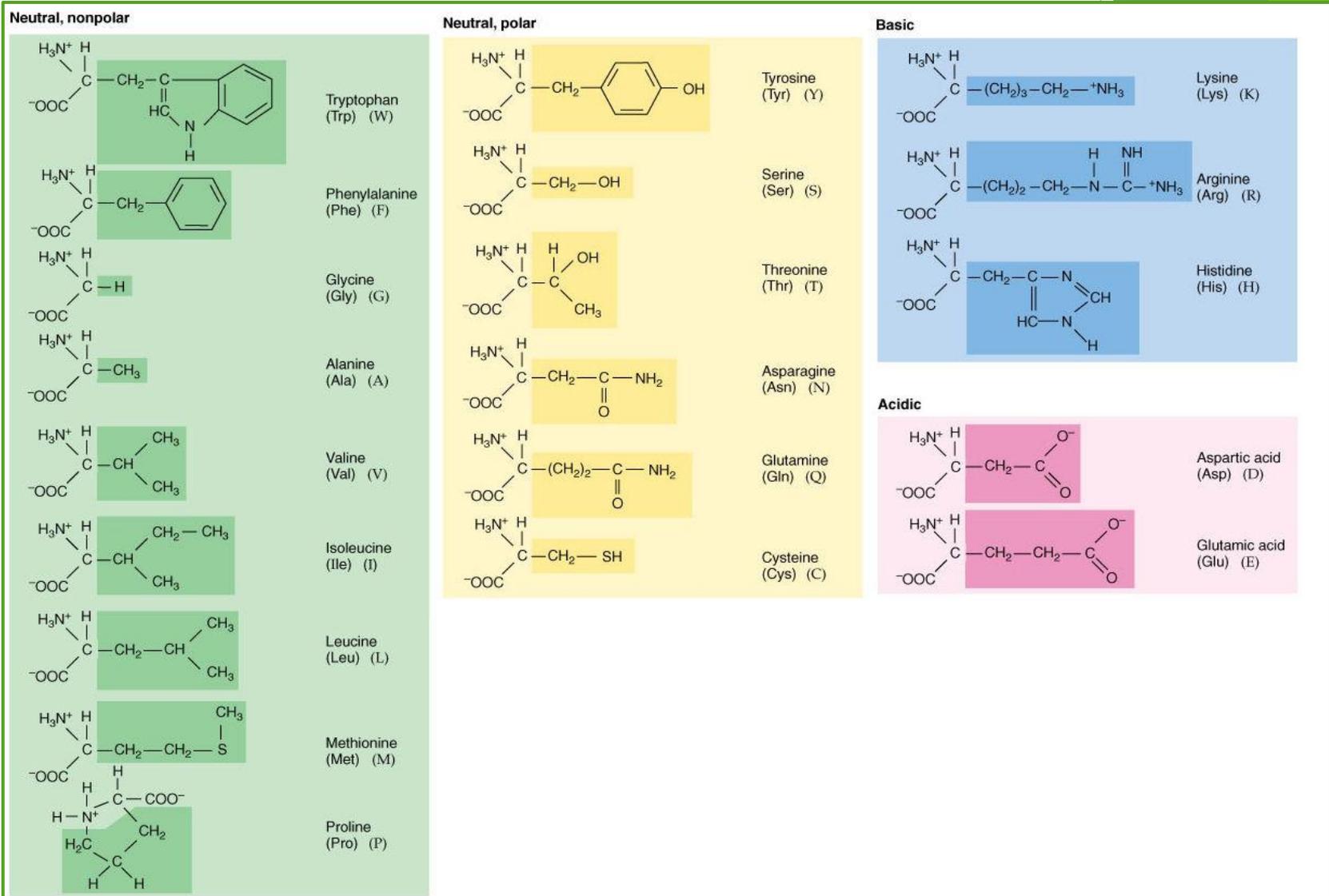
Aminoácidos

- ▶ Todos os 20 aminoácidos são alfa-amino ácidos.
- ▶ Eles apresentam um grupo carboxila e um grupo amino, ambos ligados ao mesmo carbono (carbono alfa).
- ▶ Eles diferem uns dos outros na suas **CADEIAS LATERAIS** ou grupo R.
- ▶ As cadeias laterais variam umas das outras em estrutura, tamanho e carga elétrica.
- ▶ A cadeia lateral influencia muito a solubilidade do aminoácido em água.



