

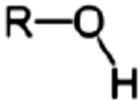
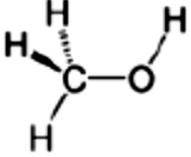
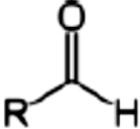
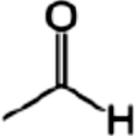
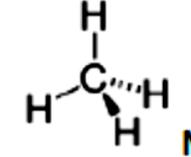
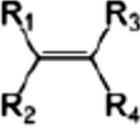
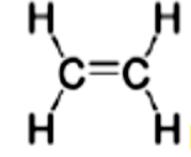
TÉCNICAS DE BIOQUÍMICA

aulas teóricas

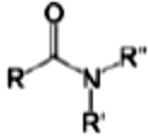
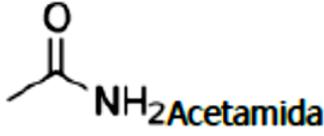
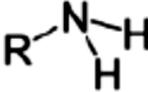
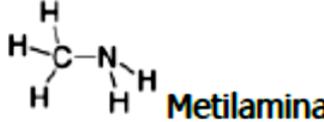
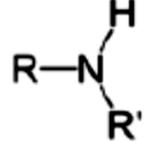
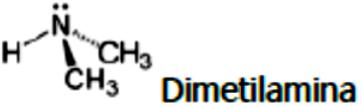
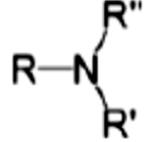
Bioquímica Alimentar



Revisão, Química Orgânica Grupos Funcionais

Família química	Grupo	Fórmula	Fórmula gráfica	Exemplo
Álcool	Hidroxilo	ROH		 Metanol
Aldeído	Aldeído	RCHO		 Acetaldeído
Alcano	Alquilo	RH _n		 Metano
Alceno	Alcenilo	R ₂ C=CR ₂		 Etileno



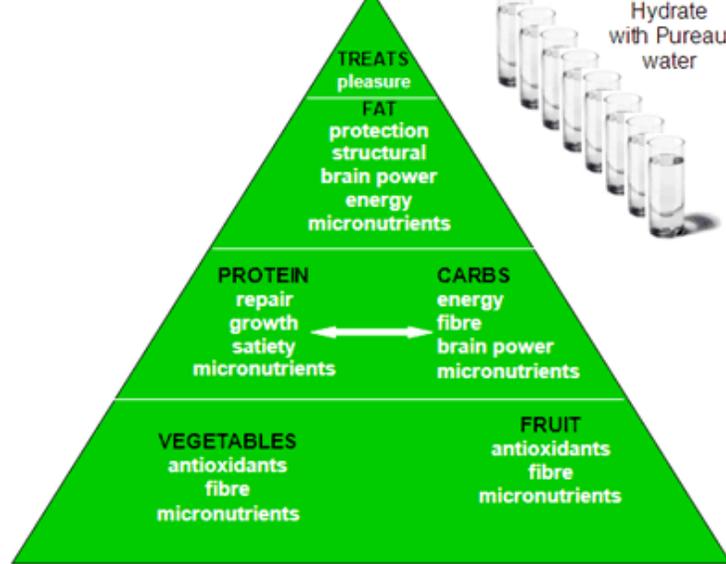
Família química	Grupo	Fórmula	Fórmula gráfica	Exemplo
Alcino	Alcinilo	$RC\equiv CR'$	$R\equiv R'$	$H-C\equiv C-H$ Acetileno
Amida	Carboxamida	$RCONR_2$		 Acetamida
	Amina primária	RNH_2		 Metilamina
Aminas	Amina secundária	R_2NH		 Dimetilamina
	Amina terciária	R_3N		 Trimetilamina



Família química	Grupo	Fórmula	Fórmula gráfica	Exemplo
Compostos azo	Azo	RN_2R'		 Alaranjado de metilo
Ácido carboxílico	Carboxilo	$RCOOH$		 Ácido acético
Éter	Éter	ROR'		 Éter dietílico
Éster	Éster	$RCOOR'$		 Butirato de etilo
Haleto de alquilo	Haleto	RX	$R-X$	 Cloroetano

Família química	Grupo	Fórmula	Fórmula gráfica	Exemplo
Cetona	Cetona	$RCOR'$		Metil etil cetona
Peróxido	Peroxi	$ROOR$		Peróxido de di-tert-butilo
Derivados do benzeno	Fenilo	RC_6H_5		Cumeno
Fosfato	Fosfato	$ROP(=O)(OH)_2$		Gliceraldeído 3-fosfato
Tiol	Sulfidriilo	RSH		Mercaptoetanol





Pirâmide alimentar – composição de nutrientes



100g	Energia (kcal)	Hidratos de Carbono (g)	Fibra (g)	Proteína (g)
Favas (frescas, cozidas)	72	7,4	5,8	6,7
Ervilhas (frescas, cozidas)	72	7,9	4,8	6,2
Feijão branco (demolhado e cozido)	103	14,6	6,7	6,6
Feijão-frade (demolhado e cozido)	123	18,1	4,7	8,8
Feijão manteiga (demolhado e cozido)	107	14	7	7,8
Grão-de-bico (demolhado e cozido)	130	16,7	5,1	8,4
Lentilhas (demolhadas e cozidas)	115	16,7	4,4	9,1
Arroz cozido	125	28	0,8	2,5
Arroz integral cozido (35g cru, equivalente a 100g cozido)	123	25,1	1,3	3
Esparguete	102	19,9	1,5	3,4
Esparguete integral (35g cru, equivalente a 100g cozido)	131	25,2	2,5	4,9
Batata	87	18,5	1,6	2,4
Peito de frango (cozido, sem pele)	148	0	0	34,5
Peito de peru (cru, sem pele)	105	0	0	23,4
Pescada (cozida, sem pele)	109	0	0	19,6

Fonte: Tabela da Composição dos Alimentos, PortFIR, Insa





Estrutura e conteúdos dos rótulos de embalagens alimentares

No rótulo de um alimento deve estar uma informação legível, em português, em local bem visível da embalagem, que contenha:

1. O **nome** do alimento ou denominação de venda, de forma a que o consumidor saiba exatamente de que alimento se trata;
2. **Quantidade** líquida, que indica o peso ou volume do alimento, excluindo a embalagem;
3. Condições especiais de **conservação**, principalmente em alimentos que se degradam facilmente;
4. **Modo de utilização**, no caso de se aplicar ao produto;
5. Nome e morada do fabricante, embalador ou vendedor, para poder contactá-los em caso de reclamação, ou por outro motivo;
6. **Prazo de validade**, que pode ser uma data limite de consumo (“consumir até...”) ou uma data de durabilidade mínima (“consumir de preferência antes de...”). No primeiro caso, a data deve ser rigorosamente respeitada, uma vez que se trata de alimentos que se degradam rapidamente. No segundo caso, não há problema se esse alimento for consumido durante um curto período após a data indicada; no entanto, o produto vai perdendo qualidades. Esteja atento;
7. **Lista de ingredientes**, onde são indicados, por ordem decrescente de peso, todos os ingredientes presentes no produto, incluindo os aditivos. Esta lista é de grande interesse para pessoas que queiram, ou tenham que, eliminar determinado ingrediente da sua alimentação.

Revisão, Biomoléculas, Microbiologia

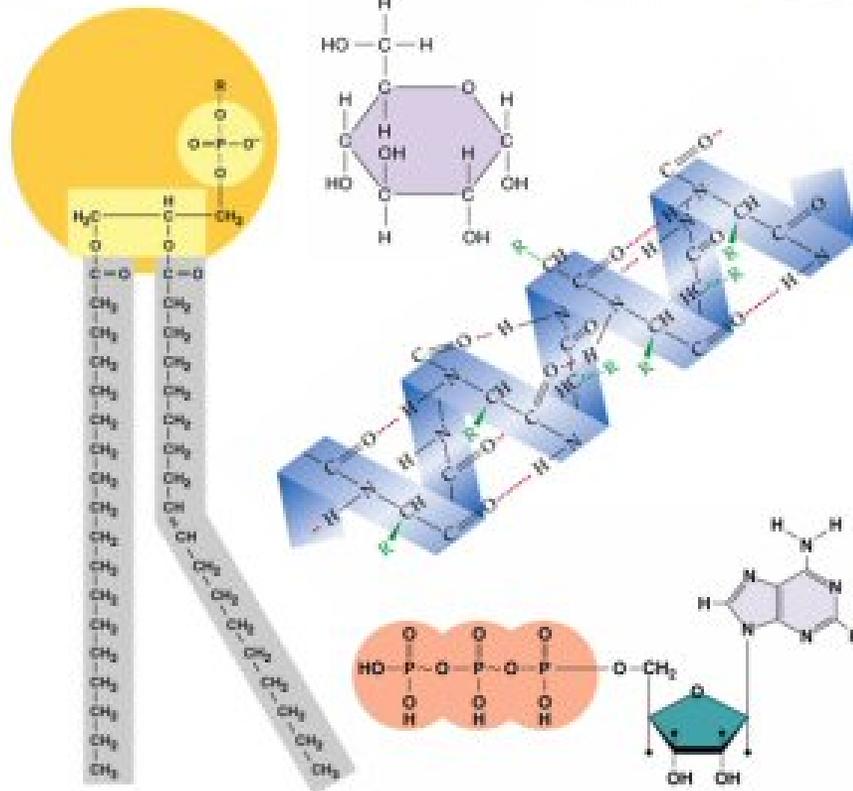
Biomolécula	Moléculas básicas / monómeros.	Ligações pertinentes	Estruturas intermédias e “finais”	Função
Proteína	Aminoácido	Peptídicas Pontes de hidrogénio	Polipeptídeos, Estrutura primária, secundária, terciária, quaternária Proteínas conjugadas (proteínas ligadas a outras substâncias): Nucleoproteínas, Glicoproteínas, Metaloproteínas, Lipoproteínas	Estrutural, enzimática, transporte, hormonal, imunológica, motora, reserva
Hidrato de carbono	Monossacarídeos (e.g. glicose)	Glicídicas α e β	Dissacarídeos (e.g. sacarose), polissacarídeos (e.g. amido, glicogénio, celulose, etc.)	Energética, reserva, estrutural, regulação, crescimento
Lípidos	Glicerol e ácidos gordos nos triglicerídeos Colesterol	Esteres	Triglicerídeos, glicerol	Energética, estrutural, protetora, vitamínica, hormonal
Ácidos nucleicos	Bases azotadas	Fosfodiester	Nucleosídeos, nucleótidos, nucleótidos, ADN, ARN	Informação e descodificação genética, estrutural

Macromoléculas

► Macromoléculas

Existem quatro grandes tipos de macromoléculas nas células: os **prótidos**, os **glícidos**, os **lípidos** e os **ácidos nucleicos**.

Todas elas são formadas por conjuntos (polímeros) de unidades estruturais, respectivamente, **aminoácidos**, **monossacarídeos**, **ácidos gordos e glicerol** e **nucleótidos**.



Hidratos de carbono = glícidos, glúcidos

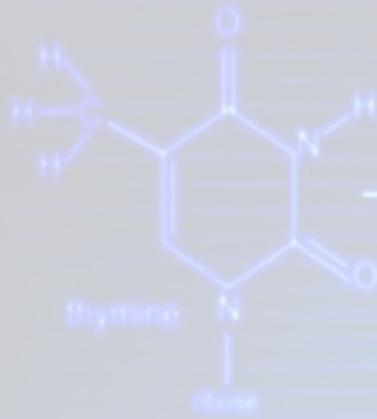
Ácidos nucleicos

► Prótidos

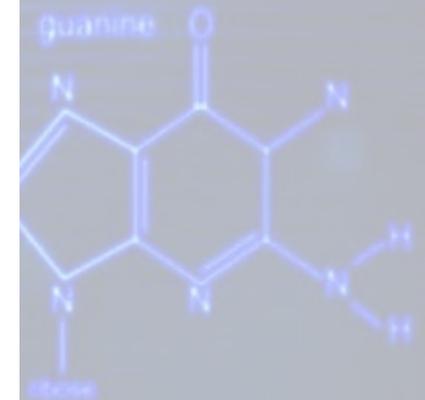
Os prótidos são compostos **quaternários**, constituídos por C, H, O e N, podendo também conter outros elementos como S, P, Mg, Fe, Cu, etc.

De acordo com a sua complexidade, os prótidos podem-se classificar em **aminoácidos**, **péptidos** e **proteínas**.

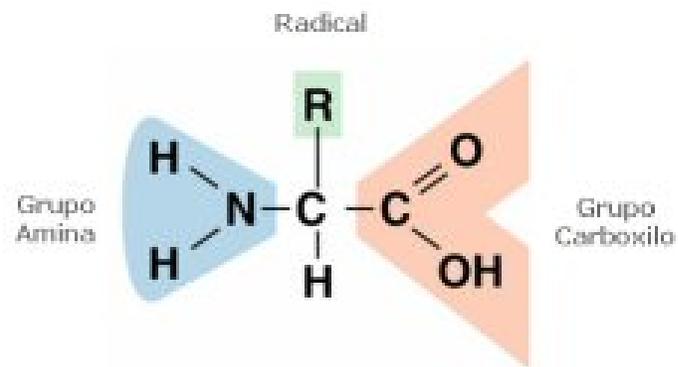
Os aminoácidos são os prótidos mais simples, constituindo as unidades estruturais dos péptidos e das proteínas, já que podem ligar-se entre si, formando **cadeias** de tamanho variável.



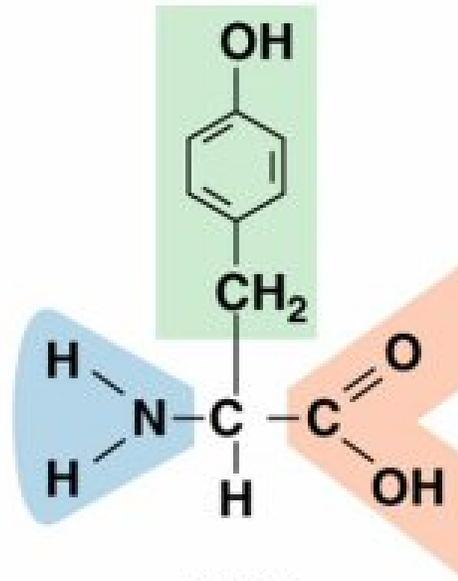
deoxyribose



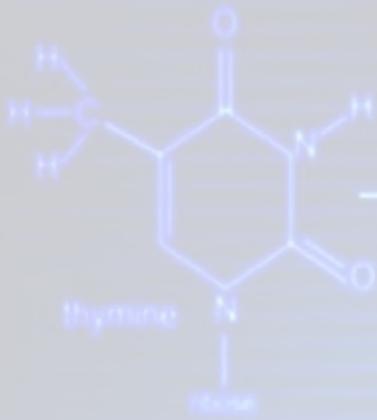
Prótidos



Fórmula geral de um aminoácido



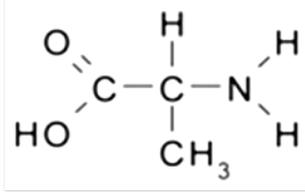
Tirosina



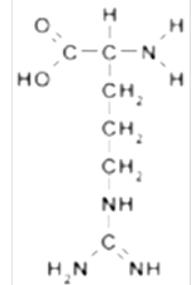
deoxyribose

guanine

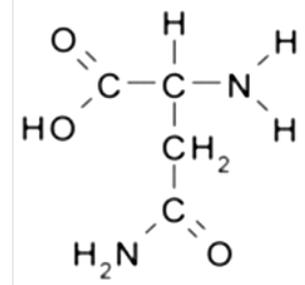




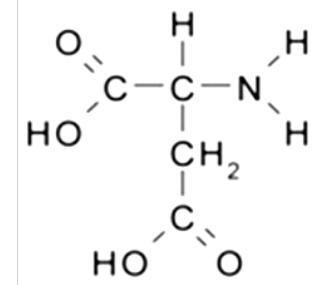
Alanina (Ala / A)



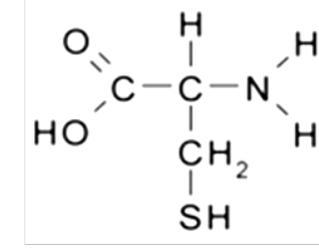
Arginina (Arg / R)



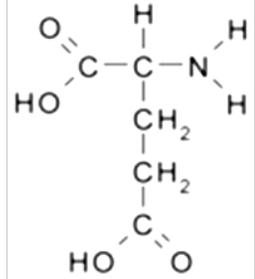
Asparagina (Asn / N)



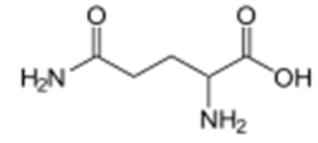
Ácido aspártico (Asp / D)



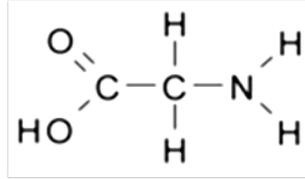
Cisteina (Cys / C)



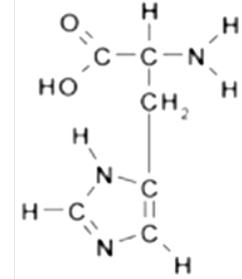
Ácido glutâmico (Glu / E)



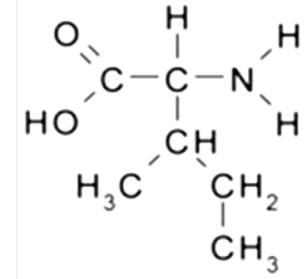
Glutamina (Gln / Q)



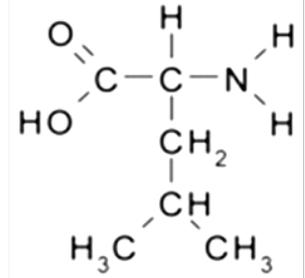
Glicina (Gly / G)



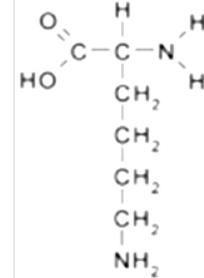
Histidina (His / H)



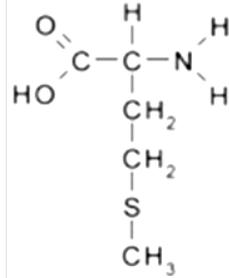
Isoleucina (Ile / I)



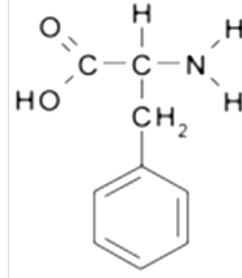
Leucina (Leu / L)



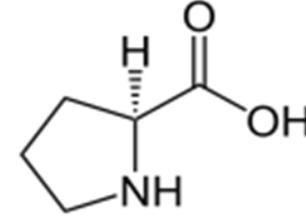
Lisina (Lys / K)



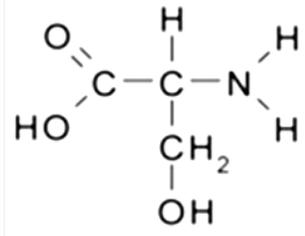
Metionina (Met / M)



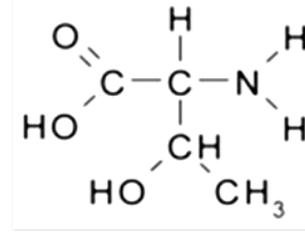
Fenilalanina (Phe / F)



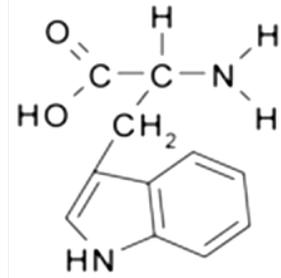
Prolina (Pro / P)



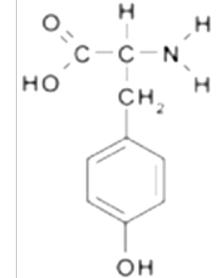
Serina (Ser / S)



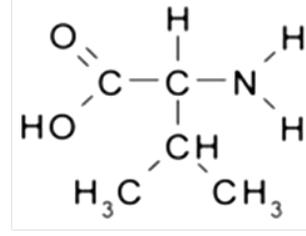
Treonina (Thr / T)



Triptofano (Trp / W)



Tirosina (Tyr / Y)



Valina (Val / V)



Aminoácidos essenciais

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

Aminoácidos não essenciais

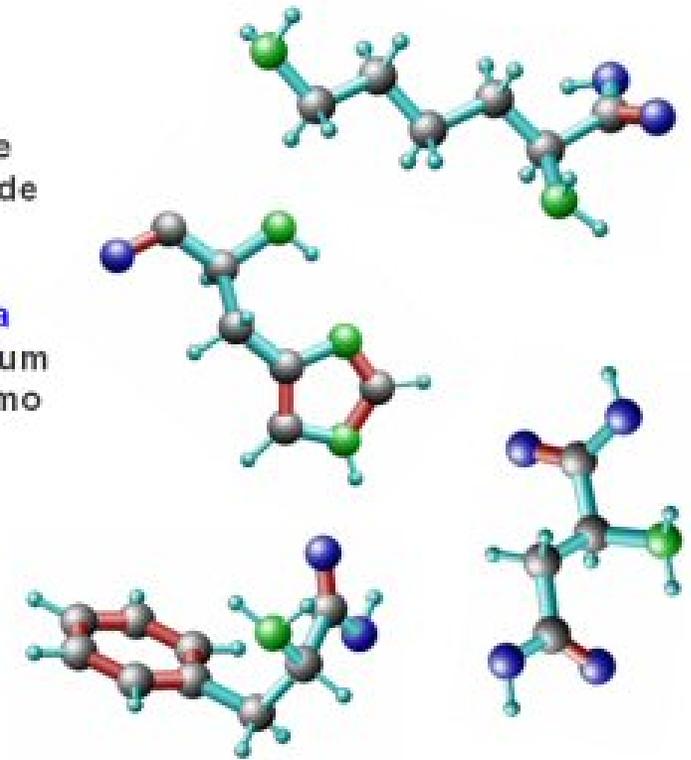
Alanina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutâmico, glutamina, glicina, prolina, serina e tirosina.

Prótidos

▶ Aminoácidos

Existem cerca de 20 aminoácidos que entram na constituição dos prótidos de todas as espécies de seres vivos.

Todos eles possuem um **grupo amina** (NH₂), um **grupo carboxilo** (COOH) e um átomo de hidrogénio ligados ao mesmo átomo de carbono. Existe ainda uma porção da molécula (R), que varia de aminoácido para aminoácido.

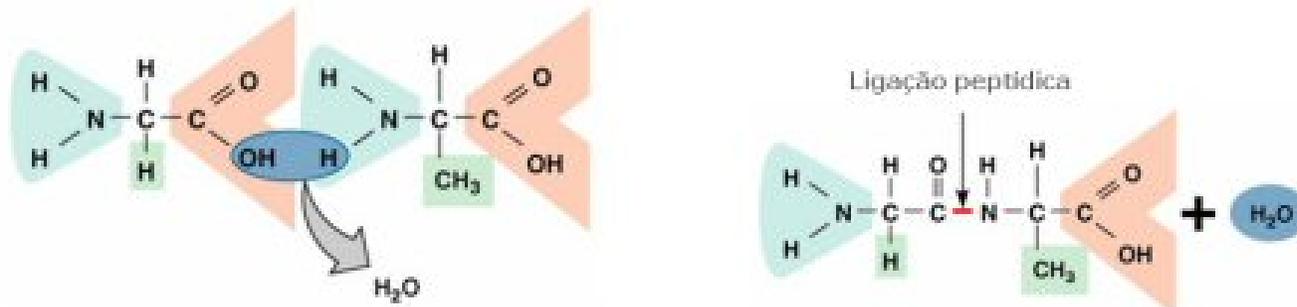


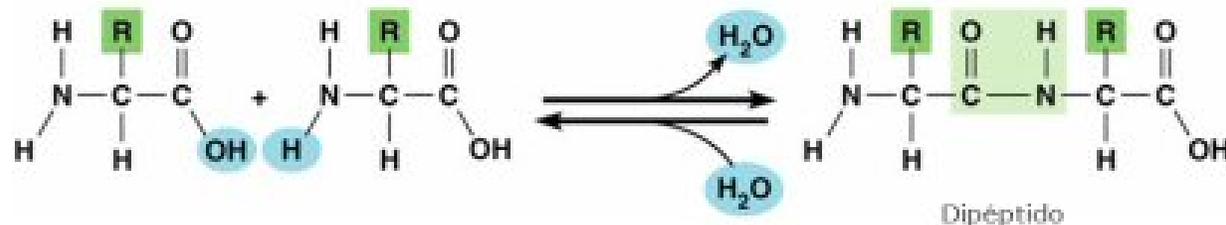
José Salsa - 2007



► Péptidos

Os **péptidos** são o resultado da união entre dois ou mais aminoácidos, que se efectua através de uma ligação química **covalente**, denominada **ligação peptídica**. A ligação peptídica estabelece-se entre o grupo carboxilo de um aminoácido e o grupo amina de outro.



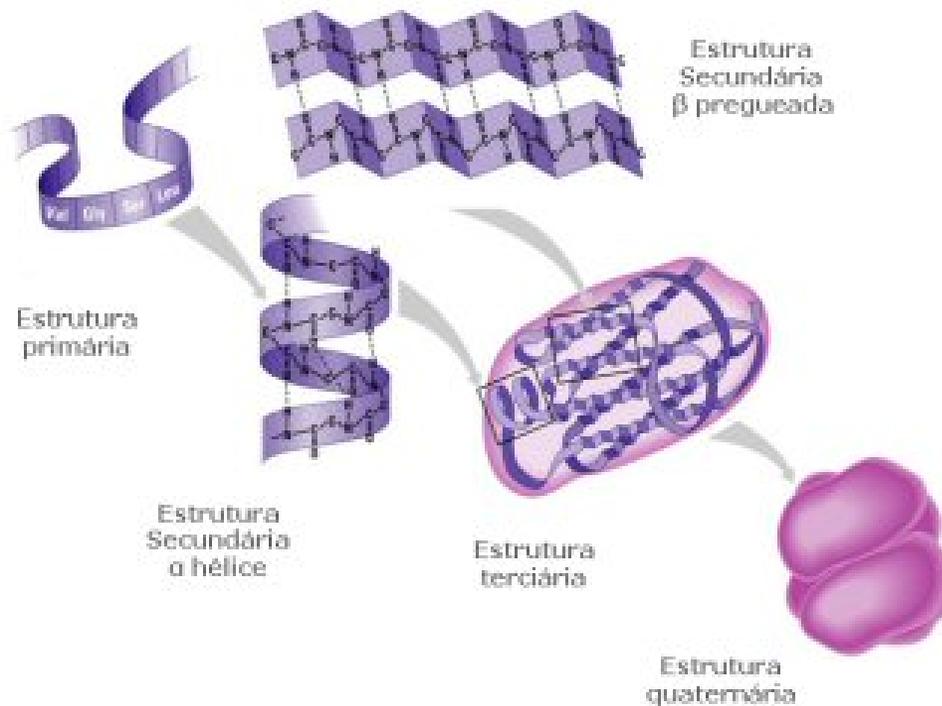


► Péptidos

Os péptidos formados por dois aminoácidos denominam-se **dipéptidos**, os que são formados por três, **tripéptidos**, e assim sucessivamente.

