



EACH | *campus capital*
USP
ESTE
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo

Educação Física e Saúde

**ACH0523 – Aspectos Metabólicos e Nutricionais
da Atividade Física I**

1º Semestre 2025

Docentes:

Prof. Dr. Felipe Santiago Chambergo Alcalde (fscha@usp.br)- <https://sites.usp.br/lbbp/>

Prof. Dr. Reury Frank Pereira Bacurau (reurybacurau@usp.br)

•**Período:** Quarta-feira (14h as 18h)

•**Local:** Sala 125, prédio I1.

USP – 2025

Objetivos:

Oferecer aos alunos um conjunto de conceitos básicos sobre fisiologia celular, bioquímica, metabolismo e nutrição, e conhecimento aplicado aos processos metabólicos para produção e utilização de energia durante o exercício físico.

Critérios de avaliação:

- Notas das avaliações: $P1+P2/2= 10$. Realização de seminário/estudo dirigido ou outra atividade acadêmica, será componente da avaliação (P) na qual é aplicado.
- Frequência >75%

Cronograma

	Data	Conteúdo	Docente
1	26/02	Apresentação da disciplina. Biomoléculas: carboidratos, lipídios e proteínas	FC
2	12/03	Atividade enzimática Síntese de proteínas	FC
3	19/03	A célula como unidade da atividade biológica Membranas celulares e transporte	FC
4	26/03	Introdução à bioenergética e termodinâmica Glicólise anaeróbia / glicogenólise	FC
5	02/04	Glicólise aeróbia Beta-oxidação	FC
6	23/04	Proteólise e ciclo da ureia Avaliação 1	FC
7	30/04	Sistema digestório Fontes de energia para o exercício físico	FB
8	07/05	Carboidratos <i>ED carboidratos e exercício físico</i>	FB
9	14/05	Lipídios <i>ED lipídios e exercício físico</i>	FB
10	21/05	Proteínas <i>ED proteínas e exercício físico</i>	FB
10	28/05	<i>Seminários macronutrientes e EF</i>	FB
11	04/06	Vitaminas e exercício físico	FB
12	11/06	Sais minerais e exercício físico	FB
13	18/06	<i>Seminários micronutrientes e EF</i>	FB
14	25/06	Avaliação 2	FB
15	02/07	Avaliação substitutiva	FB

A avaliação de recuperação será agendada durante o semestre.

Bibliografia Básica

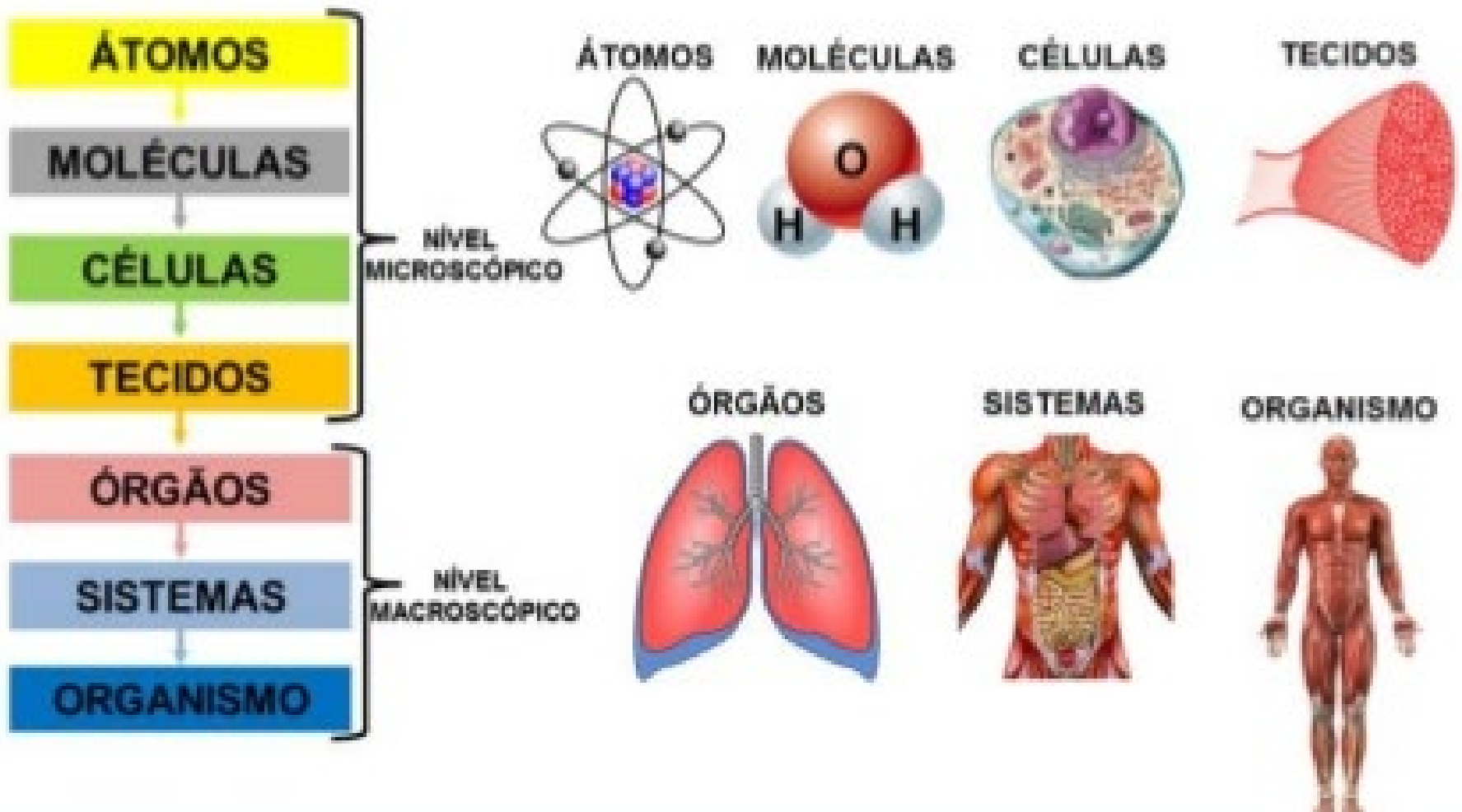
- MARZZOCO, A & TORRE, B B. Bioquímica básica. 4 ed., Guanabara Koogan, 2015.
- MAUGHAN, R. J. Bioquímica do exercício e do treinamento. São Paulo, Manole, 2002.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I. & KATCH, V.L. Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e performance humana. 7 ed., Guanabara Koogan, 2011.
- TIRAPEGUI, J. Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física. São Paulo, Atheneu, 2006.
- VIEIRA, E.C.; GAZZINELLI, G.; MARES-GUIA, M. Bioquímica celular e biologia molecular. 2 ed., Atheneu, 2002.

Bibliografia Complementar

- PEREIRA, B.; SOUZA, T.P. Metabolismo Celular e Exercício Físico. São Paulo, Phorte Editora, 2004.
- LANCHA Jr. A.H.: Nutrição e metabolismo aplicados a atividade motora. Atheneu, 2002.
- NELSON, D. L.; COX, M.M.; Lehninger's principles of biochemistry. 6^a ed., Artmed, Porto Alegre, 2014
- MAUGHAN, R.J. & BURKE, L.M. Nutrição esportiva. Porto Alegre, ArtMed, 2004.

$$E = m \cdot c^2$$

Organização dos seres vivos



Carbono
19,05%

Nitrogênio
5,01%

Sódio
0,25%

Oxigênio
61,65%

Flúor
0,00001%

Hidrogênio
9,1%

Cálcio
1,38%

Cloro
0,17%

Magnésio
0,03%

Manganês
0,0001%

Potássio
0,21%

Cromo
0,000003%

Iodo
0,0001%

Cobre
0,0003%

Cobalto
0,00004%

Fósforo
0,63%

Selênio
menos que
0,000003%

Zinco
0,0025%

Ferro
0,005%

Enxofre
0,63%

Molibdênio
0,00002%





Matéria Inorgânica

Matéria Orgânica

Estudo 1

- Fotossínteses

- Respiração

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).

Disponibiliza dados da composição química e o valor energético de 1,9 mil alimentos consumidos pela população brasileira, incluindo os crus e os cozidos, adicionados de sal, de óleo ou de tempero, além de produtos manufaturados e pratos compostos



<https://www.tbca.net.br/>



Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>
(4ta Ed. Campinas. 2011)

(Componentes e valores nutricionais de 597 alimentos)

NEPA-UNICAMP
Ministério da Saúde



Ministério do
Desenvolvimento Social
e Combate à Fome

Ministério
da Saúde



Tabela 1. Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível: Centesimal, minerais, vitaminas e colesterol

Número do Alimento	Descrição dos alimentos	Umidade (%)	Energia		Proteína (g)	Lipídeos (g)	Colesterol (mg)	Carbo-idrato (g)	Fibra Alimentar (g)	Cinzas (g)	Cálcio (mg)
			(kcal)	(kJ)							
Cereais e derivados											
1	Arroz, integral, cozido	70,1	124	517	2,6	1,0	NA	25,8	2,7	0,5	5
2	Arroz, integral, cru	12,2	360	1505	7,3	1,9	NA	77,5	4,8	1,2	8
3	Arroz, tipo 1, cozido	69,1	128	537	2,5	0,2	NA	28,1	1,6	0,1	4
4	Arroz, tipo 1, cru	13,2	358	1497	7,2	0,3	NA	78,8	1,6	0,5	4
5	Arroz, tipo 2, cozido	68,7	130	544	2,6	0,4	NA	28,2	1,1	0,1	3
6	Arroz, tipo 2, cru	13,2	358	1498	7,2	0,3	NA	78,9	1,7	0,4	5
7	Aveia, flocos, crua	9,1	394	1648	13,9	8,5	NA	66,6	9,1	1,8	48
8	Biscoito, doce, maisena	3,2	443	1853	8,1	12,0	NA	75,2	2,1	1,5	54
9	Biscoito, doce, recheado com chocolate	2,2	472	1974	6,4	19,6	Tr	70,5	3,0	1,3	27
10	Biscoito, doce, recheado com morango	2,7	471	1971	5,7	19,6		71,0	1,5	1,0	36
11	Biscoito, doce, wafer, recheado de chocolate	1,2	502	2102	5,6	24,7	Tr	67,5	1,8	1,1	23
12	Biscoito, doce, wafer, recheado de morango	1,2	513	2148	4,5	26,4		67,4	0,8	0,6	14
13	Biscoito, salgado, cream cracker	4,1	432	1806	10,1	14,4		68,7	2,5	2,7	20
14	Bolo, mistura para	1,0	419	1752	6,2	6,1	Tr	84,7	1,7	2,0	59
15	Bolo, pronto, aipim	34,1	324	1355	4,4	12,7	73	47,9	0,7	0,8	85
16	Bolo, pronto, chocolate	19,3	410	1715	6,2	18,5	77	54,7	1,4	1,3	75
17	Bolo, pronto, coco	29,3	333	1395	5,7	11,3	63	52,3	1,1	1,4	57
18	Bolo, pronto, milho	36,7	311	1303	4,8	12,4	82	45,1	0,7	1,0	83
19	Canjica, branca, crua	13,6	358	1496	7,2	1,0	NA	78,1	5,5	0,2	2
20	Cereais, milho, flocos, com sal	9,3	370	1546	7,3	1,6	NA	80,8	5,3	1,0	2
21	Cereais, milho, flocos, sem sal	11,2	363	1520	6,9	1,2	NA	80,4	1,8	0,3	2
22	Cereais, mingau, milho, infantil	4,7	394	1650	6,4	1,1	NA	87,3	3,2	0,5	219
23	Cereais, mistura para vitamina, trigo, cevada e aveia	4,4	381	1595	8,9	2,1	NA	81,6	5,0	3,0	584
24	Cereal matinal, milho	5,5	365	1529	7,2	1,0	NA	83,8	4,1	2,5	143
25	Cereal matinal, milho, açúcar	4,3	377	1576	4,7	0,7	NA	88,8	2,1	1,5	56
26	Creme de arroz, pó	7,3	386	1615	7,0	1,2	NA	83,9	1,1	0,5	7
27	Creme de milho, pó	5,7	333	1393	4,8	1,6	NA	86,1	3,7	1,7	323
28	Curau, milho verde, pó	3,9	402	1683	2,2	13,4	NA	79,8	2,5	0,7	31
29	Farinha, de arroz, enriquecida	12,7	363	1519	1,3	0,3	NA	85,5	0,6	0,2	1
30	Farinha, de centeio, integral	10,8	336	1405	12,5	1,8	NA	73,3	15,5	1,7	34
31	Farinha, de milho, amarela	11,8	351	1467	7,2	1,5	NA	79,1	5,5	0,5	1