Lysine

Os 20 aminoácidos têm cadeias laterais distintas



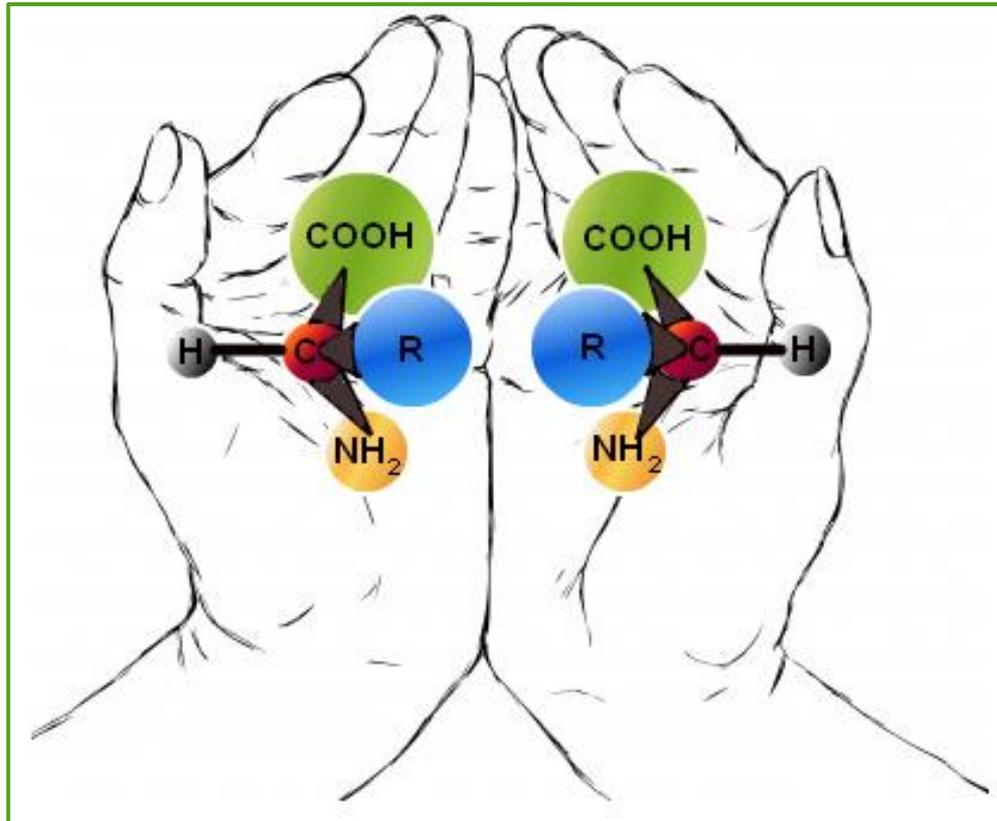
Aminoácidos: nomenclatura



Amino Acid	3-Letter Code	1-Letter Code
Alanine	Ala	A
Cysteine	Cys	C
Aspartic acid or aspartate	Asp	D
Glutamic acid or glutamate	Glu	E
Phenylalanine	Phe	F
Glycine	Gly	G
Histidine	His	H
Isoleucine	Ile	I
Lysine	Lys	K
Leucine	Leu	L
Methionine	Met	M
Asparagine	Asn	N
Proline	Pro	P
Glutamine	Gln	Q
Arginine	Arg	R
Serine	Ser	S
Threonine	Thr	T
Valine	Val	V
Tryptophan	Trp	W
Tyrosine	Tyr	Y

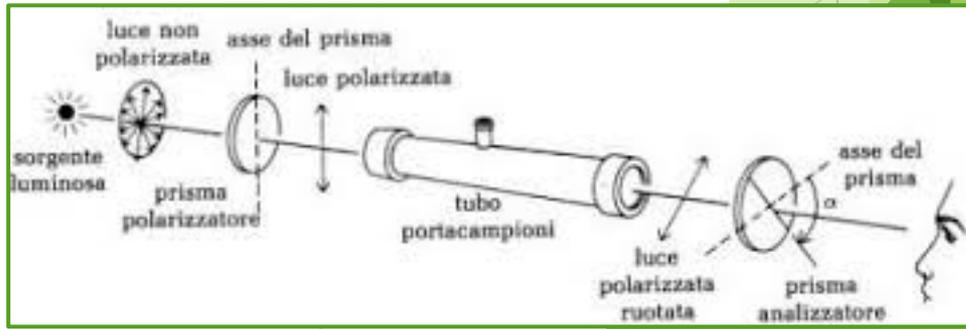
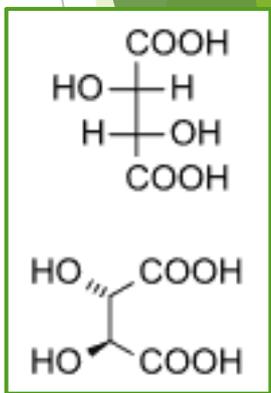
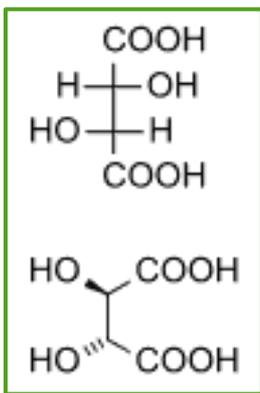
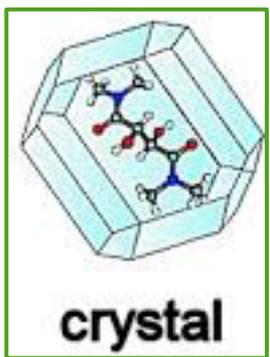
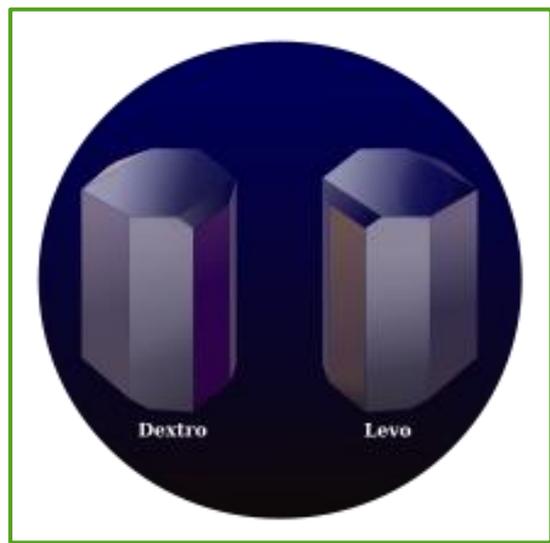
Estereoisomeria dos aminoácidos

- ▶ Com exceção da glicina, o carbono alfa de todos os aminoácidos está ligado a quatro grupos diferentes e é, portanto, um centro quiral na molécula.
- ▶ Assim, aminoácidos apresentam estereoisomeria e dois enantiômeros que se não se sobrepõem, e são com imagens no espelho.



