

## LIPIDEOS

Conjunto muito heterogêneo de biomoléculas cuja característica distintiva, porém não exclusiva em geral, é sua **insolubilidade** em água.

- 1. Função Energética.**
- 2. Função Estrutural.**
- 3. Função Informativa**



Componentes dos Alimentos	Rendimento Energético (kcal/g)
Gorduras/Óleos (Lipídios)	9,5
Carboidratos	4,2
Proteínas	4,1

# CLASSIFICAÇÃO.

Lipideos relacionados com Ácidos Graxos (saponificáveis) :

    Simples : Acilglicerideos e Ceras.

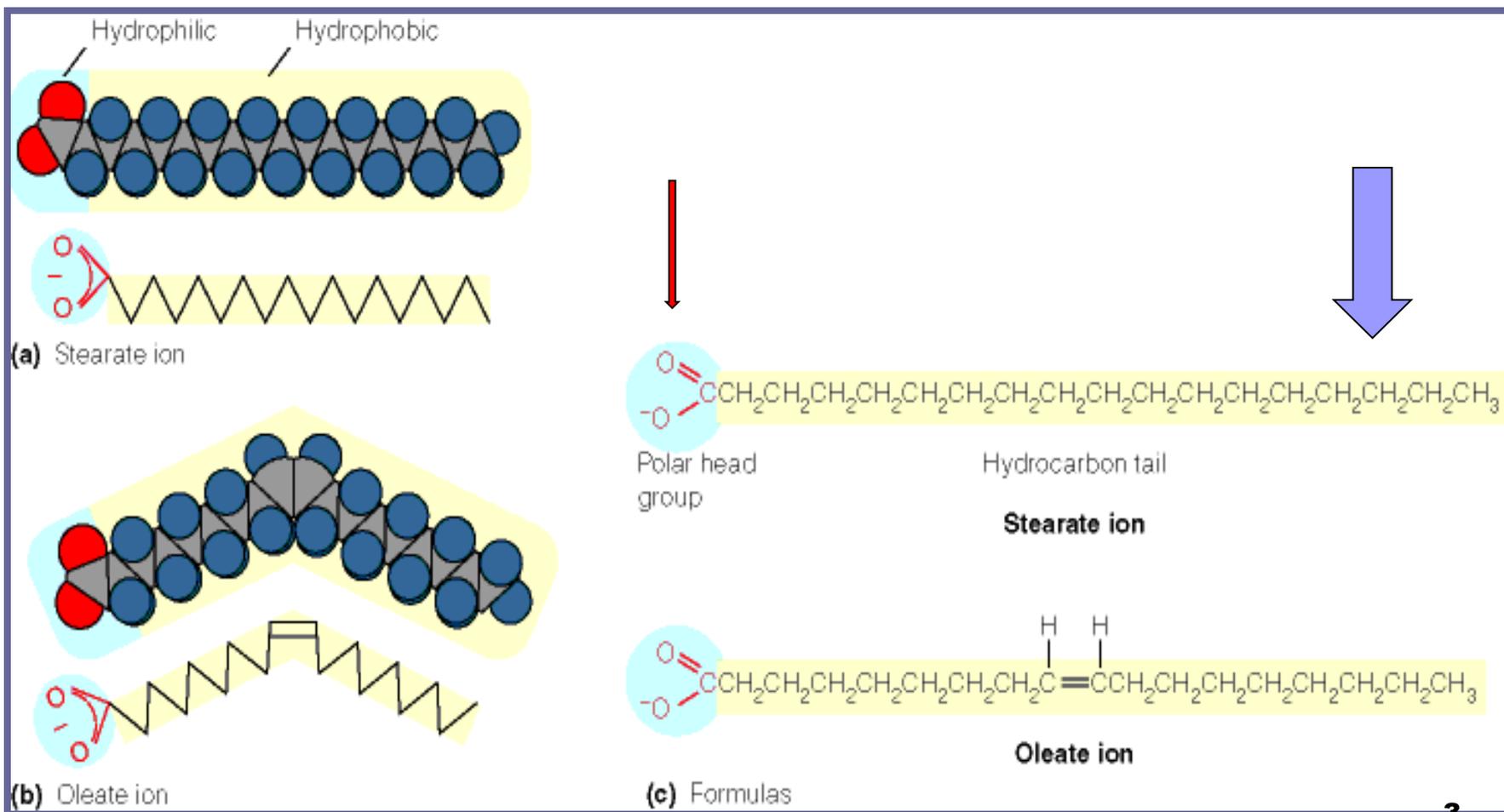
    Complexos : Fosfolipideos e Glucolipídeos.

Lipideos não relacionados com Ácidos Graxos (não saponificáveis) :

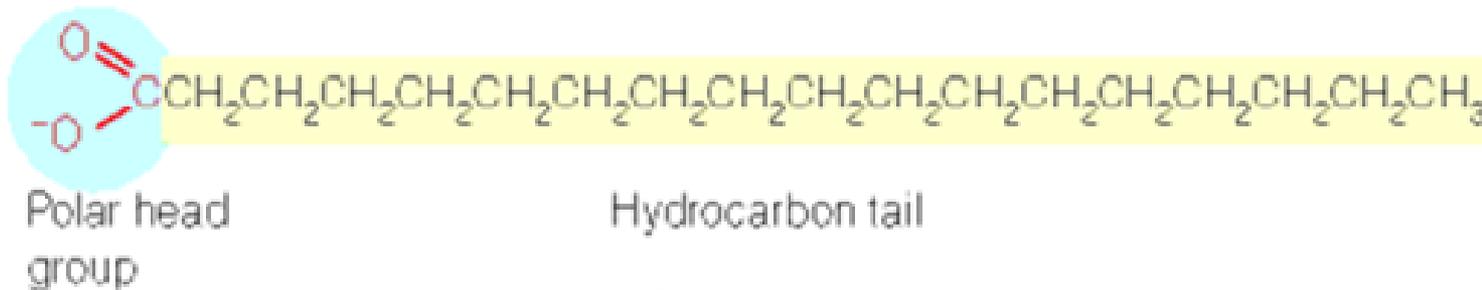
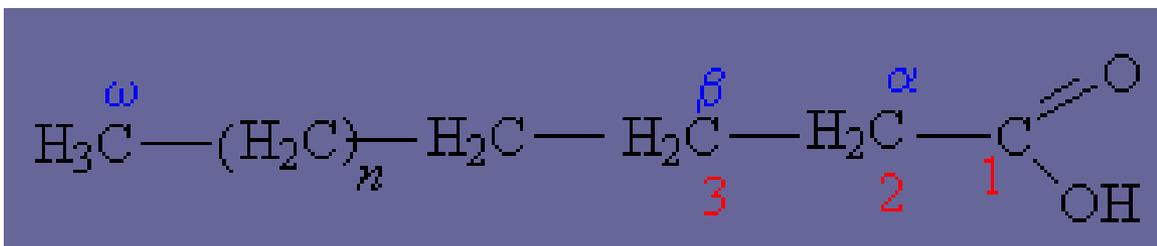
    Terpenos, Esteróides e Prostaglandinas.

## ESTRUTURA DOS ÁCIDOS GRAXOS.

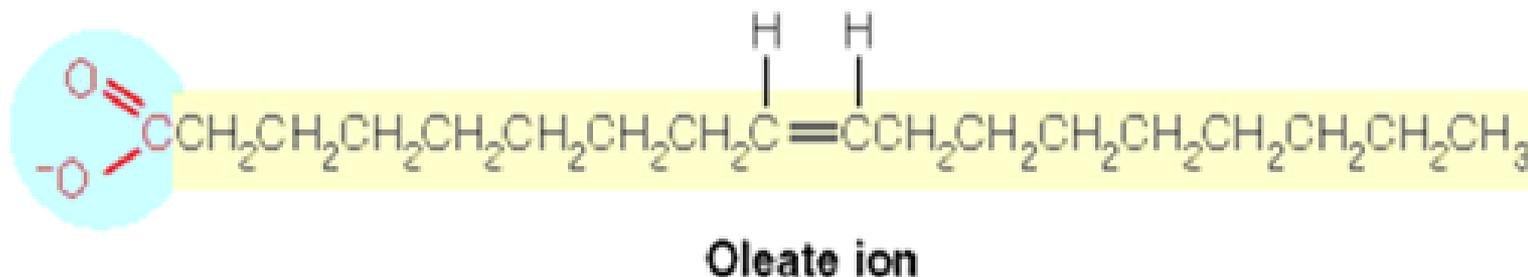
Ácido Oleico (18 C) e Ácido Esteárico (18 C).



