



# Estrutura, classificação e propriedades dos lipídeos

Bioquímica e Metabolismo Animal

Carla Maris Bittar



# Conceito

- Insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos
  - Lecitina: parcialmente solúvel em água e insolúvel em acetona
  - Esfingomielina e cerebrosídeos: insolúveis em éter
- Gorduras, cêras, óleos
- Ác. Graxos essenciais e vitaminas
- Elevado valor energético

# Função

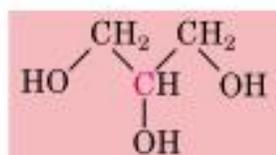
- Componentes de Membrana Celular
  - Barreira de proteção para a célula
  - Controlam o fluxo de materiais
- Estoque de Energia
  - Armazenados no tecido adiposo
- Hormônios e Vitaminas
  - Hormônios – comunicação entre as células
  - Vitaminas – regulação de processos biológicos
- Proteção
  - Choques mecânicos
  - Isolamento térmico

# Classificação

## 1. Simples

- Ésteres de ácidos graxos com álcool

### a) Gorduras ou óleos



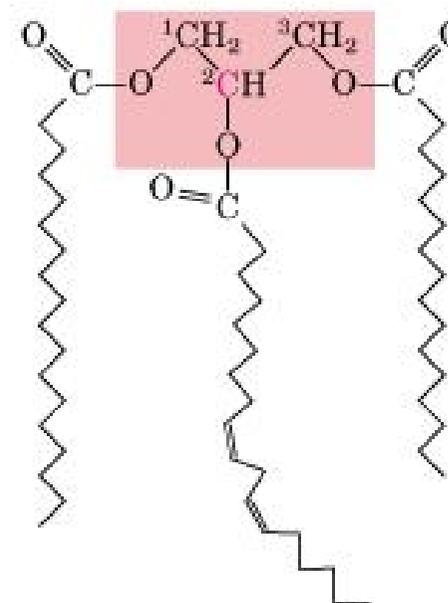
Glicerol

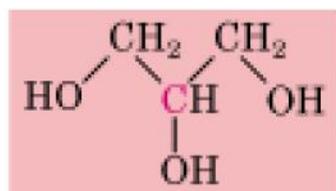
+

Esteárico

Linolêico

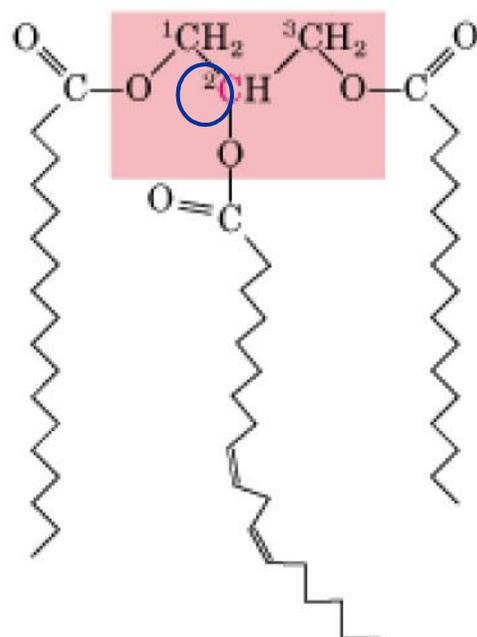
Palmítico



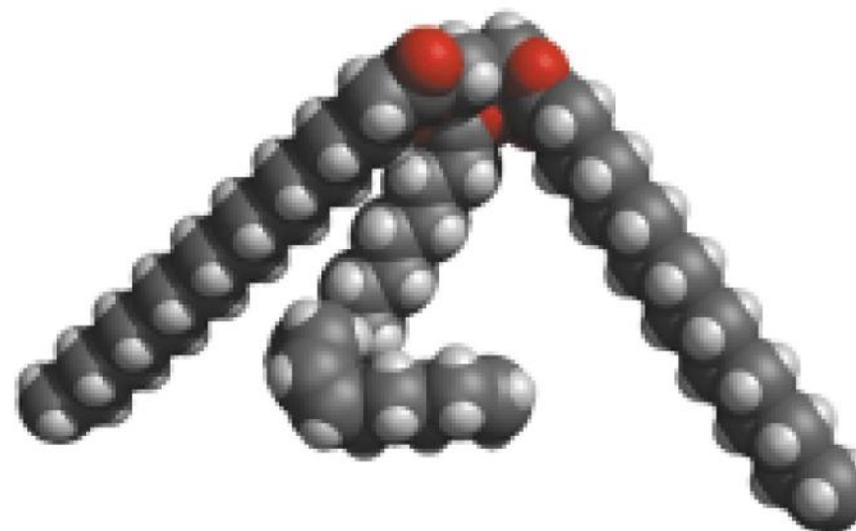


Glycerol

Apolares  
Hidrofóbicos  
Insolúveis



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



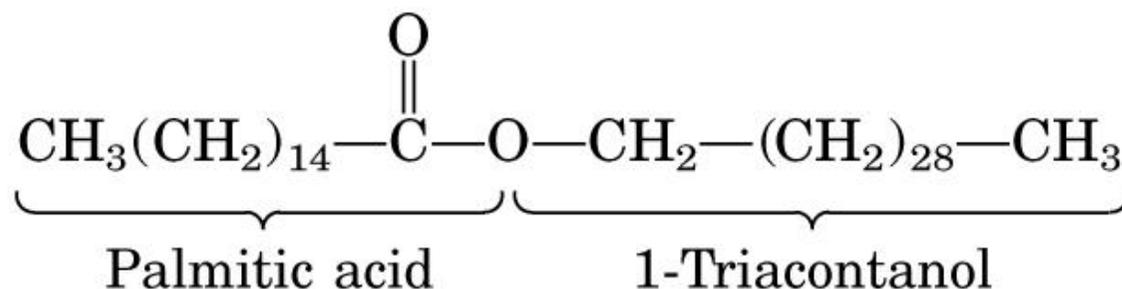


# Classificação

b) Ceras: AG longos e álcool de alto PM



- Verdadeiras: miricil cerotato, miricil palmitato
- Ésteres de colesterol: esteróides + AG
- Ésteres de Vit. A e D



# Ceras

- Resistentes e indigestíveis
  - Armazenamento de energia: plactons
  - Estrutura
  - Proteção
    - Pele, pelo, penas
    - Folhas de plantas
- Importância na indústria de cosméticos

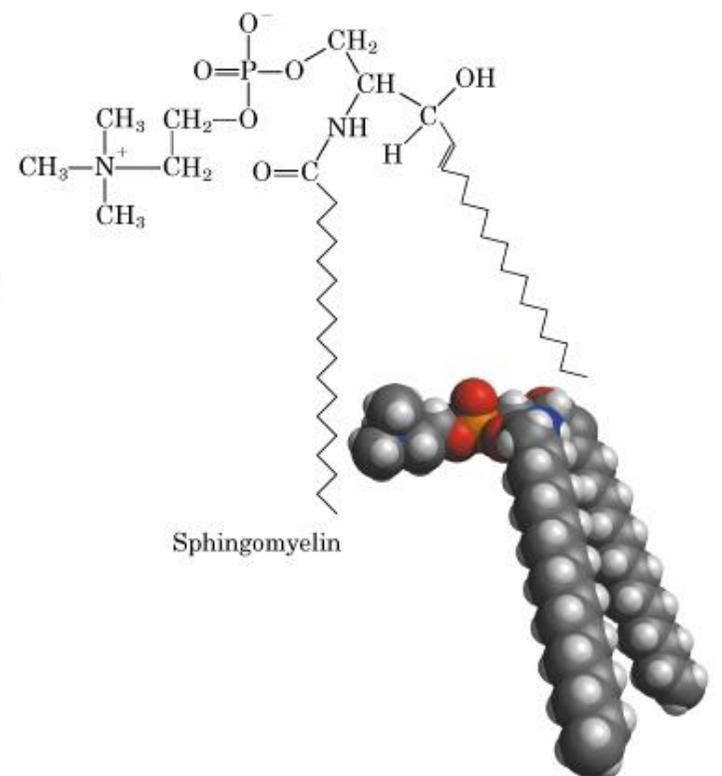


# Classificação

## 2. Compostos ou conjugados: Outros grupos químicos

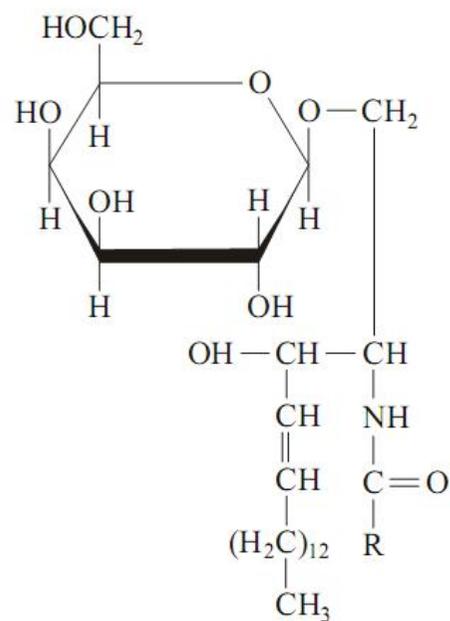
### a) Fosfolipídeos ou fosfatídeos: fosfato

- Lecitina
- Cefalinas
- Esfingomiéline
- Ácido fosfatídico



# Classificação

b) Glicosfingolipídeos: carboidratos



Cerebrosídeo



# Classificação

## 3. Derivativos de lipídeos

### a) Alcoóis

- Cadeira reta: palmitil ( $\text{CH}_{16}\text{H}_{33}-\text{OH}$ )  
estearil ( $\text{CH}_{18}\text{H}_{37}-\text{OH}$ )
- Esteróis: ciclopentano-peridro-fenantreno  
Colesterol, sitosterol e estigmasterol, ergosterol

### b) Ácidos Graxos Livres

### c) Hidrocarbonetos

- Alifáticos
- Carotenóides

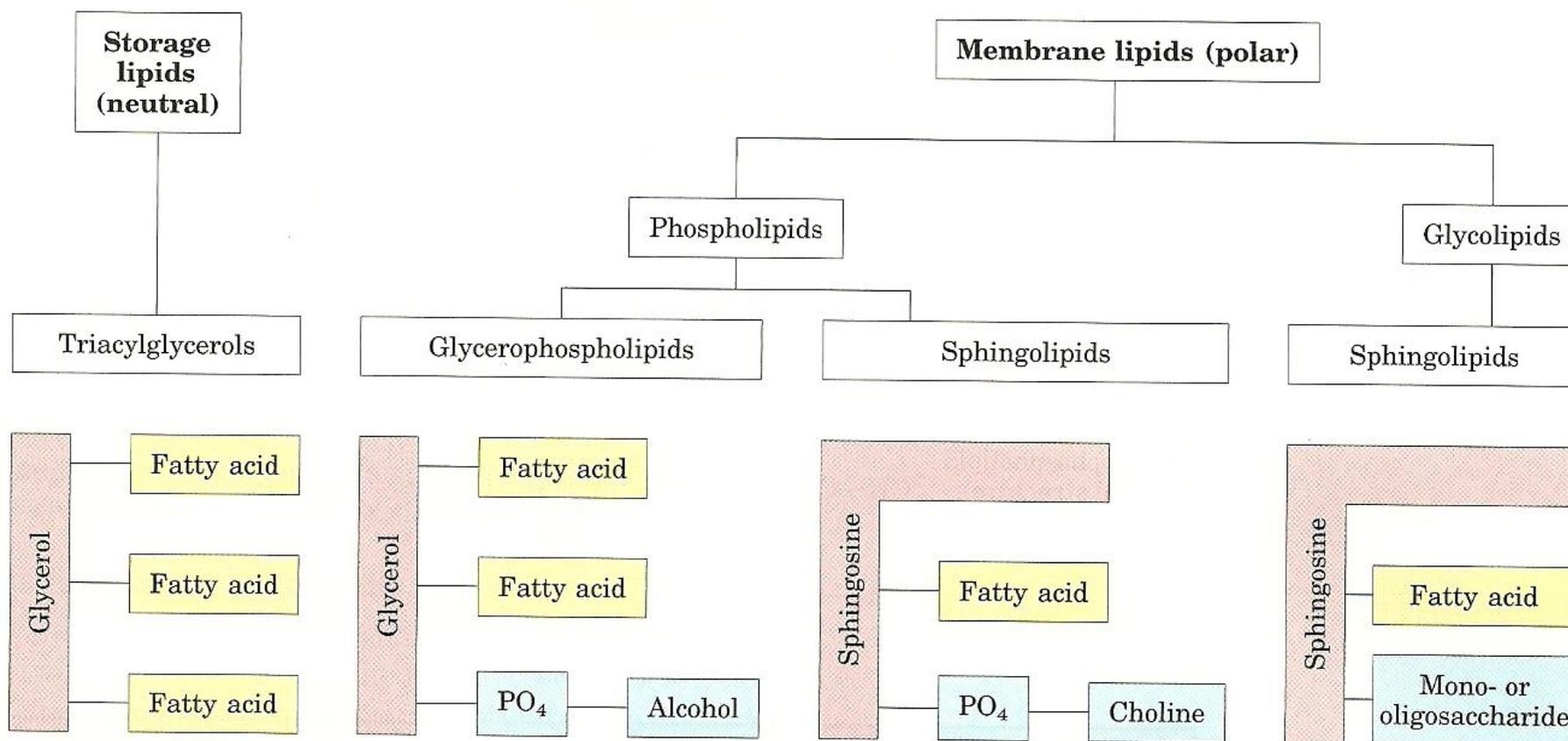
### d) Vit. A, D, E e K

# Classificação

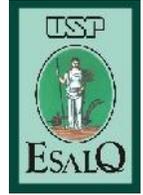


- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomeielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomielina, glicosfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos,  
leucotrienos

