

# LIPÍDIOS

Dra. Flávia Cristina Goulart  
CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

***UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA***

*Campus de Marília*

flaviagoulart@marilia.unesp.br

# Conceito:

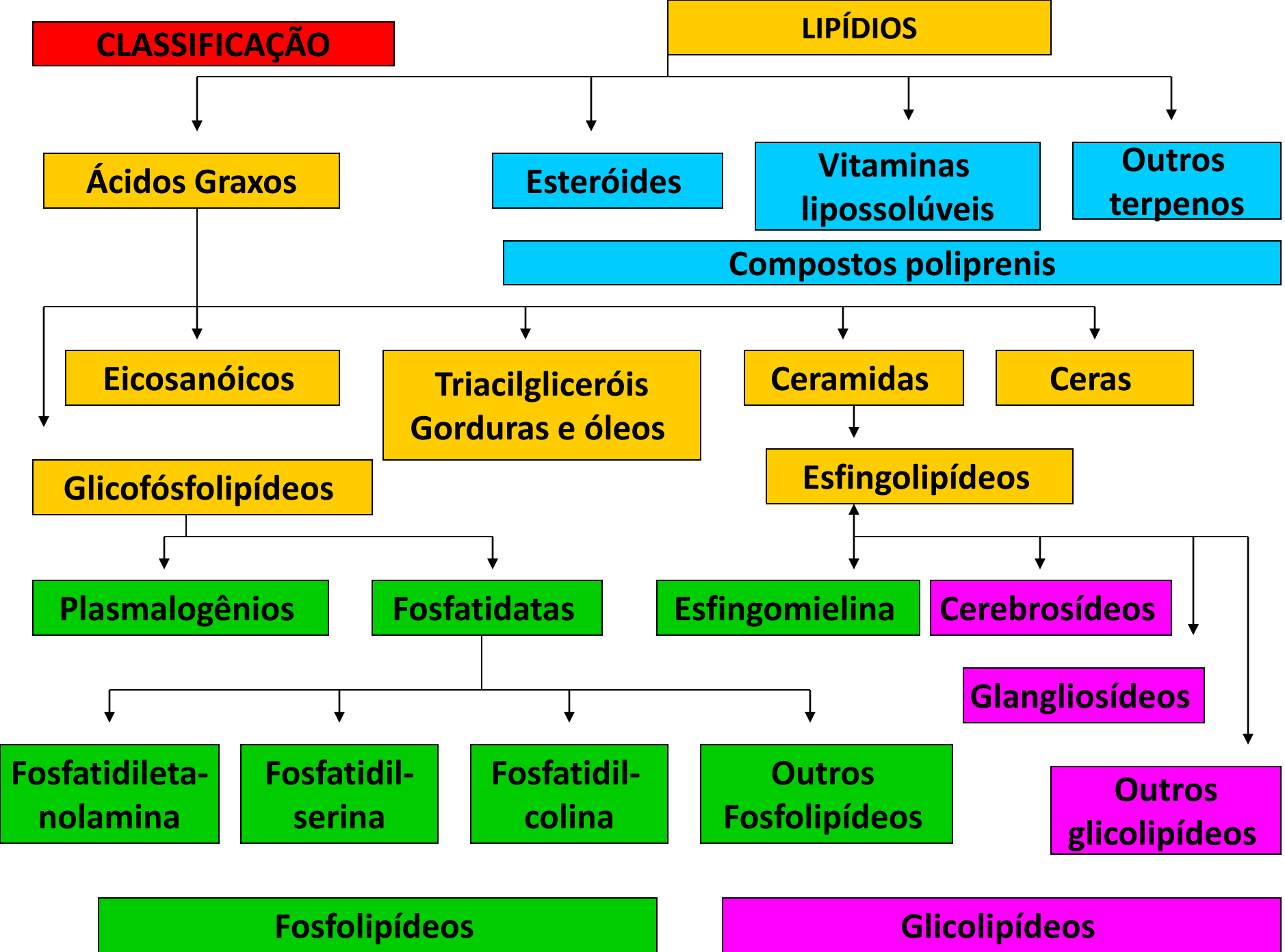
- Substâncias caracterizadas pela sua baixa solubilidade em água e alta solubilidade em solventes orgânicos.
- Suas propriedades físicas refletem a natureza hidrofóbica das suas estruturas químicas.

# CONCEITO

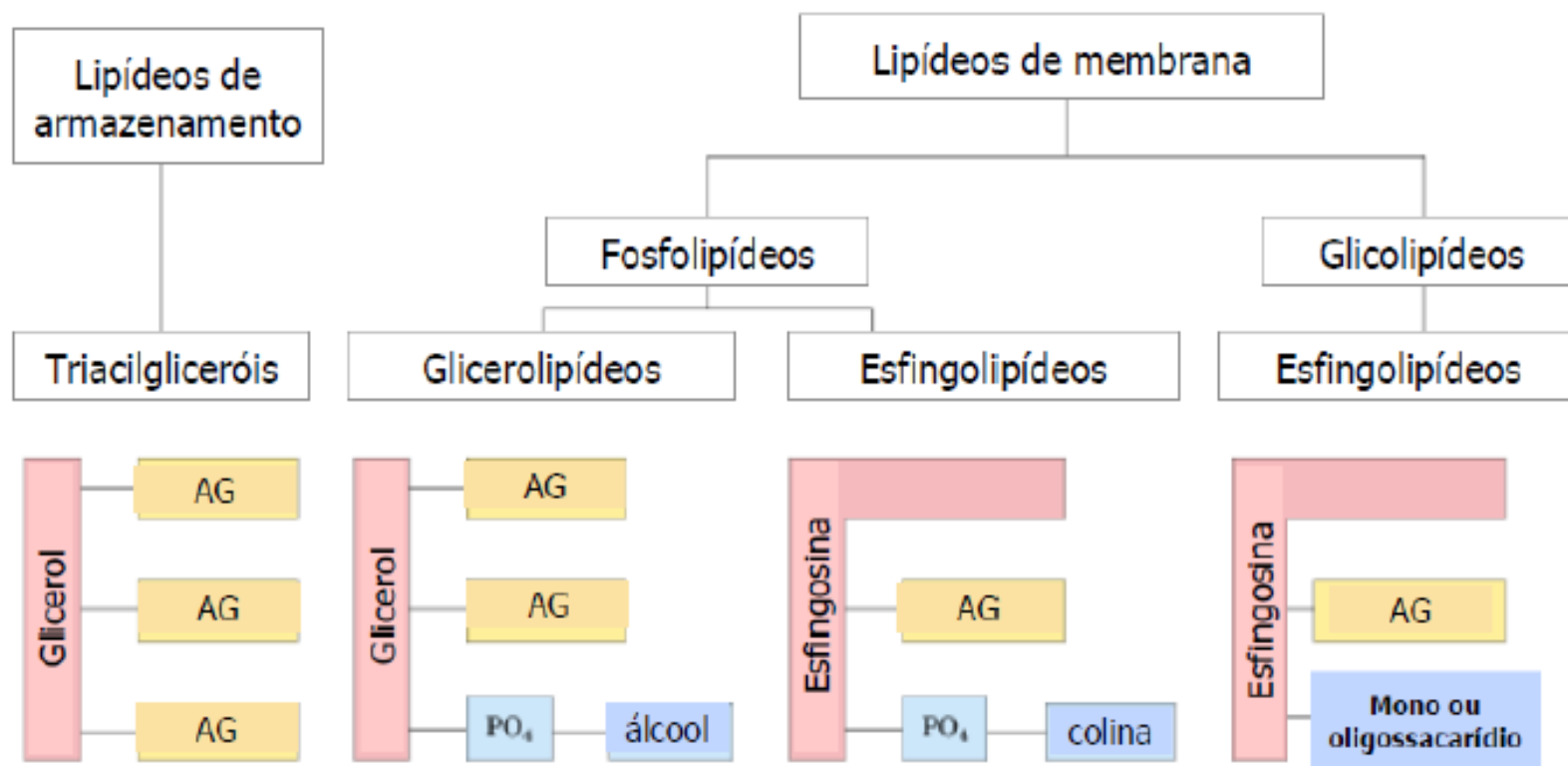
- Substâncias que, por hidrólise, fornecem ácidos graxos e outros compostos:

**São Classificados em dois grandes grupos quanto ao seu ponto de Fusão:**

- **Gorduras** - glicerídeos de ácidos saturados são "sólidas" à temperatura ambiente **PRODUZIDAS POR ANIMAIS.**
- **Óleos** - glicerídeos de ácidos insaturados são líquidos à temperatura ambiente **PRODUZIDAS POR PLANTAS.**



# Classificação (Lehninger)

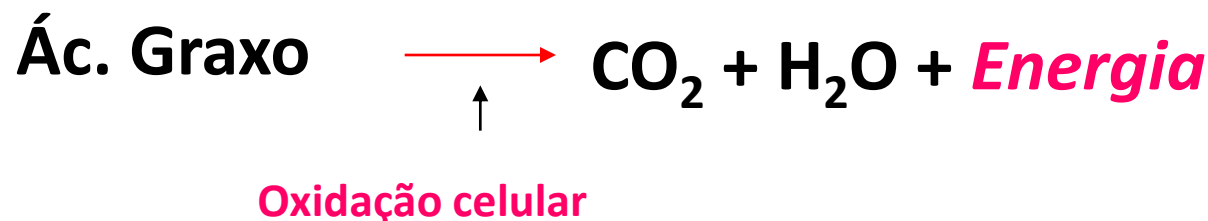


Lipídeos como **sinalizadores** (metabólitos, mensageiros, hormônios), **cofatores enzimáticos** (transporte de e- em cloroplastos e mitocôndrias) e **pigmentos** (absorção de luz visível em visão e fotossíntese)