Composição Bioquímica dos Alimentos

1. Nutrientes
2. Não Nutrientes

Os nutrientes são classificados em dois grupos principais:

I. Macronutrientes:

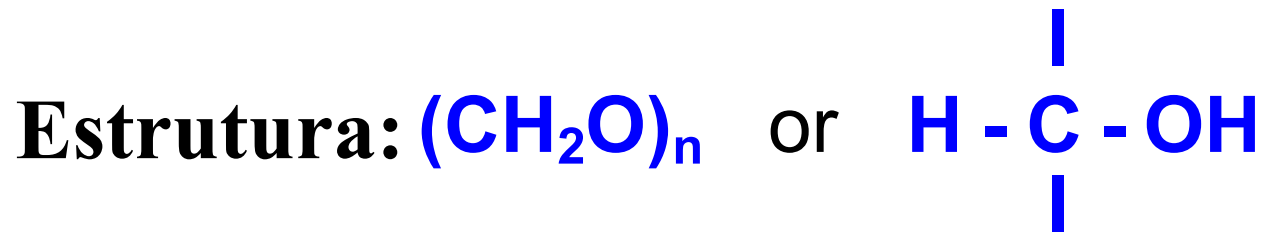
- 1- Carboidratos ou glicídios,**
- 2- Gorduras ou lipídios**
- 3- Proteínas.**

II. Micronutrientes

- 1- Vitaminas e**
- 2- Sais minerais.**

Carboidratos (sacarídeos)

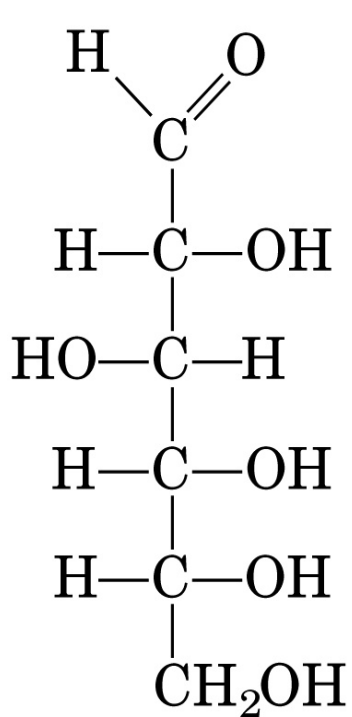
São poliidroxialdeídos ou poliidroxicetonas e seus derivados



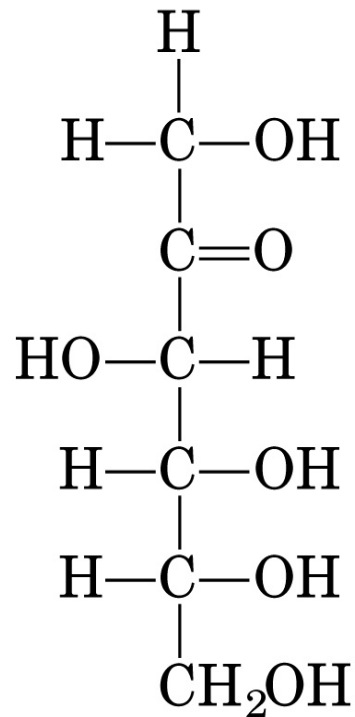
Funções:

- 1- Alimentos de **reserva**: Amido (vegetais) e glicogênio (animais)
- 2- **Estrutural**: Celulose, hemicelulose (vegetais) e quitina, ácido hialurônico (animais). Paredes bacterianas.
- 3- **Defesa**: Glicoproteínas, imunoglobulinas.

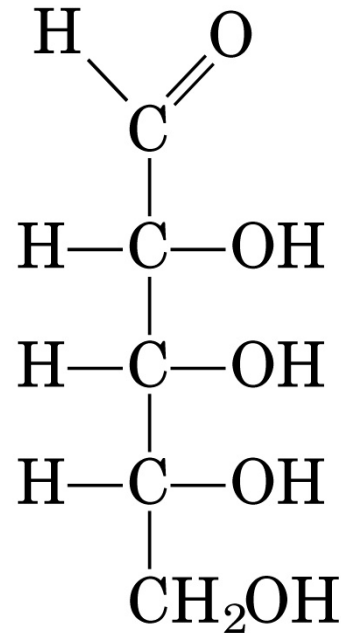
1. **Monossacarídeos** – açúcar simples, com múltiplos grupos OH. Segundo o **número de carbonos** (3, 4, 5, 6, 7) podem ser triose, tetrose, pentose, hexose ou heptose