# Classificação



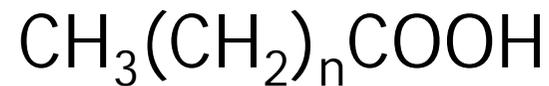
# Classificação



- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomeielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomielina, glicosfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos

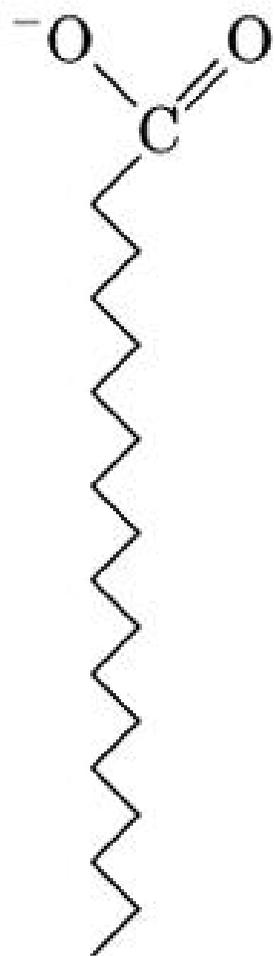
# Ácidos graxos

- Ácidos monocarboxílicos de cadeia longa



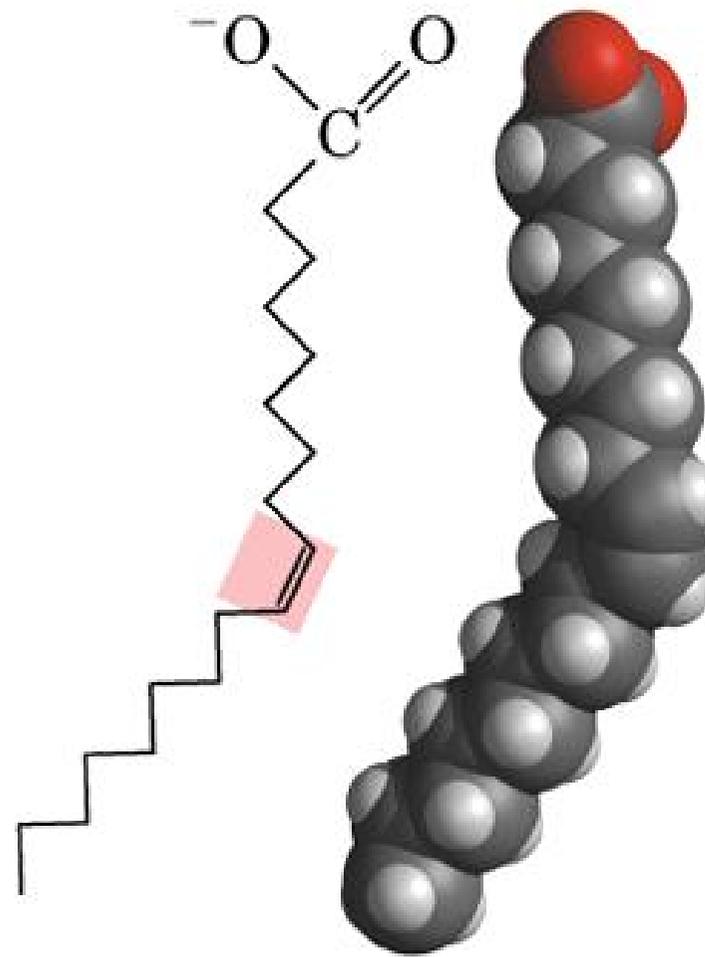
- Comprimento:  $\text{C}_4 - \text{C}_{36}$
- Cadeia linear não ramificada
- Saturados ou insaturados
- Isomeria: cis e trans

Carboxyl  
group



Hydrocarbon  
chain

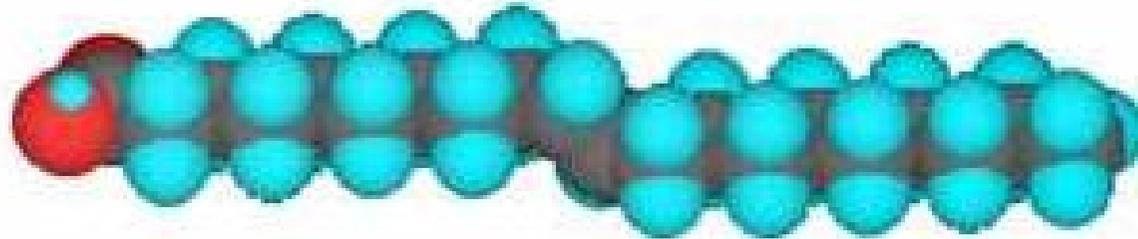
(a)



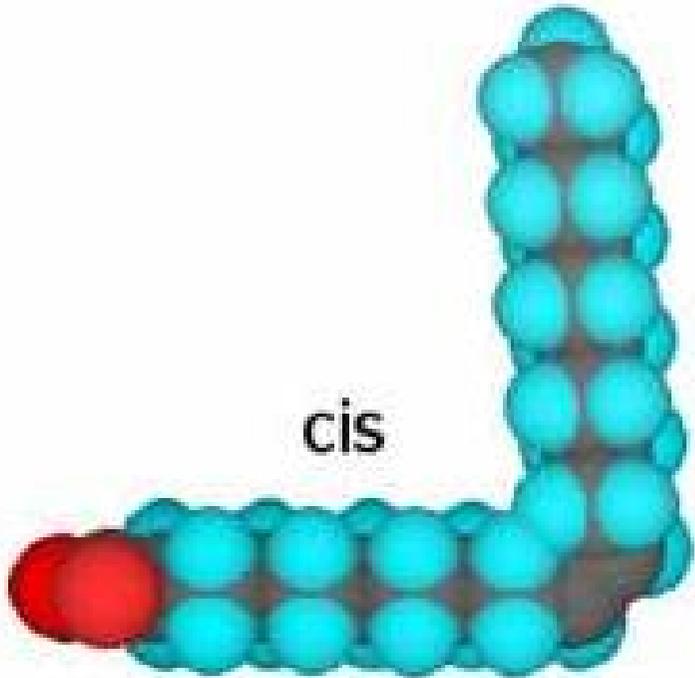
(b)

# Ácidos Graxos Insaturados

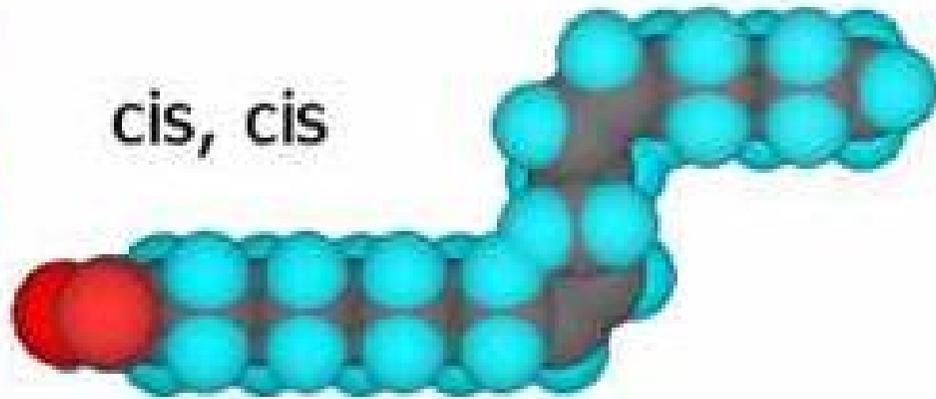
trans



cis



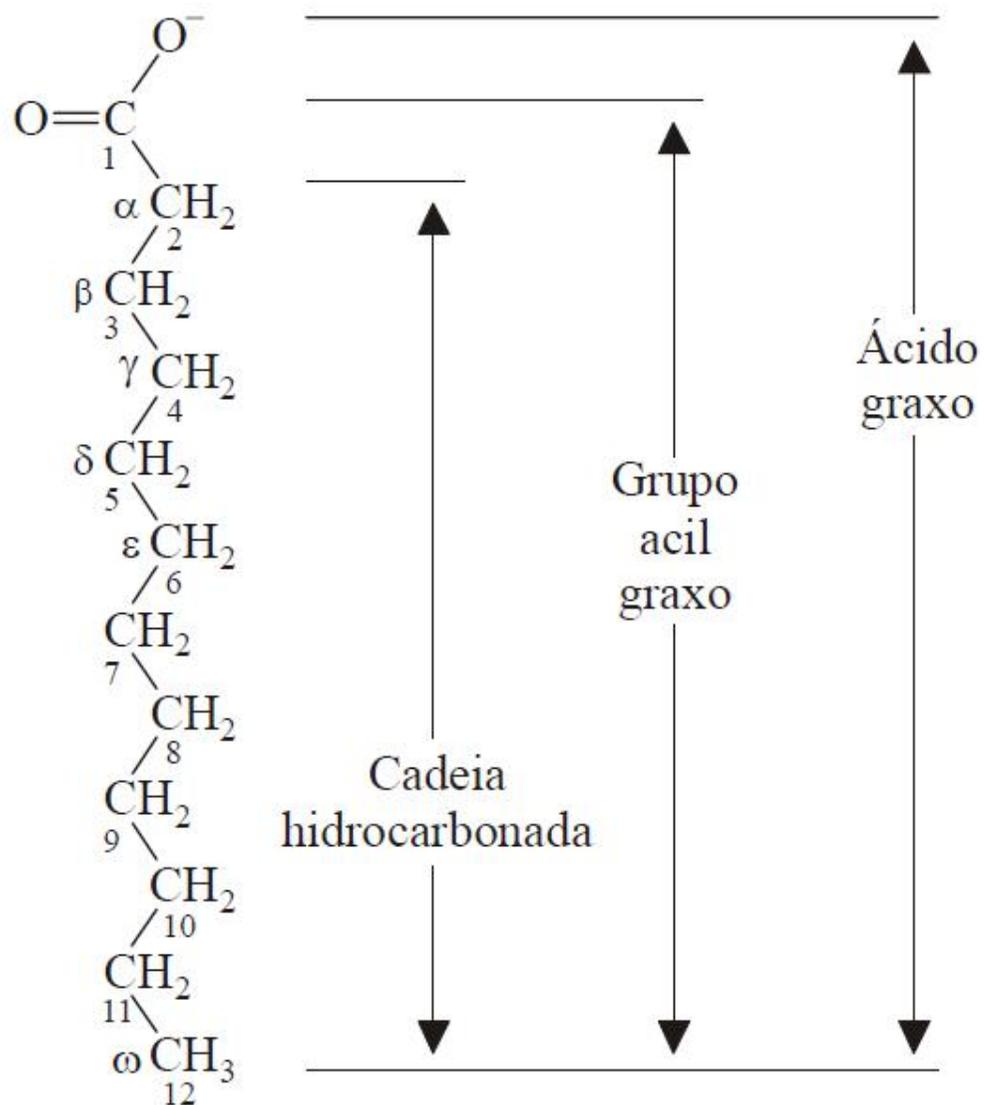
cis, cis



## Some Naturally Occurring Fatty Acids

Carbon skeleton	Structure*	Systematic name <sup>†</sup>	Common name (derivation)	Melting point (°C)	Solubility at 30 °C (mg/g solvent)	
					Water	Benzene
12:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	<i>n</i> -Dodecanoic acid	Lauric acid (Latin <i>laurus</i> , "laurel plant")	44.2	0.063	2,600
14:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	<i>n</i> -Tetradecanoic acid	Myristic acid (Latin <i>Myristica</i> , nutmeg genus)	53.9	0.024	874
16:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	<i>n</i> -Hexadecanoic acid	Palmitic acid (Latin <i>palma</i> , "palm tree")	63.1	0.0083	348
18:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	<i>n</i> -Octadecanoic acid	Stearic acid (Greek <i>stear</i> , "hard fat")	69.6	0.0034	124
20:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	<i>n</i> -Eicosanoic acid	Arachidic acid (Latin <i>Arachis</i> , legume genus)	76.5		
24:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> COOH	<i>n</i> -Tetracosanoic acid	Lignoceric acid (Latin <i>lignum</i> , "wood" + <i>cera</i> , "wax")	86.0		
16:1(Δ <sup>9</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	-0.5		
18:1(Δ <sup>9</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid (Latin <i>oleum</i> , "oil")	13.4		
18:2(Δ <sup>9,12</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid (Greek <i>linon</i> , "flax")	-5		
18:3(Δ <sup>9,12,15</sup> )	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α-Linolenic acid	-11		
20:4(Δ <sup>5,8,11,14</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -5,8,11,14-Icosatetraenoic acid	Arachidonic acid	-49.5		

# Nomenclatura





# Nomenclatura

Símbolo numérico	Estrutura	Nome comum
<i>Ácidos Graxos Saturados</i>		
12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Ác. Láurico
14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Ác. Mirístico
16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Ác. Palmítico
18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Ác. Esterárico
20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Ác. Araquídico
22:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	Ác. beênico
24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	Ác. Lignocérico
<i>Ácidos Graxos Insaturados</i>		
16:1 $\Delta^9$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ác. Palmitoléico
18:1 $\Delta^9$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ác. Oléico
18:2 $\Delta^{9,12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ác. Linolêico
18:3 $\Delta^{9,12,15}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ác. Linolênico
20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Ác. Araquidônico



# Nomenclatura

<b>Símbolo numérico</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Fonte</b>
4:0	Butírico	Gordura do leite
10:0	Cáprico	Gordura do leite
12:0	Láurico	Lauraceae
14:0	Mirístico	Gordura coco
16:0	Palmítico	Gordura coco
18:0	Esteárico	Cacau, gordura animal
18:1 $\Delta^9$	Oléico	Oliva, abacate
18:2 $\Delta^{9,12}$	Linolêico	Vegetais
18:3 $\Delta^{9,12,15}$	Linolênico	Linhaça
20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$	Araquidônico	Gordura animal

