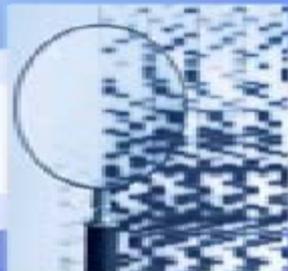


Produção de Alimentos e Sustentabilidade



13/02/05



A.C.



Microbiologia e indústria alimentar

Os **microrganismos** são essenciais na **produção de alimentos**.



Vinho



Queijo



Cerveja



Pão



Vinagre



Iogurte

Louis Pasteur

Louis Pasteur (1822-1895)

Primeiro **cientista** a defender e comprovar a existência de microrganismos na produção de alimentos sujeitos a fermentação.

iniciou estudos sobre o processo que mais tarde levaria seu nome -
pasteurização

efectuou o primeiro tratamento contra **a raiva** humana

fundou do ***Instituto Pasteur***,
devotado ao estudo e investigação
microbiológica.



Áreas de intervenção

Com o desenvolvimento da **Biologia molecular** e da **Biotecnologia**, surgiu a necessidade de explorar a interação entre os **microrganismos** e os **alimentos**.



Características dos microrganismos

Os microrganismos são preferidos relativamente a outros seres vivos.

São unicelulares ou multicelulares pouco diferenciados, permitindo a sua cultura nos bioconversores.

Alta taxa reprodutiva e em ambientes extremos de temperatura, pressão e salinidade.

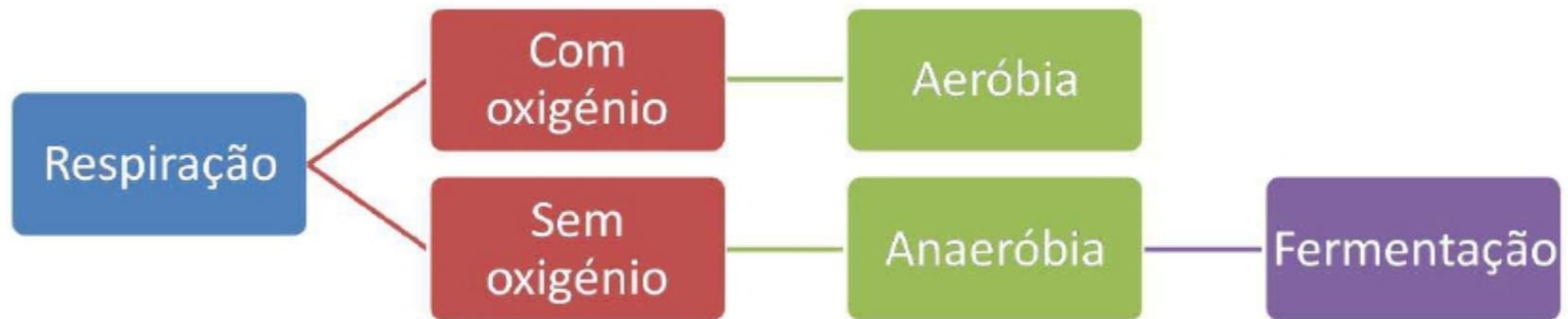
Razão área/volume óptima para metabolismo celular mais eficiente.

Convertem compostos orgânicos e inorgânicos, produzindo uma grande diversidade de subprodutos



Respiração

Respiração celular é um fenômeno que consiste basicamente no processo de extração de energia química acumulada nas moléculas de substâncias orgânicas.



Nesse processo, verifica-se a oxidação de compostos orgânicos de alto teor energético, com a libertação de energia, que é utilizada para que possam ocorrer as diversas formas de trabalho celular.

Processos Fermentativos

Entre os processos fermentativos em que intervêm microrganismos na indústria alimentar, podem referir-se a **panificação**, **vinificação**, **produção de cerveja** e a **produção de lacticínios**.