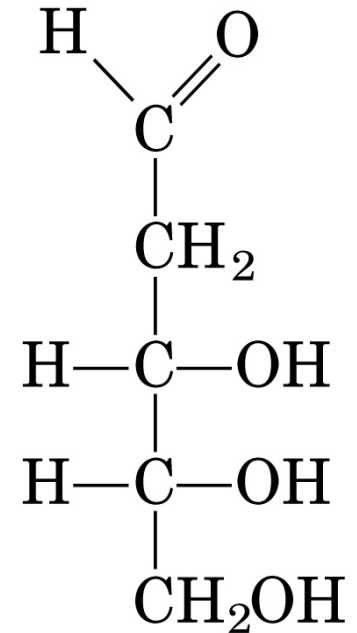
D-Glicose



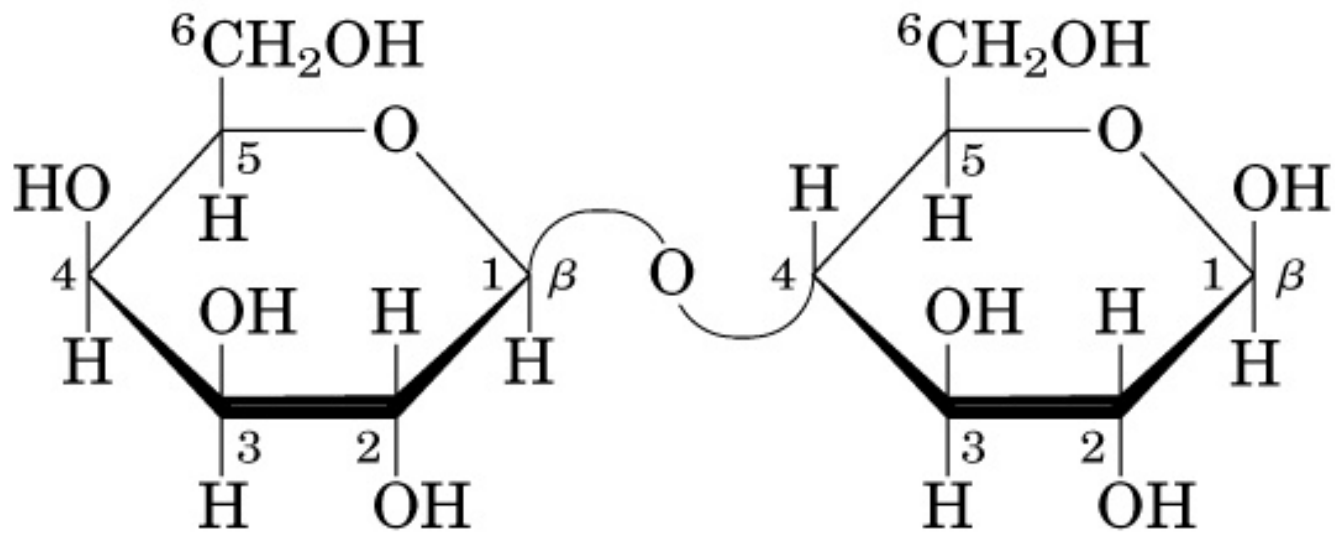
D-Frutose



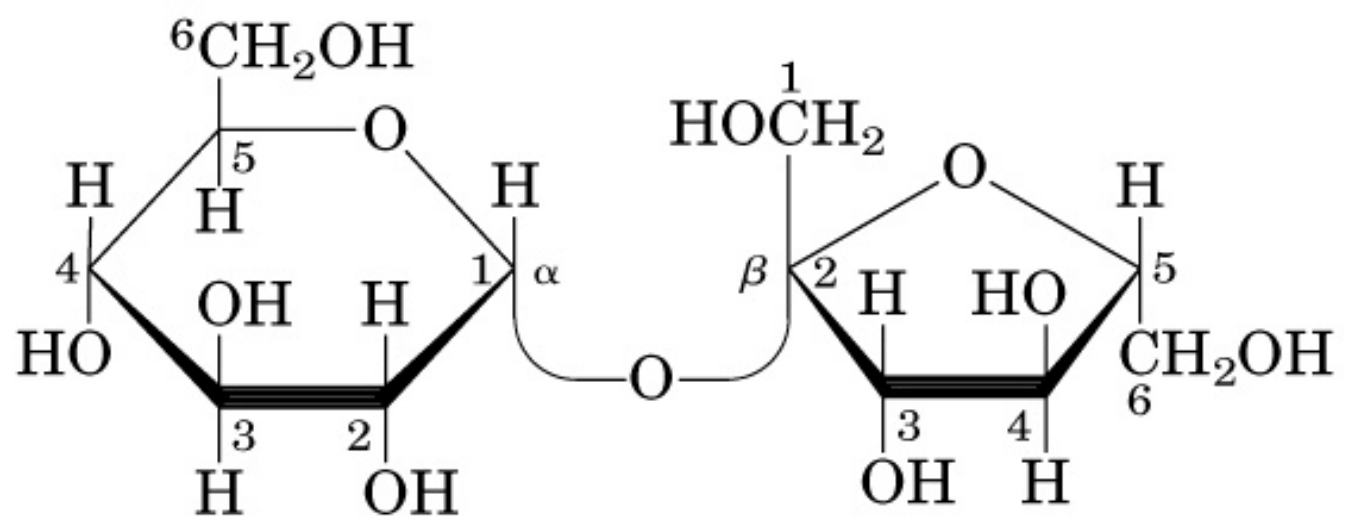
D-Ribose



2-Desoxi-D-ribose



Lactose



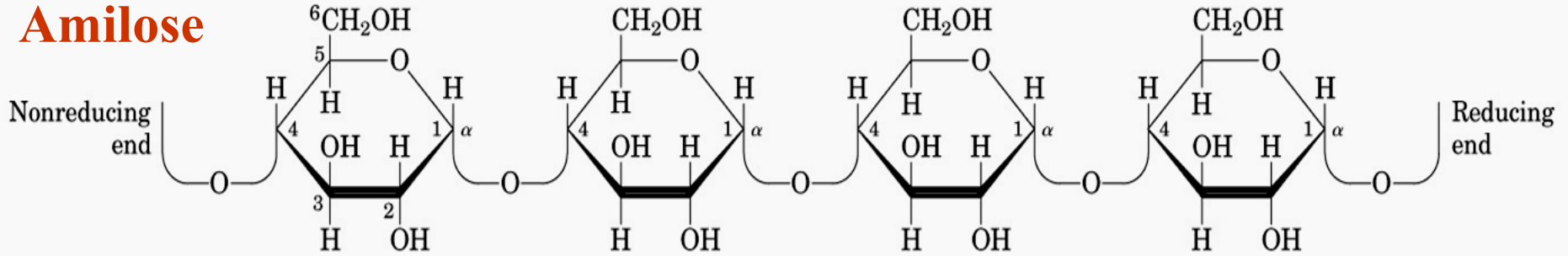
Sucrose

3. Polissacarídeos (glicanos)- polímeros de mono ou dissacarídeos.

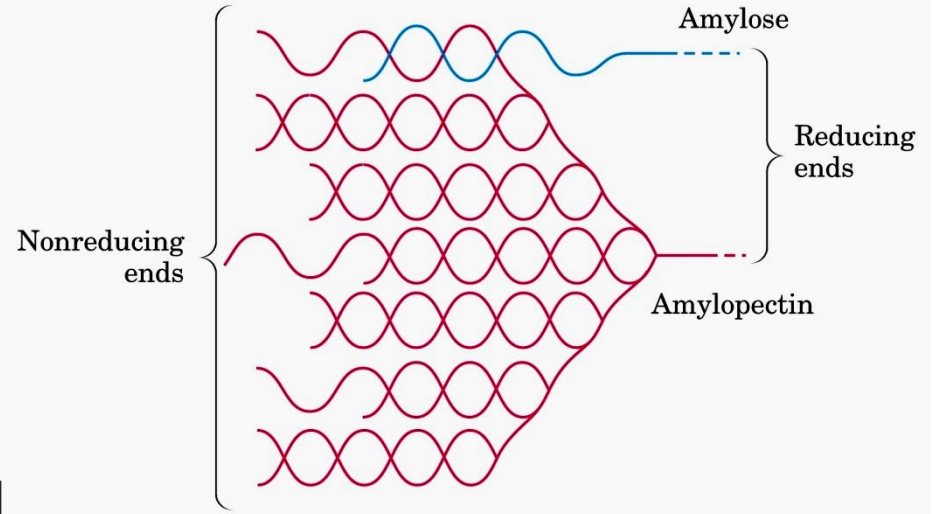
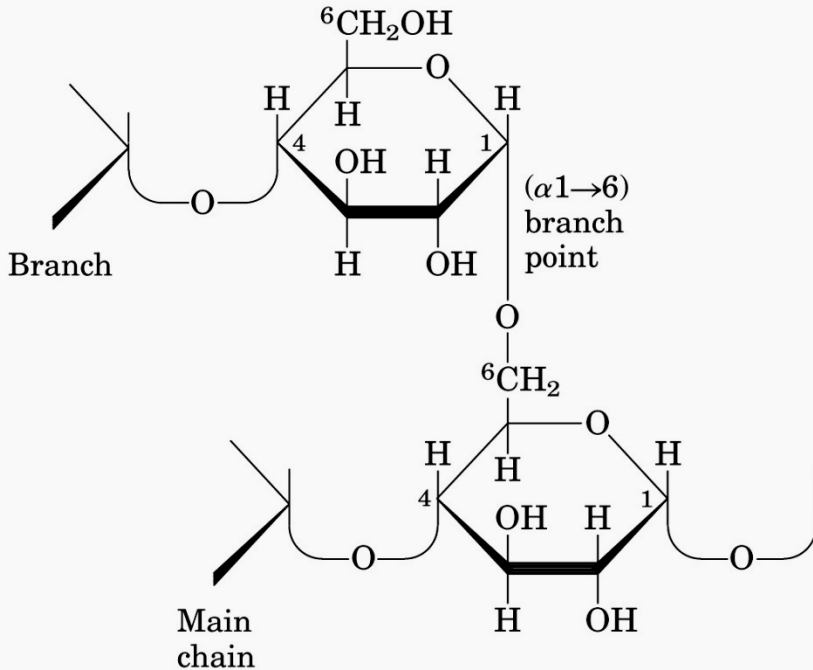
Amido: Polímero de α -D-glicose (células vegetais)

Glicogênio: Similar a amilopectina (células animais)

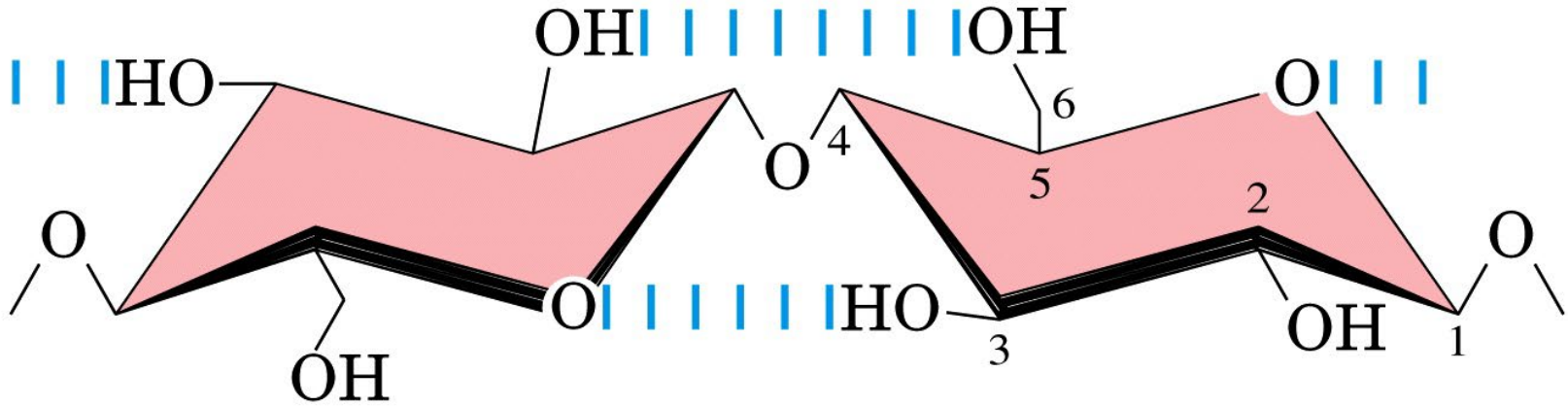
Amilose



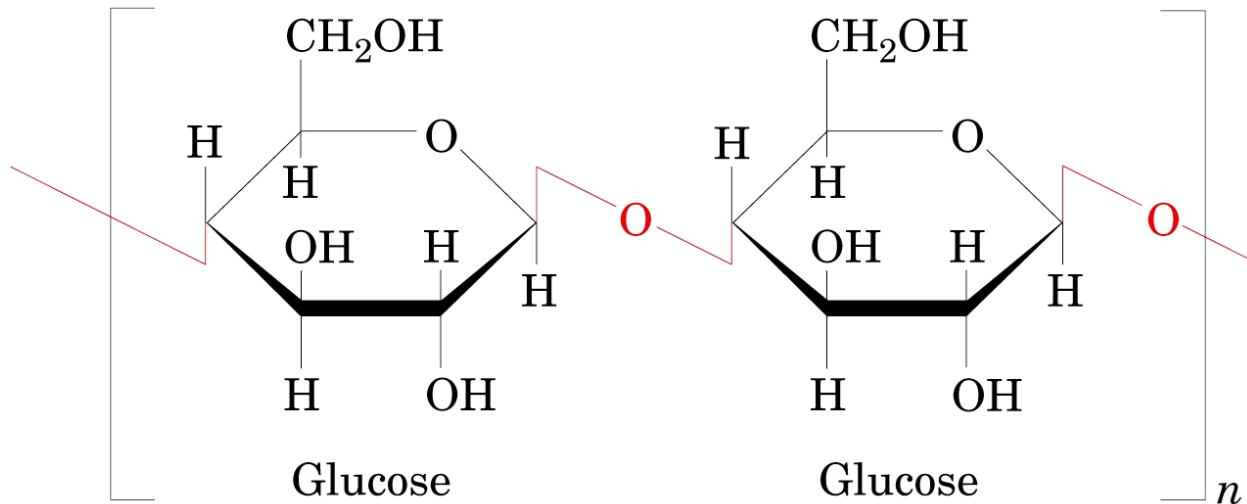
Amilopectina



Celulose: Homopolissacarídeo linear e não ramificado de β -D-glicose, resistente e insolúvel em água (em plantas).