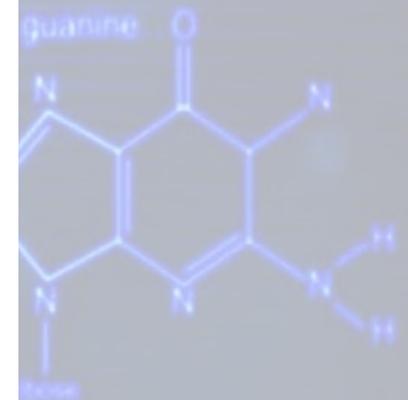
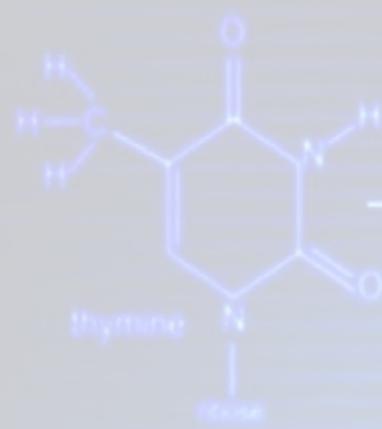
As cadeias peptídicas podem conter mais de cem aminoácidos.

As que contêm entre dois e vinte aminoácidos designam-se **oligopéptidos**, e as que ultrapassam esse número chamam-se **polipéptidos**.



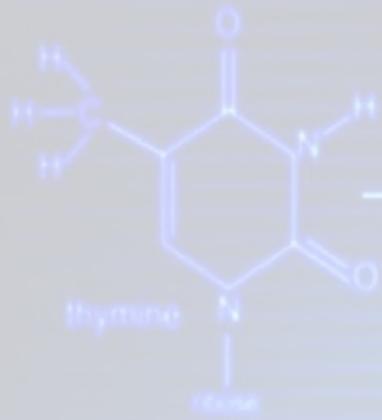
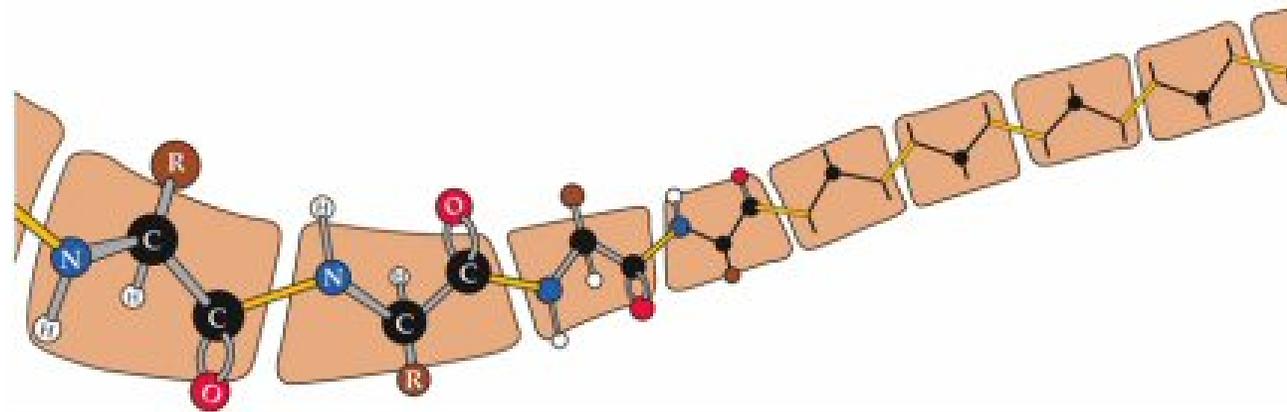
► Proteínas

As proteínas são macromoléculas constituídas por uma ou mais **cadeias polipeptídicas** e apresentam uma estrutura tridimensional definida. São moléculas com vários níveis de organização.

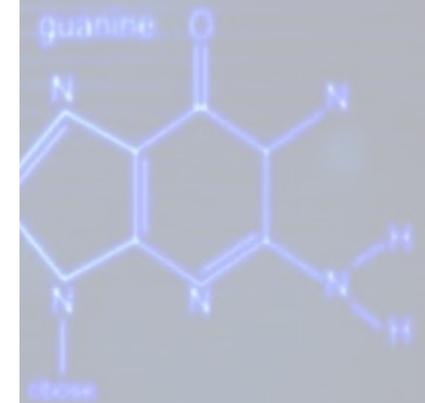


► Estrutura primária

A estrutura **primária** das proteínas designa uma sequência de aminoácidos unidos por ligações peptídicas.

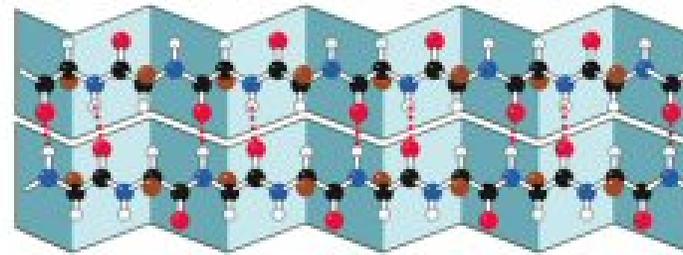


deoxyribose

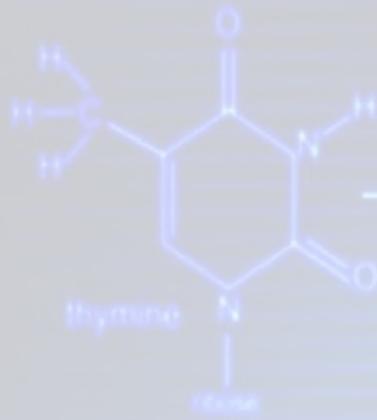
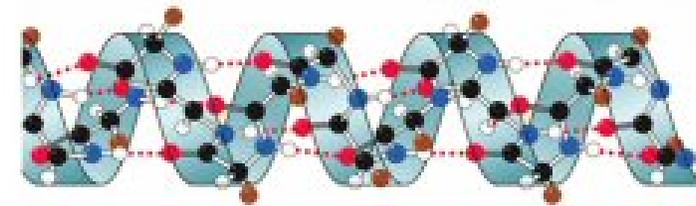


► Estrutura secundária

Várias cadeias podem dispor-se paralelamente e ligar-se entre si por pontes de hidrogénio. Formam-se estruturas em **folha pregueada**.



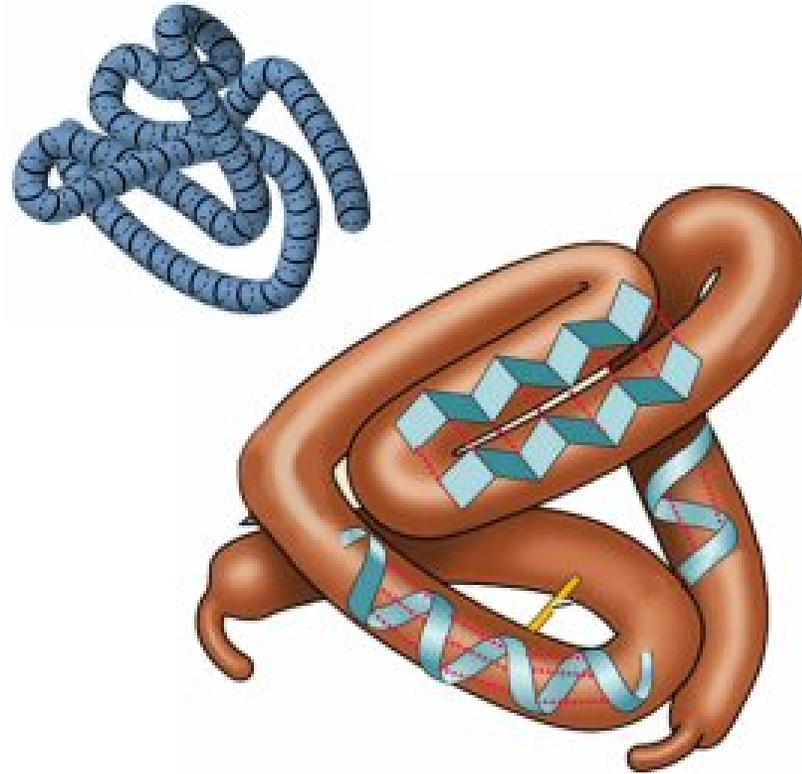
As cadeias peptídicas podem enrolar-se em **hélice**, devido a pontes de hidrogénio entre grupos amina e carboxilo de aminoácidos diferentes. A conformação em hélice é a estrutura **secundária** mais comum.



deoxyribose

guanine

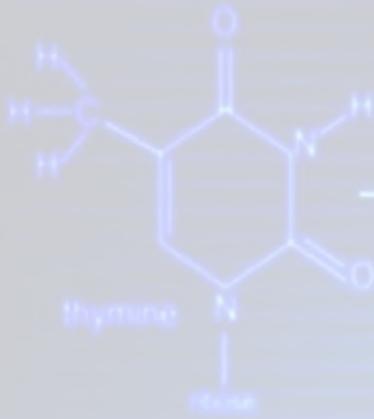
Prótidos



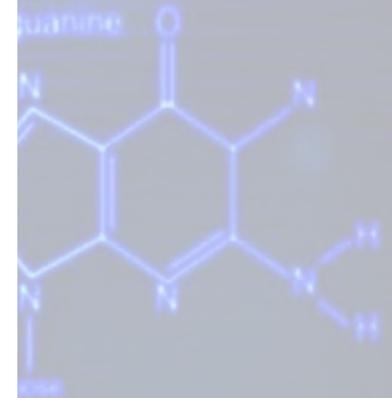
► Estrutura terciária

A estrutura secundária pode, ainda, dobrar-se sobre si própria, ficando com uma forma **globular**.

A este tipo de conformação dá-se o nome de estrutura **terciária**.

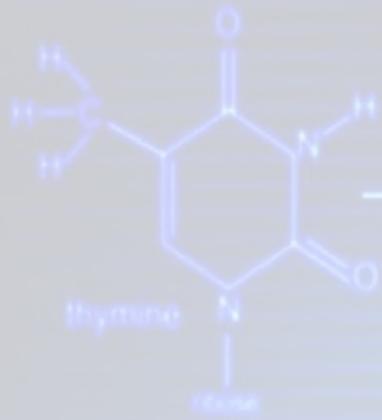
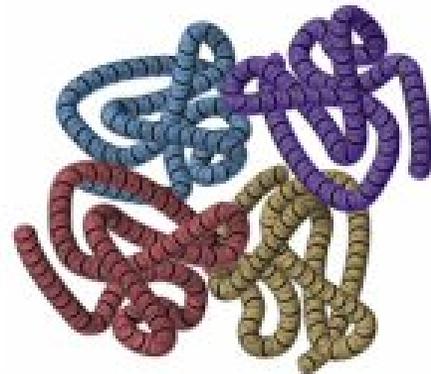


deoxyribose

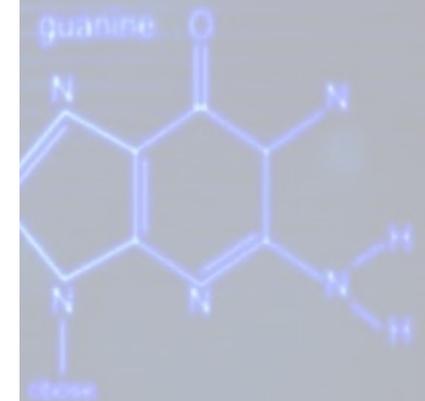


► Estrutura quaternária

Várias cadeias globulares podem estabelecer ligações entre si, constituindo uma estrutura **quaternária**.



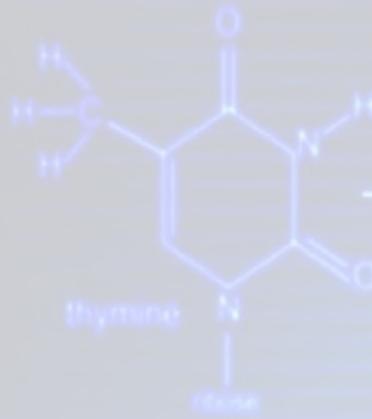
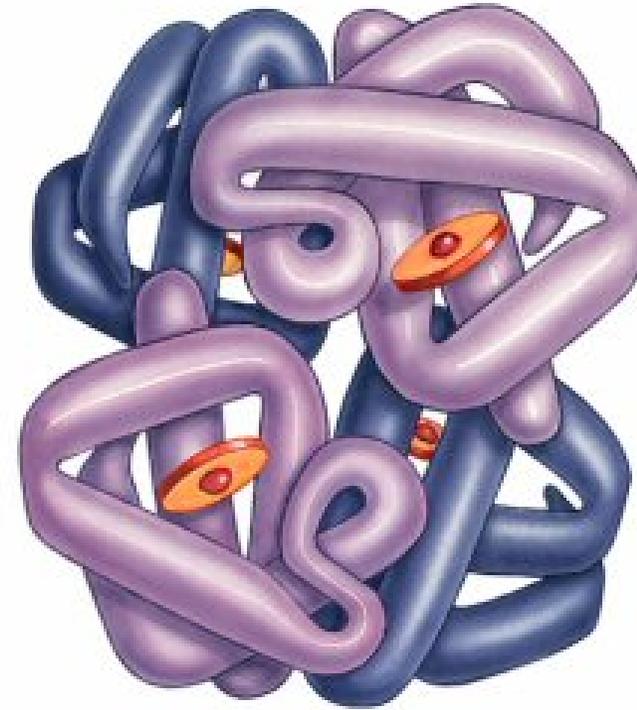
deoxyribose



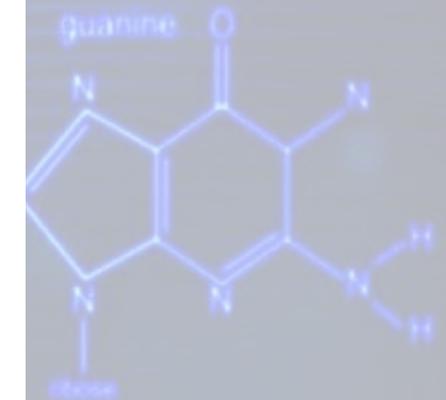
► Tipos de proteínas

As proteínas podem ser formadas apenas por aminoácidos (proteínas simples ou **holoproteínas**) ou conter uma porção não proteica – o grupo prostético (proteínas conjugadas ou **heteroproteínas**)

De acordo com a natureza do **grupo prostético**, são designadas glicoproteínas, lipoproteínas, fosfoproteínas, etc.



deoxyribose



► Funções das proteínas

A importância biológica das proteínas é enorme dada a intervenção crucial em **todos** os processos biológicos.



Função estrutural

Função enzimática

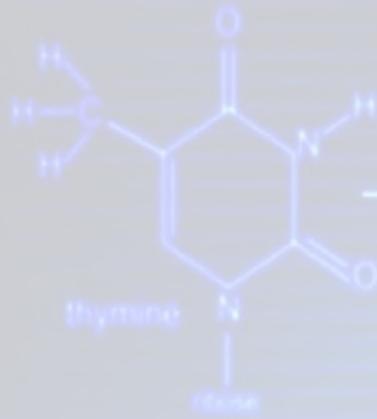
Função de transporte

Função hormonal

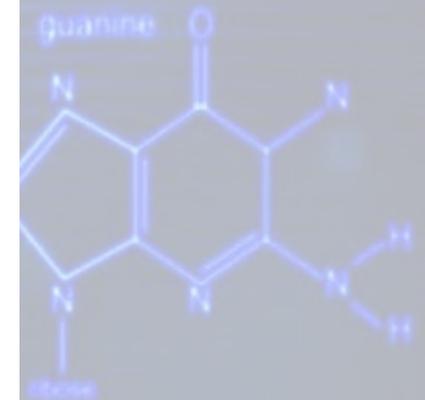
Função imunológica

Função motora

Função de reserva

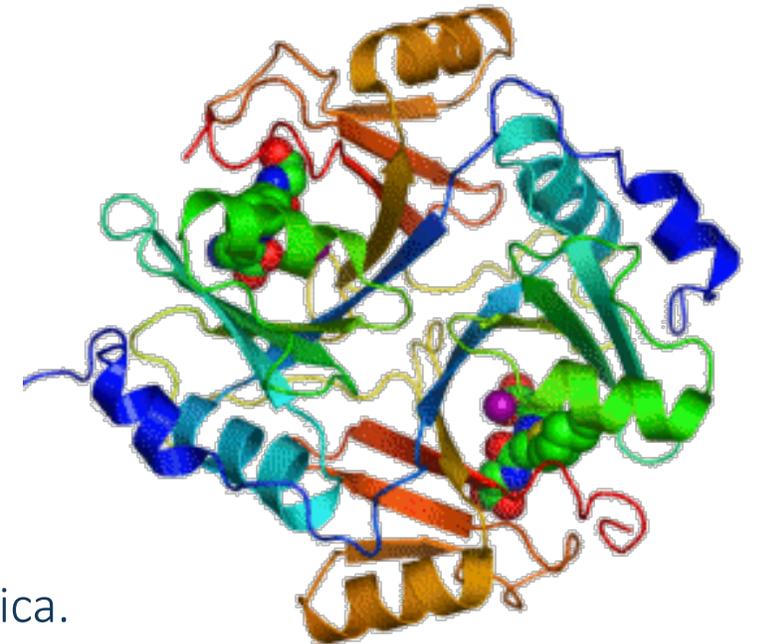


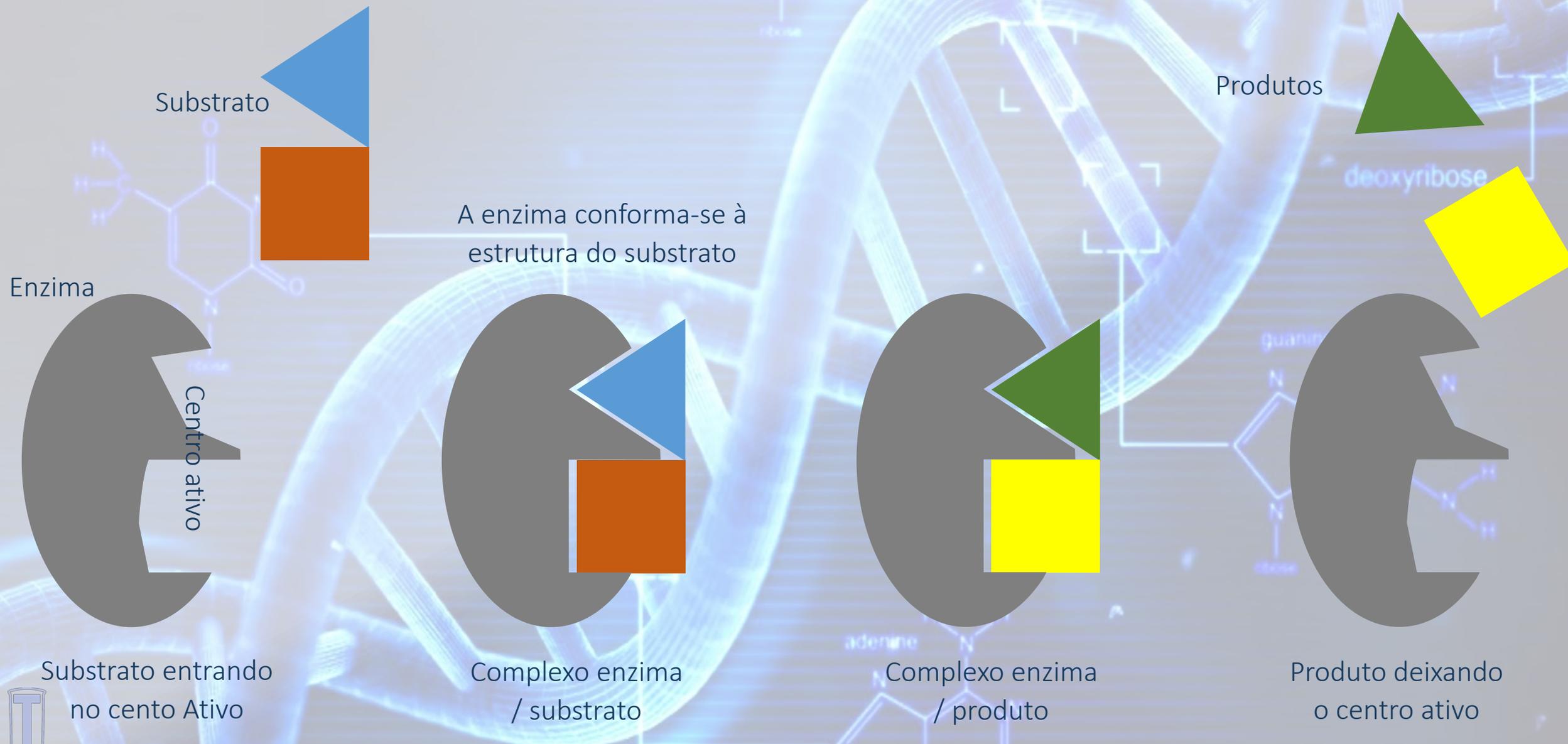
deoxyribose



Enzimas

- Com exceção de um pequeno grupo de moléculas de RNA com propriedades catalíticas, todas as enzimas são Proteínas São ESPECIFICAS na sua ação;
- Definição: Catalisadores biológicos (não sendo consumidas na reação);
- Função: viabilizar a atividade das células, quebrando moléculas ou juntando-as para formar novos compostos;
- Diminuem a energia de ativação;
- São altamente eficientes, acelerando a velocidade das reações (10^8 a 10^{11} mais rápida)
- Atuam normalmente em conjunto com outras;
- Apresentam um SITIO ATIVO, com elevada especificidade;
- Podem se ligar a um CO-FATOR ou COENZIMA;
- Podem promover uma reação reversível;
- Possuem velocidade de ação variável com as condições do meio.
- São TERMOSENSIVEIS;
- Atuam em pH específico;
- É fundamental igualmente considerar a polaridade do solvente e força iónica.







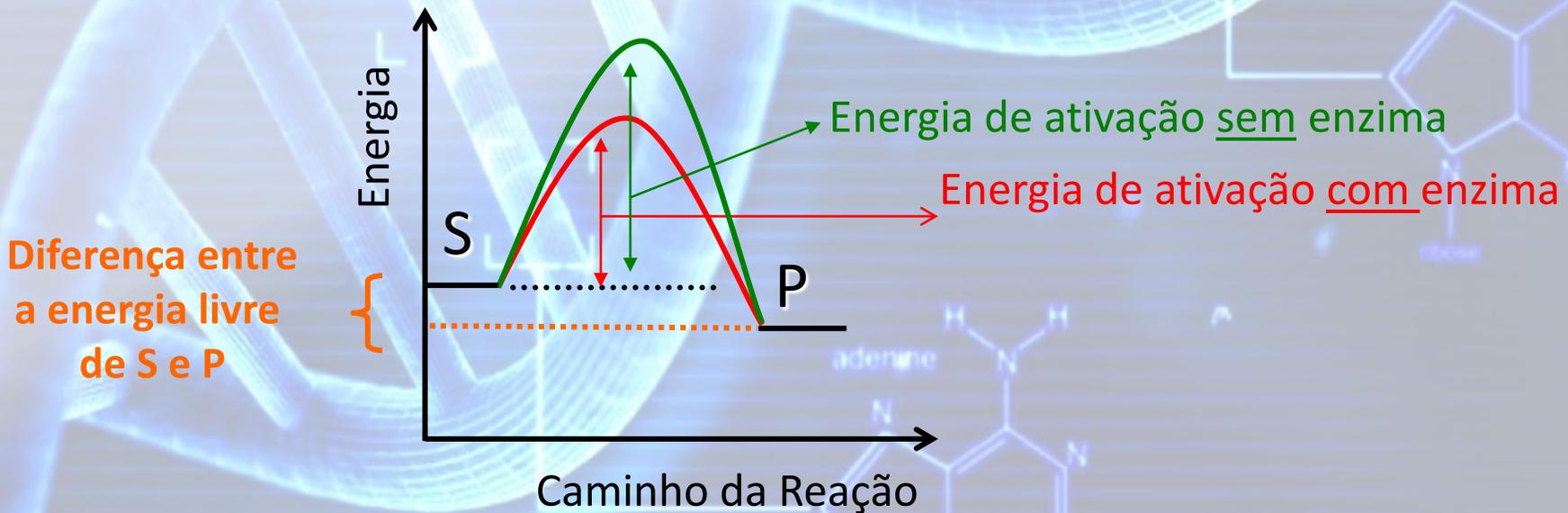
1 molécula de Catalase

5 000 000 de moléculas de H₂O₂
pH = 6,8 em 1 min

Condições da Reação	Energia livre de Ativação KJ/mol	Kcal/mol	Velocidade Relativa
Sem catalisador	75,2	18,0	1
Platina	48,9	11,7	2,77 x 10 ⁴
Enzima Catalase	23,0	5,5	6,51 x 10 ⁸

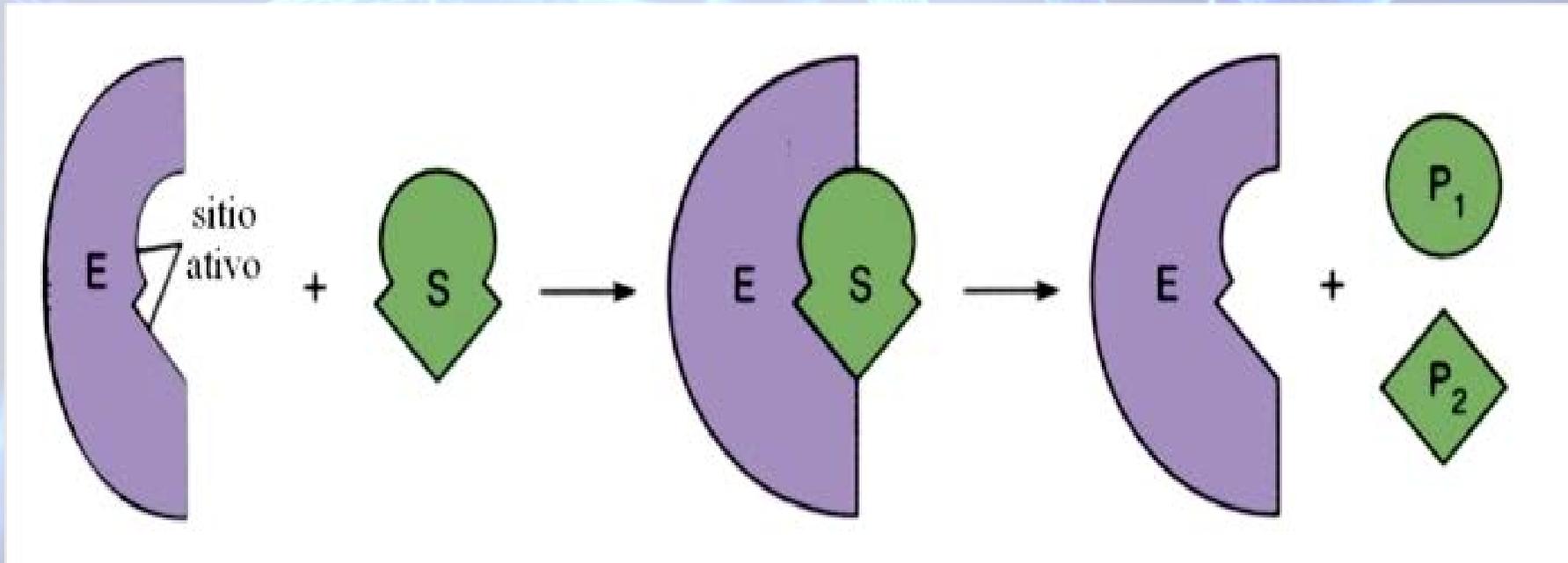


- Atuam em pequenas concentrações
- Não alteram o estado de equilíbrio
 - Baixam a energia de ativação;
 - K_{eq} não é afetado pela enzima.
- Não apresenta efeito termodinâmico global
 ΔG não é afetada pela enzima.