## NECESSIDADES DE LIPÍDIOS

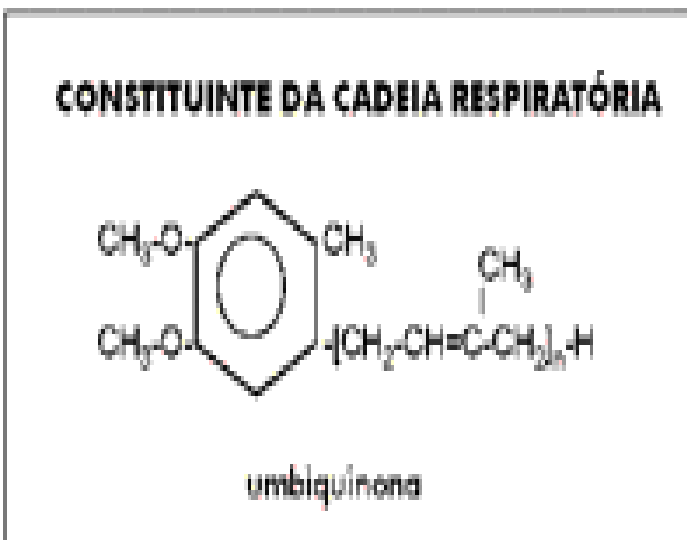
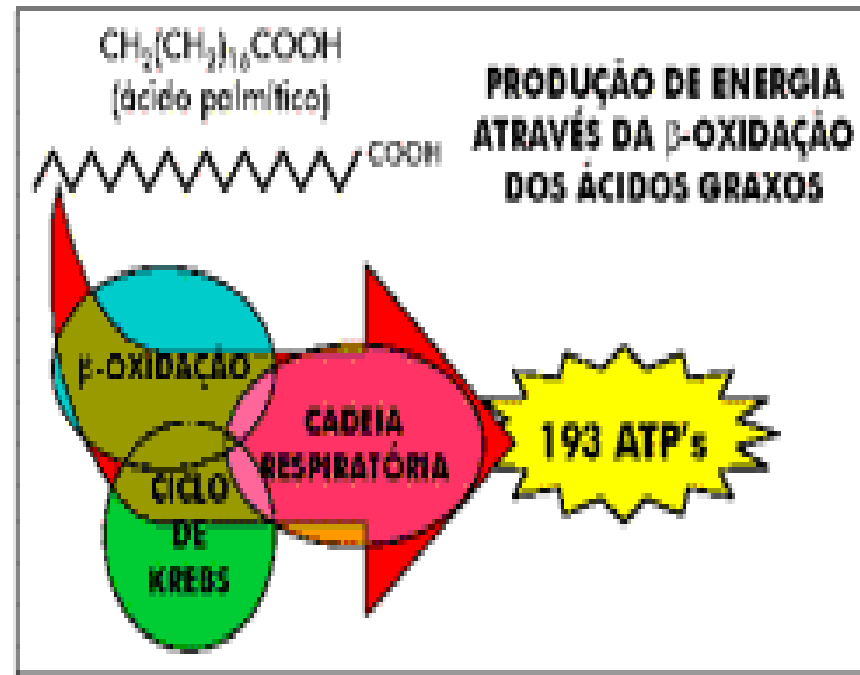
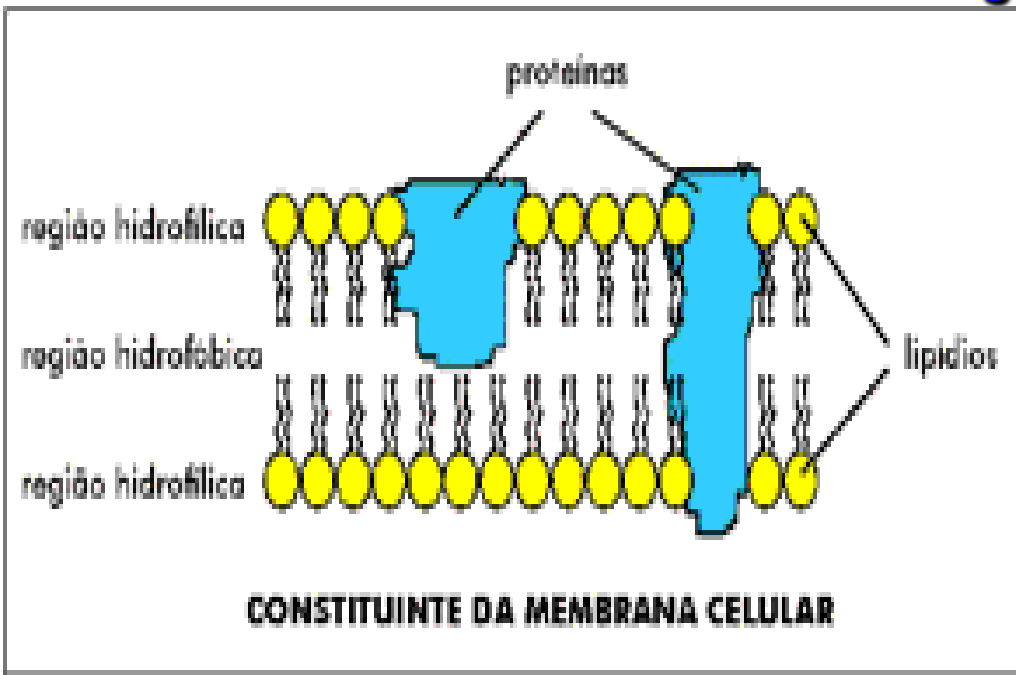
- ❑ Cada grama de gordura gera **9 kcal**, enquanto que, cada grama de carboidratos ou proteínas geram **4 Kcal/g**
- ❑ Fonte de ácidos graxos essenciais
- ❑ Maior reserva energética (não deve passar dos 30% do V.C.T.)
- ❑ Armazenado nos adipócitos



# FUNÇÕES

- ❑ Reserva de energia e combustível celular
- ❑ Membranas celulares (fosfolipídios e glicolipídios)
- ❑ Isolamento e proteção de órgãos
  - Impermeabilizante (ceras)
    - Isolante térmico
- ❑ Hormonal (esteróides)
- ❑ Anti-oxidante (Vitaminas A e E)
- ❑ Digestiva (sais biliares)

# Função



Vitaminas A, D, E e K

**AÇÕES METABÓLICAS ESPECIALIZADAS**

Hormônios Esteróides

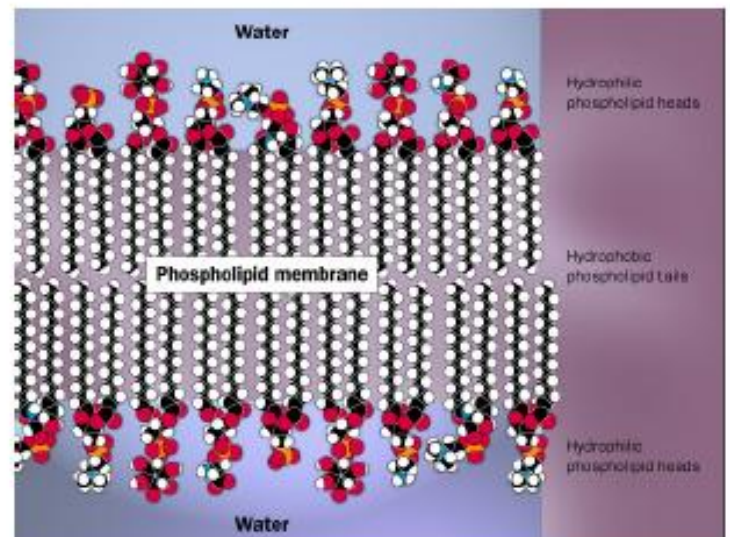
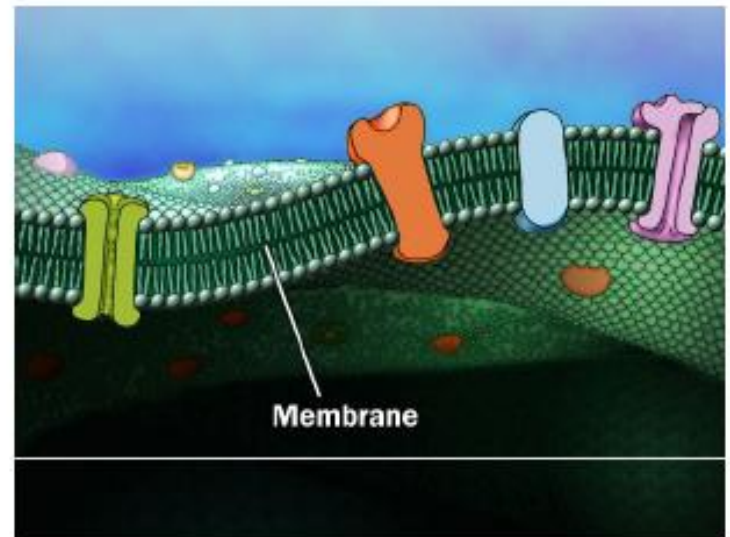


# FUNÇÕES

- ❑ O metabolismo energético dos lipídios acontece, portanto, secundariamente ao dos carboidratos, o que torna os lipídios que contêm ácidos graxos, notadamente os tri-acil-gliceróis (triglicerídeos) as principais biomoléculas de reserva energética. De fato, a própria absorção dos lipídeos se dá de forma a favorecer esta função.

# Lipídeos estruturais de membrana

- Membranas biológicas: característica principal → dupla camada lipídica
- Lipídeos: anfipáticos
- Interações hidrofóbicas entre si e hidrofílicas com H<sub>2</sub>O → bicamada
- Três tipos: glicerofosfolipídeos, esfingolipídeos e esteróis
- 5 a 10% da massa seca da maioria das células



# ÁCIDOS GRAXOS

→ São ácidos carboxílicos de cadeia longa, com mais de 12 C, e podem ser saturados ou insaturados. Possuem número par de carbonos uma vez que são sintetizados a partir da **acetil CoA**.

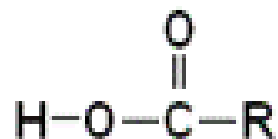
## → Reações Químicas

❑ **Esterificação:** 1, 2 ou 3 Ácidos Graxos + Glicerol  
(Mono, Di ou Tri) Acilglicerol

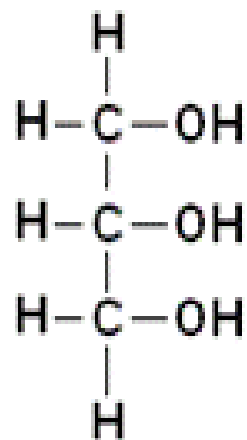
❑ **Saponificação:** Ácido Graxo + Base Sal (Sabão)