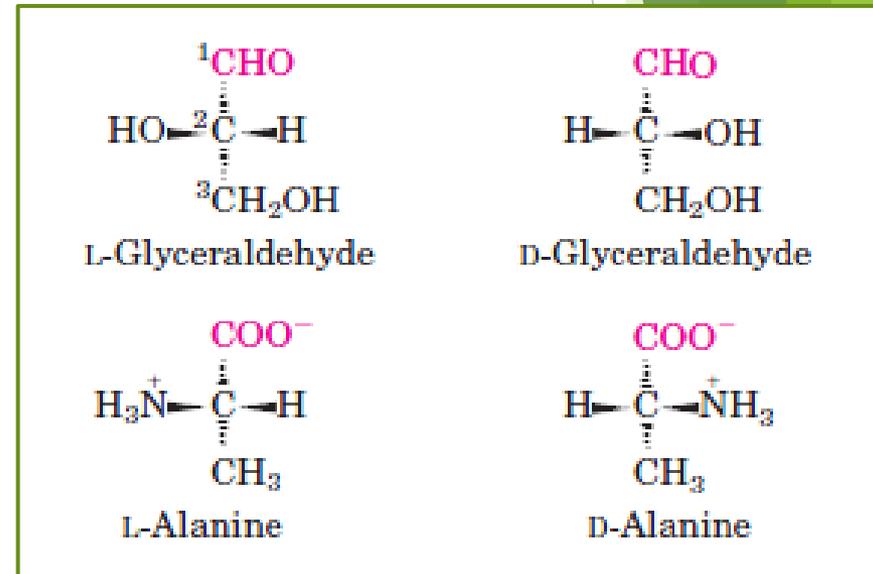
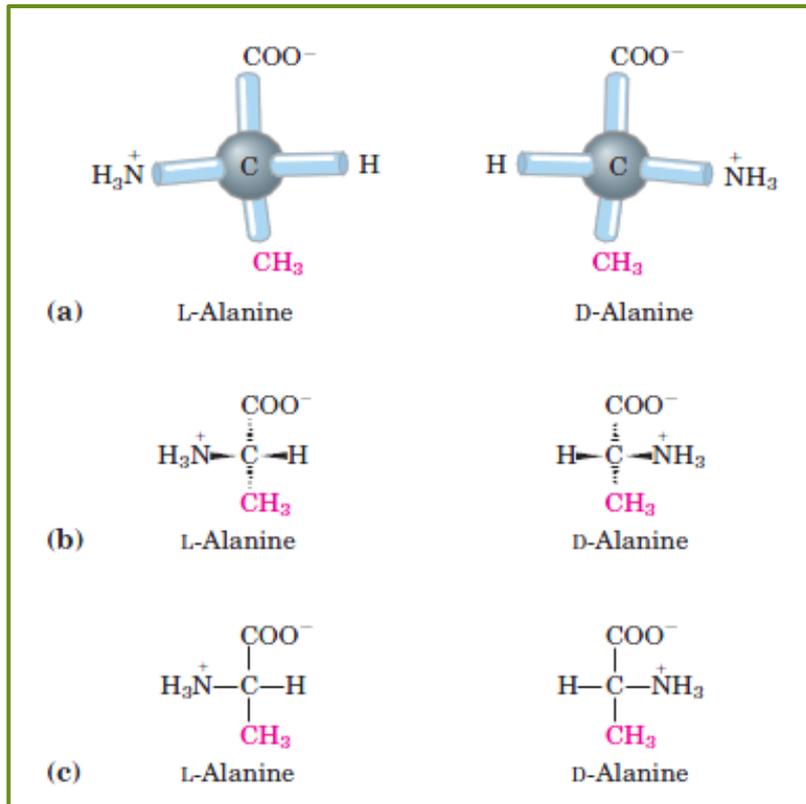
Estereoisomeria óptica

- ▶ Louis Pasteur foi o primeiro pesquisador a observar a estereoisomeria.
- ▶ Em 1849, ele observou que cristais de ácido tartárico coletados do vinho mudavam o plano da luz polarizada.
- ▶ Porém, cristais de ácido tartárico obtidos de outras fontes, não.
- ▶ Em 1874, Jacobus Henricus explicou este fenômeno e o associou ao carbono quiral.



Estereoisomeria dos aminoácidos

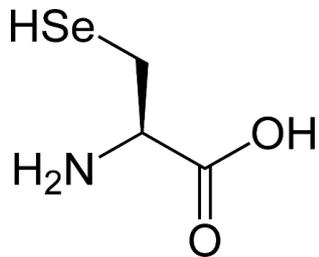
- ▶ Os diferentes enantiômeros são classificados de acordo com o sistema D e L.
- ▶ Praticamente todas as moléculas biológicas com centros quirais são encontradas na natureza sob a forma de um único estereoisômero.
- ▶ Por exemplo, proteínas são feitas exclusivamente de L-aminoácidos.
- ▶ D-aminoácidos são encontrados em apenas algumas moléculas, geralmente, pequenos peptídios.



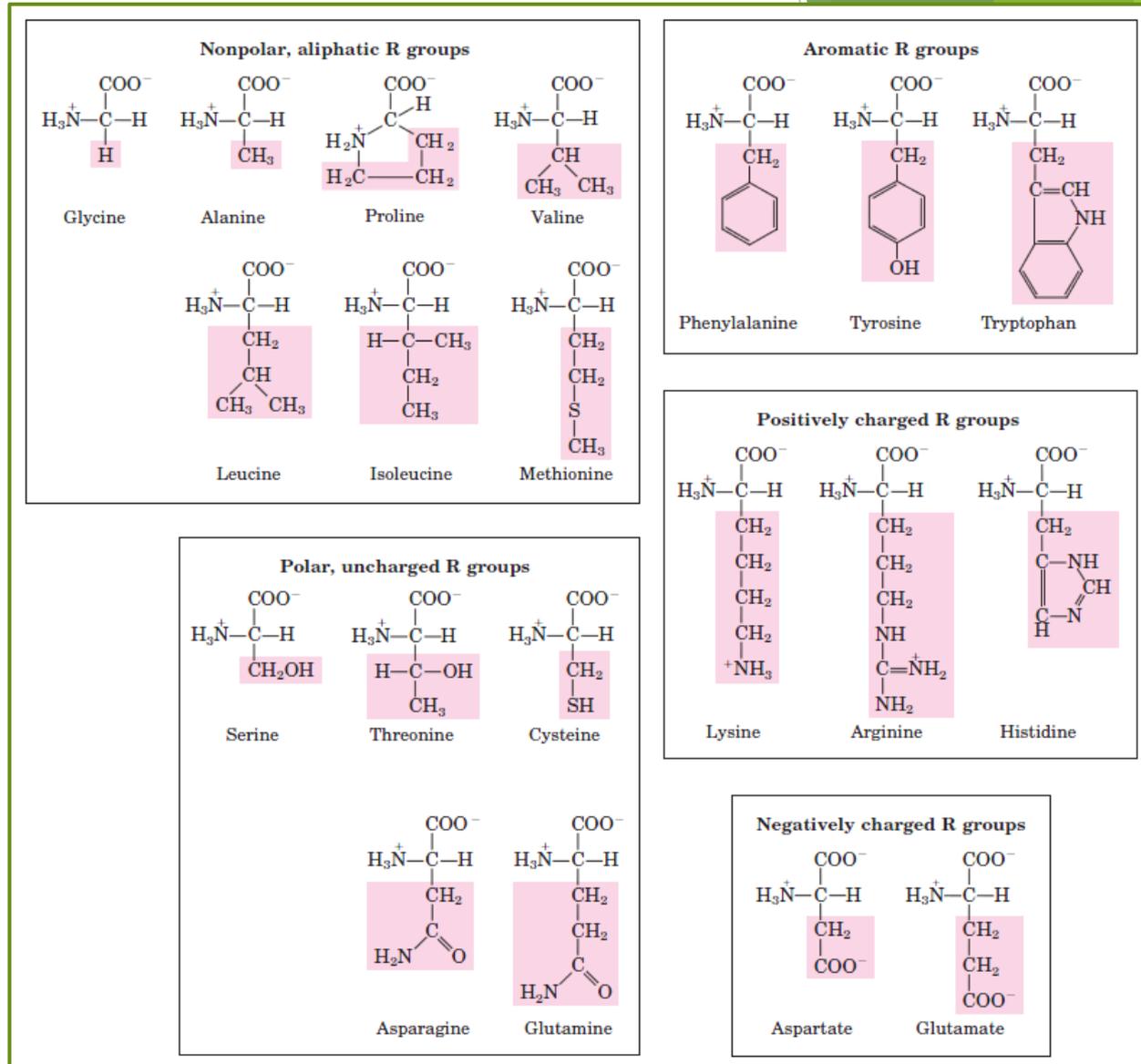
Os 20 aminoácidos que compõem as proteínas