# Propriedades

- Ponto de fusão
  - Saturados: aumenta com o número de carbonos

Ác. Graxo	Ponto de fusão (°C)
4:0	-8,0
6:0	-3,4
8:0	16,7
10:0	31,6
12:0	44,2
13:0	41,5
14:0	54,4
15:0	52,3
16:0	62,9
18:0	69,6
20:0	75,4
22:0	80,0
24:0	84,2

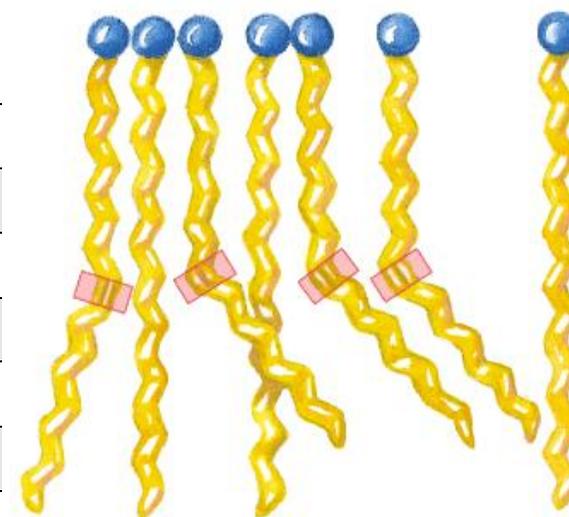


Saturated  
fatty acids

# Propriedades

- Ponto de fusão
  - Insaturados
    - diminui com duplas ligações e isomeria cis

Ác. Graxo	Ponto de fusão (°C)
Palmitoléico 16:1	0,5
Oléico 18:1 $\Delta^9$ cis	13,0
Elaídico 18:1 $\Delta^9$ trans	44,0
Petroselinico 18:1 $\Delta^6$ cis	30,0
Octadecenóico 18:1 $\Delta^2$ cis	59,0
Linoléico 18:2	-5,0
Linolênico 18:3	-11,0
Araquidônico 20:4	-50,0



Mixture of saturated and unsaturated fatty acids

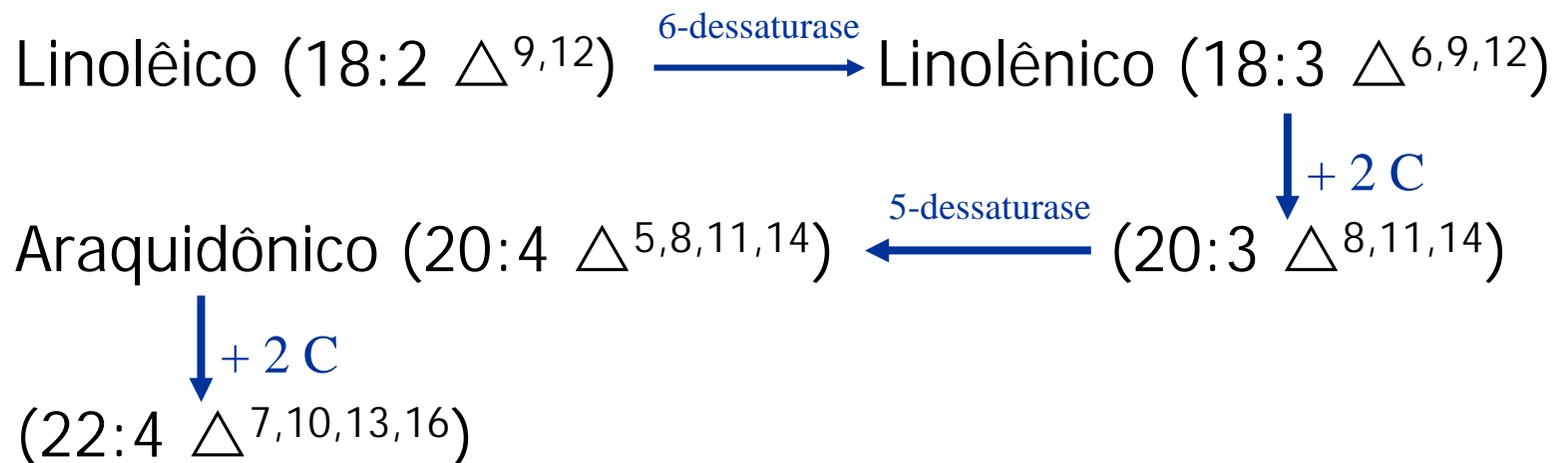
### Some Naturally Occurring Fatty Acids

Carbon skeleton	Structure*	Systematic name <sup>†</sup>	Common name (derivation)	Melting point (°C)	Solubility at 30 °C (mg/g solvent)	
					Water	Benzene
12:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	<i>n</i> -Dodecanoic acid	Lauric acid (Latin <i>laurus</i> , "laurel plant")	44.2	0.063	2,600
14:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	<i>n</i> -Tetradecanoic acid	Myristic acid (Latin <i>Myristica</i> , nutmeg genus)	53.9	0.024	874
16:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	<i>n</i> -Hexadecanoic acid	Palmitic acid (Latin <i>palma</i> , "palm tree")	63.1	0.0083	348
18:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	<i>n</i> -Octadecanoic acid	Stearic acid (Greek <i>stear</i> , "hard fat")	69.6	0.0034	124
20:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	<i>n</i> -Eicosanoic acid	Arachidic acid (Latin <i>Arachis</i> , legume genus)	76.5		
24:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> COOH	<i>n</i> -Tetracosanoic acid	Lignoceric acid (Latin <i>lignum</i> , "wood" + <i>cera</i> , "wax")	86.0		
16:1(Δ <sup>9</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	-0.5		
18:1(Δ <sup>9</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid (Latin <i>oleum</i> , "oil")	13.4		
18:2(Δ <sup>9,12</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid (Greek <i>linon</i> , "flax")	-5		
18:3(Δ <sup>9,12,15</sup> )	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α-Linolenic acid	-11		
20:4(Δ <sup>5,8,11,14</sup> )	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -5,8,11,14-Icosatetraenoic acid	Arachidonic acid	-49.5		

# Ácidos graxos essenciais



- 1930, Burr & Burr
  - Deficiência aguda em ratos submetidos a dieta sem gordura
  - Eliminada pela adição de linolêico e araquidônico
  - Deficiência de prostaglandinas produzidas de AG com 20 C sintetizados a partir do linolêico (18:2)



# Propriedades



- Solubilidade: cadeia de hidrocarbonetos apolar é responsável pela baixa solubilidade
- Solubilidade dos sais de ác. graxos
  - Sódio e Potássio: solúveis em água
  - Cálcio e Magnésio: insolúveis
    - Gorduras protegidas
    - Adequar teor de Ca em dietas para monogástricos quando se tem alto teor de lipídeos

# Composição em ácidos graxos

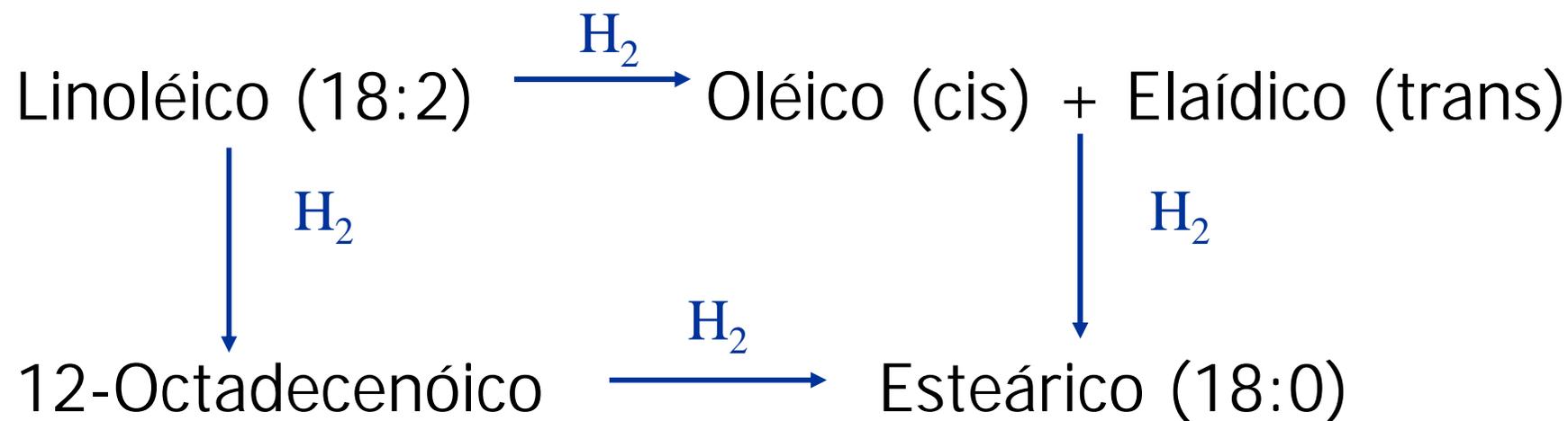
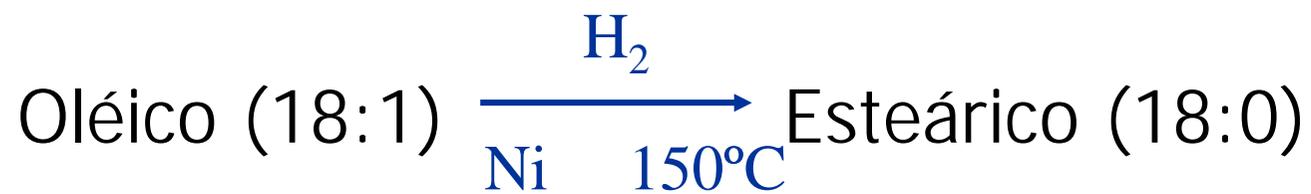


- Efeito da temperatura:
  - Quanto menor a temperatura, maior a proporção de AGI
  - Vegetais
    - ponto de fusão de óleos conforme região de produção
    - geadas
  - Animais
    - Variação conforme a localização no corpo
    - Membranas mais insaturadas permanecem fluídas mesmo em baixa temperatura

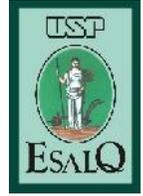


# Propriedades

- Hidrogenação: Níquel e temperatura



# Composição em ácidos graxos



- Gordura de monogástricos  $\neq$  Gordura de ruminantes
- AG de ruminantes  $\neq$  AG dos alimentos consumidos
- Até anos 50 acreditava-se que a biohidrogenação ocorria nos tecidos
- Reiser (1951): hidrogenação ocorre no rúmen

# Composição da dieta

## Composição de ácidos graxos de diversos alimentos

Ácido Graxo	Feno de Alfafa	Pasto de Gramínea	Grão de Soja	Grão de Milho	Sebo	Gordura Protegida
	-----% dos ácidos graxos totais-----					
Mirístico (14:0)	0,9	1,1	---	---	3,0	1,0
Palmítico (C16:0)	33,9	15,9	12,4	14,3	25,0	43,0
Palmitoléico (C16:1)	1,2	2,5	---	0,1	6,0	---
Esteárico (C18:0)	3,8	2,0	3,7	1,9	18,0	4,0
Oléico (C18:1)	3,0	3,4	25,4	39,0	39,0	34,0
Linoléico (C18:2)	24,0	13,2	50,6	43,5	5,0	8,0
Linolênico (C18:3)	31,0	61,3	7,9	1,1	1,0	---
Ác. Graxos Totais (% do EE)	40	57	90	65	---	---

Fonte: Adaptado de Palmquist & Jenkins (1980), citados por Byers & Schelling (1988); e Bauman et al., 2003.

# Composição em ácidos graxos



Composição em ácidos graxos de gordura de animais herbívoros (% de AG totais)

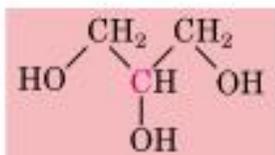
<b>Ac. Graxo</b>	<b>Ovelha</b>	<b>Bovino</b>	<b>Coelho</b>	<b>Eqüino</b>
Mirístico	3	2	3	5
Palmítico 16:0	25	27	22	26
Esteárico 18:0	28	27	6	5
Oléico 18:1	37	39	13	34
Linolêico	3	2	8	5
Linolênico	--	--	42	16
Outros	1	2	4	7

# Classificação



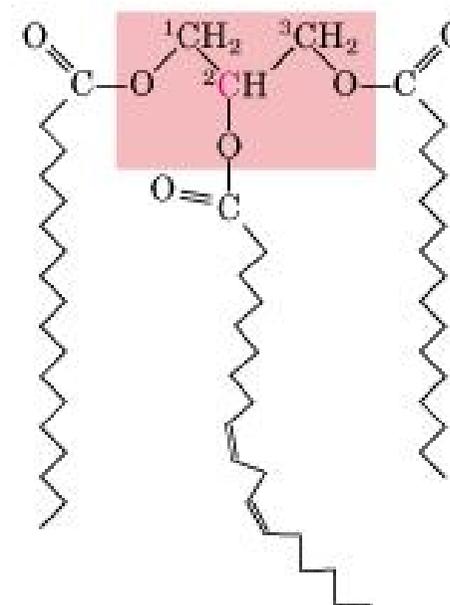
- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomeielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomielina, glicos esfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos

# Triglicerídeo ou Triacilglicerol



Glicerol

+ Esteárico  
Linolêico  
Palmítico





# Óleos e Gorduras

- Óleos: baixo ponto de fusão
- Formados por Triacilgliceróis
- Vegetais: alto linolêico, menor variedade de AG

Composição em ácidos graxos (% do total)