Fermentação alcoólica



Fermentação alcoólica



Fermentação alcoólica

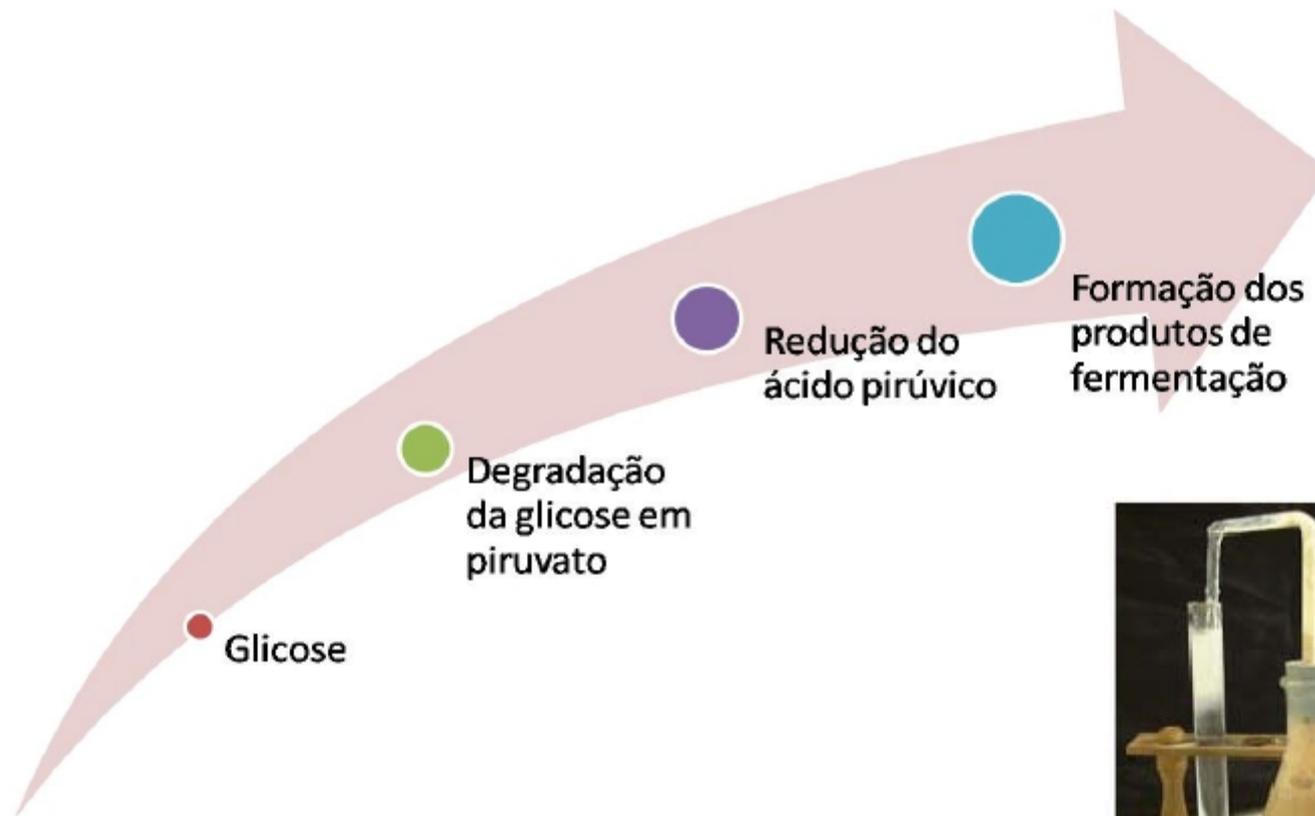


Fermentação láctica

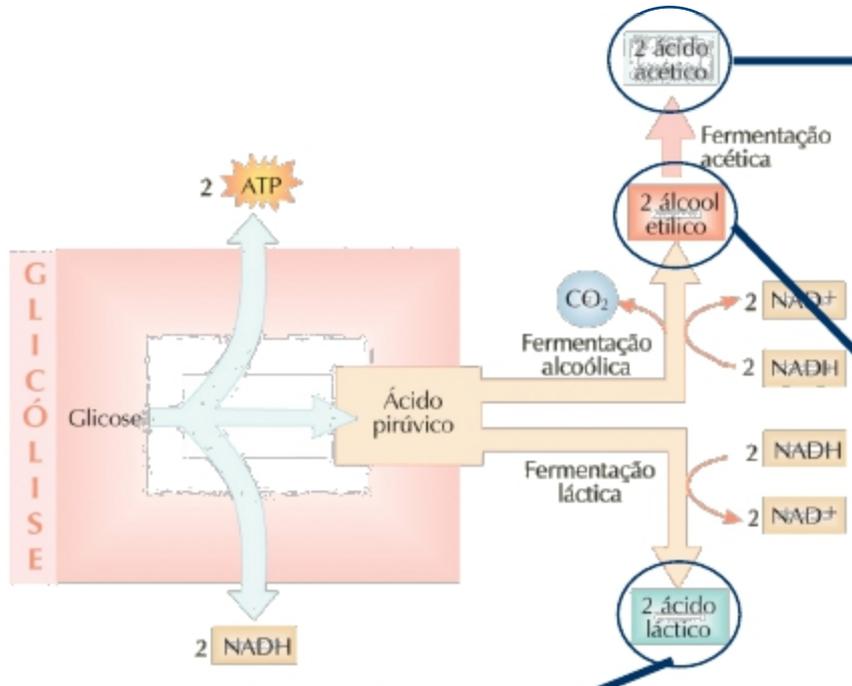


Fermentação

É um processo **anaeróbio**, no qual moléculas orgânicas são utilizadas na produção de **ATP**. É realizado por certas espécies de bactérias e leveduras.



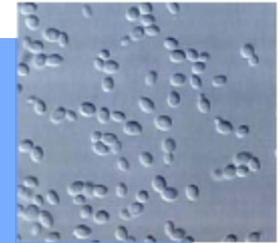
Fermentação



Algumas bactérias podem degradar o álcool em ácido acético, diminuindo o pH dos alimentos. É essencial na formação do vinagre.



O ácido pirúvico pode ser degradado em álcool etílico, com a formação de CO₂. É essencial na produção de bebidas alcoólicas e pão, sendo realizado por leveduras.



A conversão do ácido pirúvico em ácido láctico é essencial na produção dos derivados do leite, como o queijo, por exemplo.

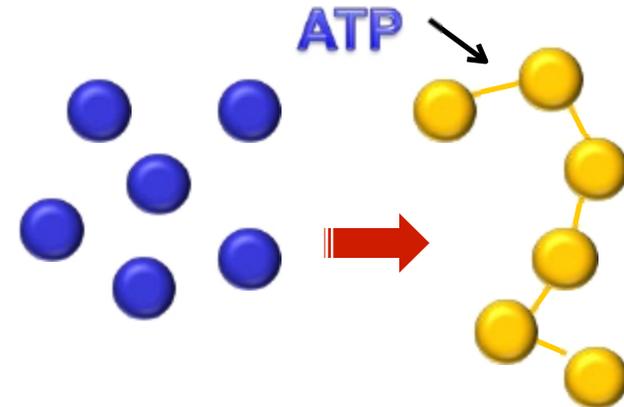


Metabolismo celular

Conjunto de **reacções químicas** que ocorrem numa **célula**. Os sistemas biológicos de todos os organismos **dependem** da eficiência destas reacções.

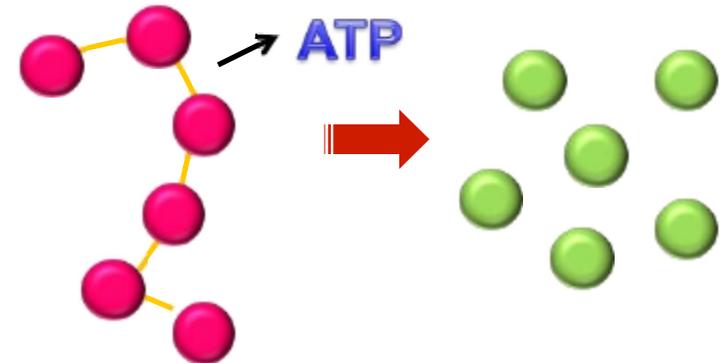
Anabolismo

Formação de moléculas complexas a partir de moléculas simples, com **gasto** de energia.



Catabolismo

Desdobramento de moléculas complexas em moléculas mais simples, com **libertação** de energia.



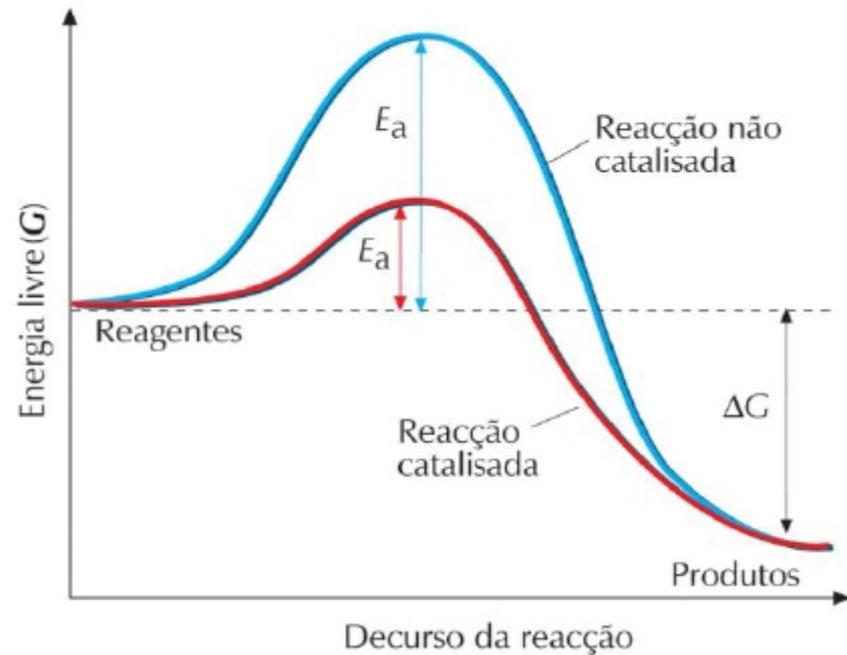
As reacções de **catabolismo** e de **anabolismo** estão **interligadas**, de tal modo, que a **energia** libertada pelas primeiras é utilizada nas segundas.

Enzimas

A ocorrência de uma **reacção química** implica a **quebra** das ligações químicas nas moléculas dos reagentes e a **formação** de novas ligações químicas que dão origem aos produtos da reacção.

Diminuem a energia de activação das reacções, sem afectar o ΔG .

