

# MÓDULO PREPARATÓRIO PARA PROVA MAIORES DE 23 ANOS

## CIÊNCIAS BIOLÓGICAS APLICADAS - BIOLOGIA UNIDADE 4 PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E SUSTENTABILIDADE

Graça Pacheco de  
Carvalho

[gpcarvalho@esaelvas.pt](mailto:gpcarvalho@esaelvas.pt)

# CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

## **1. Microrganismos e indústria alimentar**

1.1 Fermentação e atividade enzimática

1.2 Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

# INTRODUÇÃO

- O último estado da **insegurança** alimentar no Relatório Mundial (FAO, FIDA e PAM 2013) indica que, embora mais progressos tenham sido feitos para reduzir a fome, mais de 840 milhões de pessoas ainda sofrem de fome crónica em 2011-2013 e não têm comida suficiente para uma vida ativa e saudável.
- A grande maioria das pessoas que passam **fome** vivem em áreas rurais nos países em desenvolvimento. Embora a situação de segurança alimentar global (conceitos) atual seja bastante crítica, o futuro também promete desafios muito sérios que podem exacerbá-la consideravelmente.
- A necessidade de alimentos deverá aumentar enquanto os sectores da agricultura, incluindo a silvicultura e a pesca, são conduzidos para produzir mais produtos não-alimentares, sobretudo em energia e alimentos para animais.
- Ao mesmo tempo, os recursos naturais necessários para a agricultura, como a terra disponível, água e solo fértil, são ameaçados por inúmeros fatores, incluindo degradação ambiental, alterações climáticas, urbanização e perda de biodiversidade. (FAO, 2014).

<http://www.fao.org/docrep/019/as351e/as351e.pdf>

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Há milhares de anos que o Homem recorre aos microorganismos para produzir e conservar os alimentos.

Atribui-se aos povos árabes a descoberta do **queijo** (por acaso colocaram leite dentro de um recipiente feito a partir do estomago de ovelhas). A primeira referência ao **vinho** data de há cerca de 3000 anos mas a sua produção também poderá ter ocorrido por acaso. O **pão** é um alimento muito importante e a sua produção deverá ter sido desenvolvida no Egito, com vestígios que remontam a 2600 a.C. Os Gregos por volta dos anos 400 a.C. começaram a produzi-lo a uma escala comercial. Os Romanos regulamentaram a venda de pão, mas foi apenas no século XVII que foram descobertas as leveduras, sendo Antonie van Leewenhoek , o primeiro a observá-las.

No século XIX, Pasteur comprovou experimentalmente que a fermentação resultava da ação de microorganismos, tendo percebido que muitos conseguiam viver na ausência de oxigénio, considerado até essa altura essencial à vida. Estas descobertas permitiram o desenvolvimento das tecnologias de fermentação modernas.



1 O leite (A) e o queijo (B) são produtos muito nutritivos produzidos a partir de animais domésticos (C).

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.1 FERMENTAÇÃO E ATIVIDADE ENZIMÁTICA

Embora os povos primitivos não conhecessem os princípios biológicos inerentes à produção ou conservação de muito dos seus alimentos foram capazes de aperfeiçoar certas técnicas de conservação. Este aperfeiçoamento permitiu a produção de novos alimentos e a conservação de outros, contribuindo de uma forma inegável para o sucesso evolutivo da nossa espécie.

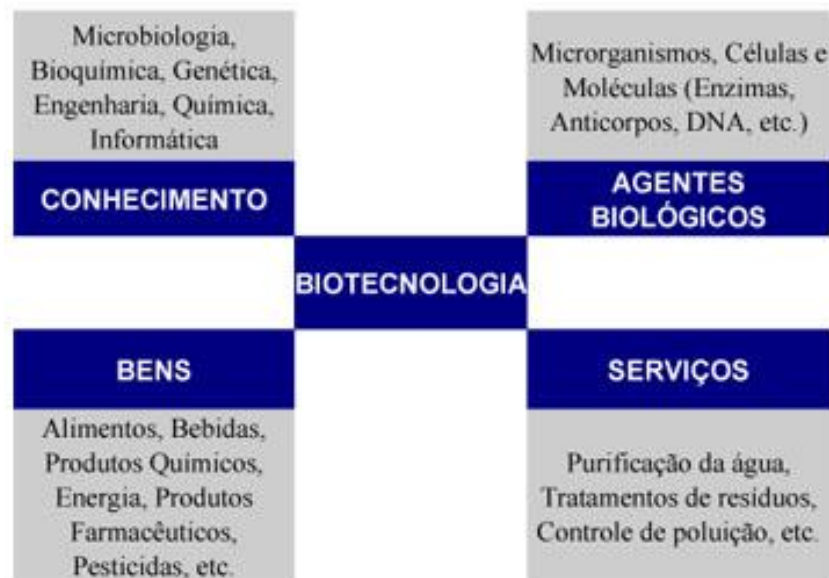
O cultivo de plantas e a domesticação de animais terão ocorrido há cerca de 11 000 anos, no Médio Oriente, e permitiram obter reservas alimentares em determinadas épocas. A sazonalidade no fornecimento (produção) de alimentos obrigou os nossos antepassados a conservar e procurar novas fontes alimentares.

**Como produzir maiores quantidades de alimentos, de forma a sustentar toda a população humana?**

A Biotecnologia atual procura otimizar as condições de fermentação microbiana, manipulando a atividade enzimática. O conhecimento da fisiologia microbiana permite diversificar e aumentar a produção de alimentos bem como as suas condições de conservação. Pretende-se igualmente melhorar a qualidade nutritiva dos alimentos, conferindo novos sabores e novas texturas. Fatos que são essenciais para a sustentabilidade de uma população humana crescente, que consome cada vez maiores quantidades de alimentos.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Ao longo dos milhares de anos de história, a nossa espécie aprendeu a controlar e a otimizar, por tentativa e erro, as condições de produção e conservação de alimentos. Na atualidade, a microbiologia industrial entrou na era da Biotecnologia. Os biólogos selecionam ou modificam geneticamente os microorganismos para o incremento da produção industrial ou produção de novas substâncias, muitas das quais podem ser utilizadas para conferirem novos sabores e texturas ou aumentarem o prazo de validade dos alimentos, atuando ao nível da sua conservação.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.1.1 Metabolismo microbiano

Muitos dos procedimentos de produção e conservação de alimentos dependem dos processos fermentativos dos microrganismos que só foram bioquimicamente compreendidos nos últimos 100 anos.

Todos os organismos vivos requerem energia para a sua sobrevivência, de modo a assegurar o metabolismo celular, permitindo o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução.

Os microrganismos necessitam de extrair energia dos compostos orgânicos e transferi-la para a molécula de ATP, por respiração aeróbia ou fermentação.