Ác. Graxo	Aveia	Sorgo	Girassol	Milho	Soja	Algodão
Mirístico	1	0.5	0.1		0.2	0.8
Palmítico	25.8	8.0	8.0	14.0	11.0	20.1
Esteárico	2.9	4.0	5.0	3.0	4.0	3.1
Araquídico	--	--	0.4	1.0	0.1	0.2
Palmitolêico	--	0.5	--	0.2	--	1.4
Oléico	25.8	39.0	28.0	35.0	25.3	23.0
Linolêico	40.6	47.0	56.3	44.0	50.6	50.0
Linolênico	3.7	0.5	2.0	2.0	8.2	1.3



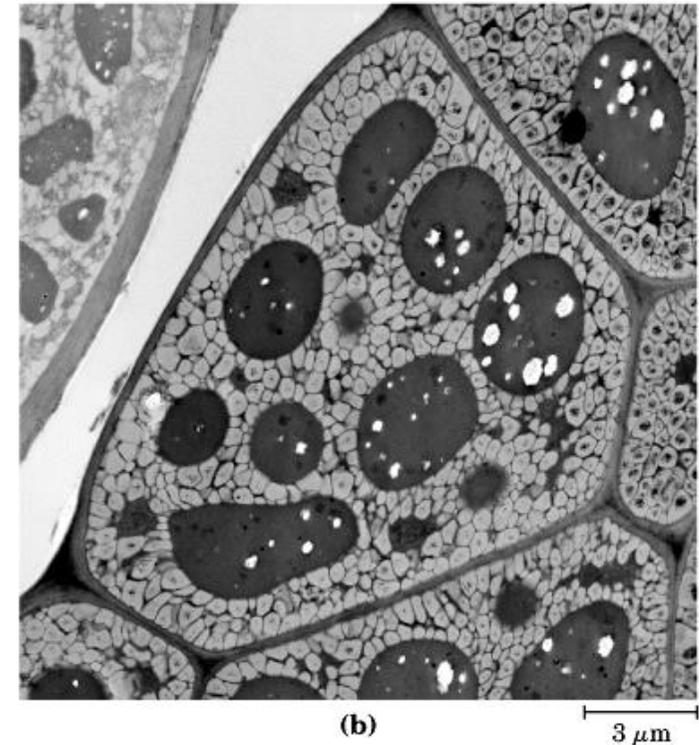
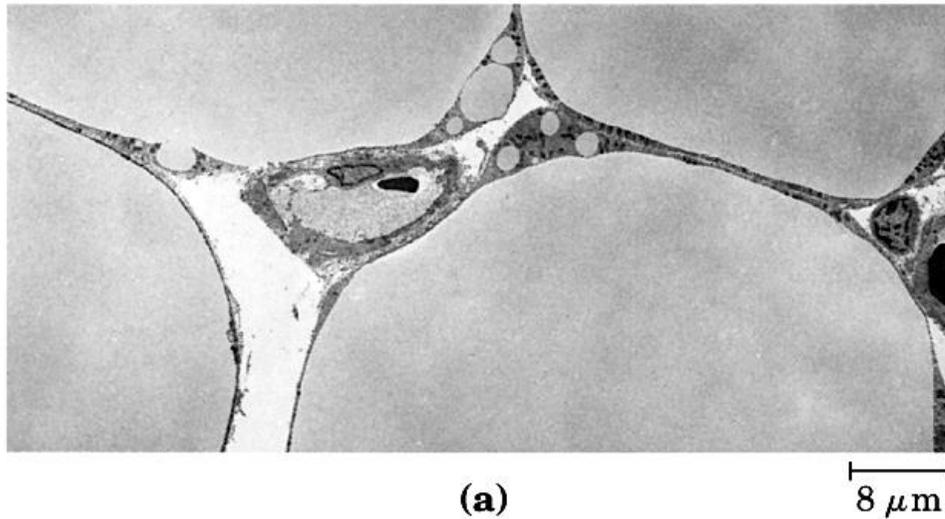
# Óleos e Gorduras

- Animais: maior variedade AG, mais saturados

Composição em ácidos graxos (% do total)

Ac. Graxo	Rã	Galinha	Boi	Cabra	Porco	Homem
Mirístico 14:0	4	--	3	4	1	4
Palmítico 16:0	11	25	25	25	26	25
Esteárico 18:0	3	7	24	28	12	6
Araquídico 20:0	15	1	1	2	3	1
Palmitoléico 16:1	15	7	2	--	2	6
Oléico 18:1	52	38	42	38	48	46
Linoléico 18:2	--	21	2	--	8	8

# Óleos e Gorduras



Por que armazenar energia na forma de lipídeos?

- carboidratos: 4,15 kcal/g
- gorduras: 9,40 kcal/g
- água



# Rancificação

- Formação de sabor e odor na gordura
- Ação de luz solar, calor, Cu, Pb, microorganismos
- Hidrolítica (leite e derivados)





## Composição de ácidos graxos (g/100 g ácidos graxos) na gordura do leite de várias espécies

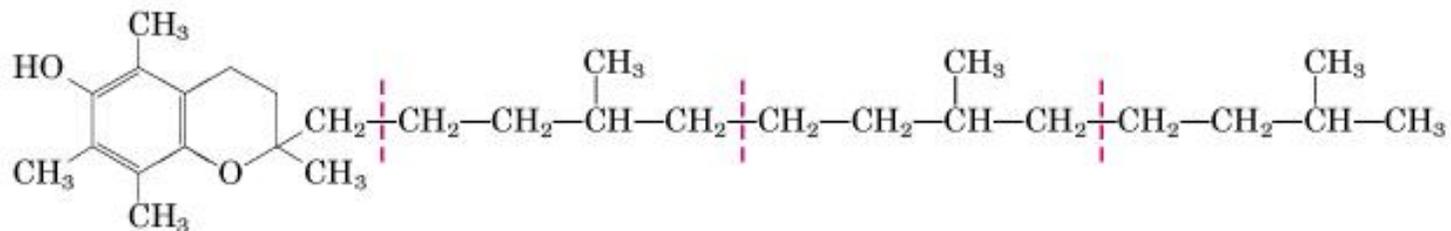
Ácidos graxos	Vaca	Cabra	Ovelha	Camela	Égua	Porca	Coelha	Mulher
4:0	4,5	2,6	4,7	0,7	--	--	--	--
6:0	2,3	2,6	3,3	0,4	--	--	--	--
8:0	1,3	3,1	3,4	0,2	6,9	--	27,3	--
10:0	2,7	9,8	9,2	0,9	19,0	< 1	23,0	1,4
12:0	3,0	5,2	5,4	0,8	8,3	< 1	3,3	5,7
14:0	10,6	9,9	11,6	12,5	4,3	4,0	2,2	6,4
14:1	0,9	--	0,4	1,1	--	--	--	--
16:0	28,2	27,6	22,8	31,5	18,3	32,9	13,3	18,9
16:1	1,8	2,2	1,9	9,4	5,0	11,3	1,8	--
18:0	12,6	8,0	11,0	12,5	1,3	3,5	2,9	6,7
18:1	21,4	22,2	23,5	19,1	10,7	35,2	11,8	32,5
18:2	2,9	3,3	2,0	3,4	7,7	11,9	8,2	16,2
18:3	0,3	0,9	1,1	1,4	4,7	< 1	2,1	0,3

Palmiquist e Mattos, 2006

# Rancificação



- Oxidativa
  - AG insaturados: levando a formação de peróxidos e liberação de aldeídos, cetonas e ácidos de baixo PM
  - Isômeros cis são mais susceptíveis
  - Óleos e gorduras são mais resistentes que TAG puros
  - Óleos vegetais são mais resistentes devido a presença de anti-oxidantes naturais

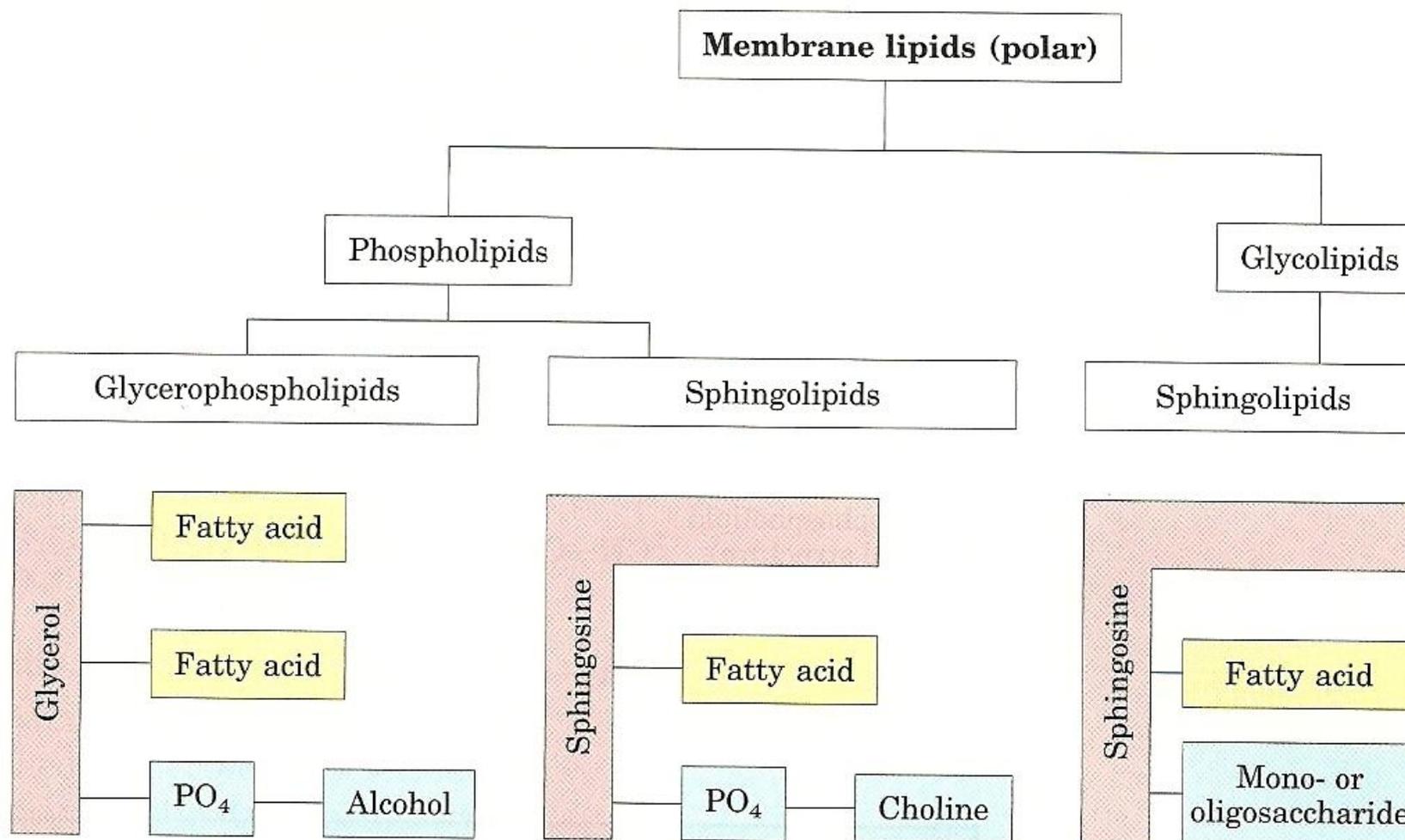


Vitamina E

# Classificação

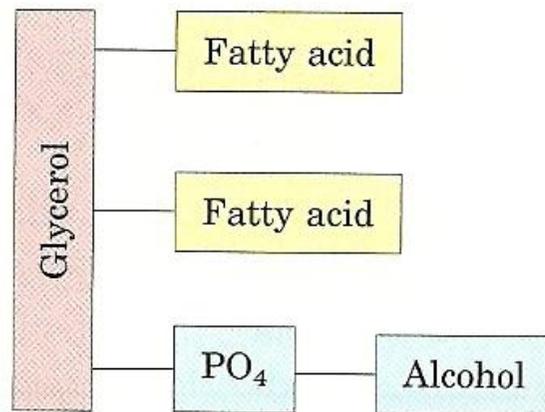


- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomielina, glicosfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos

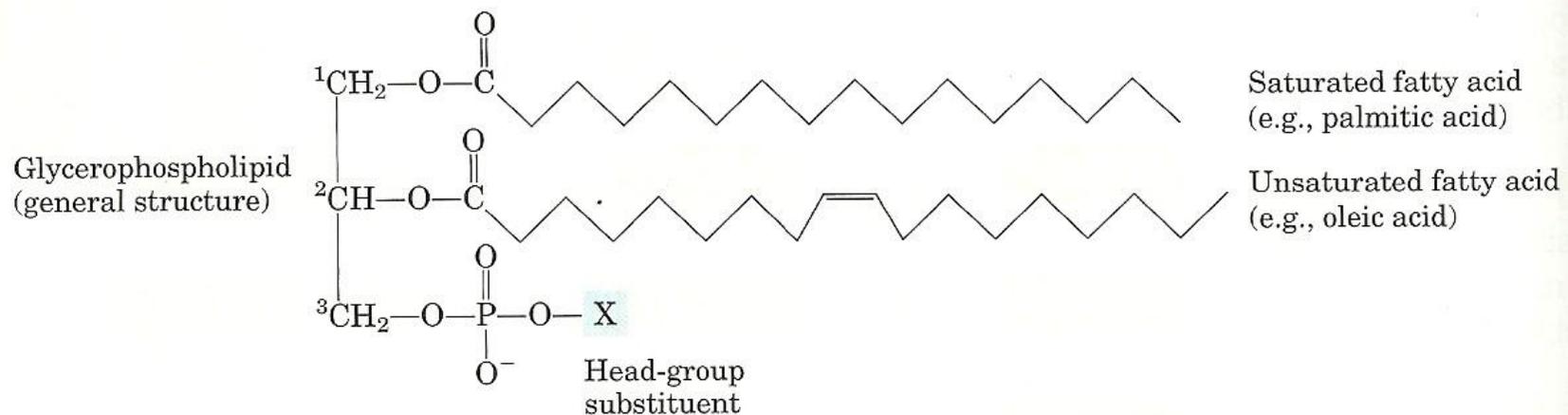


# Glicerofosfolipídeos ou fosfoglicerídeos

- Contém grupo fosfato além de AG e álcool

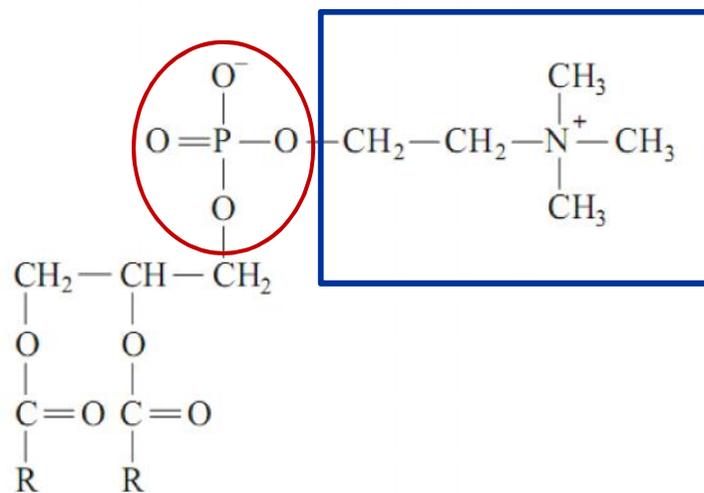


- AG ligados ao C1 e C2 do glicerol: ligações éster
  - C1: C 16:0 – C 18:0
  - C2: C 18 – C:20 insaturados
- Grupo polar ligado ao C3: ligação fosfodiéster