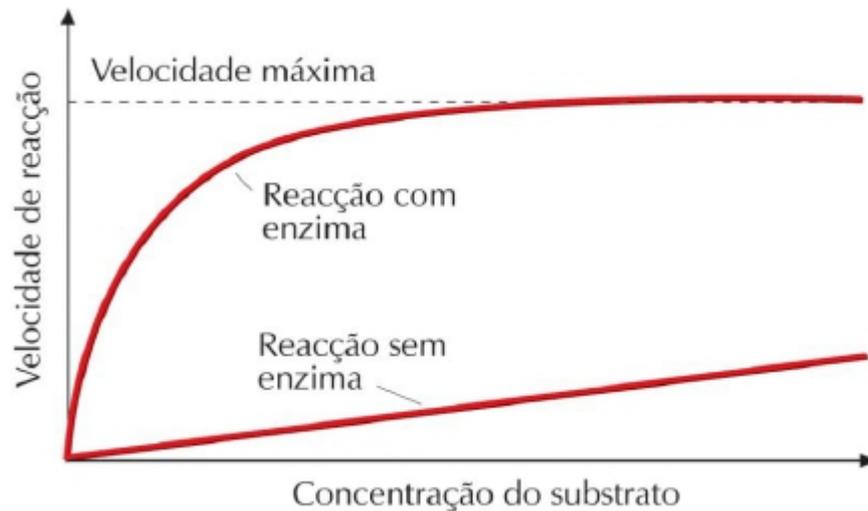
As enzimas posicionam os reagentes, facilitando a sua conversão em produtos.



A energia que é necessária fornecer ao **sistema** para se iniciar uma reacção química é a **energia de activação**.

Enzimas

As **reacções químicas** que ocorrem nas células envolvem moléculas muito **estáveis** e cuja a energia de activação é muito **elevada**.



Não pode ser **o calor** a fornecer a energia de activação, uma vez que causaria a **desnaturação** das proteínas e, conseqüentemente, a morte celular.

Propriedades das enzimas

São **catalizadores biológicos** que intervêm no metabolismo celular.

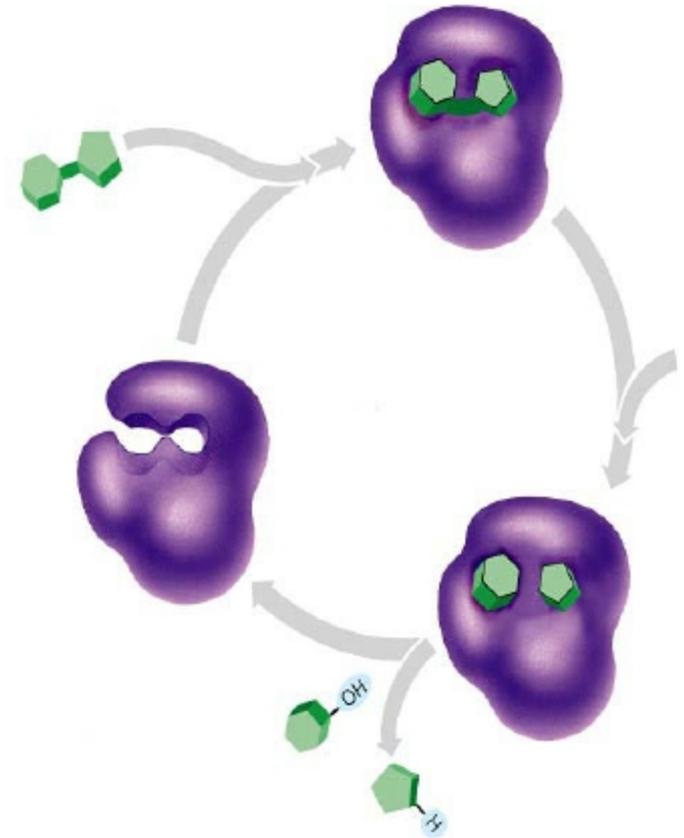
Diminuem a **energia de activação**, aumentando a **velocidade** das reacções químicas.

Não são destruídas nas reacções químicas que catalisam nem **alteram** os seus equilíbrios químicos.

São moléculas **proteicas** com estrutura tridimensional. Algumas podem incluir elementos não proteicos.

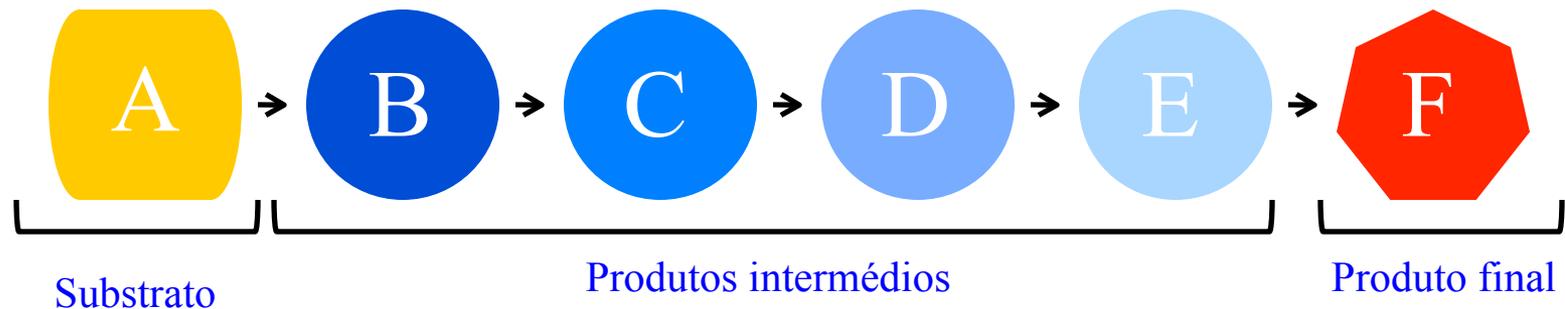
São **específicas** para o substrato onde actuam. Formação do **complexo enzima-substrato** temporário.

A sua actividade é influenciada por **factores ambientais** (**temperatura**, **pH** e **concentração de substrato**).