$(\beta 1 \rightarrow 4)$ -linked D-glucose units



Cellulose

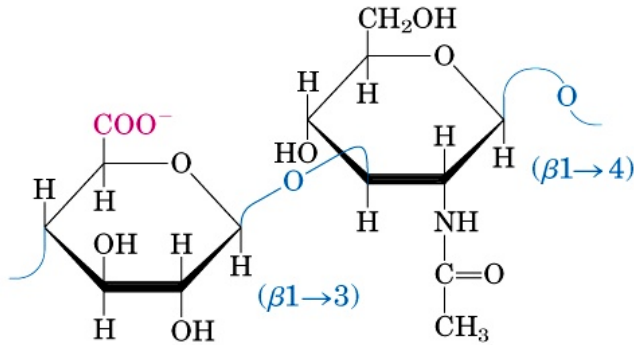
Glicosaminoglicanos (mucopolissacarídeos): Matriz extracelular

Glycosaminoglycan

Repeating disaccharide

Number of disaccharides per chain

Hyaluronate

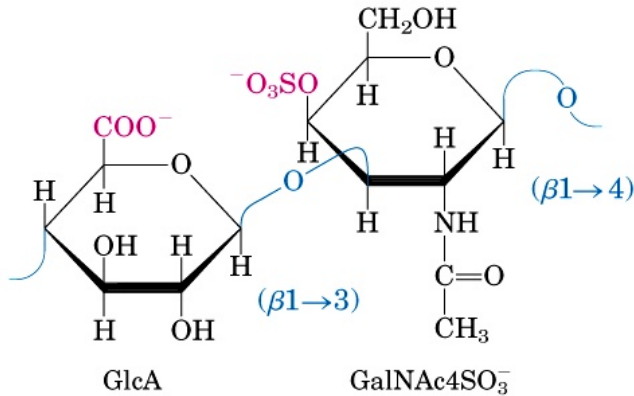


~50,000

Ácido-D-glucurónico

N-acetilglucosamina

Chondroitin 4-sulfate

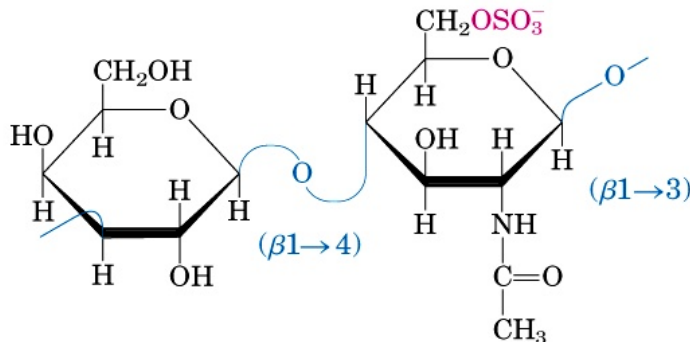


20-60

GlcA

GalNAc4SO₃⁻

Keratan sulfate



~25

Gal

GlcNAc6SO₃⁻

Fluidos sinoviais das juntas, humor vítreo dos olhos, cartilagens e tendões.

Cartilagem, tendões, ligamentos e paredes da aorta.

Cartilagens, córnea, ossos, cabelos, cascos, unhas, chifres, e garras.

Lipídios

Lipídios são compostos não-polares (hidrofóbicos), solúveis em solventes orgânicos (clorofórmio, metanol)

Funções:

1- Componentes essenciais, junto com as proteínas, das membranas biológicas.

2- Reserva de energia.

3- Sinalização intra e intercelular.

4- Proteção e isolante térmico.

São **anfipáticos**, apresentam um extremo não-polar e outro polar.

A. Ácidos graxos, os lipídios mais simples, consistem de uma cadeia hidrocarbonada com um ácido carboxílico no extremo.

Ácido graxo (16-C):



Não-polar

Polar

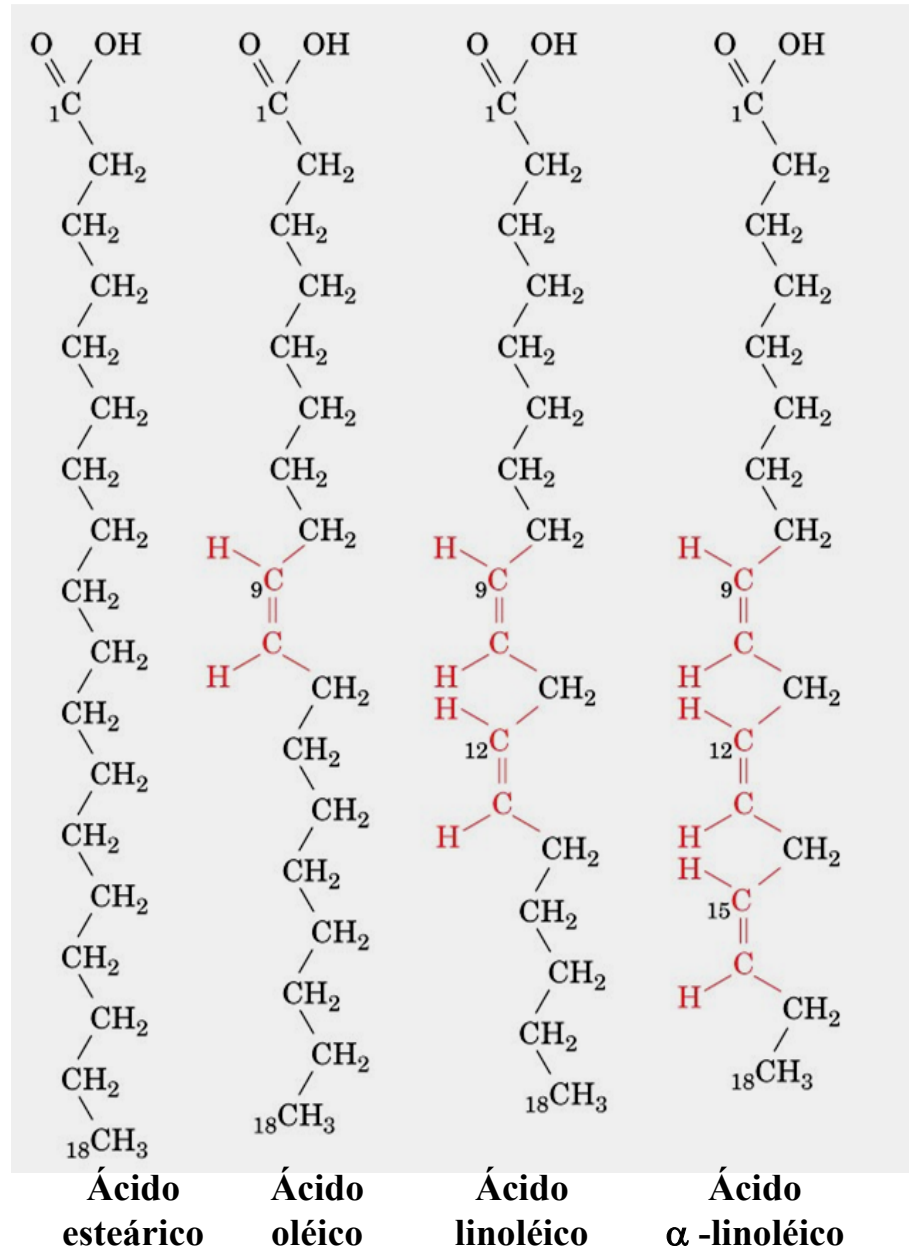
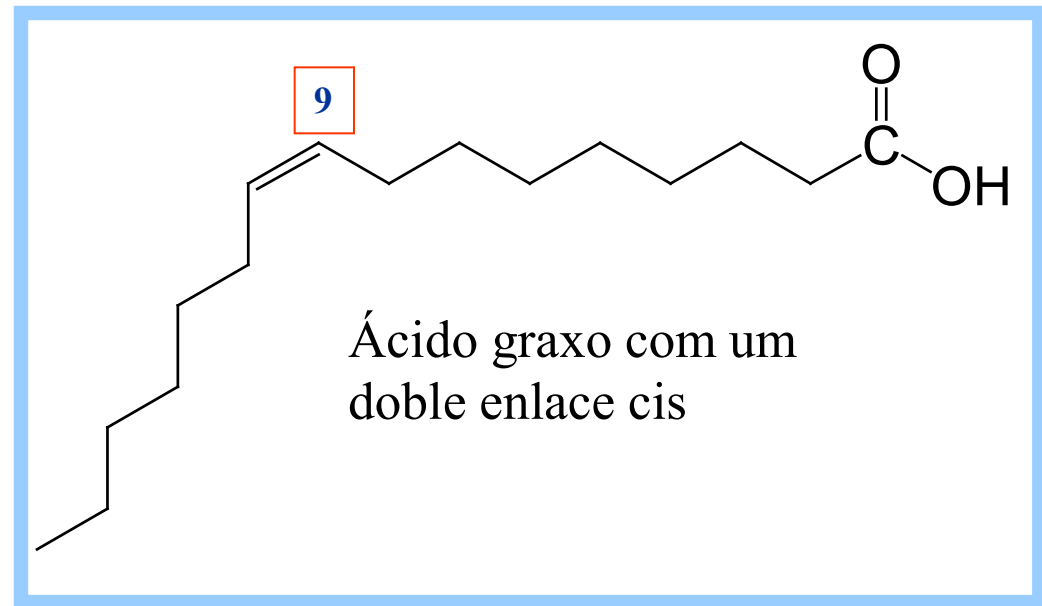


Tabela 2. Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível: Ácidos graxos

Número do Alimento	Descrição dos alimentos	Sa- turados (g)	Mono- insaturados (g)	Poli- insaturados (g)	12:0 (g)	14:0 (g)	16:0 (g)	18:0 (g)	20:0 (g)	22:0 (g)	24:0 (g)
36	Lasanha, massa fresca, crua	0,5	0,4	0,4			0,39	0,08			
42	Milho, verde, cru	0,2	0,2	0,6			0,16	0,01	Tr	Tr	Tr
43	Milho, verde, enlatado, drenado	0,6	0,8	0,9			0,49	0,06	0,01		
44	Mingau tradicional, pó	0,1	Tr	0,1	Tr		0,12	0,01			
45	Pamonha, barra para cozimento, pré-cozida	0,5	0,7	1,4		0,01	0,37	0,12	0,01	0,01	0,01
46	Pão, aveia, forma	1,1	1,0	1,6	Tr	0,01	0,62	0,40	0,01	0,01	
47	Pão, de soja	0,7	0,6	1,6		0,01	0,52	0,16	0,01	0,01	
48	Pão, glúten, forma	0,5	0,6	0,7		Tr	0,39	0,08	0,01	0,01	
49	Pão, milho, forma	0,6	0,6	1,0	0,01	0,01	0,47	0,11	0,01	0,01	
50	Pão, trigo, forma, integral	0,7	0,8	1,1	Tr	0,01	0,50	0,19	0,01	0,01	
51	Pão, trigo, francês	1,0	0,9	0,7	Tr	0,01	0,65	0,29	0,01	0,01	
52	Pão, trigo, sovado	0,8	0,7	0,7	0,01	0,01	0,66	0,14			
53	Pastel, massa, crua	2,1	1,7	0,9	0,02	0,03	1,50	0,49	0,02	0,02	0,01
54	Pastel, massa, frita	6,9	10,1	21,2		0,04	4,92	1,48	0,16	0,20	0,08
56	Torrada, pão francês	0,9	0,8	1,0		0,01	0,63	0,19	0,01	0,01	0,01
Verduras, hortaliças e derivados											
57	Abóbora, cabotian, cozida	0,1	0,2	0,2		Tr	0,12	0,02	Tr		
61	Abobrinha, italiana, cozida	0,1	Tr	0,1			0,05	Tr	Tr	Tr	Tr
71	Alfavaca, crua	0,1	Tr	0,2	Tr	Tr	0,11	0,02	Tr	Tr	Tr
74	Almeirão, refogado	0,8	1,1	2,6			0,53	0,19	0,02	0,02	Tr
79	Batata, frita, tipo chips, industrializada	12,9	11,9	4,0	0,10	0,25	10,98	1,30	0,11	0,02	0,02
82	Batata, inglesa, frita	2,1	3,4	6,6		0,01	1,41	0,52	0,05	0,06	0,01
83	Batata, inglesa, sauté	0,3	0,2	0,4	0,02	0,01	0,19	0,07	Tr	Tr	
88	Biscoito, polvilho doce	2,4	4,3	0,6		0,03	1,48	0,80	0,05	0,05	0,02
89	Brócolis, cozido	0,1	Tr	0,2		Tr	0,08	0,01	Tr	Tr	Tr
93	Caruru, cru	0,1	Tr	0,3	Tr	Tr	0,13	0,01		Tr	Tr
94	Catalonha, crua	0,1	Tr	0,1	Tr		0,06	Tr	Tr	Tr	Tr
97	Cenoura, cozida	Tr	Tr	0,1			0,03	Tr			
104	Couve, manteiga, refogada	1,0	1,6	3,6			0,70	0,25	0,03	0,03	0,01
106	Couve-flor, cozida	0,1	Tr	0,1			0,06	Tr	Tr		
108	Espinafre, refogado	0,9	1,3	2,9			0,60	0,22	0,02	0,03	0,02
109	Farinha, de mandioca, crua	0,1	0,1	Tr	Tr	Tr	0,08	0,02	Tr	Tr	Tr