❑ **Hidrogenação:** Ácido Graxo Insaturado + H<sub>2</sub>

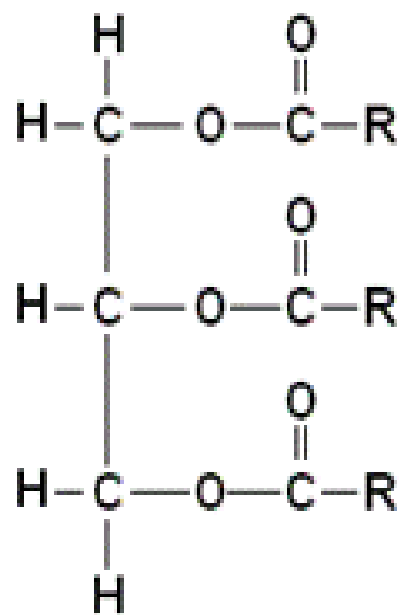
# Constituição dos Lipídeos



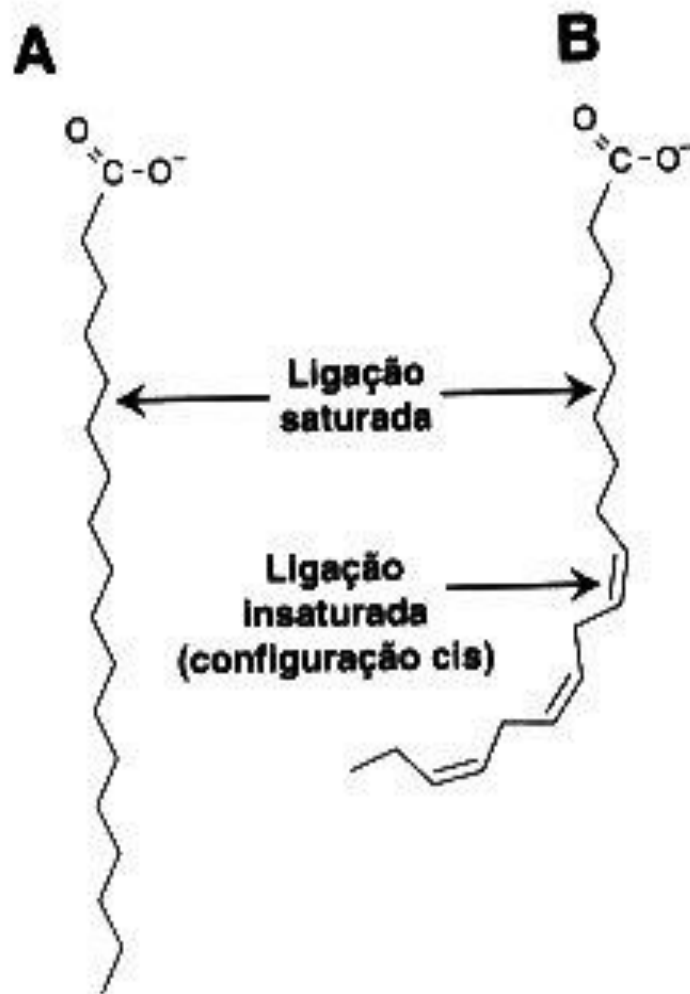
ácido graso



glicerol

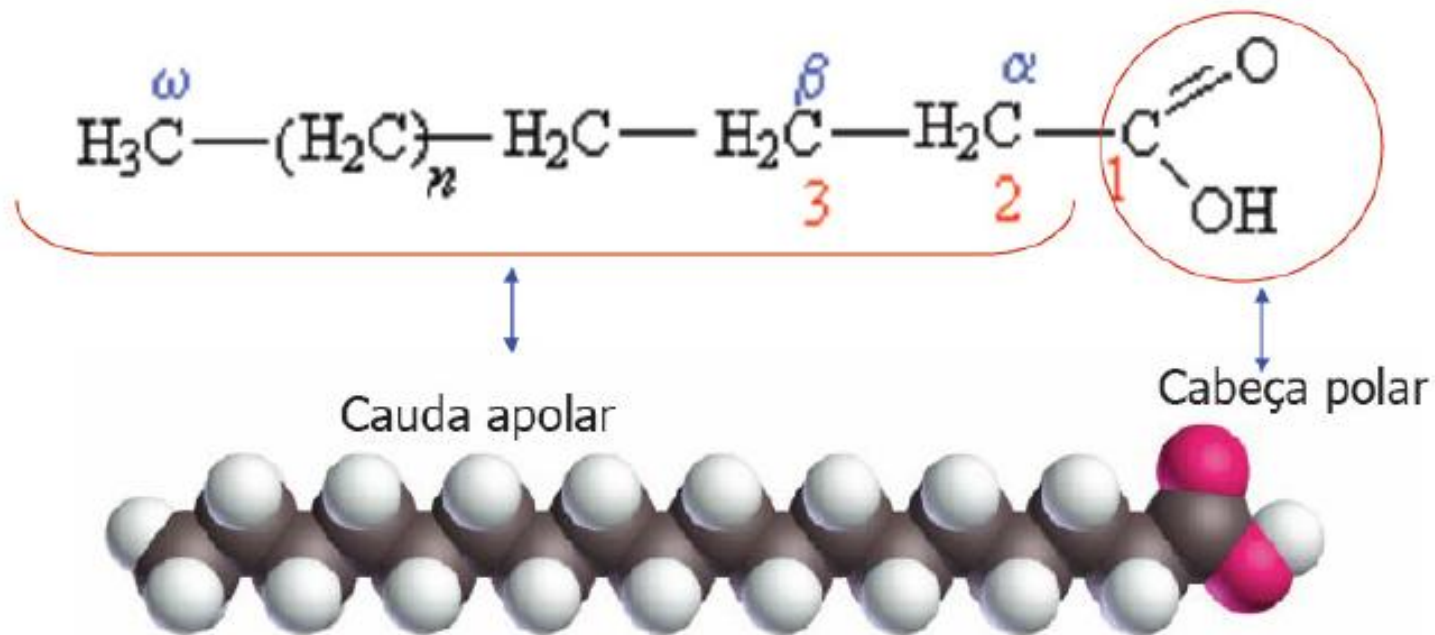


triglicérido





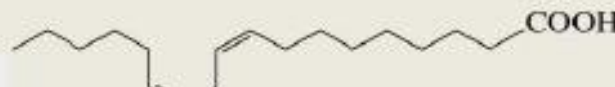


# Ácidos graxos

- Ácidos carboxílicos com cadeias de hidrocarbono ( $C_4$  a  $C_{36}$ )
- Características:
  - 1 COOH
  - nº par de C
  - linear

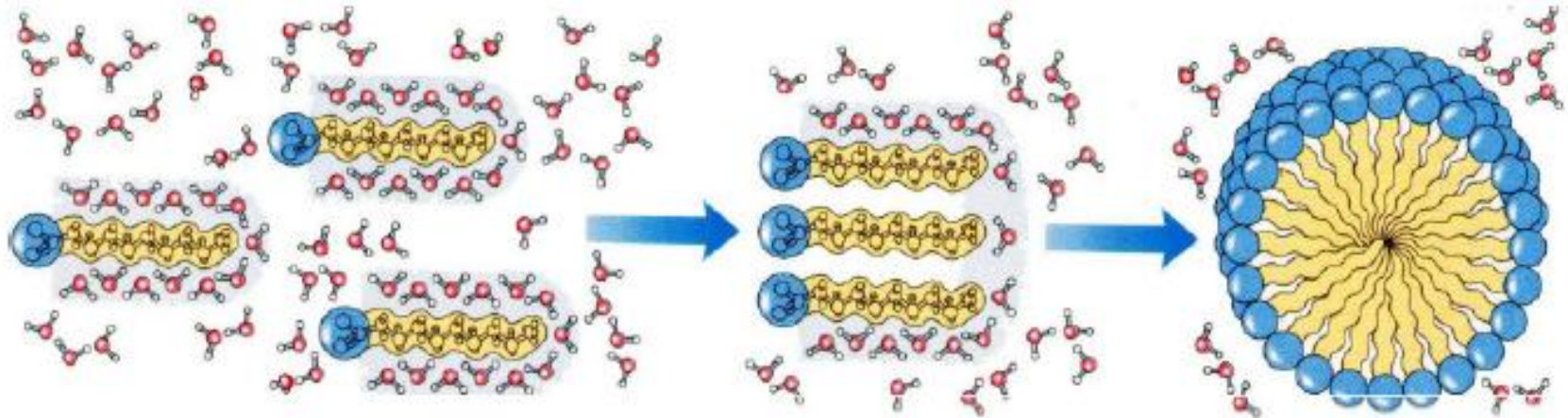




# Ácidos Graxos

Nº C	Nome comum	Nome sistemático	Estrutura	Ponto de fusão °C
<b>Saturados</b>				
12	Láurico	Dodecanóico		44
14	Mirístico	Tetradecanóico		58
16	Palmítico	Hexadecanóico		63
18	Esteárico	Octadecanóico		69
20	Araquídico	Eicosanóico		77
<b>Insaturados</b>				
16	Palmitoléico	cis-9-Hexadecanóico		0
18	Oléico	cis-9-Octadecanóico		13
18	Linoléico	cis,cis,9,12-Octadecadienóico		-5
18	Linolênico	todo cis-9,12,15-Octadecatrienóico		-11
20	Araquidônico	todo cis-5,8,11,14-Eicosatetraenóico		-50
20	EPA	todo cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico		-50