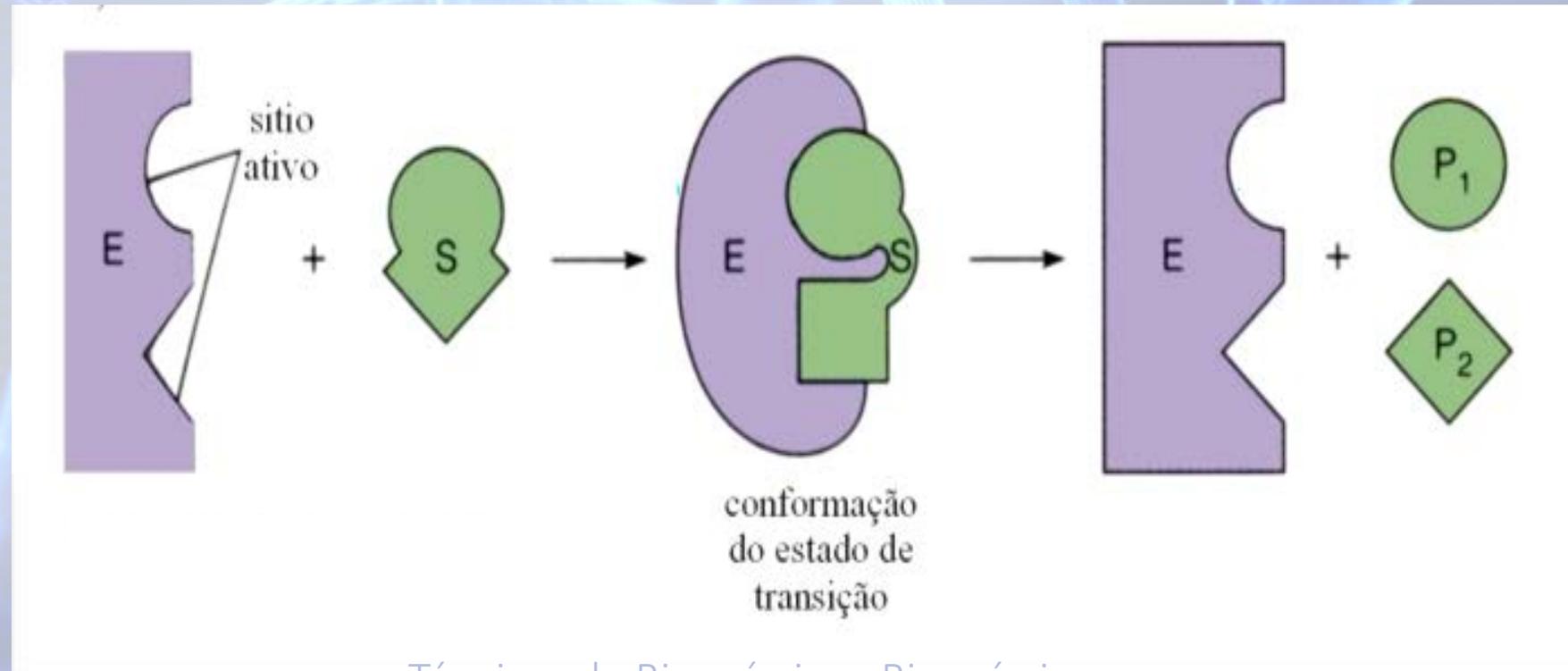
Modelo Chave / fechadura

Emil Fischer (1894): alto grau de especificidade das enzimas originou
→ **Chave-Fechadura** ⇌, que considera que a enzima possui um sítio ativo complementar ao substrato.



Modelo de ajuste induzido

Koshland (1958): **Encaixe Induzido**, enzima e o o substrato sofrem conformação para o encaixe. O substrato é distorcido para conformação exata do estado de transição.



Adição do sufixo “ASE” ao nome do substrato:

Ex:

- gorduras (lipo - grego) – LIPASE
- amido (amylon - grego) – AMILASE

Nomes arbitrários:

- Tripsina e pepsina – proteases

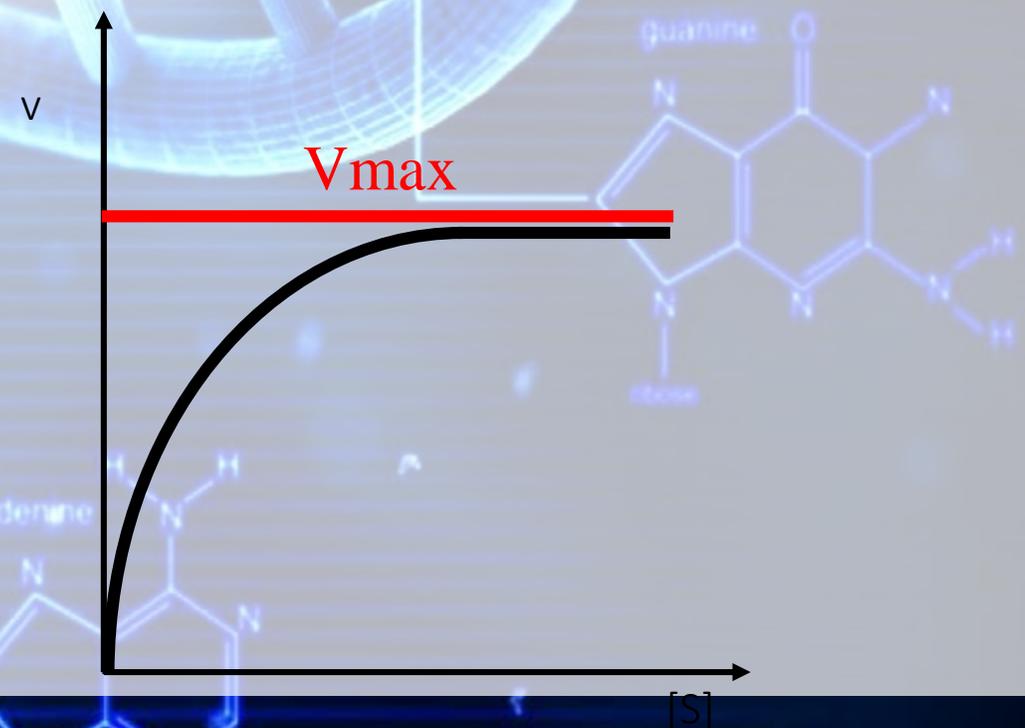
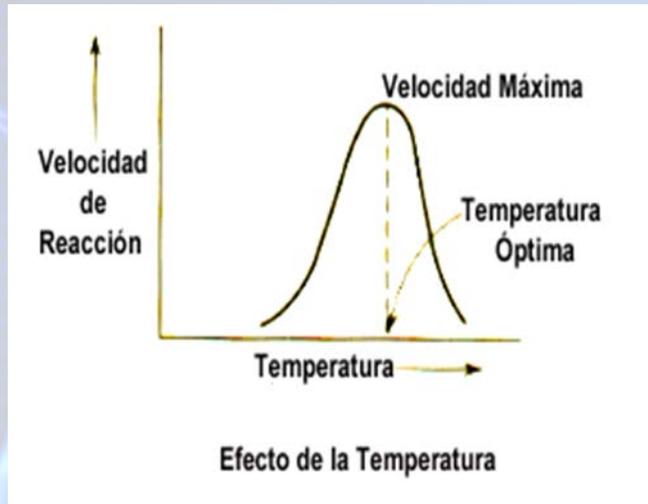
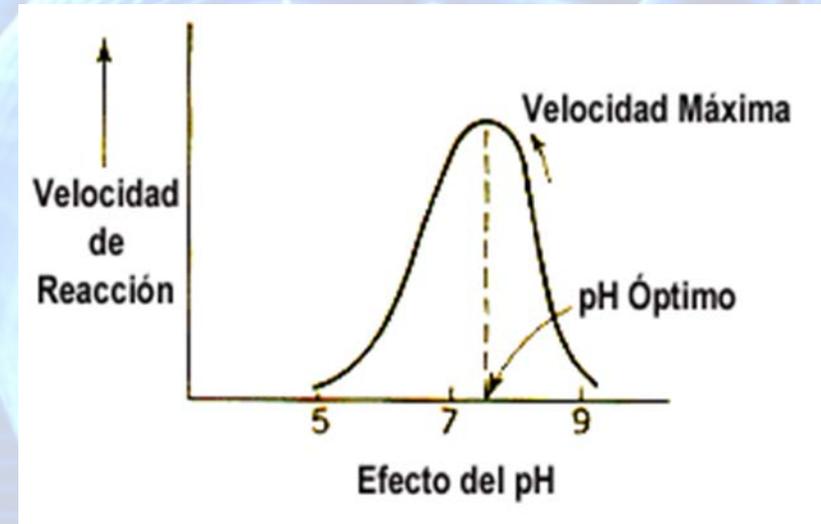
CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DAS ENZIMAS

Classe	Reacção catalisada
1. Oxidoredutases	Transferência de electrões (iões hidreto ou átomos de H)
2. Transferases	Reacções de transferência de grupos
3. Hidrolases	Reacções de hidrólise (transferência de grupos funcionais para a água)
4. Liases	Adição de grupos em ligações duplas, ou formação de ligações duplas por remoção de grupos
5. Isomerasas	Transferência de grupos dentro de uma mesma molécula produzindo formas isoméricas
6. Ligases	Formação de ligações C—C, C—S, C—O e C—N através de reacções de condensação acopladas à hidrólise de APT



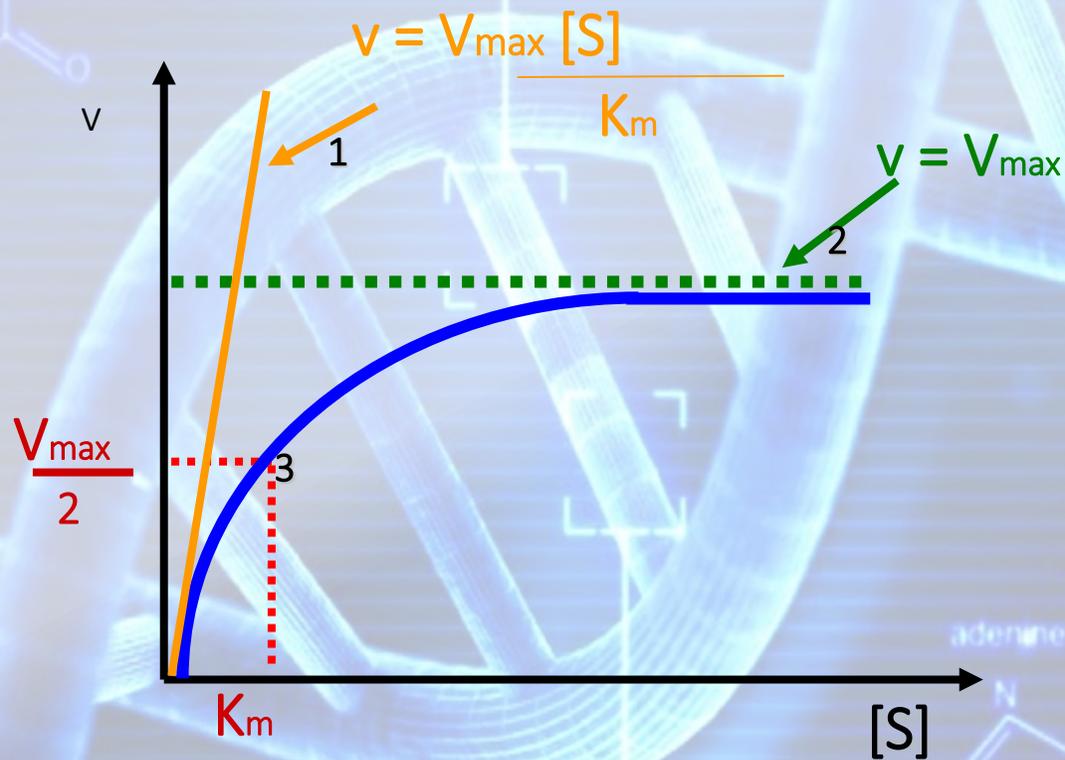
A atividade enzimática é influenciada por:

- pH;
- temperatura;
- concentração das enzimas;
- concentração dos substratos;
- presença de inibidores.



Cinética Enzimática

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$



1- $[S] \downarrow \rightarrow K_m \gg [S]$

2- $[S] \uparrow \rightarrow [S] \gg K_m$

3- $v = \frac{V_{\max}}{2}$



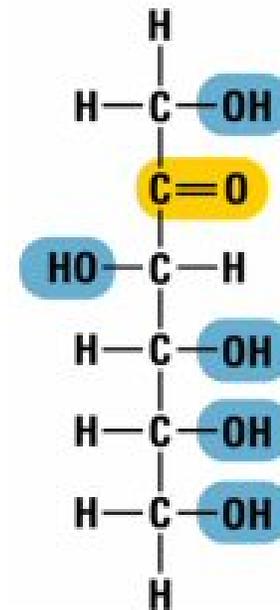
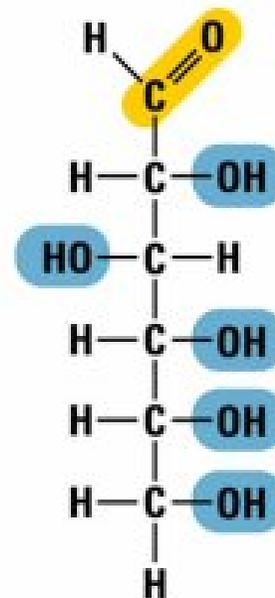
Glicídios

► Glicídios

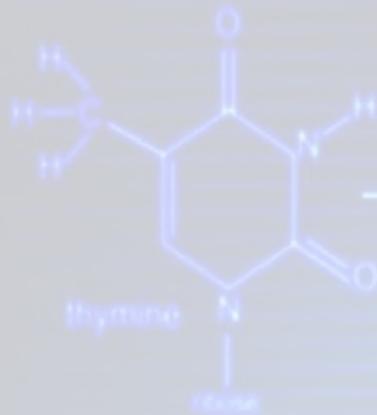
Os **glicídios** ou **hidratos de carbono** são compostos orgânicos **ternários** (constituídos por C, O e H).

De acordo com a sua complexidade, podem-se considerar três grandes grupos de glicídios: **monossacarídeos**, **oligossacarídeos** e **polissacarídeos**.

Glicose



Frutose



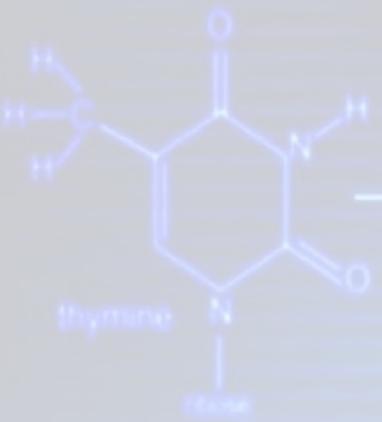
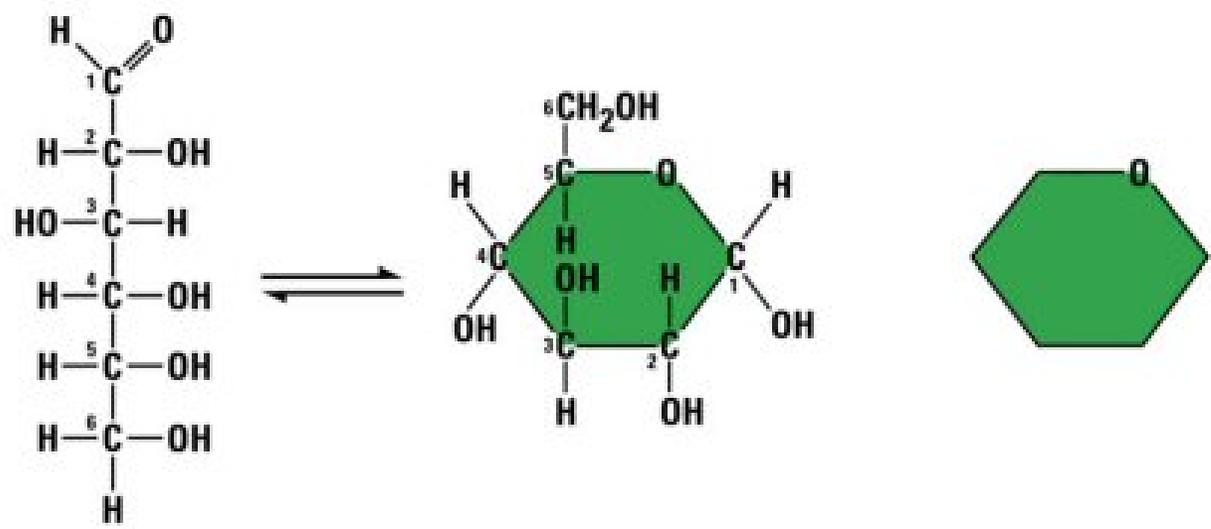
deoxyribose

guanine

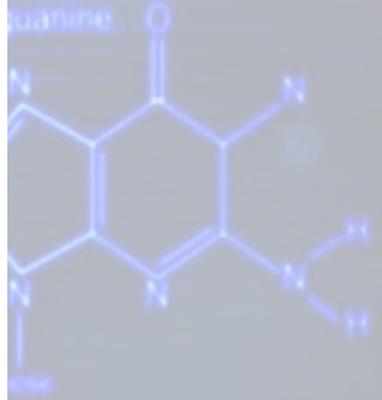
ribose



Glúcidos



deoxyribose



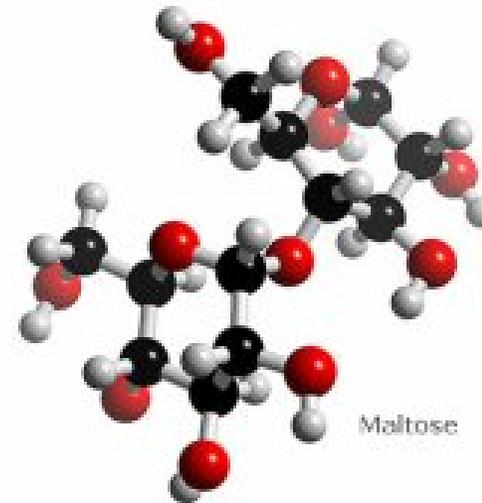
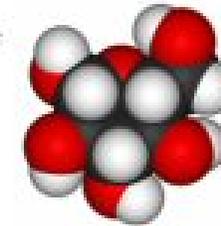
► Monossacarídeos

Os monossacarídeos, ou oses, são os glúcidos mais simples e são classificados de acordo com o número de átomos de **carbono** que os compõem (entre 3 e 9).

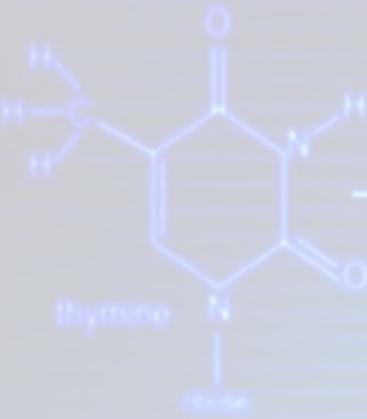
Assim, existem as trioses (3 C), as tetroses (4C), as pentoses, (5C), as hexoses (6C), as heptoses (7C), etc. As **pentoses** e as **hexoses** são as mais frequentes.

Estes monossacarídeos, quando em solução aquosa, apresentam uma estrutura em **anel** de carbono.

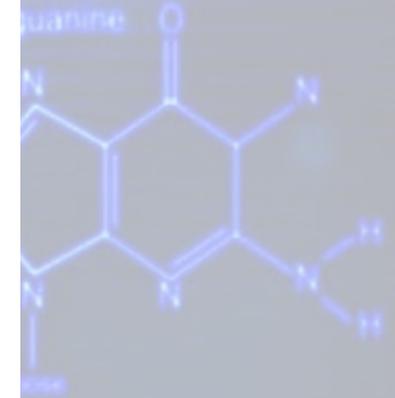
Glicose



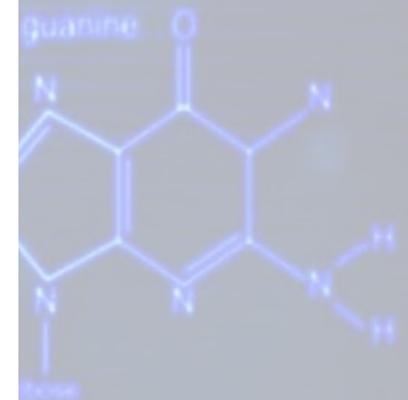
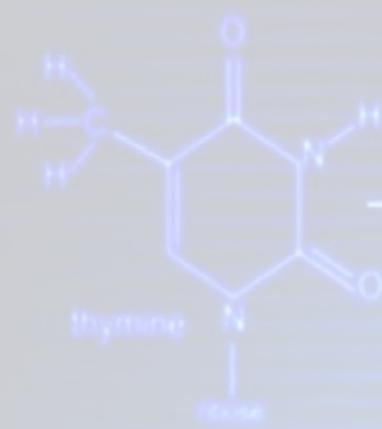
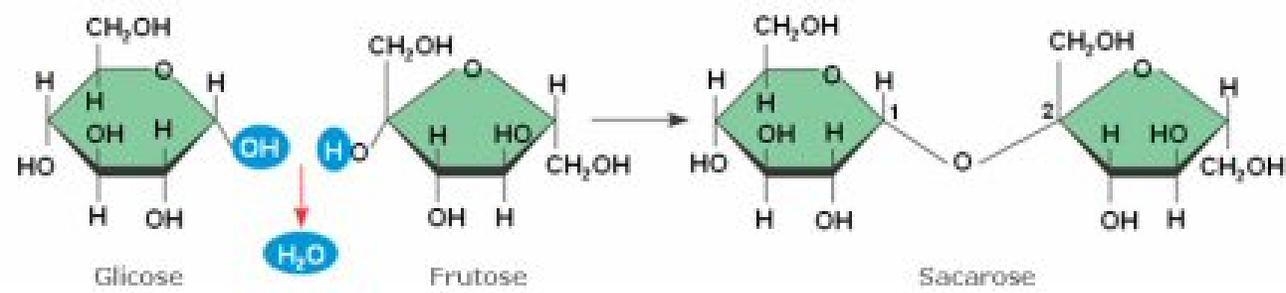
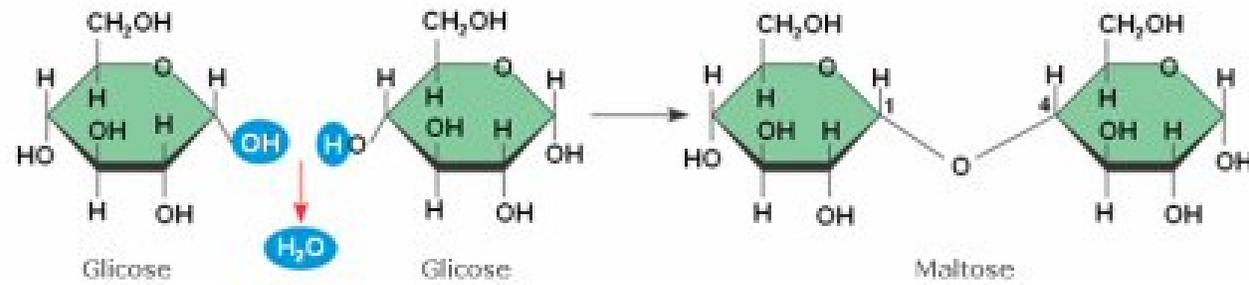
Maltose

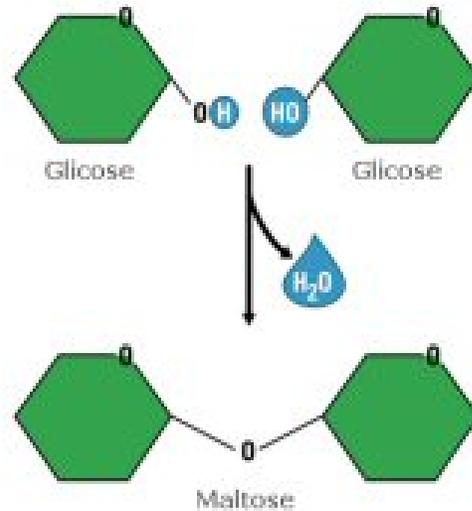


deoxyribose



Glicidos





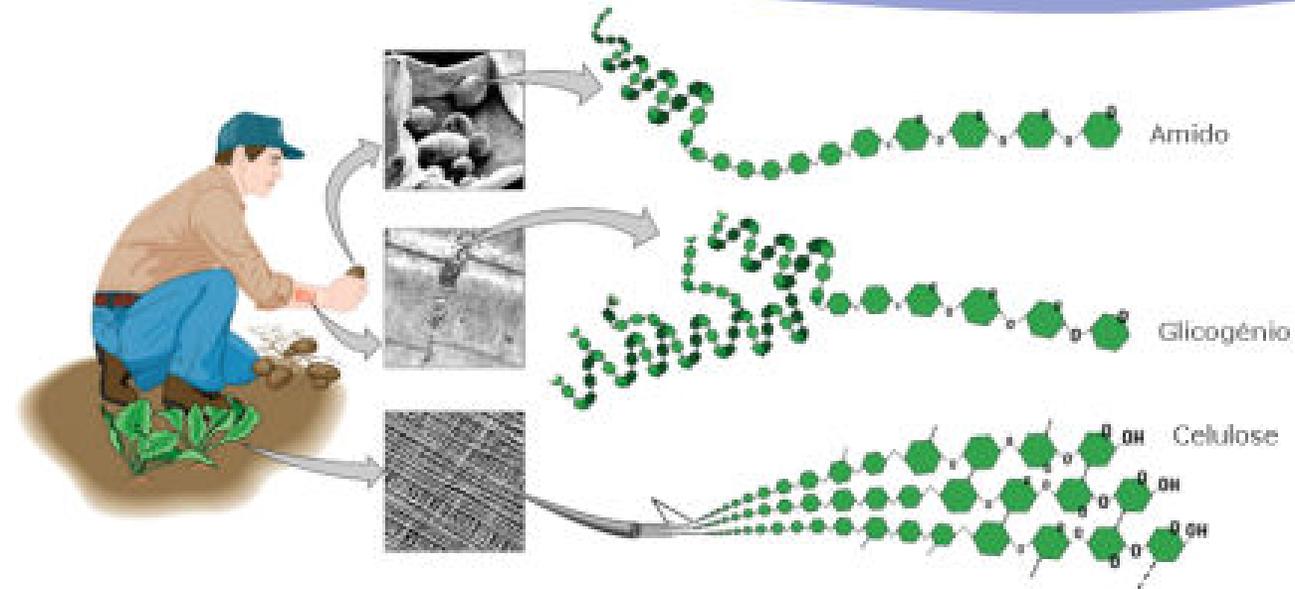
▶ Outros sacarídeos

A ligação que une os dois **monossacarídeos** denomina-se **ligação glicosídica**.