## Nomenclatura

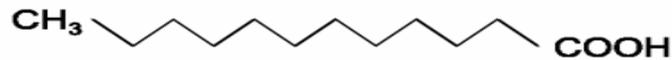


- Ex.: Ác. esteárico, C 18:0



- Ex.: Ác. Oleico (9-octadecenoico), C 18:1<sup>9</sup> o C18 :1 ω9

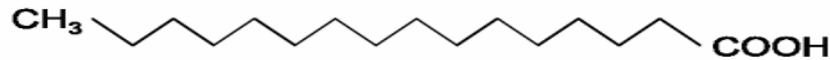
**ESTRUCTURA QUIMICA DE LOS ACIDOS GRASOS BIOLÓGICAMENTE MÁS IMPORTANTES EN NUTRICIÓN HUMANA**



Acido Láurico - 12:0



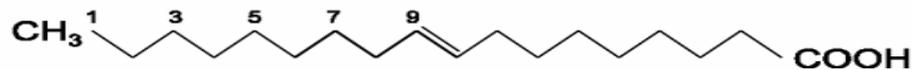
Acido Mirístico - 14:0



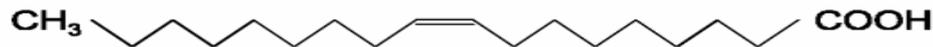
Acido Palmítico - 16:0



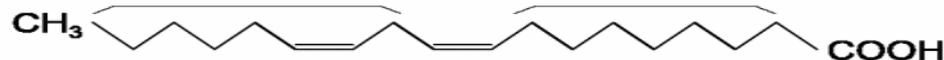
Acido Esteárico - 18:0



Acido Elaídico - trans 18:1 - ω 9



Acido Oleico - cis 18:1 - ω 9

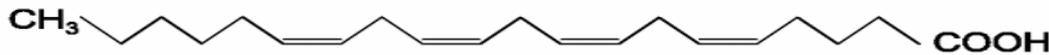


Acido Linoleico - cis 18:2 - ω 6

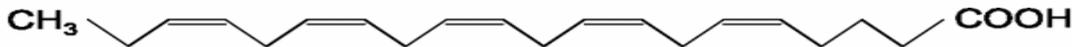
Los animales pueden insertar dobles ligaduras  
No aquí Si aquí



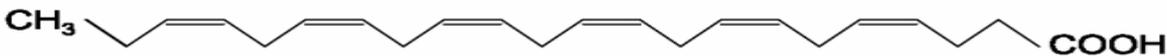
Acido α-Linolénico - cis 18:3 - ω 3



Acido Araquidónico - cis 20:4 - ω 6



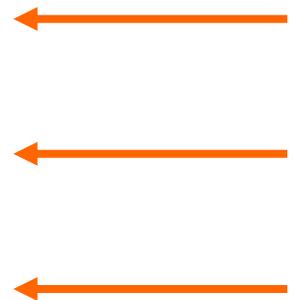
Acido Eicosapentaenoico (EPA) - cis 20:5 - ω 3



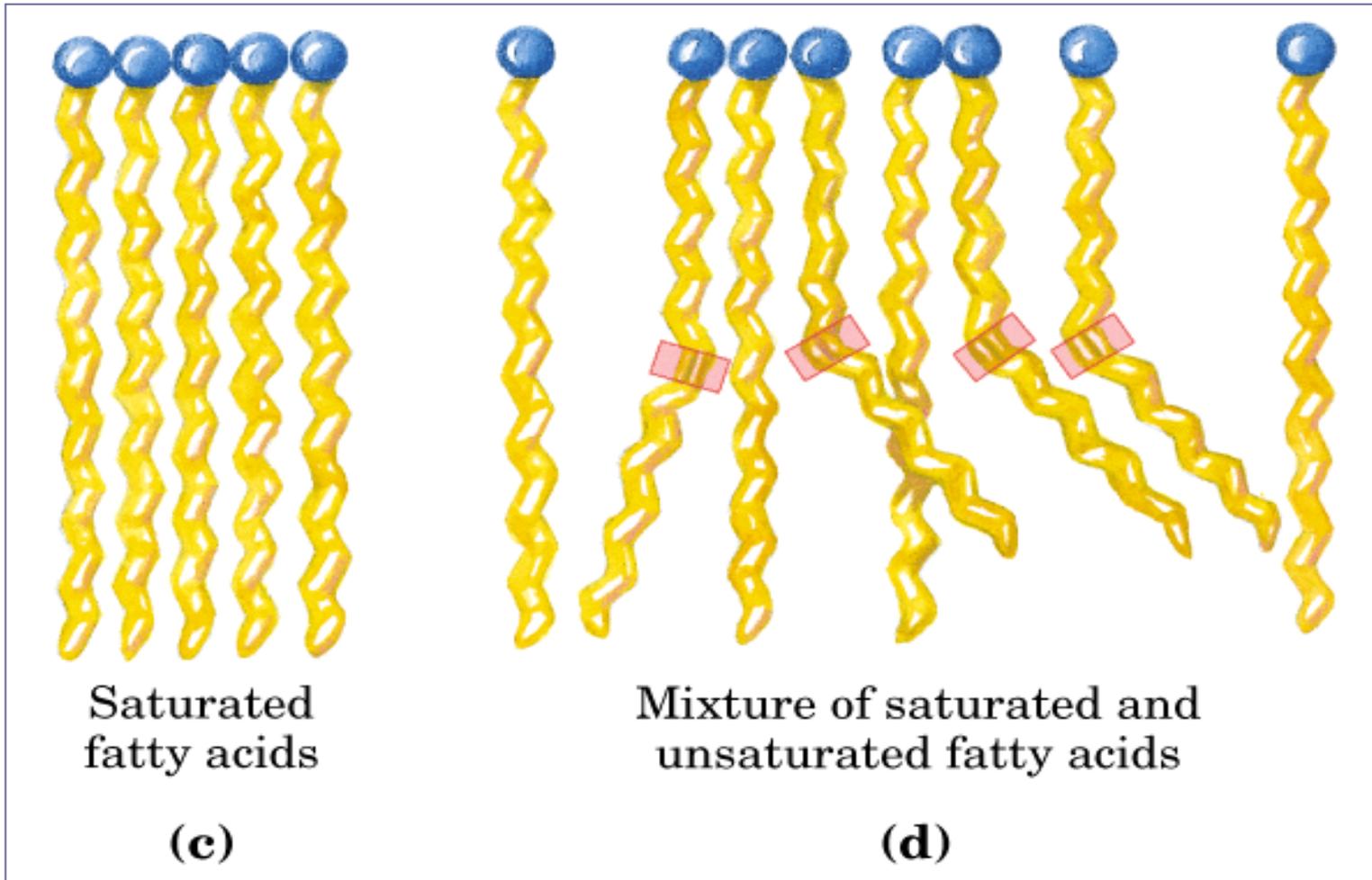
Acido Docosahexaenoico (DHA) - cis 22:6 - ω 3

Acidos Grasos Esenciales

Ac. Gr. Semiesencial



## ÁCIDOS GRAXOS.



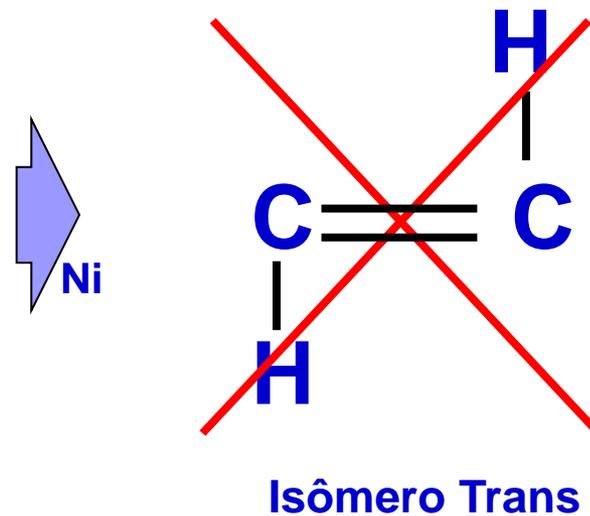
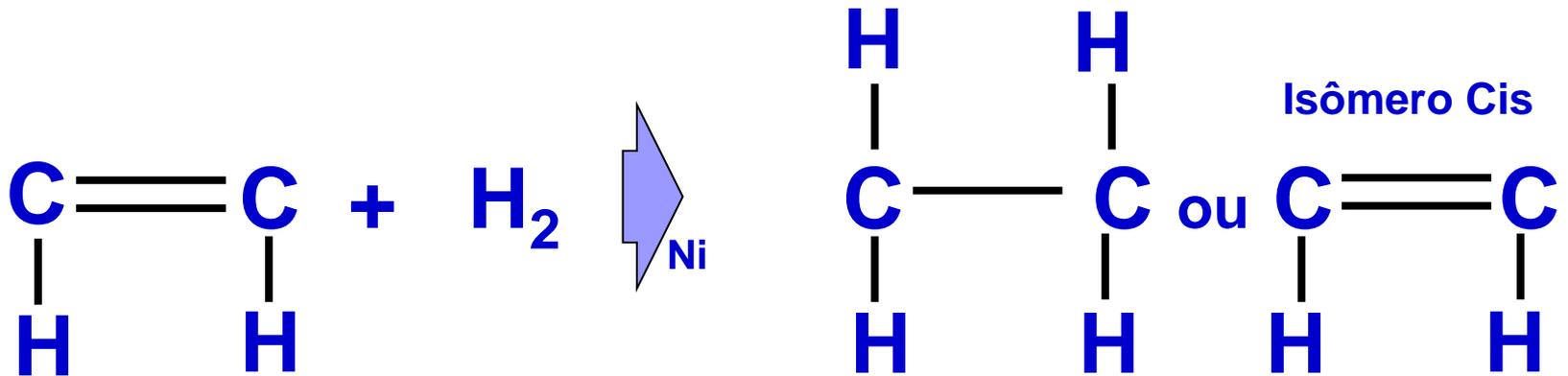
Common Name	Systematic Name	Abbreviation	Structure	Melting Point (°C)
<b>Saturated Fatty Acids</b>				
Capric	<i>n</i> -Decanoic	10:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	31.6
Lauric	<i>n</i> -Dodecanoic	12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44.2
Myristic	<i>n</i> -Tetradecanoic	14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	53.9
Palmitic	<i>n</i> -Hexadecanoic	16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63.1
Stearic	<i>n</i> -Octadecanoic	18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69.6
Arachidic	<i>n</i> -Eicosanoic	20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76.5
Behenic	<i>n</i> -Docosanoic	22:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	81.5
Lignoceric	<i>n</i> -Tetracosanoic	24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	86.0
Cerotic	<i>n</i> -Hexacosanoic	26:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$	88.5
<b>Unsaturated Fatty Acids</b>				
Palmitoleic	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic	16:1 $\Delta$ 9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	0
Oleic	<i>cis</i> -9-Octadecenoic	18:1 $\Delta$ 9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	16
Linoleic	<i>cis,cis</i> -9,12-Octadecadienoic	18:2 $\Delta$ 9,12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	5
Linolenic	all- <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic	18:3 $\Delta$ 9,12,15	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-11
Arachidonic	all- <i>cis</i> -5,8,11,14-Eicosatetraenoic	20:4 $\Delta$ 5,8,11,14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	-50
<b>Branched and Cyclic Acids</b>				
Tuberculostearic	<i>l</i> -D-10-Methyloctadecanoic		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}(\text{CH}_2)_8\text{COOH} \end{array}$	13.2
Lactobacillic	$\omega$ -(2- <i>n</i> -Octylcyclopropyl)-octadecanoic		$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagdown \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH} \end{array}$	29