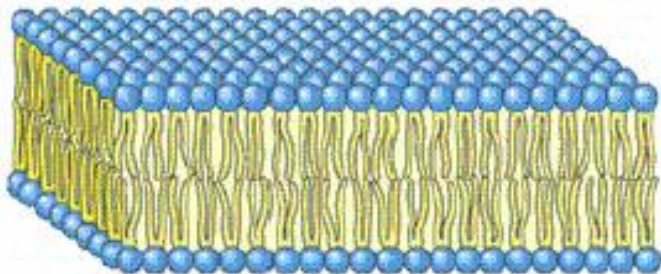
# Solubilidade



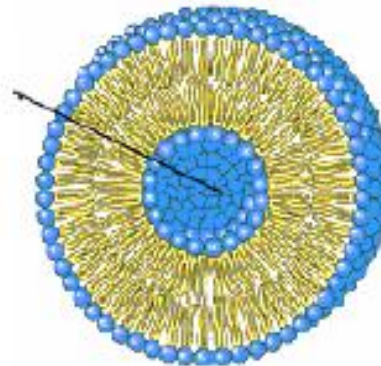
Micelas



**Unidades individuais são cilíndricas**  
(seção transversal da cabeça é igual à da cadeia lateral)

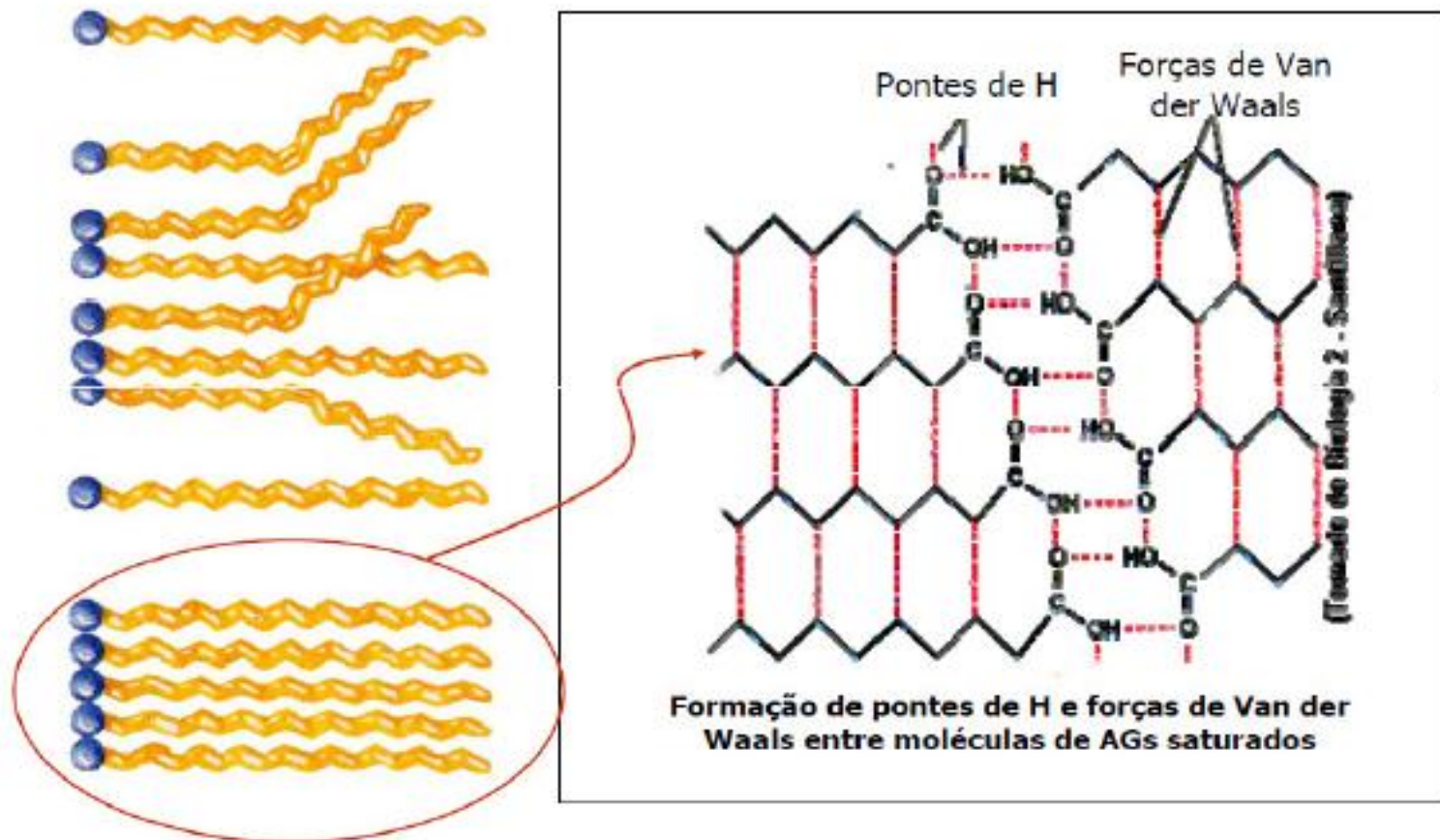


Bicamada



Lipossomo

# Ponto de fusão



Saturados: cera  
Insaturados: óleo



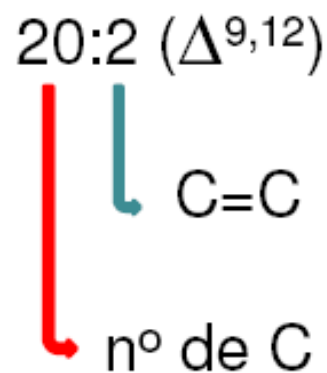
Diferentes graus de empacotamento



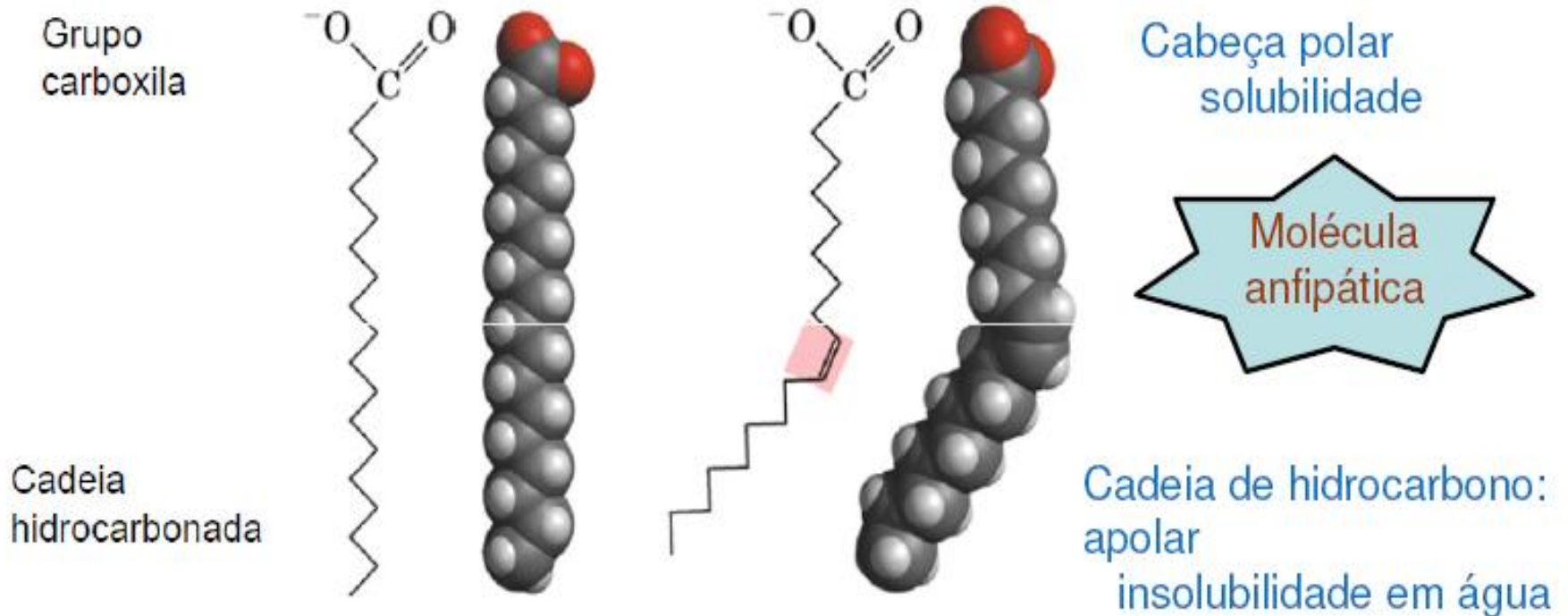
# Classificação e nomenclatura

- Quanto ao tipo de ligação C-C
  - Saturados**: somente ligações simples
  - Insaturados**
    - Monoinsaturado: 1 ligação C=C
    - Poli-insaturado: 2 ou + ligações C=C

- Identificação: nº de C e nº e posição de C=C



# Saturado ou insaturado



Geralmente as C=C estão nas posições  $\Delta^9$ ,  $\Delta^{12}$ ,  $\Delta^{15}$  alternando ligações simples e duplas, separadas por pelo menos um grupo metileno  $\text{CH}_2$ .

# Exemplos



Araquídico 20:0



Estearico 18:0



Palmítico 16:0



Erúxico 22: 1 $\Delta^{13}$



Oléico 18: 1 $\Delta^9$



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



Linoléico 18: 2 $\Delta^{9,12}$



Linoléico 18: 3 $\Delta^{9,12,15}$

Propriedades físicas  
são dependentes do  
comprimento e grau de  
insaturação da cadeia

$\uparrow L$  e  $\downarrow n^{\circ}$  lig. duplas



$\uparrow$  insolubilidade

# Fontes em alimentos

**Saturados** {  
gordura de origem animal  
(manteiga, carnes, queijos, creme de leite)  
óleo de palma  
óleo de coco

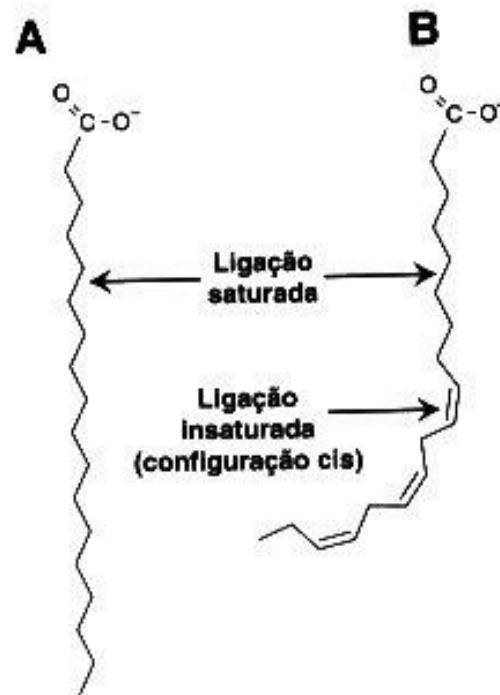
**Mono insaturados** {  
oleaginosas  
(nozes, castanhas, amendoim)  
azeite de oliva  
óleo de canola

## **Poli insaturados**

{  
linoléico ( $\omega$ -6)  
óleos vegetais (soja, algodão, girassol, linhaça e milho)  
linolênico ( $\omega$ -3)  
peixes marinhos de região geladas e profundas (bacalhau, salmão e sardinhas)

# Ácidos graxos saturados

- Não possuem duplas ligações;
- São geralmente sólidos à temperatura ambiente-maior ponto de ebulição;
- Gorduras de origem animal ricas em ácidos graxos saturados.

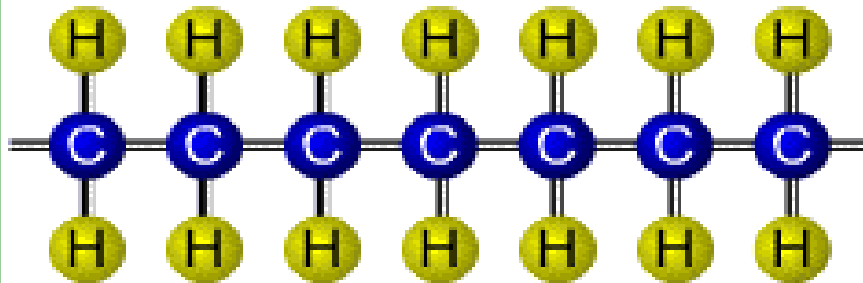


# Ácidos graxos saturados. Exemplos:

<b>Nome comum</b>	<b>Nome IUPAC</b>	
<b>Ácido butírico</b>	<b>Ácido butanóico</b>	
<b>Ácido capróico</b>	<b>Ácido hexanóico</b>	
<b>Ácido caprílico</b>	<b>Ácido octanóico</b>	
<b>Ácido cáprico</b>	<b>Ácido decanóico</b>	
<b>Ácido láurico</b>	<b>Ácido duodecanóico</b>	
<b>Ácido merístico</b>	<b>Ácido tetradecanóico</b>	
<b>Ácido palmítico</b>	<b>Ácido hexadecanóico</b>	
<b>Ácido esteárico</b>	<b>Ácido octadecanóico</b>	
<b>Ácido melíssico</b>	<b>Ácido untriacontanóico</b>	

## Ácidos graxos saturados e não-saturados

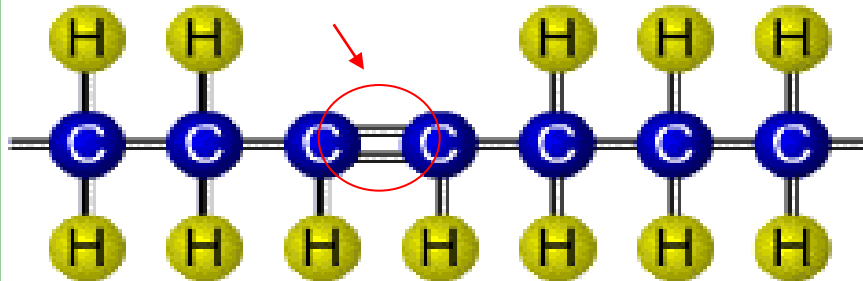
Se cada átomo de carbono na cadeia que forma um ácido graxo estiver ligado a dois átomos de hidrogênio, o ácido graxo é considerado saturado. Se alguns átomos de hidrogênio estiverem faltando, e portanto haja dupla ligação entre os carbonos, é considerada insaturada.