A Fermentação não necessita de oxigénio e permite formar duas moléculas de ATP por cada molécula de glicose, enquanto

A Respiração Aeróbia necessita de oxigénio e produz muito mais energia.

A **Fermentação** pode ser:

- **Alcoólica**
- **Lática**
- **Acética**



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

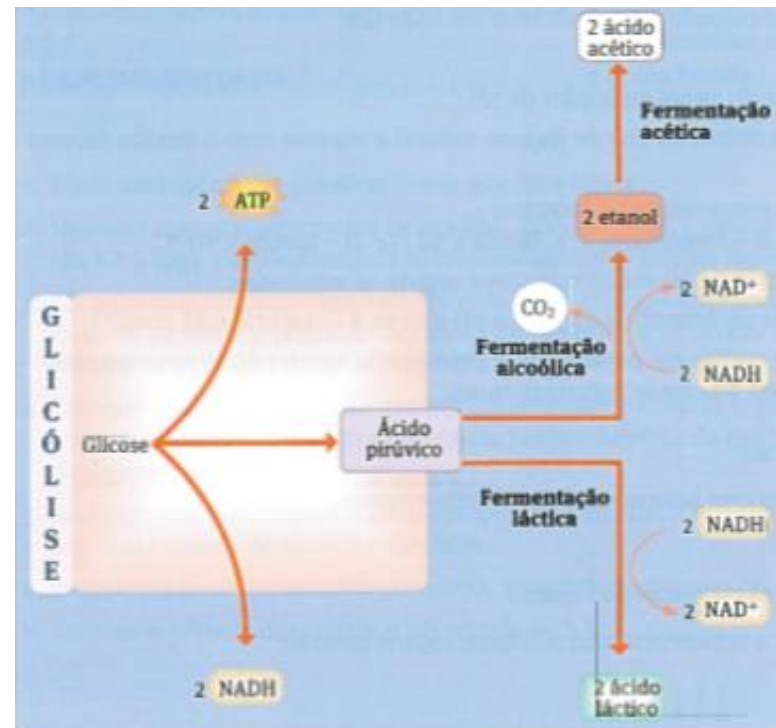
## Fermentação

Processo anaeróbico (sem oxigênio) em que ocorre a produção de ATP a partir de compostos orgânicos, numa série de reações de oxidação e redução e que não envolvem uma cadeia transportadora de elétrons.

**ALCOÓLICA** – Degradação do ácido pirúvico (piruvato), obtendo-se o etanol e o  $\text{CO}_2$  como produtos finais.


**LÁTICA** – Formação de ácido láctico como produto final da degradação do ácido pirúvico (piruvato).

**ACÉTICA** – Acontece após a formação do etanol (álcool) que é depois degradado em ácido acético. Do ponto de vista bioquímico pode não ser considerado um verdadeiro processo de fermentação uma vez que apenas há oxidação do etanol a ácido acético.





**Tabela I – Processos fermentativos implicados na produção de alimentos**

	Caracterização	Alimento		
Fermentação alcoólica	A glicose sofre degradação, formando piruvato. Este é reduzido a etanol e dióxido de carbono, que são produtos de excreção celulares.	Cerveja	O amido, presente nos grãos de cereais, como, por exemplo, a cevada, é degradado em glicose. Esta é fermentada por leveduras ( <i>Saccharomyces carlsbergensis</i> e <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ). Para além da fermentação, podem ocorrer outras reacções com influência no aroma e sabor da cerveja. O whisky é produzido por um processo semelhante, a partir do malte da cevada.	
		Vinho	O vinho resulta da fermentação do sumo das uvas pela acção das leveduras (principalmente <i>Saccharomyces carlsbergensis</i> e <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), em que a glicose e a frutose são transformadas em etanol e dióxido de carbono.	
		Pão	O amido dos cereais é degradado em glicose e a fermentação é realizada por leveduras ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) durante a incubação (algumas horas, a cerca de 27 °C). O CO <sub>2</sub> aumenta o volume e a porosidade da massa enquanto o etanol se evapora durante a cozedura.	
Fermentação láctica	A glicose é degradada a piruvato. Este é reduzido a ácido láctico, o que provoca uma diminuição do pH.	Iogurte	O leite é previamente aquecido para ficar livre de microrganismos, depois é arrefecido para uma temperatura de fermentação (de 40 °C a 43 °C), na qual as bactérias ( <i>Streptococcus thermophilus</i> e <i>Lactobacillus bulgaricus</i> ) fermentam a lactose em ácido láctico. Este ácido láctico torna o pH mais ácido (4,6 a 4,7), desnatura as proteínas e agrega as micelas da caseína num tipo de gel que confere a textura ao iogurte. O iogurte é de mais fácil digestão do que o leite, pois muitos dos seus compostos já se encontram parcialmente digeridos. O queijo é produzido por um processo semelhante.	
Fermentação acética	Após a formação do álcool (por fermentação alcoólica), este é degradado, por oxidação, formando ácido acético.	Vinagre	Foi um subproduto da fabricação do vinho e da cerveja durante séculos. A maçã e o vinho continuam a ser os ingredientes básicos mais populares, mas praticamente qualquer produto com fermentação alcoólica pode ser aproveitado para fabricar posteriormente o vinagre. Todos os vinagres possuem entre 4 e 14% de ácido acético. Para se produzir este produto, adicionam-se primeiro as leveduras, para ocorrer a fermentação alcoólica, e posteriormente bactérias, para ocorrer a fermentação acética ( <i>Acetobacter</i> ou <i>Glucono bacter</i> ).	

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

As leveduras têm enzimas que descarboxilam o piruvato, libertando  $\text{CO}_2$  e formando etanol (fermentação alcoólica).

Certos fungos e bactérias são capazes de realizar a fermentação láctica produzindo ácido láctico. Este ácido também é produzido nas células musculares humanas, quando sujeitas a intenso esforço físico e baixos níveis de oxigénio, obrigando as células a produzirem rapidamente energia.

