



# ***Composição dos Alimentos***

- **Docente:** Ivana M. G. de Andrade
  - Eng. Alimentos
- **Abril/2023**

# Qual é a importância de se conhecer a composição dos alimentos???

*Os alimentos sofrem diversas alterações físico- químicas, bioquímicas e microbiológicas influenciados pela sua composição.*





# Alterações nos alimentos

- Escurecimento de vegetais



# Alterações nos alimentos

- Alimentos gordurosos ficam rançosos



- Alimentos assados, fritos etc adquirem cor escura



# Conceitos básicos

- **Componentes dos alimentos**

- Os alimentos são constituídos principalmente por água, carboidratos, lipídios (óleos e gorduras) e proteínas
- Vitaminas, minerais e outras substâncias minoritárias (carotenoides, flavonoides, etc)

**MACRONUTRIENTES**



**Carboidratos, proteínas e  
lipídios**

**MICRONUTRIENTES**



**Vitaminas , minerais,  
carotenoides etc**





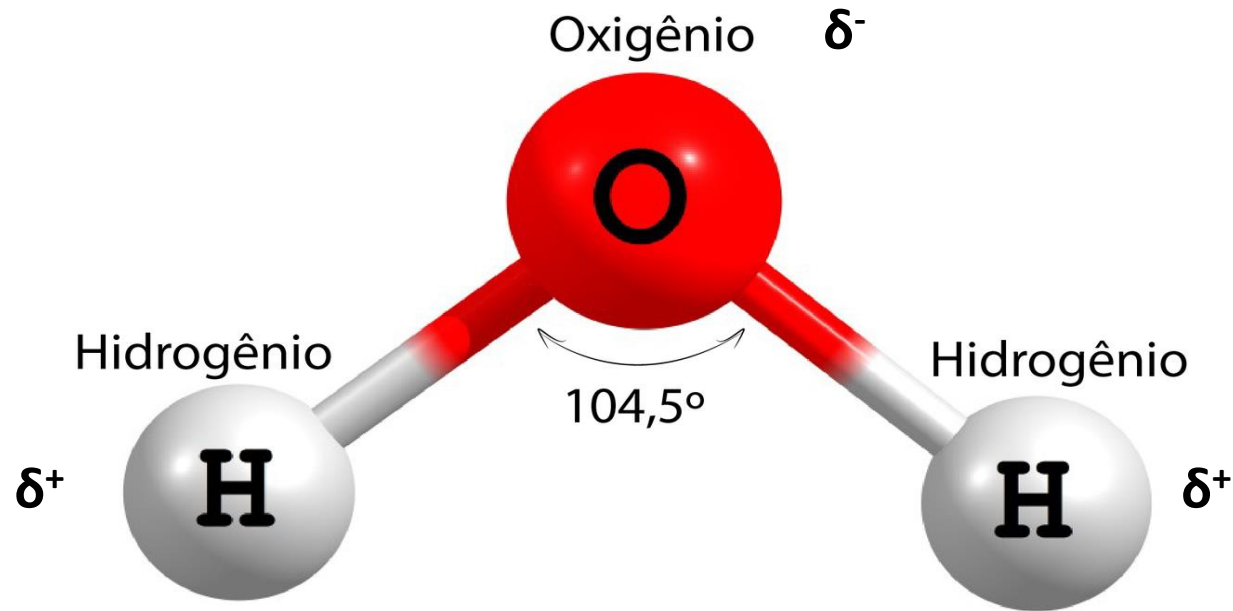
***A água nos alimentos***

# Importância da água

- **Componente majoritário da maioria dos alimentos:**
- **A presença de água nos alimentos tem influência sobre propriedades físico-químicas e sobre processos de deterioração dos alimentos!**

| ALIMENTO          | CONTEÚDO DE ÁGUA (%) |
|-------------------|----------------------|
| Leite             | 87,5                 |
| Carnes            | 47-79                |
| Ovos              | 73,7                 |
| Frutas e vegetais | 75 a 95              |

# Molécula de água



**Diferença de eletronegatividade entre o átomo de O e os átomos de H:** formação de carga parcial negativa ( $\delta^-$ ) em O e de carga parcial positiva ( $\delta^+$ ) em H, formando assim um dipolo elétrico.



**Permite a formação de ligações de hidrogênio (entre moléculas de água ou com moléculas hidrofílicas). Fundamental para a ação solvente.**



# Água nos alimentos

- A deterioração dos alimentos tem forte relação com seu conteúdo de água

## Conteúdo de Umidade

É o percentual de água total no alimento.

Umidade (base úmida) =  $\frac{\text{massa de água}}{\text{massa de amostra}} \times 100$

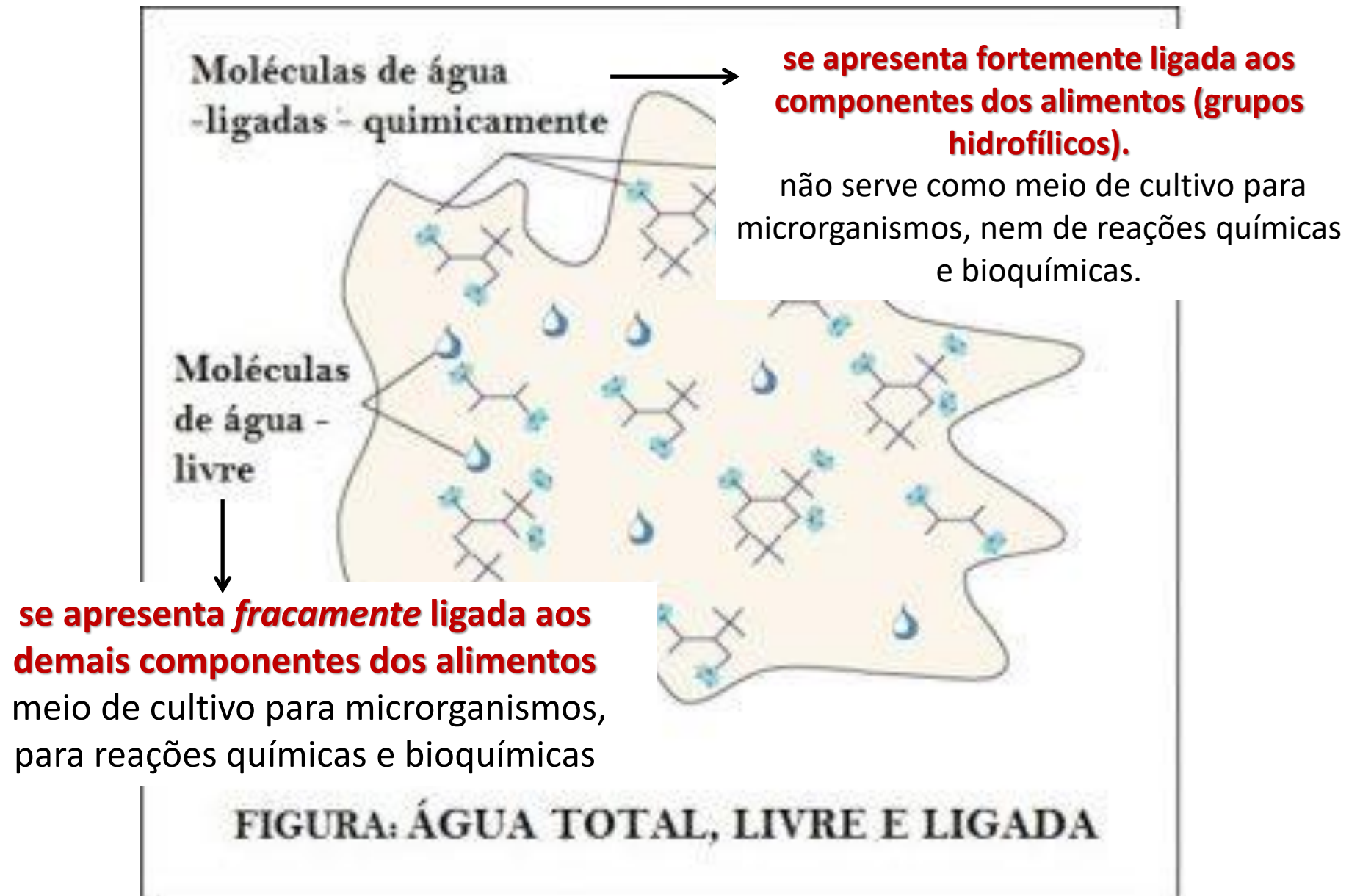
## Atividade de água

É água disponível no alimento (água livre) → participa das reações químicas, bioquímicas e do crescimento de microrganismos

$A_a = \frac{\text{Pressão de vapor do alimento}}{\text{Pressão de vapor da água pura}}$

\* pressão de vapor – medida da tendência de evaporação de um líquido

# Atividade de água (Aa)



# Atividade de água (Aa)

- Varia de 0 (ausência de água livre) a 1 (água pura)
- **Aa próxima de 1 → maior disponibilidade**
  - maior a possibilidade de crescimento de microrganismos
- Relação Aa e Umidade → a Aa e a umidade relativa do ambiente tendem a equilibrar-se e a umidade do alimento pode ser expressa como umidade reativa de equilíbrio.

$$A_w \text{ ou } a_a = \frac{URE}{100}$$





**TABELA 1.12** Teor de umidade e atividade de água de alimentos

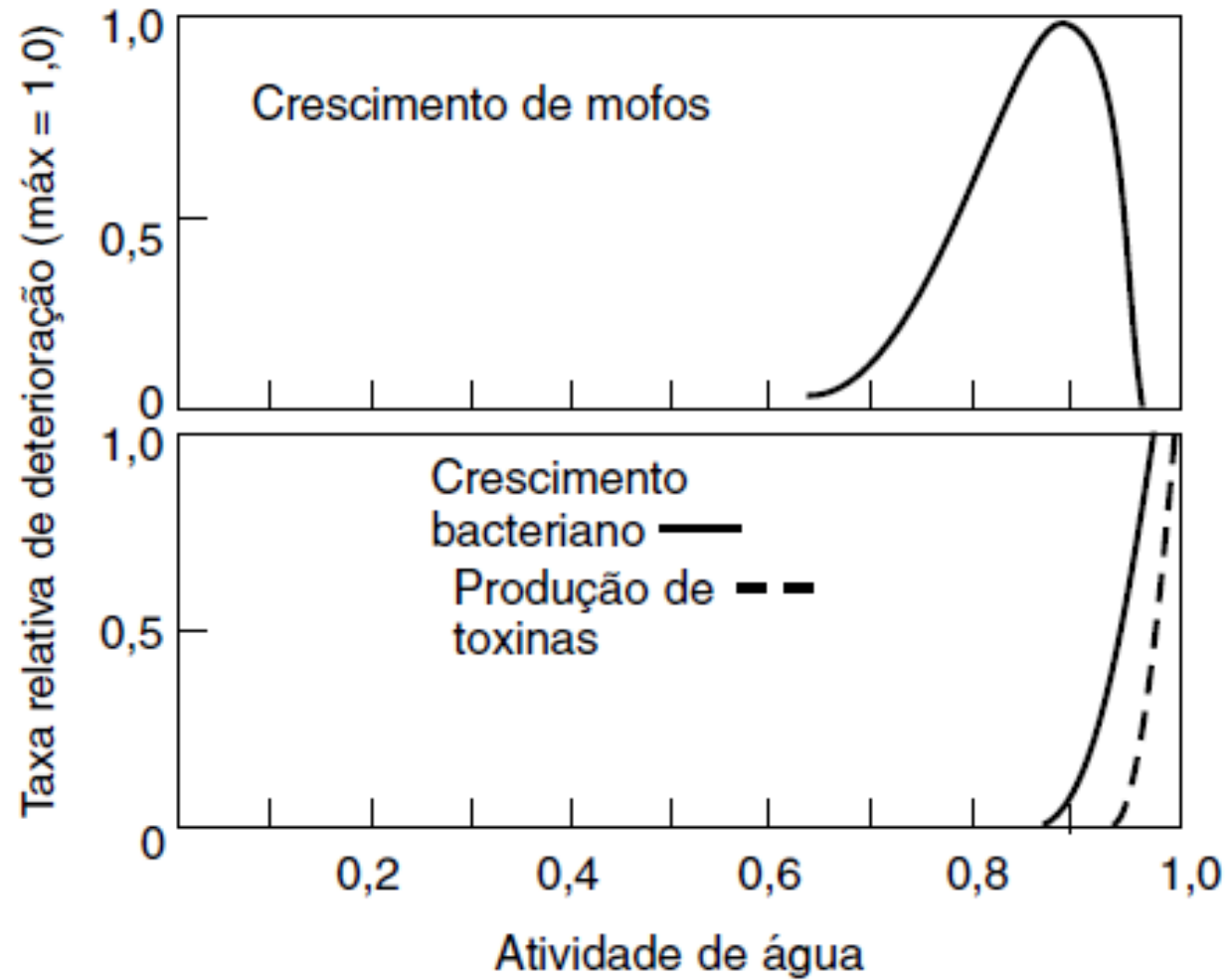
| Alimento               | Teor de umidade (%) | Atividade de água |
|------------------------|---------------------|-------------------|
| Gelo (0°C)             | 100                 | 1,00 <sup>a</sup> |
| Carne fresca           | 70                  | 0,985             |
| Pão                    | 40                  | 0,96              |
| Gelo (-10°C)           | 100                 | 0,91 <sup>a</sup> |
| Geléia                 | 35                  | 0,86              |
| Gelo (-20°C)           | 100                 | 0,82 <sup>a</sup> |
| Farinha de trigo       | 14,5                | 0,72              |
| Gelo (-50°C)           | 100                 | 0,62 <sup>a</sup> |
| Passas                 | 27                  | 0,60              |
| Massas                 | 10                  | 0,45              |
| Cacau                  |                     | 0,40              |
| Doces fervidos         | 3,0                 | 0,30              |
| Biscoitos              | 5,0                 | 0,20              |
| Leite desidratado      | 3,5                 | 0,11              |
| <i>Chips</i> de batata | 1,5                 | 0,08              |



- **Tabela 2** - Valores mínimos de atividade de água (Aa) para
- multiplicação de microrganismos importantes em alimentos

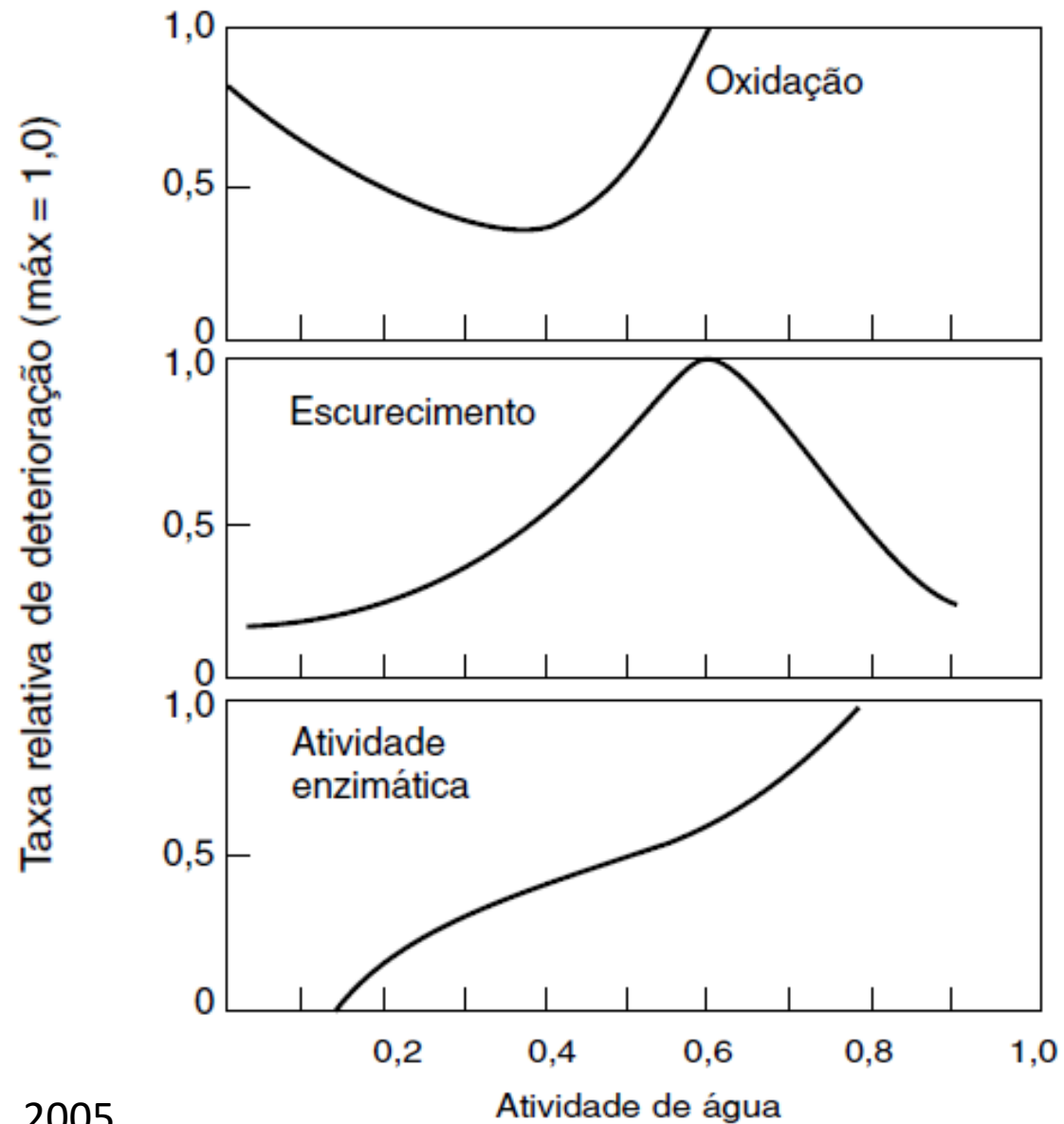
| Microrganismo                  | Aa          |
|--------------------------------|-------------|
| <b>Bactérias deteriorantes</b> | <b>0,90</b> |
| <b>Leveduras deteriorantes</b> | <b>0,88</b> |
| <b>Bolores deteriorantes</b>   | <b>0,80</b> |
| <b>Clostridium botulinum</b>   | <b>0,97</b> |
| <b>Escherichia coli</b>        | <b>0,96</b> |
| <b>Staphylococcus aureus</b>   | <b>0,86</b> |

- Reações e transformações nos alimentos em função da  $A_w$



Fonte: Fellows, 2005.

- Reações e transformações nos alimentos em função da Aa



Fonte: Fellows, 2005.



## • Atividade de água e conservação dos alimentos

**TABELA 1.13** Importância da atividade de água nos alimentos

| $a_a$ | Fenômeno                                                                                                                                                                                                 | Exemplo                                                                                                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1,00  |                                                                                                                                                                                                          | Alimentos frescos altamente perecíveis                                                                                                                  |
| 0,95  | Inibição de <i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> e outras leveduras                                                                                                     | Alimentos com 40% de sacarose ou 7% de sal, salsichas cozidas, pão                                                                                      |
| 0,90  | Limite inferior para o crescimento microbiano (geral), inibição de <i>Salmonella</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Lactobacillus</i> e algumas leveduras e fungos | Alimentos com 55% de sacarose, 12% de sal, presunto curado, queijos levemente maturados.<br>Alimentos com umidade intermediária ( $a_a = 0,90 - 0,55$ ) |
| 0,85  | Inibição de muitas leveduras                                                                                                                                                                             | Alimentos com 65% de sacarose, 15% de sal, salame, queijo maturado, margarina                                                                           |
| 0,80  | Limite inferior para a maioria das atividades enzimáticas e crescimento da maioria dos fungos; inibição de <i>Staphylococcus aureus</i>                                                                  | Farinha, arroz (15 a 17% de água), bolo de frutas, leite condensado, xaropes de frutas, glacê                                                           |
| 0,75  | Limite inferior para bactérias halofílicas                                                                                                                                                               | Marzipã (15 a 17% de água), doces de frutas                                                                                                             |
| 0,70  | Limite inferior para o crescimento da maioria dos fungos xerofílicos                                                                                                                                     |                                                                                                                                                         |

# • Atividade de água e conservação dos alimentos

**TABELA 1.13** Importância da atividade de água nos alimentos

| $a_a$ | Fenômeno                                                                                    | Exemplo                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,65  | Velocidade máxima para a reação de Maillard                                                 | Flocos de aveia (10% de água), caramelo, melados, nozes                                           |
| 0,60  | Limite inferior para o crescimento de leveduras e fungos osmofílicos ou xerofílicos         | Frutas desidratadas (15 a 20 % de água), balas de caramelo (8% de água), mel                      |
| 0,55  | O ácido desoxirribonucleico torna-se desordenado (limite inferior para continuação da vida) |                                                                                                   |
| 0,50  |                                                                                             | Alimentos desidratados ( $a_a = 0$ a 0,55), temperos, massas                                      |
| 0,40  | Velocidade mínima de oxidação                                                               | Ovo integral em pó (5% de água)                                                                   |
| 0,30  |                                                                                             | <i>Cream crackers</i> , farinha de pão (3 a 5% de água)                                           |
| 0,25  | Resistência máxima ao calor de esporos bacterianos                                          |                                                                                                   |
| 0,20  |                                                                                             | Leite integral em pó (2 a 3% de água), vegetais desidratados (5% de água), sucrilhos (5% de água) |

- Atividade de água e conservação dos alimentos

**TABELA 1.14** Interação da  $a_a$ , do pH e da temperatura em alguns alimentos

| Alimento           | pH    | $a_a$  | Vida de prateleira | Observações                            |
|--------------------|-------|--------|--------------------|----------------------------------------|
| Carne fresca       | > 4,5 | > 0,95 | Dias               | Conservada por refrigeração            |
| Carne cozida       | > 4,5 | 0,95   | Semanas            | Armazenagem ambiente quando embalada   |
| Salsichas secas    | > 4,5 | < 0,90 | Meses              | Conservada por sal e $a_a$ baixa       |
| Hortaliças frescas | > 4,5 | > 0,95 | Semanas            | "Estável" enquanto respirar            |
| Picles             | < 4,5 | > 0,90 | Meses              | Baixo pH mantido por embalagem         |
| Pão                | > 4,5 | > 0,95 | Dias               |                                        |
| Bolo de frutas     | > 4,5 | < 0,90 | Semanas            | Conservado por calor e baixa $a_a$     |
| Leite              | > 4,5 | > 0,95 | Dias               | Conservado por refrigeração            |
| Iogurte            | < 4,5 | < 0,95 | Semanas            | Conservado por baixo pH e refrigeração |
| Leite em pó        | > 4,5 | < 0,90 | Meses              | Conservado por baixa $a_a$             |

Fonte: Fellows, 2005.