► Os 20 aminoácidos que compõem as proteínas podem ser classificados de acordo com suas cadeias laterais:

- a) Apolares
- b) Aromáticos
- c) Polares
- d) Carga positiva
- e) Carga negativa



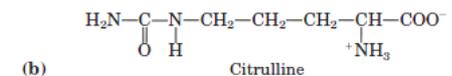
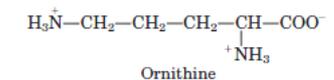
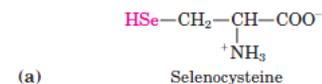
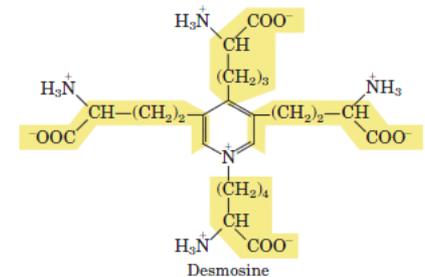
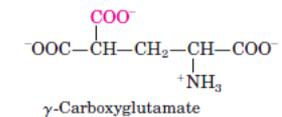
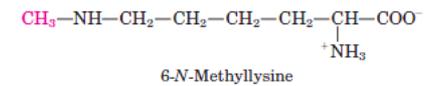
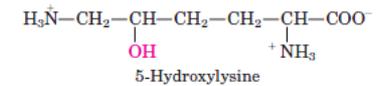
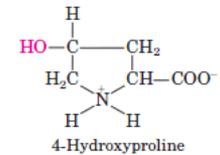
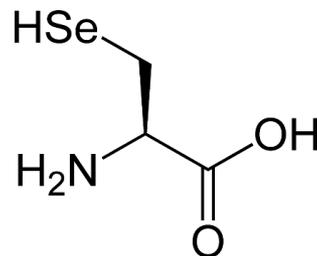
Seleno-cisteína-21- aminoácido



Aminoácidos incomuns

- ▶ Alguns aminoácidos incomuns podem ser encontrados em proteínas.
- ▶ Eles são produzidos a partir dos aminoácidos originais pela adição de grupos hidroxila (hidroxiprolina e hidroxilisina), metila (metil-lisina) ou carboxila (carboxiglutamato). São modificações post-traducionais.
- ▶ Ou pela fusão de aminoácidos (desmosina é a fusão de 4 lisinas).
- ▶ Outros aminoácidos incomuns não são encontrados em proteínas, mas participam de processos metabólicos (ornitina e citrulina = ciclo da uréia).

Seleno-cisteína-
21- aminoácido



As Cadeias Laterais

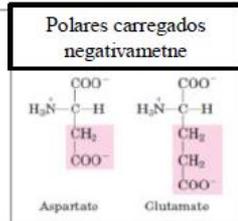
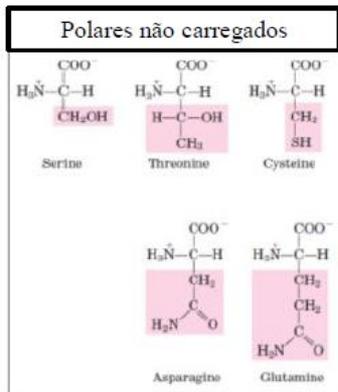
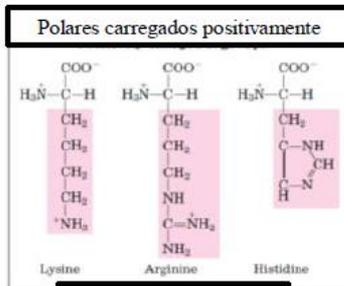
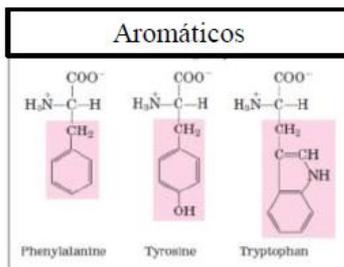
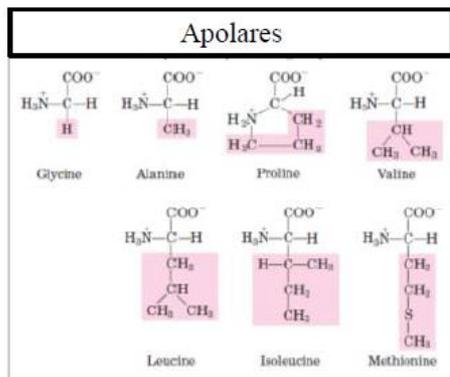


Figura 20 – Cálculo do Ponto Isoelétrico.