# GORDURAS TRANS

Ácidos graxos trans :

- Naturais
- Formados ( bactérias, tratamento térmico, hidrogenação)

# Hidrogenação de Óleos Vegetais



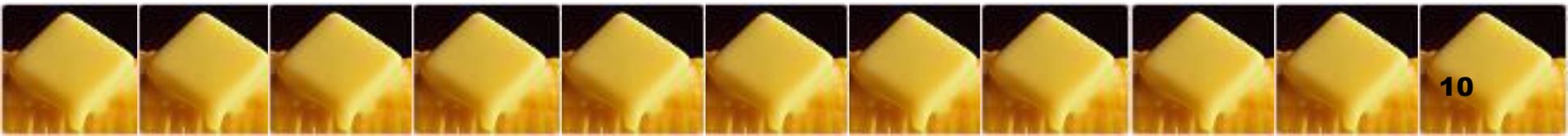
# GORDURAS TRANS

## ↳ Relação com as doenças cardiovasculares

- Elevação do LDL-colesterol
- Redução do HDL-colesterol
- Aumento da relação LDL/HDL

## ↳ Outros inconvenientes

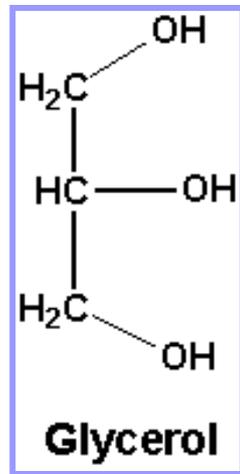
- Incidência de asma e alergias em criança
- Ocorrência de diabetes em adultos
- Inibição do metabolismo de AG essenciais



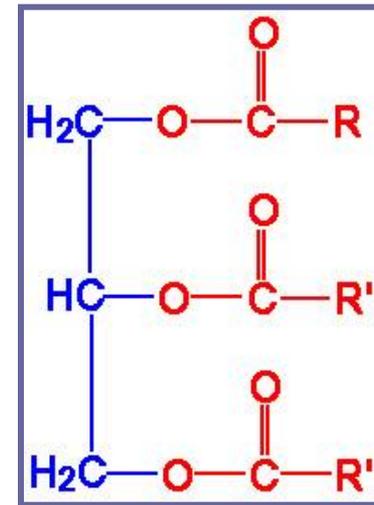
# TRIACILGLICERÍDEOS, TRIACILGLICERÓIS

(principal forma de armazenar energia em muitos organismos).

Triésteres de Ácidos Graxos + Glicerol.



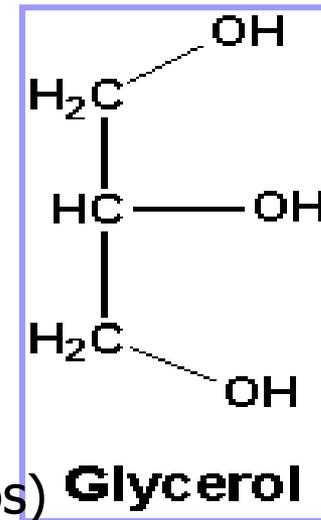
+ Ácidos Graxos



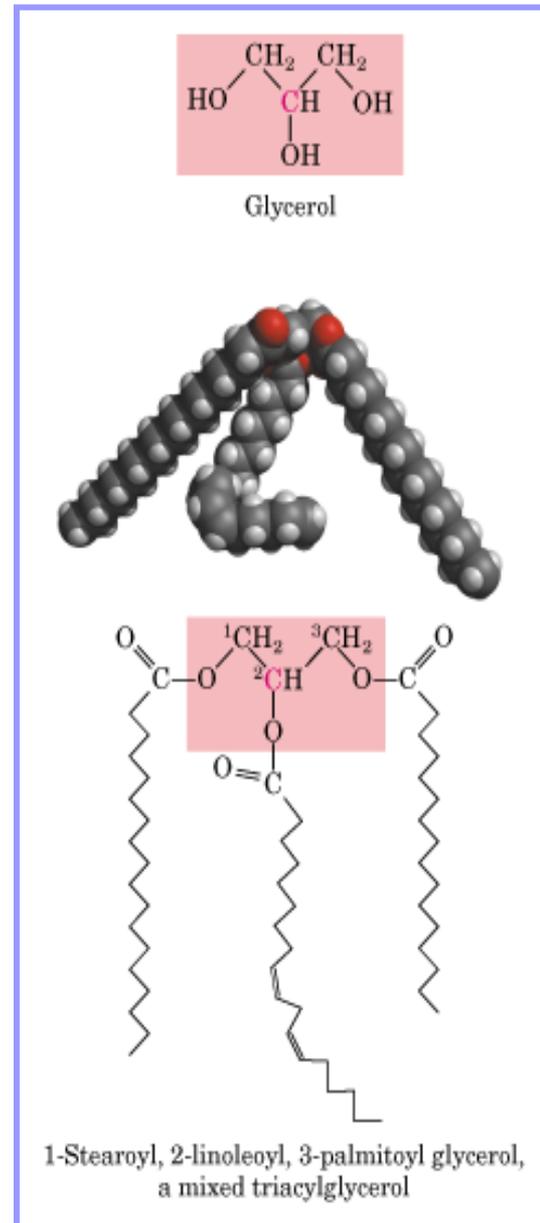
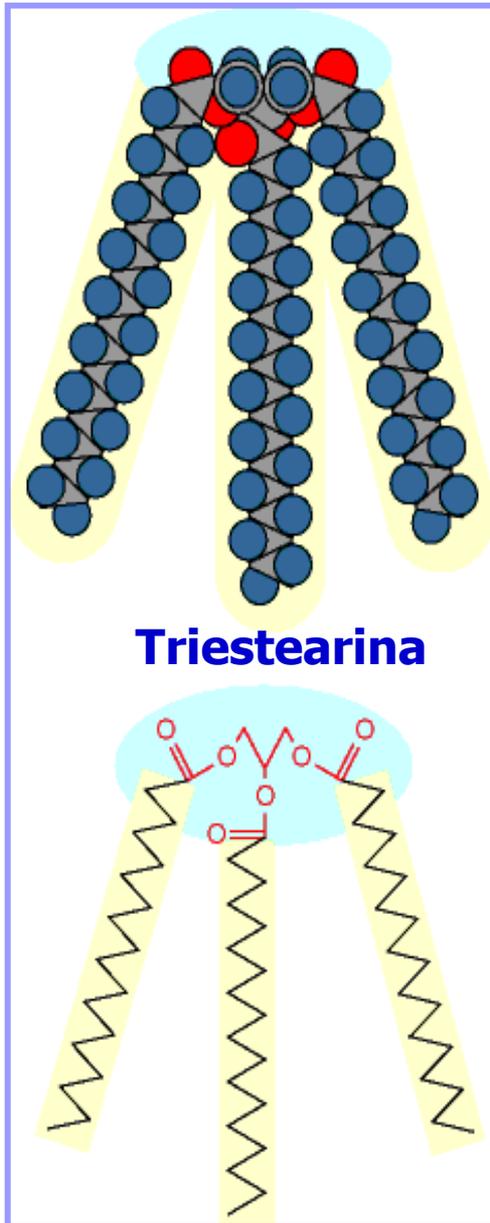
onde R, R' e R'' : cadeias hidrocarbonadas de ácidos graxos.  
Em organismos superiores as cadeias contém geralmente 10-24 C.