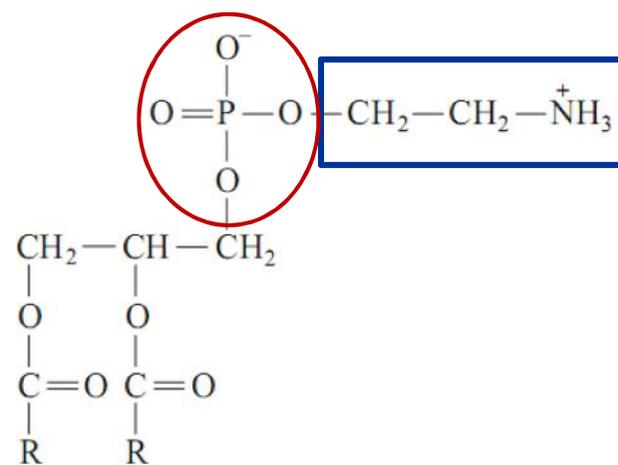


# Fosfoglicerídeos

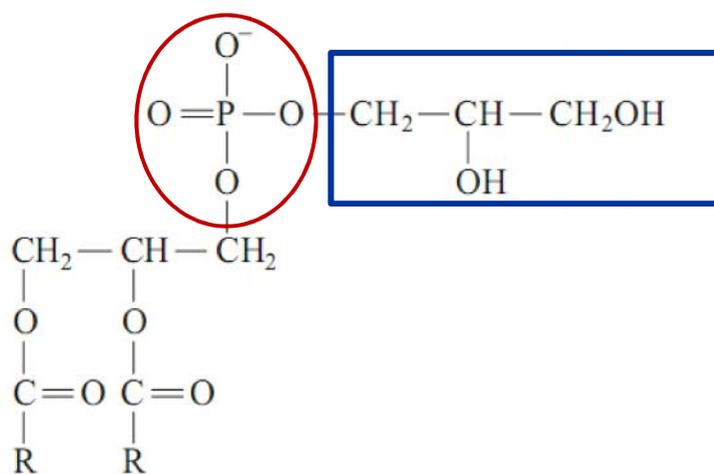
- Ác. Fosfatídico é o precursor fosfoglicerídeos
- Classificados de acordo com o álcool esterificado ao grupo fosfato:
  - Fosfatidilcolina (lecitina)
  - Fosfatidiletanolamina (cefalina)
  - Fosfatidilglicerol
  - Fosfatidilserina



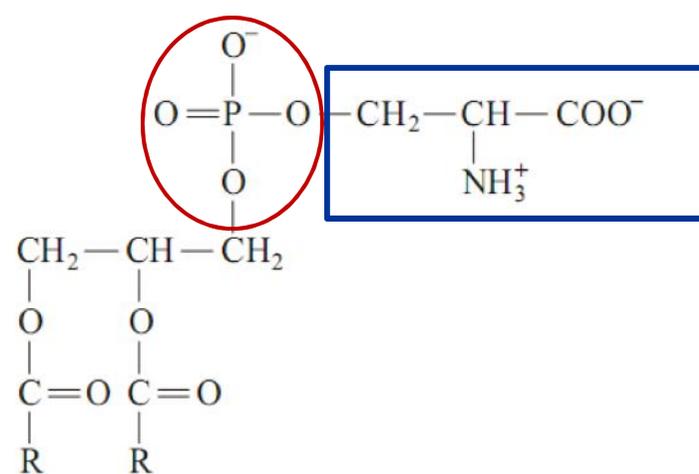
Fosfatidilcolina



Fosfatidiletanolamina



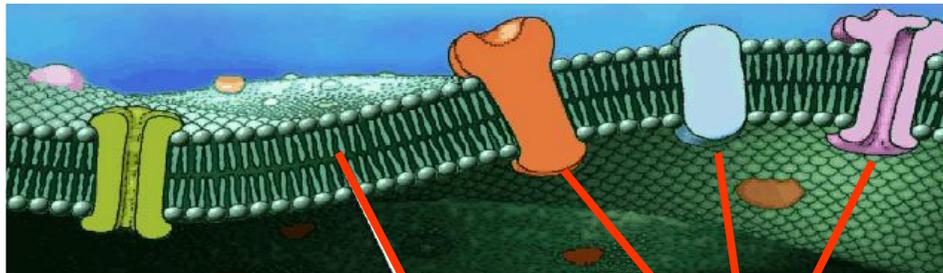
Fosfatidilglicerol



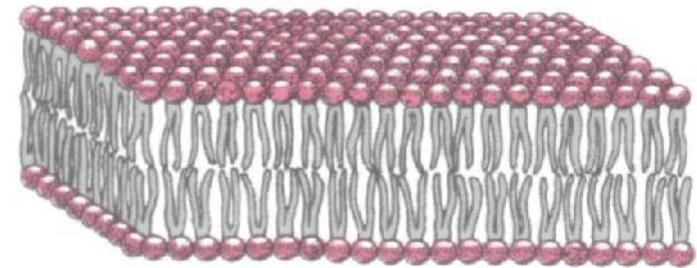
Fosfatidilserina

# Fosfoglicerídeos

- Principais componentes lipídicos das membranas
- Cabeça polar e caudas apolares de AG



Bicamada de Lipídeos  
Proteínas

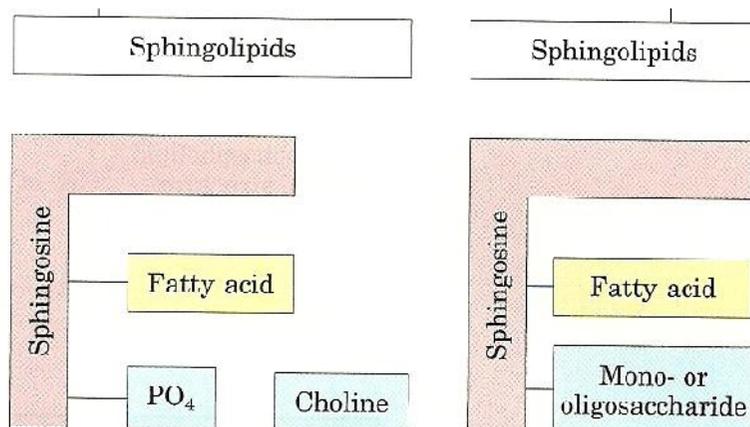


# Classificação

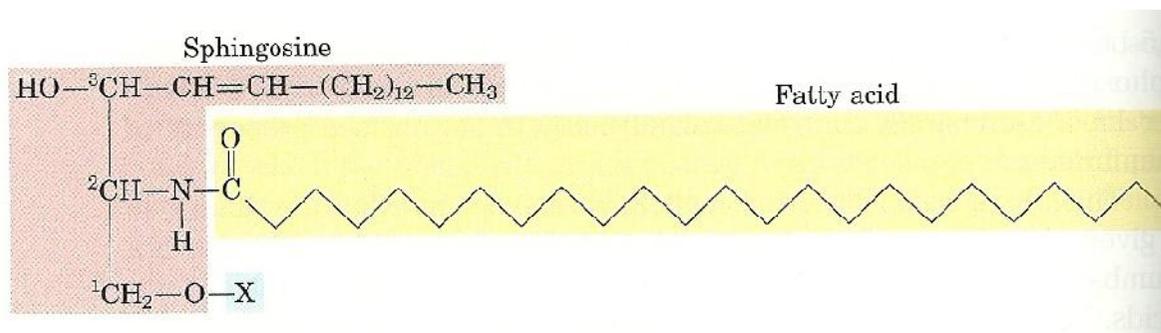


- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomielina, glicosfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos

# Esfingolipídeos



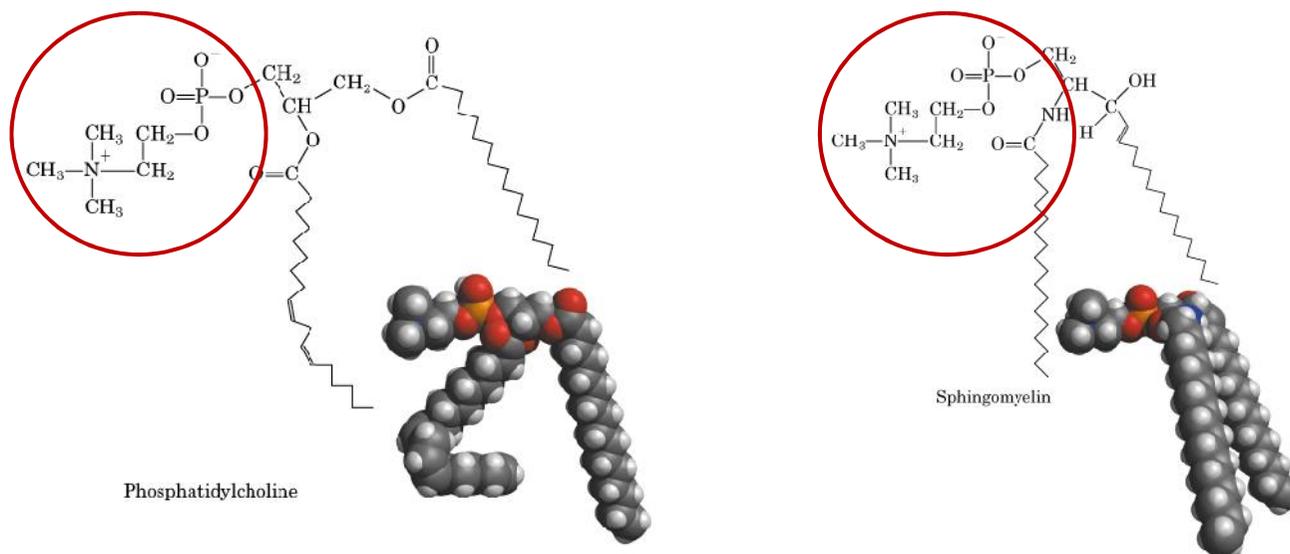
- Segundo maior componente de membranas
- Contém aminoálcool de cadeia longa
  - Animais: esfingosina
  - Vegetais: fitoesfingosina



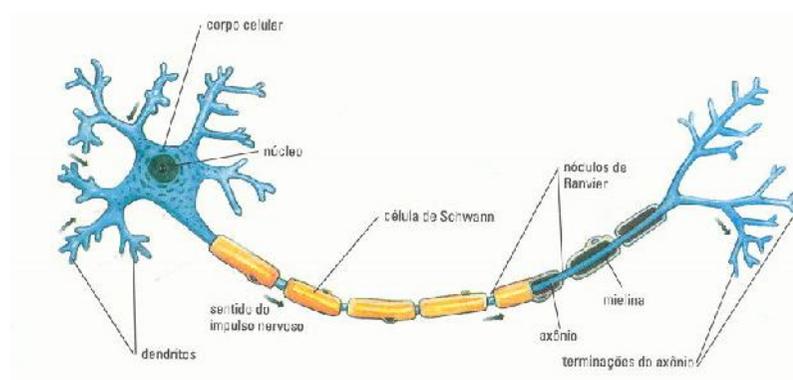
# Esfingolipídeos

## a) Esfingomielina

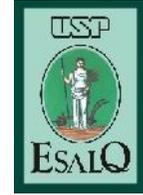
Cabeça polar contendo fosfocolina ou fosfoetanolamina



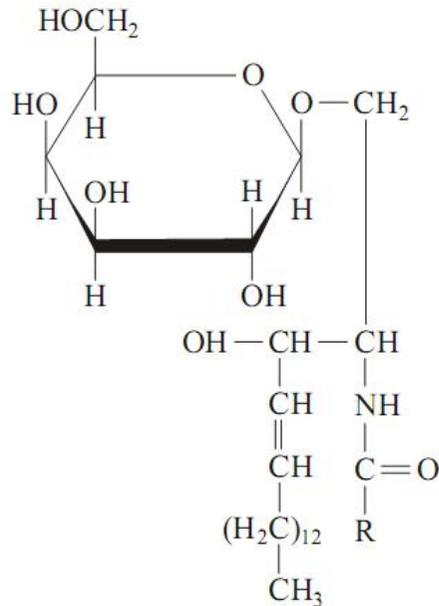
Bainha de mielina que isola os axônios em neurônios