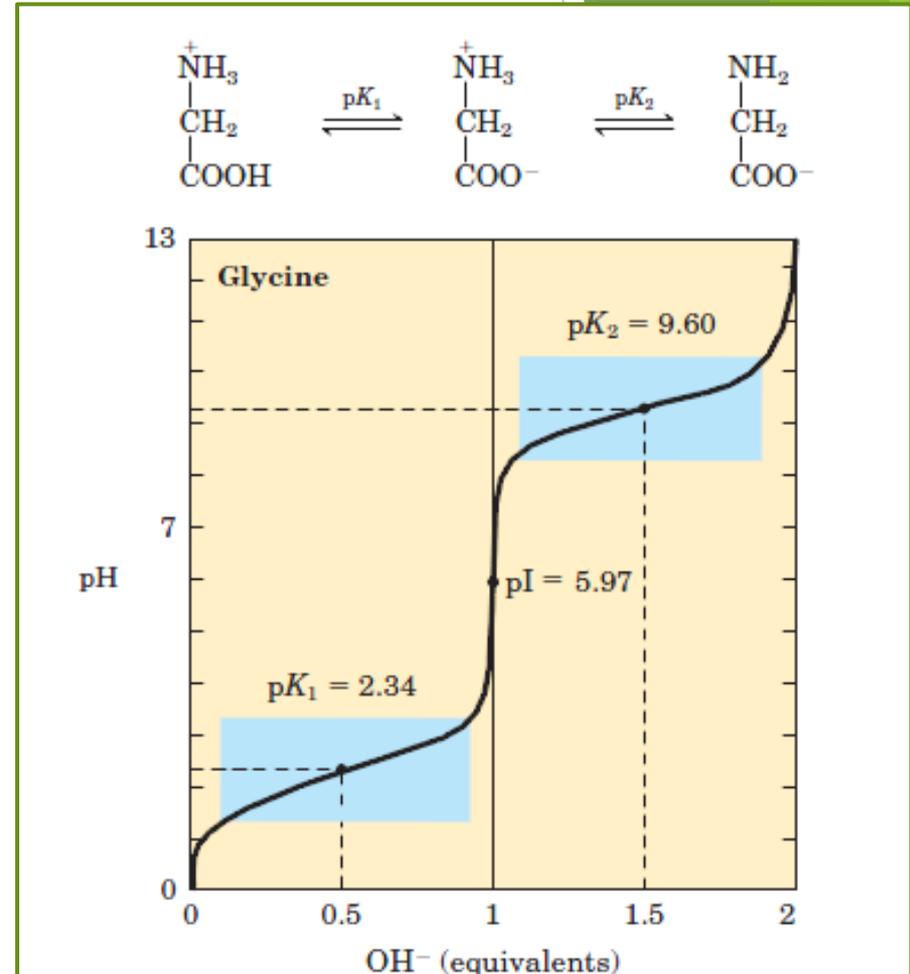
Aminoácido	pK ₁		pK ₂		pK ₃		PI
	Grupo	Valor	Grupo	Valor	Grupo	Valor	
Glicina	α carboxilo	2,34	α amino	9,60	-	-	5,97
Alanina	α carboxilo	2,35	α amino	9,69	-	-	6,02
Valina	α carboxilo	2,32	α amino	9,62	-	-	5,97
Leucina	α carboxilo	2,36	α amino	9,60	-	-	5,98
Isoleucina	α carboxilo	2,36	α amino	9,68	-	-	6,02
Serina	α carboxilo	2,21	α amino	9,15	-	-	5,68
Treonina	α carboxilo	2,63	α amino	10,43	-	-	6,53
Fenilalanina	α carboxilo	1,83	α amino	9,13	-	-	5,48
Triptófano	α carboxilo	2,38	α amino	9,39	-	-	5,88
Metionina	α carboxilo	2,28	α amino	9,21	-	-	5,75
Prolina	α carboxilo	1,99	α amino	10,60	-	-	6,29
Asparagina	α carboxilo	2,02	α amino	8,88	-	-	5,45
Glutamina	α carboxilo	2,17	α amino	9,13	-	-	5,65
Tirosina	α carboxilo	2,20	α amino	9,11	fenólico	10,07	5,65
Lisina	α carboxilo	2,18	α amino	8,95	ε amino	10,53	9,74
Histidina	α carboxilo	1,82	Imidazol	6,00	α amino	9,17	7,58
Arginina	α carboxilo	2,17	α amino	9,04	guanidino	12,48	10,76
Acido aspártico	α carboxilo	2,09	β carboxilo	3,86	α amino	9,67	2,97
Acido glutâmico	α carboxilo	2,19	γ carboxilo	4,25	α amino	9,67	3,22
Cisteína	α carboxilo	1,71	Sulfidrílo	8,33	α amino	10,78	5,02

Figura 20 – Cálculo do Ponto Isoelétrico.

Aminoácido	pK ₁		pK ₂		pK ₃		PI
	Grupo	Valor	Grupo	Valor	Grupo	Valor	
Glicina	α carboxilo	2,34	α amino	9,60	-	-	5,97
Alanina	α carboxilo	2,35	α amino	9,69	-	-	6,02
Valina	α carboxilo	2,32	α amino	9,62	-	-	5,97
Leucina	α carboxilo	2,36	α amino	9,60	-	-	5,98
Isoleucina	α carboxilo	2,36	α amino	9,68	-	-	6,02
Serina	α carboxilo	2,21	α amino	9,15	-	-	5,68
Treonina	α carboxilo	2,63	α amino	10,43	-	-	6,53
Fenilalanina	α carboxilo	1,83	α amino	9,13	-	-	5,48
Triptófano	α carboxilo	2,38	α amino	9,39	-	-	5,88
Metionina	α carboxilo	2,28	α amino	9,21	-	-	5,75
Prolina	α carboxilo	1,99	α amino	10,60	-	-	6,29
Asparagina	α carboxilo	2,02	α amino	8,88	-	-	5,45
Glutamina	α carboxilo	2,17	α amino	9,13	-	-	5,65
Tirosina	α carboxilo	2,20	α amino	9,11	fenólico	10,07	5,65
Lisina	α carboxilo	2,18	α amino	8,95	ε amino	10,53	9,74
Histidina	α carboxilo	1,82	Imidazol	6,00	α amino	9,17	7,58
Arginina	α carboxilo	2,17	α amino	9,04	guanidino	12,48	10,76
Acido aspártico	α carboxilo	2,09	β carboxilo	3,86	α amino	9,67	2,97
Acido glutâmico	α carboxilo	2,19	γ carboxilo	4,25	α amino	9,67	3,22
Cisteína	α carboxilo	1,71	Sulfidriolo	8,33	α amino	10,78	5,02