- Saturados**: ligações simples
- Insaturados**: Uma ligação dupla
- Poliinsaturados**: Duas ou mais ligações duplas



Notação abreviada para um ácido graxo de 16 C com um doble enlace entre carbonos 9 e 10 é **16:1 cis Δ^9** .

Exemplo:

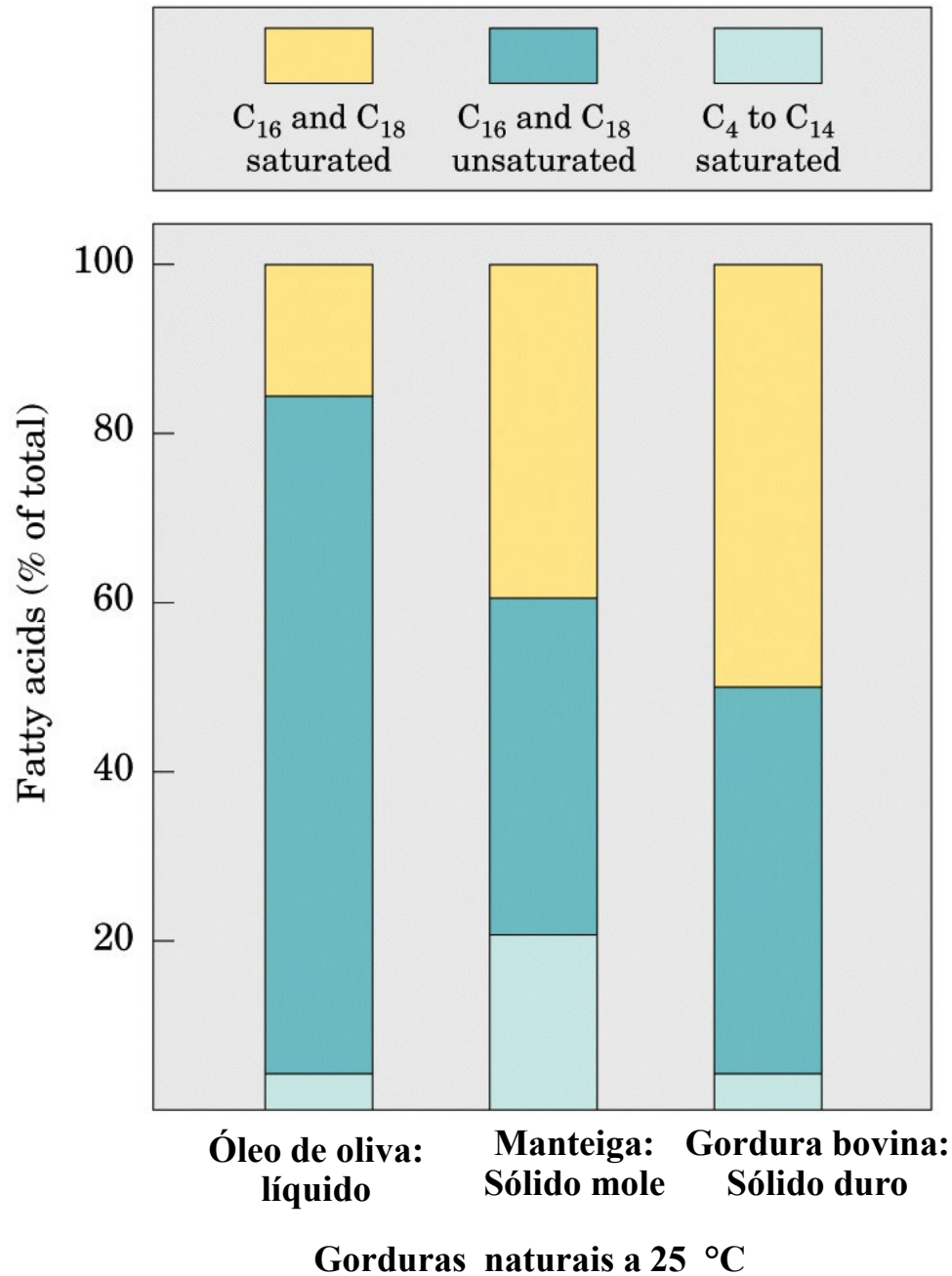
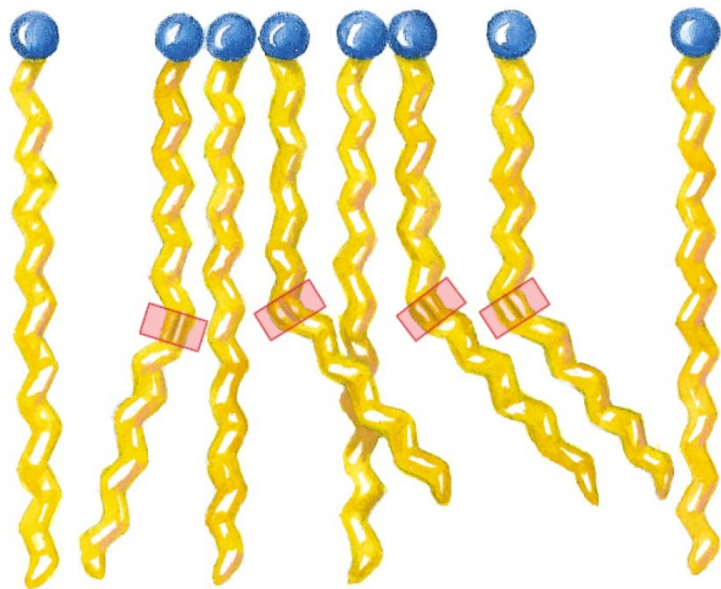
14:0 ácido mirístico

18:1 cis Δ^9 ácido oleico

18:2 cis $\Delta^{9,12}$ ácido linoleico

18:3 cis $\Delta^{9,12,15}$ α -linolênico

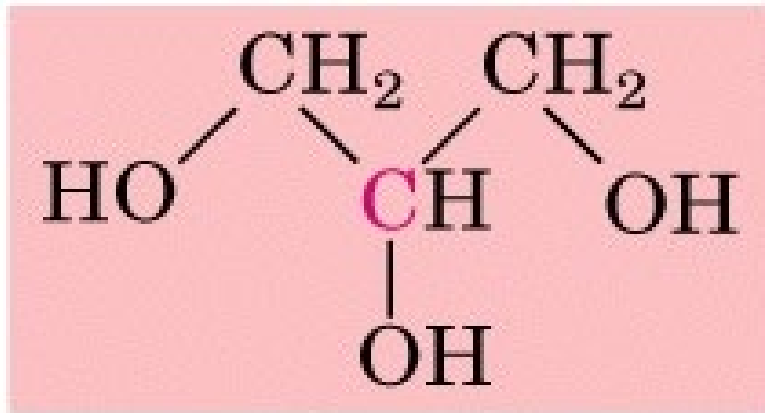
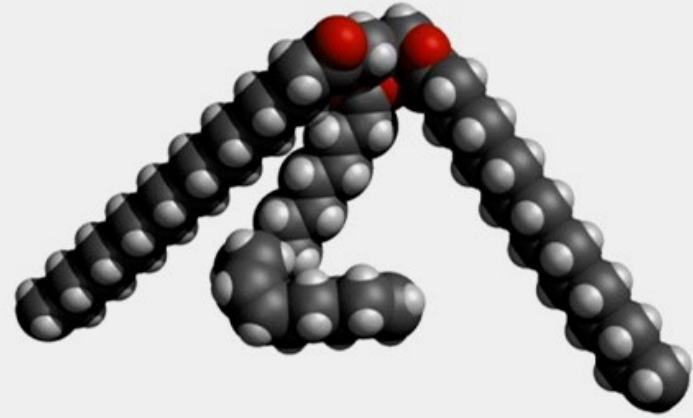
20:4 cis $\Delta^{5,8,11,14}$ araquidônico



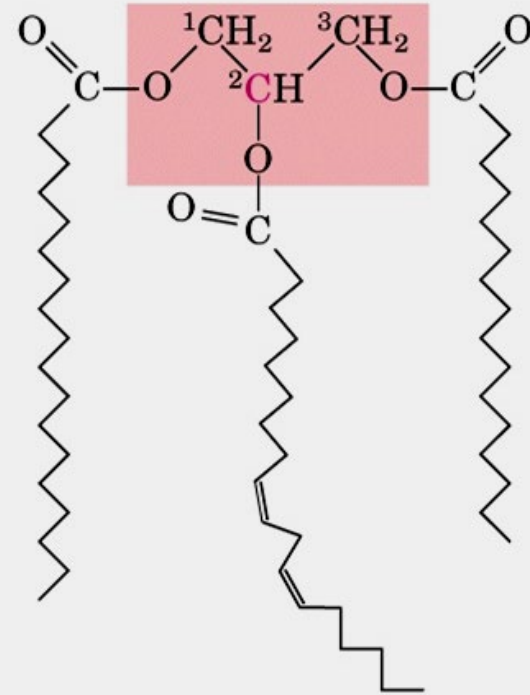
B. Triacilgliceróis:

Apolares, alimento de reserva

Glicerol + 3 moléculas de ácido graxo

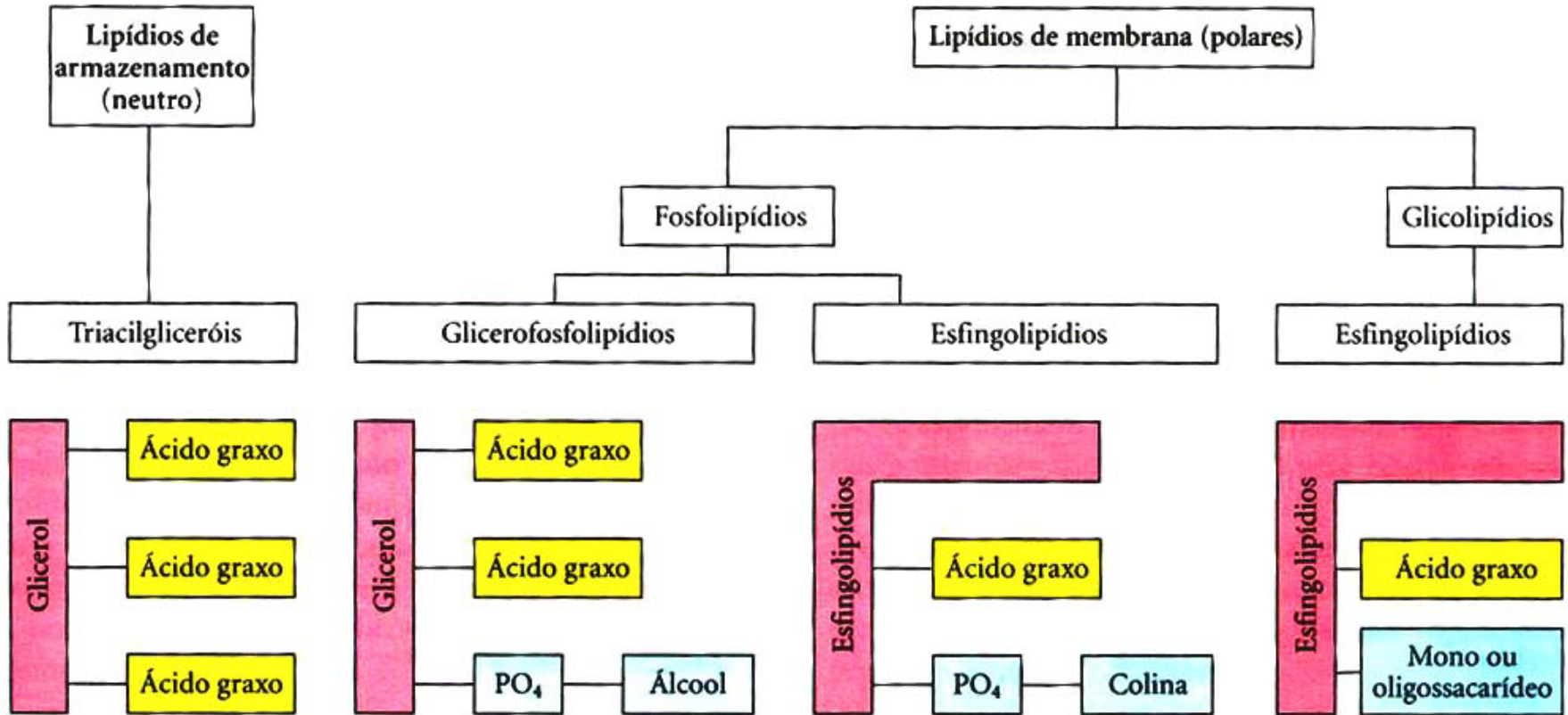


Glicerol



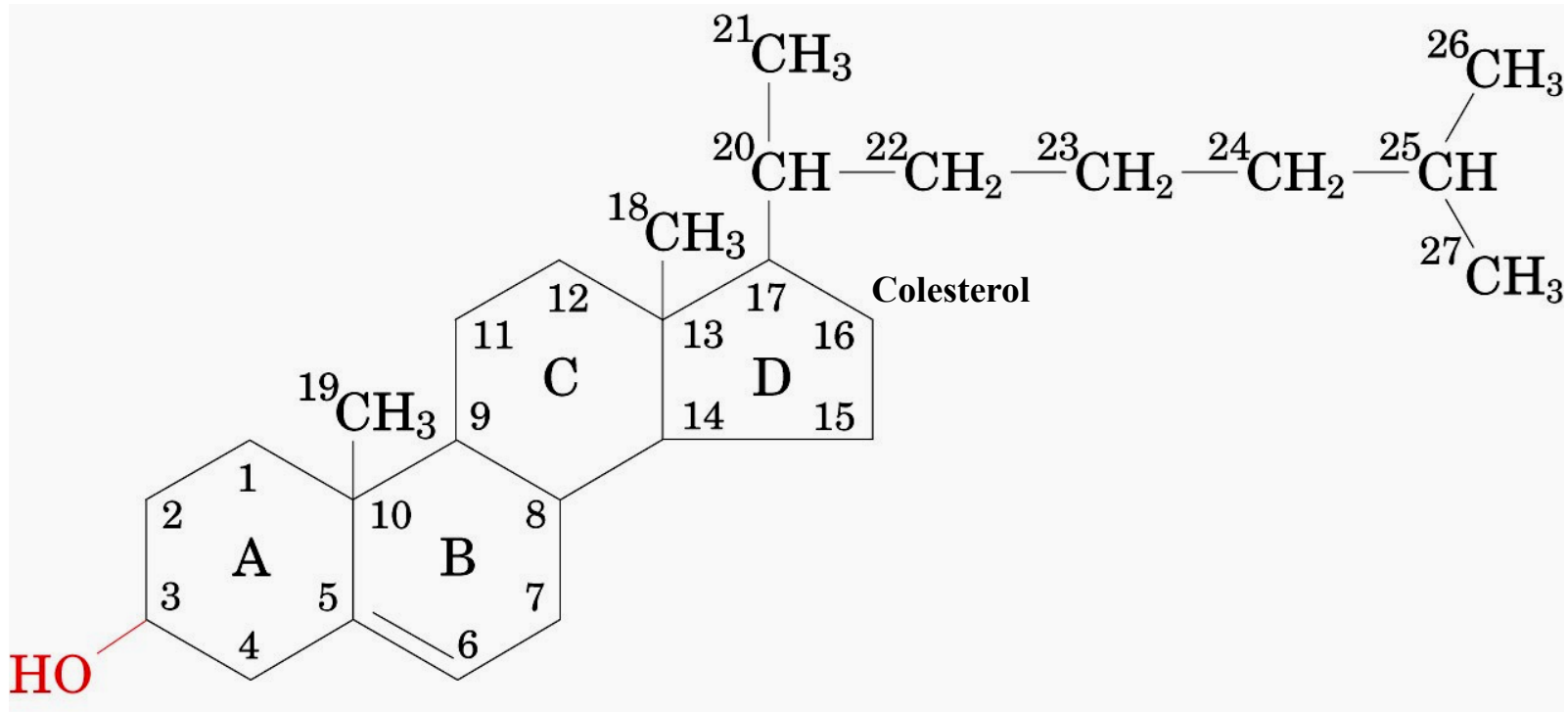
1-Stearoyl, 2-linoleoyl, 3-palmitoyl glycerol,
a mixed triacylglycerol

C. Lipídeos Compostos



Membranas Celulares, lipídios cerebrais, bainhas de mielina

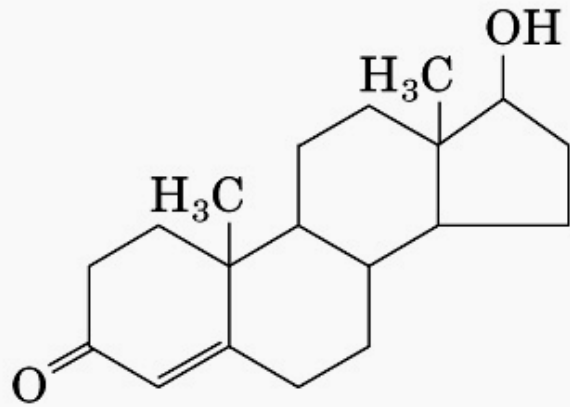
D. Esteróides



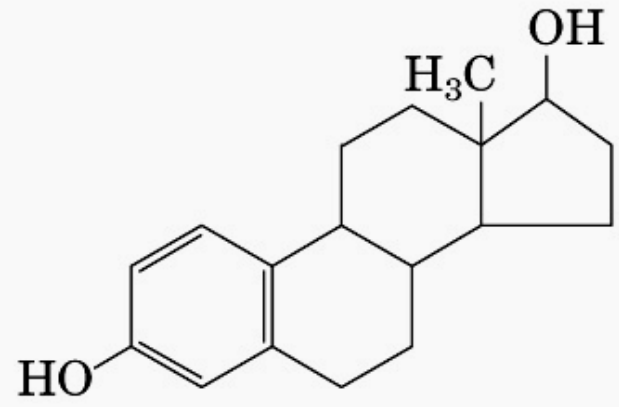
Colesterol é encontrado nas membranas, e é o precursor para as sínteses de hormônios esteróides e vitamina D.

Hormônios esteróides	Ação fisiológica
Glicocorticóides	Metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios. Cortisol.
Mineralocorticóides	Excreção de sal e água pelos rins. Aldosterona.
Androgênios e Estrogênios	Desenvolvimento e função sexual. Testosterona e Estradiol