Propriedades das enzimas

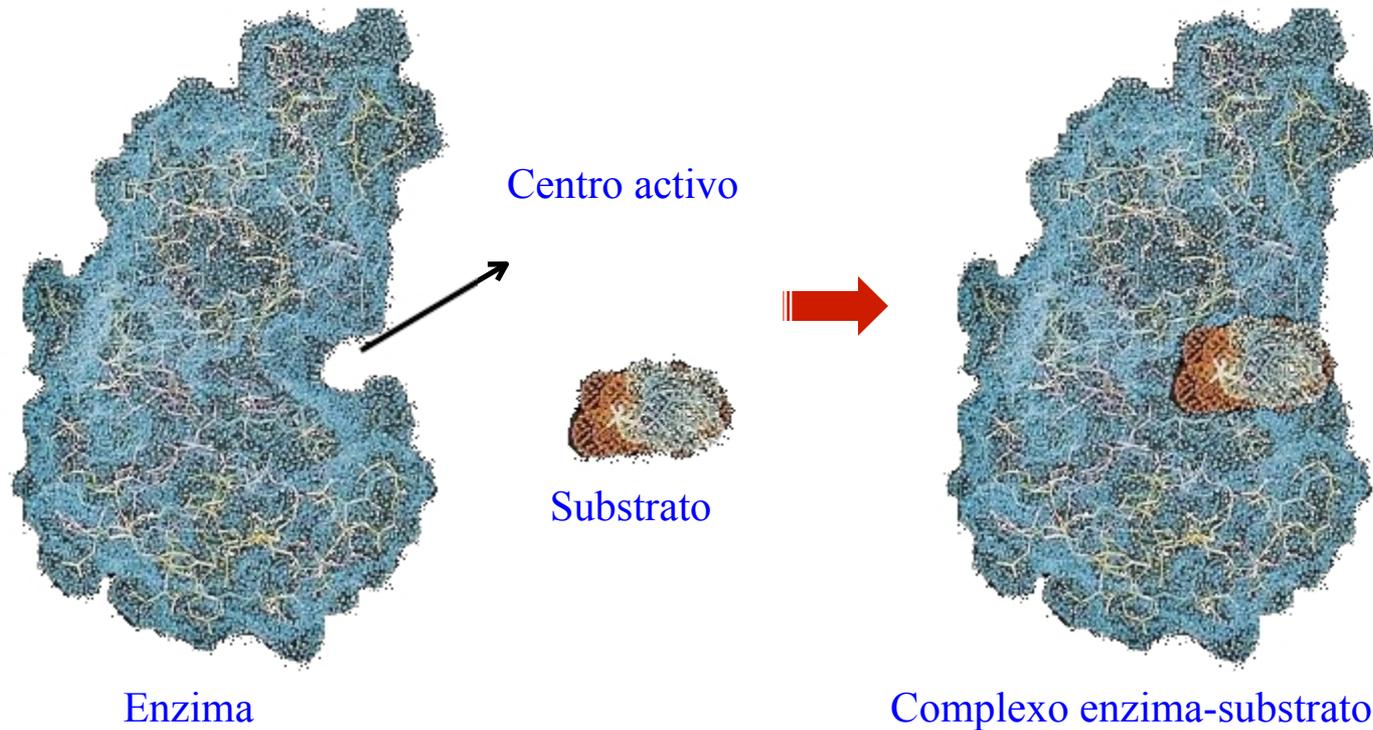
Série de reacções ordenadas que ocorrem com intervenção de uma **cadeia enzimática**.



Quando uma enzima desta cadeia não funciona, vai conduzir a uma acumulação de **produtos intermediários**, o que leva à **não** formação dos produtos seguintes.

Estrutura de uma enzima

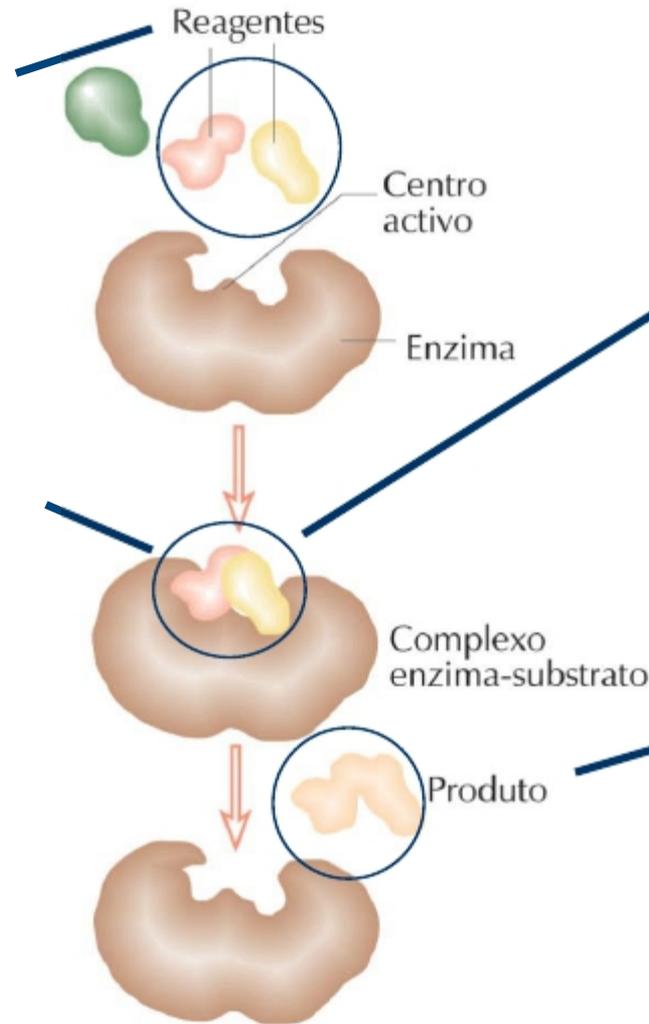
O **Centro activo** é uma pequena região que é **complementar** da configuração espacial do **substrato** no seu todo ou em parte.



Interacção enzima-substrato

O **centro activo** da enzima apenas reconhece os reagentes (**substratos**) **específicos**.

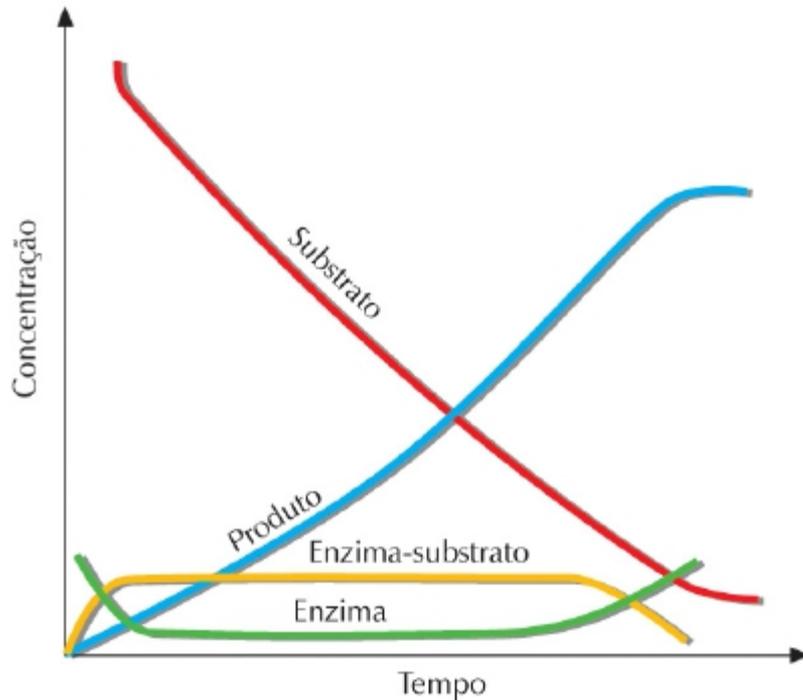
Estas interacções permitem um correcto posicionamento dos reagentes que reagem, originando os produtos.



Ocorrem interacções entre os reagentes e o centro activo da enzima.

Após a reacção, os **produtos** libertam-se e a **enzima** fica **livre** para reagir com qualquer outro reagente, **não** se **gastando** em todo o processo.

Interação enzima-substrato



Ocorre uma **diminuição da concentração dos substratos** (reagentes), que são consumidos.

Pelo contrário, ocorre a **produção de produtos** a partir dos substratos.