## LIPÍDEOS RELACIONADOS COM ÁCIDOS GRAXOS.-

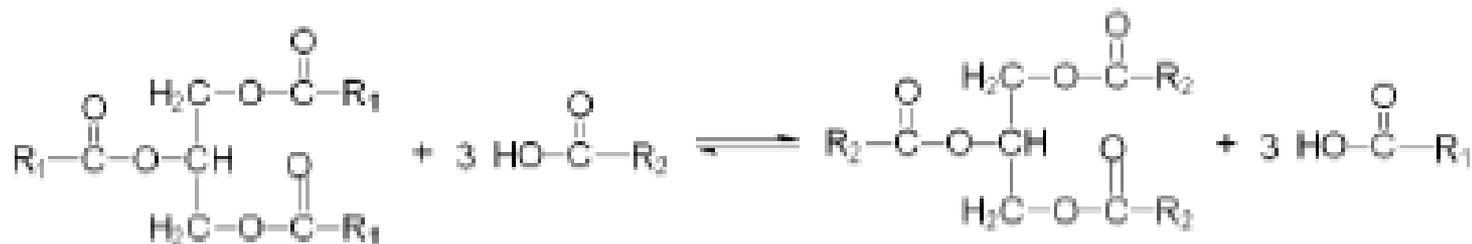
### 1. ACILGLICERIDEOS



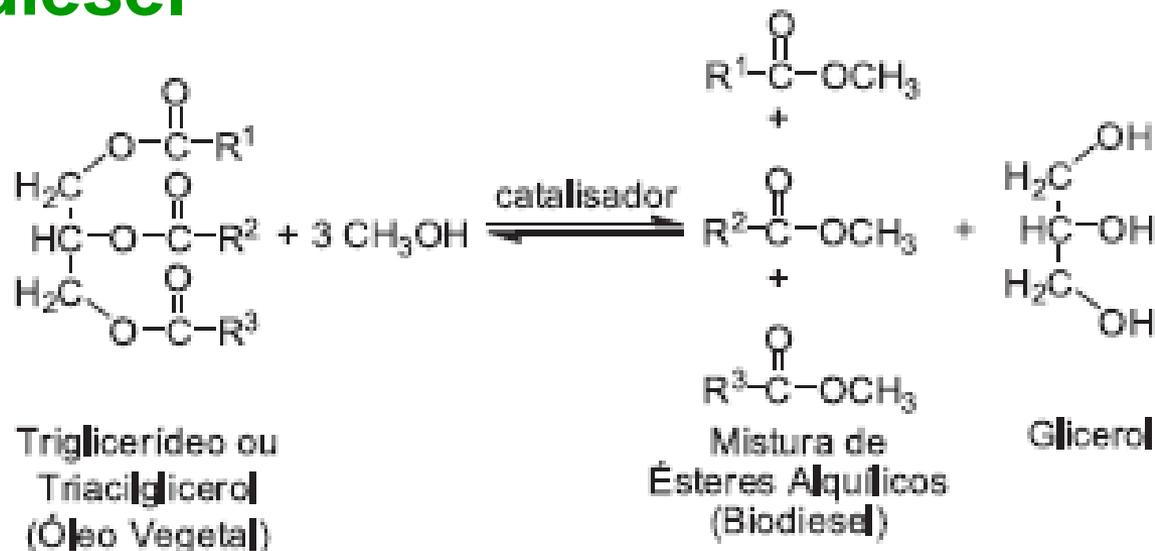
- 1 molécula de ác. graxo : Monoacilglicéridos (escassos)
- 2 moléculas de ác. graxos : Diacilglicéridos (mais frequentes)
- 3 moléculas de ác. graxos: **Triacilglicéridos** ou **Triglicéridos** (mais abundantes).



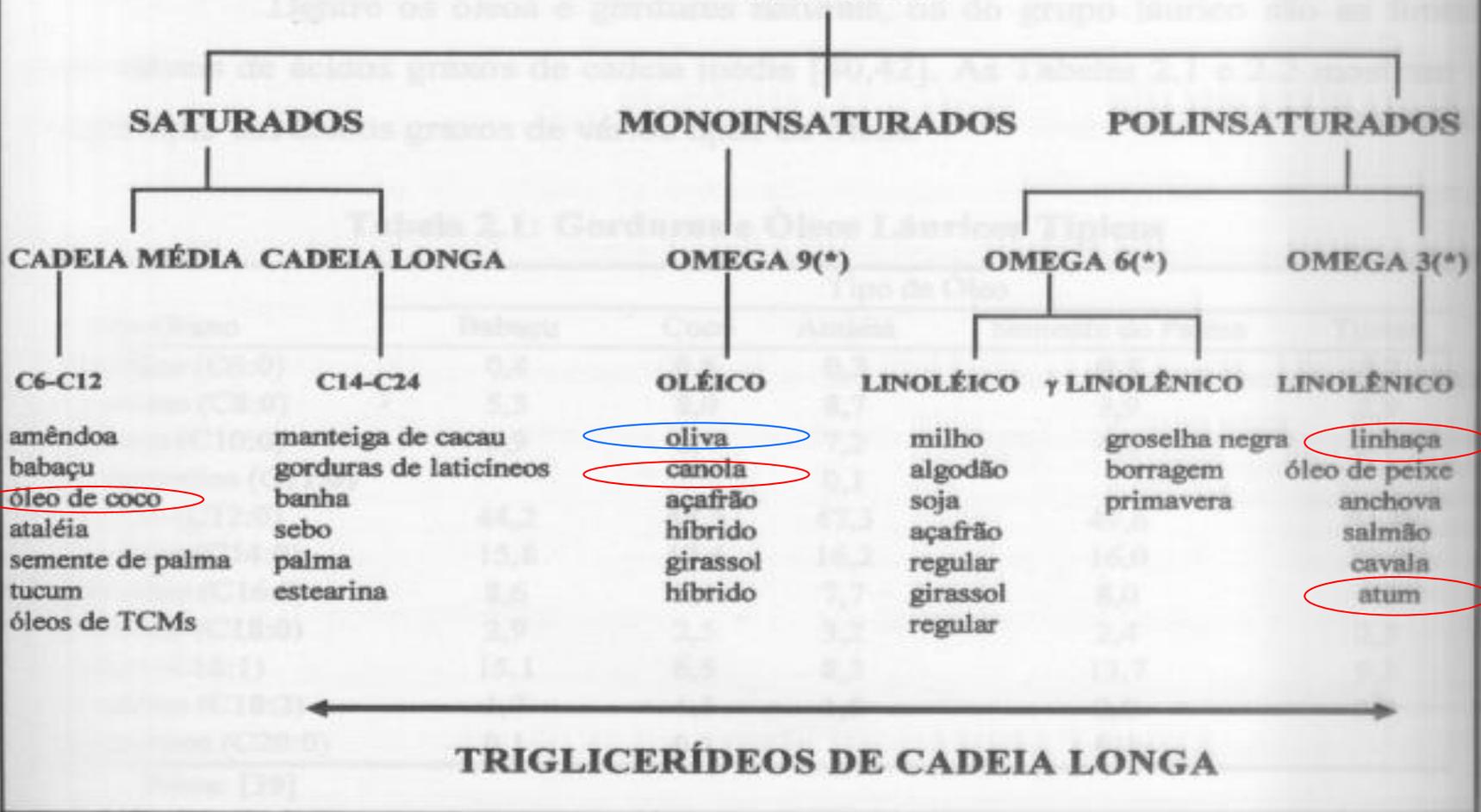
# REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO



## Biodiesel



# LIPÍDEOS

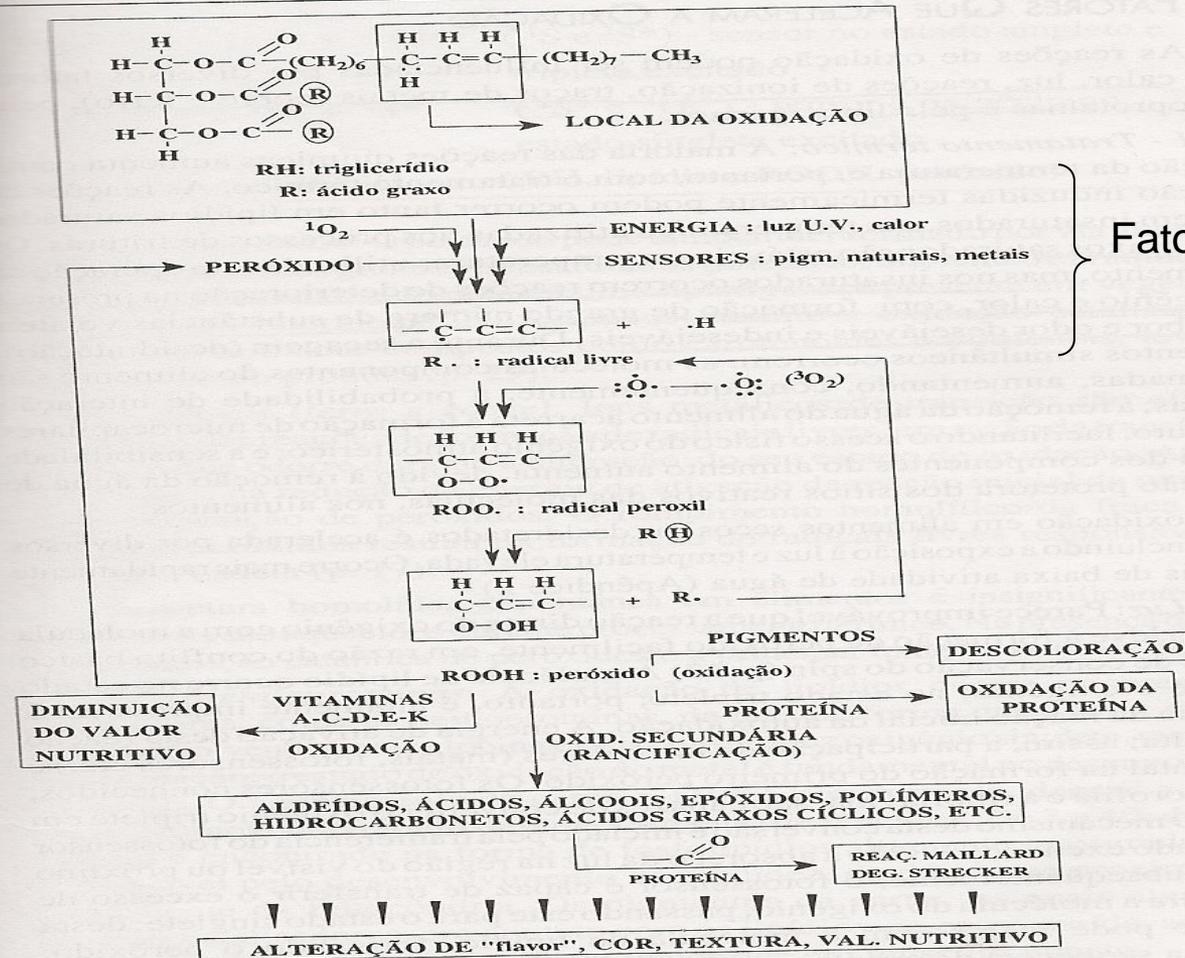


## Classificação dos lipídeos

(\*) Um exame da posição da dupla ligação dos ácidos graxos naturais mostrou que ela está mais relacionada ao carbono terminal do ácido graxo, conhecido como omega ( $\omega$ ), assim os ácidos graxos insaturados são denominados  $\omega$ 3,  $\omega$ 6 ou  $\omega$ 9, de acordo com a posição da dupla ligação.