# Isotermas de Sorção

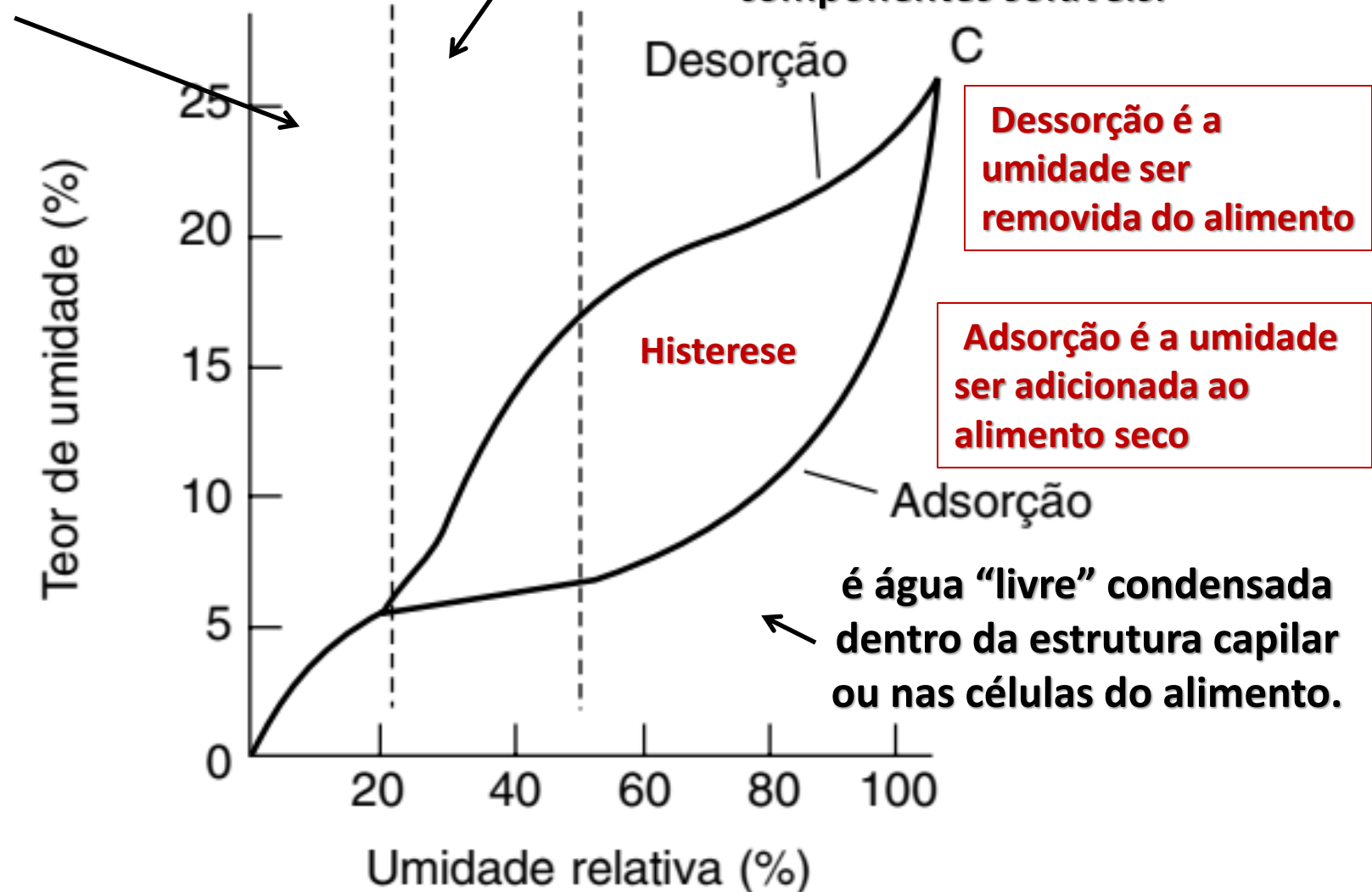
$$A_w \text{ ou } a_a = \frac{U_{RE}}{100}$$

- Sob temperatura constante, a  $A_w$  e a umidade relativa do ambiente tendem a equilibrar-se e a umidade do alimento pode ser expressa como umidade reativa de equilíbrio.
- Quando diferentes valores de umidade relativa são plotados em relação ao teor de umidade de equilíbrio, obtém-se uma curva chamada *isoterma de sorção de água* (importante na estabilidade de alimentos).

# Isotermas de Sorção

Até o ponto A, representa a água que é muito estável, não-congelável e não-removível por secagem.

Representa a água adsorvida nas múltiplas camadas dentro do alimento e soluções de componentes solúveis.





# Relação *Aa* versus URE

## SISTEMA BISCOITO CREAM CREACKER x QUEIJO

**EXPERIMENTO 1:** O biscoito é equilibrado em recipiente selado contendo solução saturada de NaCl.

|                   | Inicial | Final |
|-------------------|---------|-------|
| Umidade           | 4 %     | 20 %  |
| Atividade de água | 0,30    | 0,75  |



Fonte: Filho, A.B.M.; Vasconcelos, M.A.S. Química de alimentos. Recife, UFRPE. 2011.

## Relação *Aa versus* URE

### SISTEMA BISCOITO CREAM CREACKER x QUEIJO

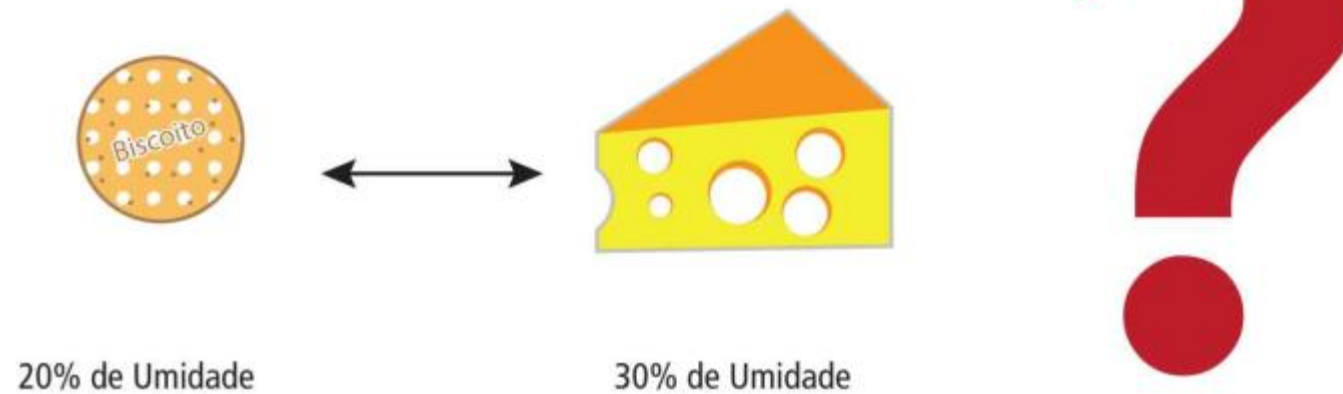
**EXPERIMENTO 2:** Queijo é equilibrado em recipiente selado contendo solução saturada de NaCl.

|                   | Inicial | Final |
|-------------------|---------|-------|
| Umidade           | 60 %    | 30 %  |
| Atividade de água | 0,90    | 0,75  |

## Relação *Aa* versus URE

**EXPERIMENTO 3:** Biscoito e Queijo são colocados juntos em ambiente selado.

Para qual “lado” a água se move?



Nas condições de equilíbrio, temos  $Aa_{\text{biscoito}} = Aa_{\text{queijo}} = Aa_{\text{ar}}$

**O potencial químico é o mesmo e não há migração da água!**

# Redução da atividade de água na conservação dos alimentos

- **Secagem/Desidratação** → remoção de líquido de um sólido na forma de vapor
  - em alimentos se retira água livre → ↓ Aa
  - ↓ atividade microbiana, enzimática e reações químicas
  - ↑ vida de prateleira



# Conservação de alimentos por secagem

- **Princípio** → remoção parcial da água de alimentos líquidos por meio de fervura e liberação do vapor d'água.
- em alimentos se retira água livre → ↓ Aa
- ↑ do teor de sólidos solúveis
- Ex. Sucos de frutas concentrados, purês, doces em pasta ou massa





# Conservação pelo uso do Frio

- ↓ Temperatura do alimento:
  - ↓ da atividade de água (formação de gelo)
  - ↓ reações químicas e enzimáticas
  - ↓ crescimento de micro-organismos
  - ↑ qualidade dos alimentos
- Ex.: ↓ oxidação lipídica, degradação de pigmentos e vitaminas, desnaturação de proteínas, etc



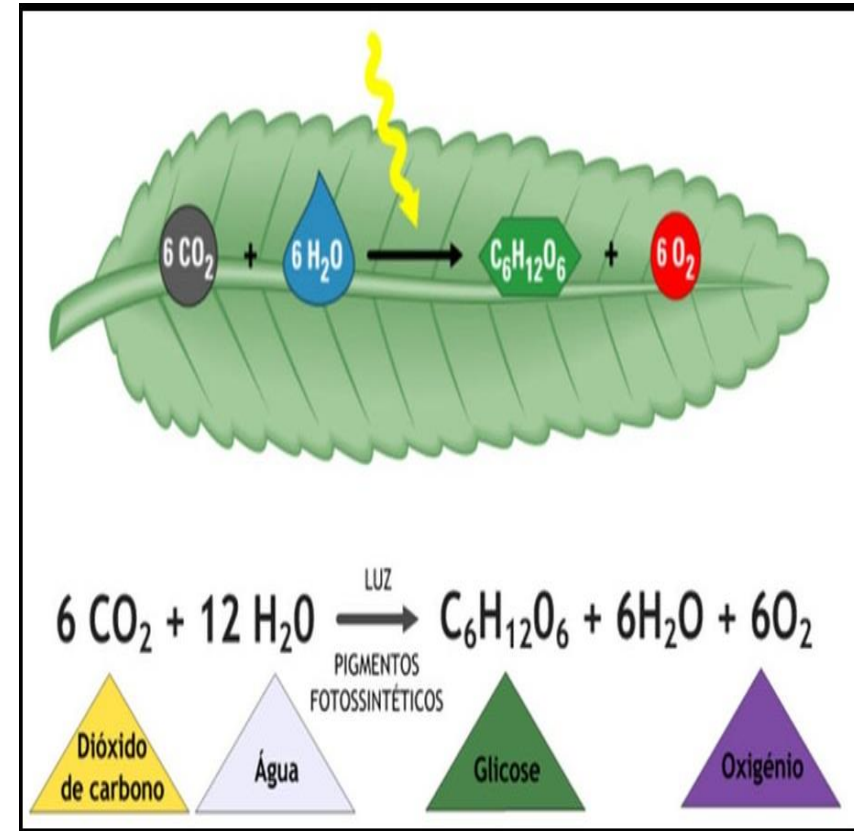


# ***Carboidratos***



# Carboidratos

- **Biomoléculas mais abundantes na natureza**
  - Produzidos pelas plantas através da fotossíntese → celulose, amido, sacarose etc
- São chamados de glicídios, amido ou açúcar



# Carboidratos

- São fonte de energia para o organismo
  - Nutriente energético → 4 kcal/1g
  - glicose utilizada nas células como fonte de energia e glicogênio é a reserva energética presente no fígado e músculos





# Fonte de carboidratos



# Carboidratos

| TABELA 1 - ALIMENTOS SELECIONADOS RICOS EM CARBOIDRATOS |                |                 |             |
|---------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| Alimento                                                | Energia (Kcal) | Carboidrato (g) | Gordura (g) |
| Maçã média                                              | 81             | 21              | 0           |
| Uvas, 1 xícara                                          | 88             | 16              | 0           |
| Iogurte de morango, 1 xícara                            | 257            | 43              | 3,5         |
| Ervilhas cozidas, 1 xícara                              | 110            | 10              | 0           |
| Purê de maçã, 1/2 xícara                                | 97             | 26              | 0           |
| Banana média                                            | 108            | 27              | 0           |
| Milho, 1/2 xícara                                       | 88             | 21              | 0           |
| Batata assada, grande                                   | 139            | 32              | 0           |
| Passa, 1/2 xícara                                       | 300            | 79              | 0           |
| Pão integral, 1 fatia                                   | 51             | 11              | 1           |
| Broa de milho, 1 pedaço                                 | 198            | 29              | 7           |
| Macarrão, ovo, 1 xícara                                 | 175            | 33              | 3           |
| Arroz, 1 xícara                                         | 205            | 45              | 0           |
| Torrada de pão branco, 1 fatia                          | 64             | 12              | 1           |
| Tortilhas de milho, 15 cm de diâmetro                   | 67             | 13              | 1           |
| Espaguete com milho de tomate, 1 xícara                 | 179            | 34              | 1,5         |

Favor usar os números acima como estimativa, uma vez que os valores diferem de acordo com a origem do produto e metodologia analítica



# Carboidratos

- Carboidratos são importantes matérias primas para a indústria de alimentos → amidos, gomas, pectina, fibras



# Monossacarídeos

- **Menor unidade estrutural de um carboidrato**
  - Açúcares simples (3 a 7 átomos de carbono) → glicose, frutose, xilose, galactose, manose
- Não podem ser degradados por hidrólise

- **Propriedades:**

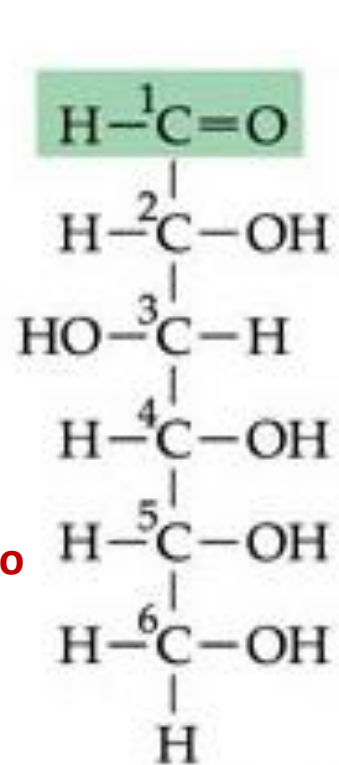
- solúveis em água e insolúveis em solventes orgânicos
- Sólidos sem cor
- maioria com sabor doce
- estão ligados à produção energética.



# Monossacarídeos

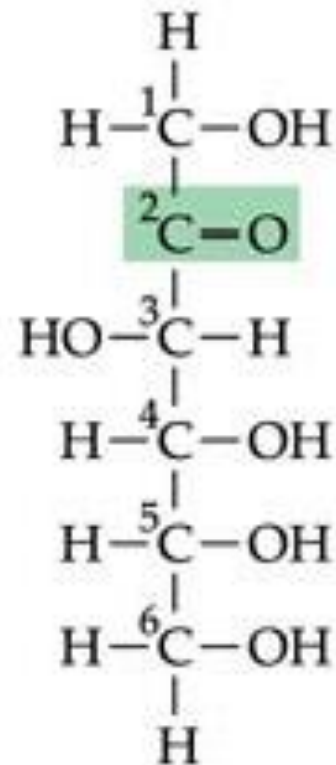
- Monossacarídeos apresentam um dos seguintes grupos funcionais: polihidroxialdeído (aldose), polihidroxicetona (cetose), polihidroxiácido e polihidroxiálcool.

**Aldose:**  
(-C=O) carbonila  
na extremidade  
da cadeia



Glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )  
(aldose)

**Cetose:** carbonila  
(-C=O) no meio da  
cadeia



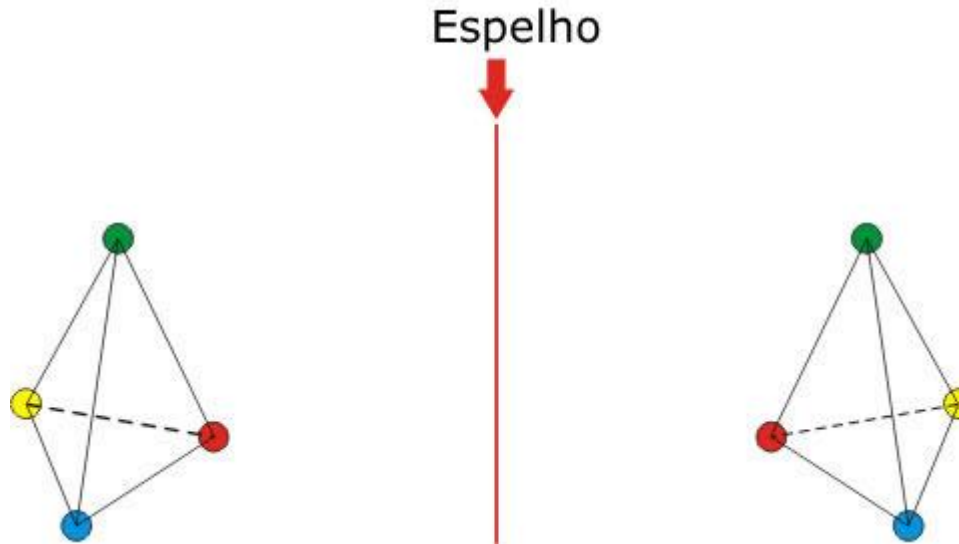
Frutose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )  
(cetose)

**Obs:** estruturas segundo  
a as fórmulas de  
projeção de Fischer

# Monossacarídeos

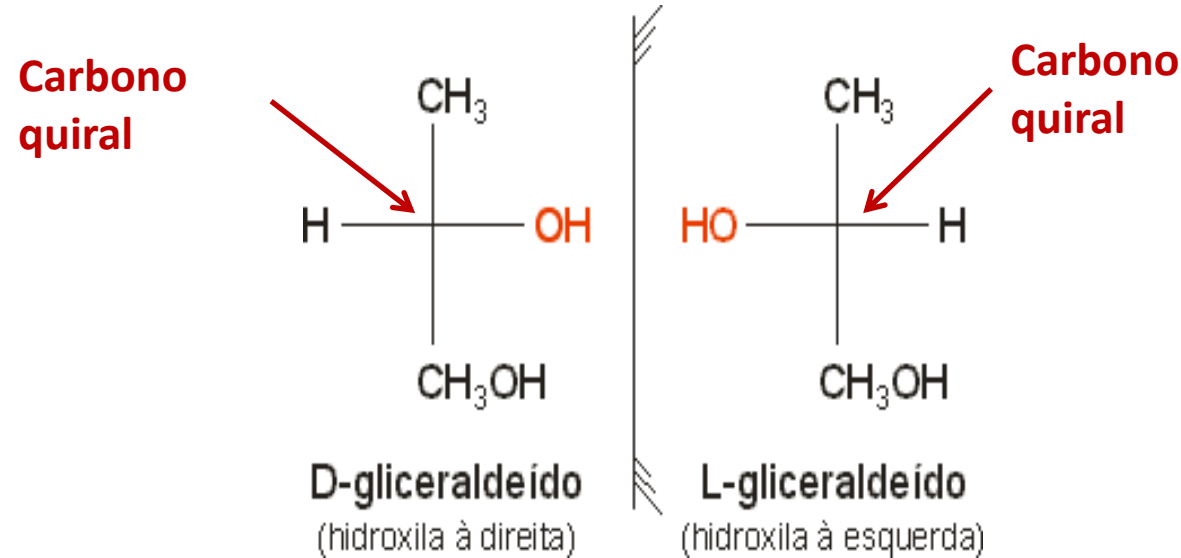
**Isomeria ótica de monossacarídeos** → devido a presença de um ou mais carbonos assimétricos (quirais)

**Isômeros são  
imagens  
especulares um do  
outro:  
Enantiômeros**



**Propriedade de desviar o plano da luz polarizada em ângulos para a direita (dextrógira) e esquerda (levógira).**

# Monossacarídeos



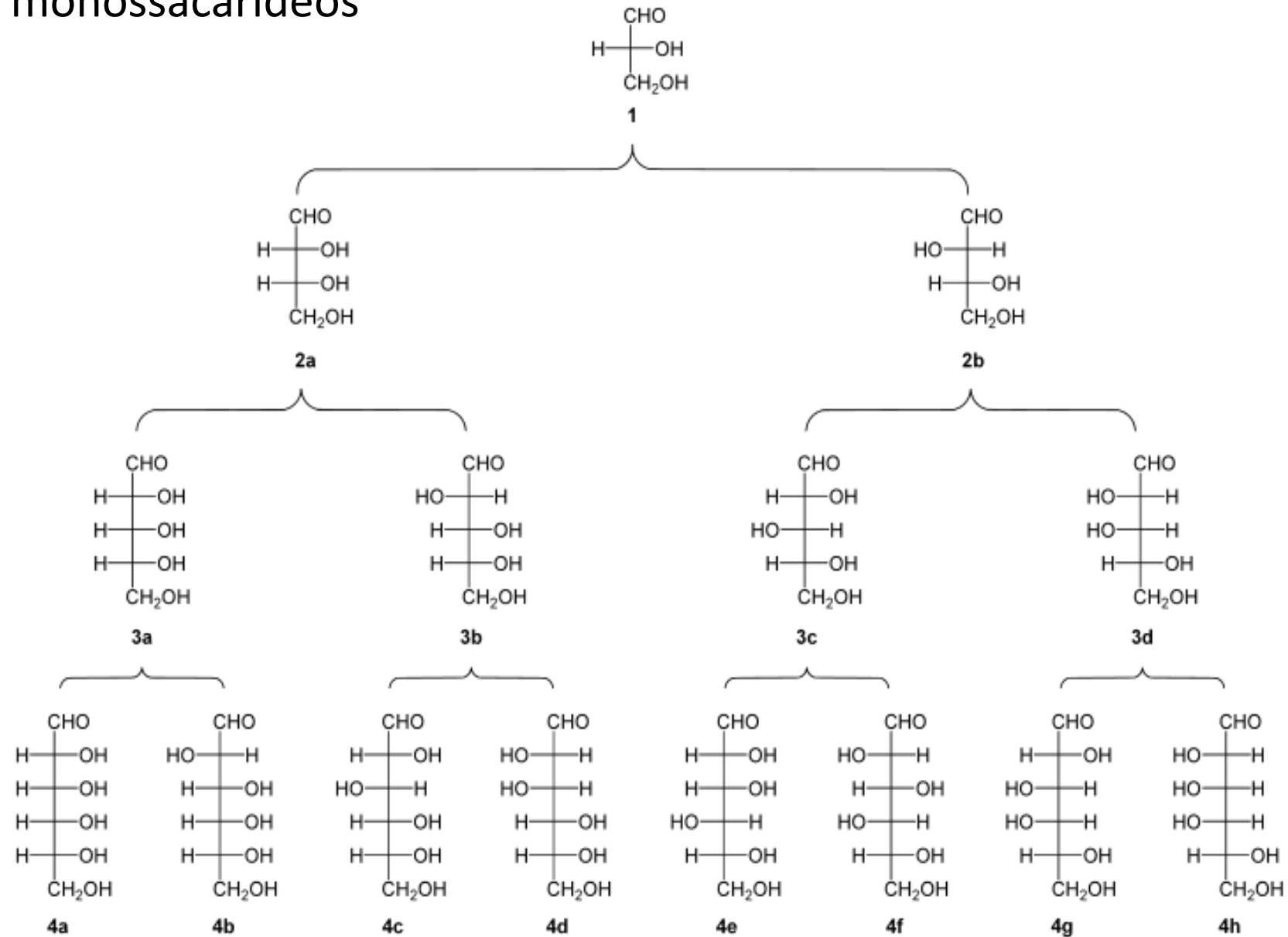
Os D e L-gliceraldeído são os isômeros óticos de referência para todos os monossacarídeos

- **Hidroxila (OH) do carbono assimétrico do lado direito →** composto recebe a letra “D” antes do nome
- **Hidroxila do carbono assimétrico do lado esquerdo →** composto recebe a letra “L” antes do nome



# Isomeria ótica de monossacarídeos

## “D” monossacarídeos



# Monossacarídeos

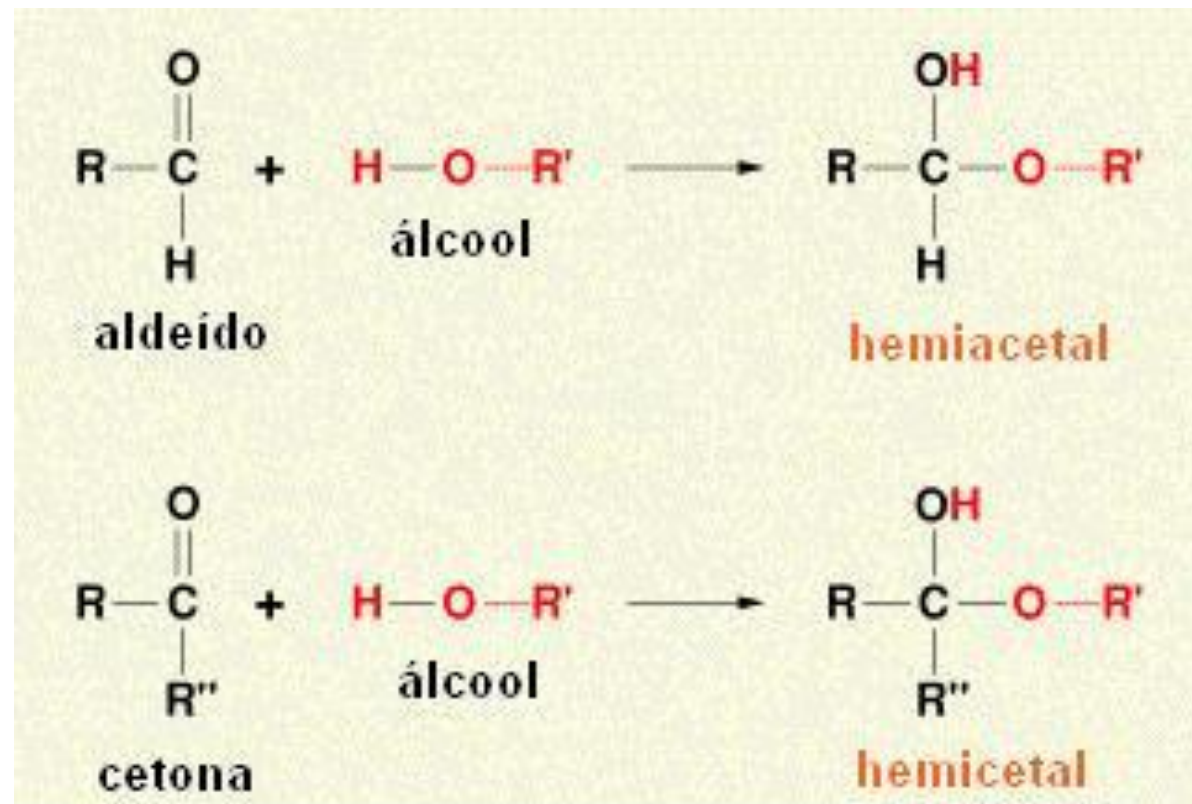
**Isomeria ótica de monossacarídeos → identificação de carboidratos (polarimetria)**

| <b>MONOSSACARÍDEO</b> | <b>ROTAÇÃO ESPECÍFICA</b> |
|-----------------------|---------------------------|
| D-GLICOSE             | +52,7°                    |
| D-FRUTOSE             | -92,4°                    |
| D-GALACTOSE           | +80,5°                    |

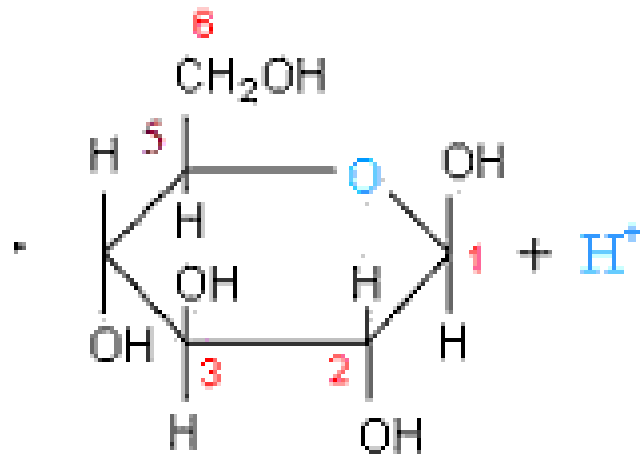
# Monossacarídeos

Os monossacarídeos com 5 ou mais átomos de carbono, na realidade, ocorrem na forma cíclica.