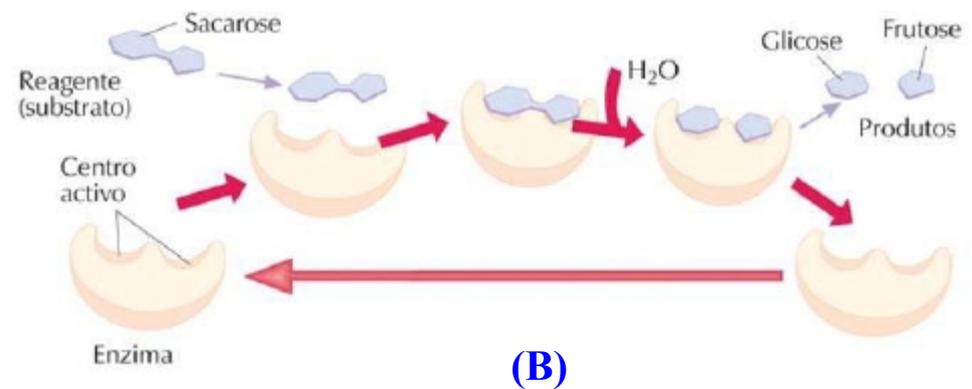
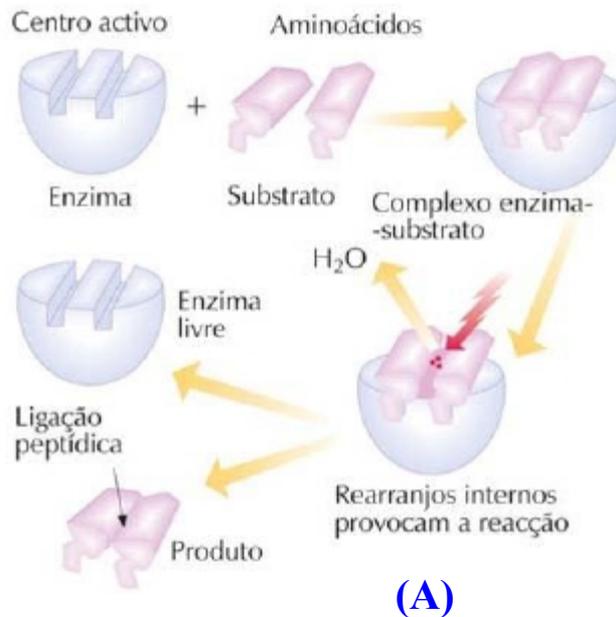
As **enzimas** formam um **complexo** com os **substratos**, que deixa de existir no final, quando a concentração de substratos é reduzida.

A **concentração da enzima livre diminui**, mas retoma aos valores iniciais no final da reação.

As enzimas catalizam as reacções químicas, **aumentando** a velocidade de **conversão** dos substratos em produtos, sem se **consumirem** nesta reacção.

Interação enzima-substrato

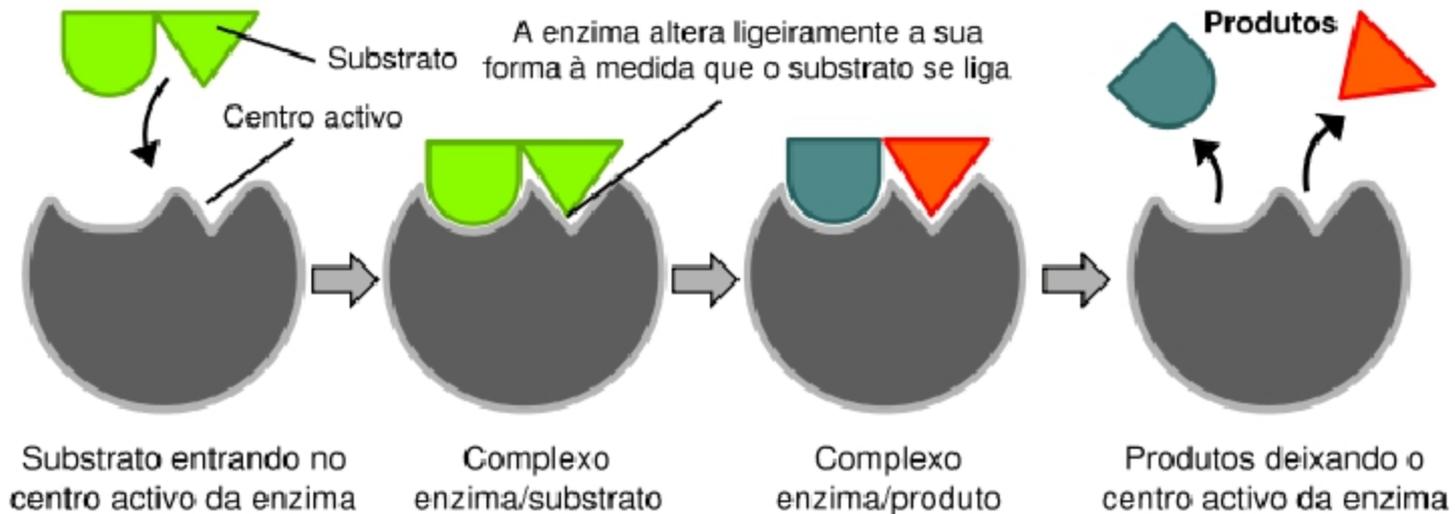
Quando a velocidade de **formação** do complexo enzima-substrato iguala a velocidade de **dissociação**, as concentrações de enzima livre e de complexo enzima-substrato **estabilizam**.



As enzimas podem favorecer o **estabelecimento** (A) de ligações químicas ou a sua **ruptura** (B).

Especificidade absoluta e relativa

A **complementaridade** entre o **substrato** e o **centro activo** da enzima está na origem da **especificidade** da acção enzimática.



Especificidade absoluta

a enzima apenas actua **sobre um** determinado substrato.

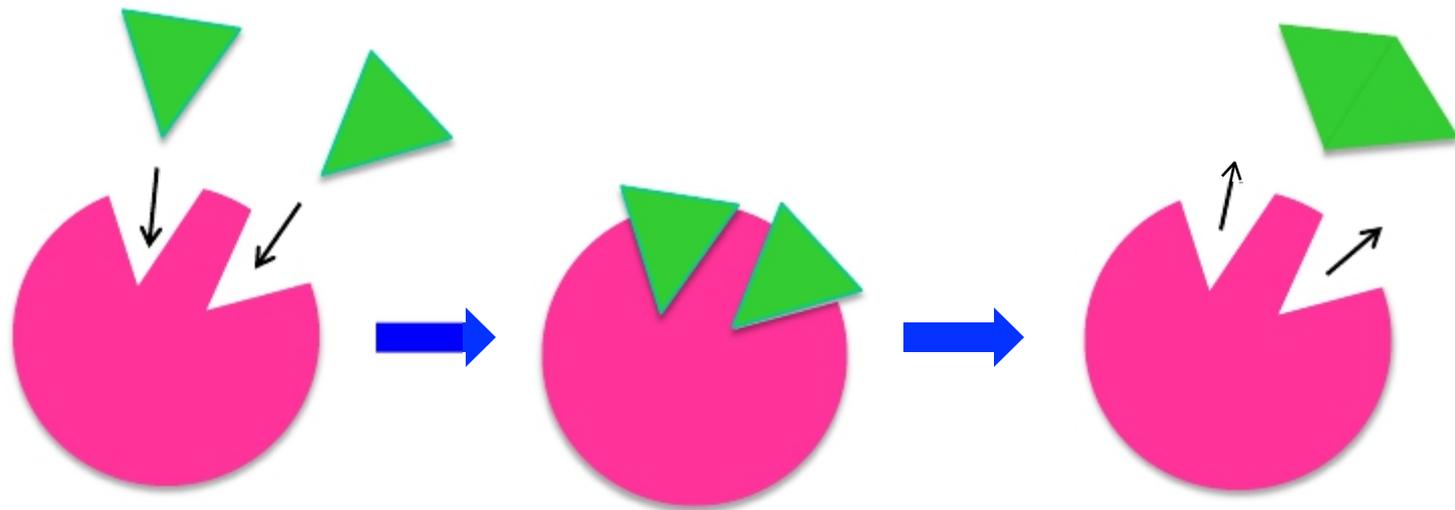
Especificidade relativa

a enzima actua sobre **um conjunto** de substratos **química** e **estruturalmente** relacionados.