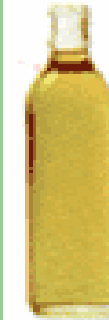
Cadeia Saturada



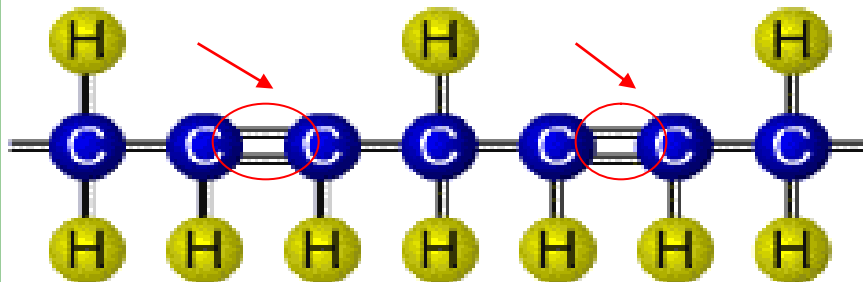
Manteiga



Cadeia Monoinsaturada



Azeite de oliva



Cadeia Poliinsaturada



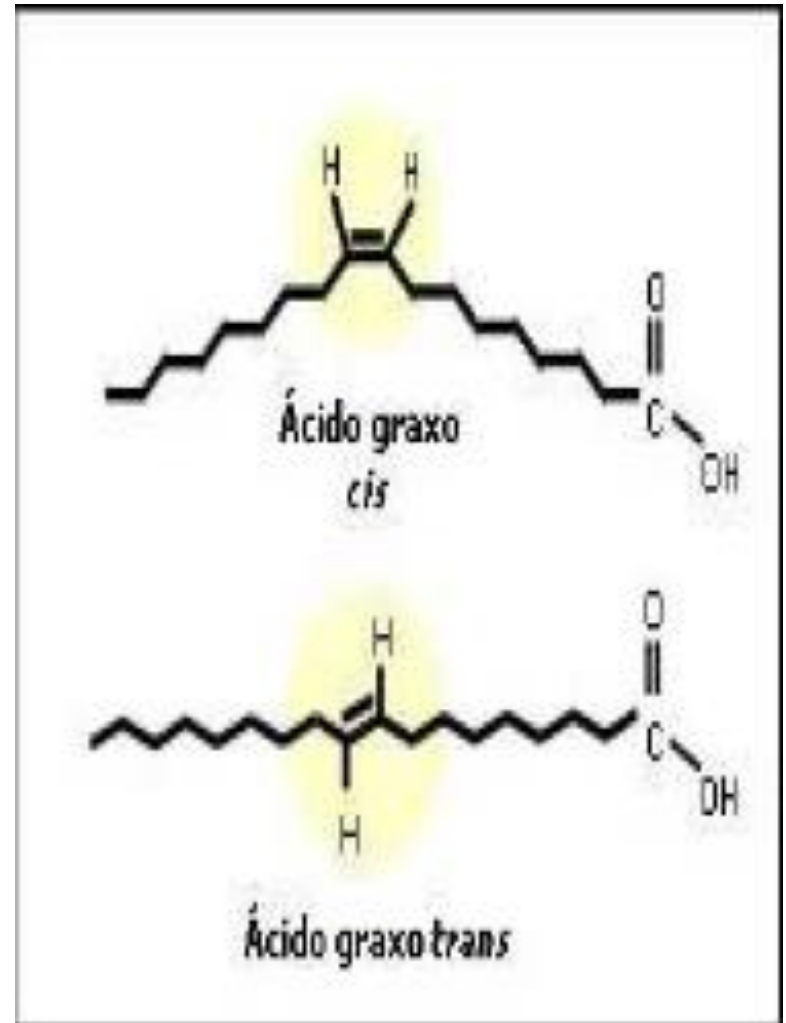
Óleo de girassol

### Legenda

 = átomo de hidrogênio       = átomo de carbono

# Ácidos graxos insaturados

- São ácidos carboxílicos com cadeias 4 e 36 C, com 1 ou mais duplas ligações;
- Menor ponto de ebulição;
- As duplas ligações estão na posição *cis*, *na natureza*.
- Ao sofrer hidrogenação forma a ligação *trans*.



Ácido oléico



# LIPÍDEOS

SATURADOS

MONOINSATURADOS

POLIINSATURADOS

CADEIA  
CURTA

CADEIA  
LONGA

Coco  
Babaçu  
Amêndoas

Cacau  
Banha  
Dendê  
Sebo

Ômega 9  
Oliva  
Canola  
Girasol (h)

Ômega 6  
(Linoléico)  
Milho  
Algodão  
Soja  
Girasol (R)

Ômega 3  
(Linolênico)  
Linhaça  
Atum  
Salmão  
Arenque

# ÔMEGA ( $\omega$ )

Outro Modo de agrupar ácidos graxos insaturados.

✓  $\omega$ -9, principal representante o ácido oléico  
( C 18:1)

Ex: óleos vegetais

✓  $\omega$ -6, representado pelo ácido linoléico ( C 18:2)

Ex: Sementes oleaginosas; Óleo de milho, girassol e soja.

✓  $\omega$ -3, está incluído o ácido  $\alpha$  - linolênico ( C 18:3)

**Ex:** canola ou soja, peixes de águas frias e profundas (salmão, truta, arenque, cavalinha, atum, destacando-se a manjuba e sardinha).

## IMPORTANTE:

Todos os ácidos graxos saturados são sintetizados no organismo a partir da **acetil-CoA**, entretanto os ácidos graxos poli-insaturados são exclusivos dos vegetais, sendo que o **ácido linoléico** (18: 2) e o **linolênico** (18:3) são considerados **essenciais** aos seres humanos por serem precursores dos **eicosanóides** e serem responsáveis pela fluidez da membrana.

O **ácido araquidônico** (20:4) **torna-se essencial** quando há a **carência** dietética do **ácido linoléico**, que é utilizado em sua síntese.

Lipídios que contêm Ac. Graxos em  
sua estrutura química:

Os **lipídios com ácidos graxos em sua composição** são **saponificáveis**, pois reagem com bases formando sabões. São as biomoléculas mais energéticas, fornecendo acetil-coA para o **Ciclo de Krebs**. São eles:

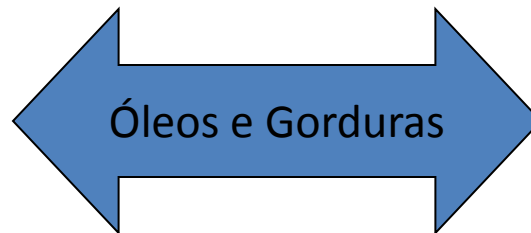
- 1) **Glicerídeos** → compostos por 1 a 3 moléculas de ácidos graxos estereficado ao glicerol, formando mono, di ou tri-acil-gliceróis (mono, di ou triglicerídeos).
- 2) **Ceras** → ácidos graxos de 16 a 30C e álcool monohidroxílico de 18 a 30C.
- 3) **Fosfolipídeos** → ácidos graxos + fosfato
- 4) **Esfingolipídeos** → ácido graxo + esfingosina
- 5) **Glicolipídeos** → ácido graxo + glicerol + açúcar

## CARACTERÍSTICAS DO TRIACILGLICERÓIS:

- São ésteres formados por uma molécula de glicerol que é um álcool, ligado a três moléculas de ácidos graxos.
- Nos humanos são armazenados nos adipócitos, células que compõe o tecido adiposo.

Função → *Reserva de energia*

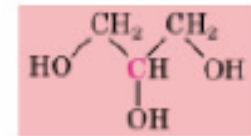
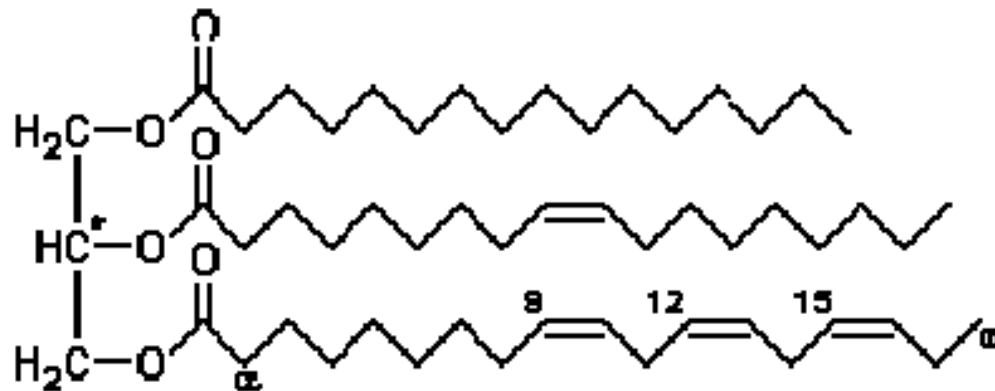
Os **óleos** são líquidos a temperatura ambiente e são compostos por triacilgliceróis contendo uma grande proporção de ácido graxo mono e/ou poliinsaturado.