A estrutura cíclica se forma quando a hidroxila de grupos alcoólicos reage com a carbonila de aldeídos e cetonas.

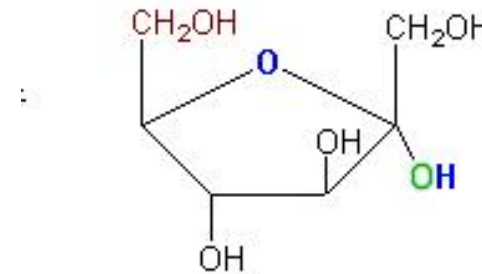


# Monossacarídeos

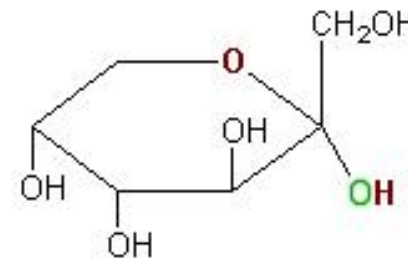


**glicopirranose**  
(hemiacetal)

-A formação dos anéis piranosídicos (seis átomos de carbono) da D-glicose → **hemiacetais** (interação entre C1 e C5)



$\alpha$ -D-Fructofuranose

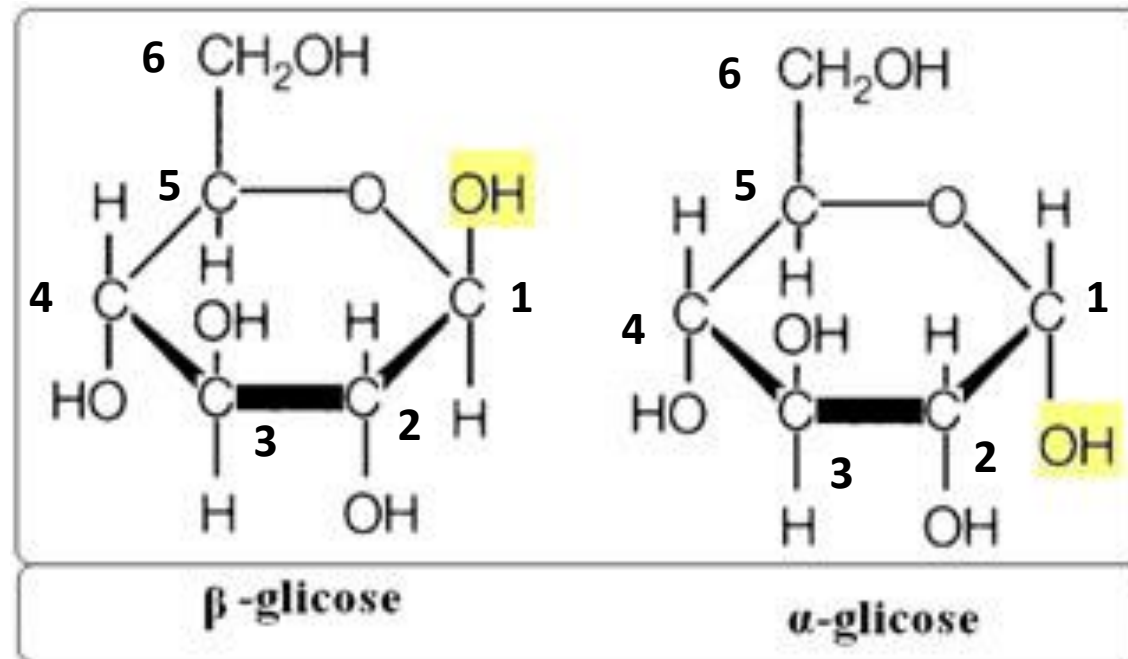


$\alpha$ -D-Fructopyranose

A formação dos anéis furanosídicos (5 átomos de carbono) da D-frutose → **hemicetais** (interação entre C2 e C5)

# Monossacarídeos

O carbono com o grupo carbonílico pode ter as configurações denominadas de  $\alpha$  e  $\beta$ .

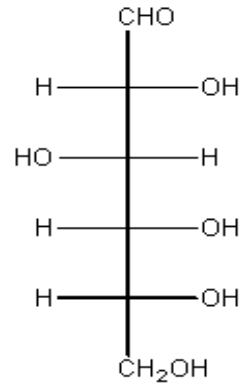




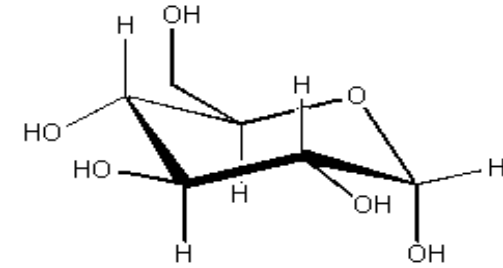
**Na nomenclatura do monossacarídeo será necessário dizer se ela é alfa ou beta.**

**Além disso, é necessário dizer se é um anel pirano ou furano.**

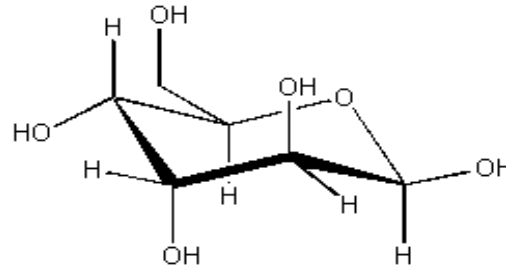
**Forma piranosídica é a configuração mais estável. A principal conformação é de cadeira.**



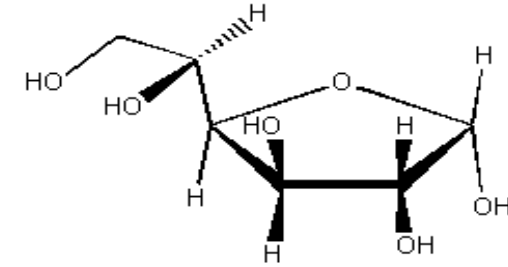
Glicose - Fisher



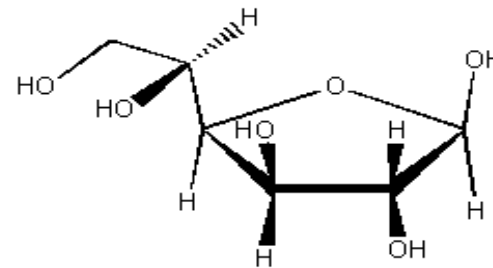
Alfa-d-Glicopiranose



Beta-D-Glicopiranose



Alfa-D-Glicofuranose

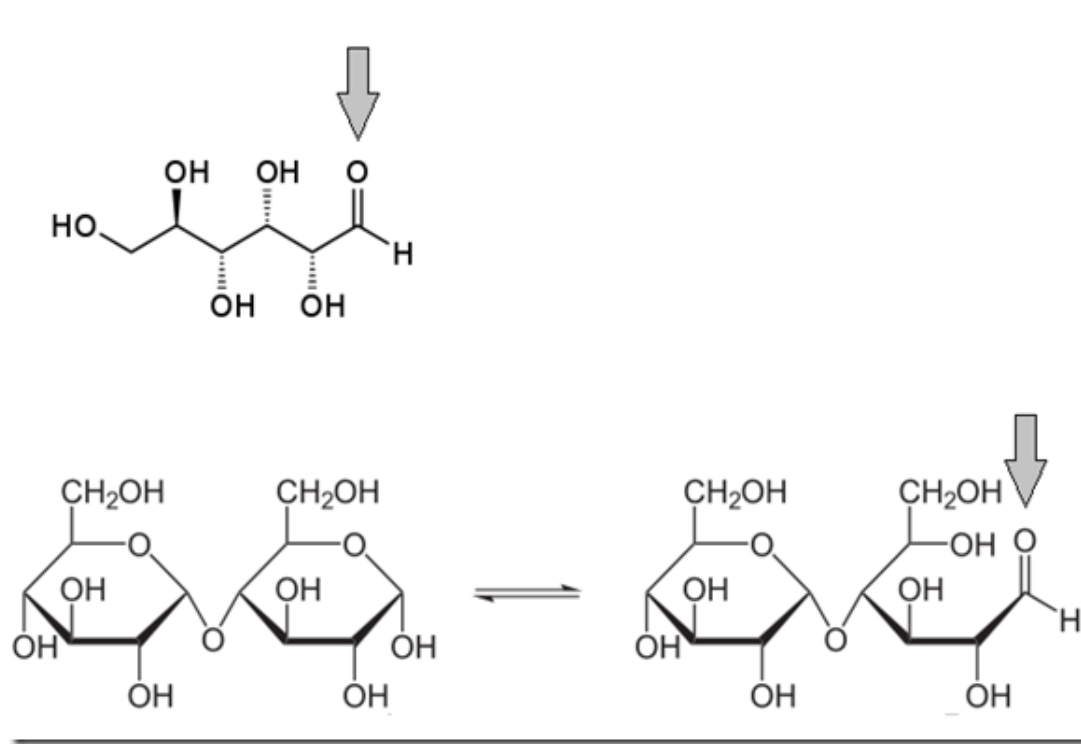


Beta-D-Glicofuranose

## Açúcares redutores (oxidação)

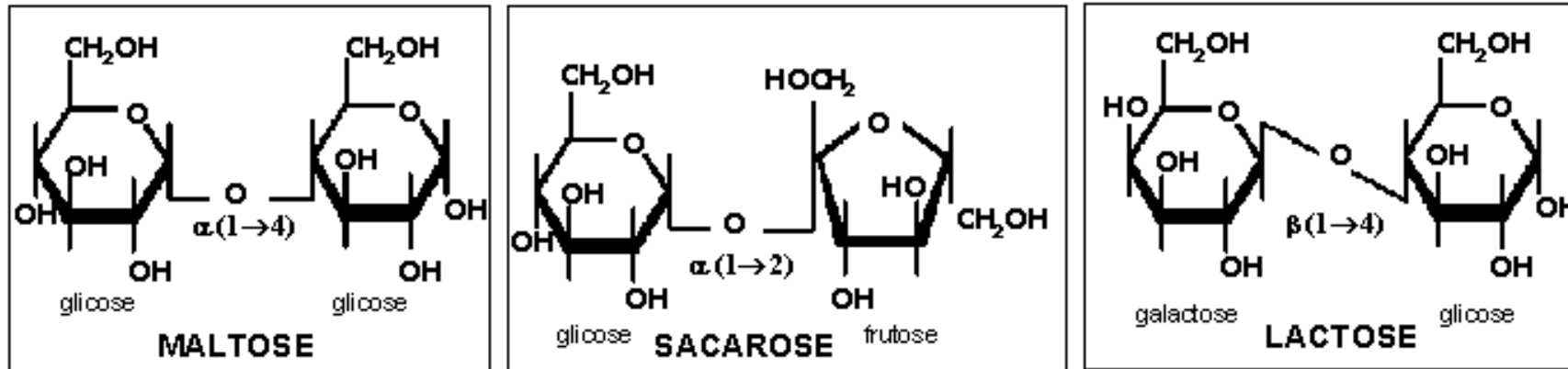
Os monossacarídeos podem ser oxidados por agentes de oxidação como os íons férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) e cúprico ( $\text{Cu}^{2+}$ ).

A glicose e outros açúcares que possuem a carbonila livre ou potencialmente livre são capazes de reduzir os íons férrico e cúprico são chamados de açúcares redutores.



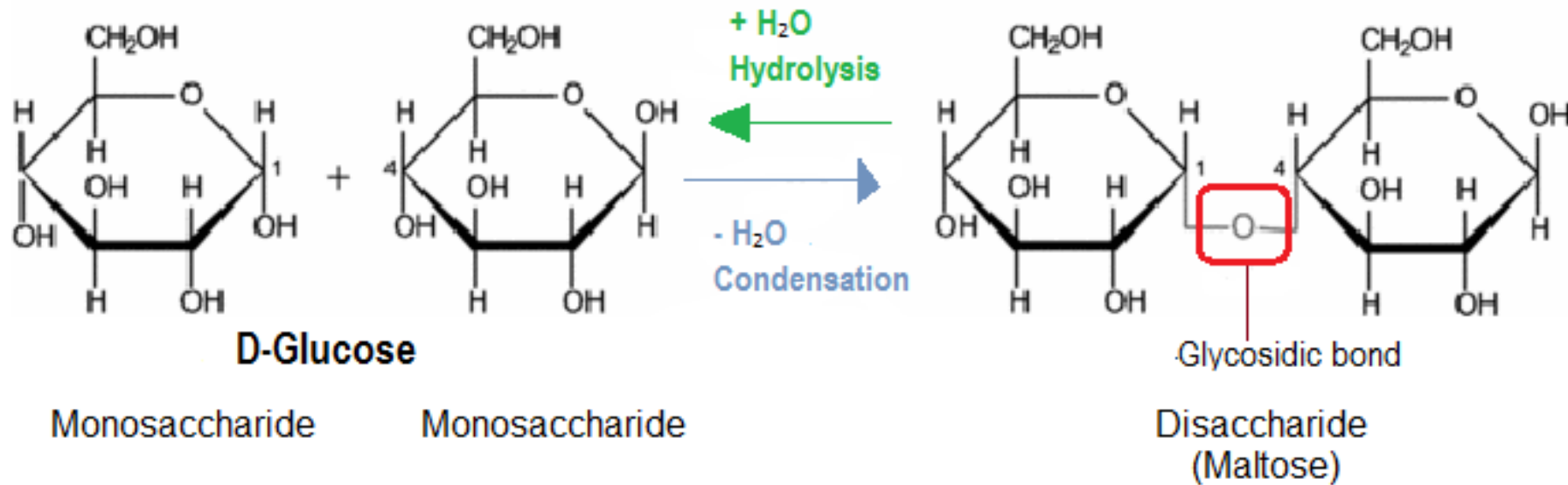
# Oligossacarídeos

- **Formados por 2 a 20 moléculas de monossacarídeos**
  - sacarose, lactose, maltose: dissacarídeos



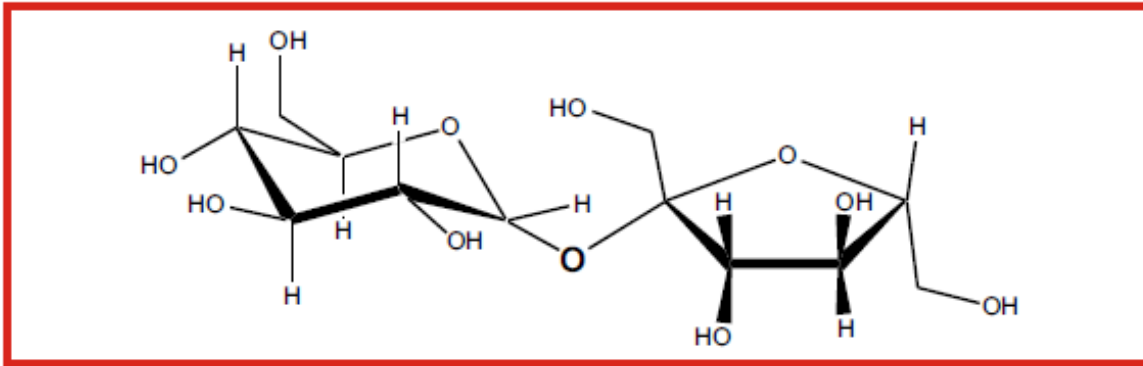
# Oligossacarídeos

- A ligação química formada entre os dois monossacarídeos é denominada **ligação glicosídica (ligação covalente)**.

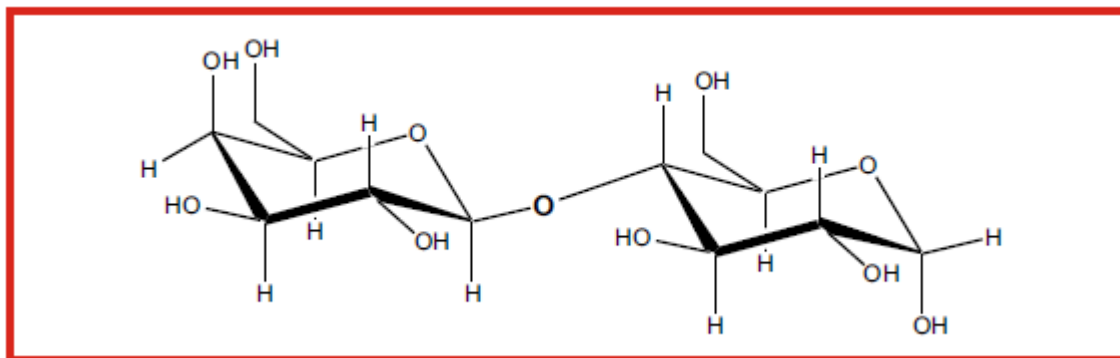


## Dissacarídeos

- **Sacarose:** é o açúcar mais comum, açúcar branco, formado por glicose e frutose unidas por ligação glicosídica  $\alpha$  -1,2



**Lactose:** principal açúcar presente no leite (5 a 8% no leite humano e de 4 a 5% no leite de vaca). Composto por glicose e galactose ligadas por ligação glicosídica  $\beta$  (1,4) (pequeno dulçor)



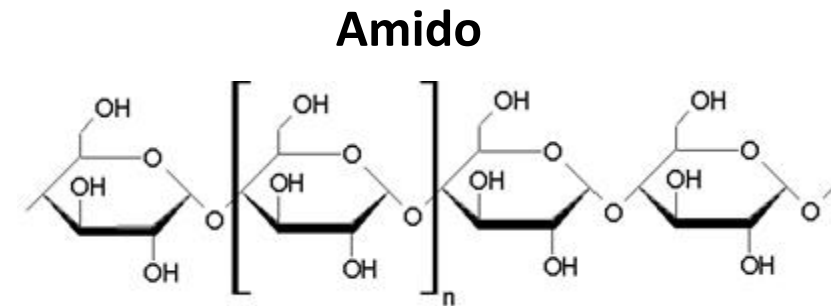
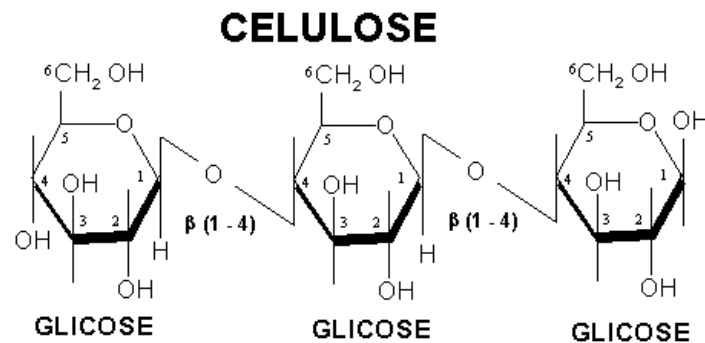
## Dissacarídeos

| Dissacarídeo | Primeira Unidade | Segunda Unidade | Ligação                           |
|--------------|------------------|-----------------|-----------------------------------|
| sacarose     | glicose          | frutose         | $\alpha (1 \rightarrow 2) \beta$  |
| lactulose    | galactose        | frutose         | $\beta (1 \rightarrow 4)$         |
| lactose      | galactose        | glicose         | $\beta (1 \rightarrow 4)$         |
| maltose      | glicose          | glicose         | $\alpha (1 \rightarrow 4)$        |
| trealose     | glicose          | glicose         | $\alpha (1 \rightarrow 1) \alpha$ |
| celobiose    | glicose          | glicose         | $\beta (1 \rightarrow 4)$         |
| chitobiose   | glucosamina      | glucosamina     | $\beta (1 \rightarrow 4)$         |



# Polissacarídeos

- São polímeros de alto peso molecular compostos por monossacarídeos unidos através da ligação glicosídica
- Mais de 10 monossacarídeos
  - origem vegetal (celulose, amido e fibras) e animal (glicogênio)



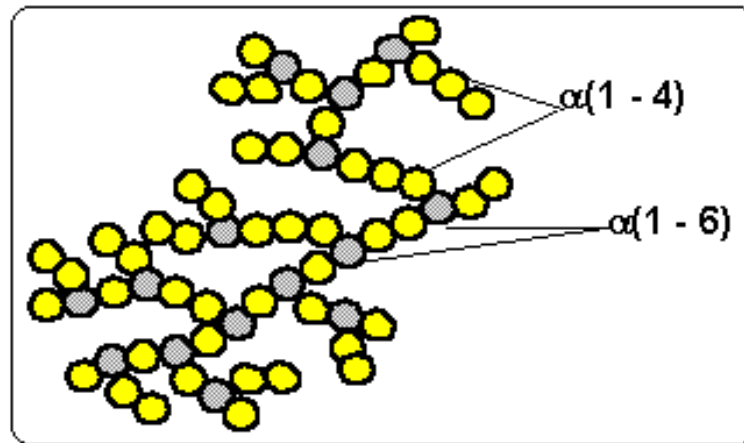
## Polissacarídeos

## Polissacarídeos

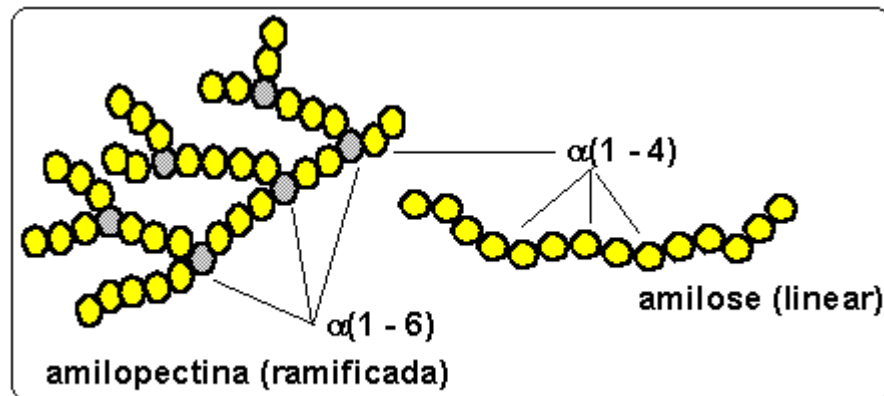
| <b>POLISSACARÍDEO</b> | <b>FUNÇÃO E FONTE</b>                                                                       |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Glicogênio            | Açúcar de reserva energética de animais e fungos                                            |
| Amido                 | Açúcar de reserva energética de vegetais e algas                                            |
| Celulose              | Função estrutural. Compõe a parede celular das células vegetais e algas (insolúvel em água) |
| Pectina               | Função estrutural em frutas.                                                                |