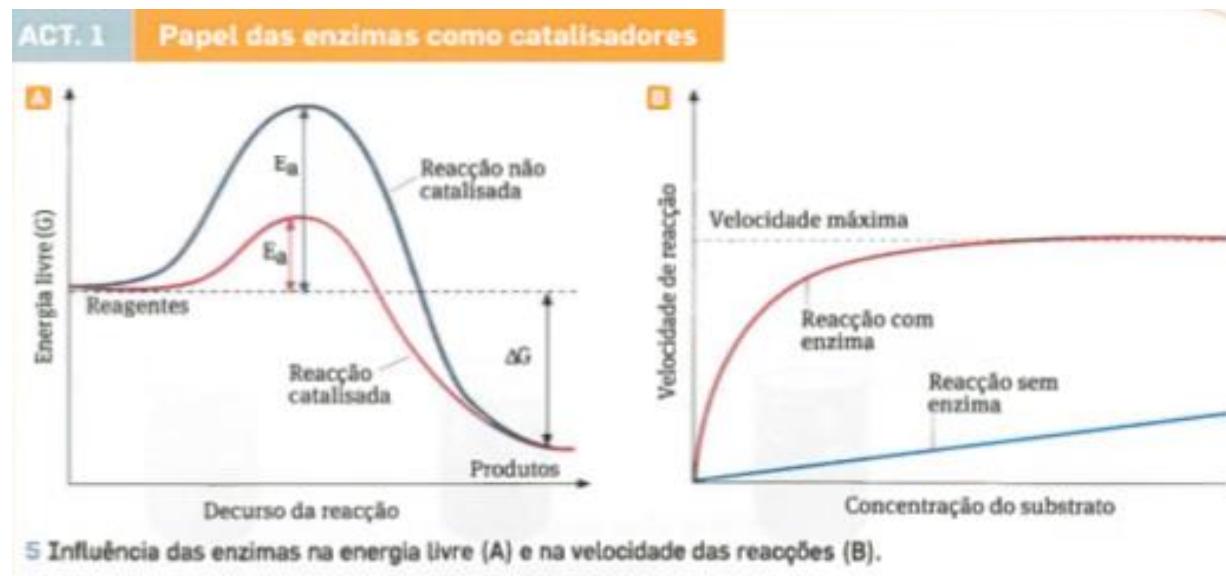
A nível doméstico e industrial são produzidos inúmeros alimentos com recurso aos processos fermentativos dos microrganismos, sem que muitas vezes tenhamos a perceção da sua existência nem da sua importância.

No laboratório, é possível estudar os processos fermentativos aplicados na produção de alimentos que consumimos diariamente como o pão e os iogurtes.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.1.2 As enzimas são biocatalizadores

Praticamente todas as reações ou processos celulares são mediados por proteínas catalisadoras, designadas enzimas. Na ausência de enzimas as reações são mais lentas pois dependem do choque aleatório dos reagentes. O papel do catalisador é aumentar a velocidade de reação sem a alterar.



Para ocorrer qualquer reação tem de ser fornecida uma energia inicial – energia de ativação. Esta energia aumenta a vibração dos reagentes, incrementando as colisões entre si, facilitando a ocorrência da reação. Este fornecimento de energia é essencial para que os reagentes se tornem instáveis, superem a barreira energética e reajam com a libertação final de energia em maiores quantidades do que aquela que foi fornecida.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.1.2 As enzimas são biocatalizadores

A quantidade de energia livre ( $\Delta G$ ) de uma reação determina se ela é espontânea ou não.

Uma reação que liberta energia – **reação exotérmica** - quer dizer que a energia dos produtos é menor que a dos reagentes que lhe deram origem, neste caso é uma reação que possui energia livre negativa;

Uma reação que consome energia – **reação endotérmica** – quer dizer que a reação não é espontânea, pois necessita de energia para ocorrer, o que quer dizer que a energia dos produtos é maior do que a dos reagentes que lhe deram origem, é uma reação que possui energia livre positiva.

Muitas das reações que libertam energia são lentas, e as células superam este facto usando catalisadores biológicos – **biocatalisadores** ou **enzimas** que aumentam a taxa de transformação dos reagentes em produtos. São a maioria das reações nos organismos vivos.

**Catalisador** – composto que aumenta a velocidade das reações, sem ser consumido durante o processo

**Biocatalisador** – catalisador de reações de natureza biológica usado pelas células.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.1.2 As enzimas são biocatalizadores

Em síntese, as enzimas são moléculas específicas que:

- aceleram a velocidade das reações, diminuindo a sua energia de ativação e facilitando a reação entre os reagentes;
- não afetam a energia que é libertada na reação mantendo o equilíbrio químico e a  $\Delta G$  de uma reação;
- Facilitam a transformação dos substratos em produtos.

**Enzima** – catalisador orgânico, geralmente proteico que acelera a velocidade de uma reação química.

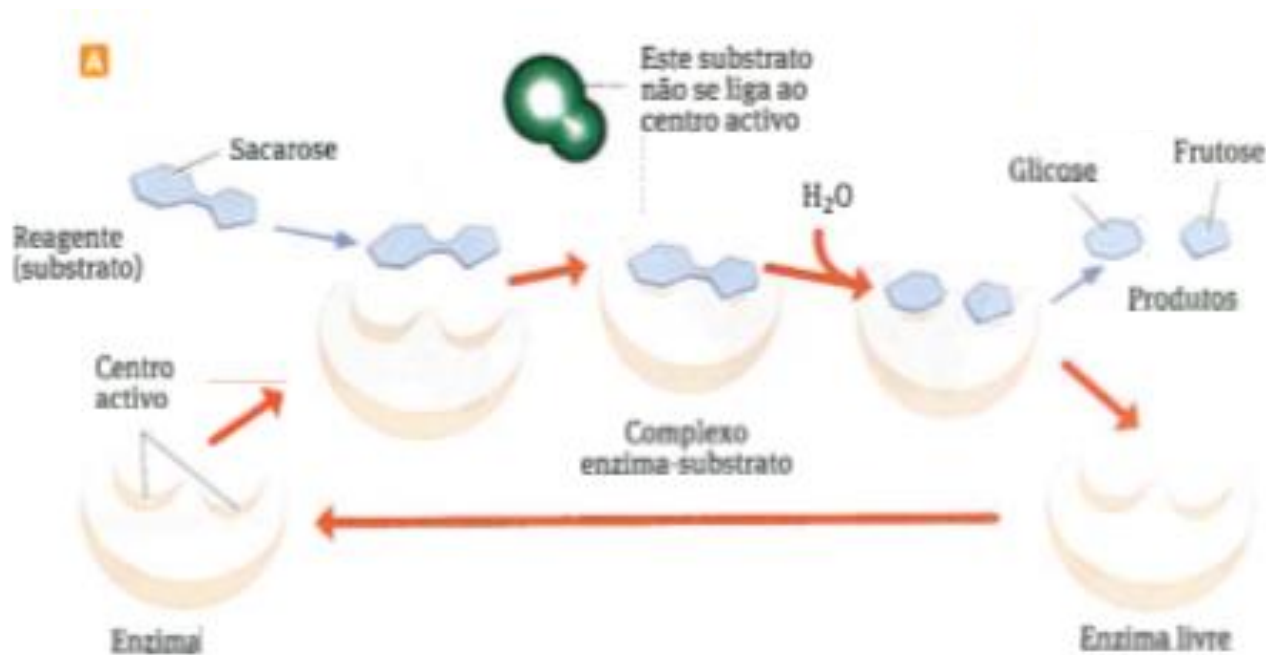
**Substrato** - substância sobre a qual uma enzima atua, correspondendo aos reagentes de uma reação catalisada.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

**Complexo enzima-substrato** – associação temporária entre a enzima e o substrato durante a ocorrência da reação que permite aumentar a instabilidade dos reagentes e diminuir a energia de ativação.