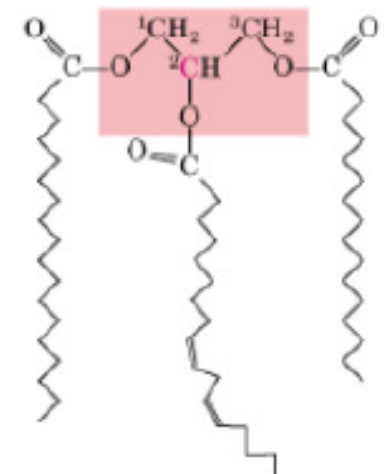
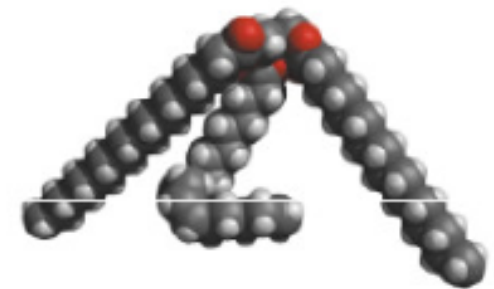
As **gorduras** são sólidas na temperatura ambiente, e são compostas por triacilgliceróis contendo uma grande proporção de ácido graxo saturado ou insaturado com duplas ligações *trans*.

# Triacilgliceróis

- Tri-éster resultante da combinação de um glicerol (triálcool) com ácidos, especialmente com ácidos graxos



glicerol



**1-estearoil, 2-linoleoil,  
3- palmitoil glicerol**

# FÓSFOLÍPIDES

- Compõe a bicamada de todas as membranas biológicas.
- Atuam como agentes emulsificantes e estão presentes na bile, e fazem parte da monocamada externa das lipoproteínas.



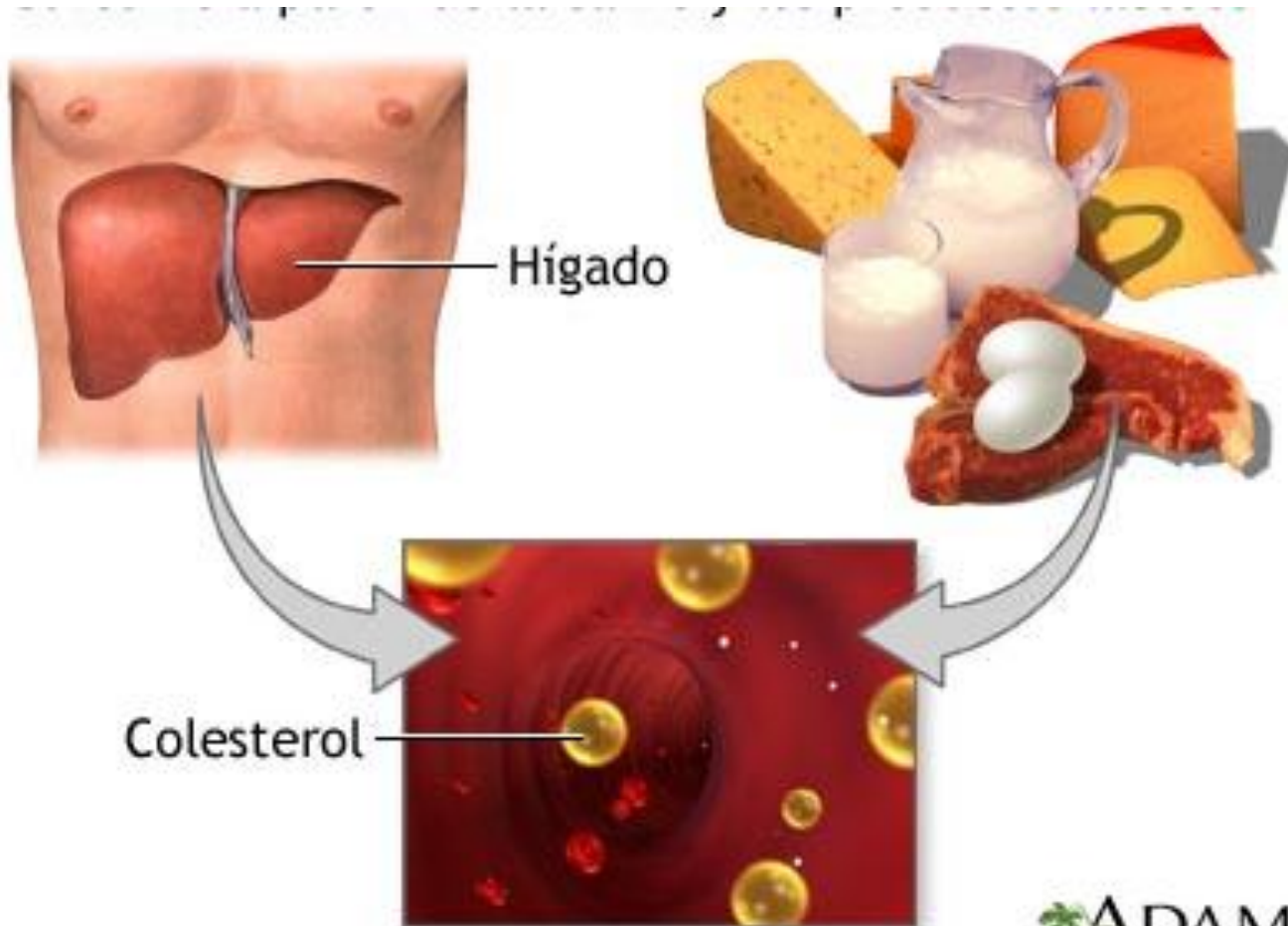
***lipídios que não contêm ácidos  
graxos***

Os **lipídios que não contêm ácidos graxos não são saponificáveis**. As vitaminas lipossolúveis e o colesterol são os principais representantes destes lipídios que não são energéticos porém desempenham funções fundamentais no metabolismo.

- 1) Terpenos** → possuem unidades isoprenóides como unidades básicas. As vitaminas E e K são os representantes mais importantes, além de vários óleos aromáticos de vegetais.
- 2) Esteróides** → o núcleo ciclo-pentano-per-hidrofenantreno é a estrutura básica. O colesterol(e seus derivados) e a vitamina D são os mais importantes representantes deste grupo.
- 3) Carotenóides** → um tipo de terpeno, geralmente álcool. A vitamina A é o representante mais importante deste tipo de lipídio.

# COLESTEROL

O Colesterol é produzido no fígado e também está presente na alimentação: na carne, produtos lácteos e outros derivados de animais



## O COLESTEROL é importante para :

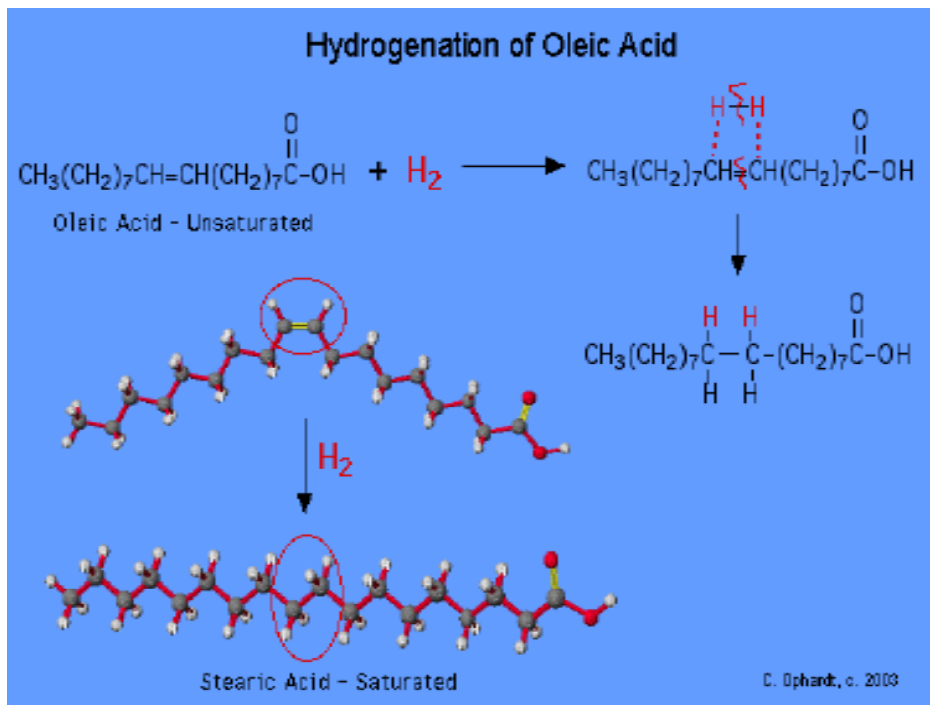
- ❑ Estrutura do corpo humano (células)
- ❑ Crescimento
- ❑ Reprodução
- ❑ Produção de vit D

**LDL** → em níveis elevados pode aderir à parede das artérias dificultando a passagem do sangue e entupir as artérias e causando a ***aterosclerose***.

**HDL** → é o colesterol que ajuda remover o LDL-C do organismo. Seu excesso protege as artérias do coração mas sua falta também é ruim para o organismo.

# Processo de Hidrogenação

- Átomos de hidrogênio são inseridos até que a gordura atinja a consistência desejada.



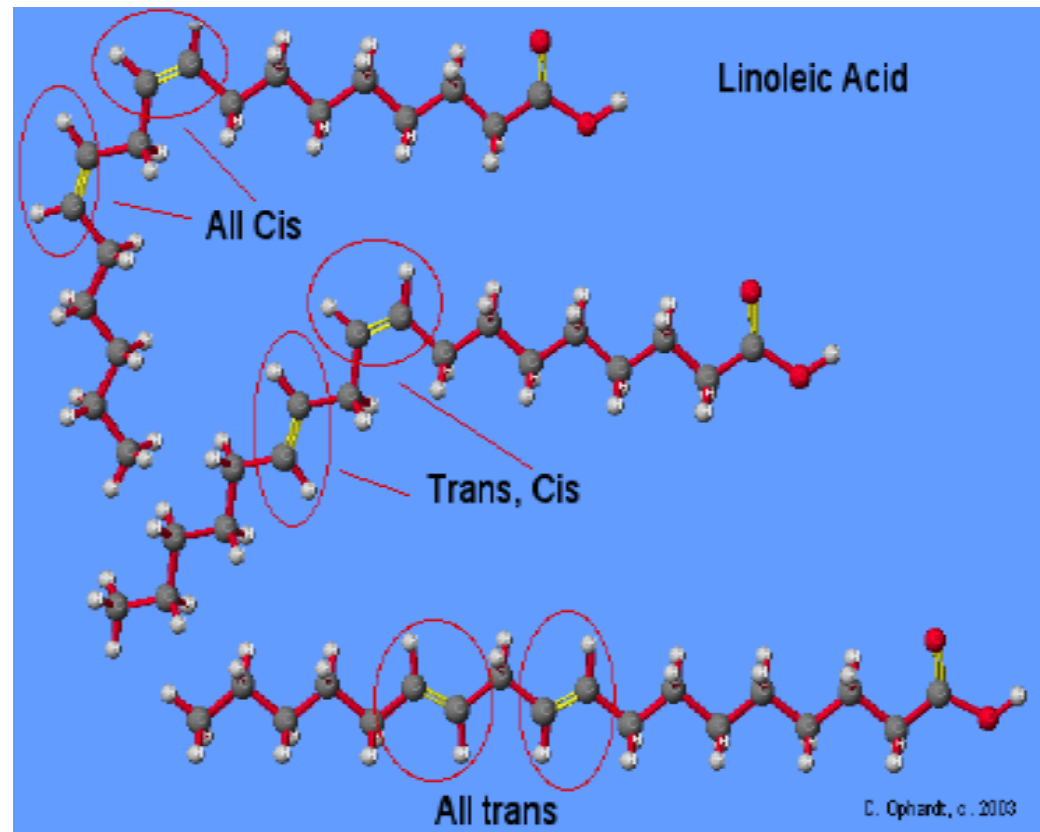
# **Hidrogenação dá origem a uma gordura com:**

- **Ponto de fusão mais elevado**
- **Melhor qualidade de estocagem**
- **Melhor palatibilidade e textura**
- **Maior vida de prateleira**
- **Por isso é tão utilizada na indústria.**

# Gorduras Trans

- Formadas a partir de ácidos graxos insaturados por hidrogenação natural (no rúmen de animais) ou industrial;

Apesar de serem insaturadas apresentam uma estrutura linear, comportando-se como gorduras saturadas.