# Polissacarídeos

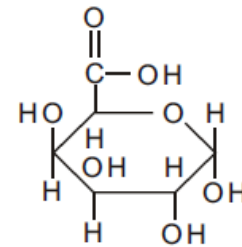
- Podem apresentar cadeias lineares ou ramificadas



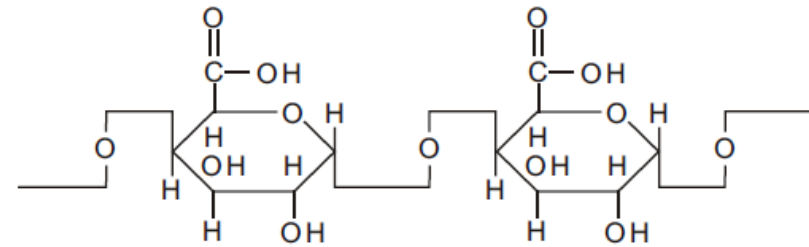
**GLICOGÊNIO**



**AMIDO**



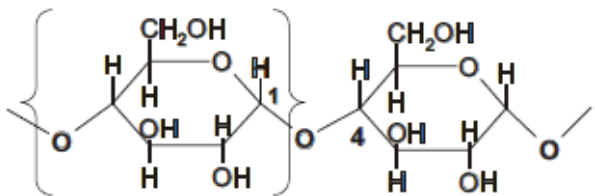
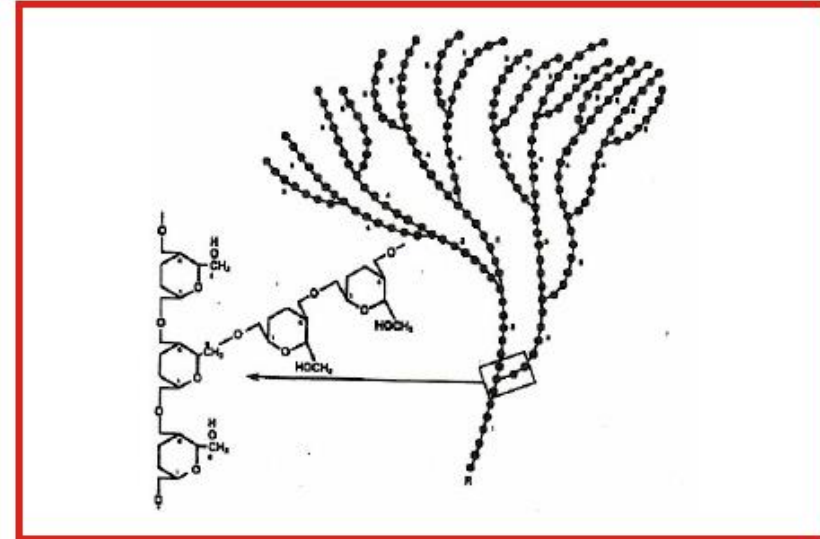
**Ácido galacturônico**



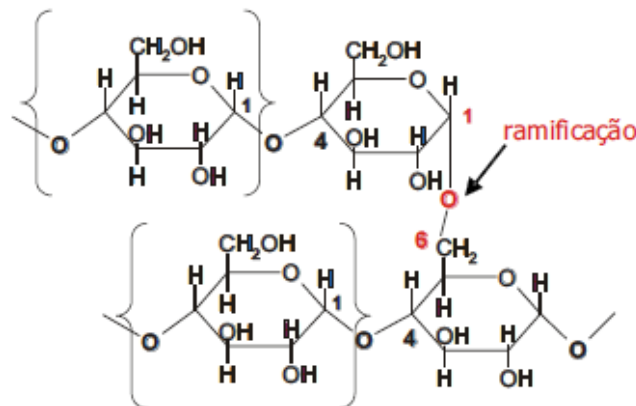
**Ácido pécico**

# Polissacarídeos

- **Amido**
  - É o carboidrato de reserva dos vegetais
  - É o único polissacarídeo prontamente digerido pelo organismo humano (principal fonte de energia)
  - Composto por amilose (cadeia linear) e amilopectina (cadeia ramificada)



**Amilose**



**Amilopectina**

# Polissacarídeos

- **Pectina**
  - Presente na parede celular e espaços intracelulares de vegetais
  - Ocorre na forma de ácido péctico ou ácido pectínico (diferem pela presença de grupos ésteres)

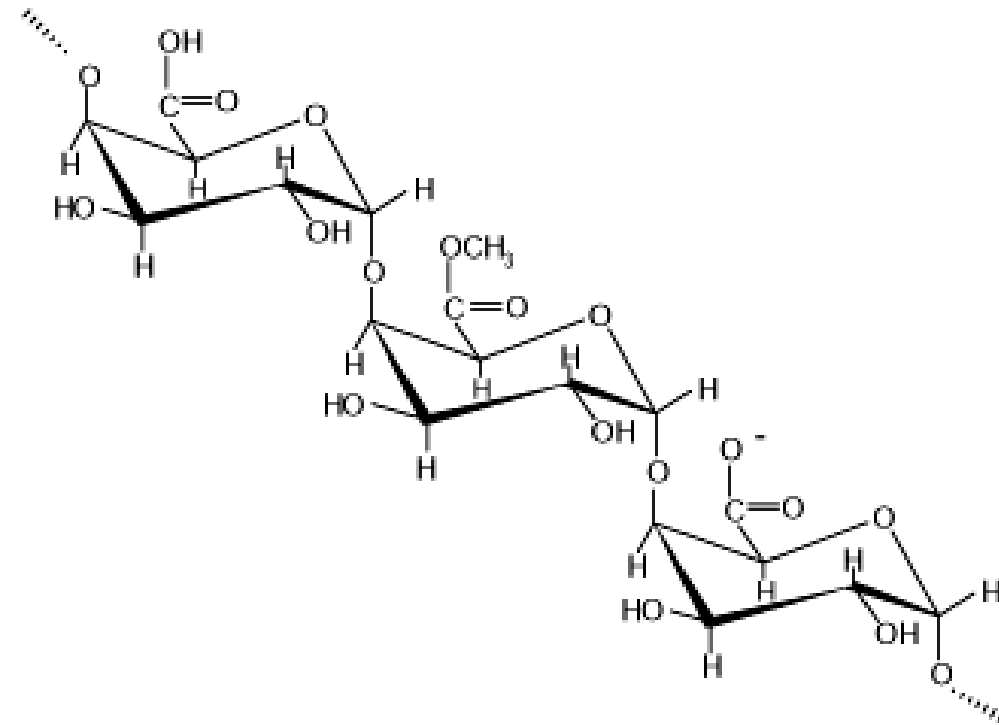


Figura 1. Estrutura química da cadeia de pectina<sup>[29]</sup>

# Importância tecnológica dos carboidratos

- **Formação de gel**
- **Sob aquecimento e na presença de água → alguns polissacarídeos formam géis**
  - Um gel é uma estrutura tridimensional capaz de aprisionar água

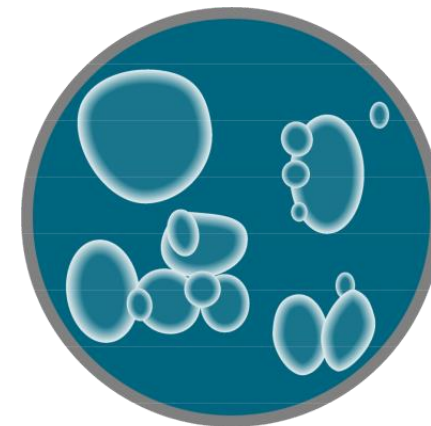




# Propriedades Tecnológicas do Amido

- **Amidos são formados por polímeros → amilose e amilopectina**
  - composição de amilose e amilopectina varia conforme a origem (ex.: amido de milho ≠ amido de arroz)

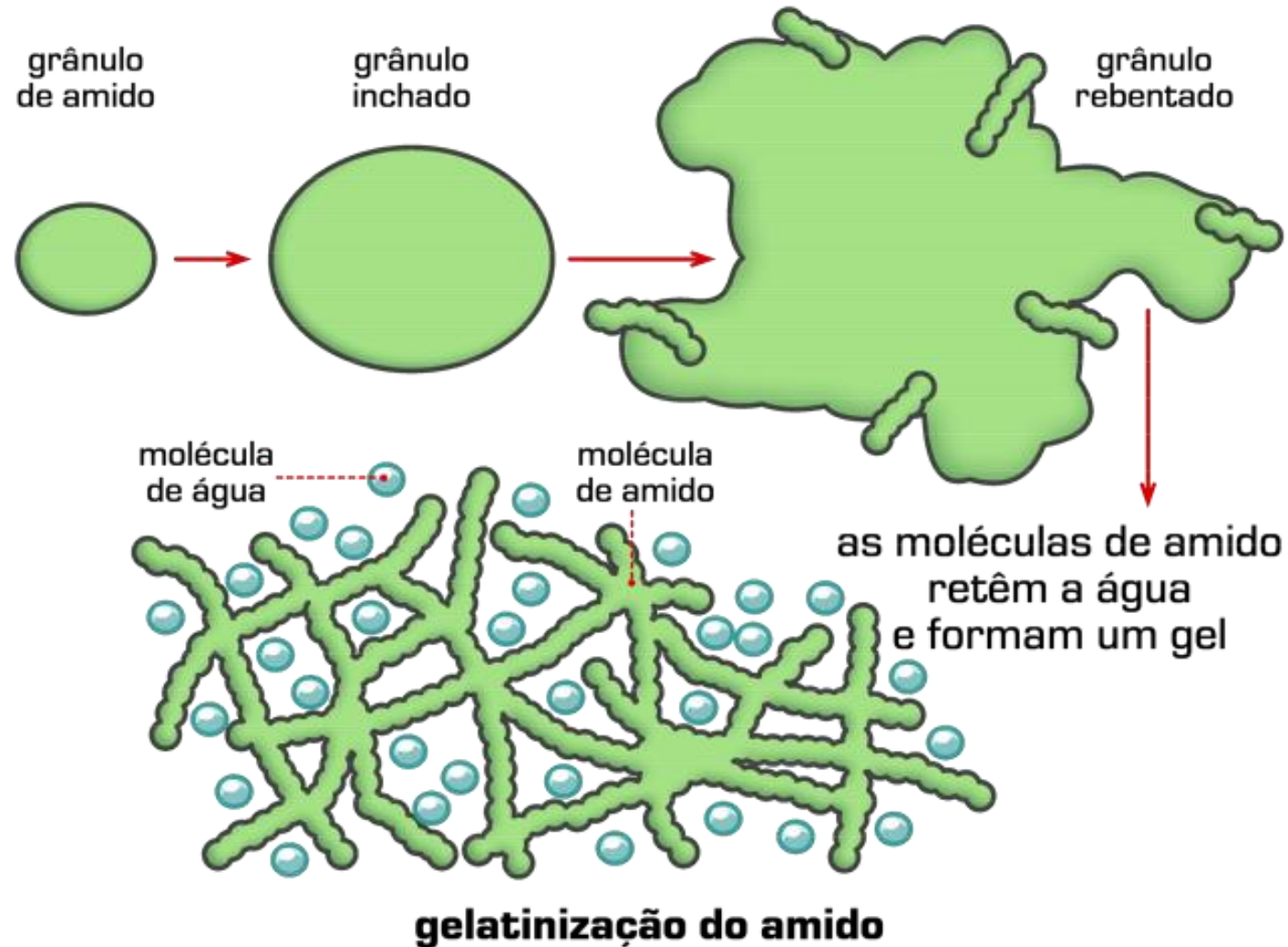
A amilose e amilopectina são empacotadas em estruturas denominadas grânulos de amido e que são depositadas em amiloplastos, no interior das células vegetais.



**grânulos de amido  
observados ao microscópio**

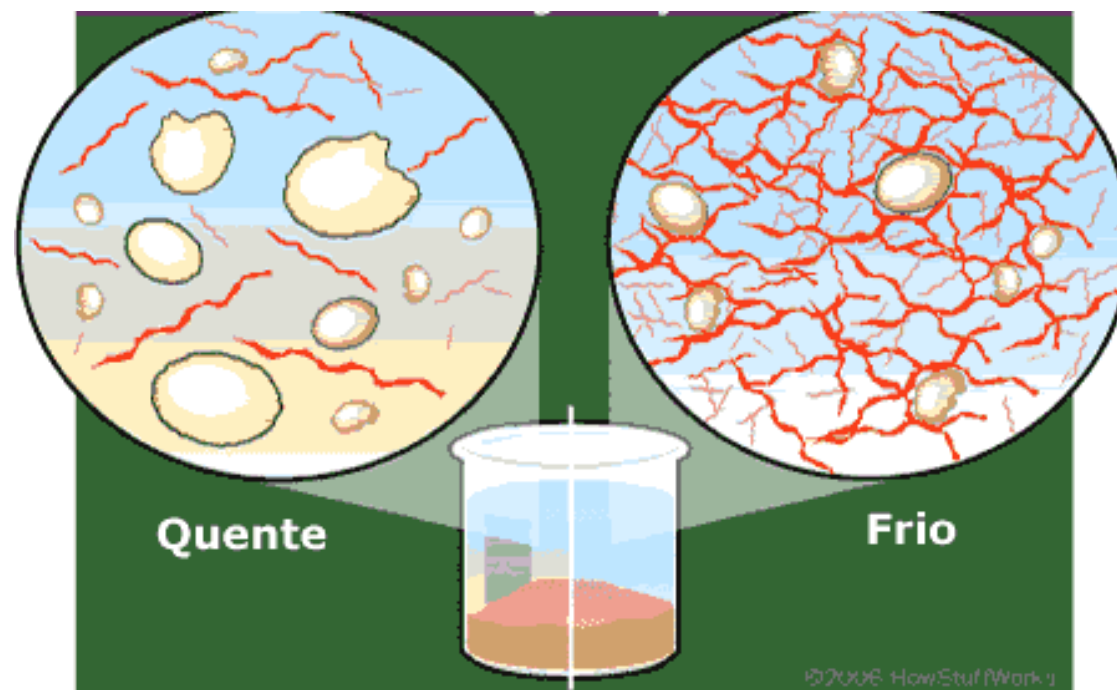
# Gelatinização do amido

- Durante a cocção, a amilopectina absorve muita água e é responsável, em parte, pelo inchamento dos grânulos de amido



# Propriedades Tecnológicas do Amido

- **Retrogradação do amido** → após algum período em **temperatura baixa** (refrigeração e congelamento), **cadeias de amido tendem a interagir entre si e se reordenar** expulsando a água (**fenômeno da sinérese**)

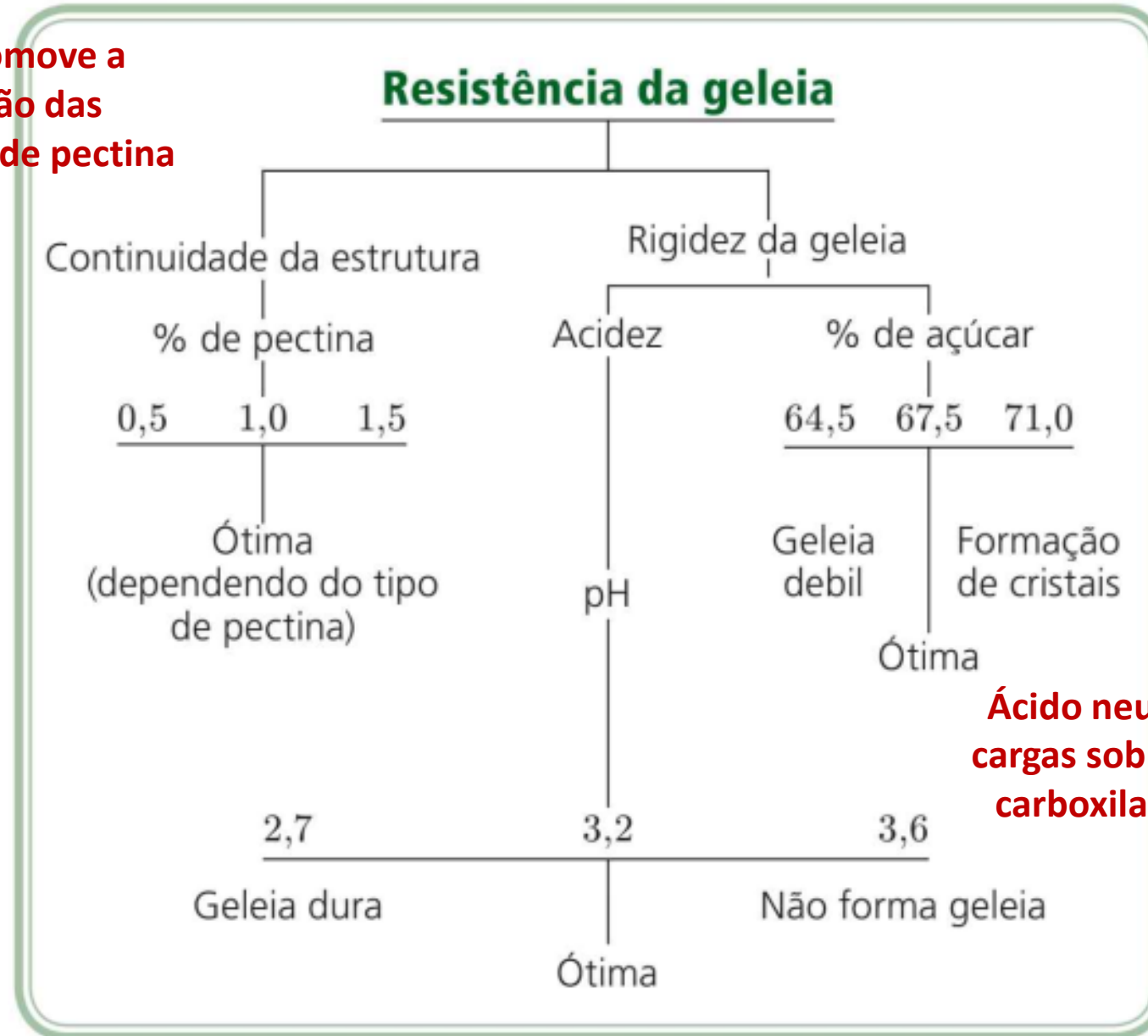


# Gelatinização dos amidos



# Gel de pectina

**Açúcar: Promove a desidratação das moléculas de pectina**



**Ácido neutraliza as cargas sobre o grupo carboxila (-COOH)**



# *Lipídeos*

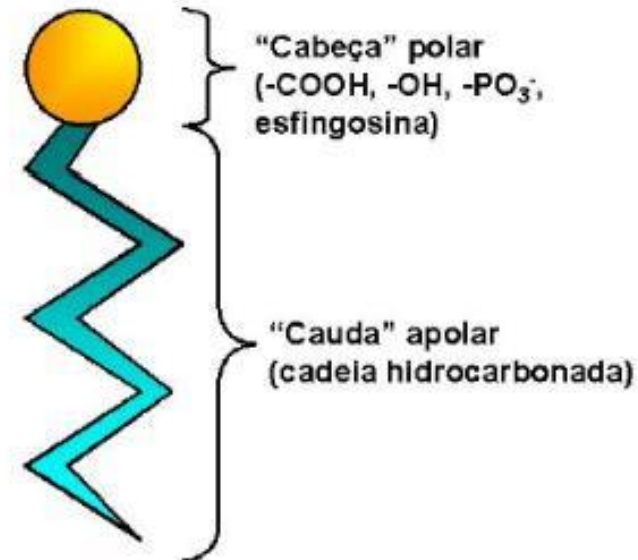
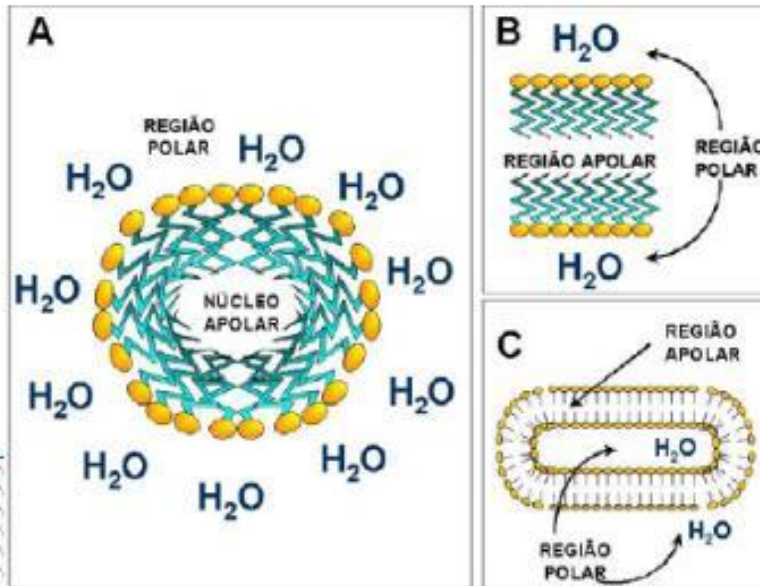




# Lipídeos

## O que são?

- ▶ São substâncias orgânicas insolúveis em água, porém solúveis em solventes apolares;
- ▶ Vulgarmente conhecidos como gorduras;



# **LIPÍDIOS**

```
graph LR; L[LIPÍDIOS] --- A[Apolares]; L --- P[Polares]; A --- G[Glicerídios]; A --- C[ceras]; A --- CA[carotenoides, etc]; P --- F[Fosfolipídios]; P --- CB[cerobrosídios]; P --- OLC[outros lipídios complexos];
```