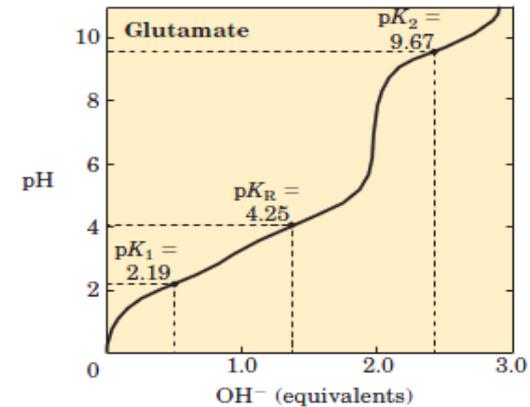
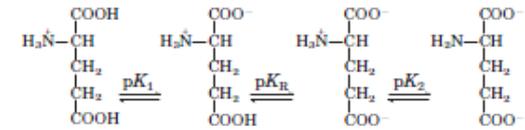
Aminoácidos podem ser titulados: pKa

- ▶ Os 20 aminoácidos podem ser titulados com ácidos ou bases fracas.
- ▶ A análise das curvas de titulação indicam os pKas dos aminoácidos.
- ▶ PONTO ISOELÉTRICO
- ▶ O ponto onde a soma das cargas totais de um aminoácido é zero e chamado de ponto isoelétrico (pI).
- ▶ $pI = (pK_1 + pK_2) / 2$

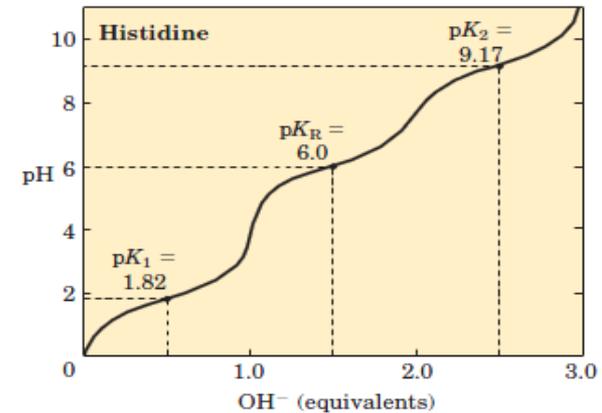
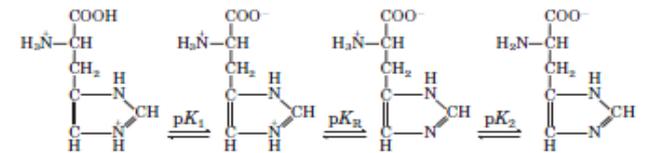


Aminoácidos com cadeias laterais ionizáveis

- ▶ Os grupos ionizáveis das cadeias laterais de alguns aminoácidos também podem ser titulados.

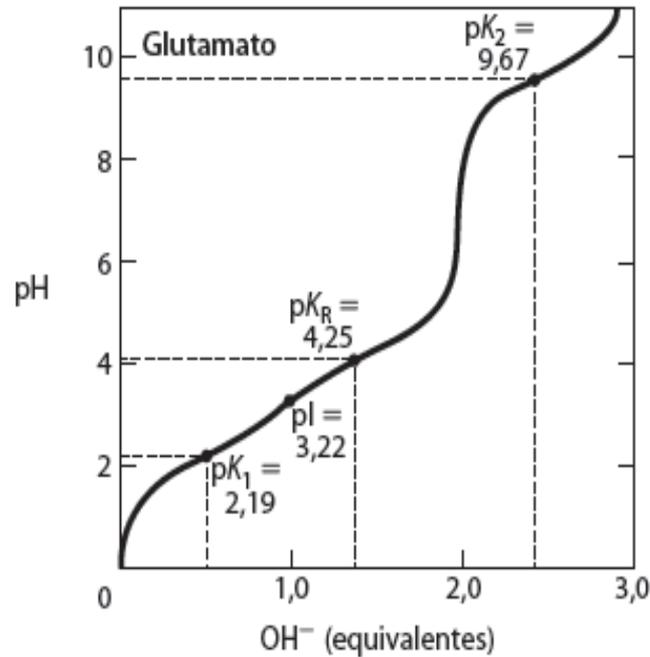
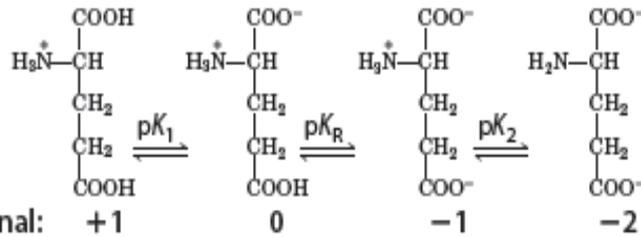


(a)



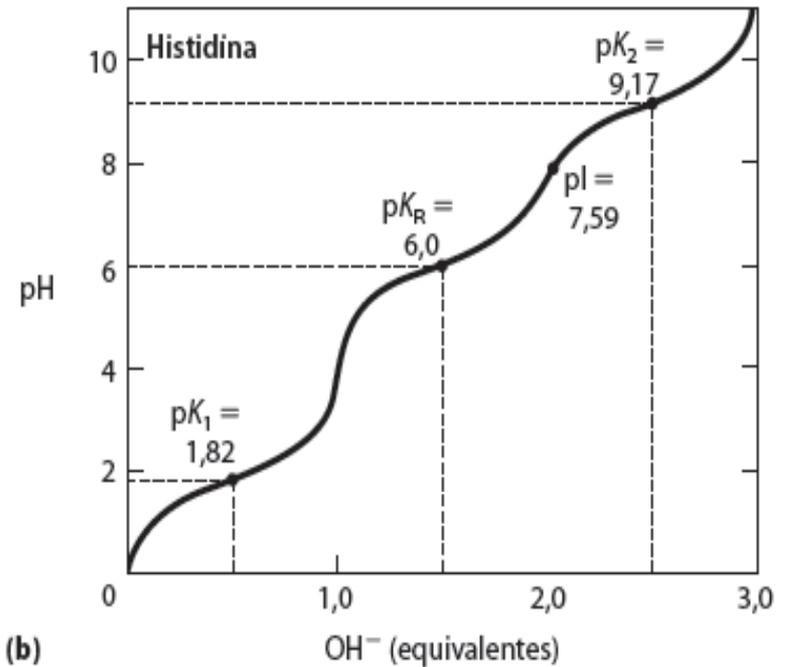
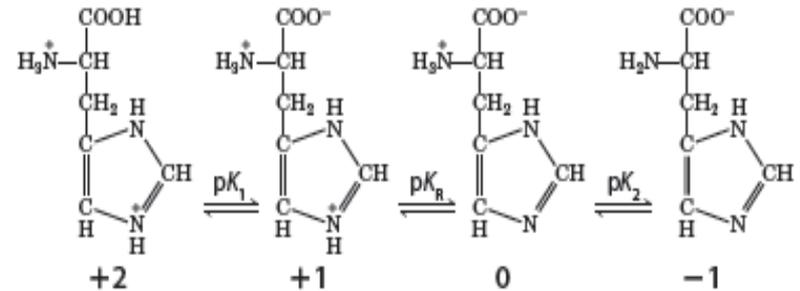
(b)