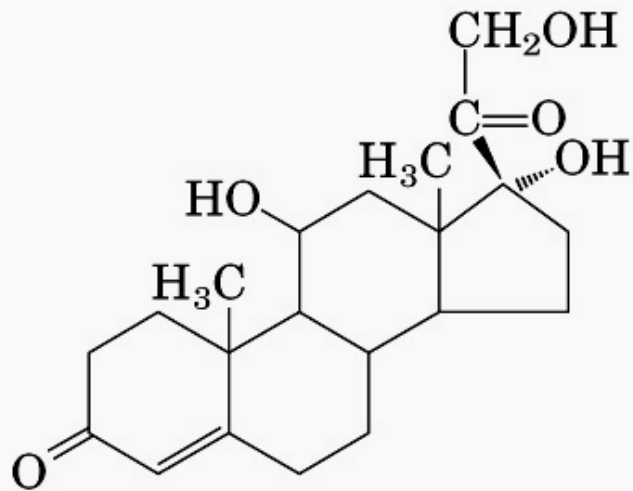
Vitaminas A, D, E e K



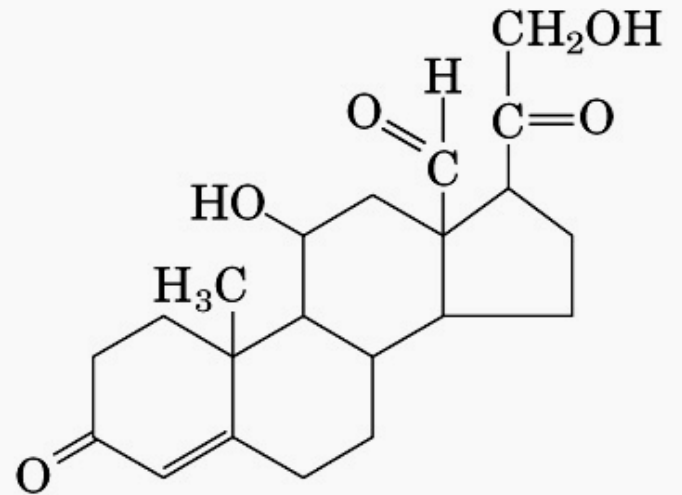
Testosterone



Estradiol



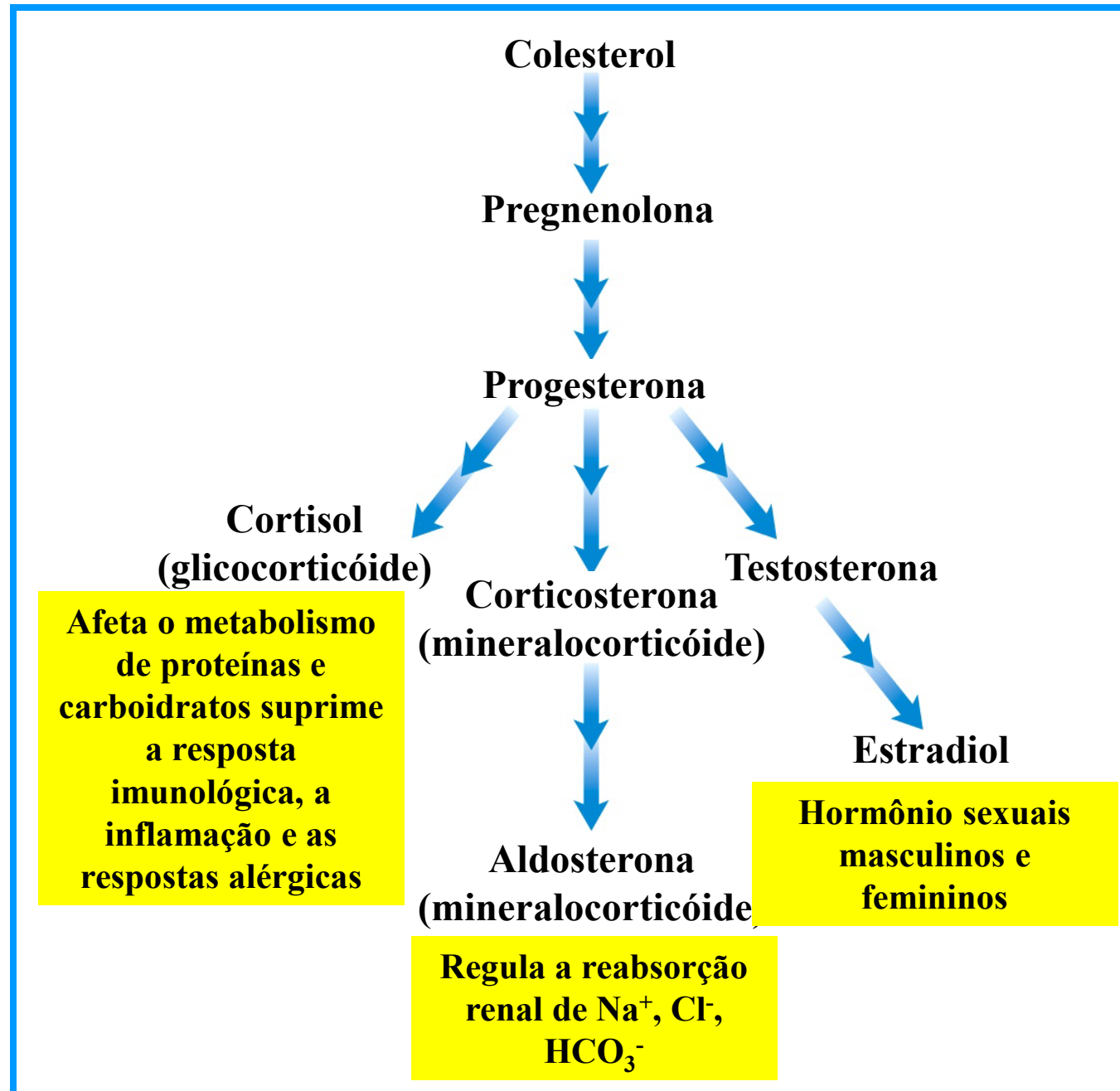
Cortisol



Aldosterone

Destino

- Membranas celulares
- Colesterol biliar
- Ácidos biliares
- Ésteres de colesterol
- Hormônios esteroides
- Vitamina D



Nome Sistemático

<i>Nome Comum</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Nome Sistemático</i>	
Palmítico	16:0	Hexadecanóico	
Esteárico	18:0	Octadecanóico	
Araquídico	20:0	Eicosanóico	
Palmitoléico	16:1(9)	Hexadecenóico	
Oléico	18:1(9)	Octadecenóico	ômega 9
Linoléico	18:2(9,12)	Octadecadienóico	ômega-6
Linolênico	18:3(9,12,15)	Octadecatrienóico	ômega-3
Araquidônico	20:4(5,8,11,14)	Eicosatetraenóico	



Colesterol BOM (HDL-c) e Colesterol RUIM (LDL-c)

O HDL-c é considerado bom porque tem a função de retirar o excesso de colesterol do corpo e levá-lo até o fígado. E o fígado, por sua vez, metaboliza estes excessos e os elimina. O LDL-c faz o contrário, leva o colesterol para os tecidos e, com isso, favorece o acúmulo de placas de gordura nas artérias (Ateroma).

Aspectos Nutricionais

Nutrição x Doença Cardiovascular

- Ácidos Graxos Saturados: os ácidos láurico, mirístico e palmítico elevam o colesterol LDL.
- Ácidos Graxos ω -6: reduzem o colesterol LDL e o HDL.
- Ácidos Graxos ω -3: reduzem os triacilgliceróis plasmáticos e reduzem o risco de formação de trombos.
- Ácidos Graxos Monoinsaturados: reduzem o colesterol LDL sem afetar o colesterol HDL.

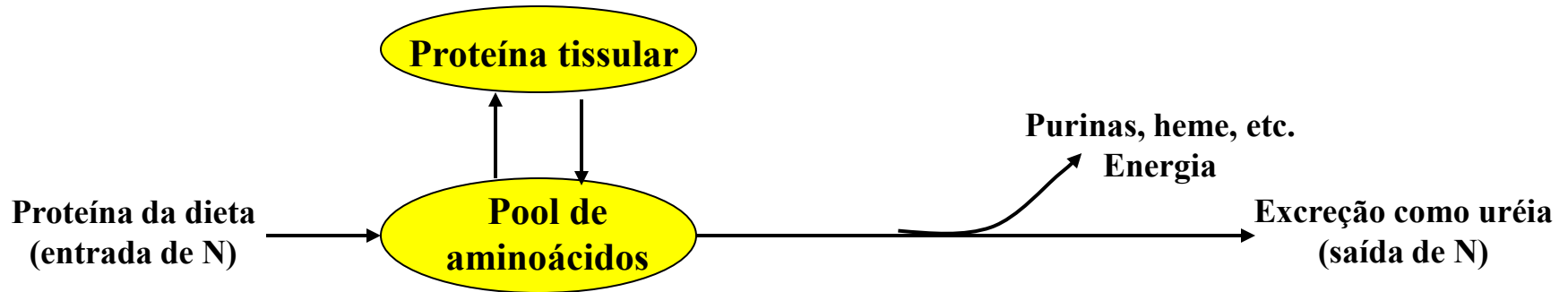
Proteínas

Função;

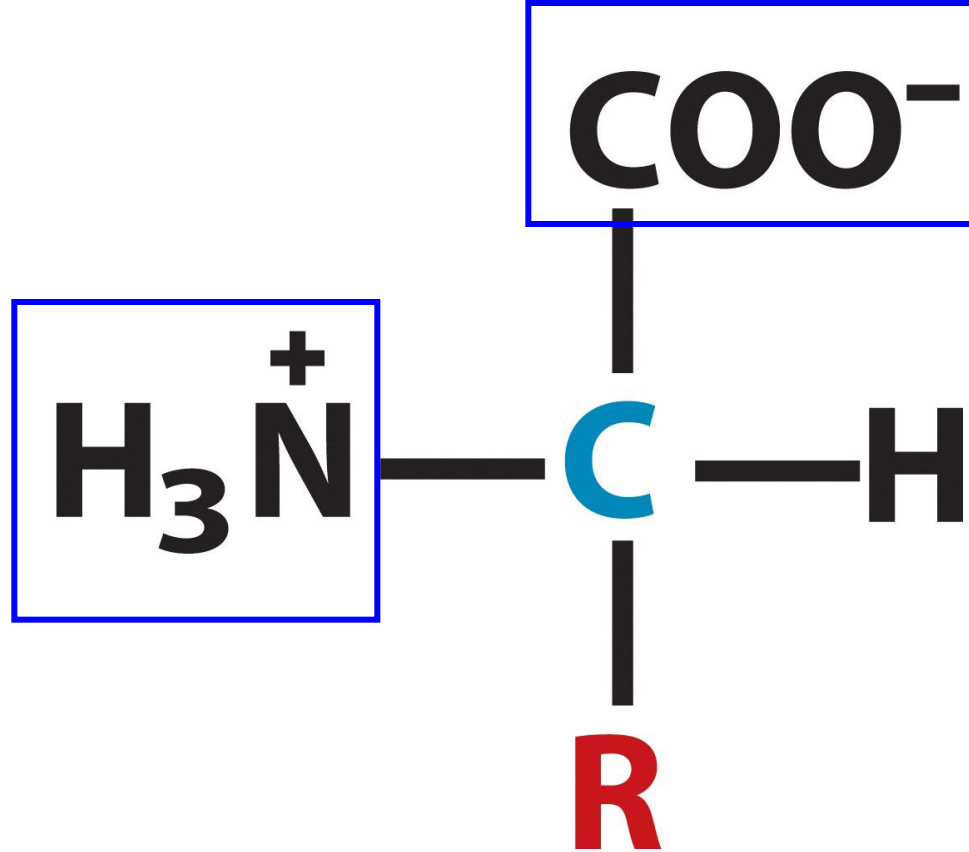
-Proteínas do tecido corporal

-Enzimas

-Hormônios, etc.