# Degradação de Lipídeos

**Oxidação:** causada pelo **oxigênio atmosférico**, ozônio, Peróxido, metais e outros agentes oxidantes.



Acroleína

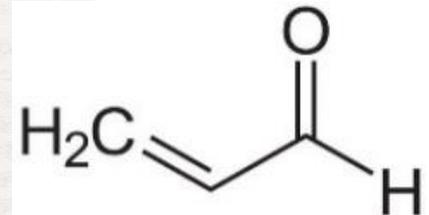


Figura 1 - Alterações químicas no alimento, provocadas pela oxidação de lipídios durante o processamento e armazenamento.

# Rancidez hidrolítica

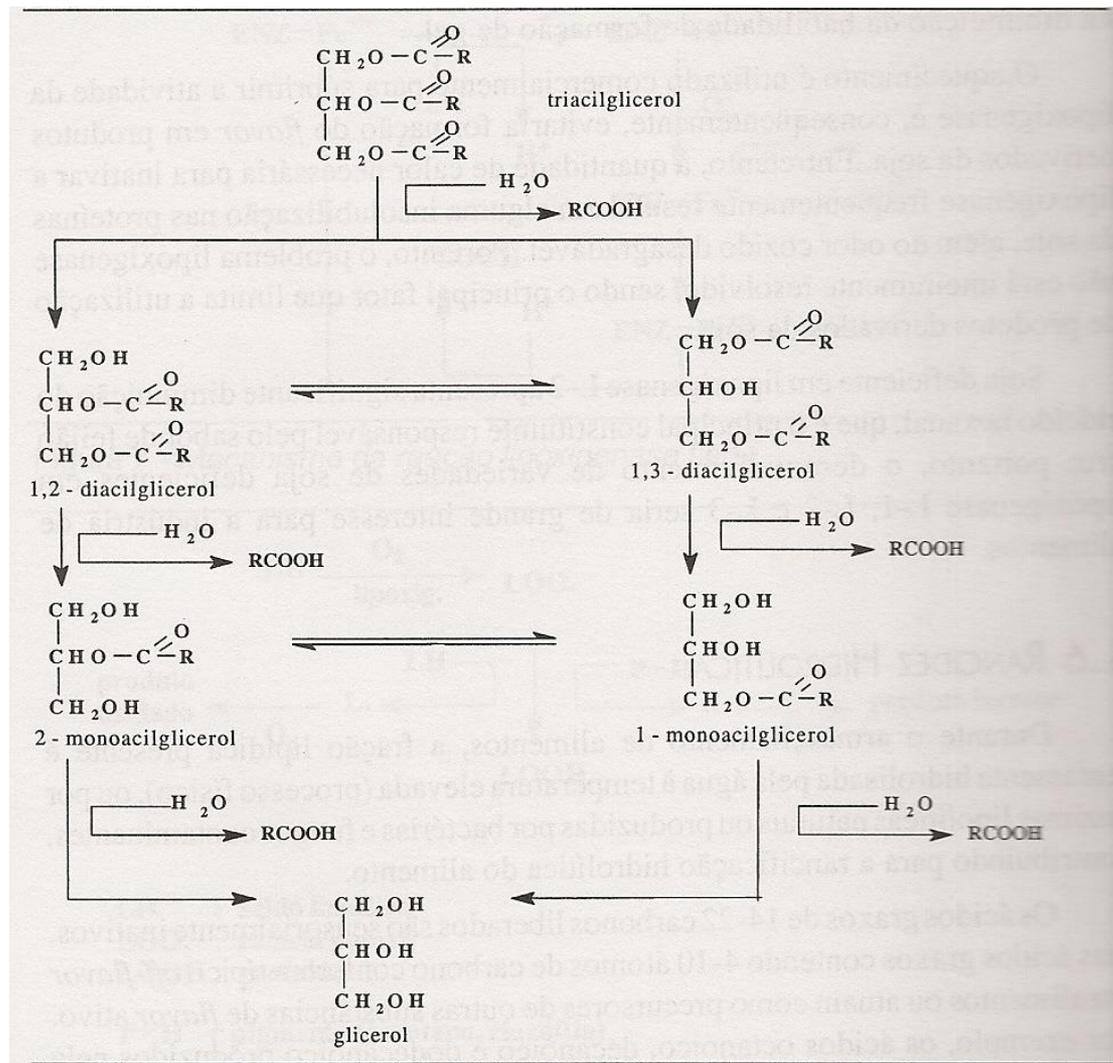
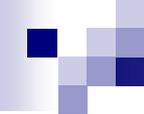
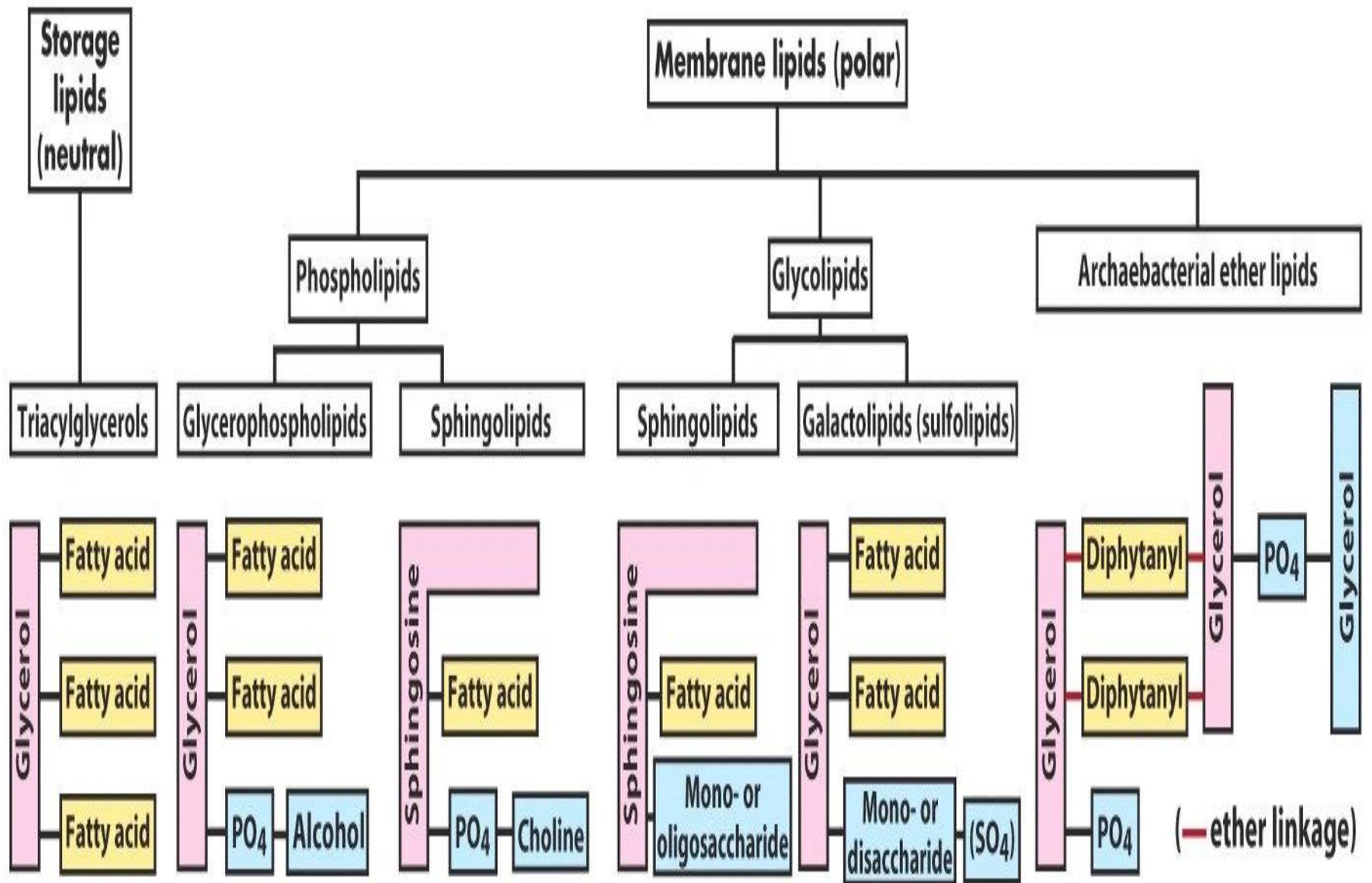


Figura 9 - Hidrólise do triacylglicerol.