**Apolares**

**Glicerídios**

**ceras**

**carotenoides, etc**

**Polares**

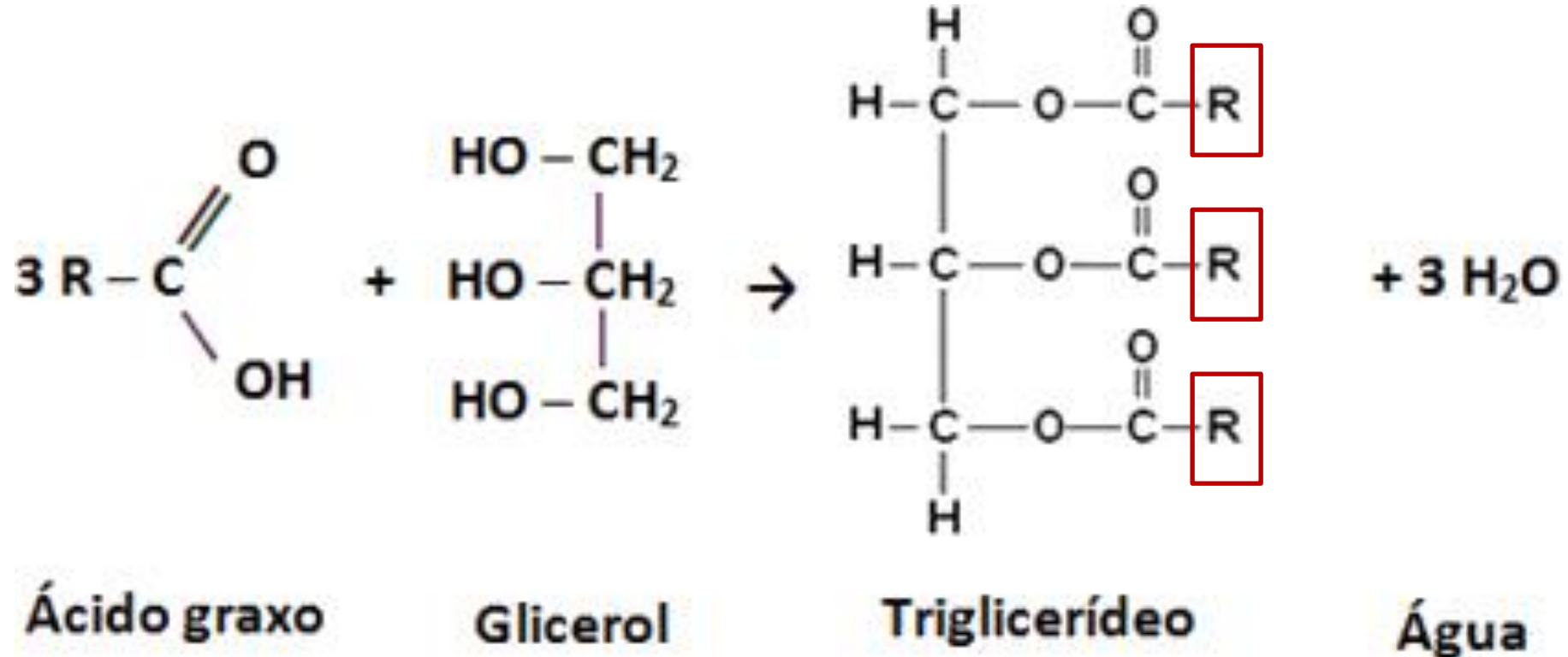
**Fosfolipídios**

**cerobrosídios**

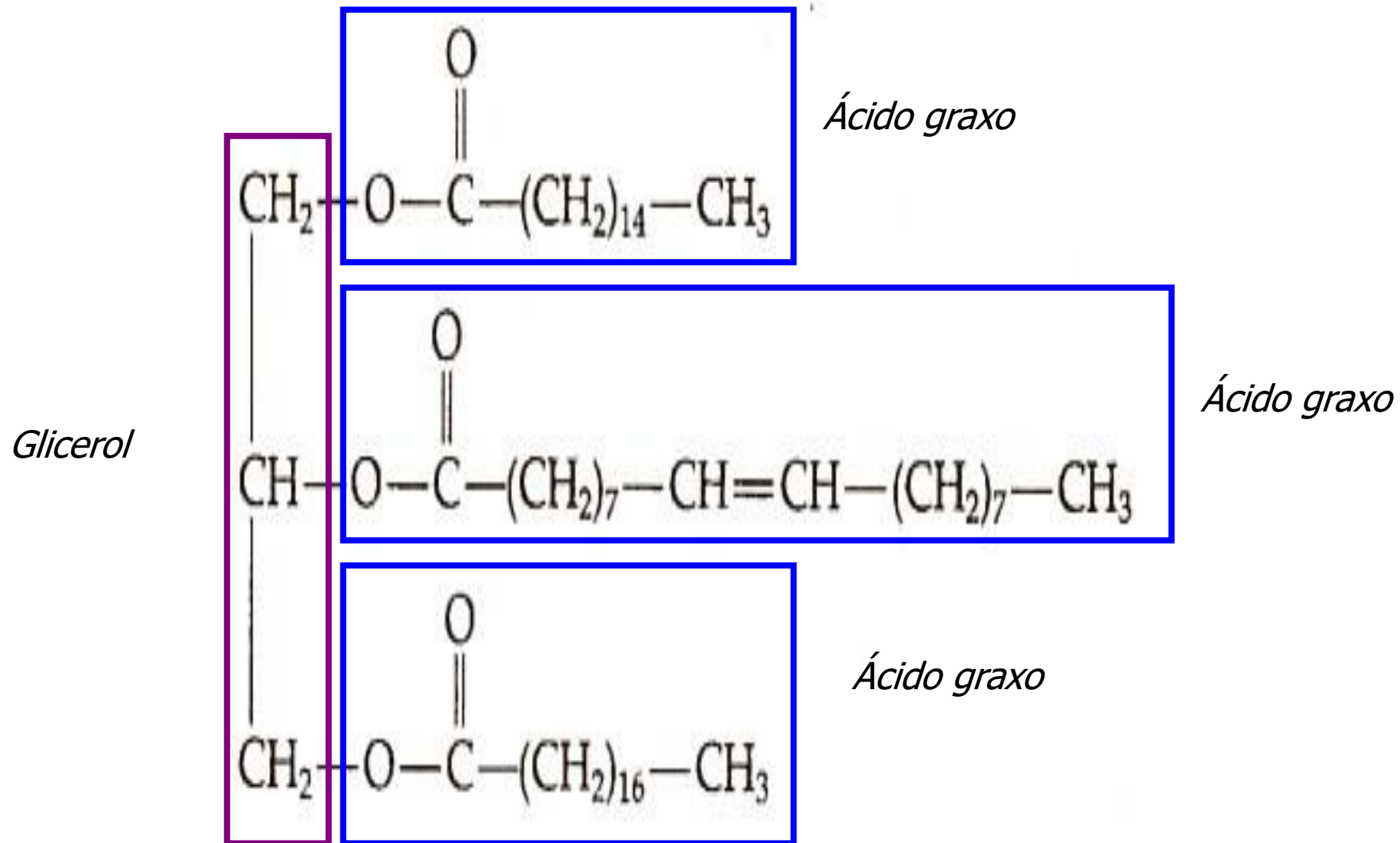
**outros lipídios  
complexos**

## Triacilglicerol

- São moléculas orgânicas (C,H,O) formadas a partir de reação de ácidos graxos e álcool (glicerol) → **são os mais importantes em alimentos**

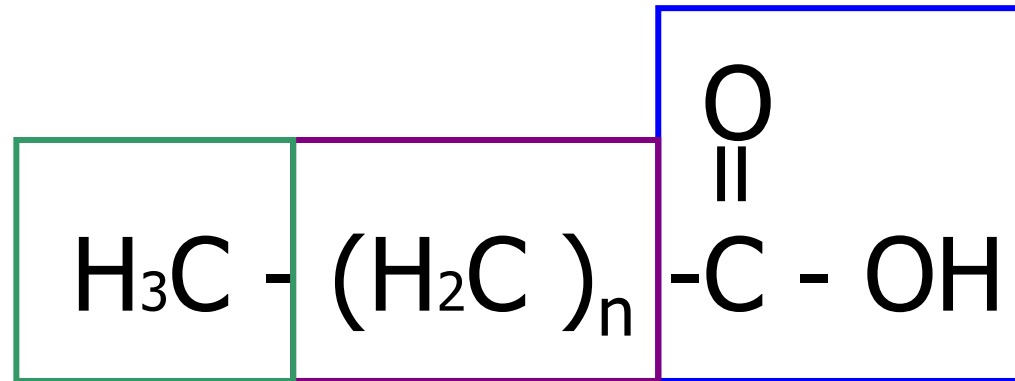


# Triacilglicerol



# Ácidos Graxos

- São ácidos monocarboxílicos (com cadeia carbônica longa)
  - 16 a 24 átomos
- Possuem número par de carbonos; sem ramificações;
- Cadeias podem ser saturadas (sem duplas ligações) e insaturadas (com duplas ligações).



Grupo  
metil

Cauda  
hidrocarbonada

Grupo  
carboxila

# Ácidos Graxos

- Praticamente todos encontrados na natureza possuem um número par de átomos de C – C<sub>16</sub> e C<sub>18</sub>;

Tabela 1: Principais ácidos graxos presentes na natureza.

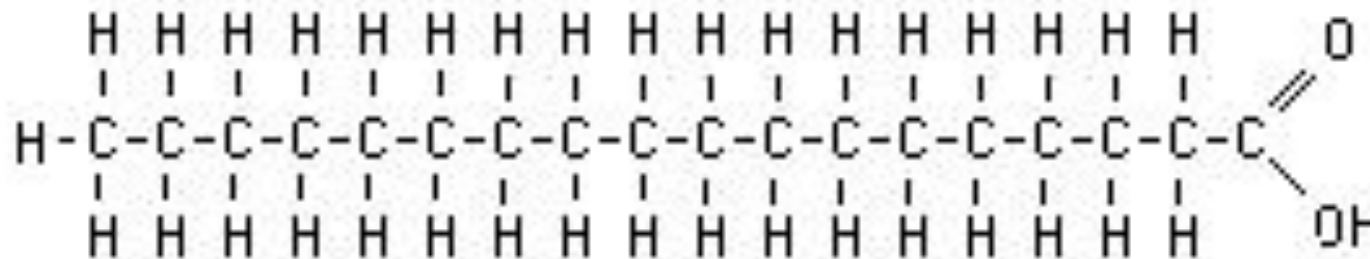
| Nome oficial                                | Nome usual         | Símbolo        | Ponto de fusão (°C) |
|---------------------------------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Ácido butanóico                             | Ácido butírico     | C4:0           | -8,0                |
| Ácido hexanóico                             | Ácido capróico     | C6:0           | -3,0                |
| Ácido octanóico                             | Ácido caprílico    | C8:0           | 16,5                |
| Ácido decanóico                             | Ácido cáprico      | C10:0          | 31,0                |
| Ácido dodecanóico                           | Ácido láurico      | C12:0          | 44,0                |
| Ácido tetradecanóico                        | Ácido mirístico    | C14:0          | 54,0                |
| Ácido hexadecanóico                         | Ácido palmítico    | C16:0          | 63,0                |
| Ácido cis-hexadec-9-enóico                  | Ácido palmitoleico | C16:1(9)       | 0,0                 |
| Ácido octadecanóico                         | Ácido esteárico    | C18:0          | 70,0                |
| Ácido cis-octadec-9-enóico                  | Ácido oleico       | C18:1(9)       | 13,0                |
| Ácido cis,cis-octadec-9,12-dienóico         | Ácido linoleico    | C18:2(9,12)    | - 5,0               |
| Ácido cis,cis,cis-octadec-9,12,15-trienóico | Ácido linolênico   | C18:2(9,12,15) | - 11,0              |
| Ácido eicosanóico                           | Ácido araquídico   | C20:0          | 75,0                |

Adaptado de: Hartman e Esteves (1982); Solomons e Fryhle (2006) e Vieira e cols. (1999).



# Ácidos Graxos

- **Saturados**
  - Palmítico, esteárico, araquídico etc



# Ácidos Graxos

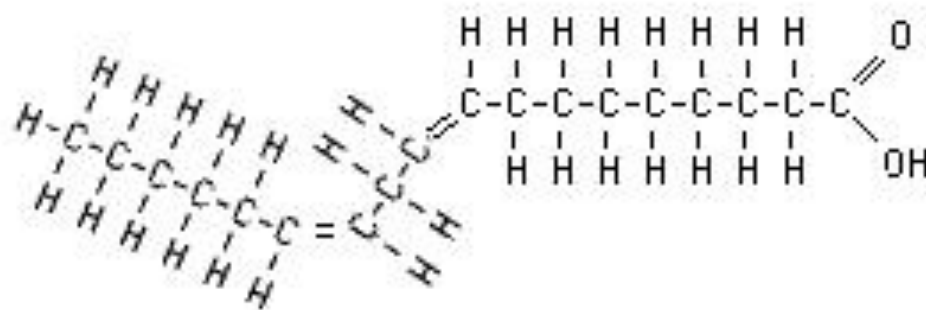
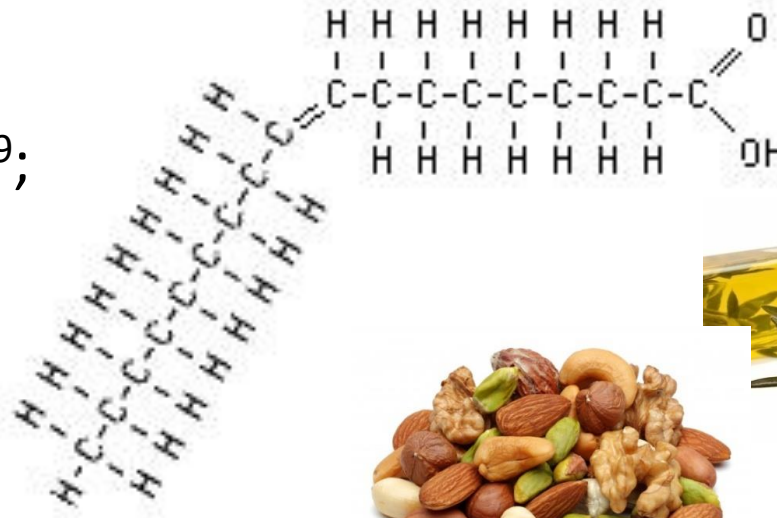
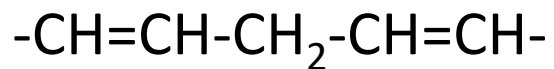
- **Insaturados**

- comum entre os  $C_9$  e  $C_{10}$ :  $\Delta^9$ ;

- Monoinsaturados

- Poli-insaturados

- Ligação dupla nunca conjugadas –  
sempre separadas por grupos metilenos:



## Ácidos graxos essenciais

- ❖ São poliinsaturados não sintetizados pelas células do organismo - adquiridos através da alimentação;
- ❖ Existem dois Ácidos Graxos essenciais, são eles:
  - Ácido linolênico: ômega-3 (peixes)
  - Ácido linoléico: ômega-6 (óleos vegetais - girassol, milho, soja, algodão)

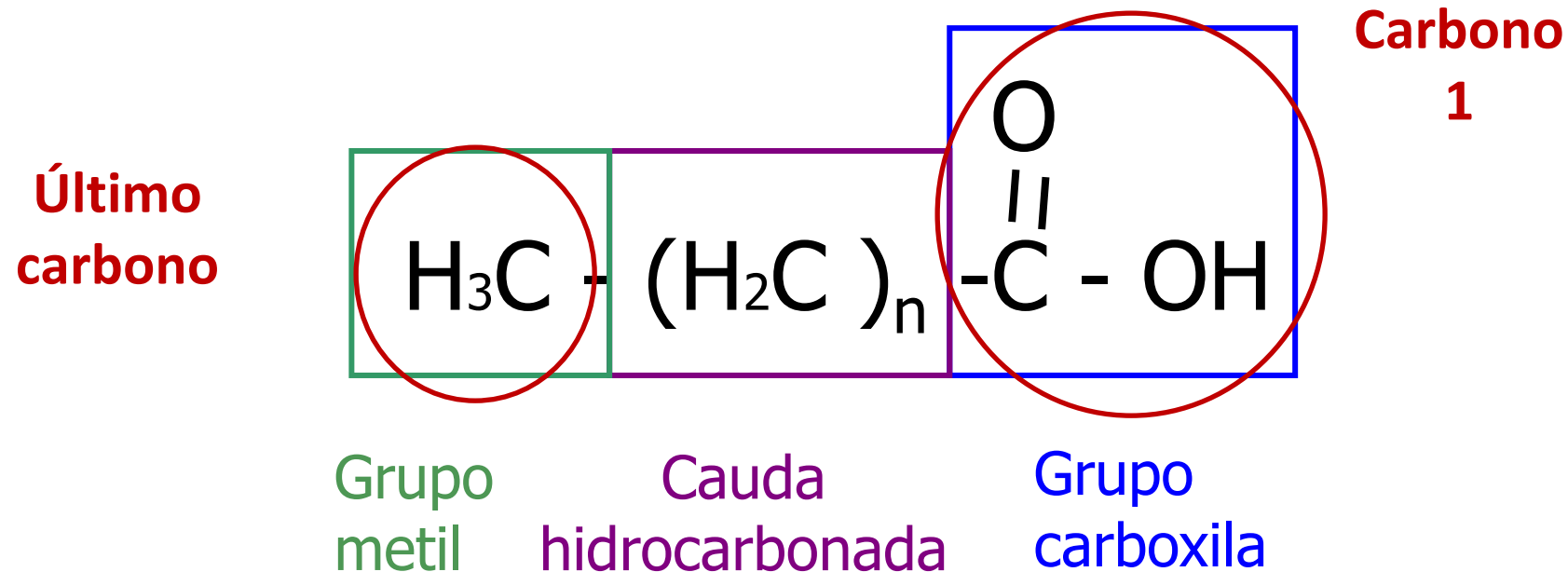
## Ácidos Graxos

TABELA 1 - TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS EM ÓLEOS VEGETAIS

| Óleos    | Ácido graxo Saturado | Ácido graxo monoinsaturado | Ácido graxo poliinsaturado |            |
|----------|----------------------|----------------------------|----------------------------|------------|
|          |                      |                            | linoléico                  | linolênico |
| CANOLA   | 6%                   | 58%                        | 26%                        | 10%        |
| GIRASSOL | 11%                  | 2%                         | 69%                        | ---        |
| MILHO    | 13%                  | 25%                        | 61%                        | 1%         |
| OLIVA    | 14%                  | 77%                        | 8%                         | < 1%       |
| SOJA     | 15%                  | 245                        | 54%                        | 7%         |

# Nomenclatura de Ácidos Graxos

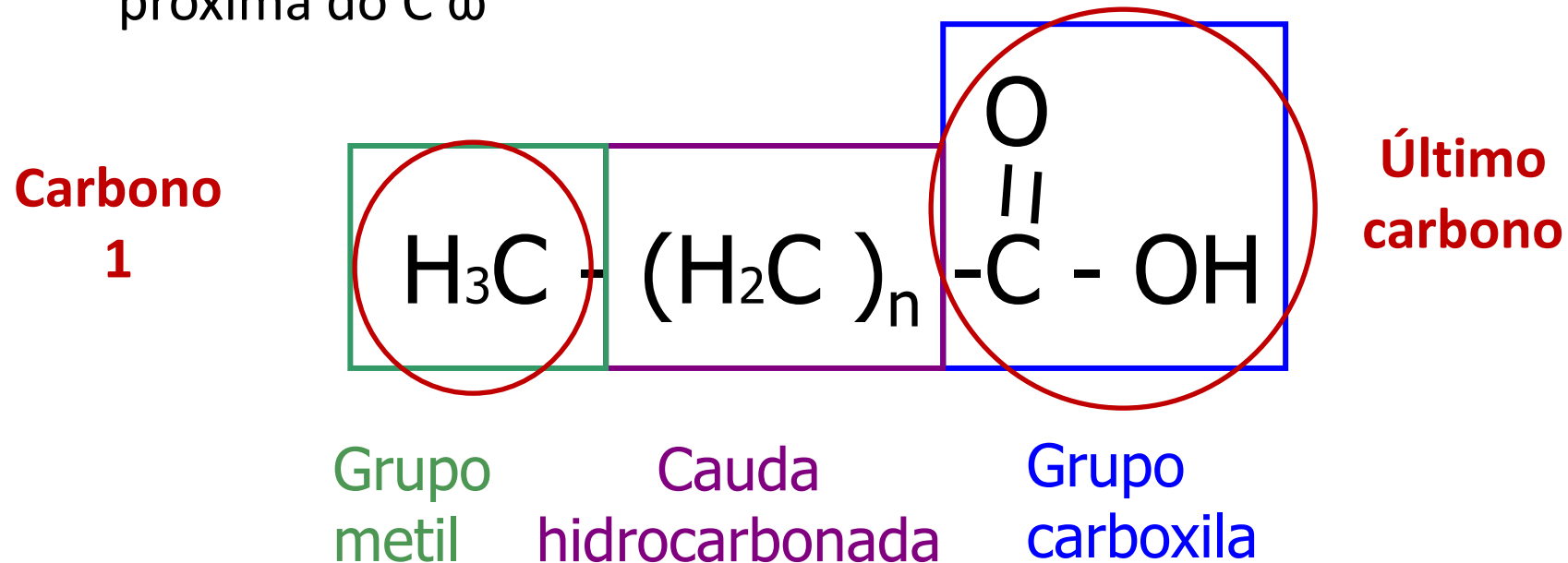
- Nomenclatura  $\Delta$  --
- Na cadeia carbônica, o carbono 1 é o que contém a carboxila (COO-) e o último carbono é o grupo metila (CH<sub>3</sub>)



- Presença da dupla ligação: dupla ligação entre os carbonos 9 e 10  $\rightarrow \Delta^9$  ou  $\Delta^9$
- Possibilita identificar TODAS as duplas ligações

# Nomenclatura de Ácidos Graxos

- **Nomenclatura  $\omega$  ou n**
- Carbono 1 é o que contém o grupo  $\text{CH}_3$  (carbono n ou carbono  $\omega$ )  $\rightarrow$  identifica APENAS a posição da dupla ligação mais próxima do C  $\omega$

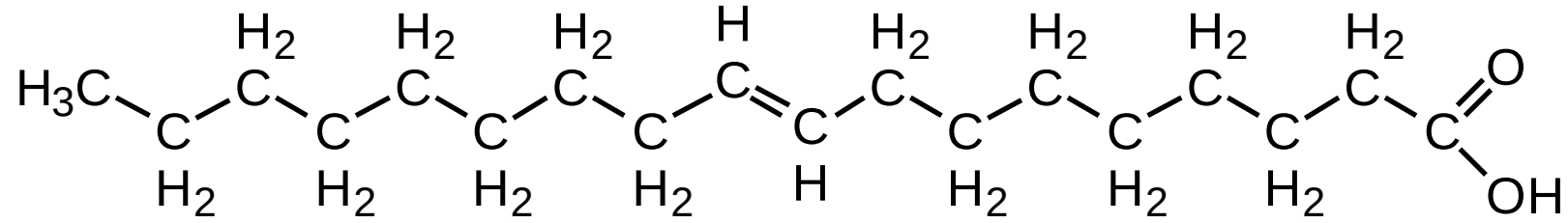


Ex. : ω-3                  ... CH<sub>2</sub> - CH = CH - CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub>

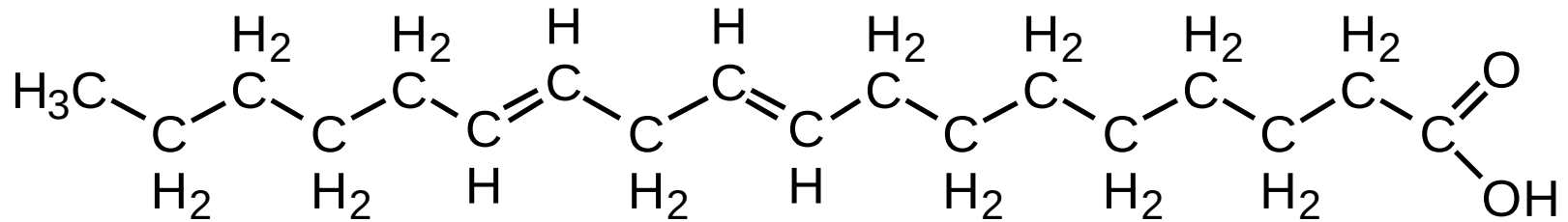
**3**        **2**        **1**



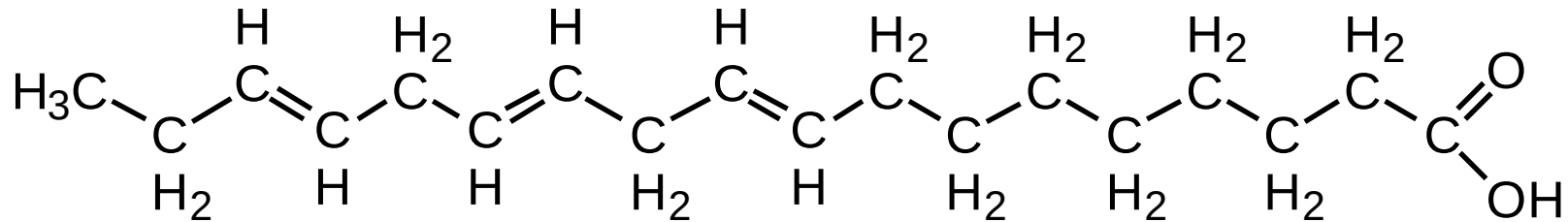
# Nomenclatura dos ácidos graxos



**Omega 9 ou delta 9**



**Omega 6 ou delta 9**



**Omega 3 ou delta 9**

# Representação dos Ácidos Graxos

Tabela 2: Composição média percentual de ácidos graxos obtidos na hidrólise de alguns tipos de alimentos.

| Ácido graxo    | Manteiga | Banha | Azeite de<br>oliva | Óleo de<br>milho | Óleo de<br>algodão | Óleo de<br>soja | Óleo de<br>coco | Óleo de<br>girassol | Óleo de<br>canola | Óleo de<br>dendê |
|----------------|----------|-------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------|------------------|
| C4:0           | 3        | -     | -                  | -                | -                  | -               | -               | -                   | -                 | -                |
| C6:0           | 2        | -     | -                  | -                | -                  | -               | -               | -                   | -                 | -                |
| C8:0           | 1        | -     | -                  | -                | -                  | -               | 6               | -                   | -                 | -                |
| C10:0          | 3        | -     | -                  | -                | -                  | -               | 8               | -                   | -                 | -                |
| C12:0          | 5        | -     | -                  | -                | -                  | -               | 45              | -                   | -                 | -                |
| C14:0          | 15       | 1     | 1                  | 1                | 1                  | 1               | 18              | -                   | -                 | 1                |
| C16:0          | 27       | 28    | 10                 | 8                | 23                 | 10              | 9               | 8                   | 4                 | 42               |
| C18:0          | 5        | 12    | 2                  | 3                | 1                  | 2               | 3               | 5                   | 3                 | 4                |
| C20:0          | -        | -     | -                  | -                | -                  | -               | -               | 1                   | -                 | -                |
| C16:1(9)       | 5        | 3     | -                  | 1                | 2                  | 1               | 1               | -                   | -                 | -                |
| C18:1(9)       | 30       | 48    | 70                 | 36               | 24                 | 28              | 7               | 25                  | 58                | 42               |
| C18:2(9,12)    | 4        | 8     | 17                 | 51               | 49                 | 50              | 2               | 61                  | 27                | 11               |
| C18:2(9,12,15) | -        | -     | -                  | -                | -                  | 8               | -               | -                   | 8                 | -                |

Adaptado de: Hartman e Esteves (1982); Solomons e Fryhle (2006) e Vieira e cols. (1999).