# Esfingolipídeos



- b) Glicosfingolipídeos: não contém grupos fosfatos
  - a) Cerebrosídeos: cabeças polares consistem em um resíduo de monosacarídeo
  - b) Sulfatídeos: grupo sulfato esterificado na posição 3 do açúcar



Cerebrosídeo

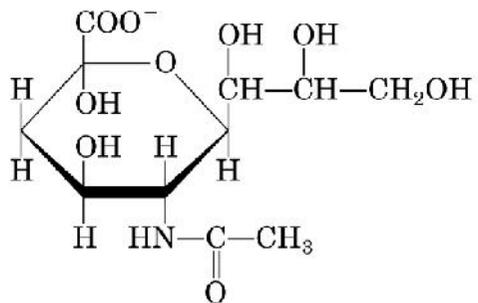
Galactose: tecidos neurais

Glucose: tecidos não neurais

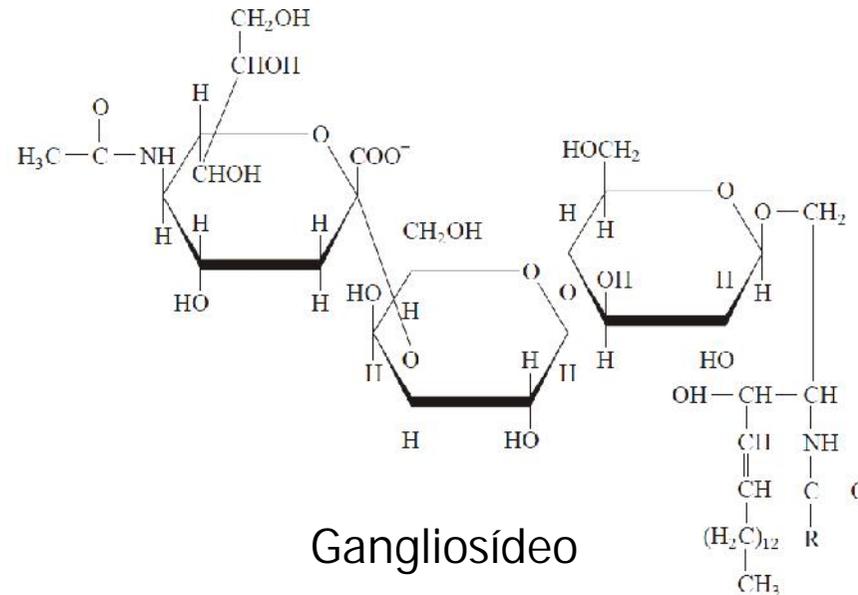
# Esfingolipídeos



- c) Gangliosídeos: possuem oligossacarídeos como cabeça polar com um ou mais resíduos de ác. siálico

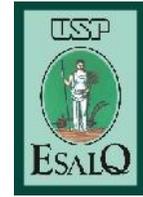


*N*-Acetylneuraminic acid (sialic acid)  
(Neu5Ac)

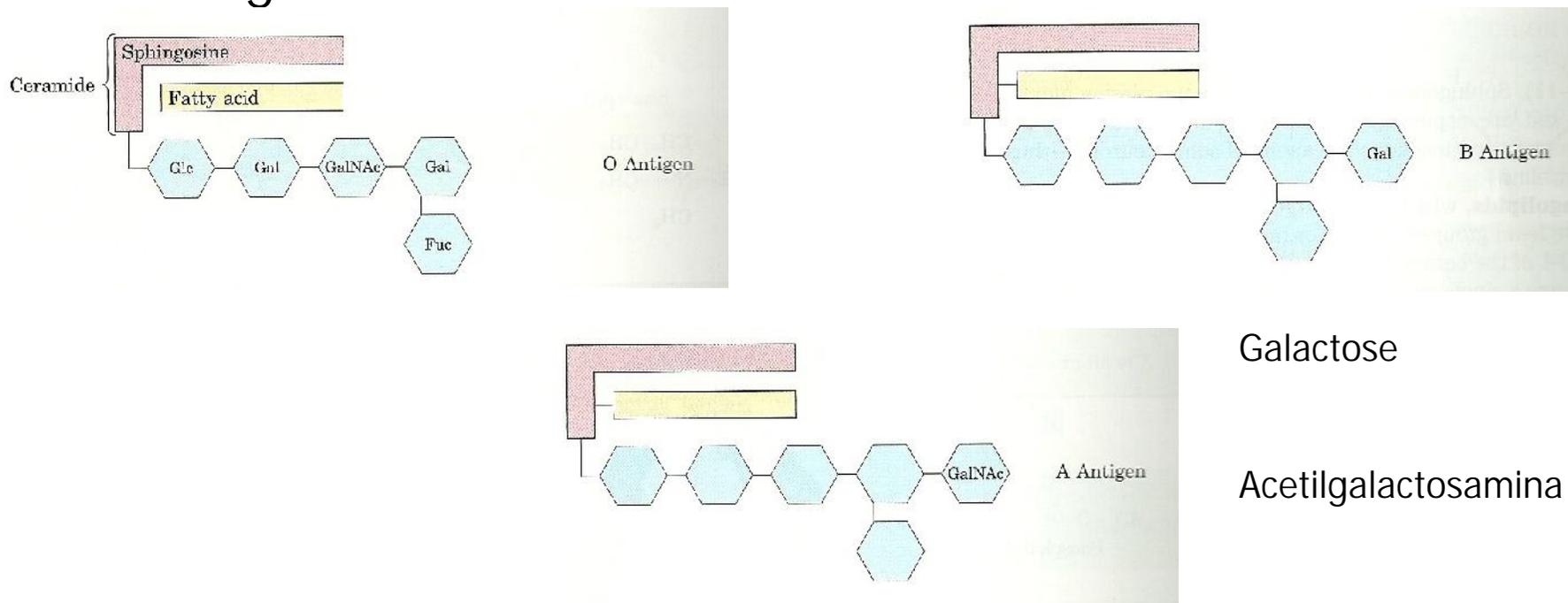


Gangliosídeo

# Esfingolipídeos



- Em humanos 60 diferentes tipos identificados
  - Membranas plasmáticas de neurônios
  - Sítios de reconhecimento nas membranas
- Carboidratos de alguns esfingolipídeos determinam o tipo sanguíneo



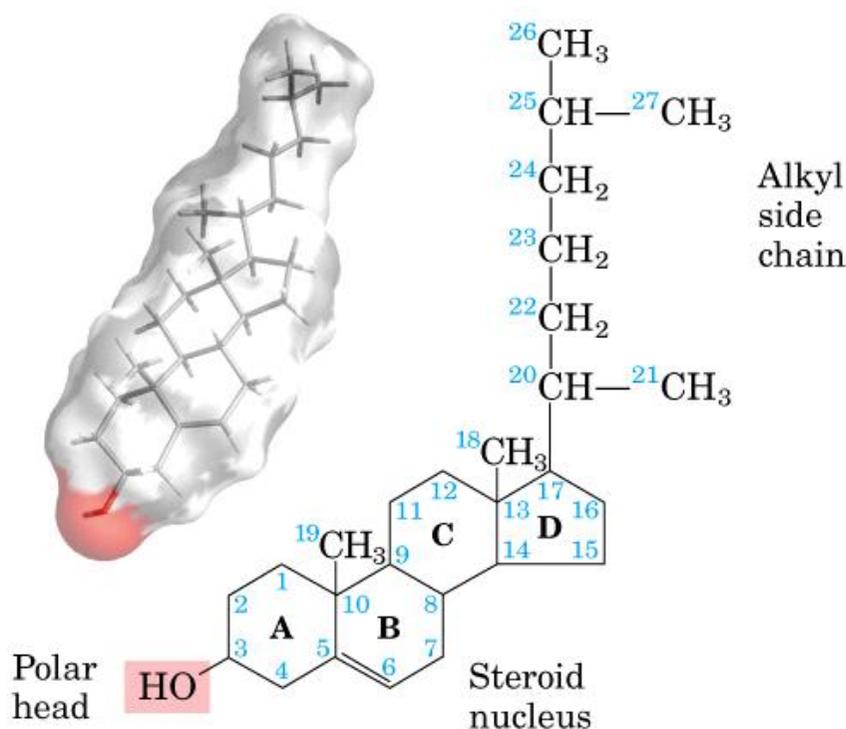
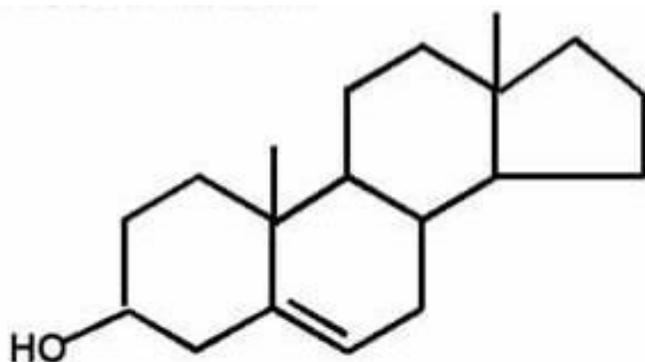
# Classificação



- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomeielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomieline, glicosfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos

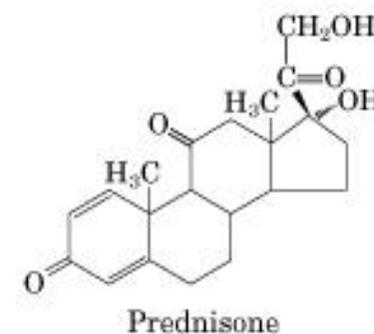
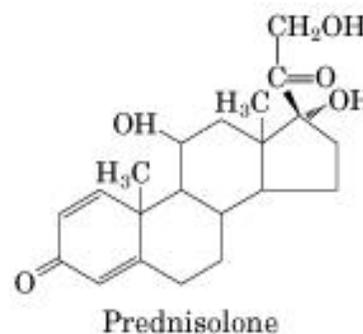
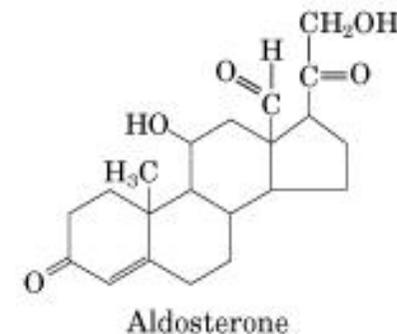
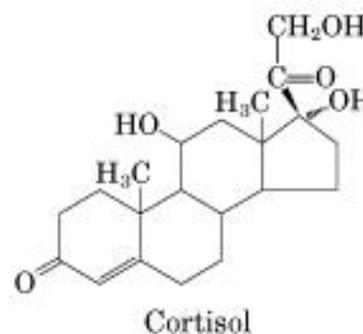
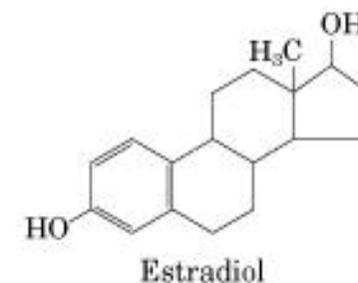
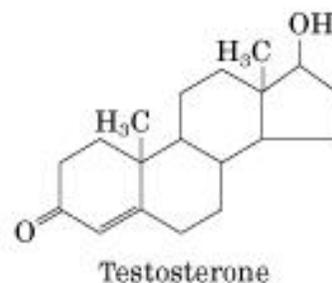
# Isoprenóides

- Lipídeo estrutural da maior parte das células
- Núcleo comum: ciclopentano-peridro-fenantreno
- Esteróides: 8 a 10 C na cadeia lateral das posição 17 e grupo OH na posição 3
  - Colesterol
  - Hormônios esteróides
  - Vitamina D
  - Sais biliares



# Esteróides

- Caminham pela circulação até o órgão alvo onde se ligam a receptores específicos no núcleo
- Hormônios esteróides
- Drogas com efeito anti-inflamatório

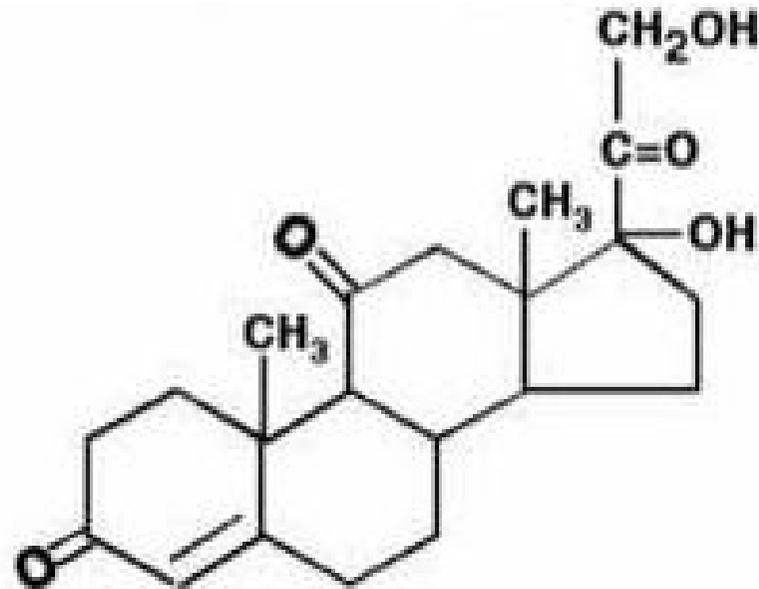


# Esteróides

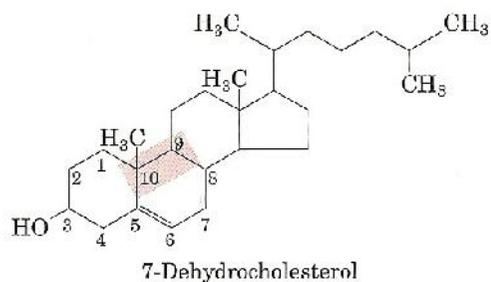
## Cortisona

Associado com muitos processos biológicos:

- metabolismo dos carboidratos
- artrite reumatóide
- asma
- distúrbios GI
- erupções cutâneas...