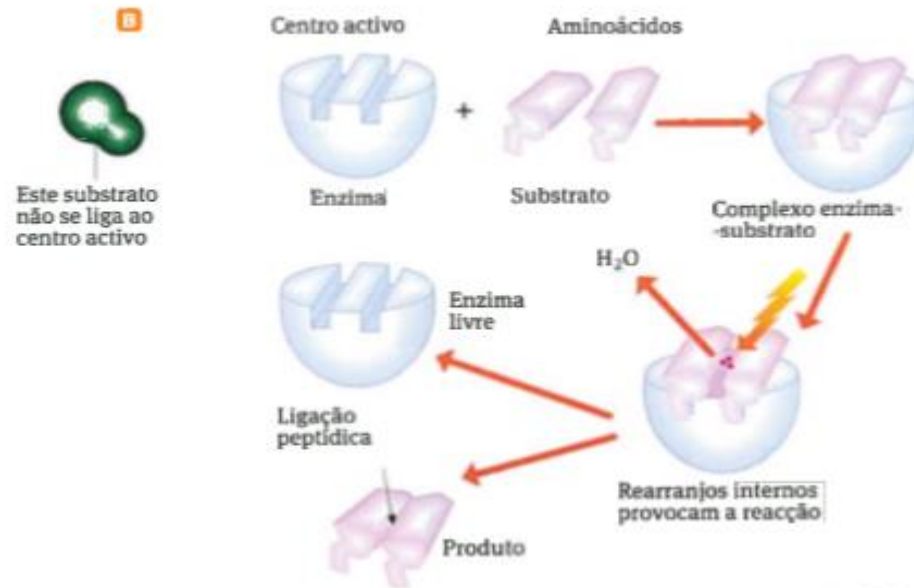
O complexo enzima-substrato caracteriza-se por ser instável e se formar durante frações de tempo muito reduzidas. Quando este complexo se desagrega são libertados os produtos e a molécula original de enzima fica livre, encontrando-se disponível para participar em mais reações.



A - As enzimas podem promover a quebra de ligações

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

**Centro Ativo** – região tridimensionalmente específica de uma enzima, geralmente perto da superfície, a qual se ligam os substratos, formando o complexo enzima-substrato, permitindo a catálise reativa.



B - As enzimas podem promover o estabelecimento de ligações podendo catalisar a reação nos dois sentidos, dependendo da concentração dos substratos e dos produtos.

As enzimas são altamente específicas. Esta especificidade é devida à forma do seu centro ativo, onde se liga o substrato de modo a formar o complexo enzima – substrato.



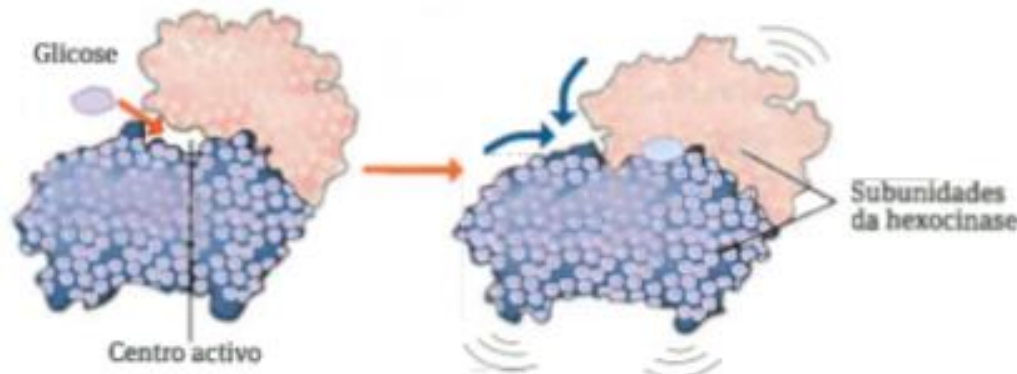
# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Todas as enzimas possuem um ou mais centros ativos, cuja estrutura tridimensional determina a especificidade para o substrato. É frequente reconhecer um número reduzido de substratos.

Os centros ativos são, em algumas enzimas, sulcos ou cavidades, mas a maioria encontra-se à superfície ou perto dela.

É o substrato que induz frequentemente a mudança de configuração da enzima, aumentando a sua atividade catalítica.

Modelo de encaixe induzido ou modelo de Koshland.



9 A glicose induz a modificação do centro ativo da enzima hexocinase, de modo a facilitar a interação.

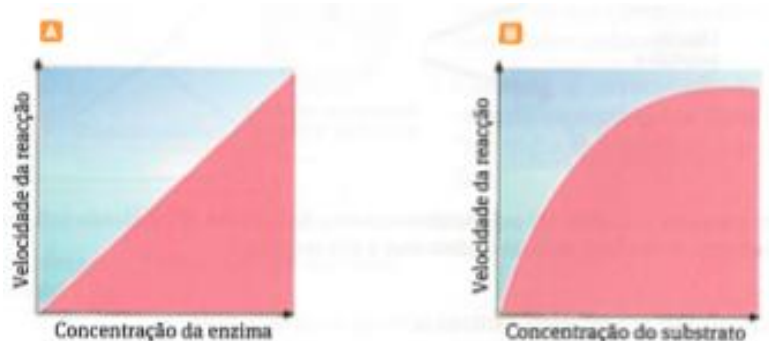
# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Quando uma enzima reconhece apenas um substrato, estamos perante uma **especificidade absoluta**. Por outro lado, quando possui afinidade para vários substratos, referimo-nos a uma **especificidade relativa**.

## 1.1.2.1. Controlo e regulação da atividade enzimática

Todos os fatores que afetam a estrutura das enzimas alteram a eficiência da sua atividade catalítica.

Se o pH e a temperatura forem mantidos constantes, a velocidade da reação será afetada pela concentração da enzima e do substrato. Se estivermos numa situação com excesso de substrato, a concentração da enzima funcionará como fator limitante, pois todos os centros ativos ficam ocupados com substrato e a velocidade da reação estabilizará (B). Se aumentarmos a concentração da enzima, a velocidade da reação aumentará de forma proporcional (A).