# Classificação quanto a composição química:

- São dois grupos:
- **1 - Lipídios Simples ou Ternários - C, H e O;**
- **2 - Lipídios Complexos - C, H, O e N contém fósforo e enxofre;**



# Lipídios

Simplex

Cerídeos

Glicerídeos

Fosfatídeos

Complexos

Cerebrosídeos

Esteróides

# Classificação

**1 - Lipídios Simples ou Ternários** formados de C, H e O;

São ésteres de ácidos graxos + álcool;

- **Glicerídeos**

Óleos – animal e vegetal

Gorduras – animal e vegetal

- **Ceras** – animal e vegetal

# Glicerídeo

**1 - ÓLEOS:** - ésteres de glicerol com ác. graxos insaturados

Líquidos viscosos incolores ou levemente amarelados, de origem animal ou vegetal.



# Glicerídios

## 2- GORDURA:

Sólidas à temperatura ambiente. Predominam ésteres de Glicerol com ácido graxo saturado. Sólidos brancos Ou levemente amarelados, de origem animal ou vegetal.

### De origem animal:

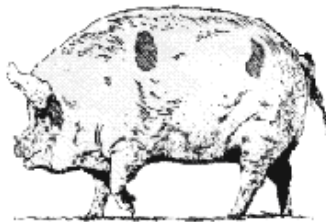
- **Sebo:** gordura branca consistente, encontra em volta das vísceras. Usado na fabricação de sabões, sabonetes, velas e glicerina;



# Glicerídios

## De origem animal:

- **Banha:** obtida pela refinação da gordura dos suínos. Composta 62% de oleína e 38% de palmitina e estearina.



- **Manteiga:** gordura do leite. Usada na alimentação, 80% de gordura saturada.

# Glicerídios

## De origem vegetal:

- **Gordura de coco:** fabricação de sabonetes e perfumaria.
- **Gordura de cacau:** manteiga de cacau



# Cerídios

- **CERAS** são ésteres de ácidos graxos e monoálcoois;
- Classificam-se em vegetais e animais;
- **Vegetais** fabricam ceras para revestir folhas, evitam evaporação de água;
- **AVES** tem suas penas revestidas por gorduras, não se encharcam de água e facilita flutuação.



# Classificação

**2 - Lipídios Complexos ou Compostos** C, H, O e N podem conter P e S;

Dividem-se em:

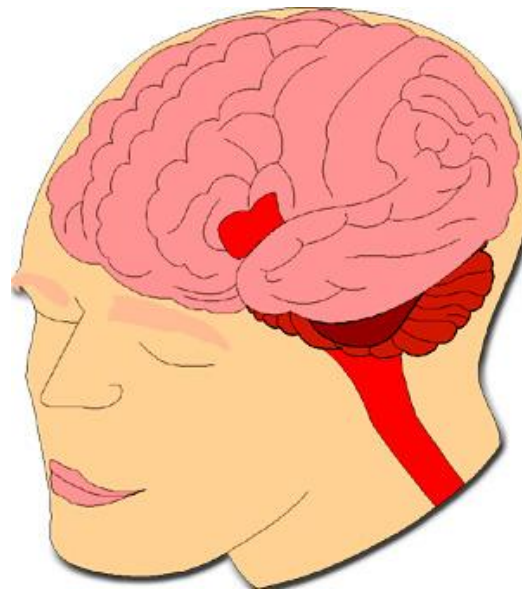
- **Fosfolipídios:** ácidos graxos, glicerol,  $H_3PO_4$  e um derivado nitrogenado.
- **Cerebrosídeos:** ácidos graxos, galactose ou glicose e uma base nitrogenada.
- **Esteróides:** derivados do colesterol



# Fosfolipídios

**Definição:** ácidos graxos, ácido fosfórico e aminoálcool (colina, colamina e serina).

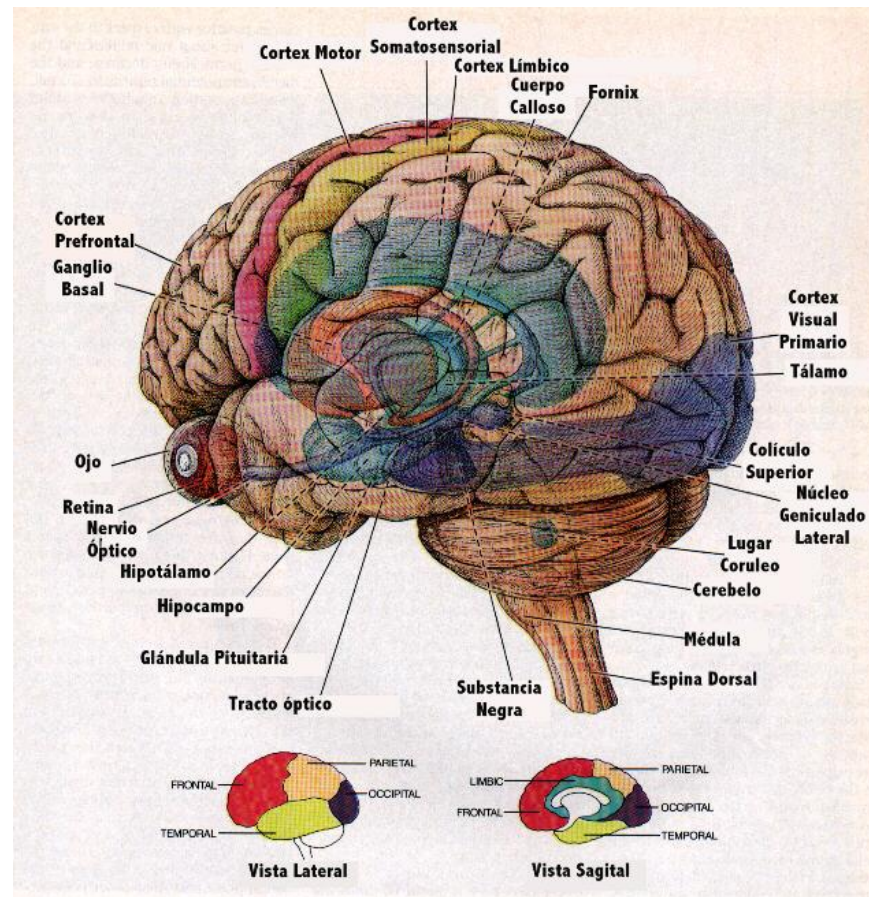
**Ocorrência:** gema do ovo, azeite de soja e cérebro



# Cerebrosídeos

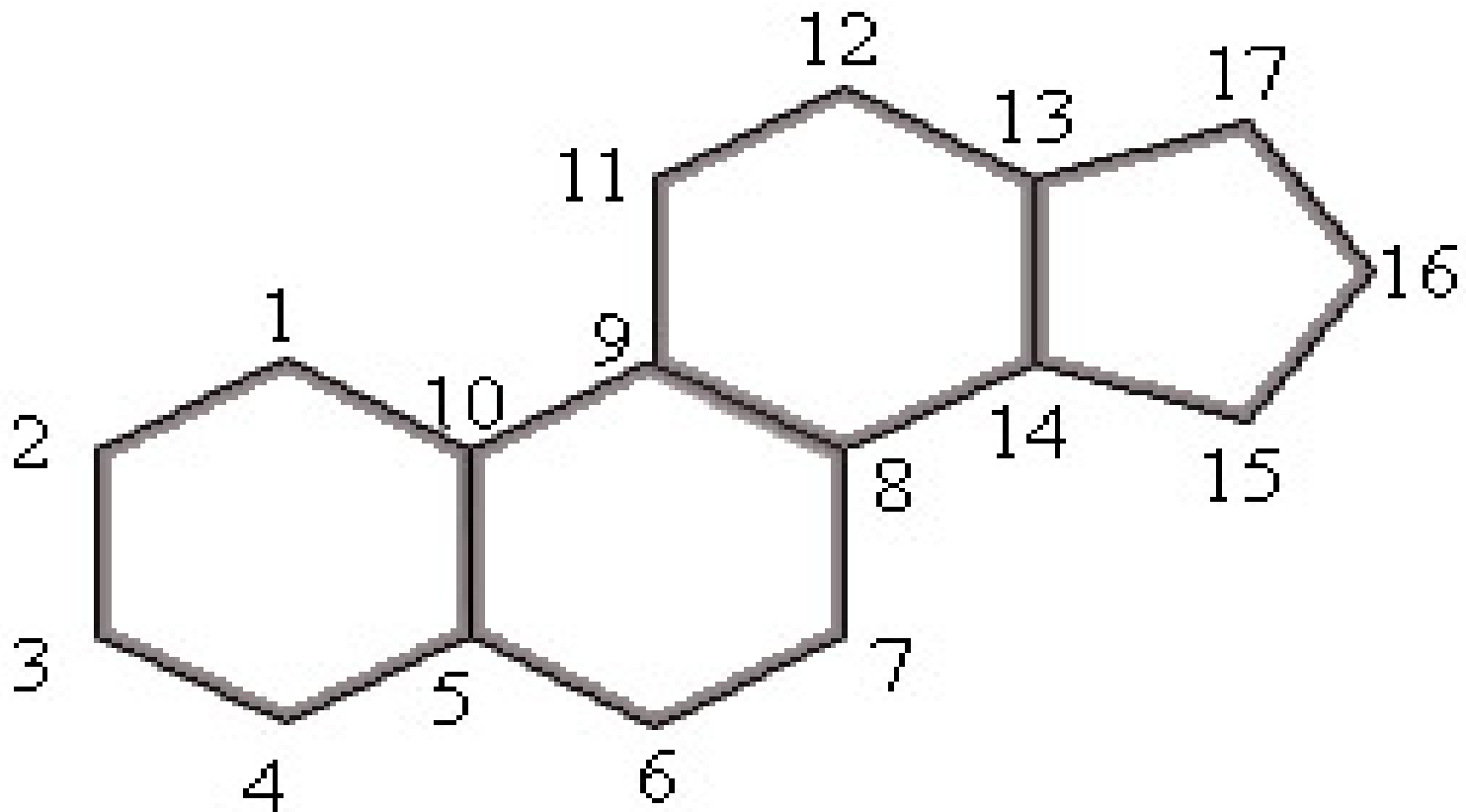
**Definição:** ácidos graxos, galactose e aminoálcoois.