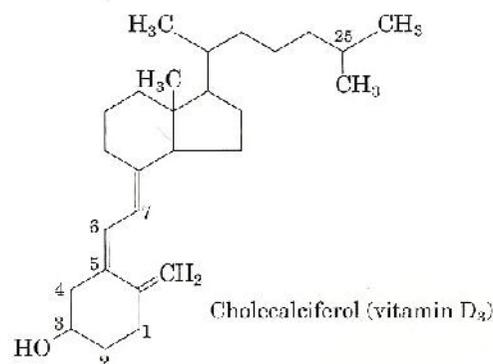


# Isoprenóides



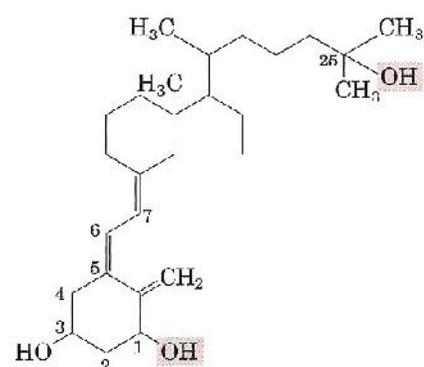
UV light

2 steps (in skin)



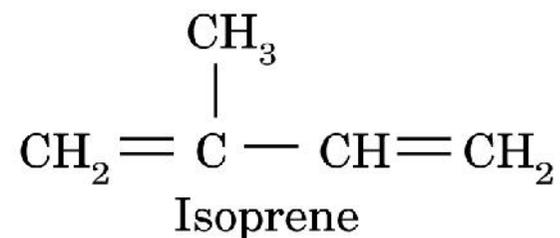
1 step in the liver

1 step in the kidney



1,25-Dihydroxycholecalciferol  
(1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>)  
(a)

- Vitaminas lipossolúveis: A, D, E e K
- Sintetizados pela condensação de unidades de isopreno



# Deficiência de Vitamina D



Before vitamin D treatment



After 14 months of vitamin D treatment

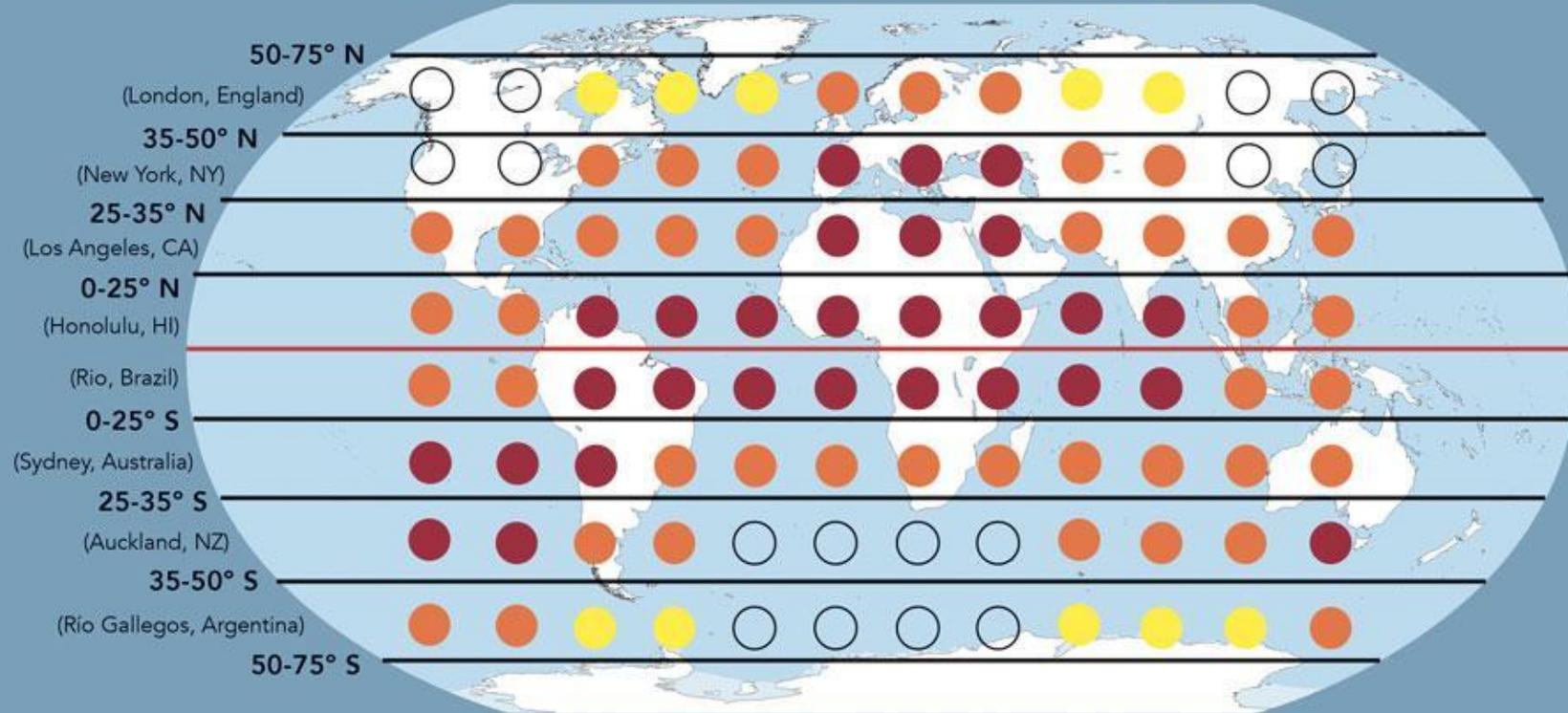
(b)



Má formação de ossos  
Raquitismo

# SUNSHINE CALENDAR

JAN FEB MAR APR MAY JUNE JULY AUG SEPT OCT NOV DEC



## KEY

- Intense Sunshine**  
time needed to produce sufficient vitamin D:  
**10 minutes** (light-skinned), **45 minutes** (dark-skinned)
- Moderate Sunshine**  
time needed to produce sufficient vitamin D:  
**20 minutes** (light-skinned), **90 minutes** (dark-skinned)
- Low Sunshine**  
time needed to produce sufficient vitamin D:  
**30 minutes** (light-skinned), **90 minutes** (dark-skinned)
- None**  
not enough sunshine for adequate amounts of vitamin D

## GETTING VITAMIN D? LOOK AT YOUR SHADOW!

- ✓ shadow is shorter than you are tall, UV index is above 3
- ✗ shadow is longer than you are tall

# TOP 10

## VITAMIN D FOODS



PER 100G (INTERNATIONAL UNITS)

# VITAMIN D DEFICIENCY

*signs and symptoms*



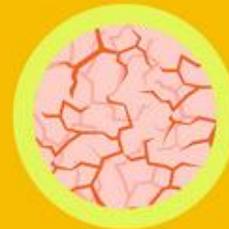
OVERWEIGHT



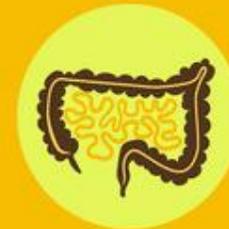
MOOD SWINGS



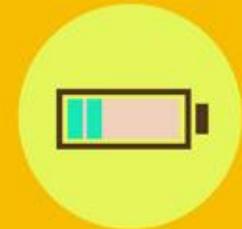
HIGH BLOOD PRESSURE



DRY SKIN



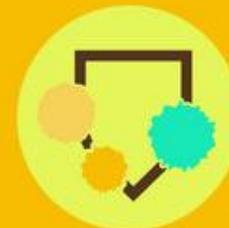
DIGESTIVE PROBLEMS



FATIGUE



JOINT PAIN



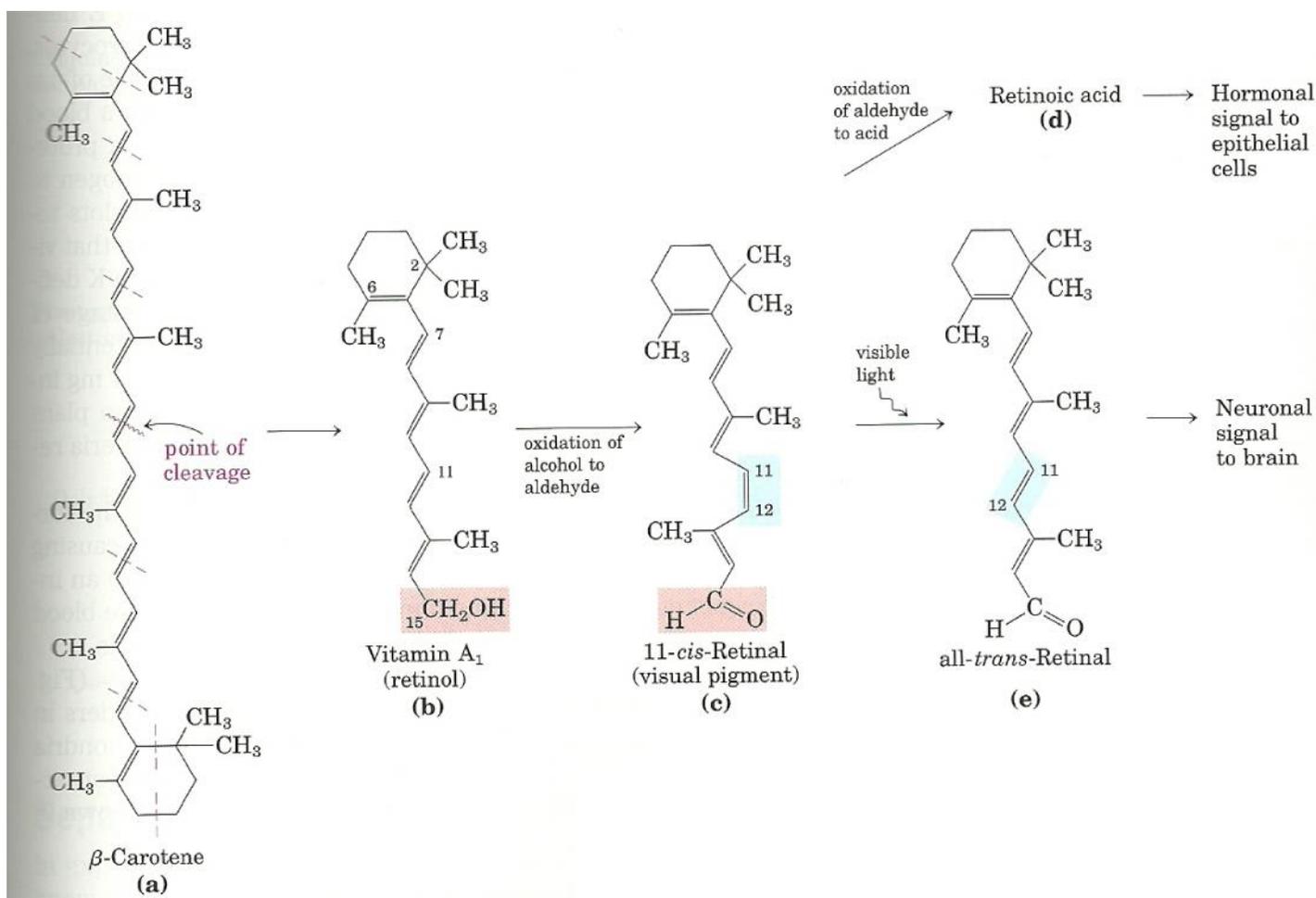
IMMUNE IMPAIRMENT



EXCESSIVE SWEATING

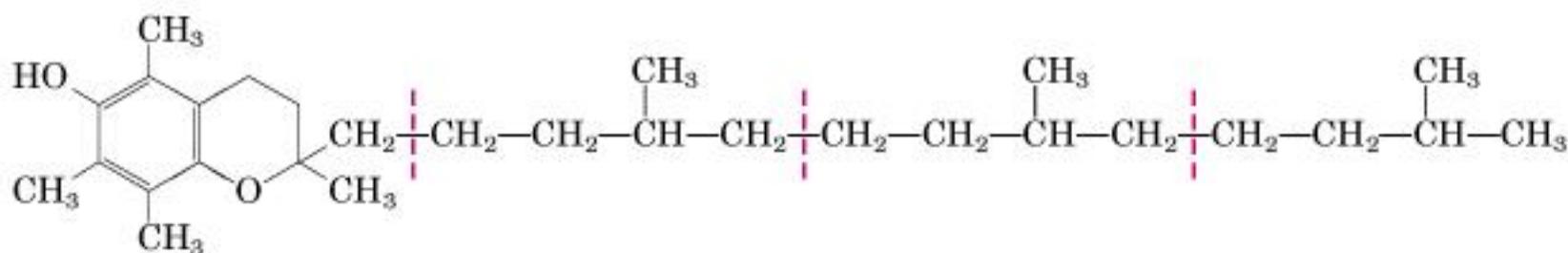
# Carotenos - Vitamina A

- Hormônio ou pigmento visual
  - Expressão gênica no desenvolvimento de tecido epitelial



# Carotenos - Vitamina E

- Tocoferol: anel aromático e longa cadeia isoprenóide
- Se associam a membranas, depósitos de lipídeos e lipoproteínas
- Antioxidantes



(a)