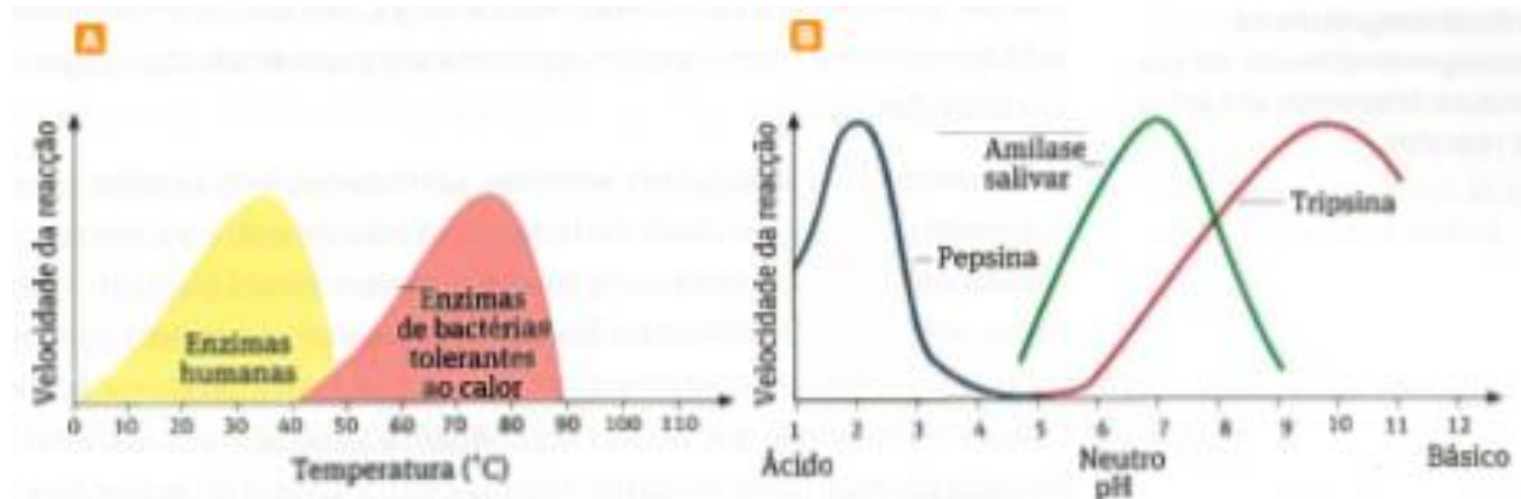


# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Cada enzima possui um intervalo de valores de pH e temperatura em que é ativa. Fora deste intervalo de atividade as enzimas sofrem modificações na sua estrutura, deixando de estar ativas – **inativação**.

As enzimas que se localizam no sistema digestivo permitem analisar a **influência do pH na sua atividade**. A amilase salivar, que atua na boca e no esôfago só está ativa em meios com pH neutro. Pelo contrário, a pepsina (enzima que degrada proteínas no estômago) apenas está ativa para valores de pH baixos. A tripsina, que degrada proteínas no intestino, necessita de condições de pH básico (**B**).

A maioria das enzimas que se encontram no organismo humano atua apenas para valores de pH entre 6 e 8.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

No que respeita à **temperatura**, a sua subida provoca, em geral, um aumento da taxa de transformação dos substratos em produtos. Nesta situação, as moléculas absorvem mais energia vibram com maior intensidade e ocorrem mais choques, aumentando a conversão dos reagentes em produtos.

Nas reações catalisadas por enzimas, verifica-se esta tendência, pois o aumento de temperatura incrementa a colisão entre as moléculas, facilitando a formação do complexo enzima-substrato. No entanto, acima de determinados valores de temperatura, ocorre a desnaturação das enzimas, provocando alterações irreversíveis na sua estrutura e impedindo que estas reconheçam e se liguem aos substratos. No caso do organismo humano, a temperatura ótima de atuação é de 37º C. O aumento da temperatura corporal até aos 41 a 42ºC provoca a desnaturação das proteínas **(A)**.

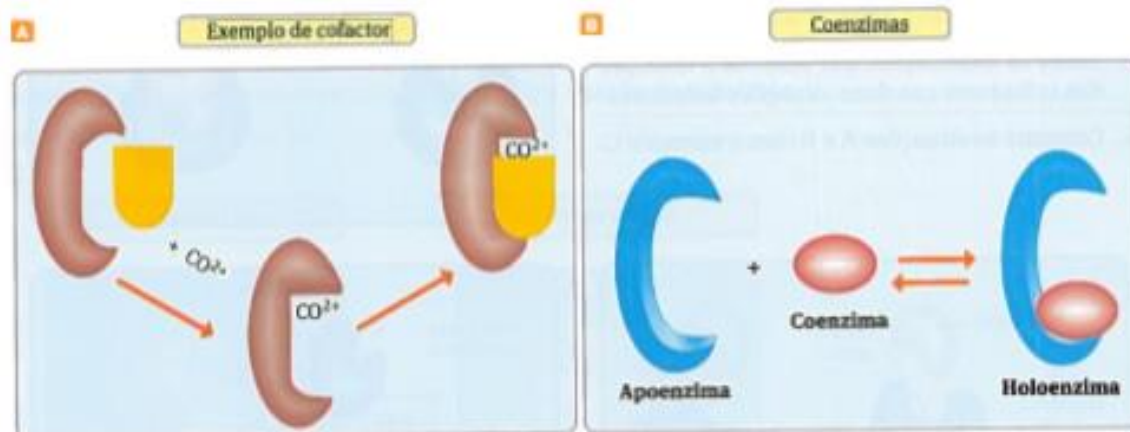
# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Muitas enzimas necessitam da presença de moléculas não proteicas para o seu funcionamento. Essas moléculas designam-se **cofatores** e podem ser moléculas orgânicas ou inorgânicas (ex:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$ )

Quando o composto é orgânico, designa-se por **coenzima**. Muitas vitaminas atuam como cofatores de enzimas vitais para o organismo. A componente proteica destas enzimas designa-se **apoenzima**. A proteína e o cofator não possuem atividade catalítica quando isolados. Quando a apoenzima se encontra combinada com o seu cofator, passa a designar-se **holoenzima**.