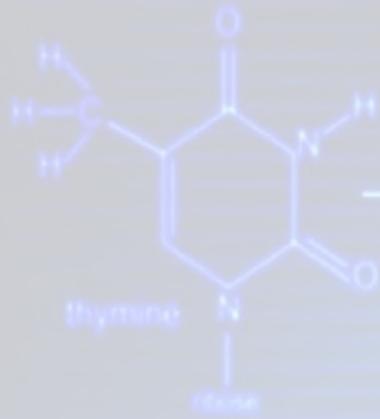
Dois monossacarídeos ligados formam um dissacarídeo. Se mais um monossacarídeo se ligar, forma um trissacarídeo e assim sucessivamente.

São **oligossacarídeos** as moléculas constituídas por 2 a 10 monossacarídeos unidos entre si. Se este número for superior, as moléculas denominam-se **polissacarídeos**.

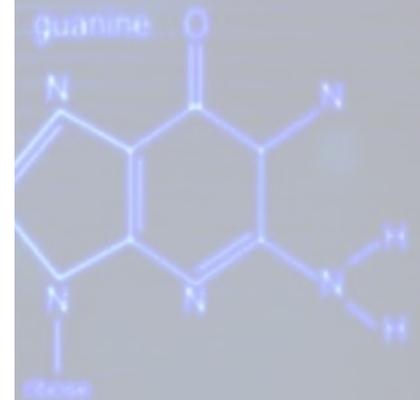
Glicídios



Grande parte dos polissacarídeos, como a celulose e a amilose, é formada por moléculas **lineares**; nalguns polissacarídeos, como o glicogénio e a amilopectina, as moléculas são **ramificadas**.

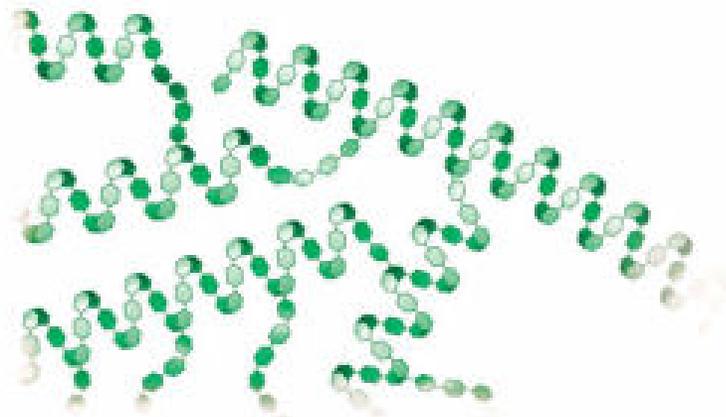


deoxyribose



► Funções dos glicidos

Os glicidos são compostos orgânicos com uma importante variedade de funções.



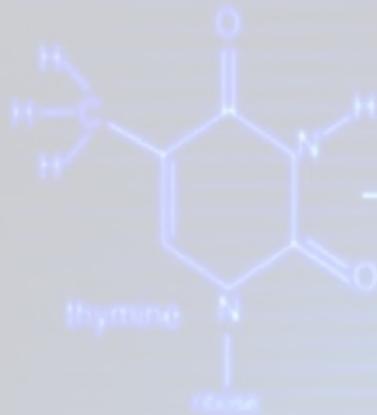
Função energética

Função de reserva

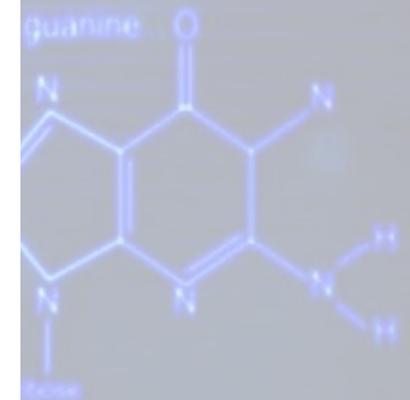
Função estrutural
(parede celular em plantas,
algas, fungos e bactérias;
revestimento de crustáceos e
insectos)

Função de regulação

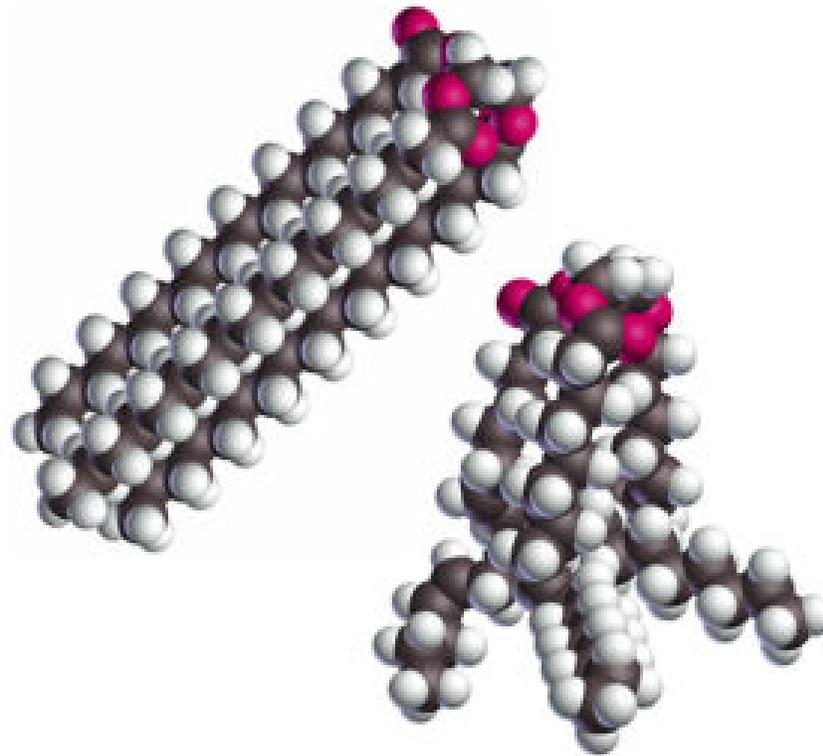
Função de crescimento



deoxyribose



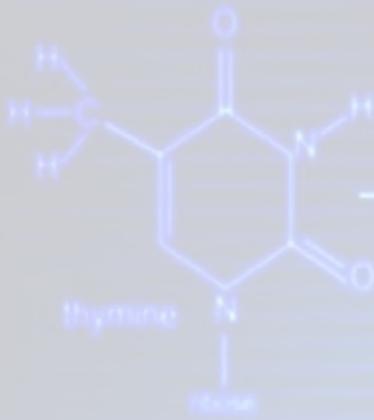
Lípidos



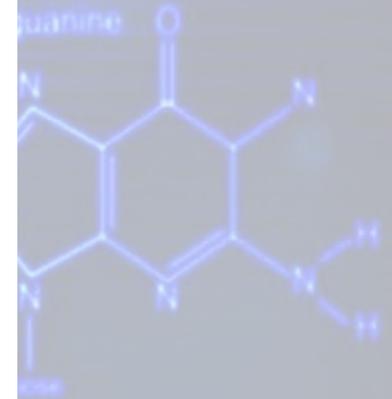
► Lípidos

Grupo de moléculas muito **heterogêneo**, do qual fazem parte as gorduras (animais e vegetais), ceras, esteróides, etc.

Geralmente são compostos por O, H e C, mas também podem conter outros elementos, como S, N ou P.



deoxyribose

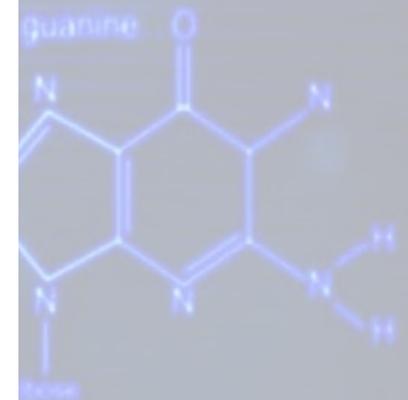
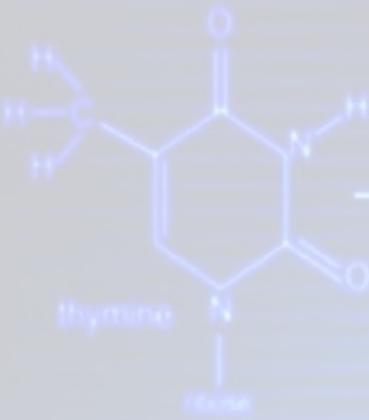


► Lípidos

A **insolubilidade** na água e a **solubilidade** em solventes orgânicos, como o benzeno, o éter e o clorofórmio, são características comuns.

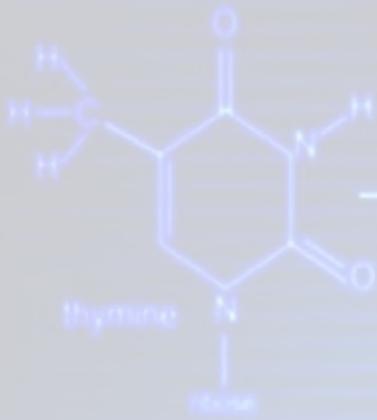
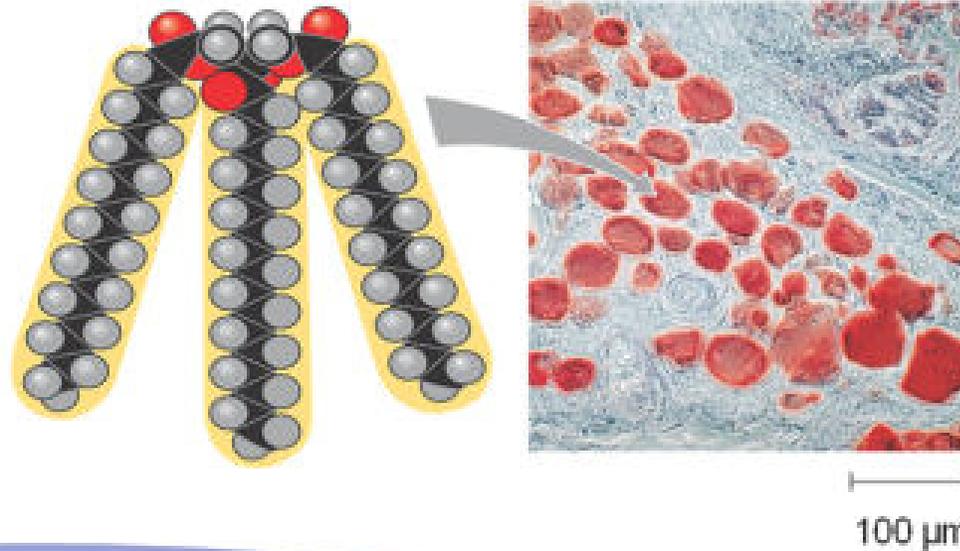
Apresentam estrutura e propriedades químicas diversas.

Classificam-se em dois grandes grupos: lípidos de **reserva** e lípidos **estruturais**.

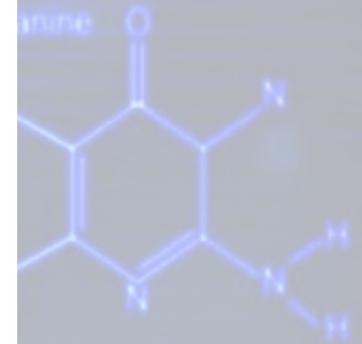


► Lípidos de reserva

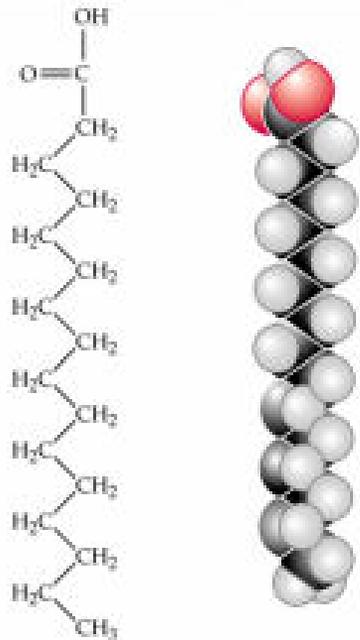
Alguns lípidos de reserva possuem dois componentes fundamentais:
ácidos gordos e glicerol.



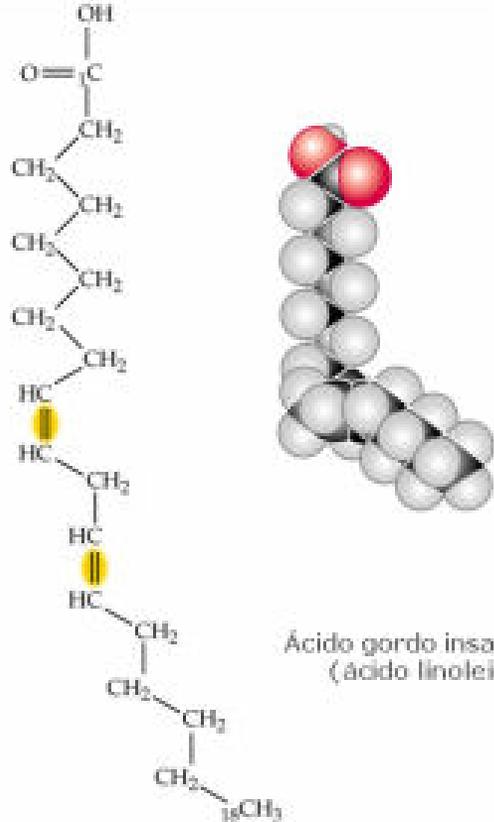
deoxyribose



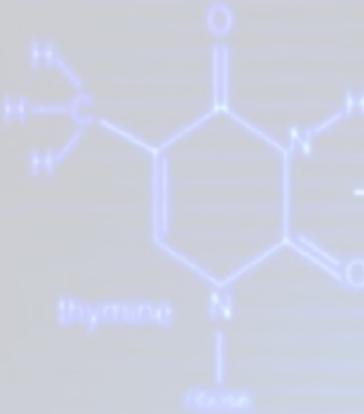
Lípidos



Ácido gordo saturado (ácido palmítico)



Ácido gordo insaturado (ácido linoleico)



thymine

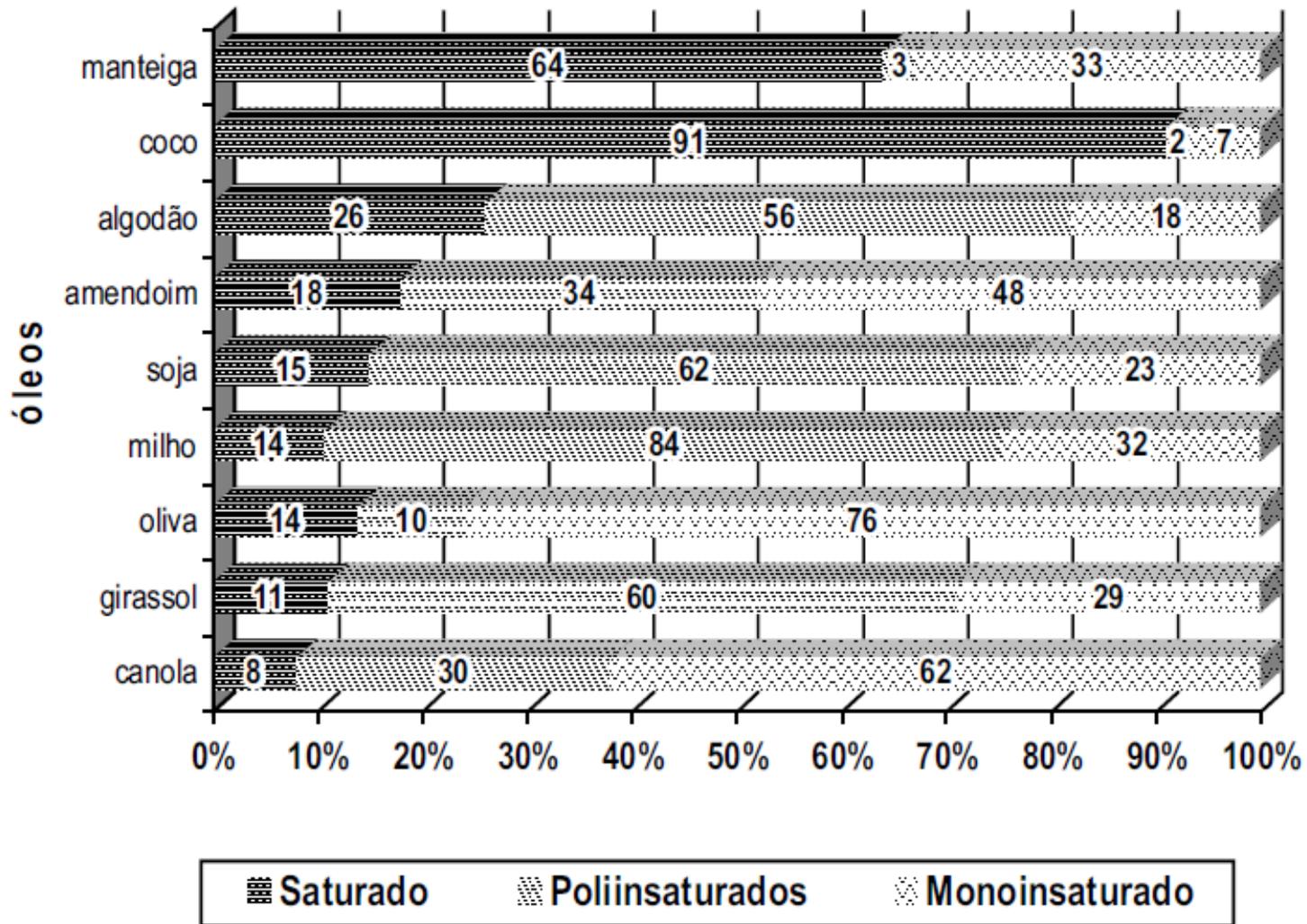
ribose

deoxyribose

guanine

ribose

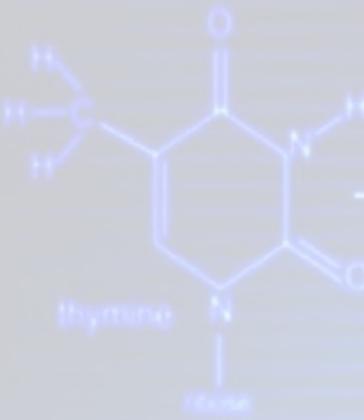
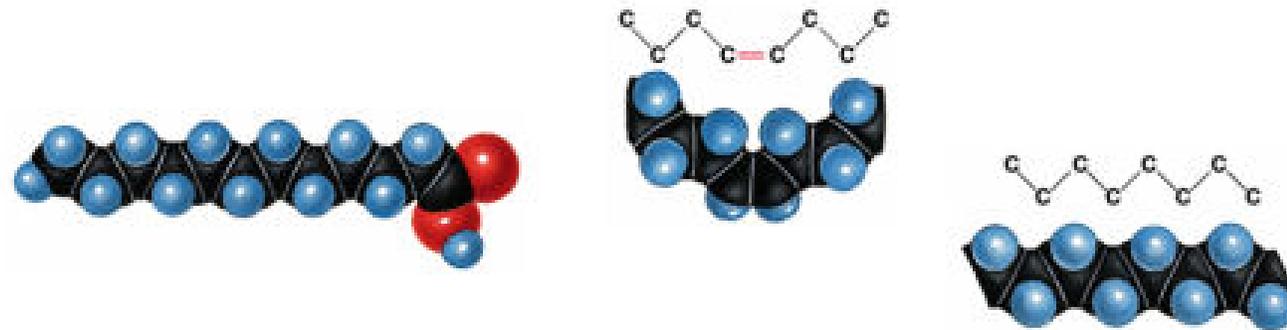




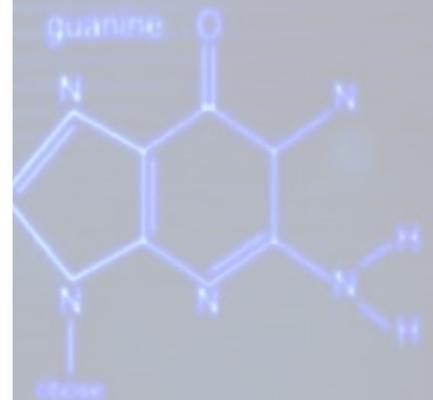
▶ Ácidos gordos

Os **ácidos gordos** são formados por uma cadeia linear de átomos de carbono, com um grupo terminal **carboxilo** (COOH).

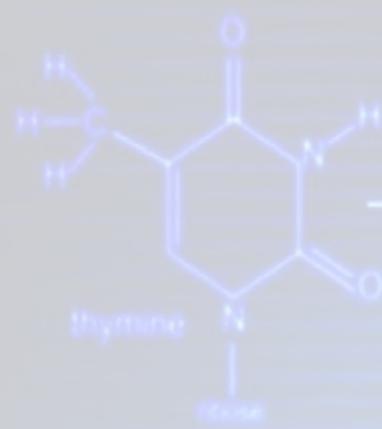
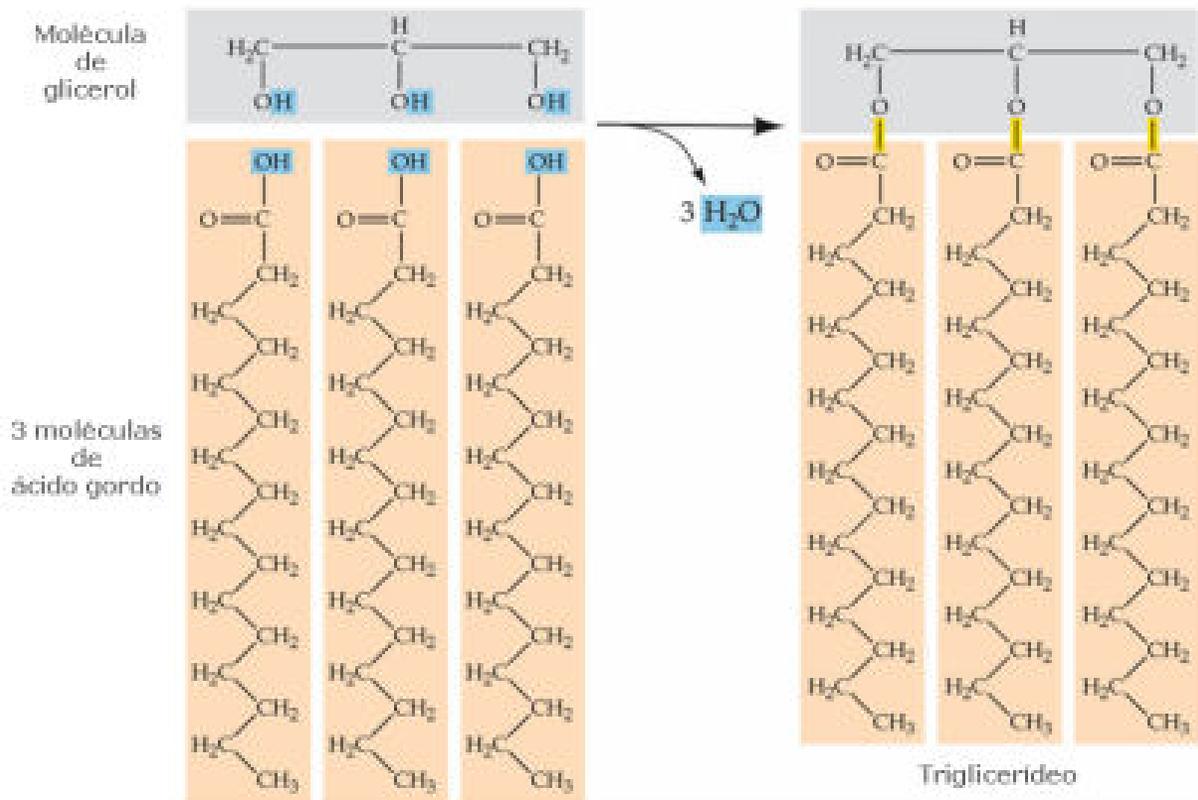
Os ácidos gordos que possuem átomos de carbono ligados entre si por ligações duplas ou triplas, dizem-se **insaturados**. Nos ácidos gordos **saturados**, todos os átomos de carbono estão ligados entre si por ligações simples.



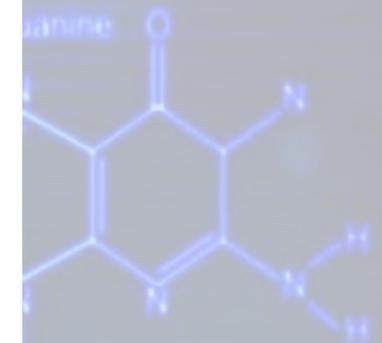
deoxyribose

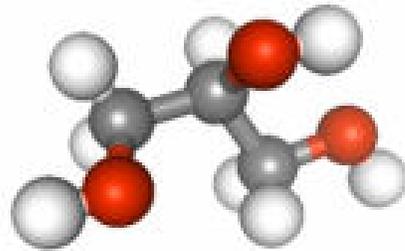


Lípidos



deoxyribose



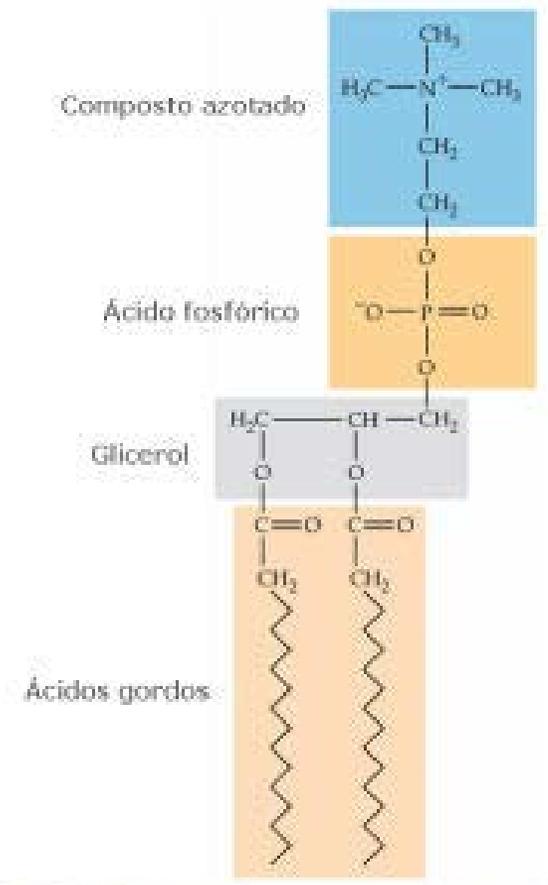
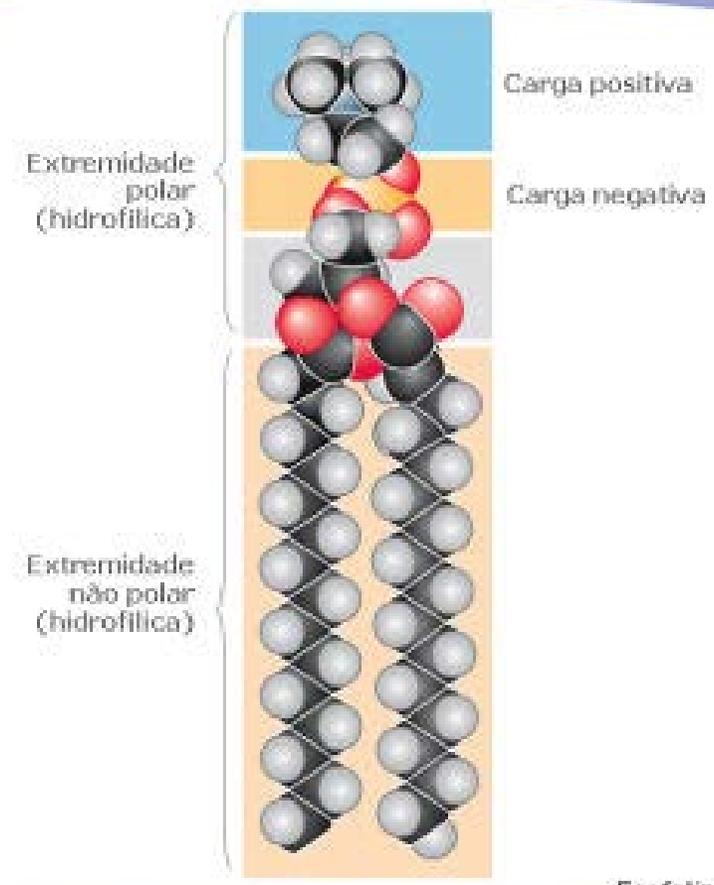


► Glicerol

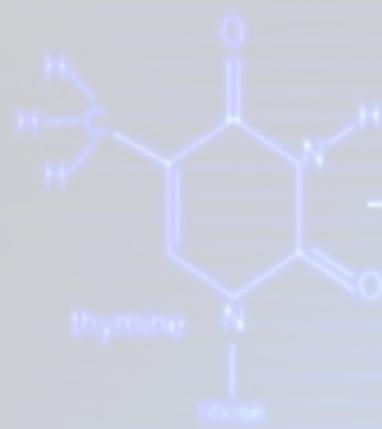
O **glicerol**, ou glicerina, é um álcool que contém três grupos **hidroxilo** (OH), capazes de estabelecer ligações covalentes com os átomos de carbono dos grupos carboxilo dos ácidos gordos.