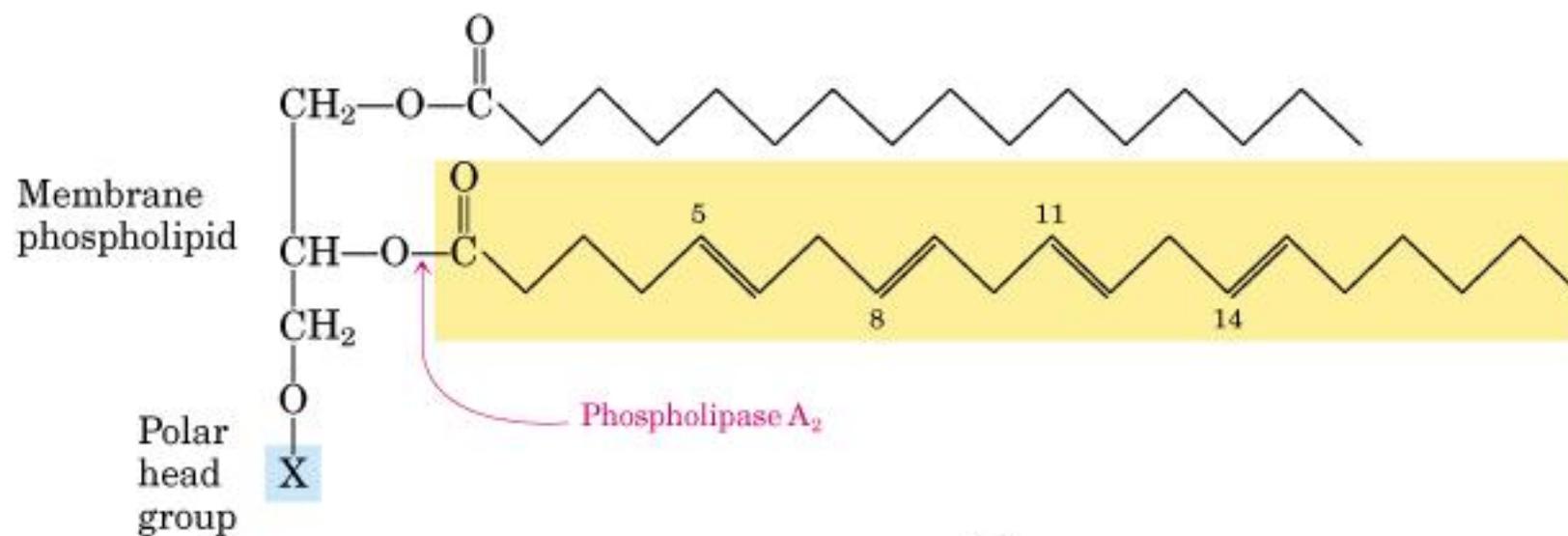
Vitamin E: an antioxidant

# Classificação



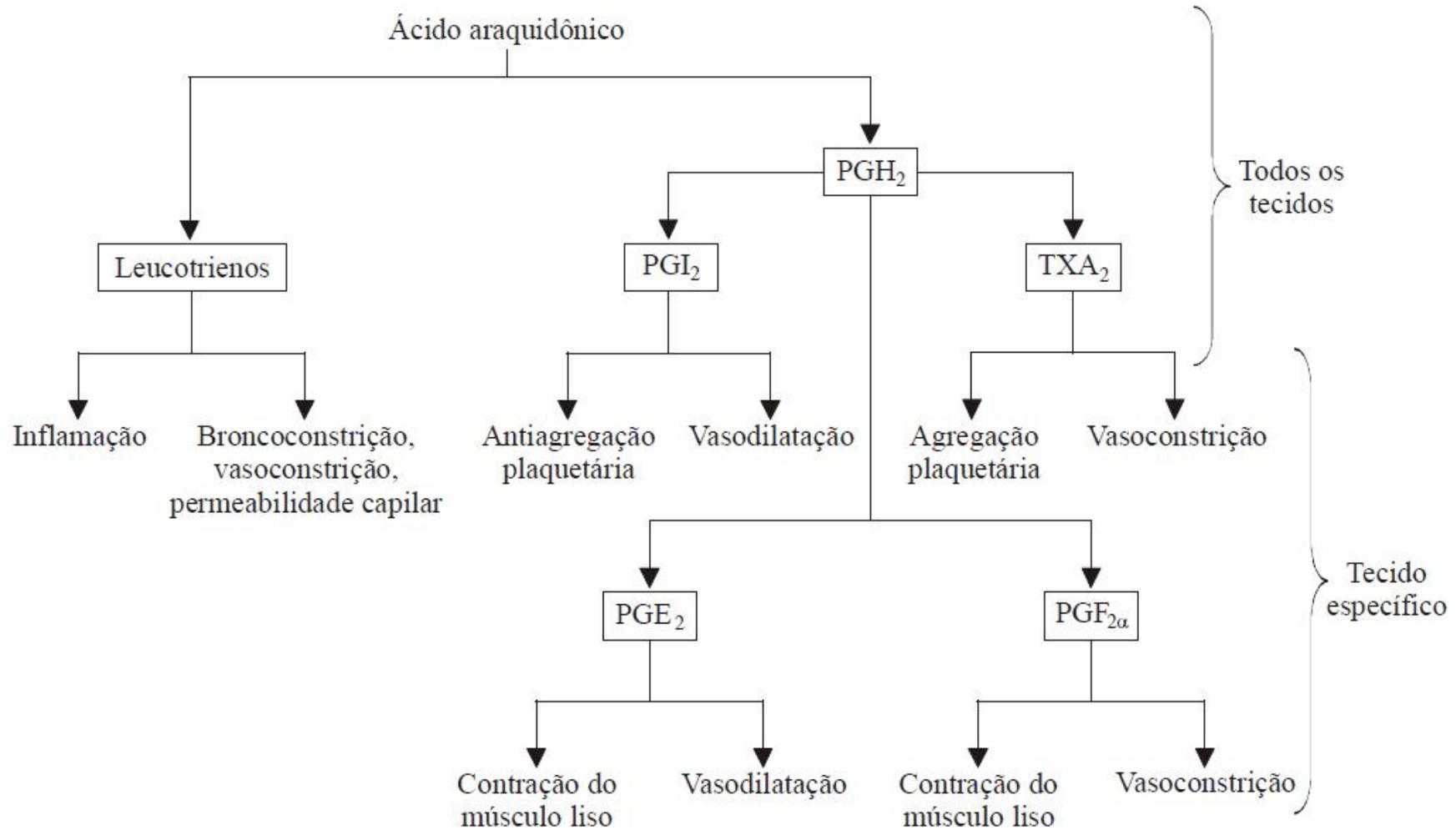
- a) Ácidos graxos e derivados
- b) Triacilgliceróis
- c) Cêras
- d) Fosfolipídeos: fosfoglicerídeos, esfingomeielinas
- e) Esfingolipídeos: esfingomielina, glicosfingolipídeos
- f) Isoprenóides: esteróides, terpenos
- g) Eicosanóides: prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos

# Eicosanóides



(a)

# Eicosanóides



# Prostaglandinas

- Originalmente isoladas do fluido seminal
  - denominação por se pensar que princípio ativo era produzido na próstata
- Largamente distribuídas nos tecidos dos mamíferos
  - Sêmen
  - Pulmões, cérebro, olhos, pâncreas e rins

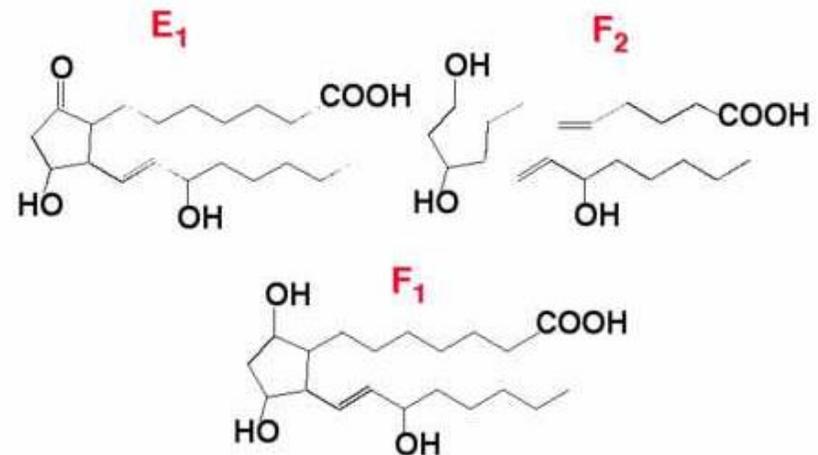
# Prostaglandinas

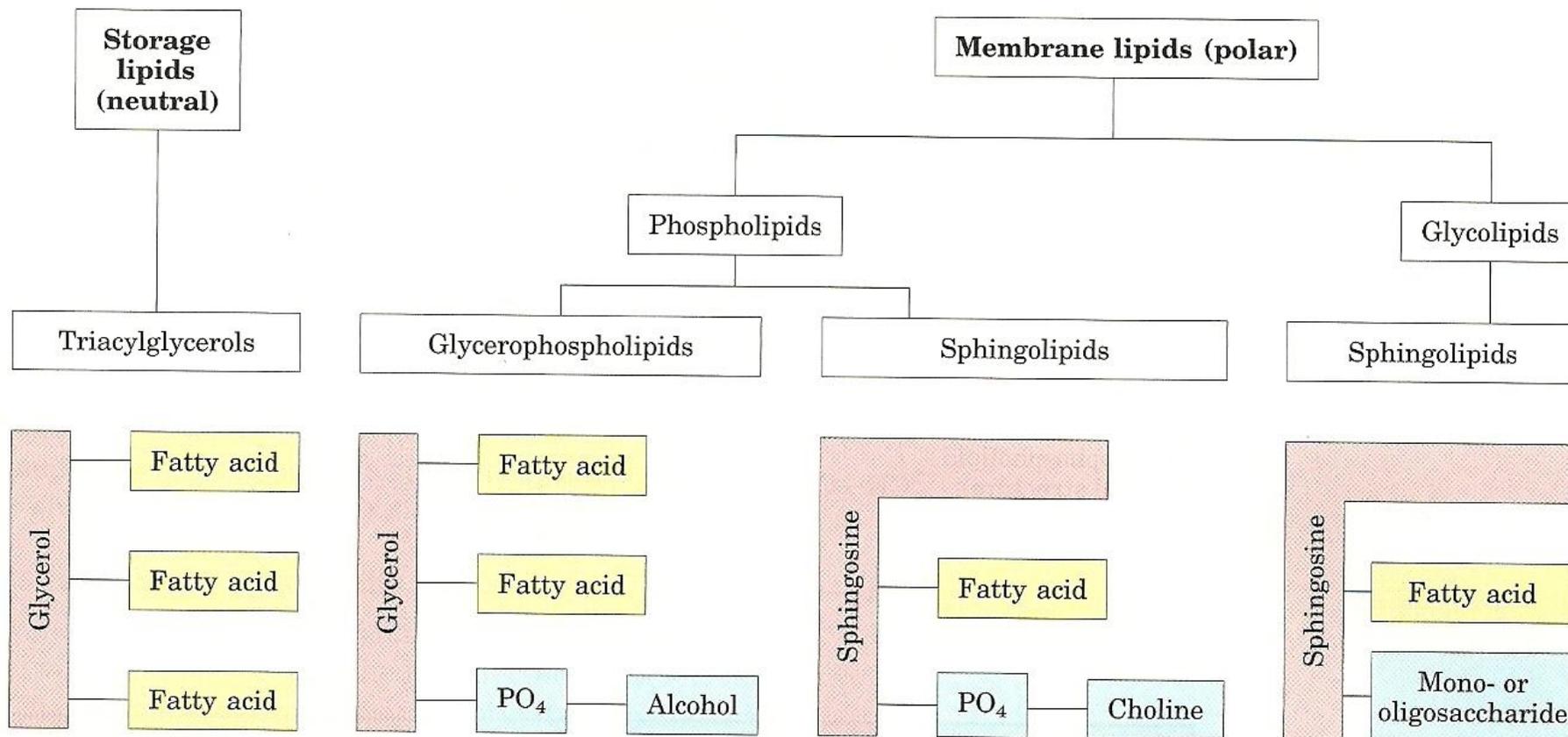
## Efeitos biológicos

- Estimulação de músculos lisos
- Regulação da produção de esteróides
- Inibição da secreção gástrica
- Inibição de lipases hormônio-dependentes
- Regulação da transmissão nervosa
- Sensibilidade à dor
- Mediação da resposta inflamatória
- Inibição/estimulação da agregação plaquetária

# Prostaglandinas

- Regulação de síntese de AMPc
- 9 classes conhecidas: letras de A a I
  - PGE: obtida na fase etérea
  - PGF: isolada em tampão fosfato
  - PGA: tratamento de PGE com ácido
  - PGB: tratamento com base







# Literatura sugerida

- LEHNINGER, A.L. Princípios de Bioquímica. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.



## Blood Lipids in Antarctic and in Temperate-Water Fish Species

Carlo Alberto Palmerini · Michela Mazzoni ·  
Giancarlo Giovino · Giuseppe Arienti



J. Dairy Sci. 97:5065–5072  
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7517>  
© American Dairy Science Association®, 2014.

### Bovine colostrum: Changes in lipid constituents in the first 5 days after parturition

G. Contarini,<sup>1</sup> M. Povo, V. Pelizzola, L. Monti, A. Bruni, L. Passolungo, F. Abeni, and L. Degano

Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura—Centro di ricerca per le produzioni foraggere e lattiero casearie (CRA-FLC),  
Via Antonio Lombardo 11, 26900 Lodi, Italy



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

International Dairy Journal 14 (2004) 563–570

INTERNATIONAL  
DAIRY  
JOURNAL

[www.elsevier.com/locate/idaairyj](http://www.elsevier.com/locate/idaairyj)

### Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk

M.S. Havemose<sup>a</sup>, Martin Riis Weisbjerg<sup>a</sup>, Wender L.P. Bredie<sup>b</sup>, J.H. Nielsen<sup>a,\*</sup>