**Cofator** – componente não proteico. Apenas na sua presença a enzima se torna ativa.

**Coenzima** – composto orgânico que se liga temporariamente à enzima.



14 Exemplos de cofatores inorgânicos (A) e orgânicos – coenzimas (B).

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

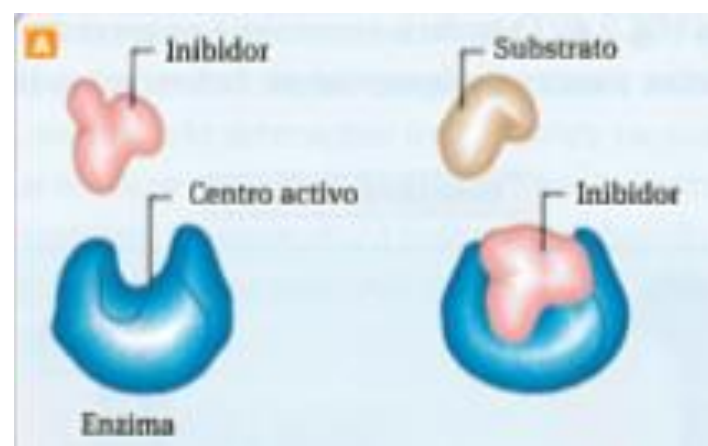
## **A célula é capaz de regular a atividade enzimática**

A regulação da atividade das enzimas é um aspeto essencial para as células, garantindo o controlo do seu metabolismo. Assim a célula pode controlar:

- A síntese de enzimas, regulando a transcrição e tradução dos genes que codificam para as enzimas de natureza proteica;
- As concentrações de substratos;
- A atividade das enzimas por diversos compostos e mecanismos de regulação complexos.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR



A atividade das enzimas pode ser **inibida ou induzida** por diversos compostos que se ligam à enzima e afetam a sua funcionalidade. Estes fatores podem ser:

**-indutores** – ligam-se à enzima e aumentam a sua atividade, promovendo mudanças no centro ativo que facilitam a ligação dos substratos;

**-inibidores** – diminuem a atividade da enzima, podendo ser naturais ou artificiais.

Os naturais são usados pelas células para regular o seu metabolismo enquanto os artificiais podem ser usados para combater doenças, para estudar laboratorialmente as enzimas ou ainda na indústria alimentar.

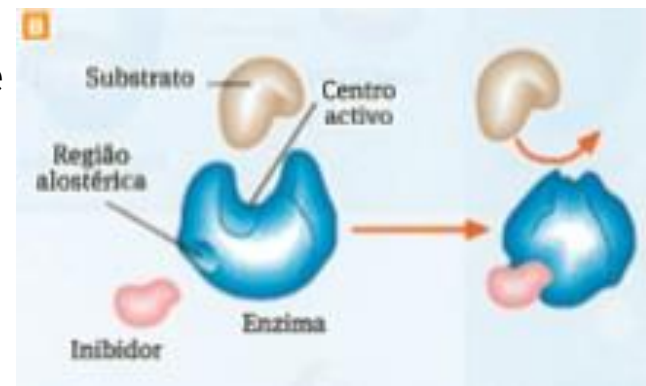
Alguns destes são **irreversíveis** – ligam-se de forma permanente impedindo as enzimas de se interligarem aos substratos.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Muitos dos inibidores ligam-se de uma forma reversível, resultando numa:

- **Inibição competitiva** – o inibidor possui semelhanças estruturais com o substrato, sendo capaz de ligar-se ao centro ativo e impedir a ligação ao substrato. Como muitas enzimas deixam de estar ativas, a velocidade da reação diminui. A atividade é retomada quando a concentração dos inibidores diminui drasticamente.
- **Inibição não competitiva** – nesta situação, o inibidor não se liga ao centro ativo da enzima, não competindo diretamente com o substrato. No entanto, ao ligar-se num local diferente do centro ativo da enzima, o **centro alostérico**, provoca modificações na estrutura deste, impossibilitando a ligação do substrato. A inibição não competitiva é um exemplo de **inibição alostérica**, em que ocorre regulação da atividade de uma enzima através da ligação de uma substância reguladora num local diferente do centro ativo. Esse local diferente que algumas enzimas possuem, para além do centro ativo, designa-se **região alostérica**, na qual se pode ligar um composto indutor ou inibidor. Estas **enzimas** designam-se **alostéricas**.

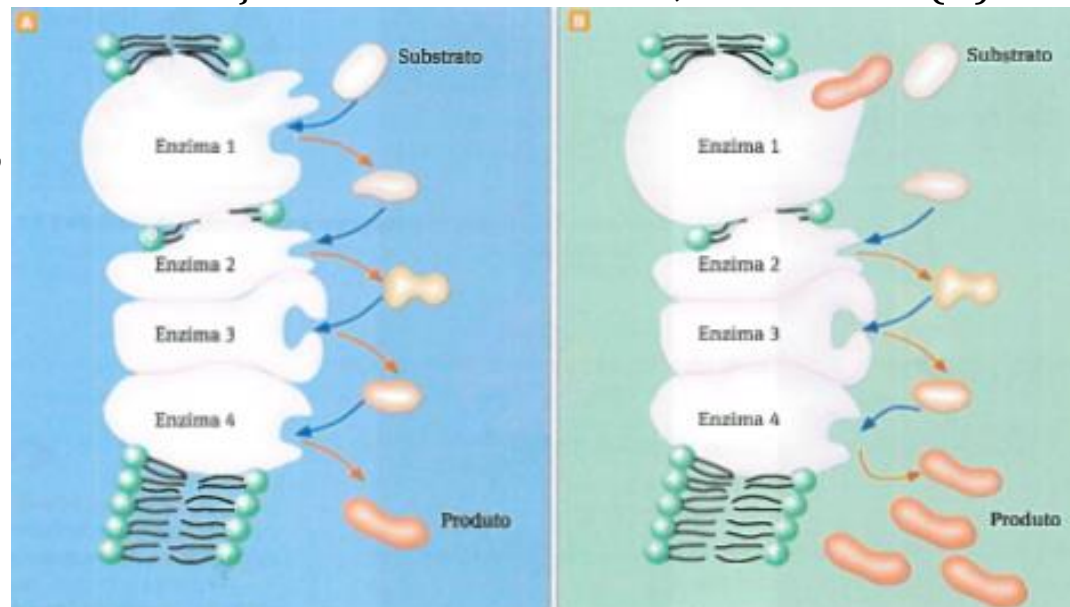


# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Uma das formas de controlar a atividade enzimática é enquadrar a enzima numa **via metabólica** em que várias enzimas funcionam em sequência. O produto de uma reação controlada por uma enzima funciona como substrato da reação seguinte. Nas células, muitos dos produtos intermédios e finais são removidos da via e convertidos noutros compostos químicos.