Exemplos de estruturas de lipídeos que possuem funções diversas no organismo, mas que não são lipídeos com função principal de fornecer energia

**São lipídeos que constituem as membranas (estruturais) e função informativa**

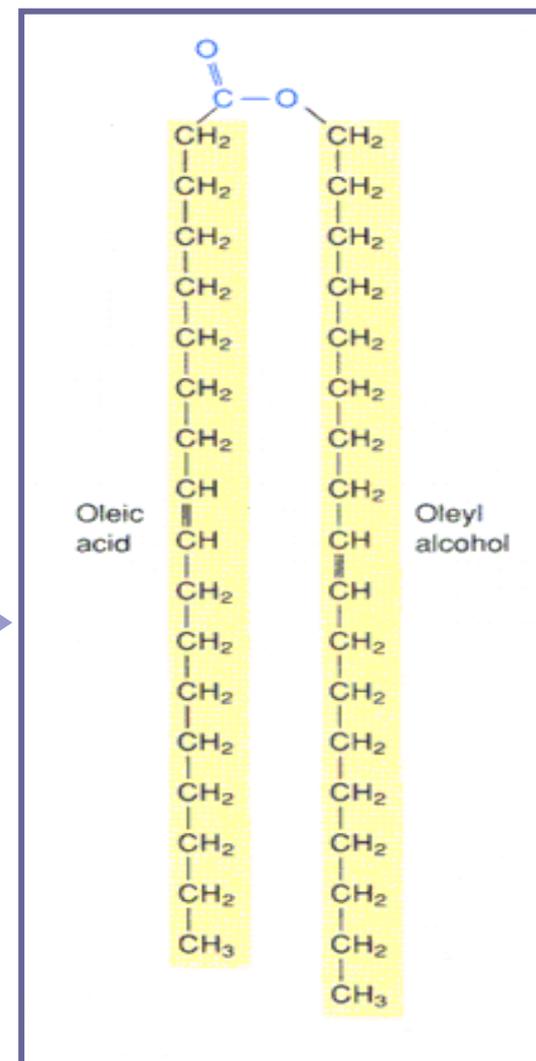


## LÍPIDEOS RELACIONADOS COM ÁCIDOS GRAXOS.-

### 1.2.- CERAS.-

- ácido graxo de cadeia longa com um álcool de cadeia longa (14-32 C).

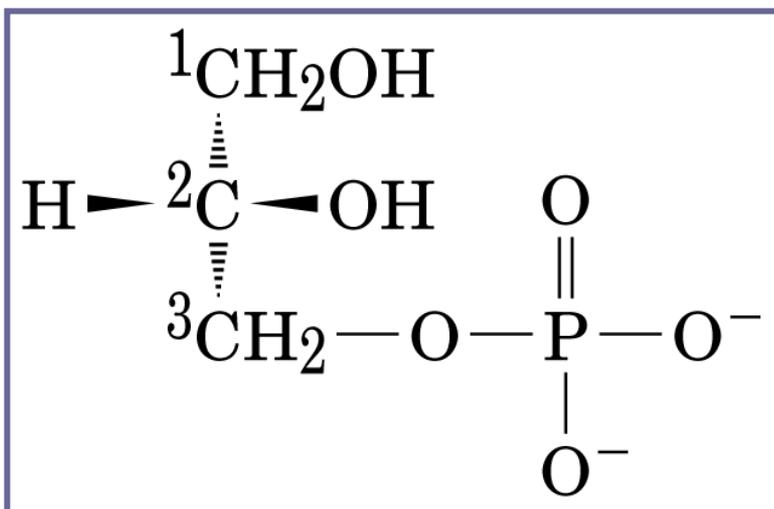
Ex.: cera formada por ác. oleico + álcool oleico.



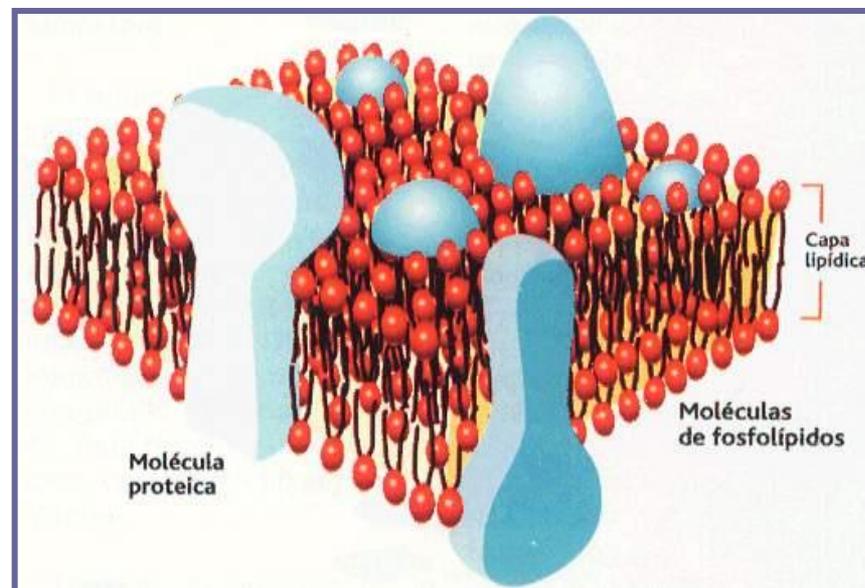
## LÍPIDEOS RELACIONADOS COM ÁCIDOS GRAXOS.-

### 2.1.- GLICEROFOSFOLÍPIDEOS (ou FOSFOGLICERIDEOS).-

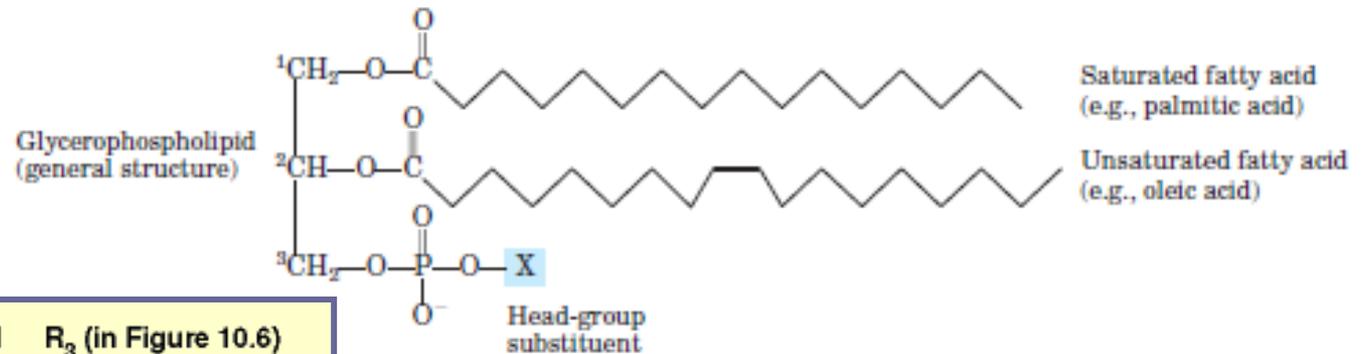
- 



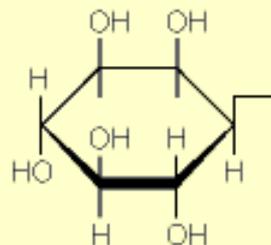
**Glicerol-3-P**



## GLICEROFOSFOLÍPÍDEOS.-



Name of glycerophospholipid	R <sub>3</sub> (in Figure 10.6)
Ácido fosfatídico	H— (ionized at neutral pH)
Fosfatidiletanolamina	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —
Fosfatidilcolina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N <sup>+</sup> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —
Fosfatidilserina	H <sub>3</sub> N <sup>+</sup> —CH—CH <sub>2</sub> —   COO <sup>-</sup>
Fosfatidilinositol	

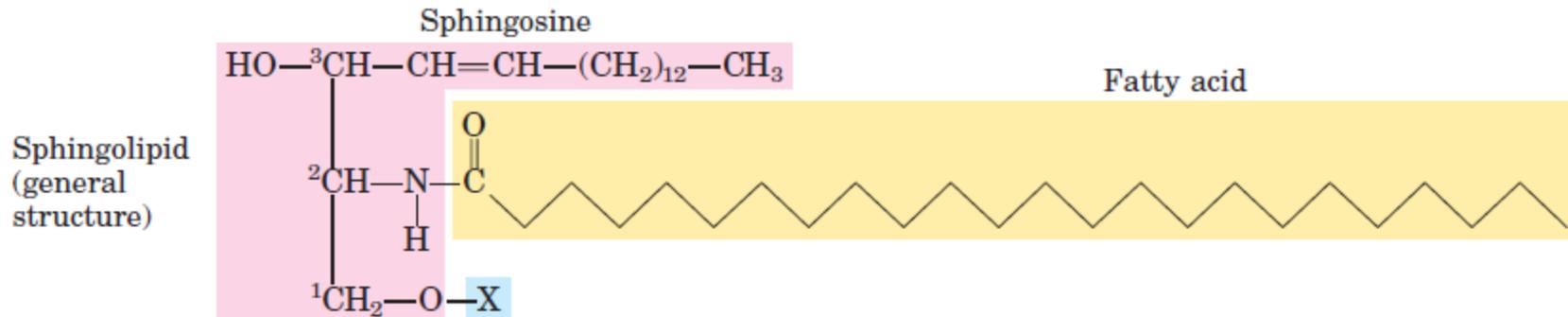


R1 E R2 são cadeias laterais, derivadas de ácidos graxos (saturado e insaturado). Cadeias hidrófobas.

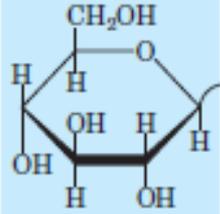
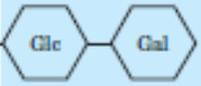
R3 grupo hidrófilo, muito variável.

## ESFINGOLÍPIDEOS.-

Por substituição das hidroxilas de C1 e C3 podem-se obter outros esfingolípideos.