Esta ligação denomina-se **ligação éster** e, conforme se estabelece entre o glicerol e um, dois ou três ácidos gordos, assim se forma um **monoglicerídeo**, um **diglicerídeo** ou um **triglicerídeo**.

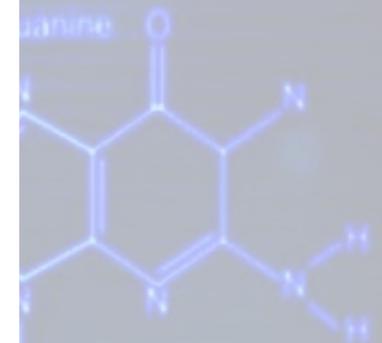
Lípidos



Fosfolípido



deoxyribose

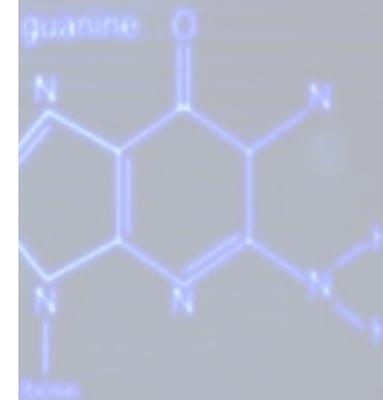
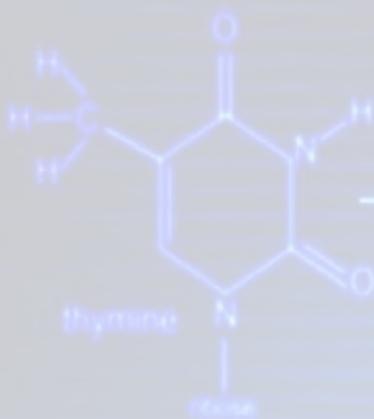
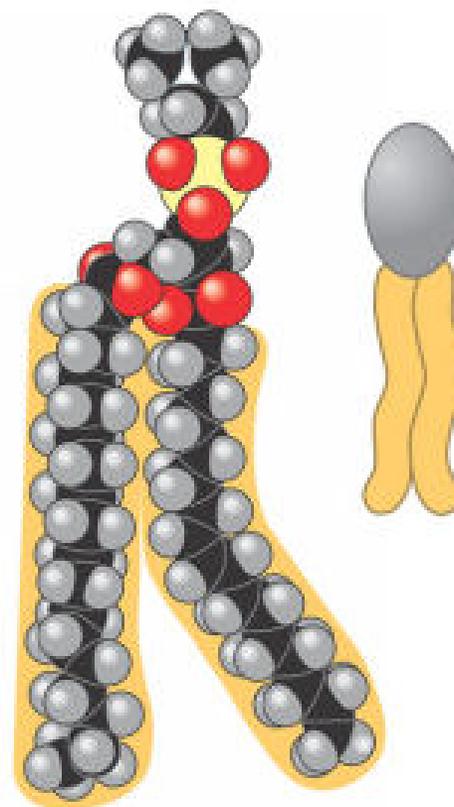


► Lípidos estruturais

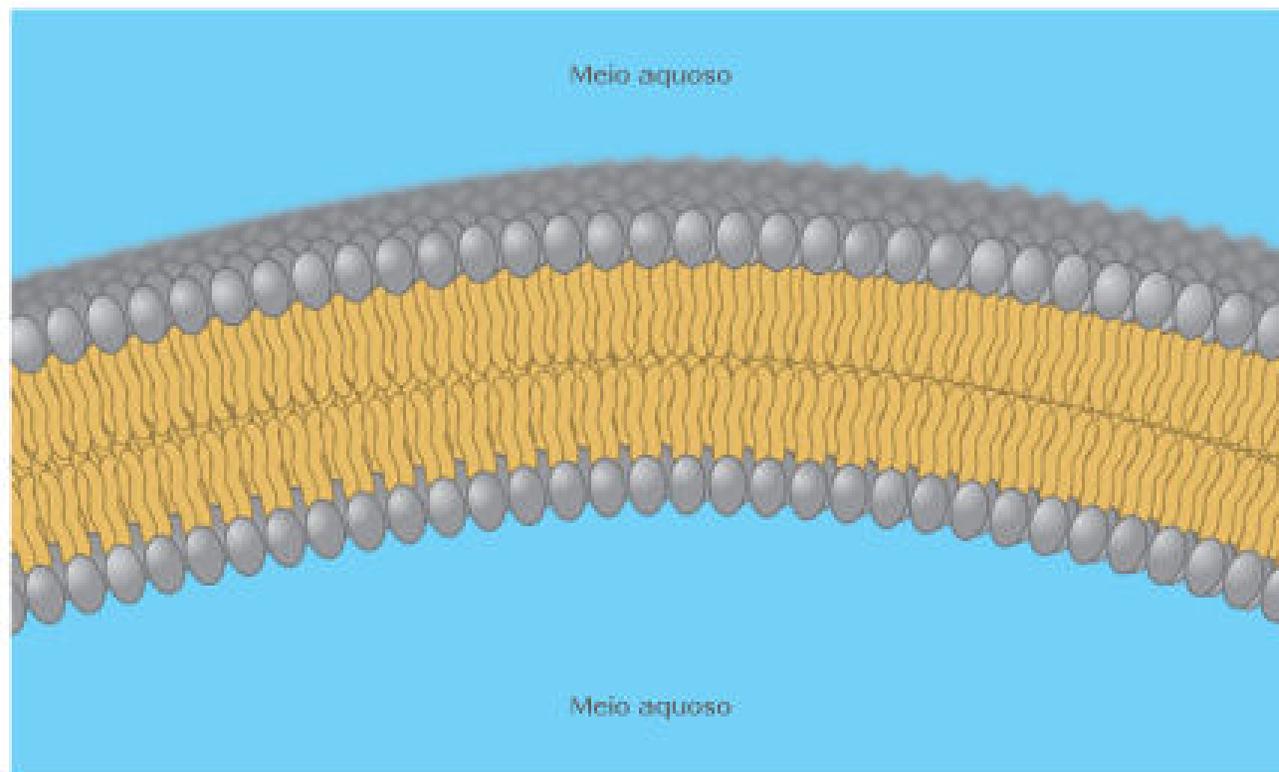
Destacam-se, pela sua importância, os **fosfolípidos**, lípidos contendo um grupo fosfato.

Os fosfolípidos são os constituintes mais abundantes das **membranas celulares**. A sua estrutura resulta da ligação de uma molécula de **glicerol** com dois **ácidos gordos** e com uma molécula de **ácido fosfórico**.

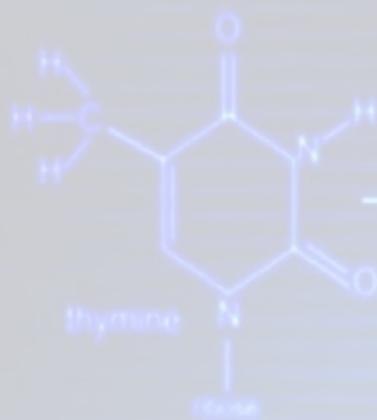
Os fosfolípidos são moléculas anfipáticas, isto é, possuem uma parte **polar** (hidrofílica) e uma parte **apolar** (hidrofóbica).



Lípidos

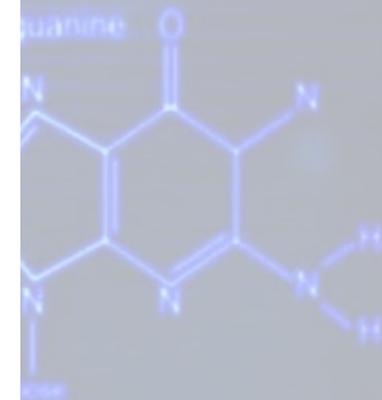


Disposição dos fosfolípidos em meio aquoso



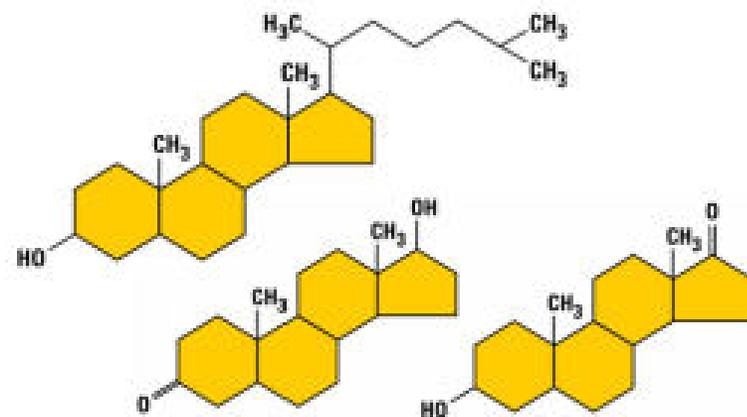
deoxyribose

guanine



► Funções dos lípidos

Os lípidos constituem um dos grupos de compostos orgânicos vitais para os organismos.



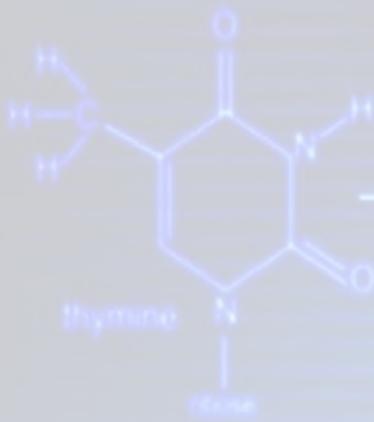
Função energética

Função estrutural
(membranas celulares, com fosfolípidos e colesterol)

Função protectora
(ceras de revestimento de plantas e animais)

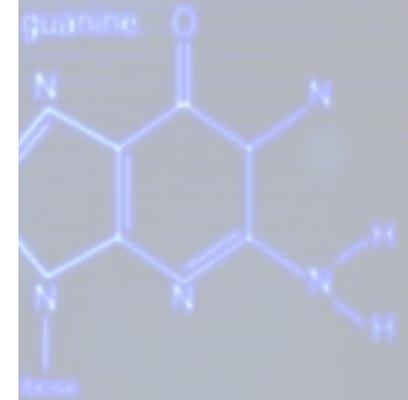
Função vitamínica
(constituição das vitaminas E e K)

Função hormonal
(hormonas sexuais)



deoxyribose

guanine



Vitaminas

São nutrientes essenciais que devem ser providos ao organismo através da dieta.

Não são diretamente produzidos pelo organismo.

As necessidades vitamínicas de um indivíduo variam de acordo com fatores como idade, clima, atividade que desenvolve e estresse a que é submetido.

Avitaminose

Carência total de vitaminas

Hipovitaminose

Carência parcial

Hipervitaminose

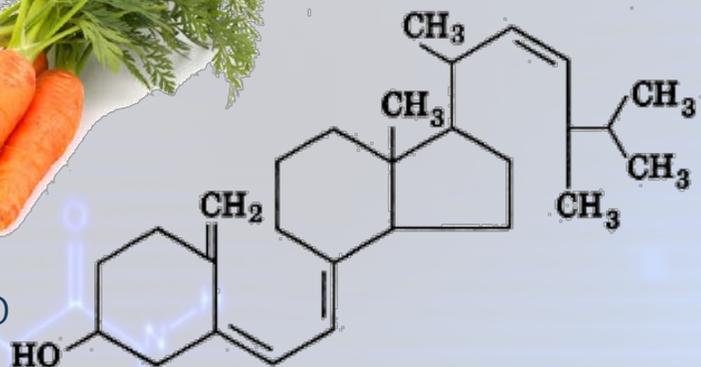
Excesso de vitaminas



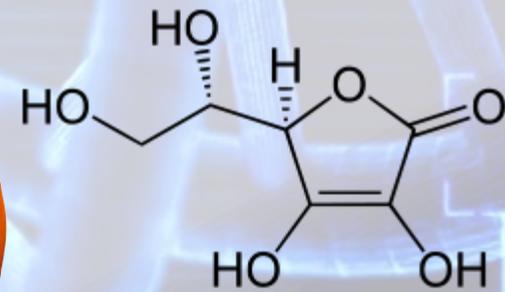
Vitamina	Composto	Ação
Lipossolúveis		
A	Antixeroftálmica	previne a cegueira noturna e xeroftalmia
D	Calciferol	formação de ossos e dentes e absorção de cálcio e fósforo no organismo, portanto, previne o raquitismo
E	Tocoferol	previne esterelidade e o aborto em ratos. Além de retardar o envelhecimento, regular a taxa de colesterol e fortalecer os cabelos.
K	Fitoquinona	previne hemorragias
Hidrossolúveis		
C	Ácido ascórbico	previne o escorbuto
B1	Tiamina	previne o Beribéri(polineurite, absorção defeituosa de alimentos, edemas e insuficiência cardíaca)
B2	Riboflavina	previne a quilose, glossite e estomatite.
PP-B3	Niacina	previne a pelagra (dermatite, diarreia, demência) e distúrbios digestivos.
B5	Ácido pantoténico	previne a anemia, fadiga e dormência nos membros
B6	Piridoxina:	previne doenças de pele, distúrbios nervosos e extrema apatia.
B8 - H	Biotina:	Inflamações na pele e distúrbios neuro-musculares.
B9	Ácido fólico	previne anemia e esterelidade masculina
B12	Cianobalamina:	previne a anemia perniciosa.



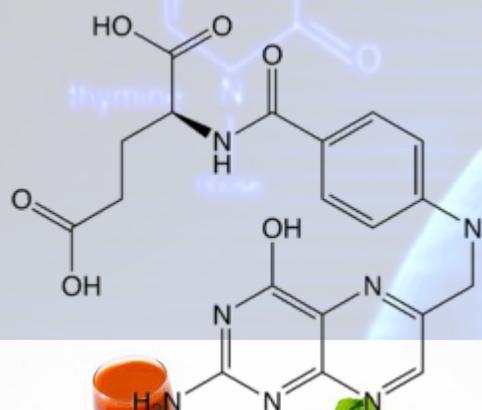
Vitamina D



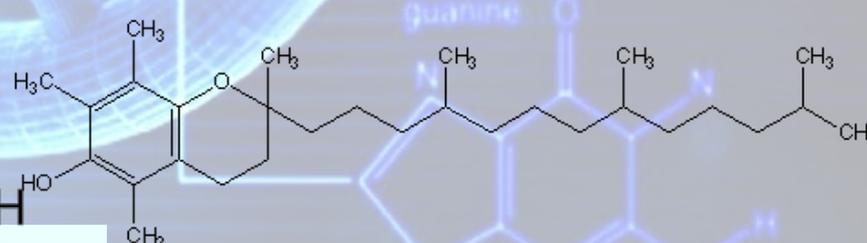
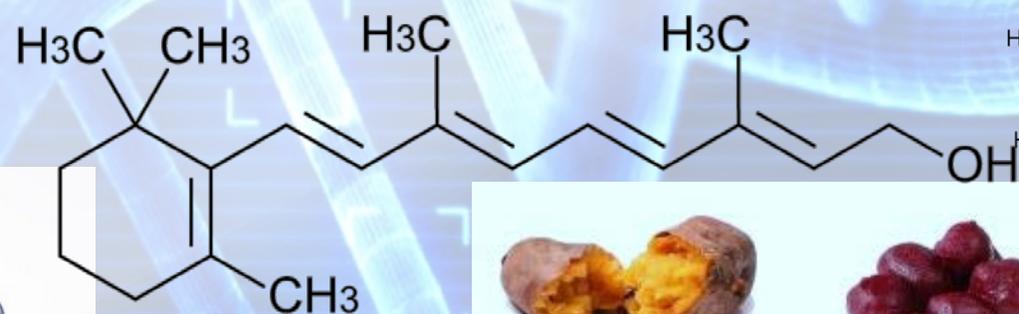
Ácido ascórbico / Vitamina C



deoxyribose



Thymine



guanine



Ácido fólico / Vitamina B9



Vitamina A



Vitamina E



Minerais

- Não podem ser sintetizados pelo organismo .
- Não fornecem calorias.
- Regulam o metabolismo enzimático, a manutenção do metabolismo acidobásico, a irritabilidade muscular e a pressão osmótica.
- Facilitam a transferência de compostos pelas membranas celulares e composição de tecidos orgânicos.
- Atuam, também, na forma iônica e na composição de diferentes substâncias(enzimas, hormonas, secreções e proteínas dos tecidos).
- Os minerais são importantes na prática esportiva, uma vez que durante o exercício físico a perda de água pelo suor é sempre acompanhada pela perda de minerais (eletrólitos, de sais, especialmente) como o sódio, cloreto, potássio, magnésio e cálcio.



Eletrólitos

Importantes na manutenção do equilíbrio hidroeletrólito

Sódio Potássio Cálcio

Micronutrientes

Presentes em menores concentrações no organismo, mas com funções específica essenciais

Ferro Crómio Zinco
Manganês Iodo

Macronutrientes

Presentes em maiores concentrações no organismo

Cálcio Magnésio Fósforo
Enxofre



Aditivos nos alimentos

Os aditivos alimentares são substâncias adicionadas aos alimentos para lhe conferir propriedades técnicas específicas.

Apenas as substâncias que não são normalmente consumidas como alimentos per si, ou como ingrediente característico de produtos alimentares, podem ser qualificadas como aditivos.

Os aditivos podem causar efeitos na saúde dos consumidores, ao nível de alergias, problemas neurológicos, problemas gastrointestinais, cancro, doenças cardiovasculares e artrite.

Na União Europeia (UE), podemos encontrar listas definidas de aditivos que podem ser utilizados (assim como a exclusão de outros aditivos), os alimentos em que podem ser utilizados e os níveis máximos e utilização permitidos.

É atribuído um número-E (E de Europa) – Sistema Internacional de Numeração - a todos os aditivos aprovados como seguros para a utilização em géneros alimentícios, tratando-se simultaneamente de uma forma simples e conveniente para rotular os aditivos permitidos, em todas as línguas da UE.



100-199 Corantes	200-299 Conservantes	300-399 Antioxidantes e Reguladores de acidez	400-499 Espessantes, estabilizadores gelificantes e emulsionantes	500-599 Reguladores de pH e antiaglomerantes	600-699 Intensificadores de sabor	900-999 Vários	1100-1599 Químicos adicionais
------------------	----------------------	---	---	--	-----------------------------------	----------------	-------------------------------

100-109 – amarelos	200-209 – sorbatos	300-309 – ascorbatos (vitamina C)	400-409 – alginatos	500-509 – ácidos e bases minerais	620-629 – glutamatos	900-909 – ceras	Produtos químicos recentes que não se encaixam no sistema de classificação existente.
110-119 – laranjas	210-219 – benzoatos	310-319 – galatos e eritorbatos	410-419 – gomas naturais	510-519 – cloretos e sulfatos	630-639 – inosinatos	910-919 – agentes de revestimento e brilho sintéticos	
120-129 – vermelhos	220-229 – sulfitos	320-329 – lactatos	420-429 – outros agentes naturais	520-529 – sulfatos e hidróxidos	640-649 – outros	920-929 – melhorantes	
130-139 – azuis e violetas	230-239 – fenóis e formatos (metanoatos)	330-339 – citratos e tartaratos	430-439 – compostos de polioxietileno	530-549 – compostos de metais alcalinos		930-949 – gases de embalagem	
140-149 – verdes	240-259 – nitratos	340-349 – fosfatos	440-449 – emulsionantes naturais	550-559 – silicatos		950-969 – Edulcorantes	
150-159 – castanhos e pretos	260-269 – acetatos (etanoatos)	350-359 – malatos e adipatos	450-459 – fosfatos	570-579 – estearatos e gluconatos		990-999 – Agentes de espuma	
160-199 – outras	270-279 – lactatos	360-369 – succinatos e fumaratos	460-469 – compostos de celulose	580-599 – outros			
	280-289 – propionatos (propanoatos)	370-399 – outros	470-489 – compostos de ácidos gordos e seus compostos				
	290-299 – outros		490-499 – outros				

Funções dos aditivos alimentares:

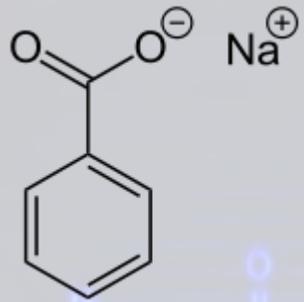
- Alterar o valor nutritivo de um alimento (vitaminas, minerais, aminoácidos e seus derivados).
- Adicionados no processamento ou armazenamento dos alimentos para alterar as propriedades sensoriais de um alimento.
- Estabilizantes, antioxidantes e outros compostos também podem ser aplicados para impedir as perdas de sabor e aroma, para além da aparência.
- Aumentar o prazo de validade de um alimento, protegendo contra a degradação microbiana ou retardamento ou inibição das alterações químicas ou físicas, tais como reguladores de pH e espessantes.
- Alterar o valor prático de um alimento, para permitir a produção de alimentos de preparação culinária mais fácil e mais rápida.



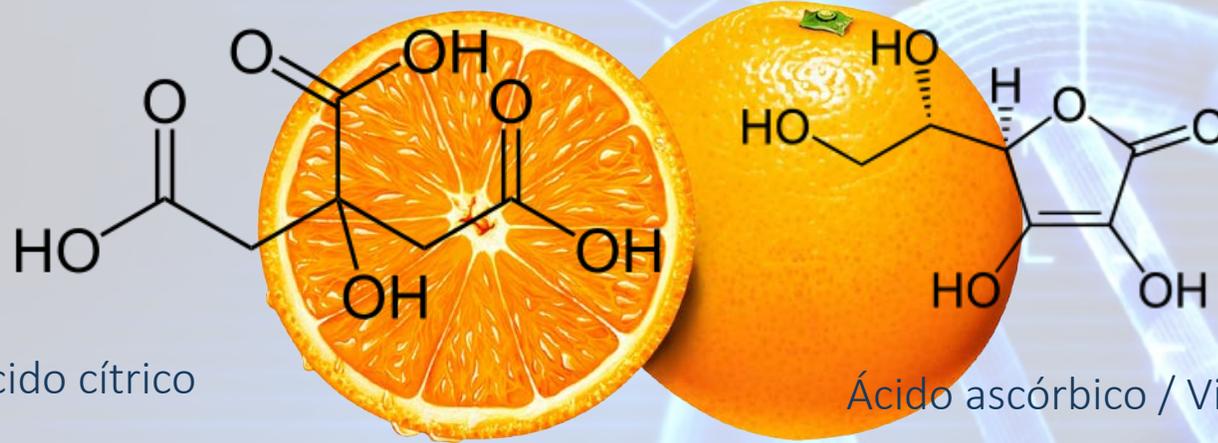
Acidulantes	Os ácidos acentuam os sabores, servindo também como conservantes e antioxidantes.	Ácidos acético, cítrico, tartárico, málico, fumárico e o láctico
Reguladores de acidez	Corrigem e controlam (efeito tampão) a acidez e alcalinidade / variação do pH.	Ácidos acético, cítrico, tartárico, málico, fumárico e o láctico
Anti aglomerantes	Impedem a aglomeração de partículas de produtos em pó, como o leite em pó ou o fermento.	Silicato de cálcio, bicarbonato de sódio
Agentes antiespuma (antiespumantes)	Reduzem ou impedem a formação de espumas.	Polidimetilsiloxano
Antioxidantes	Inibem o efeitos do oxigênio sobre os alimentos, sendo usualmente benéficos para a saúde.	Vitamina C
Agentes espessantes	Aumentam o volume do alimento, sem alterar as suas características.	Amido
Corantes	Intensificam a cor natural ou conferem uma nova cor aos alimentos, ficando mais atrativos	Clorau
Conservantes	Aumentam o período de conservação do produto alimentar, impedindo a sua degradação química, microbiológica e/ou fúngica.	Benzoato de sódio
Aromatizantes	Conferem aos alimentos sabores / aromas mais atrativos, podendo ser naturais ou artificias.	Aldeído C - 14
Populsores	Usados em espumas, sprays ou líquidos (e.g. chantilly) em recipientes com aerossóis pressurizados. Fornecem a pressão necessária para forçar o alimento líquido para fora do recipiente aerossol.	Azoto molecular, o óxido nitroso e o dióxido de carbono

Gelificantes	Conferem ao alimento a consistência de um gel, como nas gelatinas e nas compotas.	Pectina e carragenina
Agentes de revestimento	Também conhecidos como agentes de polimento, são utilizados para conferir aos alimentos um revestimento brilhante, polido e de proteção, como no caso dos produtos de pastelaria, de panificação e dos frutos.	Cera de abelha, cera de carnaúba e ácidos gordos
Gases de embalagem	Utilizados para modificar a atmosfera na qual os alimentos são embalados, a fim de controlar o amadurecimento, inibir as alterações químicas e evitar a deterioração.	Oxigénio, do dióxido de carbono e do azoto molecular
Intensificadores de sabor	Intensificam o sabor original dos alimentos.	Glutamato de amónio
Humidificantes	Evitam que os alimentos sequem.	Ácido tartárico, ácido sórbico, ácido fosfórico
Estabilizantes, espessantes e emulsificantes	Conferem aos alimentos uma textura mais espessa, aumentando a viscosidade. Não sendo verdadeiros emulsionantes, ajudam a estabilizar as emulsões. Os espessantes aumentam a viscosidade dos alimentos sem alterarem significativamente as suas restantes propriedades. Criam uma mistura “homogénea” entre compostos hidrofóbicos (e.g. gorduras como o azeite) e produtos muito hidratados, como no caso da maionese.	Goma de alfarroba, agnato, metilcelulose hidroxipropil.
Edulcorantes	Adoçam os alimentos, sem os inconvenientes do açúcar de mesa (sacarose) associados à suas calorias elevadas. Uns são naturais outros artificiais. Podem ser ingeridos por diabéticos.	Frutose, aspartamo, sorbitol



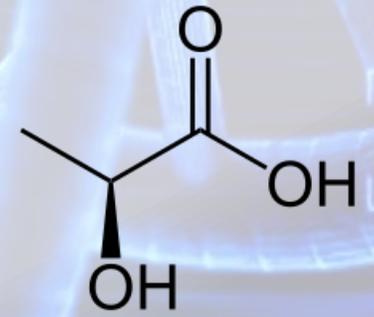


Benzoato de sódio

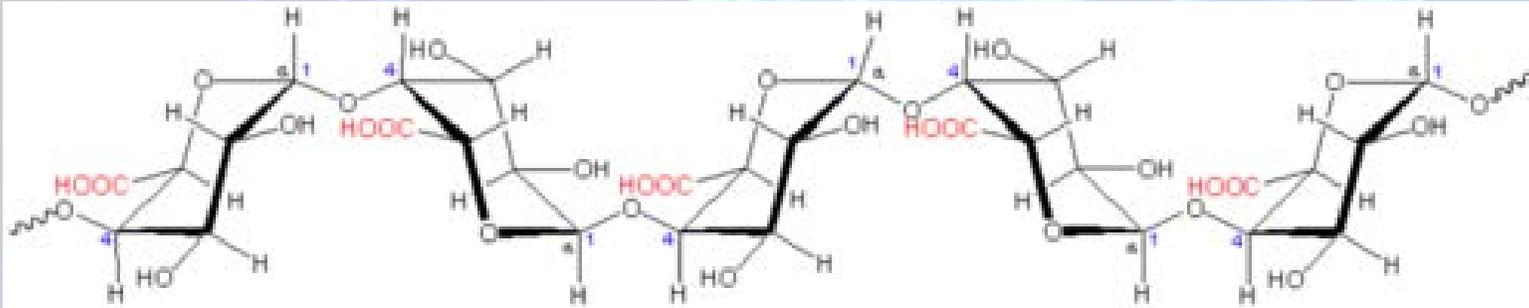


Ácido cítrico

Ácido ascórbico / Vitamina C

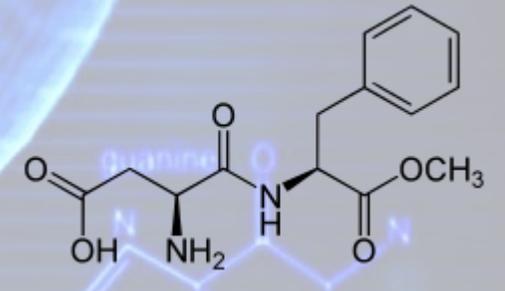


Ácido láctico

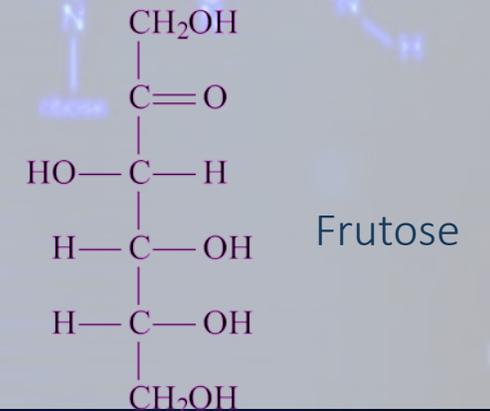


Pectina (polímero de ácido galacturónico, ramnose, arabinose e galactose)

A pectina é um polissacarídeo indigerível, absorve água formando gel, retardando o esvaziamento gástrico. Está presente na casca de frutas. É utilizada em geleia, marmelada, e como estabilizante em bebidas e gelados.