A sensibilidade das enzimas alostéricas à concentração de diversos compostos é fundamental na regulação das vias metabólicas. A enzima que se encontra no início da via metabólica pode ser sensível à concentração de um dos produtos finais. Quando estes estão em elevadas concentrações ligam-se à região alostérica da enzima e provocam alterações conformacionais, inibindo-a. (B)

A via metabólica é interrompida e deixam de ser produzidos os produtos finais, reduzindo a sua concentração. Quando os produtos finais são consumidos ( $>$  concentração), as moléculas ligadas à enzima libertam-se e esta adquire novamente propriedade catalítica. Este mecanismo são essenciais para a célula não produzir compostos em excesso e desnecessários, com elevados gastos de energia.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.2 Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos

Desde a Antiguidade que se produzem e conservam alimentos por processos fermentativos, salga, secagem e fumagem. A manipulação dos processos metabólicos dos microrganismos está na base da preservação dos alimentos

Na atualidade, a Biotecnologia tem desenvolvido diversas tecnologias que têm permitido:

- Produzir novos alimentos;
- Reduzir a perda de alimentos por contaminações (aprox. 40% dos alimentos produzidos atualmente são deteriorados por microrganismos). O aumento da produção cria a necessidade de armazenar os alimentos por longos períodos de tempo, enquanto aguardam o seu consumo, evitando a sazonalidade do seu fornecimento.;
- Reduzir a presença de compostos tóxicos causadores de intoxicações e que se podem encontrar presentes nos alimentos contaminados por agentes patogénicos;
- Melhorar os alimentos atuais, com novas fontes de nutrientes, sobres e texturas;
- Selecionar e produzir espécies com maiores rendimentos produtivos.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Tabela III – Processos tradicionais de conservação dos alimentos		
Processo	Características	Exemplos
Salga	Permite conservar muitos alimentos, destacando-se a carne e o peixe. Uma concentração de 20% de sal é capaz de inibir o crescimento da maioria das bactérias, existindo, todavia, algumas espécies capazes de resistirem e sobreviverem.	
Solução de açúcar	Destinado essencialmente à preservação de frutas, sob a forma de compotas, por exemplo. Actua de uma forma análoga ao sal, mas necessita de estar em maiores concentrações.	
Conserva em ácidos	A adição de ácidos, como o ácido acético (vinagre) ou o ácido cítrico, diminui o pH e limita a actividade das enzimas produzidas por bactérias e fungos para digerirem os tecidos. Permite a produção de pickles.	
Desidratação (secagem)	É um processo actualmente praticado para muitos alimentos, como peixes e carnes fumadas, pois evita o desenvolvimento de microrganismos.	
Fumagem	Para além de promover a desidratação, o fumo contém uma variedade de compostos, como o monóxido e o dióxido de carbono, que inibem o crescimento microbiano.	

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Os **tratamentos térmicos** constituem um dos métodos mais antigos e utilizados no quotidiano. Só no último século foi possível produzir frigoríficos, e assim obter temperaturas que inibem a atividade dos organismos, permitindo mesmo a **congelação** de alimentos por longos períodos de tempo – **crioconservação**.

O tempo de congelamento depende do tipo de alimento em questão mas muitos alimentos podem ser mantidos por mais de um ano a temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$ .

A conservação nos frigoríficos a  $4^{\circ}\text{C}$  (**refrigeração**) apenas mantém as propriedades dos alimentos por curtos períodos de tempo, pois existem organismos com capacidade de se reproduzirem entre os  $0$  e os  $7^{\circ}\text{C}$ .

Na congelação e na refrigeração interrompe-se o ciclo de vida dos microrganismos, sendo as enzimas inibidas pelas baixas temperaturas.

O tratamento pelo calor também constitui um método de conservação de alimentos.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

As temperaturas elevadas permitem destruir os microrganismos mas alteram o sabor e o valor nutritivo dos alimentos.

Na **esterilização** por calor, o alimento (exs: ervilhas, cogumelos, peixe) é sujeito a temperaturas superiores a 100º C durante determinados períodos de tempo para destruir os microrganismos. Pode ser posteriormente colocado em latas metálicas que também foram esterilizadas a temperaturas elevadas.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Na **pasteurização**, os alimentos são aquecidos a temperaturas suficientemente elevadas (60 a 80°C) durante alguns minutos para destruir a maioria dos microrganismos inativando certas enzimas, sem modificar significativamente o sabor e o seu valor nutritivo.





# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

A ultrapasteurização (UHT) permite uma esterilização mais eficiente pois a temperatura é elevada até aos 141º C durante 1 a 2 segundos, sendo rapidamente arrefecido para 4ºC. Permite destruir os microrganismos e os esporos (são formas de resistência de alguns deles ao calor), mantendo as propriedades do alimento. Se for embalado imediatamente em condições de assepsia, pode ser guardado à temperatura ambiente, com prazos de validade longos.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## Liofilização

Os alimentos também podem ser conservados por **desidratação**, com a extração de água o que torna o alimento muito mais leve, fácil de empacotar, de transportar e capaz de se conservar sem recurso ao frio. Os cereais são um bom exemplo de alimentos naturalmente desidratados com um longo período de validade uma vez que na maioria das vezes os microrganismos não os contaminam. A desidratação pode ser feita ao sol (secagem natural) ou recorrendo a desidratadores que retiram a água do alimento (secagem forçada), permitindo assim a sua utilização posterior (exs: leite em pó, ovo desidratado, soro em pó, etc.).

A **liofilização** dos alimentos é um outro processo de desidratação, mais complexo mas mais eficiente. Os alimentos são congelados rapidamente até aos  $-30^{\circ}\text{C}$  e colocados numa câmara de vácuo, onde ficam sujeitos à ação de calor. Esta provoca a evaporação da água do alimento, que está sob a forma congelada, e que é recolhida pelo ar seco que circula. O ar é posteriormente retirado pelo vácuo. Quase 98% da água é lentamente extraída, mantendo-se a forma, o aspeto e as propriedades do alimento. Este método é usado na conservação do café, do leite, e de alguns produtos cozinhados (normalmente pedaços de alimentos, pois este processo é mais eficiente em pequenas porções de alimento sólido)

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## Liofilização

1. Alimentos cozinhados ou frescos são rapidamente congelados e colocados numa câmara de vácuo.



2. Remoção de 98% da humidade que se evapora a partir do gelo.



Câmara de vácuo



4. Quando a água é repostada, a comida adquire o seu sabor fresco, o seu aroma, a sua textura e a sua aparência original.



3. Os alimentos são embalados e protegidos do oxigénio e da humidade.



Liofilizador

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## A irradiação

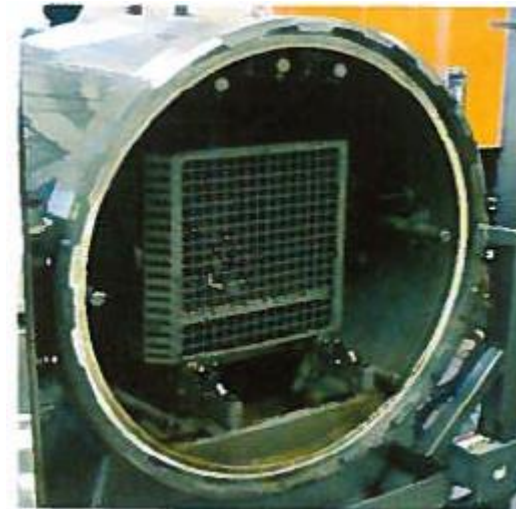
A irradiação dos alimentos é outro processo de tratamento dos alimentos para com o objetivo da sua conservação, e permite aumentar o prazo de validade.