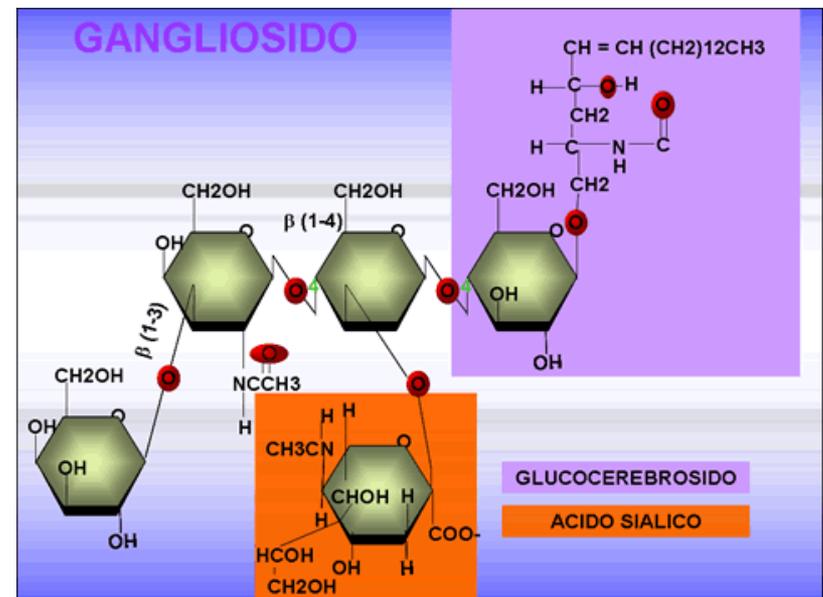
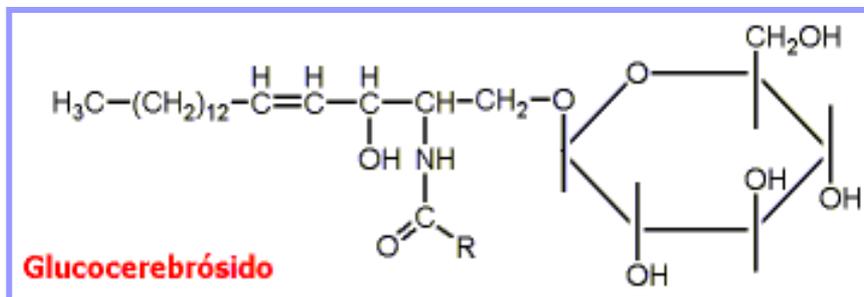


A esfingomiéline é um dos principais lipídeos estruturais das membranas do tecido nervoso (bainha de miéline).

Name of sphingolipid	Name of X	Formula of X
Ceramide	—	— H
Sphingomyelin	Phosphocholine	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{— P — O — CH}_2\text{ — CH}_2\text{ — N}^+(\text{CH}_3)_3 \\ \parallel \\ \text{O}^- \end{array}$
Neutral glycolipids Glucosylcerebroside	Glucose	
Lactosylceramide (a globoside)	Di-, tri-, or tetrasaccharide	
Ganglioside GM2	Complex oligosaccharide	

## GLICOESFINGOLÍPIDEOS.-

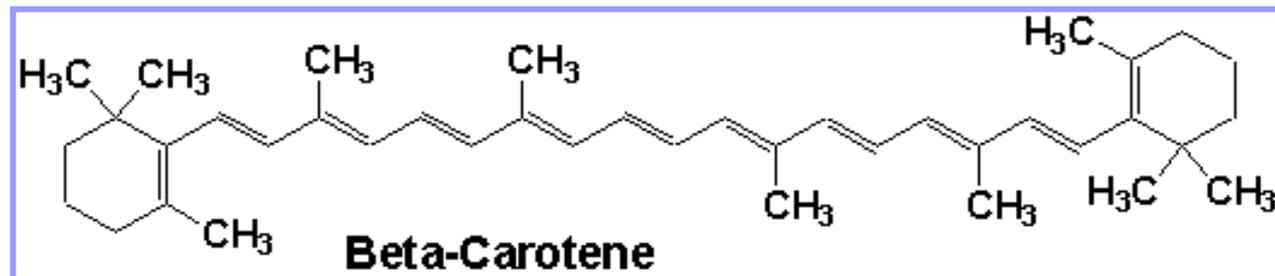
- cumprem uma função de receptores na face externa das membranas.
- As principais classes de glicoesfingolípideos são :  
os **Cerebrosídeos** e os **Gangliosídeos**.
- Cerebrosídeos e gangliosídeos são particularmente frequentes nas membranas do cérebro e das células nervosas.



## LÍPIDEOS NÃO RELACIONADOS COM ÁCIDOS GRAXOS.-

### • Terpenoides:

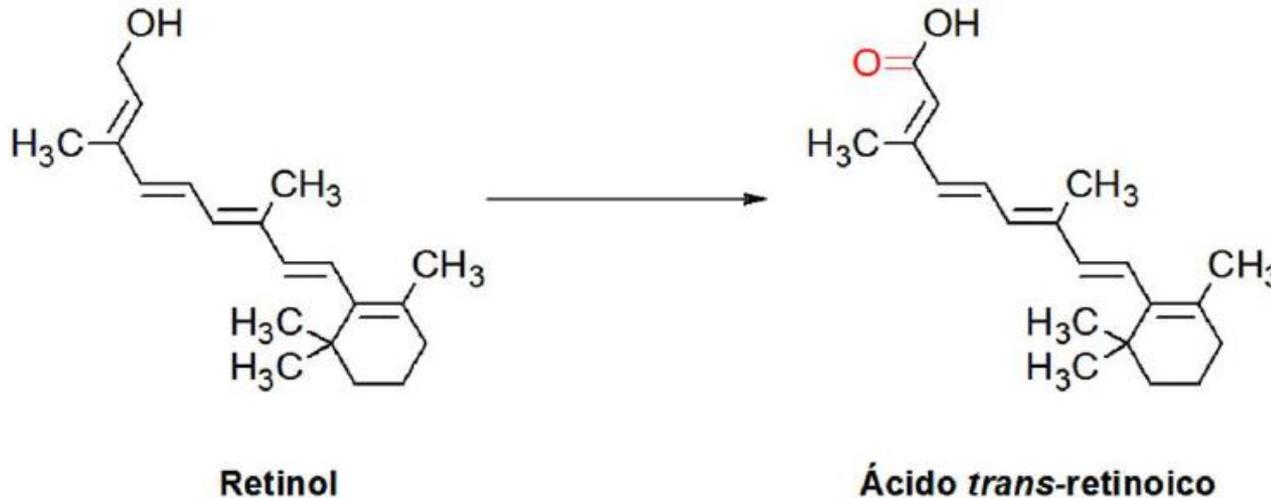
- esteroides e ácidos biliares,
- as vitaminas lipossolúveis (Vit. A,  $\alpha$ -tocoferol ou Vit. E, Vit. K),
- as giberelinas (hormônios vegetais de crescimento),
- o fitol ( da clorofila), carotenoides, a Coenzima Q,
- os feromônios.



- Os  $\beta$ -carotenos são precursores da vitamina A e são muito importantes como pigmentos acessórios na fotossíntese.

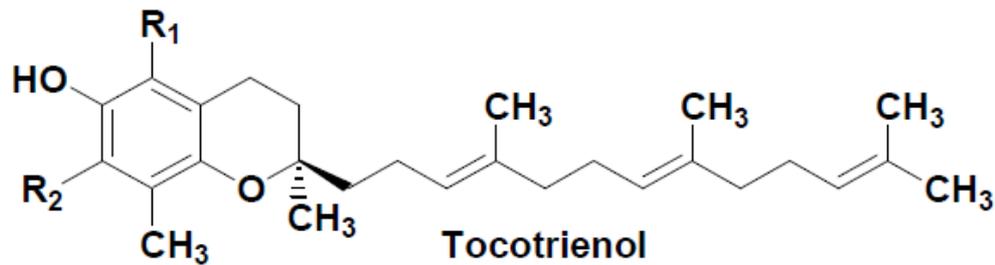
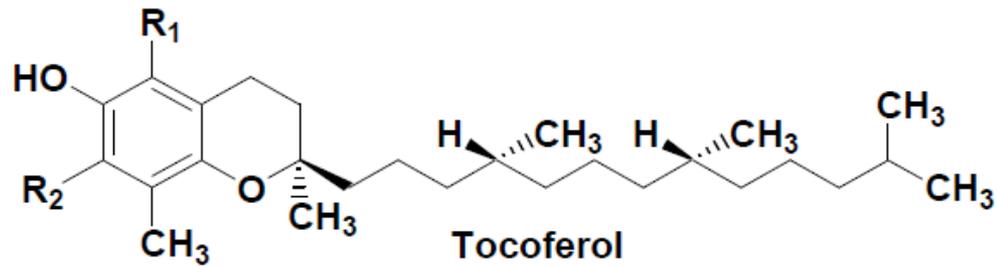
# Vitaminas Lipossolúveis (A, D, E , K)