Aminoácido

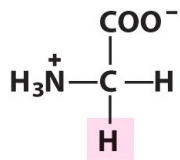


Não Essenciais

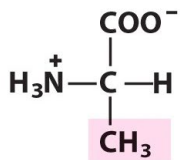
Glicina
Alanina
Serina
Cisteína
Tirosina
Arginina
Glutamina
Prolina
Ácido aspártico
Ácido glutâmico
Histidina
Asparagina

Essenciais

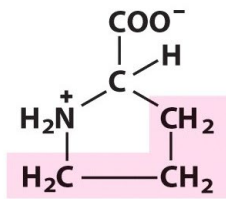
Fenilalanina
Valina
Triptofano
Treonina
Lisina
Leucina
Isolucina
Metionina



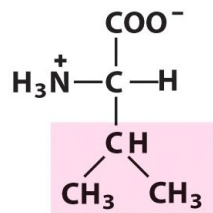
Glycine



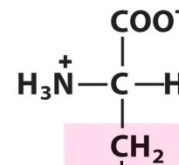
Alanine



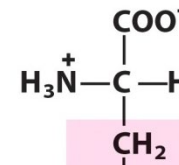
Proline



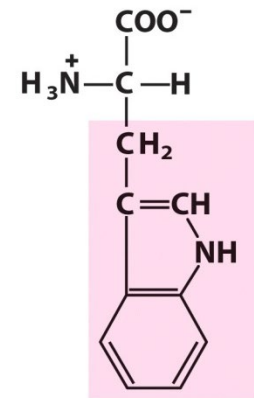
Valine



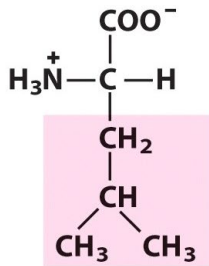
Phenylalanine



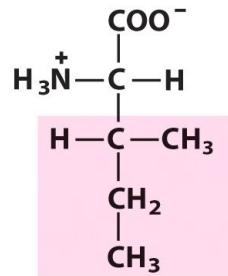
Tyrosine



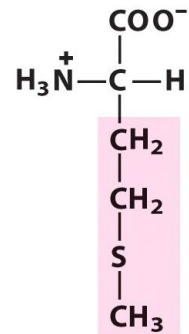
Tryptophan



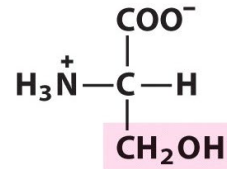
Leucine



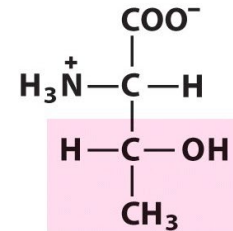
Isoleucine



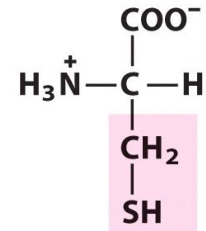
Methionine



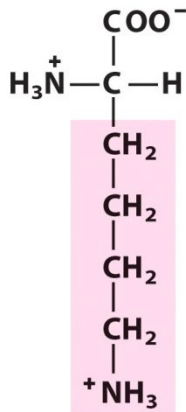
Serine



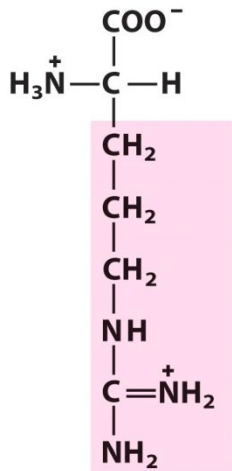
Threonine



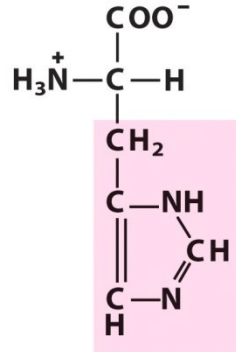
Cysteine



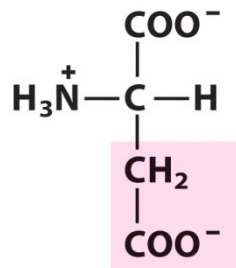
Lysine



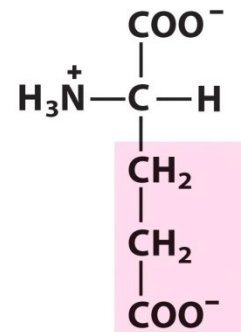
Arginine



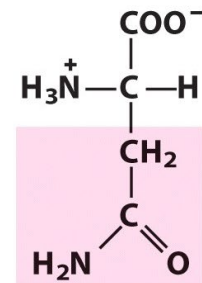
Histidine



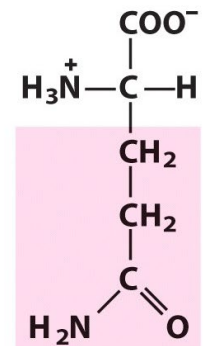
Aspartate



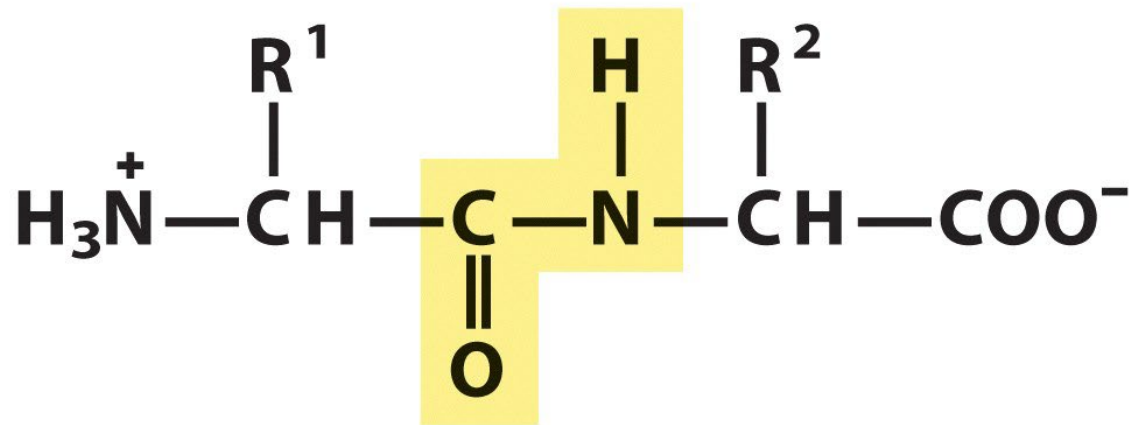
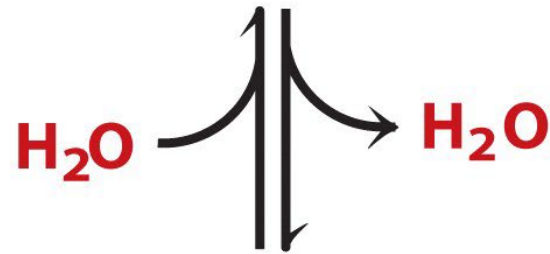
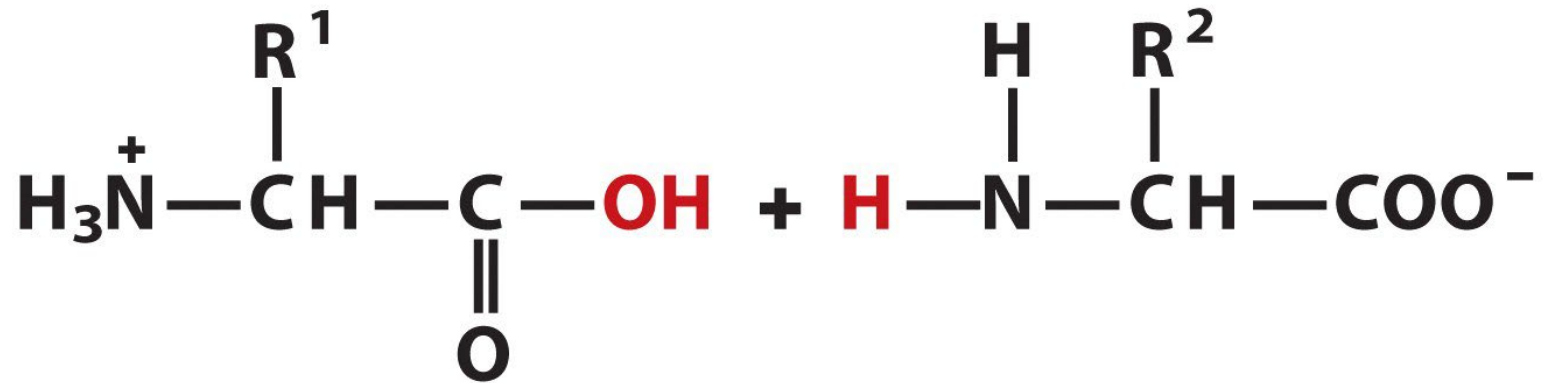
Glutamate



Asparagine

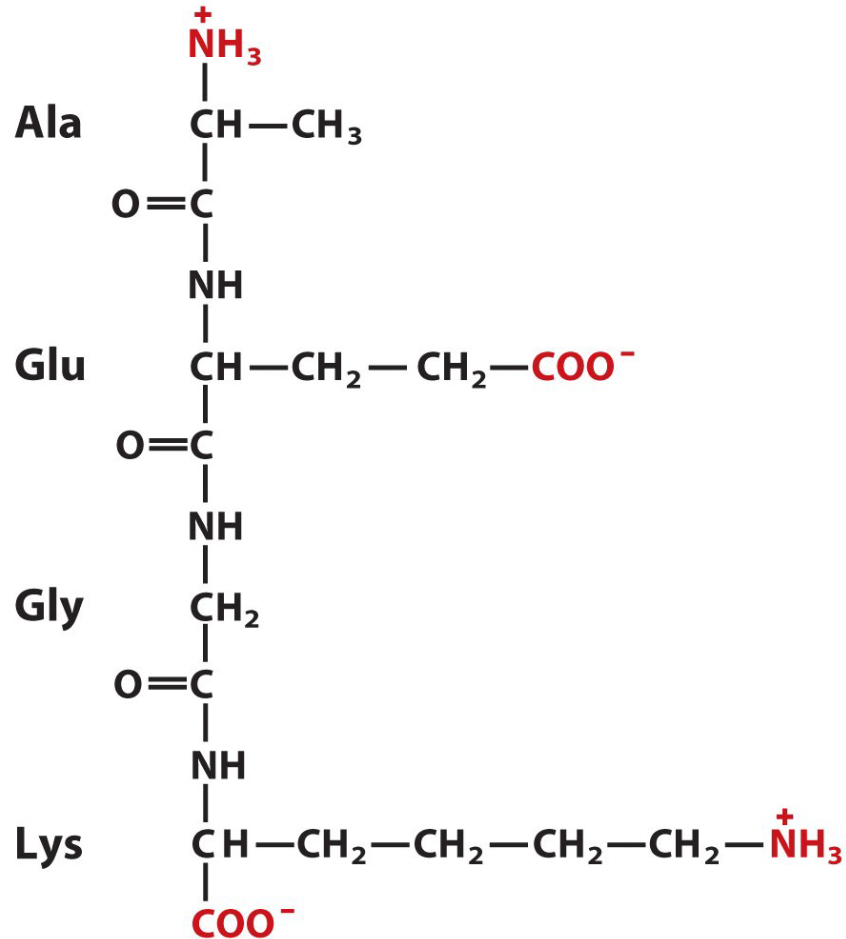


Glutamine



Enlace Peptídico

Proteína



- Hormônios protéicos: TSH, FSH, LH, ACTH, GH e PRL
- Hormônios peptídicos: ocitossina e vasopressina.

Estudo 2

- Estrutura de Proteínas:



fscha@usp.br

2024