**Ocorrência:** células vivas do sistema nervoso.

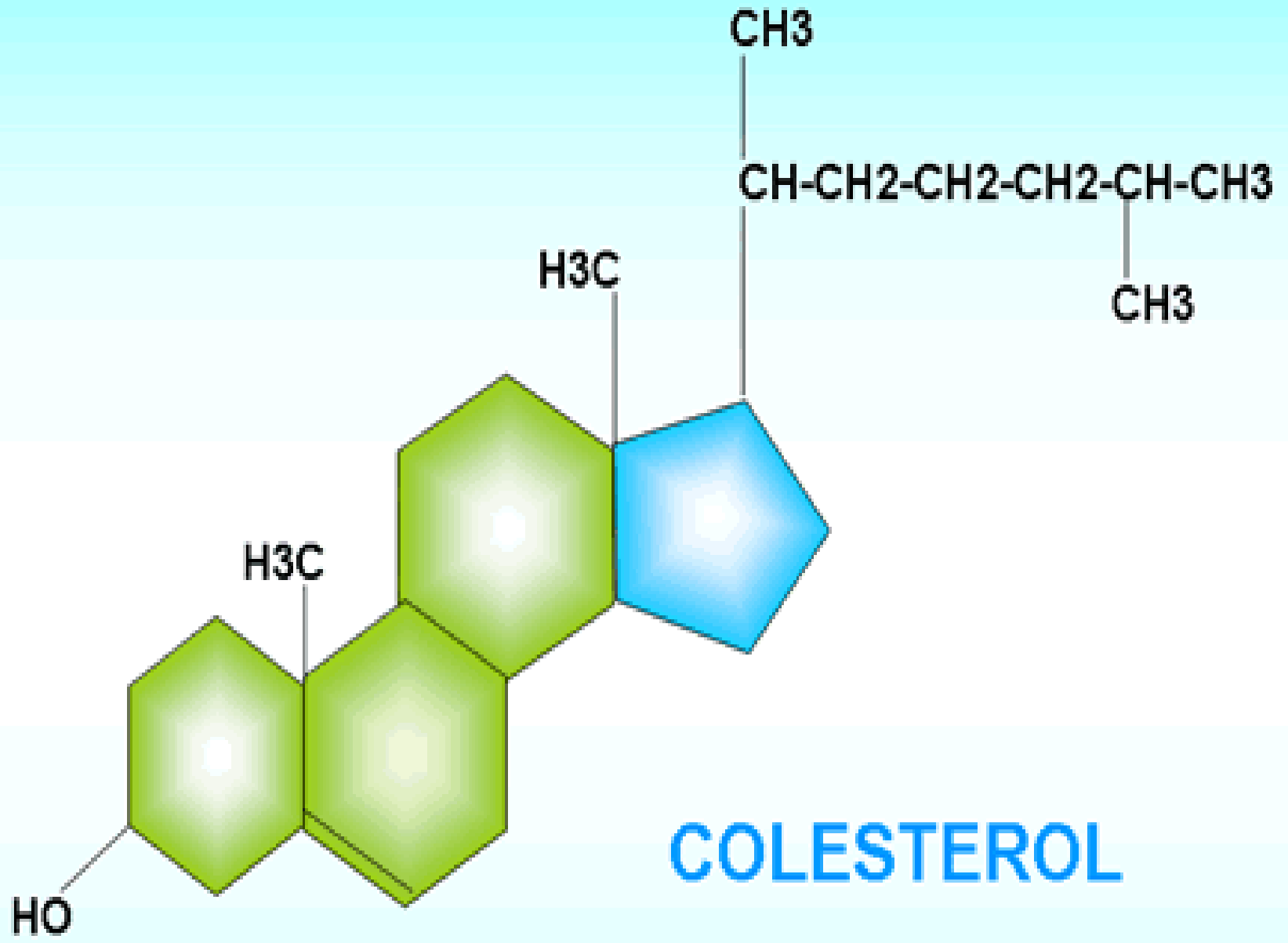


# Estereóides

Existem em todas as plantas e animais, apresentam a estrutura cíclica



Ciclopentanoperidrofenantreno



**COLESTEROL**

# Esteróides

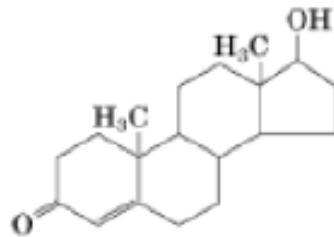
- No reino animal, mais abundantes são derivados do colesterol  $C_{27}H_{46}O$ ;
- Colesterol é componente estrutural das membranas celulares e precursor de **vit D, testosterona e estradiol**;
- Colesterol é importante no organismo, produzido principalmente no fígado, mesmo que alimentação seja pobre em colesterol (um adulto, de peso médio, tem cerca de 250g de colesterol em seu organismo).



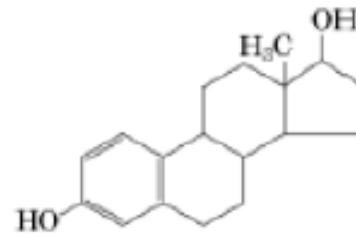
**Hormônios sexuais**



**Testosterona (testículo)**



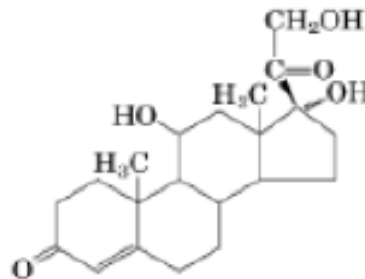
**Estradiol (ovário e placenta)**



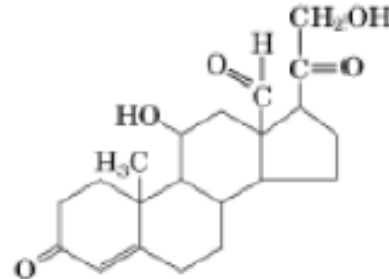
**Hormônios córtex adrenal**



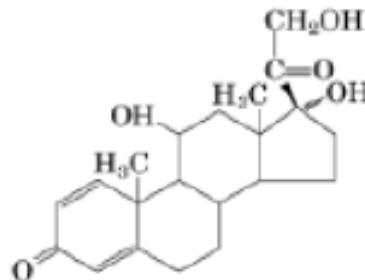
**Cortisol (reg. met. glicídios)**



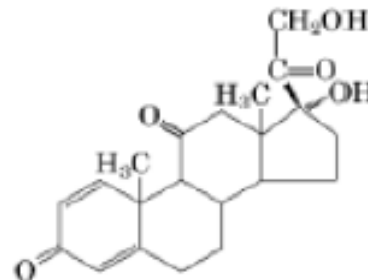
**Aldosterona (reg. excr. salina)**



**Drogas anti-inflamatórias esteroidais**



**Prednisolone**



**Prednisone**



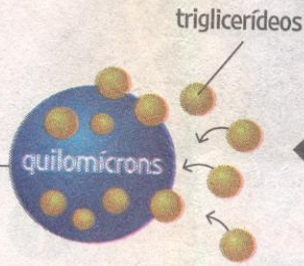
Inibição da liberação do araquidônico por fosfolipase, e assim inibindo a síntese das prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanas



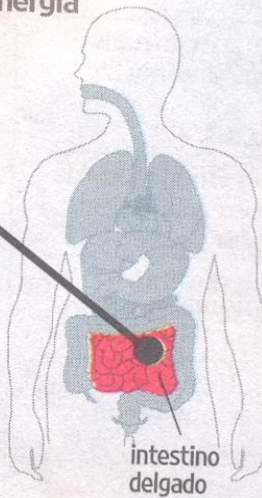
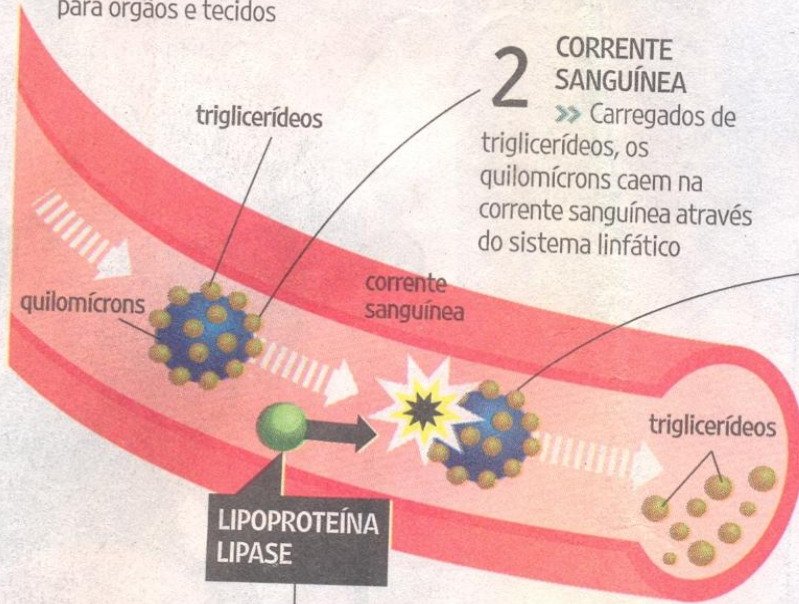
# COMO OS TRIGLICERÍDEOS AGEM NO ORGANISMO

Gordura presente nos alimentos é usada como fonte de energia

**1 TRANSPORTE**  
» Ao ingerir um alimento com gordura, o intestino começa a produzir **quilomícrons** - classe de lipoproteínas que têm a função de transportar os triglicerídeos do intestino para órgãos e tecidos



**2 CORRENTE SANGUÍNEA**  
» Carregados de triglicerídeos, os quilomícrons caem na corrente sanguínea através do sistema linfático



**3 ENZIMA**  
» Na circulação, eles encontram uma enzima chamada lipoproteína lipase, que quebra os quilomícrons e transforma os triglicerídeos em ácidos graxos, que serão usados como fonte de energia  
» Os demais são captados pelo fígado e eliminados

## DISFUNÇÃO

» Vitor **não produz essa enzima**, então os triglicerídeos não são metabolizados  
» Assim eles ficam circulando no organismo e podem se **acumular nas paredes dos vasos**