Aspartamo



Frutose



A importância de estudar as reações químicas na Química/Bioquímica Alimentar

- Determinar as propriedades que são características relevantes dos alimentos, ao nível da segurança (saúde) e qualidade alimentar.
- Determinar as reações químicas e bioquímicas que têm influência importantes na perda de qualidade e / ou a salubridade dos alimentos.
- Integrando os dois primeiros pontos, compreender como as reações químicas/bioquímicas influenciam a qualidade e a segurança alimentar.
- Aplicar este conhecimento para diversas situações encontradas durante a formulação, processamento e armazenamento dos alimentos.
- Compreender/enquadrar teoricamente as metodologias analíticas e procedimentos laboratoriais na área da bioquímica.

Propriedades relevantes dos alimentos ao nível da qualidade e segurança alimentar.

Propriedade /atributo	Alteração
Textura	Perda de solubilidade, perda de retenção de água, endurecimento-amolecimento
Sabor	Desenvolvimento de ranço (por via hidrolítica ou oxidativa); sabores caramelizados; outras ausências de sabores; sabores desejáveis
Cor	Escurecimento; perda de cor; desenvolvimento de outras cores; desenvolvimento de cores desejáveis (por exemplo escurecimento de produtos assados).
Valor nutritivo	Perda, degradação da biodisponibilidade de proteínas, lípidos, vitaminas e minerais
Segurança	Geração de substâncias tóxicas, desenvolvimento de substâncias que são boas para a saúde, inativação de substâncias tóxicas



Reações que alteram a qualidade e segurança alimentar dos alimentos

Tipo de reação	Exemplo
Escurecimento não enzimático	Produtos de panificação
Escurecimento enzimático	Frutas cortadas
Oxidação	Lipídios (perda de sabor), degradação de vitaminas, descoloração de pigmentos, proteínas (perda de valor nutritivo)
Hidrólise	Lipídios, proteínas, vitaminas, hidratos de carbono, pigmentos
Interações/reações associadas aos metais	Complexação (antocianinas), perda de magnésio a partir de clorofila, a catálise da oxidação



Tipo de reação	Exemplo
Isomerização dos lípidos	Cis-trans, não conjugada-conjugada
Ciclização dos lípidos	Ácidos gordos monocíclicos
Polimerização dos lípidos	Formação de espuma durante a fritura intensa
Desnaturação das proteínas	Coagulação da clara, inativação enzimática
Ligações cruzadas nas proteínas	Perda de valor nutritivo durante o processamento alcalino
Síntese de polissacarídeos	Após a colheita dos vegetais
Alterações glicolíticas	Tecidos animais <i>post-mortem</i> , após a colheita dos vegetais



Efeitos das reações na qualidade e segurança alimentar

Causa primária	Evento secundário	Propriedade influenciada
Hidrólise dos lípidos	Ácidos gordos livres reagem com proteínas	Textura, sabor e valor nutritivo
Hidrólise dos polissacarídeos	Açúcares reagem com proteínas	Textura, sabor, cor e valor nutritivo
Oxidação dos lípidos	Os produtos oxidados reagem com muitos outros constituintes	Textura, sabor, valor nutritivo, substâncias tóxicas podem ser produzidas
Frutas “tocadas”	Rutura de células, libertação de enzimas, acessibilidade do oxigénio	Textura, sabor, cor e valor nutritivo



Causa primária	Evento secundário	Propriedade influenciada
Aquecimento de vegetais verdes	Perda de integridade da parede celular e membranas, libertação de ácidos, inativação enzimática	Textura, sabor, cor e valor nutritivo
Aquecimento do tecido muscular	Desnaturação proteica e agregação, inativação enzimática	Textura, sabor, cor e valor nutritivo
Oxidação dos lípidos	Os produtos oxidados reagem com muitos outros constituintes	Textura, sabor, valor nutritivo, substâncias tóxicas podem ser produzidas
Conversão Cis e Trans dos lípidos	Maior taxa de polimerização durante a fritura	Espuma excessiva, diminuindo a biodisponibilidade dos lípidos



Variáveis que são relevantes no processamento e armazenamento dos alimentos

Fatores do produto

Propriedades químicas dos constituintes individuais, teor de oxigênio, pH, atividade da água, T_g (temperatura), W_g (teor de água)

Fatores ambientais

Temperatura; Tempo; composição da atmosfera; características químicas; tratamentos físicos ou biológicos impostos; a exposição à luz; contaminação; abuso físico



Reatividade Bioquímica em alimentos – reações em química orgânica

Existem diversos mecanismos de reação em compostos orgânicos, muitas delas ocorrem em alimentos antes (e.g. armazenamento e transporte) ou durante o seu processamento. Na bioquímica alimentar as reações têm sobretudo origem nos tipo / mecanismo da química orgânica.

Nas reações orgânicas é muito comum a formação de grupos intermediários instáveis, sendo, portanto, de existência transitória, nos quais o carbono não tem efetuadas suas quatro ligações. Estes grupos se originam da rutura de ligações entre átomos, que pode ocorrer de modo homogêneo ou heterogêneo.

Quase todos os compostos orgânicos tem moléculas apolares ou com baixa polaridade; Essa característica é um fator determinante na ocorrência de reações entre eles

Adição

Substituição

Eliminação

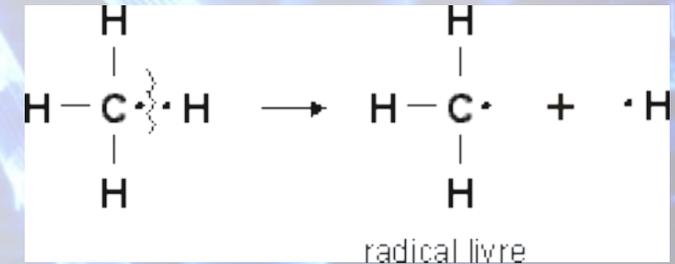
Rearranjos



Rutura de ligações

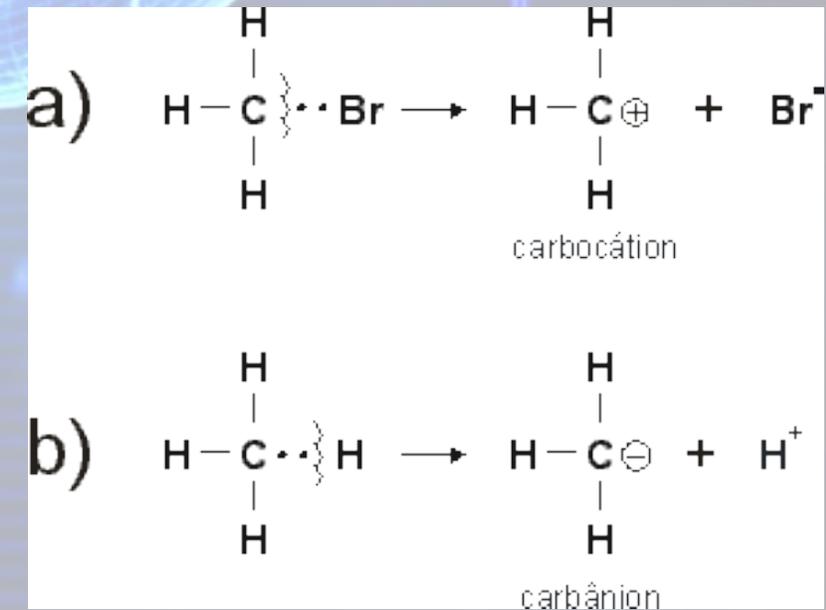
Rutura Homolítica

Quando a rutura é feita igualmente, de modo que cada átomo fique com seu elétron original da ligação, temos uma rutura homolítica, que resulta na formação de radicais livres. Radical livre, portanto, é um átomo ou grupo de átomos com elétrons desemparelhados, e têm carga elétrica igual a zero. As ruturas homolíticas frequentemente ocorrem em moléculas apolares ou com baixa diferença de eletronegatividade entre os átomos das ligações e exigem alta energia.



Rutura Heterolítica

Quando a rutura é feita de modo desigual, ficando o par eletrónico com apenas um dos átomos da ligação, temos uma rutura heterolítica, resultando na formação de iões. As ruturas heterolíticas frequentemente ocorrem em ligações polarizadas, em presença de solventes polares, à custa de pouca energia.



Classificação dos reagentes

As espécies químicas que se combinam com os compostos orgânicos são classificados em dois tipos, conforme utilizem ou forneçam os elétrons para efetuar a ligação com o composto orgânico:

Reagente Eletrófilo (E)

O eletrófilo é uma espécie que possui afinidade por elétrons, ligando-se a espécies capazes de fornecer-lhe esses elétrons

O eletrófilo pode ser um catião ou uma molécula com deficiência eletrónica. Quando um eletrófilo se combina com um reagente orgânico (substrato), temos uma reação eletrofílica.

Reagente Nucleofilo (N)

O nucleófilo é uma espécie que possui par de elétrons disponíveis para efetuar uma ligação, e se liga a espécies capazes de comportar esses elétrons.

O nucleófilo pode ser um anião ou uma molécula com disponibilidade eletrónica.

Quando um eletrófilo se combina com um reagente orgânico, chamado de substrato (S), temos uma reação nucleofílica.



Adição

Duas moléculas combinam-se para formar uma única molécula de maior dimensão. Habitualmente, os compostos aos quais é feita a adição possuem ligações carbono-carbono duplas (alceno) ou triplas (alcinos).

Hidrogenação

(adição de hidrogênio)

Halogenação

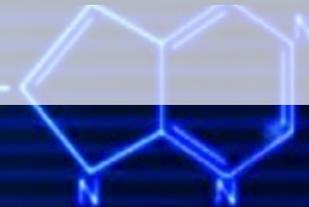
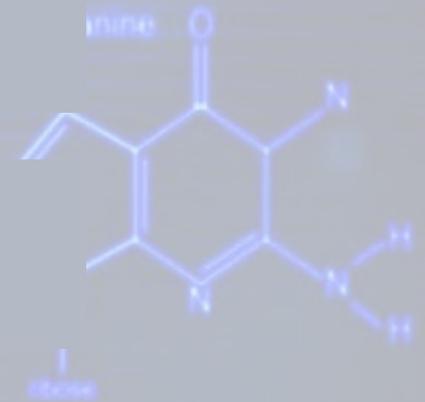
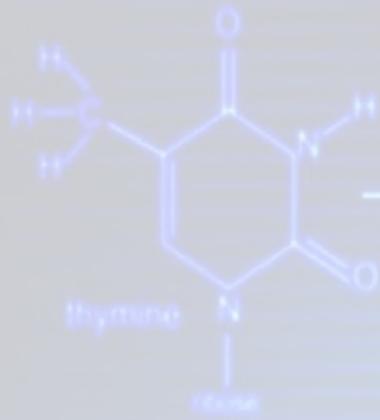
(adição de halogénios)

Adição de halogenidretos

(HX)

Hidratação

(adição de água)

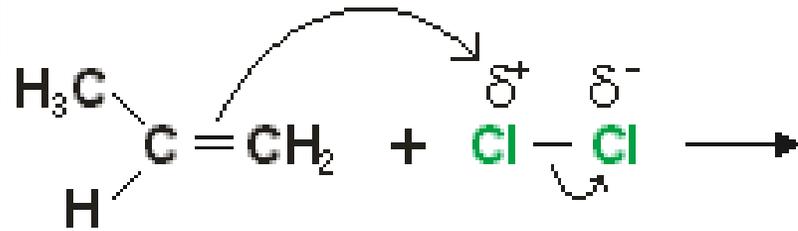


Adição Eletrofílica

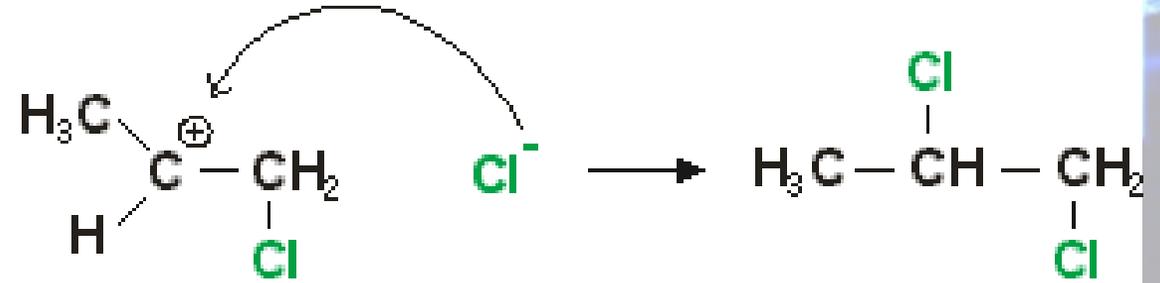
Verifica-se a remoção de uma ligação π pela criação de duas novas ligações covalentes. É característica de compostos orgânicos insaturados, quebrando uma ligação entre carbonos.

e.g Halogenação

Ataque da nuvem pi ao cloro polarizado e formação do carbocátion



Ataque do cloreto ao carbocátion



1,2- dicloropropano

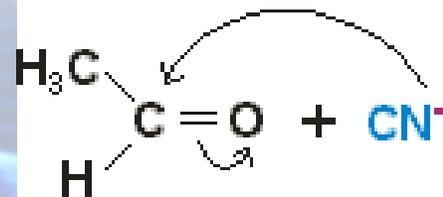
Adição Nucleofílica

A ligação π é removida pela criação de duas novas ligações covalentes pela adição de um nucleófilo (substância doadora de um par de elétrons ligantes, numa ligação química). As reações de adição nucleofílica estão limitadas a moléculas com ligações múltiplas carbono-carbono ou carbono com outro átomo.

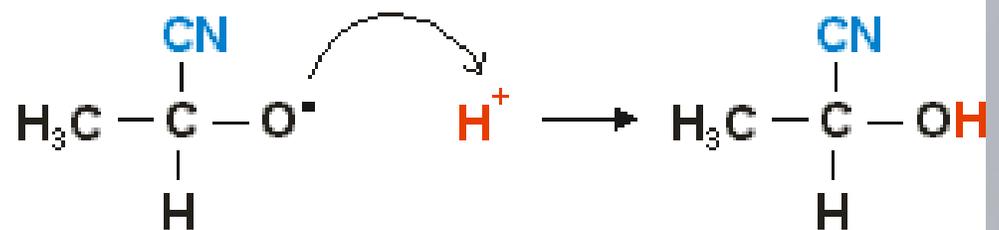
e.g Halogenidretos



Ataque nucleofílico ao carbono polarizado



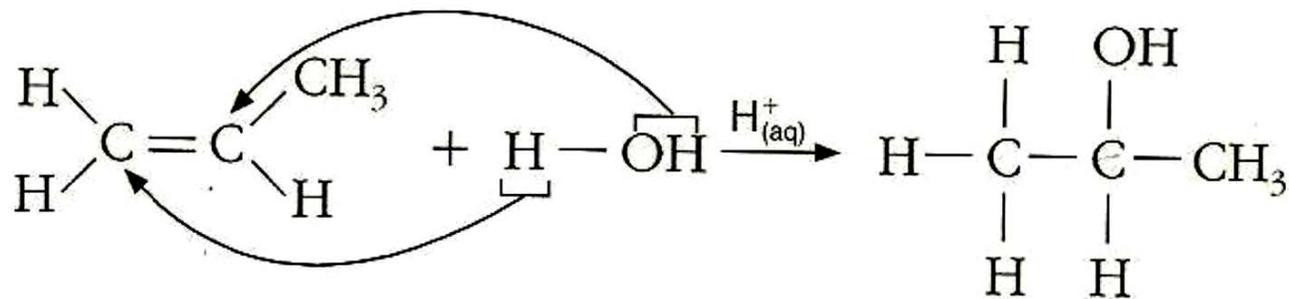
Ataque ao eletrófilo



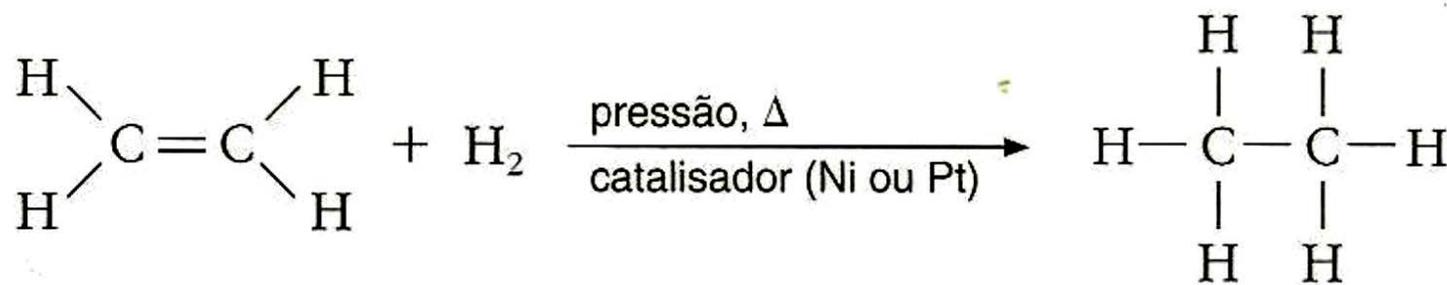
cianidrina



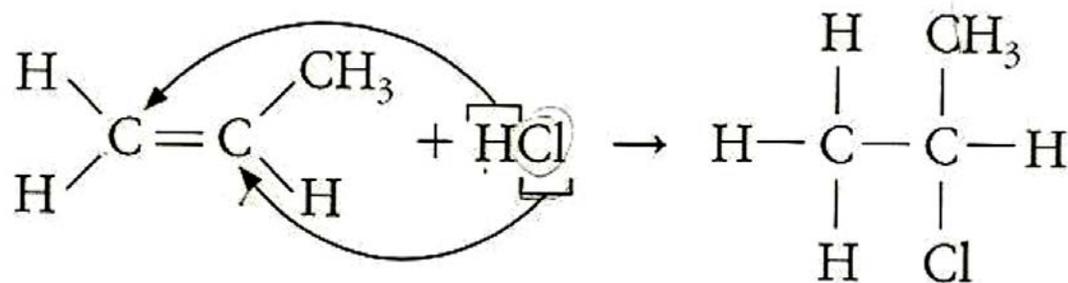
e.g Hidratação



e.g Hidrogenação



e.g Halogenidretos



Substituição

Nas reações de substituição, o substrato tem um de seus ligantes substituído por outro: $A-B + C \rightarrow A-C + B$

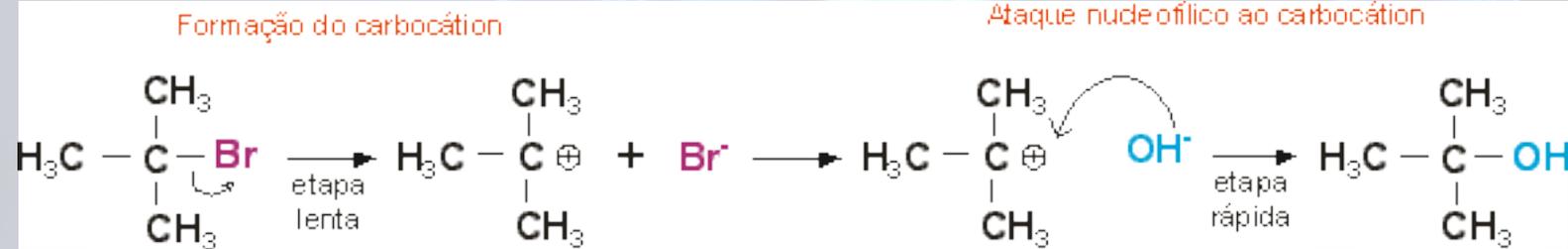
Substituição Nucleofílica

Um nucleófilo liga-se a um átomo com carga positiva ou parcialmente positiva. Este átomo (eletrófilo) faz parte do grupo de saída.

Existem dois possíveis mecanismos numa substituição nucleofílica, SN1 e SN2, em que 1 e 2 representam a ordem da cinética reacional.



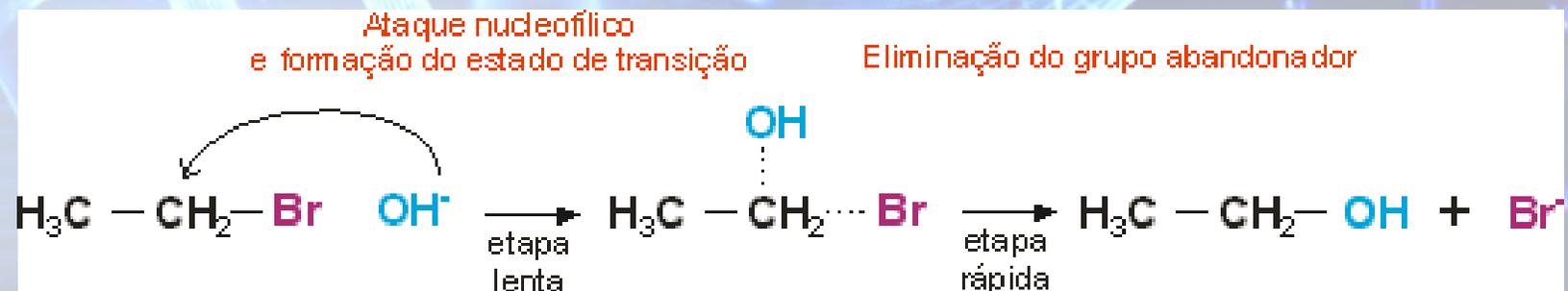
Substituição nucleofílica - SN1



Uma reação SN1 ocorre em dois passos. Esta reação é típica dos haletos, e na sua primeira etapa um dos grupos do substrato é substituído por um reagente nucleófilo.

Nesse tipo de reação, ocorrem dois fatos importantes: formação do carbocátion, eliminando o grupo abandonador (etapa lenta) e ataque nucleofílico (etapa rápida). Nesse mecanismo, a velocidade da reação depende da concentração de apenas um dos reagentes - o substrato. Isso porque a primeira etapa, que é lenta e por isso determina a velocidade da reação, não depende do nucleófilo, pois a formação do carbocátion acontece pela absorção de energia, não envolvendo outras estruturas.

Substituição nucleofílica - SN2



A adição do nucleófilo e a eliminação do grupo de saída ocorrem em simultâneo. Nesse mecanismo ocorrem dois fatos importantes: ataque nucleofílico, formando um estado de transição (etapa lenta) e eliminação do grupo abandonador (etapa rápida).