Modelo de Fischer/chave-fechadura

Fisher (1890)

Considera o **centro activo** da enzima uma **estrutura rígida e pré-complementar** do substrato.



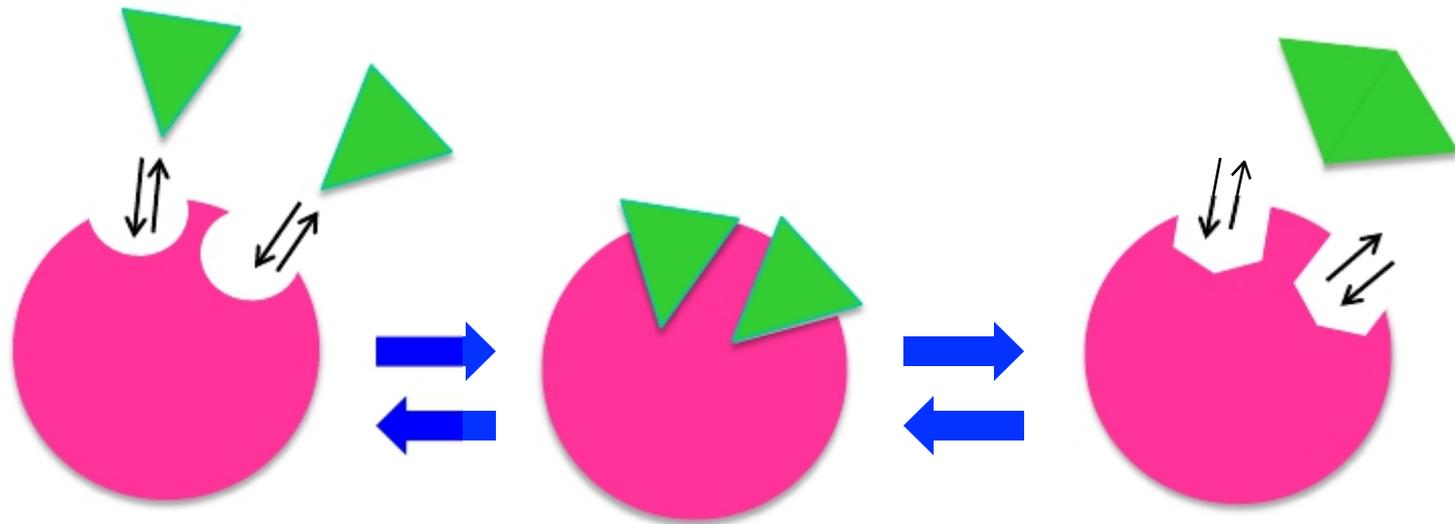
Este modelo está em sintonia com a **especificidade absoluta**.

O substrato ajusta-se ao centro activo da enzima como **uma chave se ajusta a uma fechadura**.

Modelo de Koshland/encaixe induzido

Koshland (1959)

Considera que o **centro activo** da enzima **interage**, de uma forma **dinâmica**, com o substrato, **ajustando-se a ele** quando ocorre a ligação.

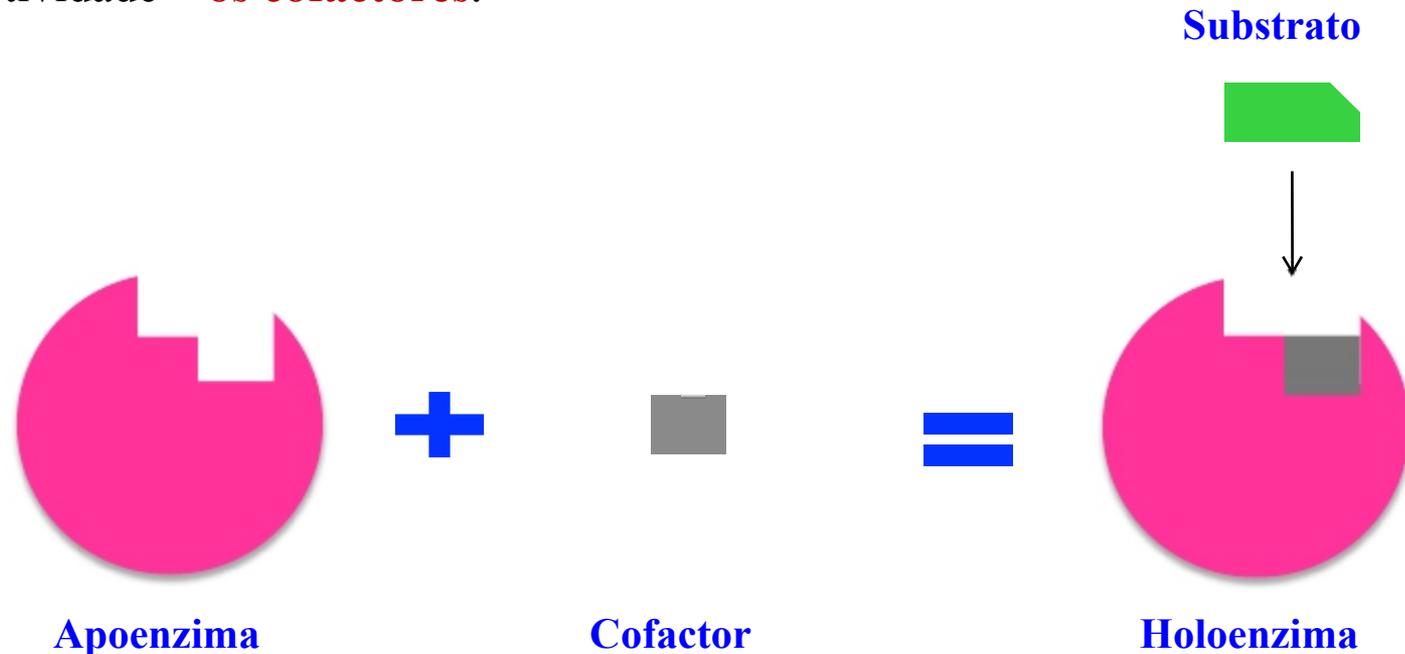


Este novo modelo permitiu explicar a **especificidade relativa** de algumas enzimas.

O substrato, ao ligar-se à enzima, induz **uma mudança** na estrutura da molécula enzimática, formando um centro activo **complementar** do substrato.

Acção dos cofactores

Certas enzimas estão associadas a elementos **não proteicos** essenciais à sua actividade – **os cofactores**.



Iões metálicos (Mg^{2+}) ou (Fe^{2+})

Moléculas orgânicas designadas **coenzimas**, como certas vitaminas (B).