Os alimentos são bombardeados por radiação, composta por ondas e partículas, em câmara muito específicas e de alta complexidade. (foto). A radiação provoca mutações no DNA dos microrganismos contaminantes e a desnaturação das suas proteínas, sem modificar as propriedades dos alimentos (não se tornam radioativos, por exemplo). As doses aplicadas dependem do tipo de microrganismo que se pretende destruir, do alimento alvo e das doses permitidas legalmente.



Cebolas após 6 meses (não irradiadas e irradiadas)

<http://www.cena.usp.br/irradiacao/irradiacaoalimentos.htm>



Câmara de irradiação

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Os **aditivos alimentares** têm vindo a ser cada vez mais utilizados nos últimos anos e podem ser definidos como compostos adicionados intencionalmente aos alimentos e que alteram as suas características, como o sabor, a cor, a preservação e o aspeto. A adição de aditivos visa:

- Alterar a textura ou consistência dos alimentos, com a adição de emulsionantes ou estabilizantes;
- Intensificar o sabor e o aroma pela adição de intensificadores de sabor ou aromatizantes e acidulantes por exemplo;
- Intensificar ou alterar a cor pela adição de corantes;
- Impedir ou retardar a oxidação das gorduras pela adição de antioxidantes;
- Impedir ou retardar a ação de microrganismos pela adição de conservantes;
- Outros.

Os aditivos utilizados na produção de um determinado alimento devem ser obrigatoriamente discriminados na sua embalagem e incluídos na lista de ingredientes utilizados na sua elaboração.

Os aditivos utilizados pela indústria devem forçosamente ter sido objeto de aprovação prévia e fazer parte de uma lista dita *positiva*. Todos os aditivos eventualmente utilizados e não incluídos nessa lista são ilegais e o seu uso é portanto Proibido.



# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Aquando do embalamento, também podem ser produzidas **atmosferas modificadas** no interior da embalagem, destacando-se a criação de vácuo e o embalamento a baixa pressão. Os microrganismos deixam de dispor de gases para o seu metabolismo e não sobrevivem. Podem ser criadas atmosferas sem oxigénio ou então elevadas concentrações deste gás, que se torna tóxico (permite manter o aspecto vermelho da maioria das carnes). São frequentemente utilizadas combinações de dióxido de carbono, azoto e oxigénio.

Os processos de conservação de alimentos apresentados também encerram algumas desvantagens, tais como a perda de nutrientes e alterações de sabor e textura.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

Salientamos também algumas normas de higiene e segurança na manipulação e consumo de alimentos, nomeadamente:

- lavar muito bem os alimentos;
- expor os alimentos com protecções adequadas (ex.: montras com vidros que impeçam o acesso dos insectos aos alimentos);
- respeitar os locais adequados para armazenar cada tipo de alimentos, como, por exemplo, nos compartimentos do frigorífico, que estão ordenados tendo em conta as diferenças de temperatura;
- não descongelar e voltar a congelar os alimentos.





# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.2.1 Uso de enzimas na indústria alimentar

Embora algumas técnicas utilizem microrganismos, outras dependem apenas da presença de enzimas que, pela sua actividade catalítica, podem direccionar e aumentar a velocidade das reacções.

Estão a ser desenvolvidas enzimas que modificam os hidratos de carbono, tornando-os não digeríveis por microrganismos, impedindo que ocorra a sua degradação na boca e a consequente deterioração dos dentes.

Enzimas como as amilases e as proteases estão a ser adicionadas à alimentação animal como suplemento às suas próprias enzimas, pois muitos animais alimentam-se de matéria vegetal que contém compostos de difícil digestão. Este suplemento alimentar permite aos animais aproveitar de uma forma mais eficaz os alimentos que ingerem.



**23** Exploração pecuária.

As enzimas, comparativamente aos catalisadores químicos, funcionam a temperaturas e pressões inferiores, e são mais específicas na catálise das reacções, não necessitando de cofatores tóxicos.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## 1.2.1 Uso de enzimas na indústria alimentar

Outra vantagem do uso de enzimas é tornar a produção de alimentos ambientalmente menos agressiva. No entanto, ainda há muito para investigar, nomeadamente, ao nível do estudo do metabolismo e das condições de crescimento e reprodução microbianas, permitindo que esta tecnologia se torne menos dispendiosa e capaz de competir economicamente com os equivalentes químicos.

A indústria alimentar recorre a enzimas como as hidrolases (proteases, amilases, lipases e celulasas) com novas utilizações nas áreas do ambiente, alimentação, agricultura e têxtil.

Cerca de 60% das enzimas são produto da Biotecnologia moderna. A produção de grandes quantidades de enzimas, frequentemente por microrganismos modificados geneticamente, permite utilizá-las em grande escala na produção de alimentos. Reduz-se os impactes ao nível do ambiente pois permite otimizar o aproveitamento de nutrientes por parte dos animais, diminuindo os gastos com ração.

# 1. MICRORGANISMOS E INDÚSTRIA ALIMENTAR

## Resumindo

As enzimas apresentam uma elevada importância biológica, uma vez que funcionam como biocatalisadores, aumentando significativamente a velocidade da reacção química e diminuindo a energia de activação.

---

O pH, a temperatura e a concentração do substrato são factores que afectam a actividade enzimática.

---

A enzima liga-se ao substrato ao nível do centro activo, formando o complexo enzima-substrato, com uma especificidade relativa ou absoluta.

---

Uma célula pode regular a actividade das suas enzimas, controlando a quantidade total de enzima produzida, pela regulação das condições metabólicas que influenciam a estrutura da enzima, nomeadamente, a ligação de indutores ou repressores.

---

As enzimas estão muitas vezes organizadas em vias metabólicas, em que o produto final controla a actividade da enzima no início da via metabólica.

---

Para evitar a degradação dos alimentos e a proliferação dos organismos, existem diversos métodos de conservação de alimentos (pasteurização, crioconservação, irradiação, liofilização, aditivos, ...) que desnaturam ou inibem as enzimas dos microrganismos, evitam a sua multiplicação e provocam a desidratação do alimento, tornando-o inóspito ao desenvolvimento de microrganismos.

---

A Biotecnologia, através de diversas técnicas, desempenha um papel importante na produção, melhoramento e conservação de alimentos.

---

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS APLICADAS  
- BIOLOGIA  
UNIDADE 4  
PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E  
SUSTENTABILIDADE

*Obrigada pela vossa atenção!*

**FIM**