## Vitamina A



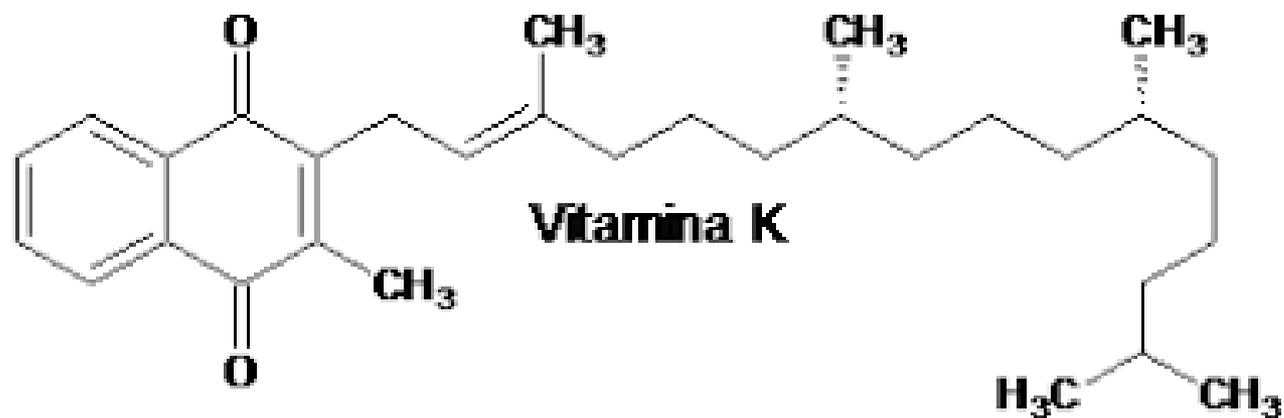
**Conversão do retinol (vitamina A) em sua forma ativa na pele, o ácido *trans*-retinoico.**

# Estruturas da Vitamina E



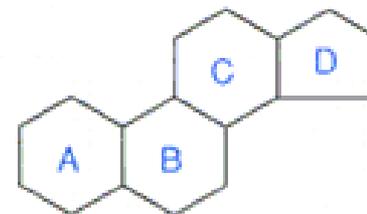
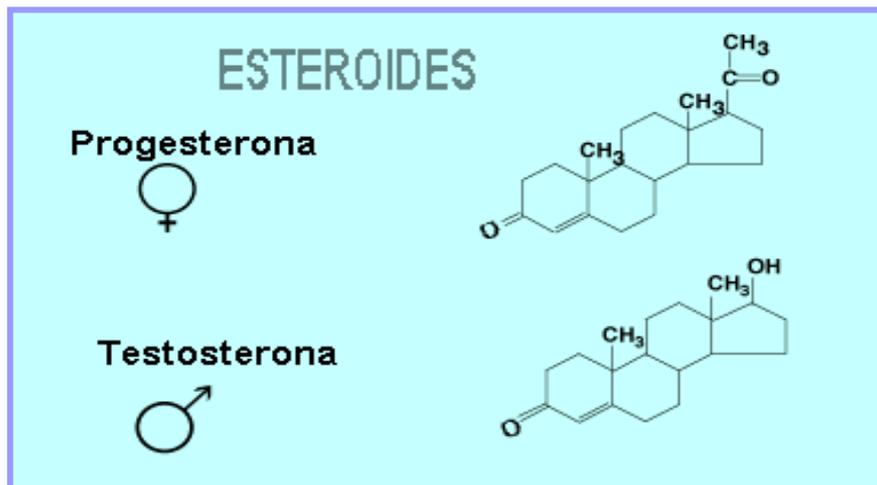
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
α	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
β	CH <sub>3</sub>	H
γ	H	CH <sub>3</sub>
δ	H	H

# Estrutura da Vitamina K

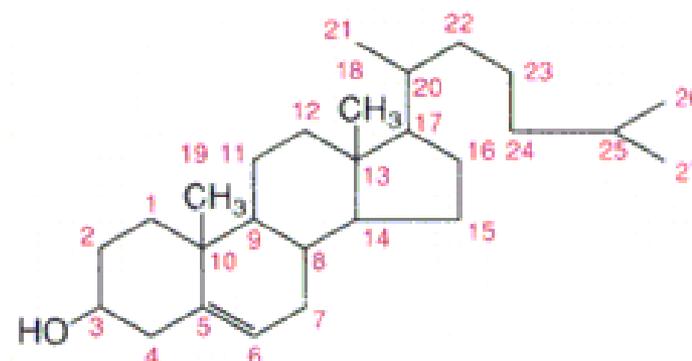


## ESTEROIS

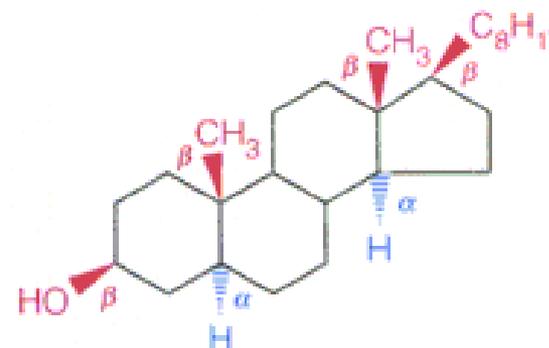
- estruturalmente com o Ciclopentano- perhidrofenantreno, um sistema de 4 anéis condensados
- Função – esteróis, sais biliares e hormônios esteroides.



(a) Perhydrocyclopentanophenanthrene

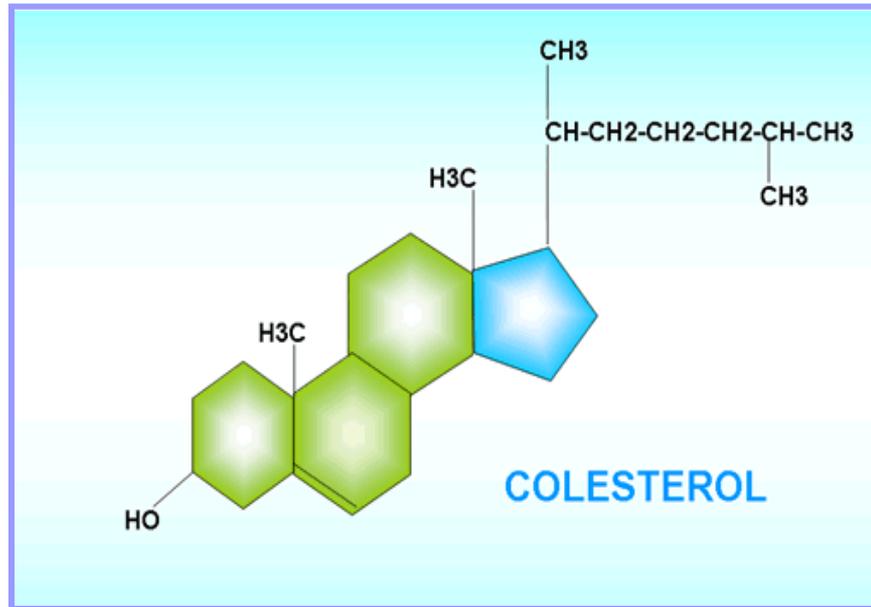


(b) Cholesterol

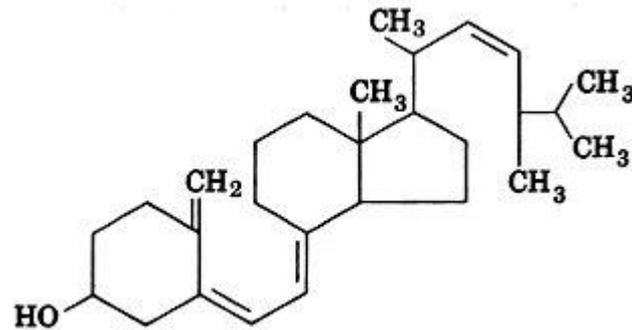


(c) Two-dimensional representation of cholesterol

## COLESTEROL.-

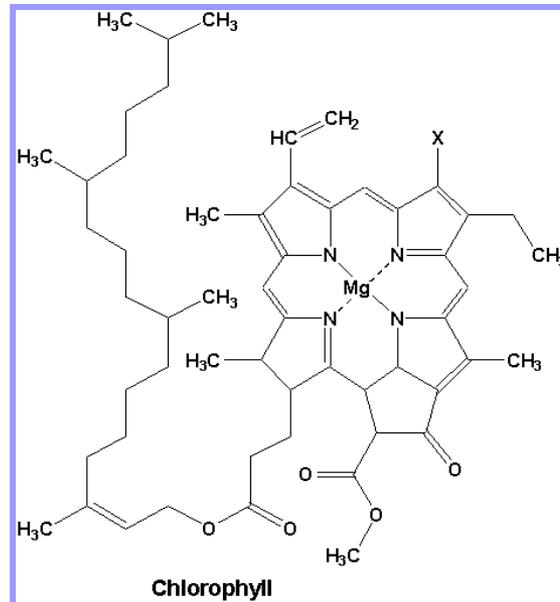
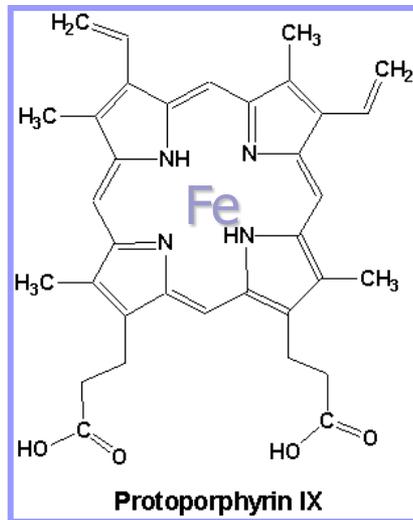


# Vitamina D



## LÍPIDEOS NÃO RELACIONADOS COM ÁCIDOS GRAXOS.-

- As porfirinas de maior interesse biológico são as **Protoporfirinas**.
- A Protoporfirina IX pode originar um composto de coordenação Com o Fe denominado *Heme*. O heme é um grupo prostético da hemoglobina, mioglobina, citocromos, catalases e peroxidases.



- As clorofilas contém uma protoporfirina IX modificada e Mg no centro do anel, além de uma cadeia isoprenóide de fitol.