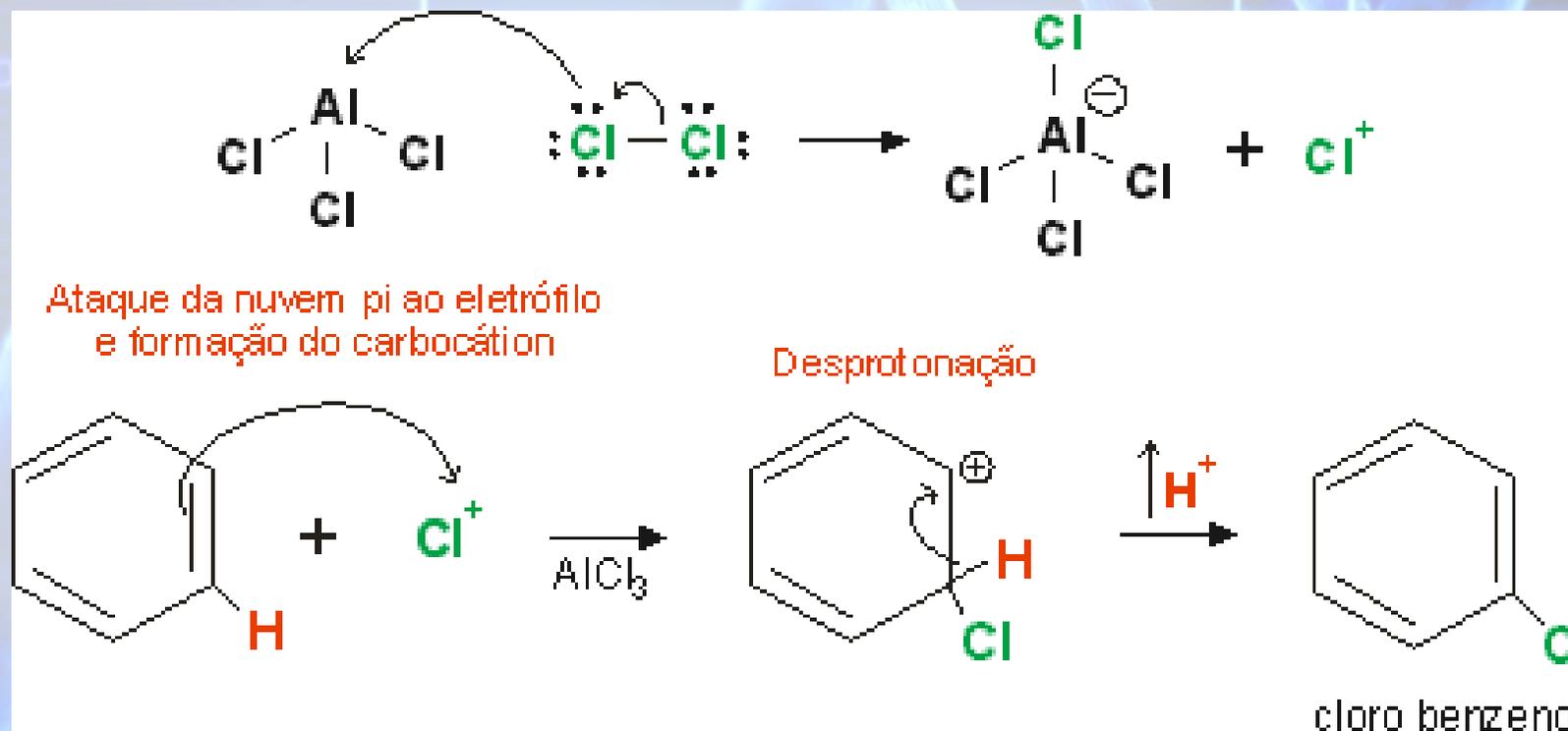
Neste mecanismo, a velocidade da reação depende da concentração dos dois reagentes - o nucleófilo e o substrato. Isso porque a primeira etapa, que é lenta e por isso determina a velocidade da reação, depende dos dois reagentes para ocorrer - a formação do estado de transição.

Substituição Eletrofílica

Numa reação de substituição eletrofílica, um eletrófilo desloca um outro substituinte, frequentemente um hidrogénio. Este tipo de substituição é característico de compostos aromáticos, embora também possa ocorrer em compostos alifáticos.

Ocorre em duas etapas.

A primeira etapa consiste no ataque do substrato a um eletrófilo, formando um carbocátion. Em seguida o carbocátion elimina um protão (desprotonação), neutralizando a estrutura.



Substituição por radical livre

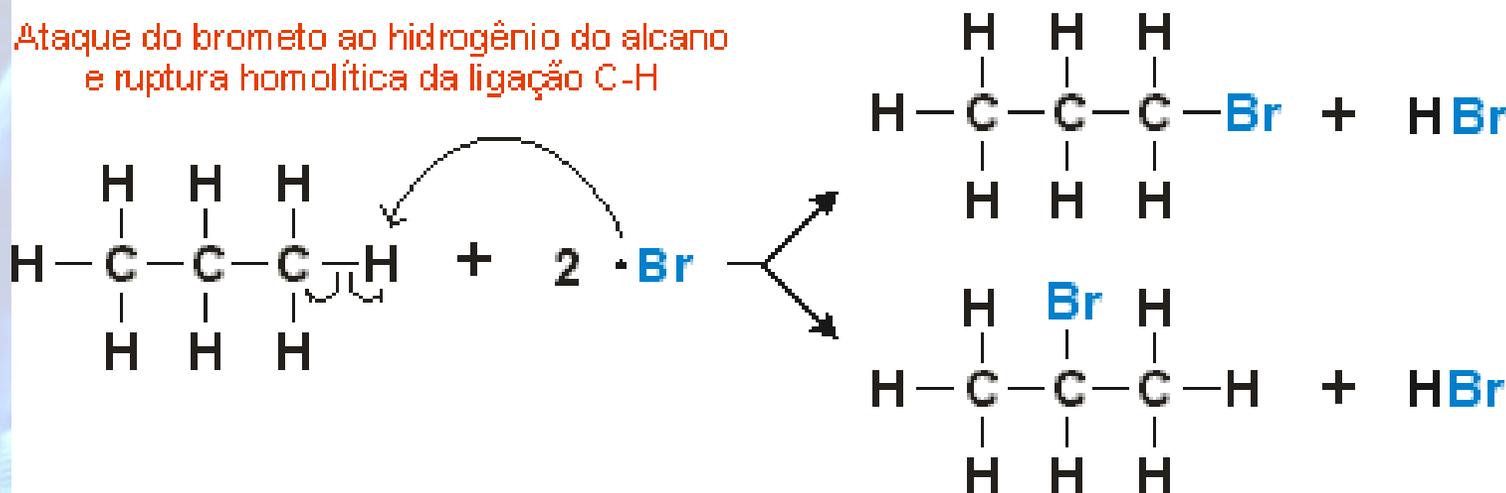
Numa reação de substituição por radical ocorrem 3 passos: por radical livre, a qual envolve uma sequência de 2 ou 3 passos

1. iniciação, é criado um radical livre.
2. terminação, o radical reage com outra espécie radical, parando a cadeia reacional.
- “3.” propagação, no caso de a reação não terminar, o radical continua a reagir, originando novos radicais, disponíveis para novas reações.

Ruptura homolítica do Br_2
e formação de bromo nascente



Ataque do brometo ao hidrogênio do alcano
e ruptura homolítica da ligação C-H



○ ataque pode ocorrer em hidrogênio α ou β . Isto irá depender da velocidade relativa de substituição dos hidrogênios



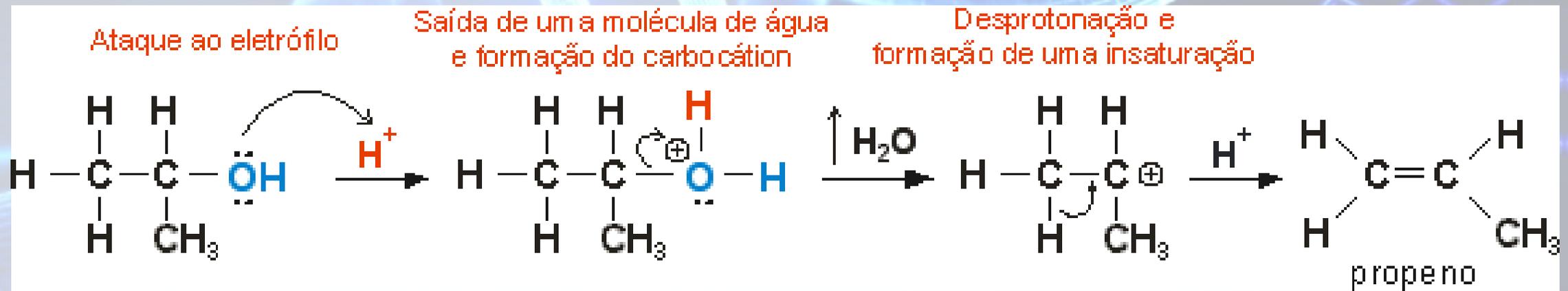
Eliminação

É o oposto de uma reação de adição. Dois substituintes são removidos de uma molécula. A reação pode dar-se num único passo (E2) ou em dois passos (E1).

Geralmente, nas reações de eliminação, o substrato tem dois de seus ligantes retirados, formando uma insaturação: $B-A-A-C \rightarrow A=A + B + C$

Eliminação E1 ou de primeira ordem

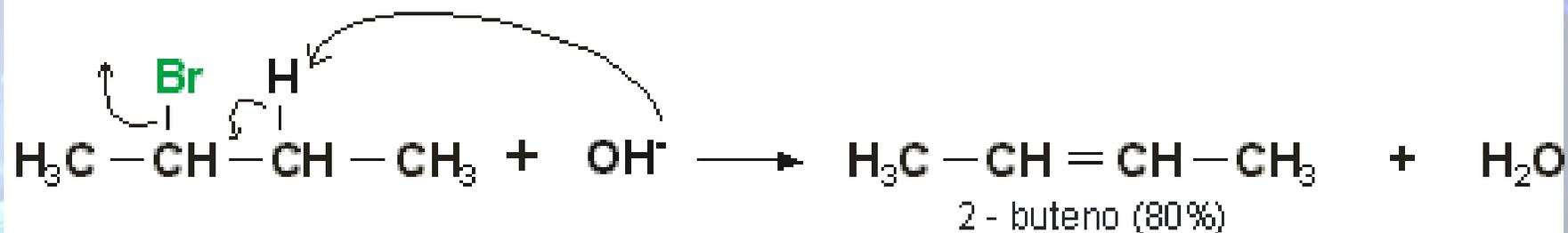
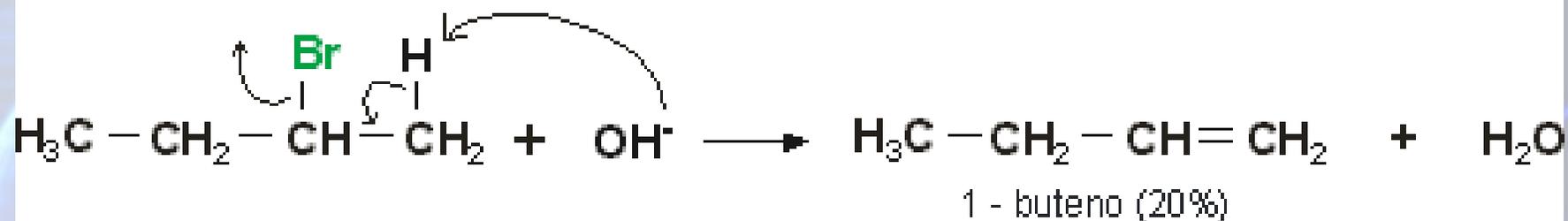
Forma-se um carbocatião na primeira etapa e a velocidade da reação só depende da concentração do substrato.



Eliminação E2 ou de segunda ordem

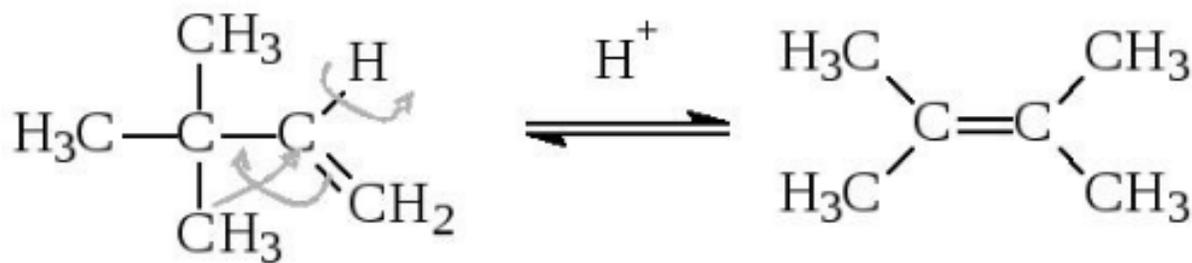
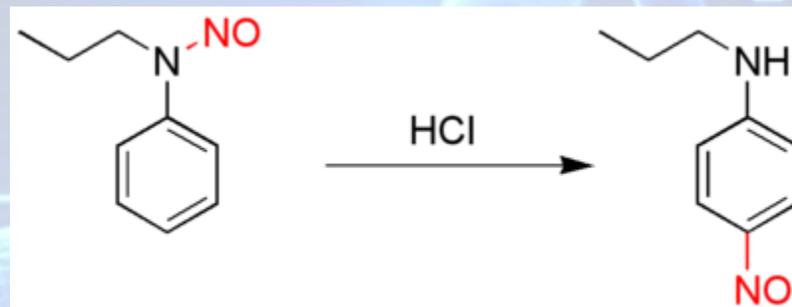
O mecanismo E2 tem certa semelhança com a reação SN2. Forma-se um estado intermediário na primeira etapa e a velocidade da reação depende da concentração de ambos os reagentes. Os fatores que favorecem esse mecanismo são os mesmos que favorecem SN2. Vejamos um exemplo:

Captura de um próton pelo nucleófilo (base)
e formação de uma insaturação



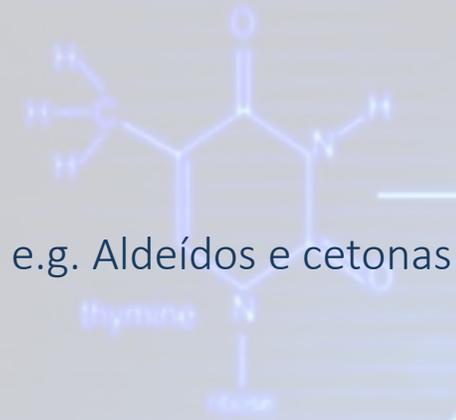
Rearranjo

Quando uma molécula orgânica sofre uma alteração, de modo a originar um seu isômero estrutural,

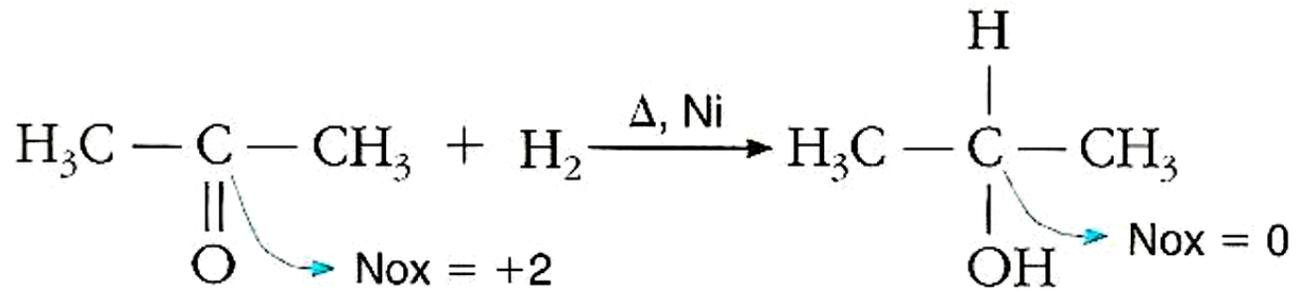
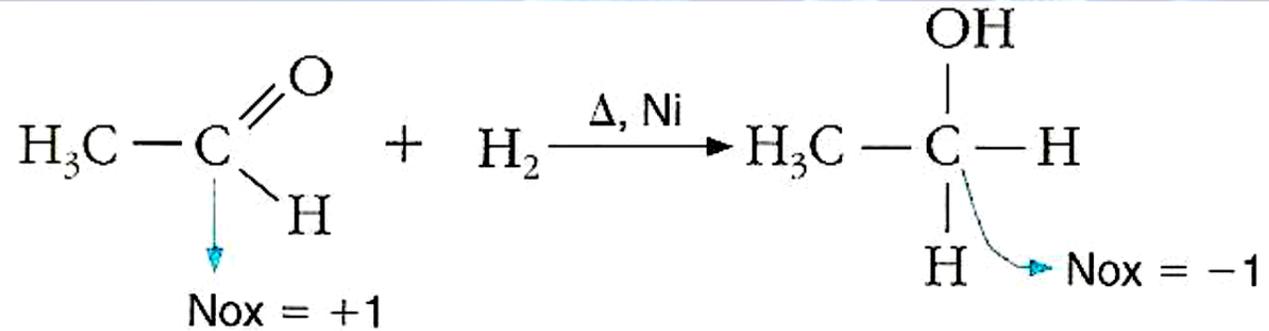


Redução

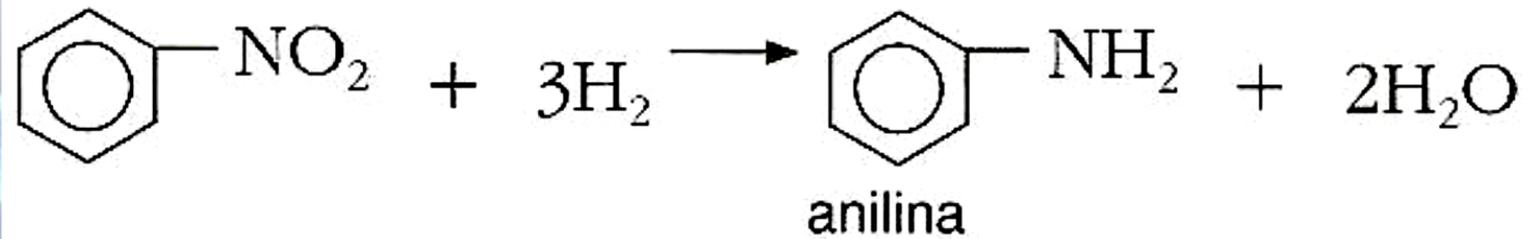
São reações que ocorrem com entrada de hidrogênio na molécula, com saída ou não de oxigênio



e.g. Aldeídos e cetonas



e.g. Nitrocompostos

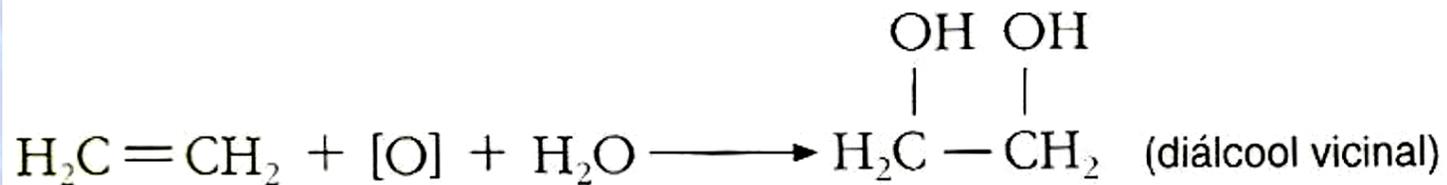
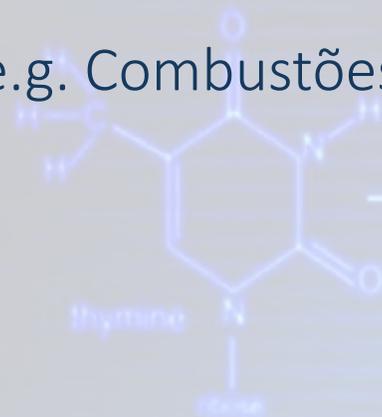


Oxidação

É toda a reação que ocorre entre um composto orgânico e o elemento químico oxigênio.



e.g. Combustões

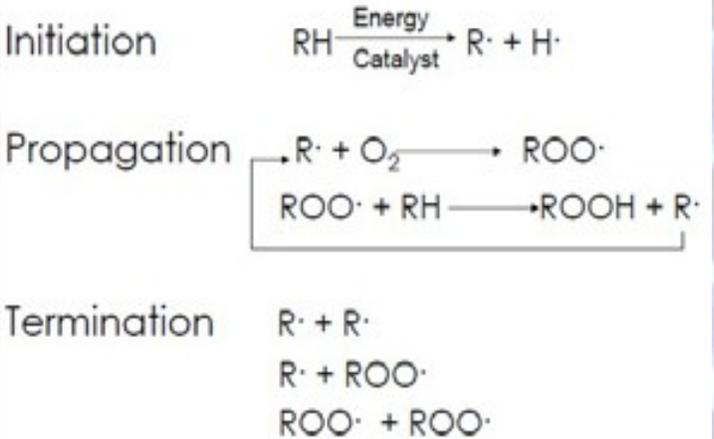


Nox = -2

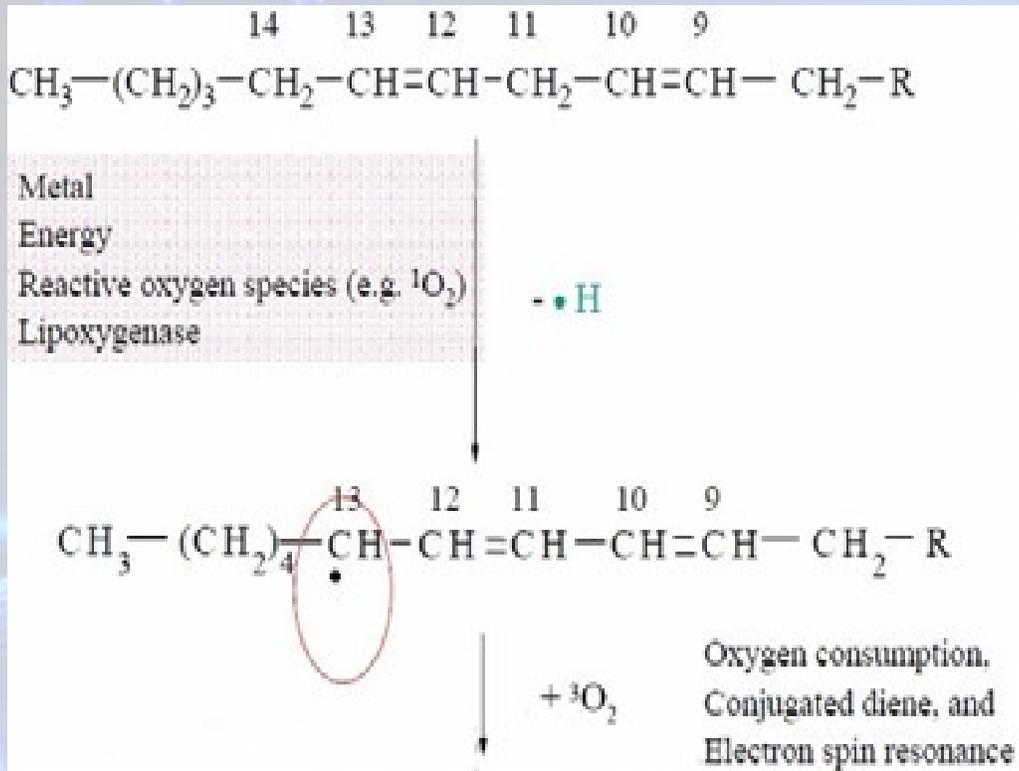
Nox = -1



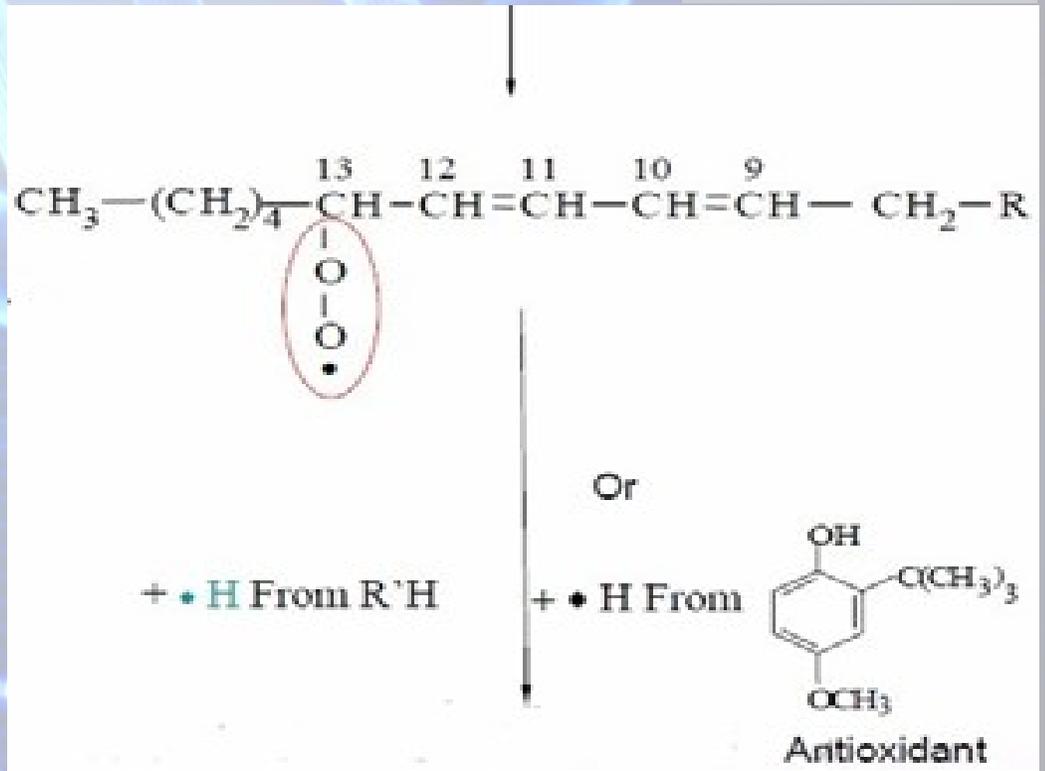
Auto oxidação dos lípidos



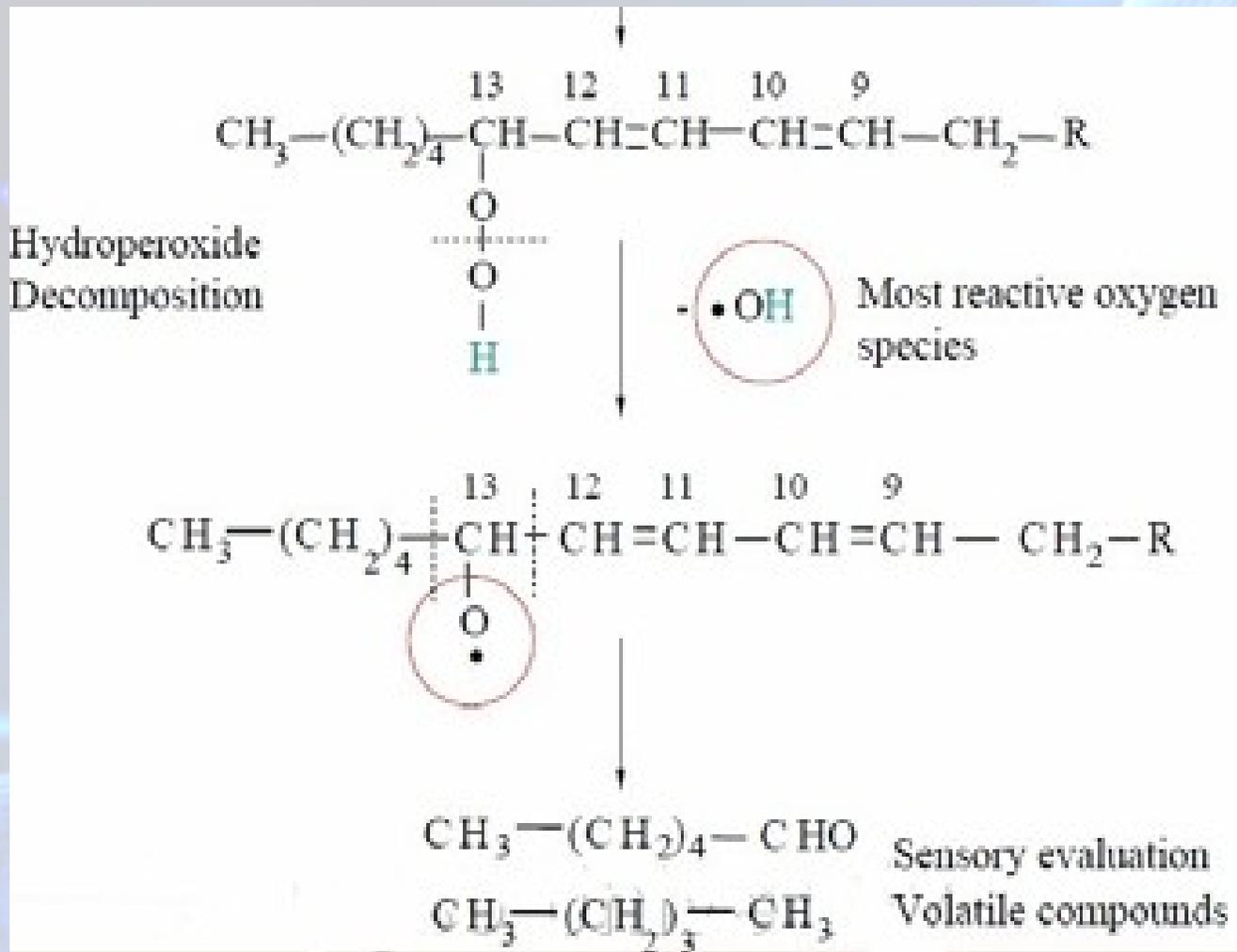
Iniciação



Propagação



Terminação

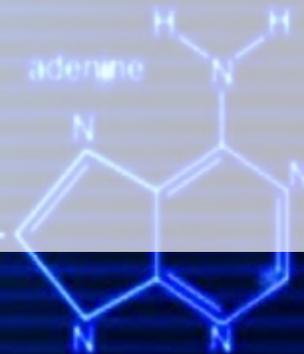
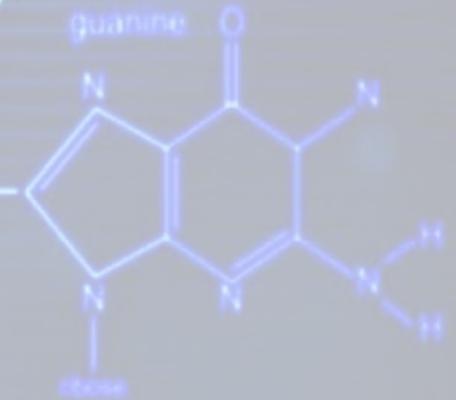
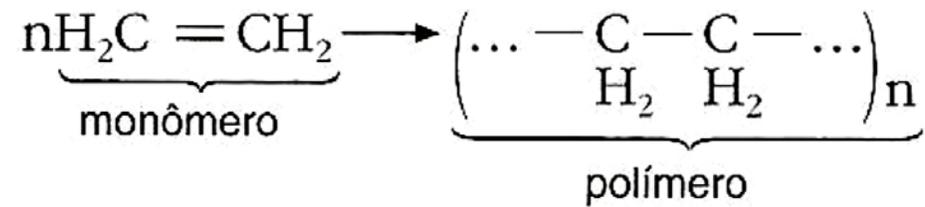
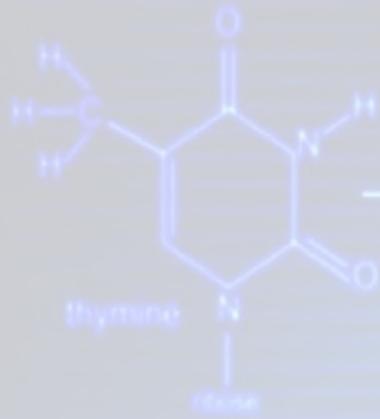