Inibição da actividade enzimática

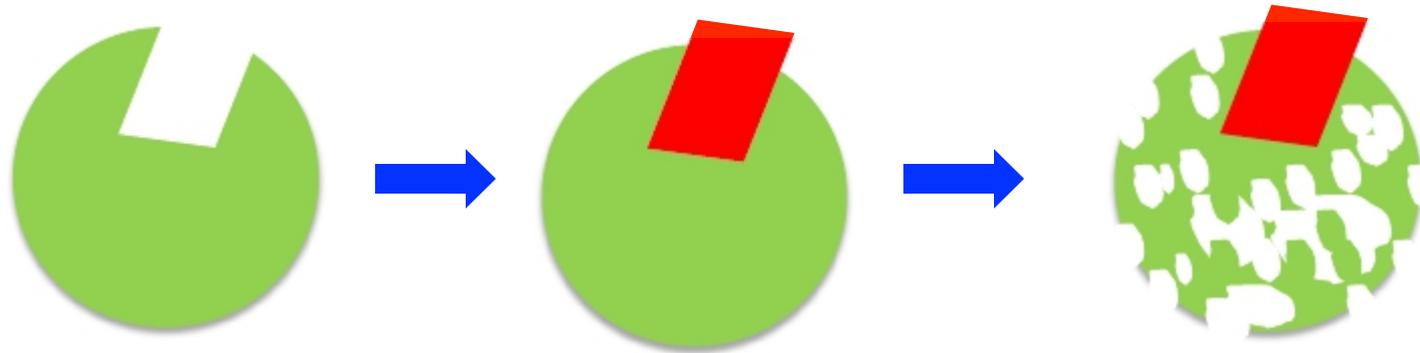
As substâncias capazes de provocar uma **diminuição** de **actividade** das **enzimas** designam-se **inibidores enzimáticos**.



Os **inibidores** podem apresentar diferentes **mecanismos de actuação**.

Inibição da actividade enzimática

Neste tipo de inibição, o **inibidor** combina-se permanentemente com a enzima, fazendo com que esta fique **inactiva** ou mesmo **destruída**.



Gás cianídrico - Ex: um gás altamente tóxico utilizado na exterminação dos judeus.

Pesticidas (DDT) – Ex: um pesticida utilizado depois da 2ª guerra mundial para o combate aos mosquitos causadores da malária e do tifo.

Inibição da actividade enzimática

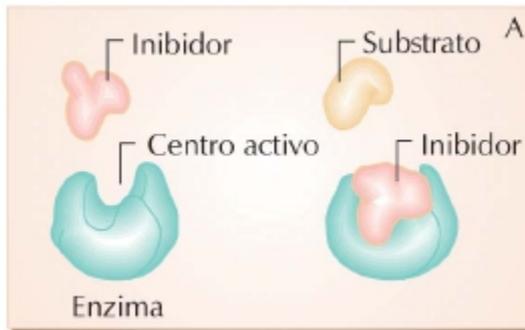
Existem compostos que se ligam à enzima, afectando a sua funcionalidade:

Indutores

Inibidores

Artificiais

Naturais



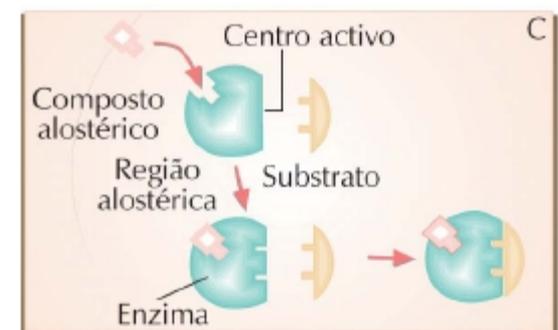
Inibição competitiva

O inibidor liga-se ao centro activo, competindo com o substrato, e diminuindo a actividade da enzima.



Inibição não competitiva

O inibidor liga-se numa região distinta do centro activo, afectando-o, e diminuindo a actividade da enzima.



Indução

A ligação do indutor provoca modificações no centro activo, permitindo a actuação enzimática.

Factores Ambientais

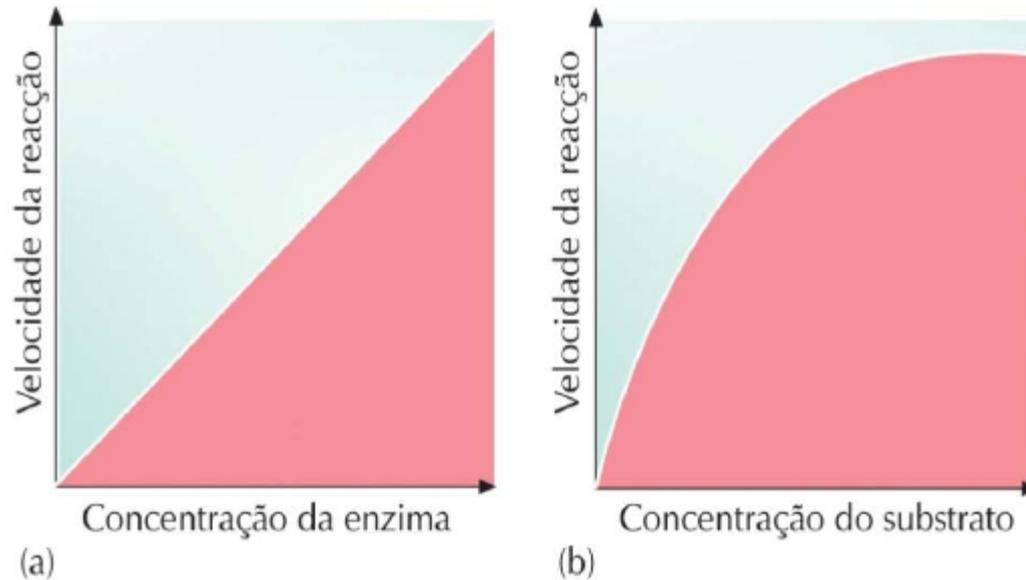
As **enzimas** são essenciais no metabolismo de todos os organismos. É necessário conhecer **os factores** que afectam a **actividade** das enzimas, principalmente dos microrganismos associados à produção, conservação e tratamento dos **alimentos**.



Permitirá melhorar as condições de actuação dos **microrganismos**, de modo a melhorar a **produção** de alimentos.

Factores Ambientais

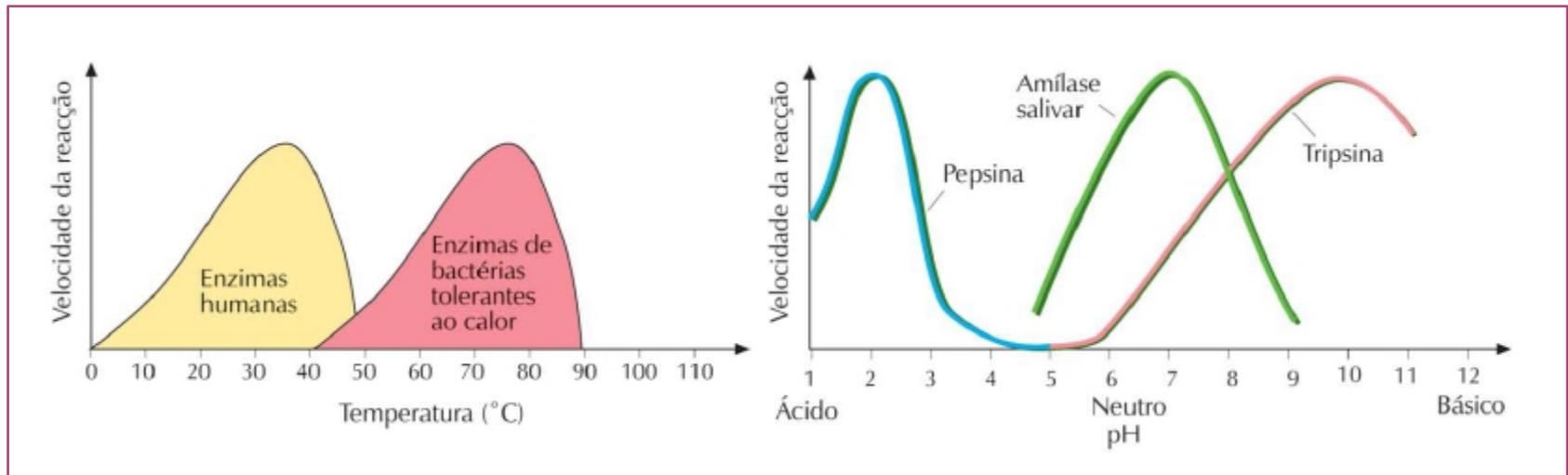
O aumento do **teor de enzimas** permite **aumentar** a velocidade de conversão dos produtos.