SBQ

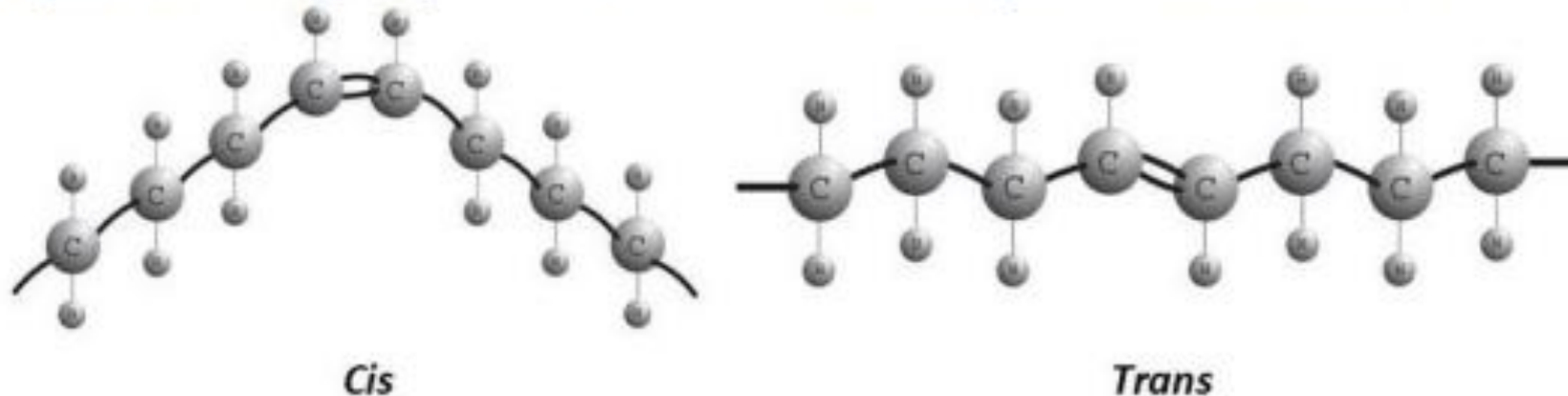
Ácido linoleico: 18 C e 2 insaturações nos carbonos 9 e 12 (18:2  $\Delta$  9,12) ou 18:2  $\omega$ -6

br

# Ácidos Graxos Cis e Trans

- **Duplas ligações dos ácidos graxos:**
  - conformação *cis* → os átomos de hidrogênio estão do mesmo lado
  - conformação *trans* → os átomos de hidrogênio se encontram em lados opostos

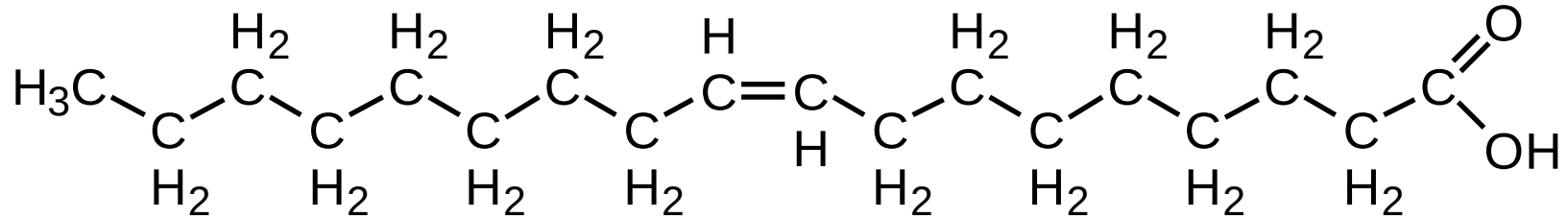
**Figura 3.** Configurações *cis* e *trans* de ácidos graxos insaturados.



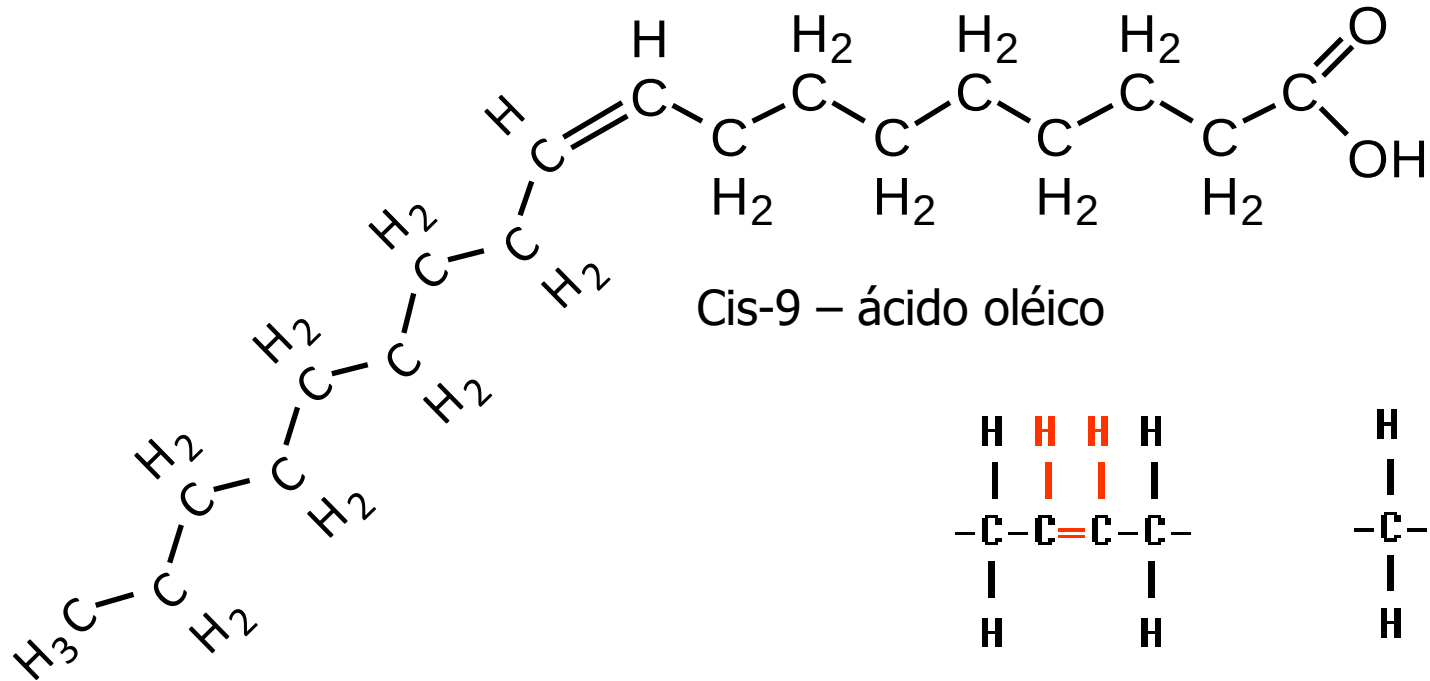
Fonte: Adaptado de ISEO (2016).

**AG *trans* tem estrutura mais linear, o que aumenta seu ponto de fusão e viscosidade à temperatura ambiente, semelhante ao AG saturado.**

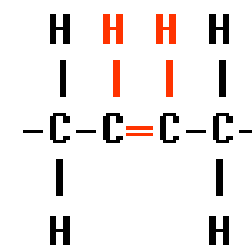
# Nomenclatura dos ácidos graxos



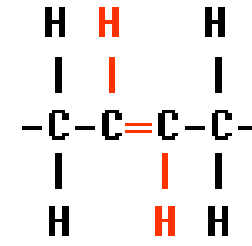
## Trans-9 – ácido eláídico



## Cis-9 – ácido oléico

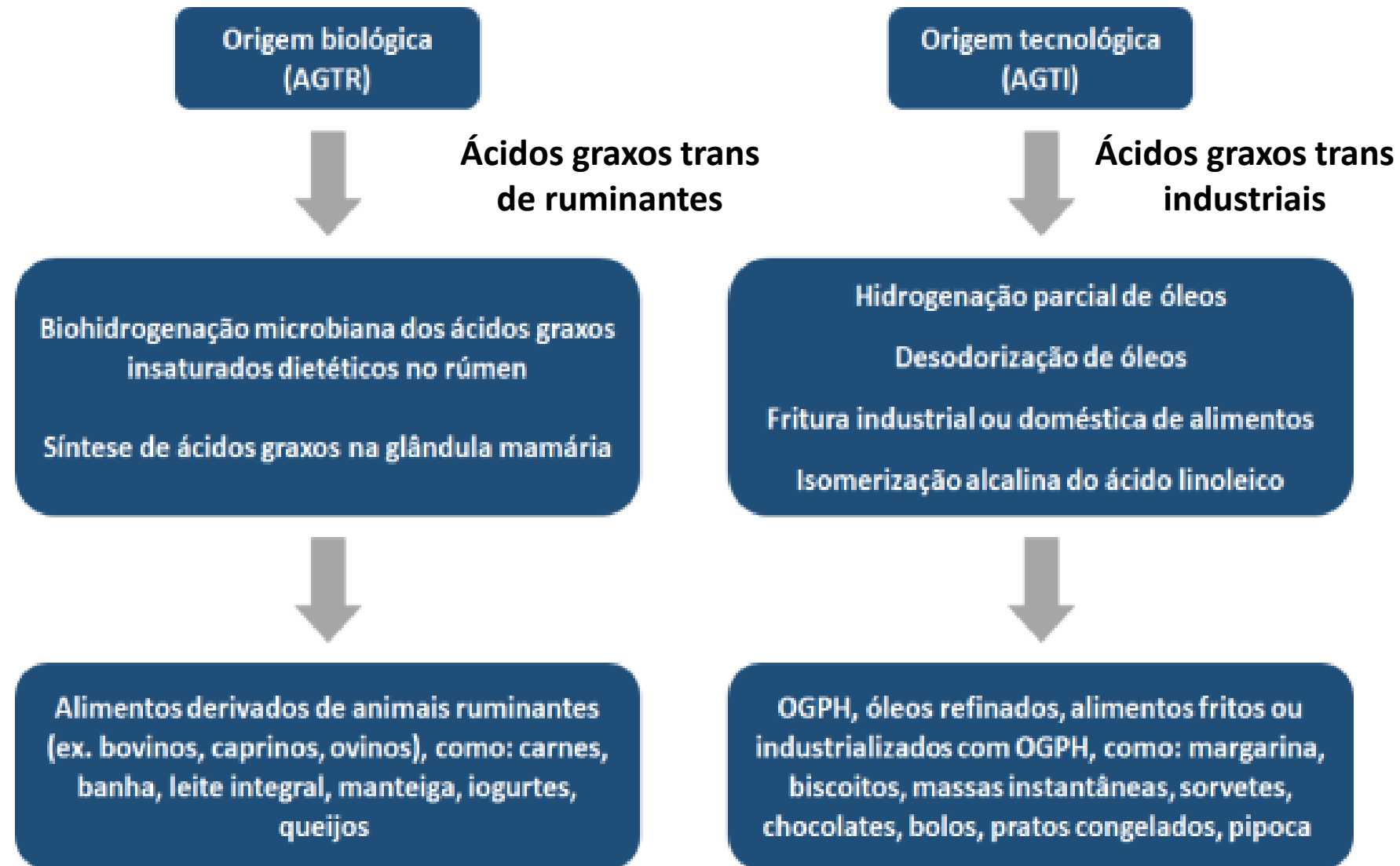


cis



trans

**Figura 5. Origem dos ácidos graxos *trans*.**



Fonte: ANVISA, 2018.

OGPH: óleos e gorduras parcialmente hidrogenados.

# Lipídeos na Alimentação





# Classificação dos lipídeos

- São comumente classificados como:
  - Óleos → origem vegetal, líquido
  - gorduras → origem animal, sólido
  - azeite → óleos de frutos



## Características dos Óleos e Gorduras

- **Cor:** brancos ou levemente amarelados.
  - Exemplos: óleo de soja e óleo de coco.
- São gordurosos ao tato.
- São anfipáticos ou anfifílicos: possuem porção polar (hidrofílica) e apolar (hidrofóbica)
  - Insolúveis em água (hidrofóbicos), mas emulsionáveis nela.
  - Solúveis em solventes orgânicos.

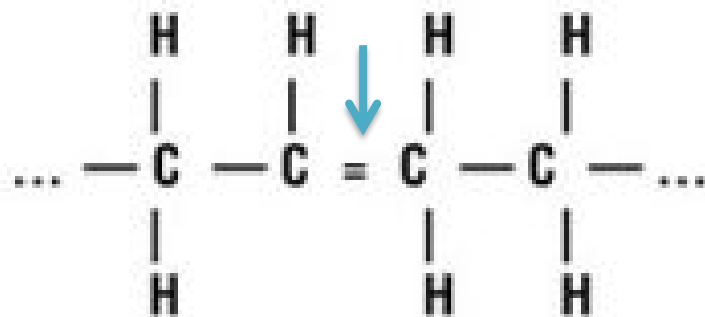
## Óleos

- são ricos em ácidos graxos insaturados
- presença de duplas ligações
- líquidos em temperatura ambiente.

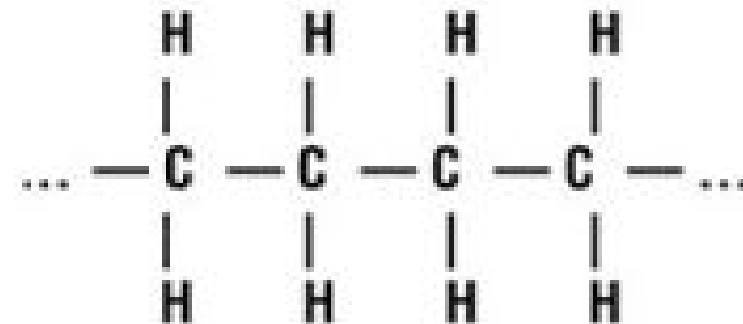
## Gorduras

- predominância de ácidos graxos saturados
- apenas ligações simples entre carbonos
- sólidas em temperatura ambiente

ácido graxo **INSATURADO**



ácido graxo **SATURADO**



**OBS:** Quanto maior o número de insaturações, menor o ponto de fusão da substância.

### TIPOS DE GORDURA E SEUS PONTOS DE FUSÃO E FUMAÇA

| TIPO                           | FUSÃO | FUMAÇA |
|--------------------------------|-------|--------|
| Manteiga Integral              | 36°C  | 121°C  |
| Manteiga Clarificada           | 36°C  | 190°C  |
| Óleo de Milho                  | -11°C | 230°C  |
| Azeite                         | 0°C   | 190°C  |
| Óleo de Soja                   | -20°C | 257°C  |
| Óleo de Girassol               | -17°C | 225°C  |
| Gordura animal                 | 20°C  | 205°C  |
| Gordura vegetal<br>Hidrogenada | 20°C  | 220°C  |

Tf ↑ com ↑ comprimento da cadeia e Tf ↑ com a diminuição do número de insaturações

## Funções dos lipídeos

1. Fornecer energia.
2. Fonte de ácidos graxos essenciais.
3. Precusores de hormônios.
4. Auxiliar na absorção e no transporte das vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K2).
5. Melhorar a textura e o sabor dos alimentos.



## Funções tecnológica dos lipídeos

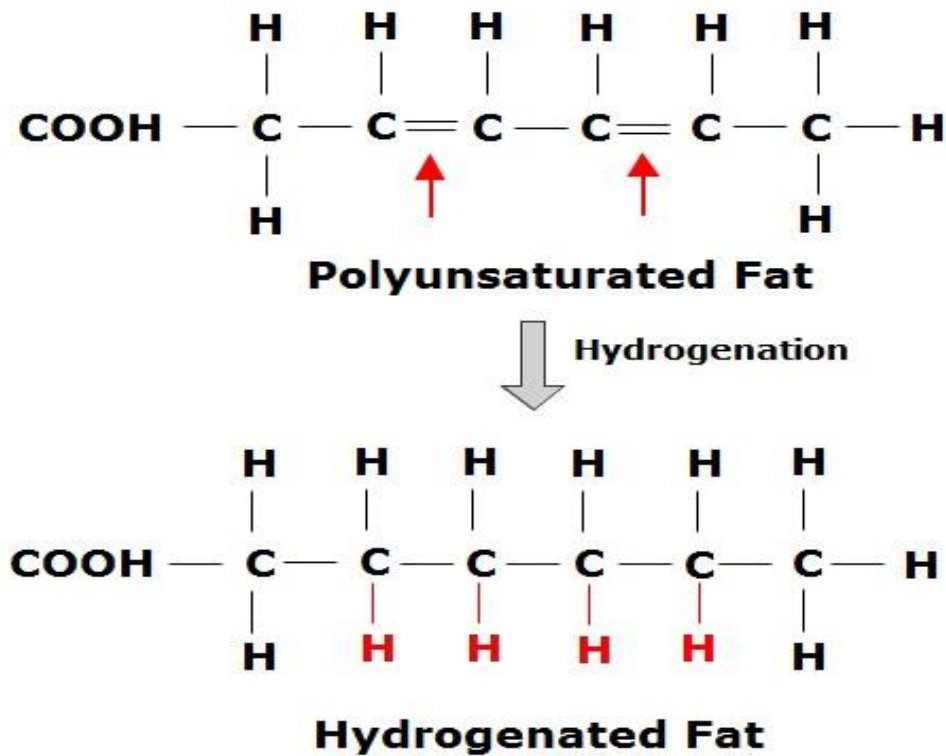
- O nível de gordura determina as características sensoriais dos alimentos
- aparência (ex. brilho, translucidez)
- textura (ex. viscosidade)
- sabor (ex. intensidade de *flavor*)
- *mouthfeel* (ex. derretimento)





# Hidrogenação de óleos

- Processo industrial que transforma óleos líquidos insaturados em gorduras sólidas



Ocorre a adição de gás hidrogênio aos pontos de insaturação dos AGs, em condições de pressão e temperatura elevadas e presença de catalisador metálico

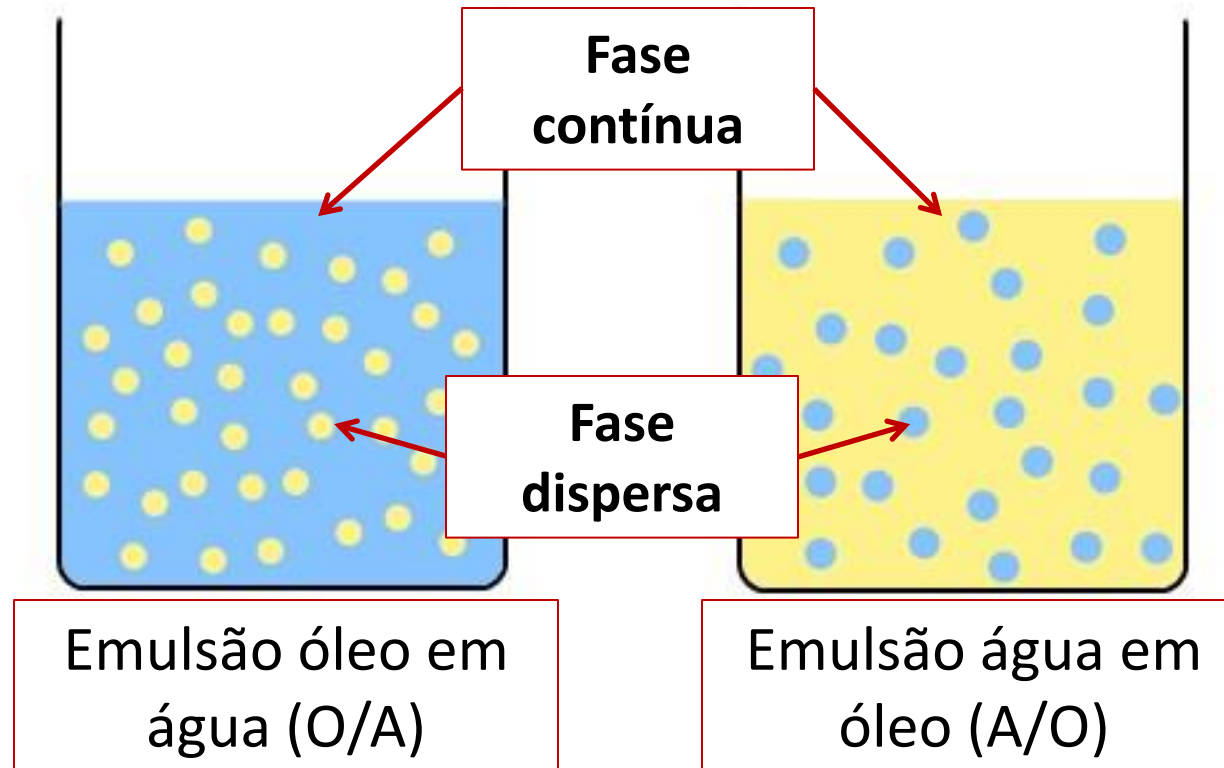
# Hidrogenação de óleos

- **Produção de gordura hidrogenada**
  - produção de margarinas, gorduras e outros produtos semi sólidos



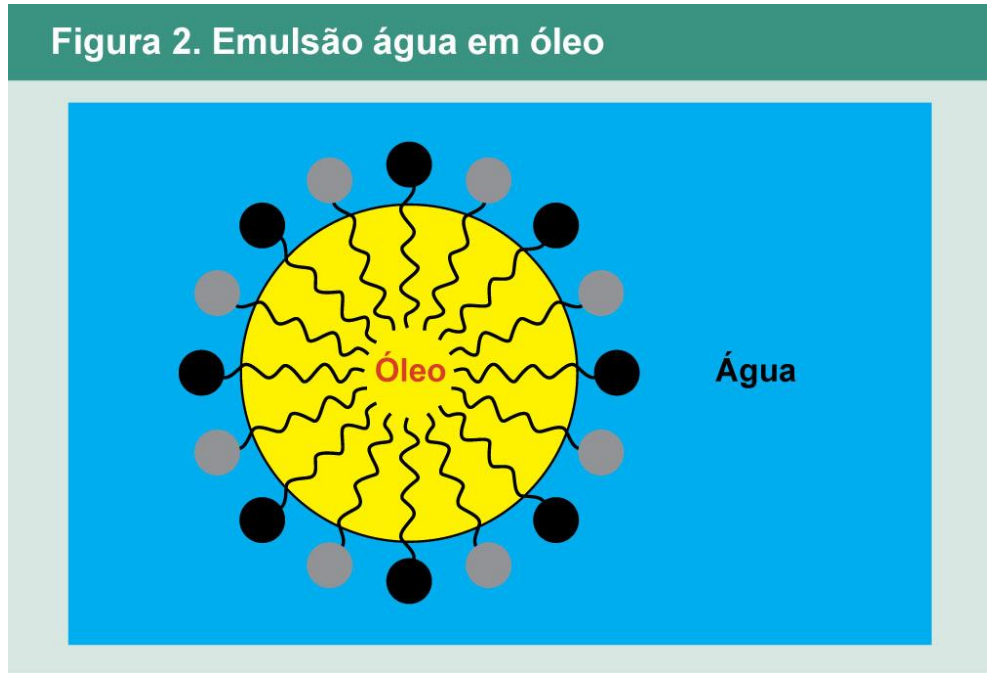
# Capacidade de formar emulsão

- **Emulsão**
  - É a dispersão de um líquido imiscível em outro com o uso de emulsificantes



# Capacidade de formar emulsão

Figura 2. Emulsão água em óleo



O emulsificante tem a função de dar estabilidade à emulsão.