Glutamato



(a)

Histidina

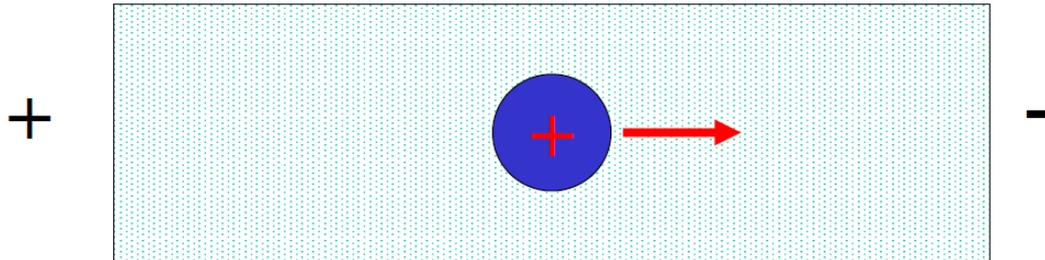


(b)

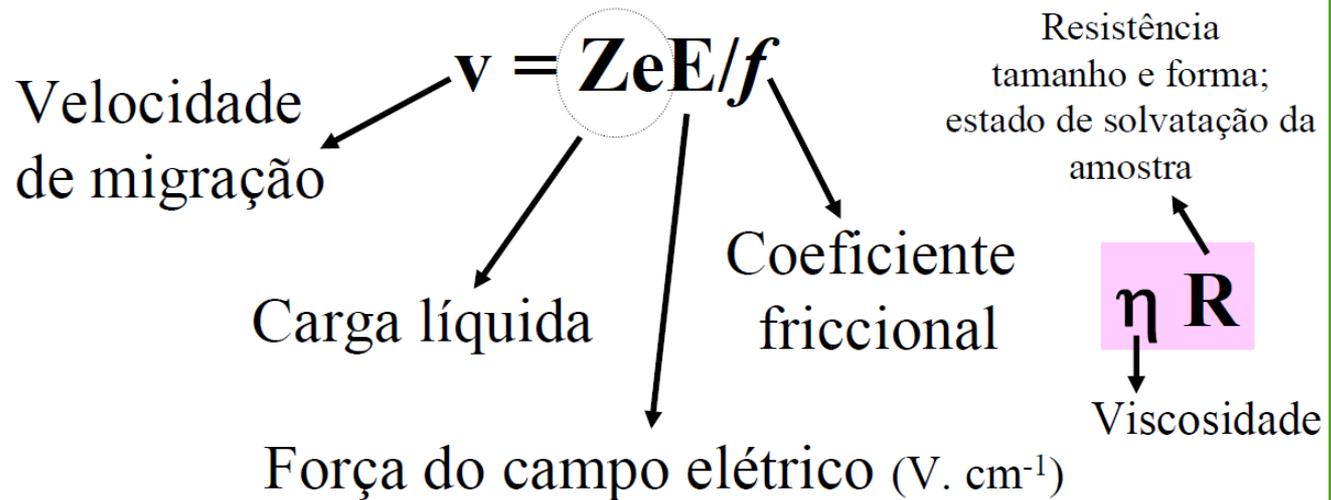
Eletroforese de proteínas

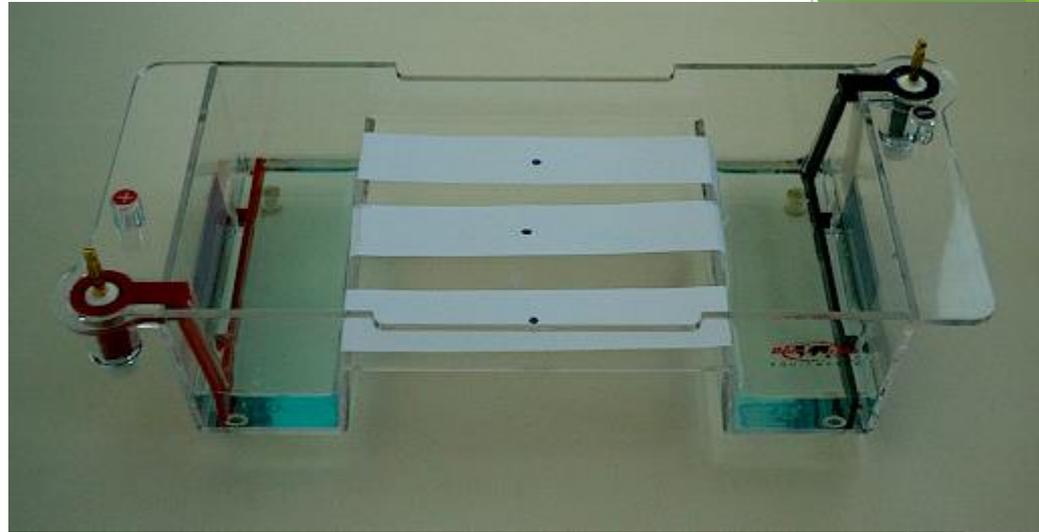
- ▶ Electro + phórēsis (grego) = movimento
- ▶ Eletroforese refere-se ao movimento de moléculas frente a um campo elétrico.
- ▶ A eletroforese em gel ou papel é uma técnica muito útil em laboratório para analisar e separar proteínas (e outras macromoléculas...).