Decomposição do hidroperóxido



Polimerização

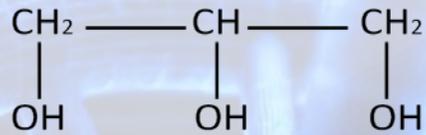
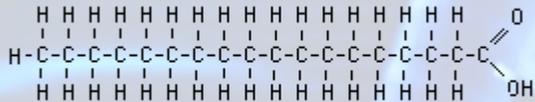
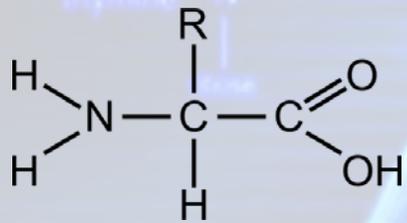
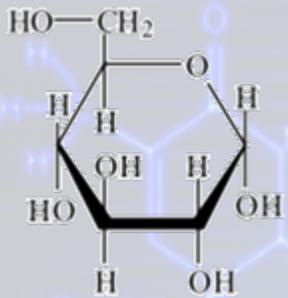
Reações em que duas ou mais moléculas se unem originando uma molécula múltipla



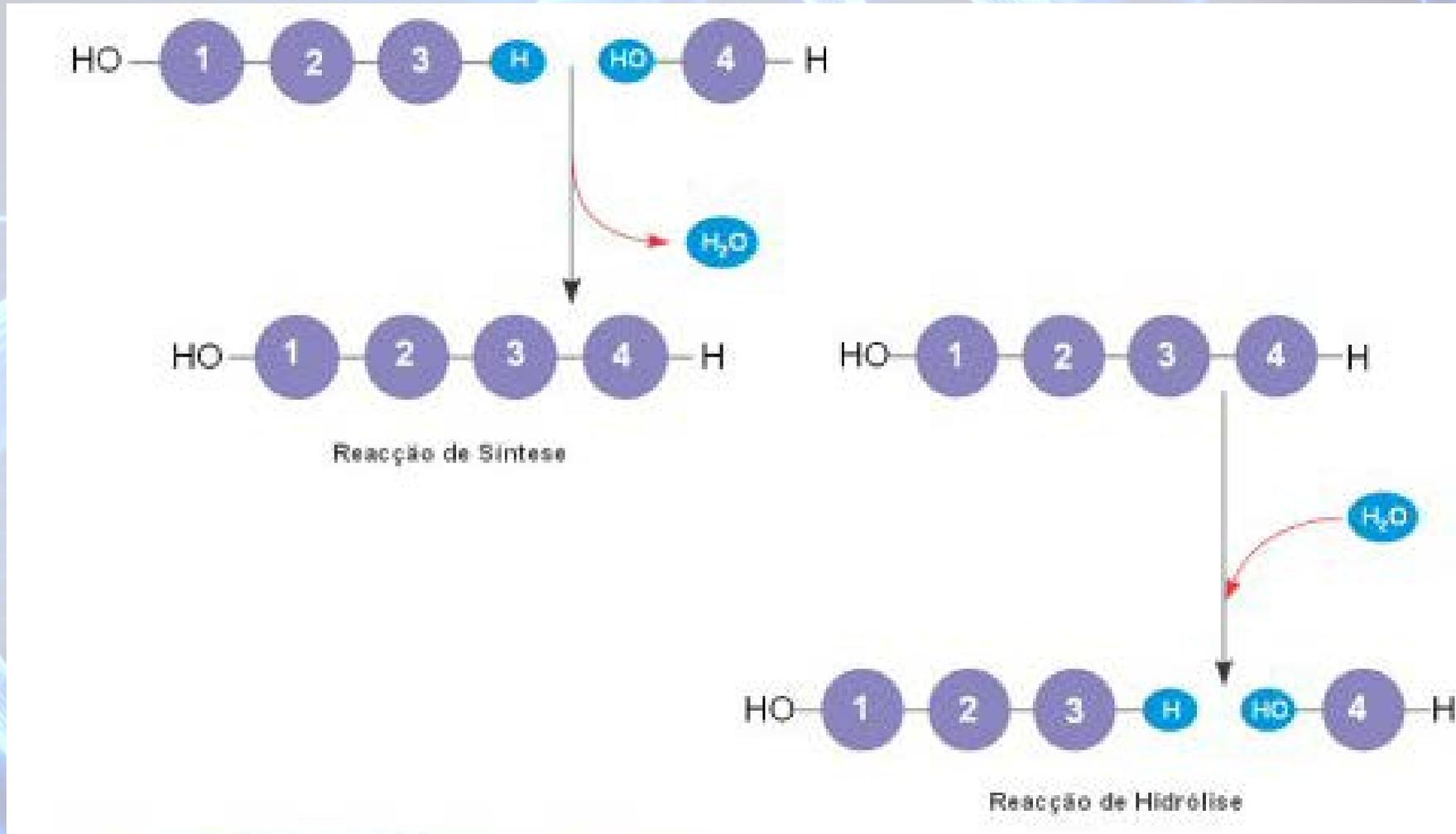
Síntese - Hidrólise

Reações de polimerização despolimerização entre monómeros das macromoléculas biológicas.

Monómeros



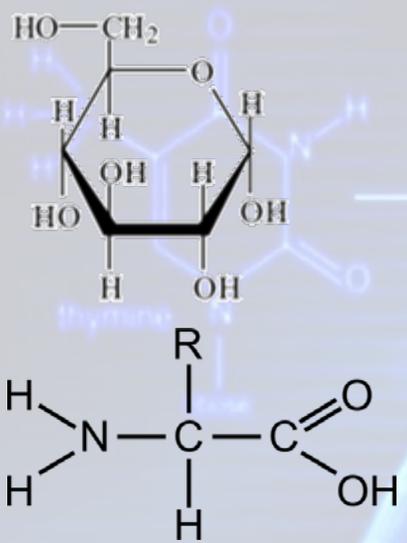
Glicerol



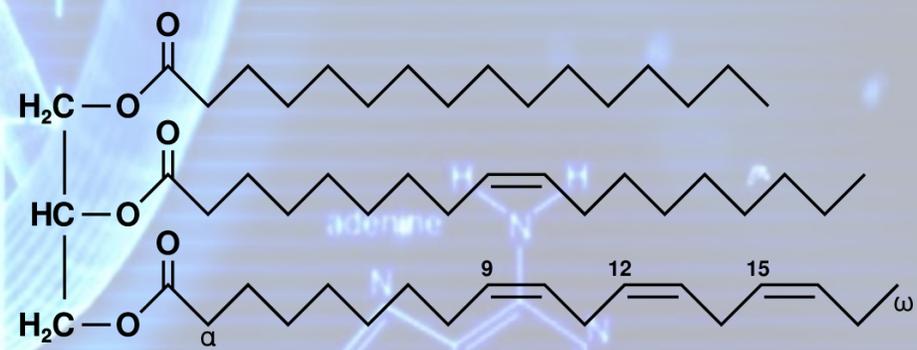
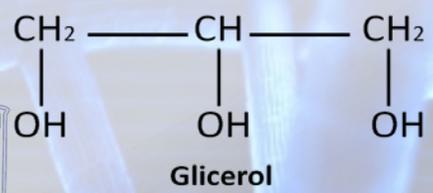
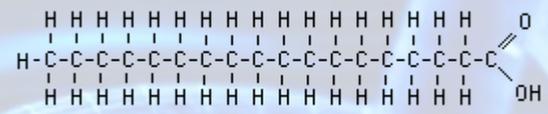
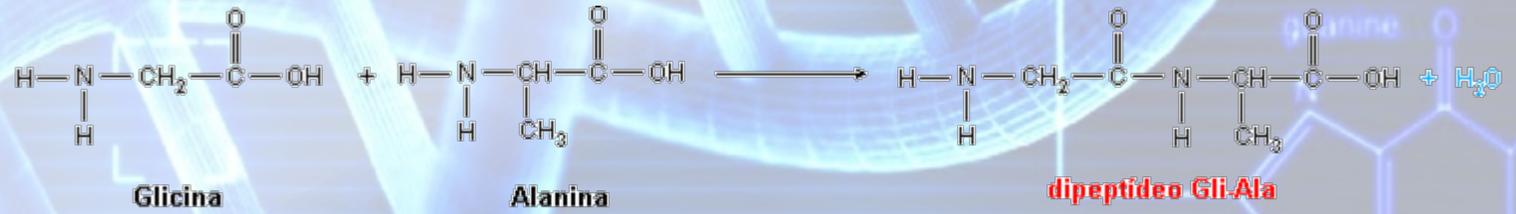
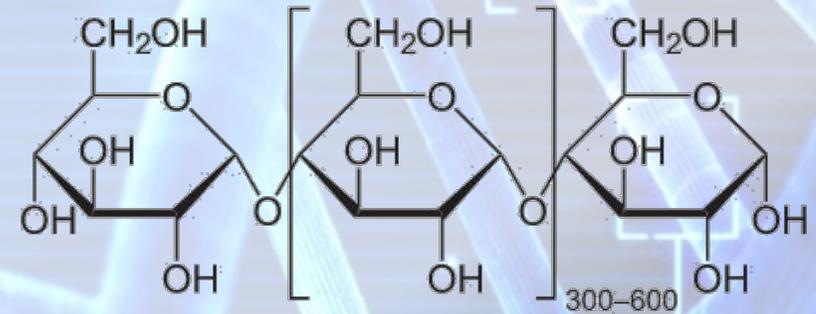
Síntese - Hidrólise

Reações de polimerização despolimerização entre monómeros das macromoléculas biológicas.

Monómeros



Polímeros

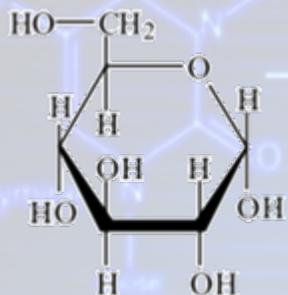


Reação Maillard

Reação que ocorre no processamento térmico dos alimentos (cozer, assar, grelhar, estufar, etc.) entre um aminoácido ou proteínas e hidratos de carbono, conferindo sabor, aroma e cor aos alimentos. O grupo carbonilo dos hidratos de carbono reage com o grupo amínico do aminoácido ou proteína, produzindo as melanoidinas.

Estas conferem uma diferente cor e sabor dependendo do alimento.

Açúcar

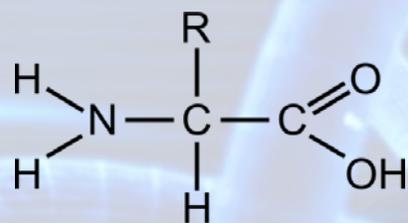


Sabor

Reação Maillard

100-160°C

Aroma



Cor
aparência tostada,
crocante

Aminoácido



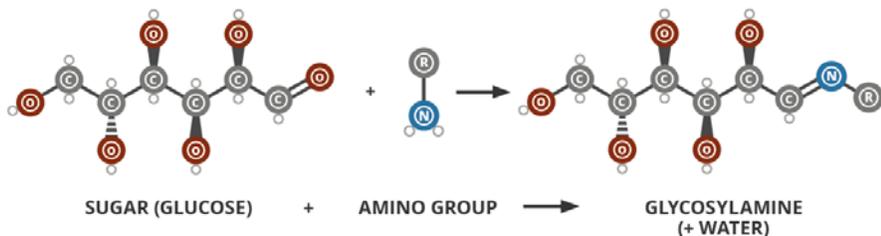


A GUIDE TO THE MAILLARD REACTION

The Maillard reaction occurs during cooking, and it is responsible for the non-enzymatic browning of foods when cooked. It actually consists of a number of reactions, and can occur at room temperature, but is optimal between 140-165°C. The Maillard reaction occurs in three stages, detailed here.

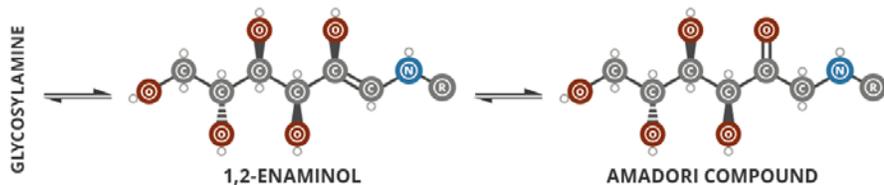
1

The carbonyl group on a sugar reacts with a protein or amino acid's amino group, producing an N-substituted glycosylamine.



2

The glycosylamine compound generated in the first step isomerises, by undergoing Amadori rearrangement, to give a ketosamine.



3

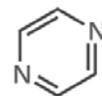
The ketosamine can react in a number of ways to produce a range of different products, which themselves can react further.



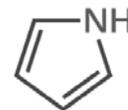
Classes of Maillard Reaction Products



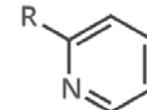
The Maillard reaction produces hundreds of products; a small subset of these contribute to flavour and aroma, some groups of which are described below. Melanoidins are also formed, brown, polymeric substances which contribute to the colouration of many cooked foods.



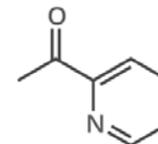
PYRAZINES
cooked
roasted
toasted



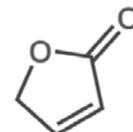
PYRROLES
cereal-like
nutty



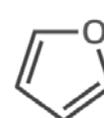
ALKYLPYRIDINES
bitter
burnt
astringent



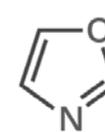
ACYLPYRIDINES
cracker-like
cereal



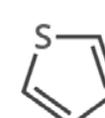
FURANONES
sweet
caramel
burnt



FURANS
meaty
burnt
caramel-like



OXAZOLES
green
nutty
sweet

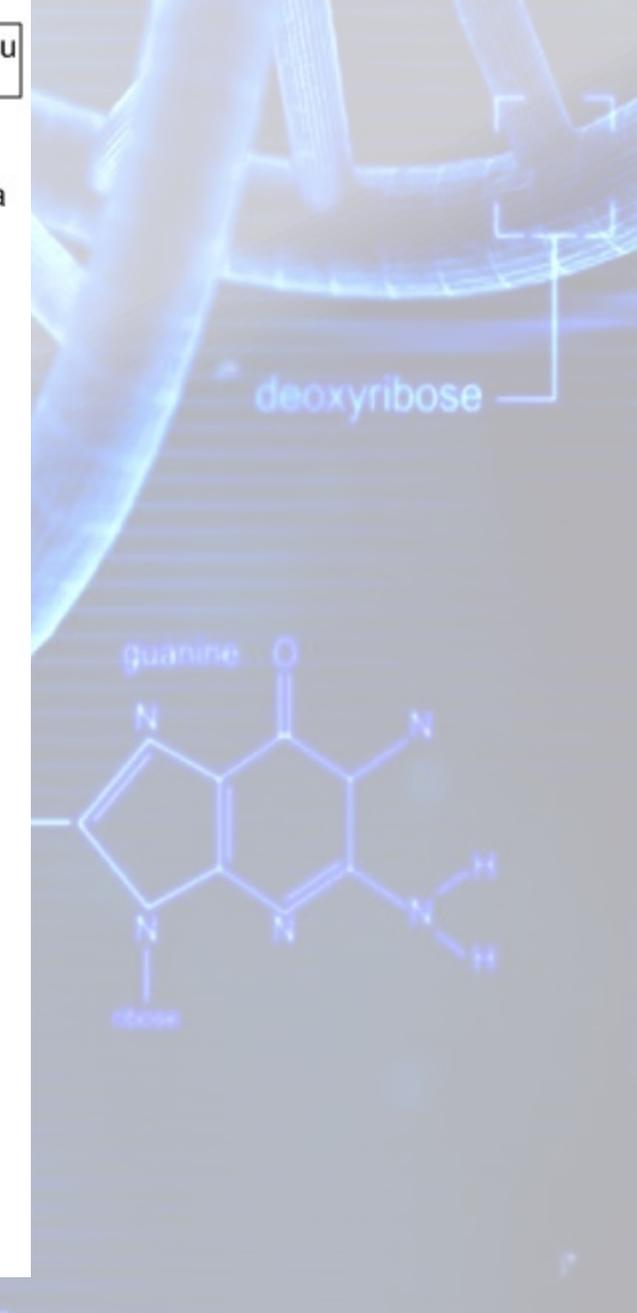
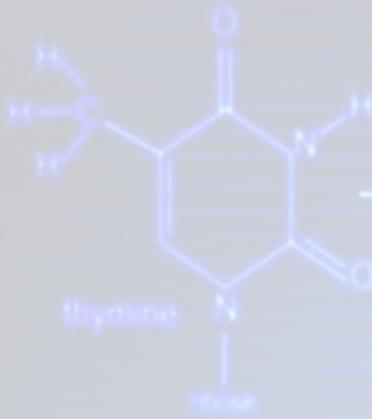
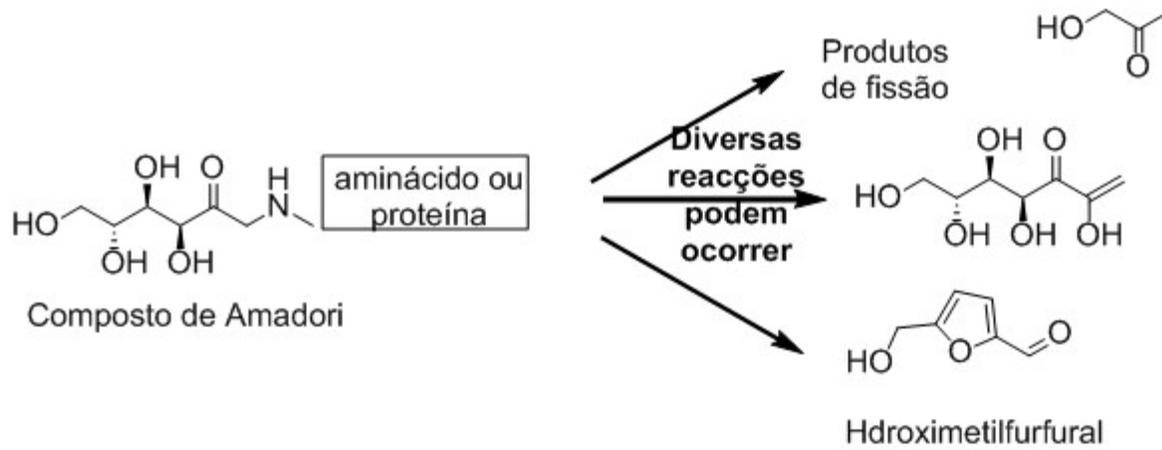
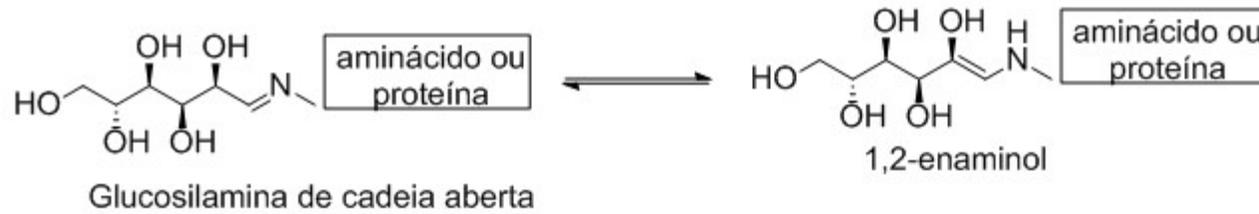
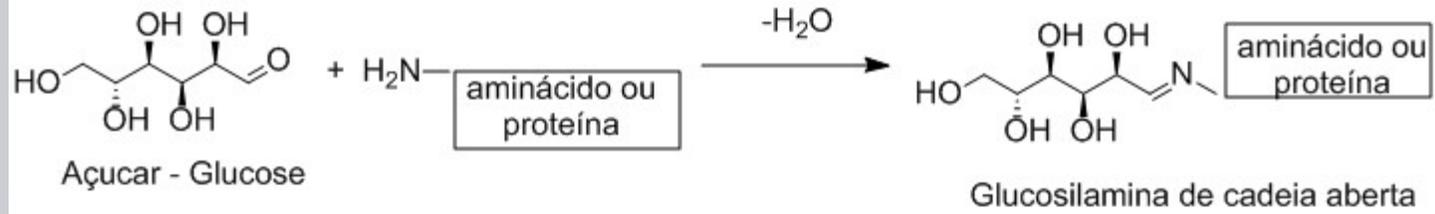


THIOPHENES
meaty
roasted

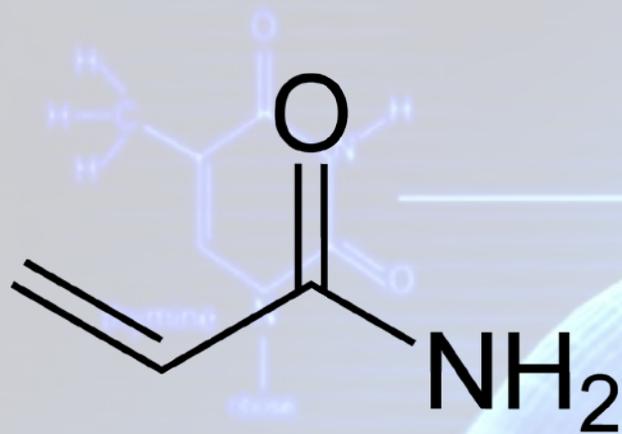


© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem
This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

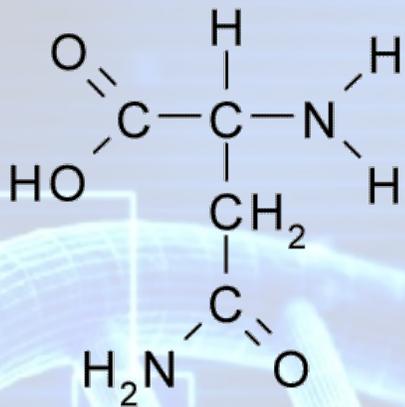




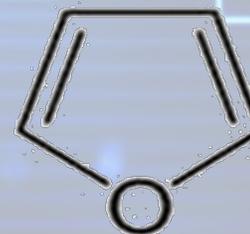
As reações Maillard podem produzir acrilamida e furanos (cancerígenos) em alimentos, particularmente a temperaturas muito elevadas e alimentos “queimados” (*vide* grelhados). A asparagina é o percurso da acrilamida



Acrilamida



Asparagina



Furano



Degradação microbiano dos alimentos

Ranço

Associado à degradação da gordura, ocorrendo em alimentos ricos em gordura, principalmente por microrganismos lipolíticos

Quebra dos triglicerídeos em ácidos gordos e glicerol

Putrefação

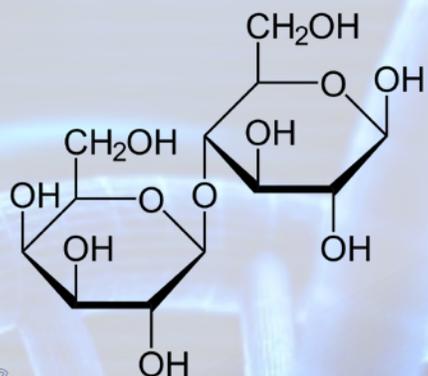
Ocorre em alimentos ricos em proteínas (e.g. carne e peixe), através de bactérias proteolíticas

Produção de proteínas putrescina, cadaverina, H_2S , NH_3

Acidificação (azedo) e coagulação

Ocorre no leite e em produtos lácteos líquidos, através de bactérias do ácido láctico

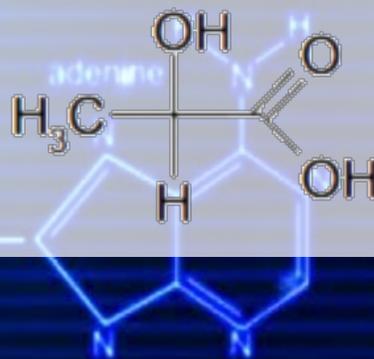
Conversão da lactose em ácido láctico e outros ácidos



Galactose

Lactose

Glicose



Ácido láctico