Evita separação de fases.

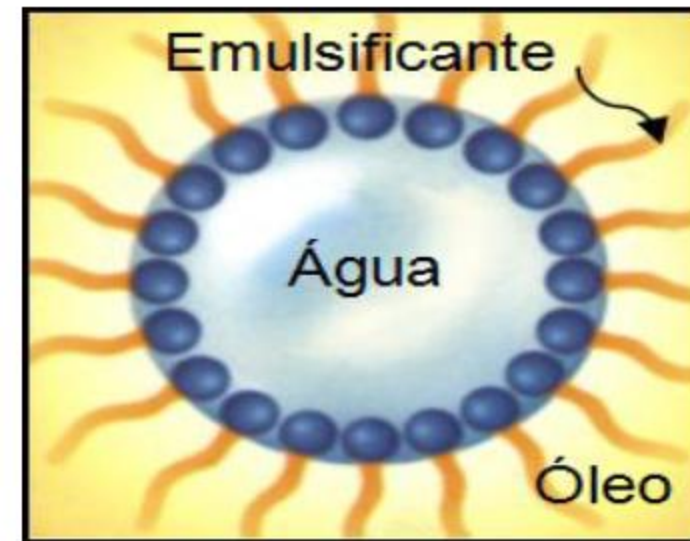


Figura 2. Ilustração da ação de um emulsificante. Fonte: DANISCO, 2010



# Capacidade de formar emulsão

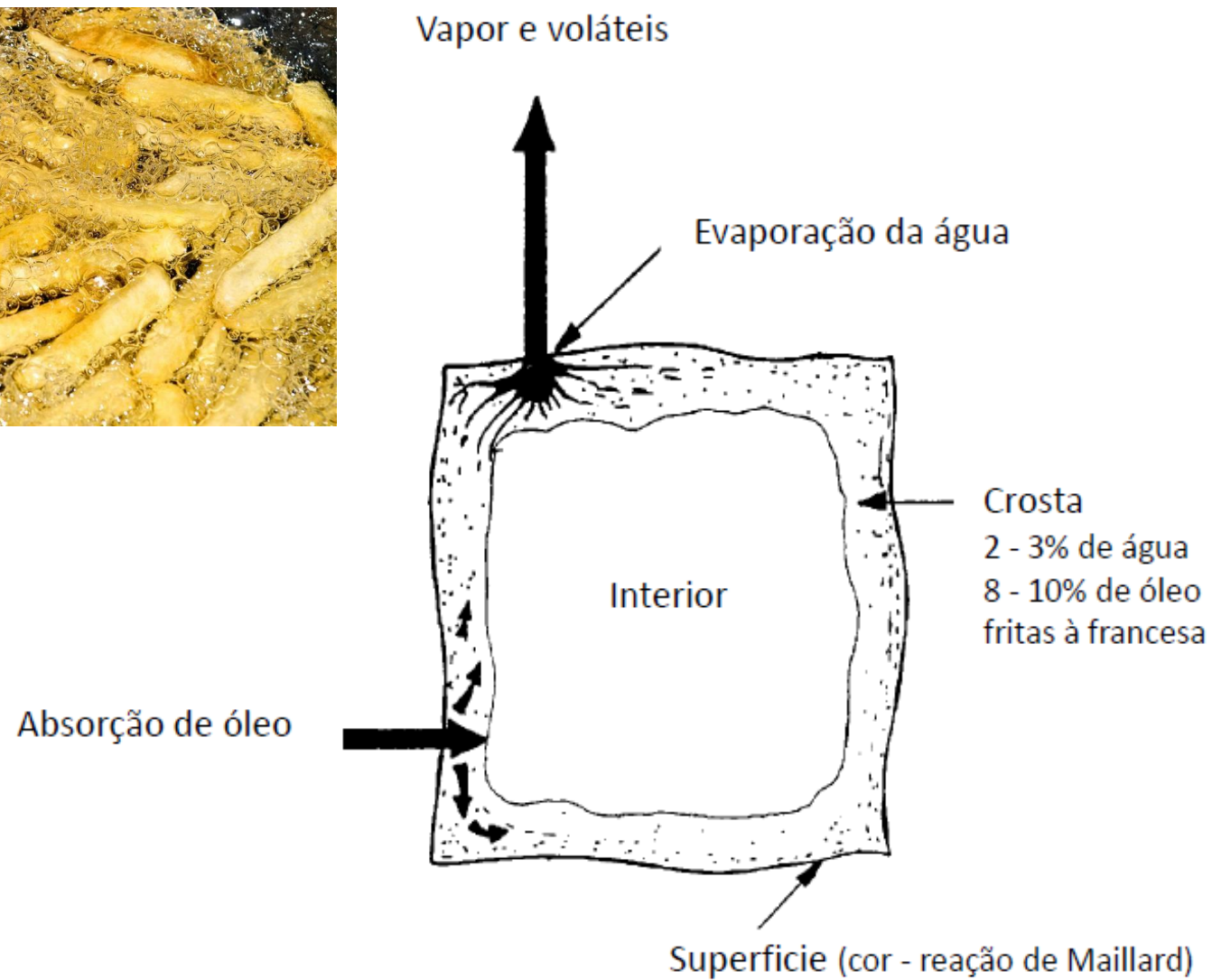
- Muitos alimentos são emulsões:



# Fritura

- Óleo → meio de transferência de calor (Temp. 165 – 200°C)
- **Objetivo:**
  - Alterar características sensoriais do produto, remoção de água, destruição de microrganismos e inativação de enzimas
  - O óleo absorvido limita a vida-útil de alguns produtos, como carnes e vegetais fritos
- **Tipos:**
  - Contato → *bacon* em fatias, ovos, hambúrgueres e outros tipos de bolinhos
  - Imersão → alimentos de todas as formas





## Função estrutural

- **Formação de cristais em chocolates durante o processo de temperagem**
- Na temperagem, o chocolate passa por diversas trocas de temperatura, para proporcionar a cristalização da manteiga de cacau, deixando a pasta na consistência ideal para ser moldada.

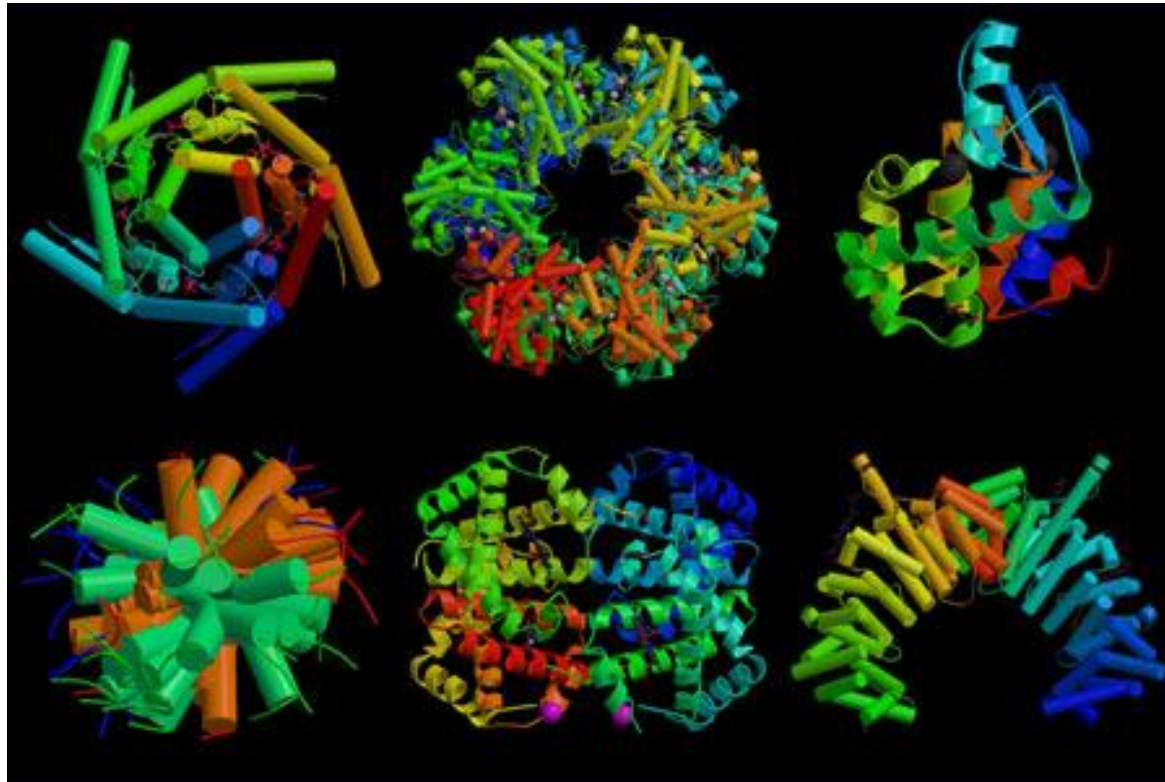


# ***Proteínas***



# Proteínas

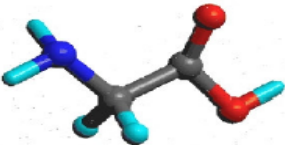
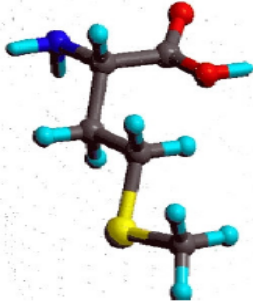
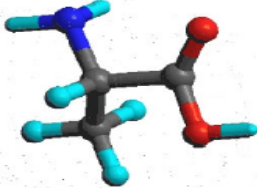
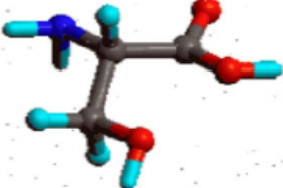
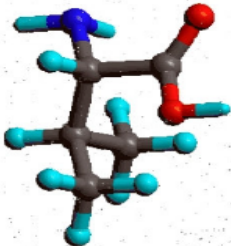
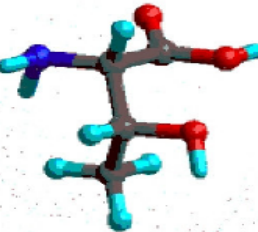
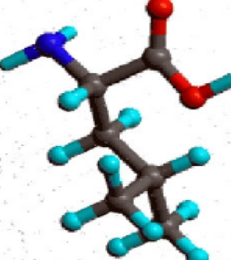
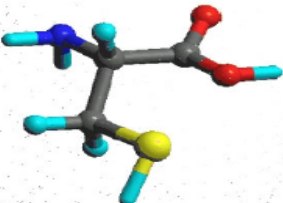
- As proteínas são compostos orgânicos de alto peso molecular, formadas pelo encadeamento de aminoácidos.



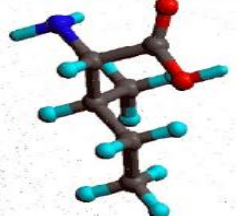
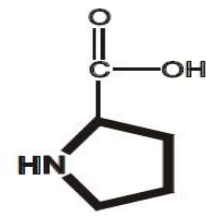
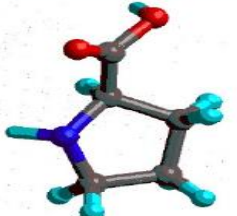
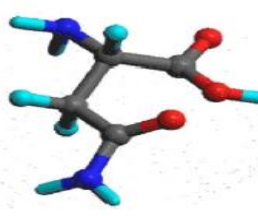
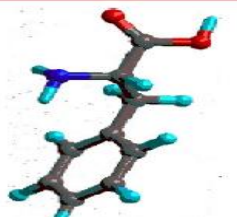
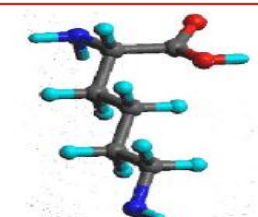
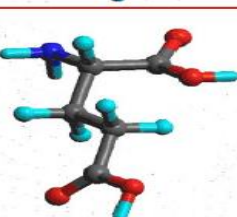
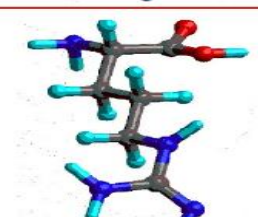
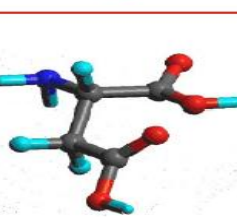
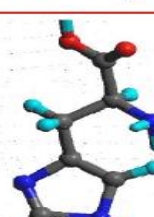
# Áminoácidos

- São as unidades básicas da proteínas
- Ligam-se por ligações peptídicas, formando os peptídeos
- Oligopeptídeo → menos de 10 moléculas de peptídeo
- Polipeptídeo → mais de 10 moléculas de peptídeo



| Nome<br>(abrev.) | Aminoácidos                                                                                                                                                                   |                                                                                      | Nome<br>(abrev.)   | Aminoácidos                                                                                                                                                                          |                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Glicina<br>(Gli) | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$                                                      |    | Metionina<br>(Met) | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ |     |
| Alanina<br>(Ala) | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                                                   |    | Serina<br>(Ser)    | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$                                        |    |
| Valina<br>(Val)  | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                     |   | Treonina<br>(Ter)  | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                              |   |
| Leucina<br>(Leu) | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ |  | Cisteína<br>(Cis)  | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$                                        |  |



|                          |                                                                                                                                                                       |                                                                                      |                     |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Isoleucina<br>(Ile)      | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$        |     | Tirosina<br>(Tir)   | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{OH} \end{array}$                                                           |     |
| Prolina<br>(Pro)         |                                                                                      |    | Asparagina<br>(Asn) | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 \end{array}$                                                                   |    |
| Fenilalanina<br>(Fen)    | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$                             |    | Glutamina<br>(Gln)  | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 \end{array}$                                               |    |
| Triptofano<br>(Trp)      | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N} \end{array}$                     |    | Lisina<br>(Lis)     | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$                          |    |
| Ácido glutâmico<br>(Glu) | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}(=\text{O})\text{OH} \end{array}$ |   | Arginina<br>(Arg)   | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{C}=\text{NH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ |   |
| Ácido aspártico<br>(Asp) | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}(=\text{O})\text{OH} \end{array}$                     |  | Histidina<br>(His)  | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_4\text{H}_3\text{N}_2 \end{array}$                                                                   |  |

# Áminoácidos

- Dentre os 20 aminoácidos, existem 10 que são conhecidos como essenciais.
- Aminoácidos essenciais → devem ser incluídos na dieta e que não são sintetizados pelo nosso organismo.

## **Aminoácidos essenciais**

Arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

## **Aminoácidos não essenciais**

Alanina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutâmico, glutamina, glicina, prolina, serina e tirosina.

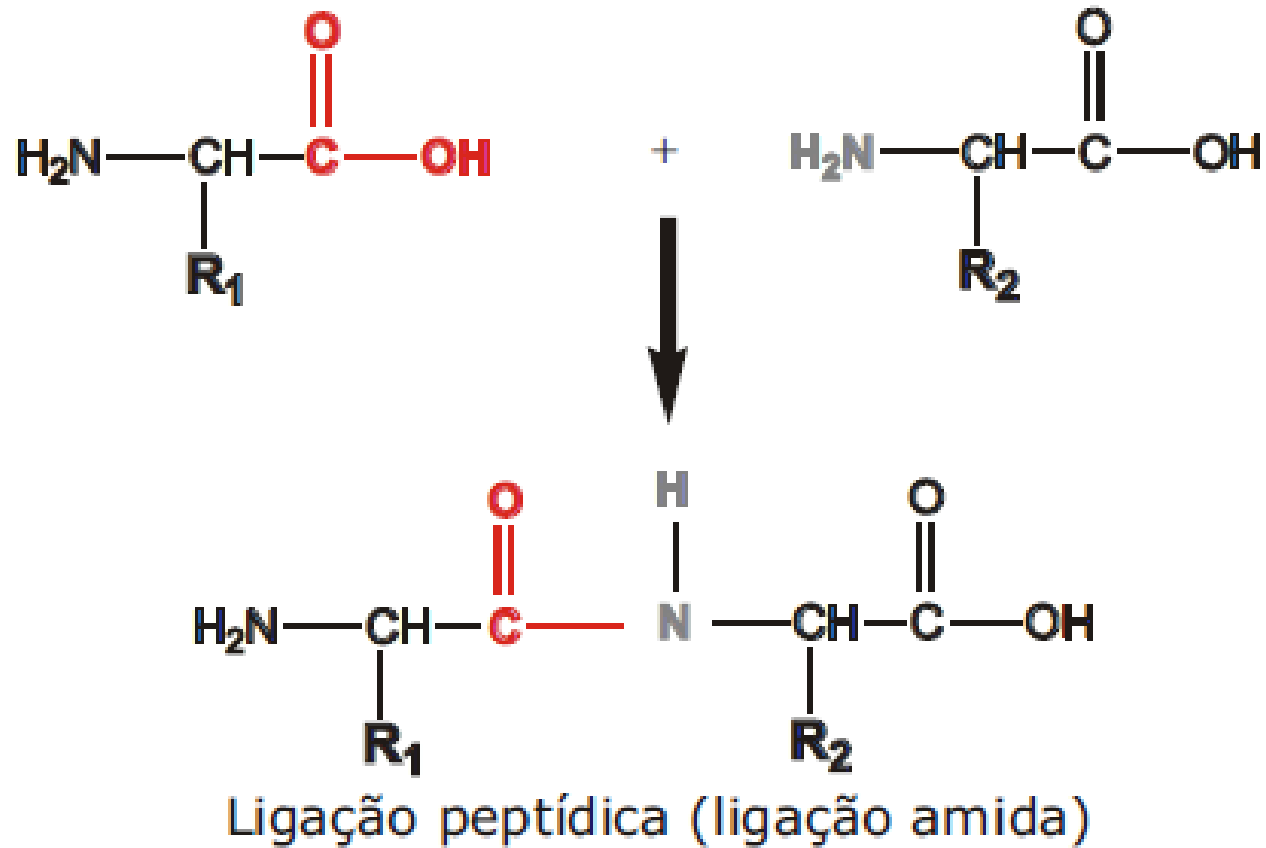
## Estrutura das proteínas

- Estrutura primária → sequência de aminoácidos



## Estrutura das proteínas

- **Ligação peptídica** → libera uma molécula de água



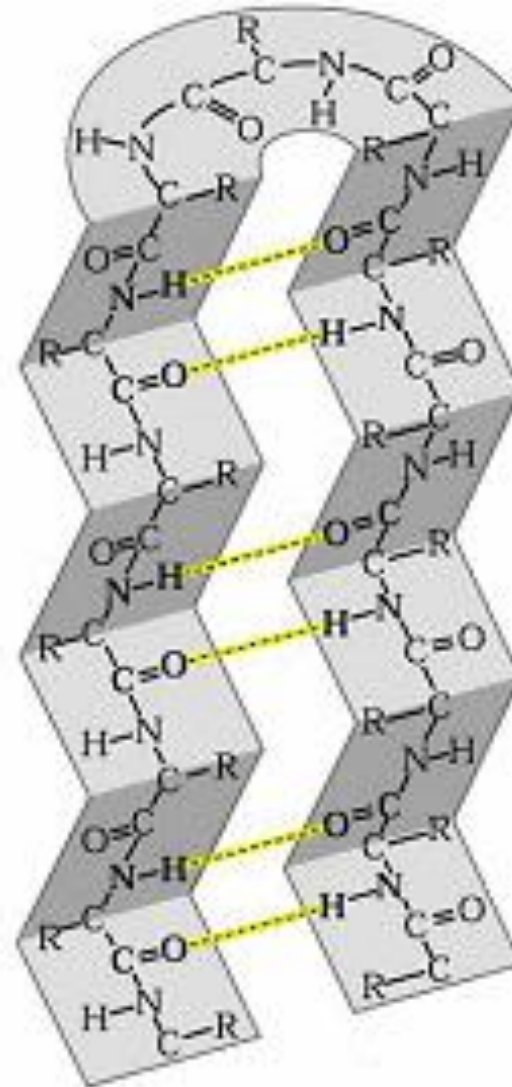
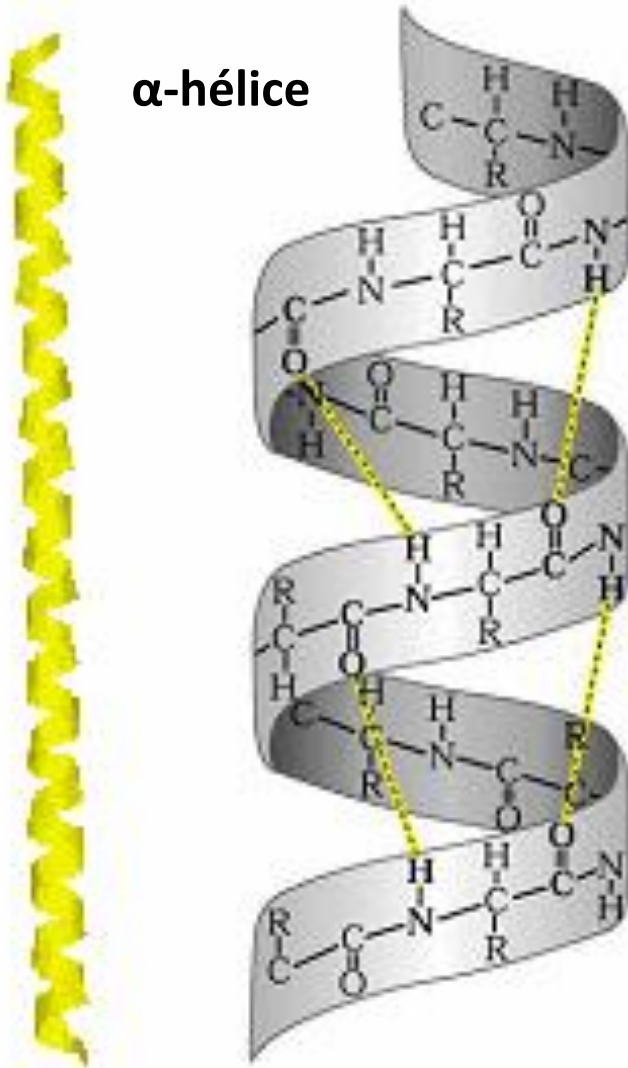
# Estrutura das proteínas

Val – His – Trp – Leu – Ter – Glu – Pro – Glu – Gli – Lys – Ser – Ala – Ser – Tir – Pro – His  
1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16

- Aminoácido 1, Val, a valina, tem o grupamento amino do aminoácido livre (não faz ligação peptídica) → aminoácido amino-terminal ou N-terminal
- O último aminoácido 16, His, histidina, tem o seu grupamento carboxílico do aminoácido livre → carboxiterminal ou C-terminal