Teoria

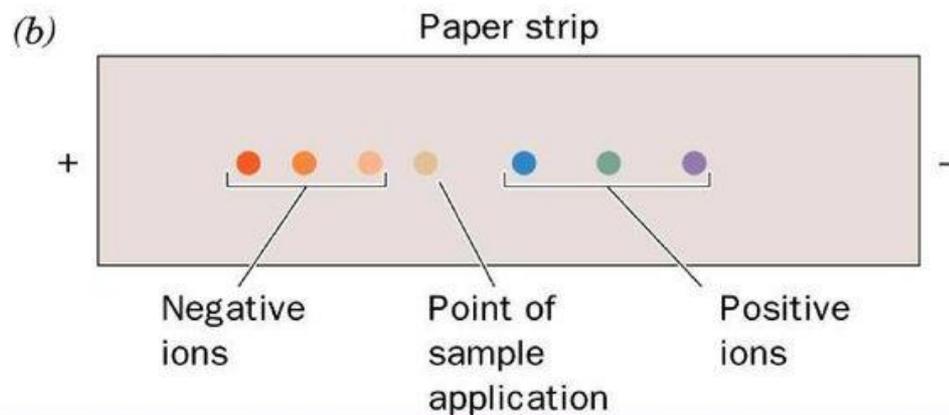
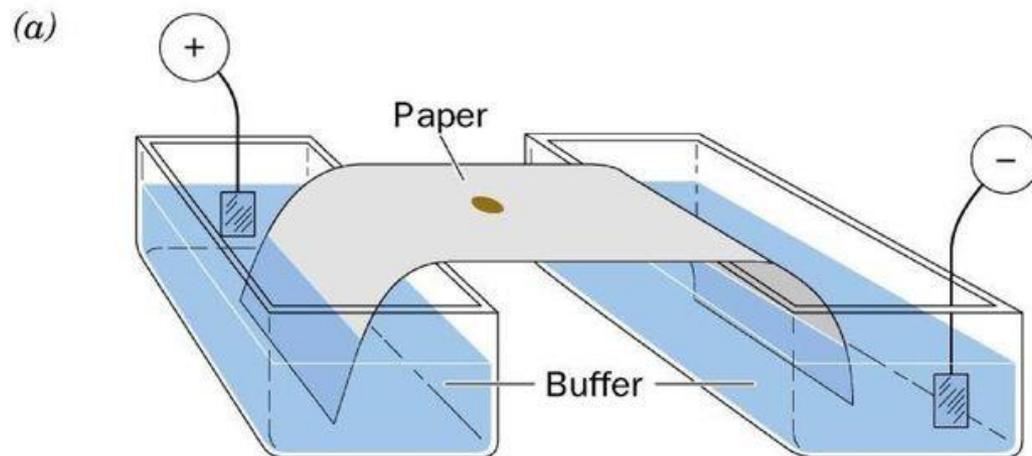


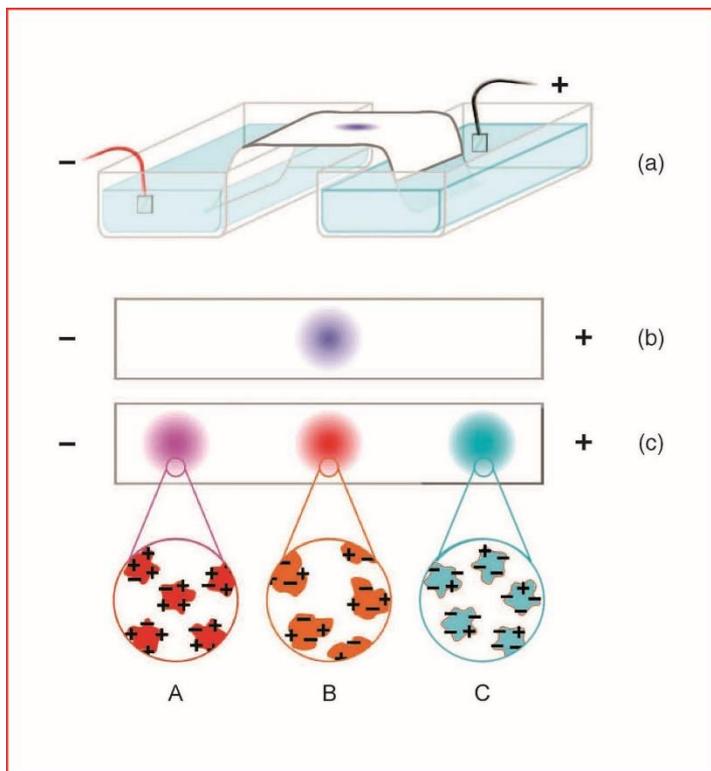
$$\text{Mobilidade eletroforética } (\mu) = v/E = Z/f$$





Eletroforese em papel





Software eletroforese

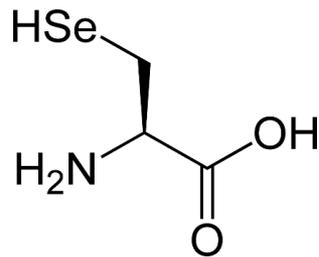
Fig. 2.19 Eletroforese em papel. Uma mistura de três proteínas — A, B e C — é aplicada sobre uma tira de papel ou acetato de celulose, umedecida com tampão. A tira é colocada em um aparato apropriado e um campo elétrico é aplicado ao sistema (a). As proteínas migram de sua posição inicial (b) para os pólos, de acordo com a carga que apresentam no pH do tampão utilizado. Depois de algum tempo, a eletroforese é interrompida e a posição das proteínas é revelada (c).

1. Escrever a fórmula de um aminoácido.
2. Dar exemplos de:
 - a. aminoácido com um grupo amino e dois grupos carboxílicos
 - b. aminoácido com um grupo carboxílico e dois grupos aminos.
3. Definir ponto isoelétrico (pI) de um aminoácido.
4. Analisando o radical R, classificar os aminoácidos em polares e apolares.
5. Entre os polares, citar aqueles que, em pH 7, apresentam radical com carga negativa (aminoácidos ácidos), carga positiva (aminoácidos básicos) e carga nula (polares sem carga).
4. Esquematizar a ligação peptídica.

Os 20 aminoácidos que compõem as proteínas

► Os 20 aminoácidos que compõem as proteínas podem ser classificados de acordo com suas cadeias laterais:

- Apolares
- Aromáticos
- Polares
- Carga positiva
- Carga negativa



Selenocisteína