# Estrutura das proteínas

- Estrutura secundária



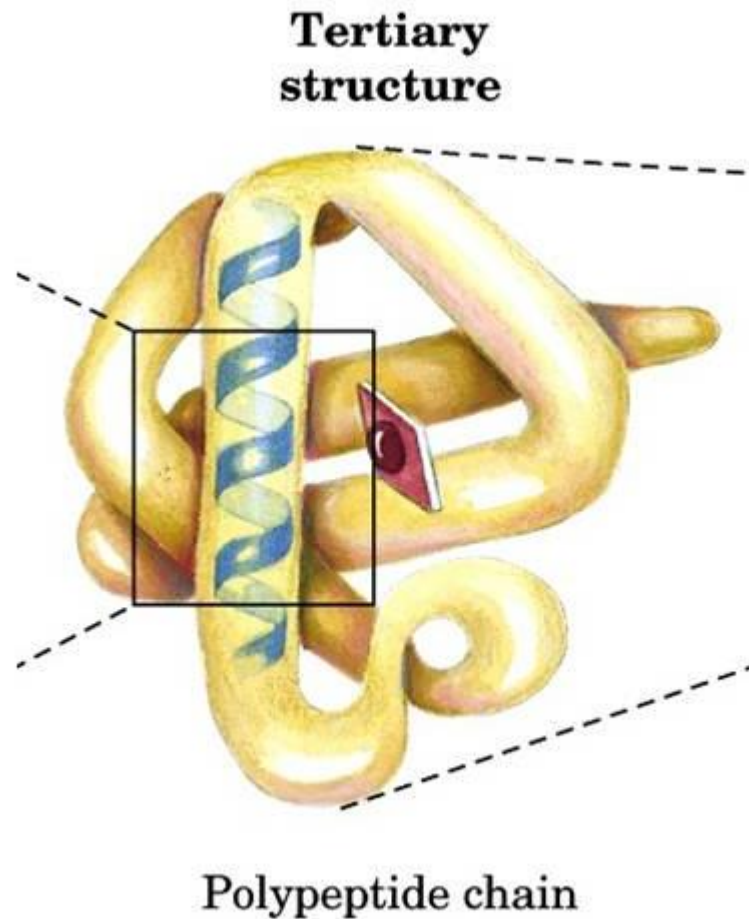
$\beta$ -pregueada





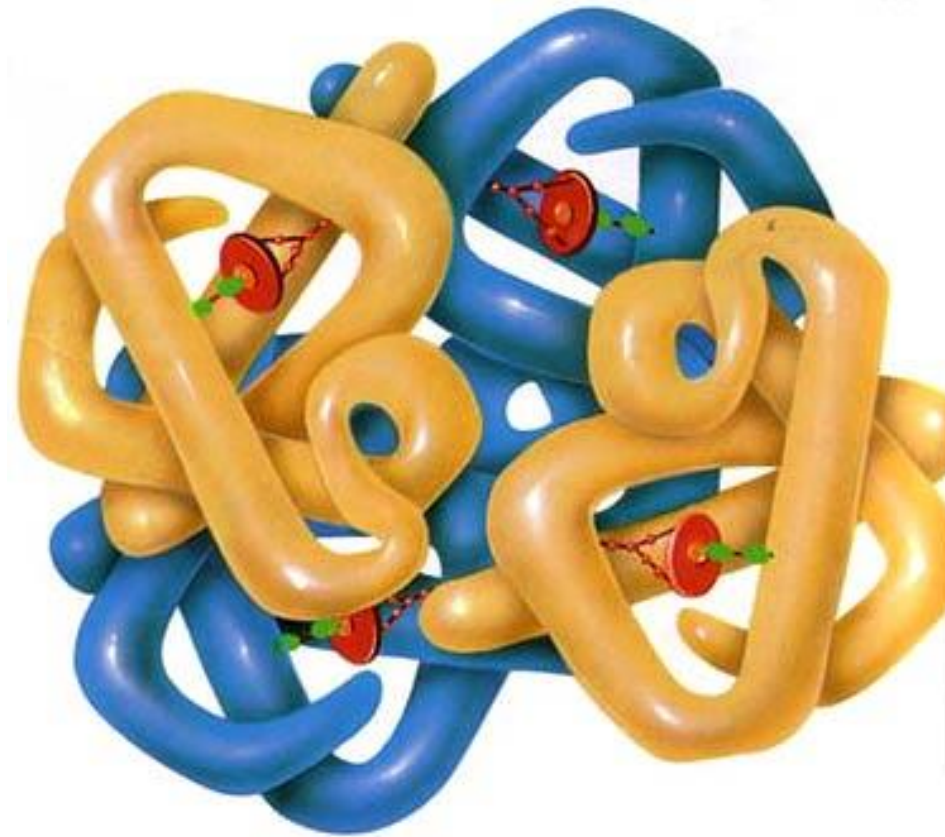
# Estrutura das proteínas

- Estrutura terciária

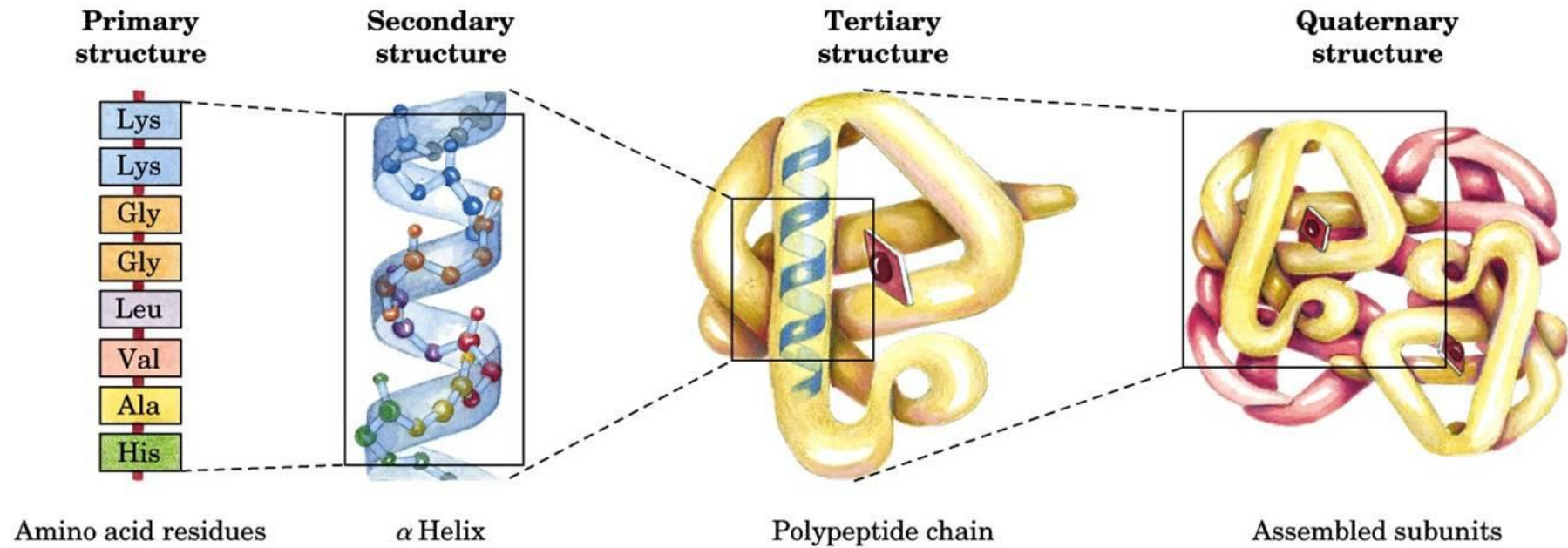


# Estrutura das proteínas

- Estrutura quaternária



# Estrutura das proteínas

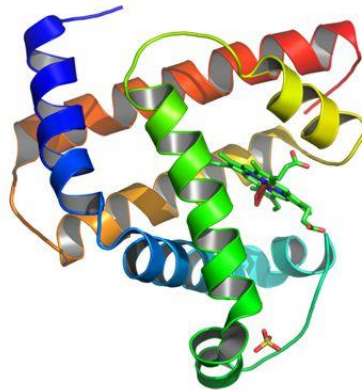


# Classificação das proteínas

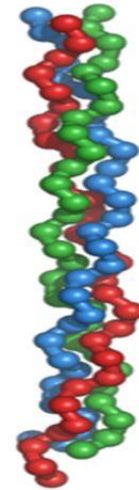
## Proteínas simples

- As proteínas simples ou homo proteínas são constituídas, exclusivamente, por aminoácidos.
- Fibrosas ou globulares

Proteínas globulares y fibrosas



Mioglobina



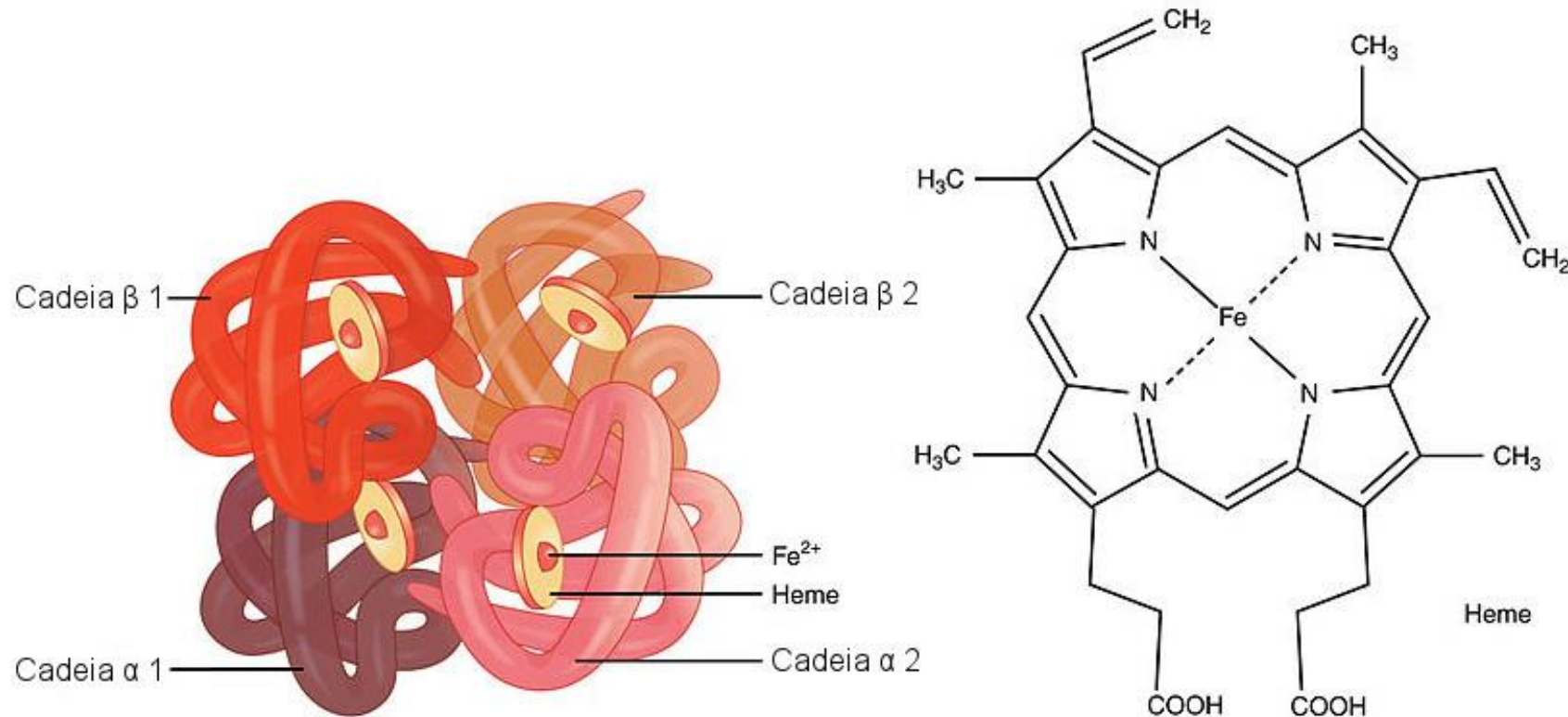
Colágeno

# Classificação das proteínas

- **Proteínas conjugadas**
- proteínas que por hidrólise liberam aminoácidos mais um radical não peptídico, denominado grupo prostético.
- Grupos prostéticos → encontram-se ligados de forma firme à cadeia polipeptídica (vitaminas, açúcares, íons metálicos etc)
- Ex. Hemoglobina

# Classificação das proteínas

## Hemoglobina





## Alimentos ricos em proteína



**TABELA 1 - TEOR DE PROTEÍNAS EXISTENTES  
EM ALGUNS ALIMENTOS**

| <b>Alimentos</b>    | <b>Proteína total %</b> |
|---------------------|-------------------------|
| Leite               | 3 a 4                   |
| Carne de vaca       | 16                      |
| Carne de porco      | 14                      |
| Carne de pato       | 20                      |
| Carne de frango     | 20                      |
| Gema de ovo (crua)  | 16                      |
| Clara de ovo (crua) | 12                      |
| Peixes              | 10 a 22                 |
| Lagosta             | 22                      |
| Carne de caranguejo | 21                      |
| Trigo               | 14                      |
| Milho               | 11                      |
| Arroz               | 7 a 10                  |
| Soja                | 30 a 45                 |
| Amendoim            | 20 a 35                 |
| Ervilhas (frescas)  | 6,0                     |
| Ervilhas (secas)    | 22                      |
| Feijão              | 23                      |

# Funcionalidade de proteínas

**Propriedade funcional** → toda propriedade não-nutricional que influi no comportamento de um alimento

- características sensoriais, propriedades físicas dos alimentos e de seus ingredientes
- ocorrem durante o processamento, armazenamento, preparo e consumo

# Funcionalidade de proteínas

- 1) **Espessante** – melhora textura e estabilidade dos alimentos
- **Ex. gelatina**



## Funcionalidade de proteínas

**2) Gelificante** – melhora textura e estabilidade dos alimentos

- **Ex. queijo (gel de proteínas do leite)**
- **Ovo cozido (gel de proteínas da clara)**





## Funcionalidade de proteínas

### 3) Emulsificante – estabilidade de líquidos imiscíveis

- Ex. lecitina do ovo e lecitina de soja na produção de maionese





## Funcionalidade de proteínas

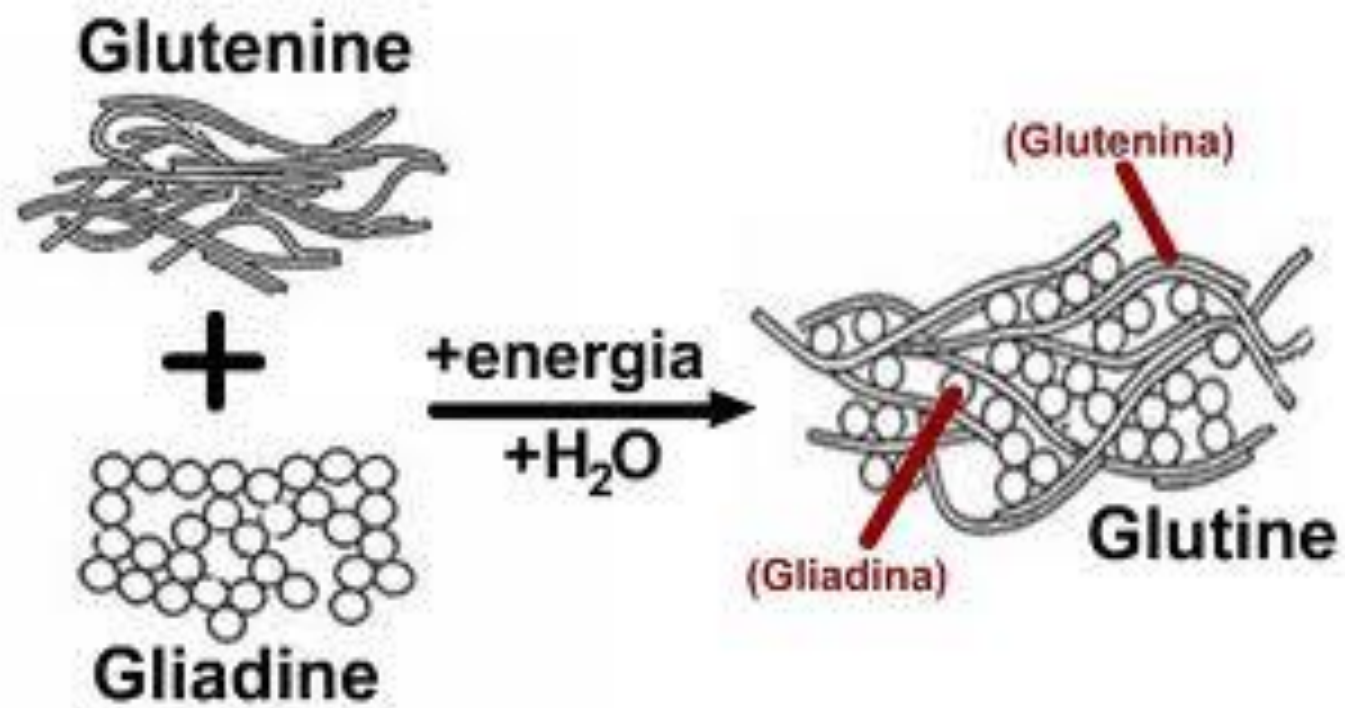
- 4) Ligação de água – melhora textura e estabilidade dos alimentos**
- **Ex. colágeno se liga à água e promove a textura de produtos de salsicharia**



# Funcionalidade de proteínas

## 5) Formação de massas

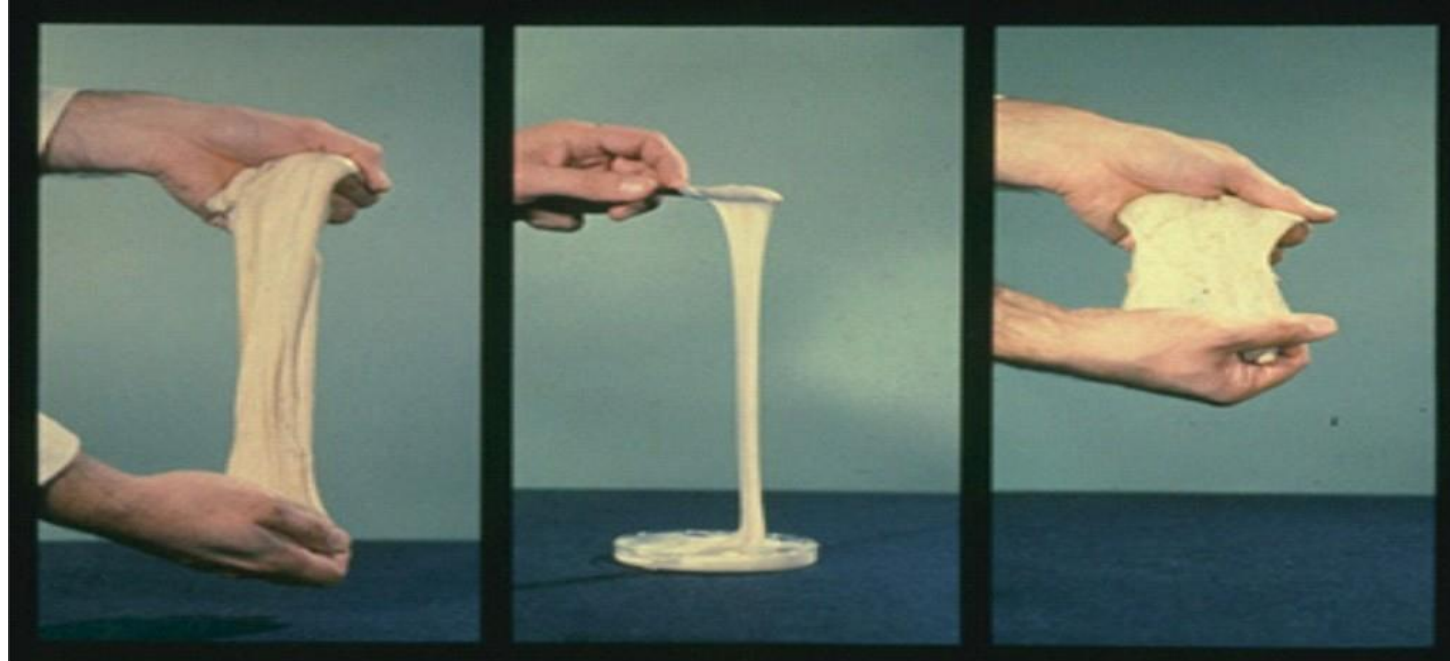
- Ex. glúten



# Funcionalidade de proteínas

## 4) Formação de massas

- Ex. glúten



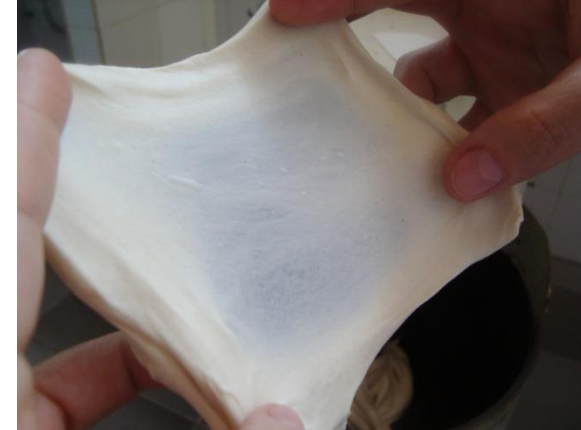
Glúten

Gliadina

Glutenina

# Glúten

- O glúten é rede elástica e muito coesa
- Funções do glúten no pão
  - Retenção do CO<sub>2</sub> liberado na fermentação
  - Crescimento do pão
  - retenção da umidade da massa
  - retenção da umidade do pão após assado



## Funcionalidade de proteínas

**6) Formação de espumas** – espumas são dispersões de bolhas de gás numa fase líquida ou semi-sólida

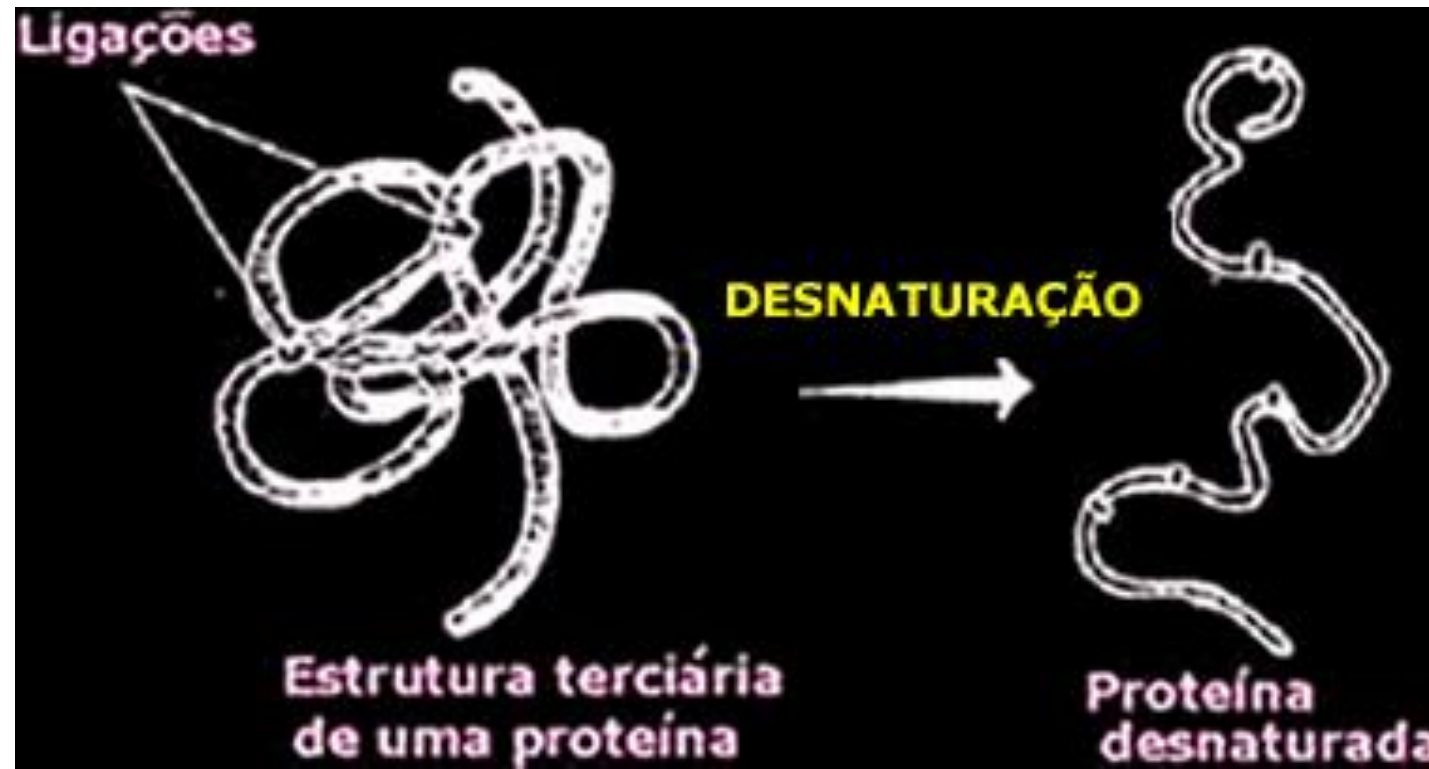




# Desnaturação

## Desnaturação

- é a alteração da conformação (estrutura tridimensional) da molécula proteica
- Envolve alterações da estruturas secundária, terciária e quaternária





# Desnaturação

## Desnaturação

- por batimento



# Desnaturação

**Desnaturação**  
**- por aquecimento**



# Desnaturação

## Desnaturação - por acidificação