Com o aumento da **concentração de substrato** verifica-se um **aumento** da velocidade. Para concentrações elevadas, todos os centro activos ficam saturados, com estabilização da velocidade máxima.

Factores Ambientais

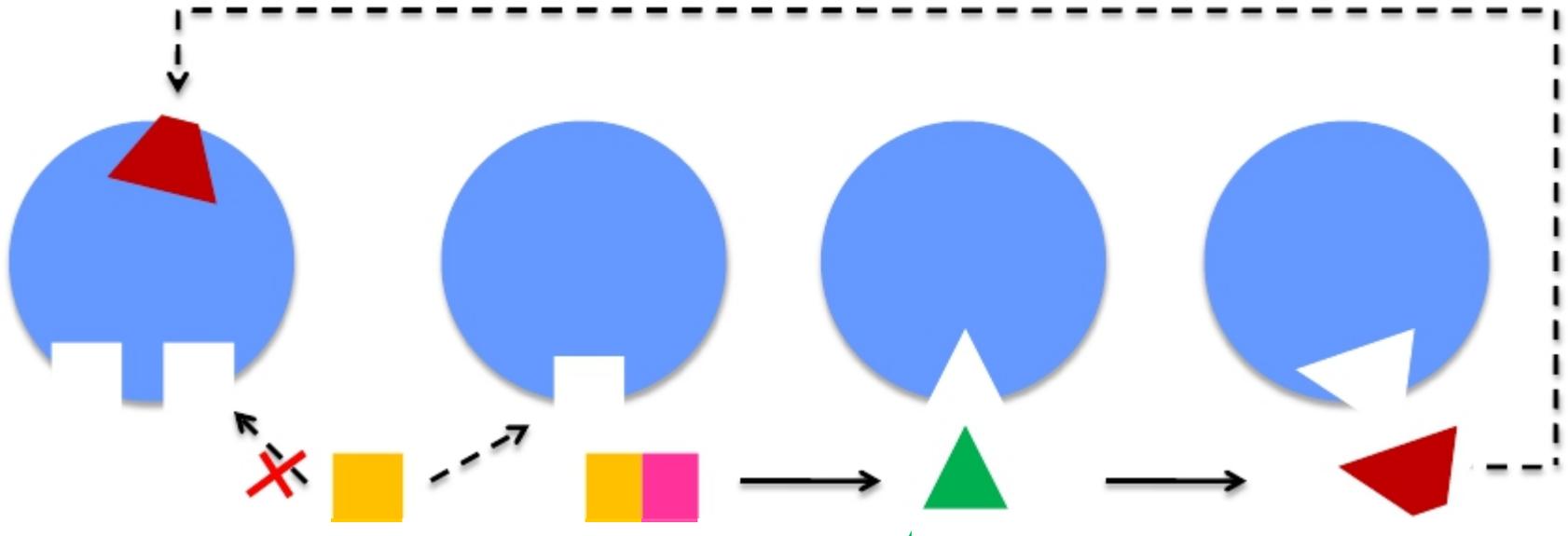
A maioria das enzimas, nomeadamente as humanas, actuam para valores de **temperaturas** próximos de **37°C**. Para **temperaturas** elevadas ocorre a **desnaturação definitiva** das enzimas.



O **pH** influencia a carga dos aminoácidos que compõem a enzima. Como a carga é importante na estrutura **tridimensional** dos centros activos, influenciará a **actividade das enzimas**.

Regulação de uma Via Metabólica

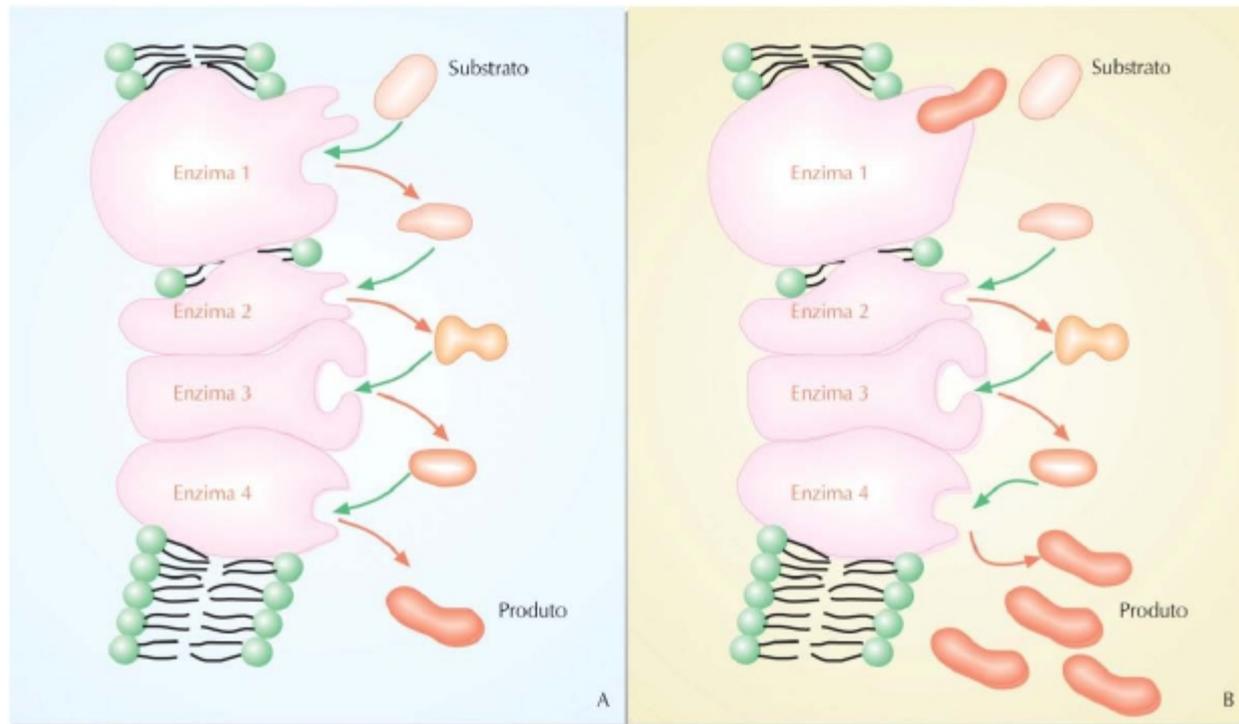
As **vias metabólicas** são, geralmente, **reguladas** por moléculas que se comportam como **inibidores reversíveis não competitivos**. Estas moléculas ligam-se ao centro alostérico da primeira enzima alterando a sua conformação.



Normalmente, é o **produto final** de uma via metabólica, quando se acumula em **excesso**, que **inibe** a primeira enzima bloqueando a via metabólica.

Regulação de uma Via Metabólica

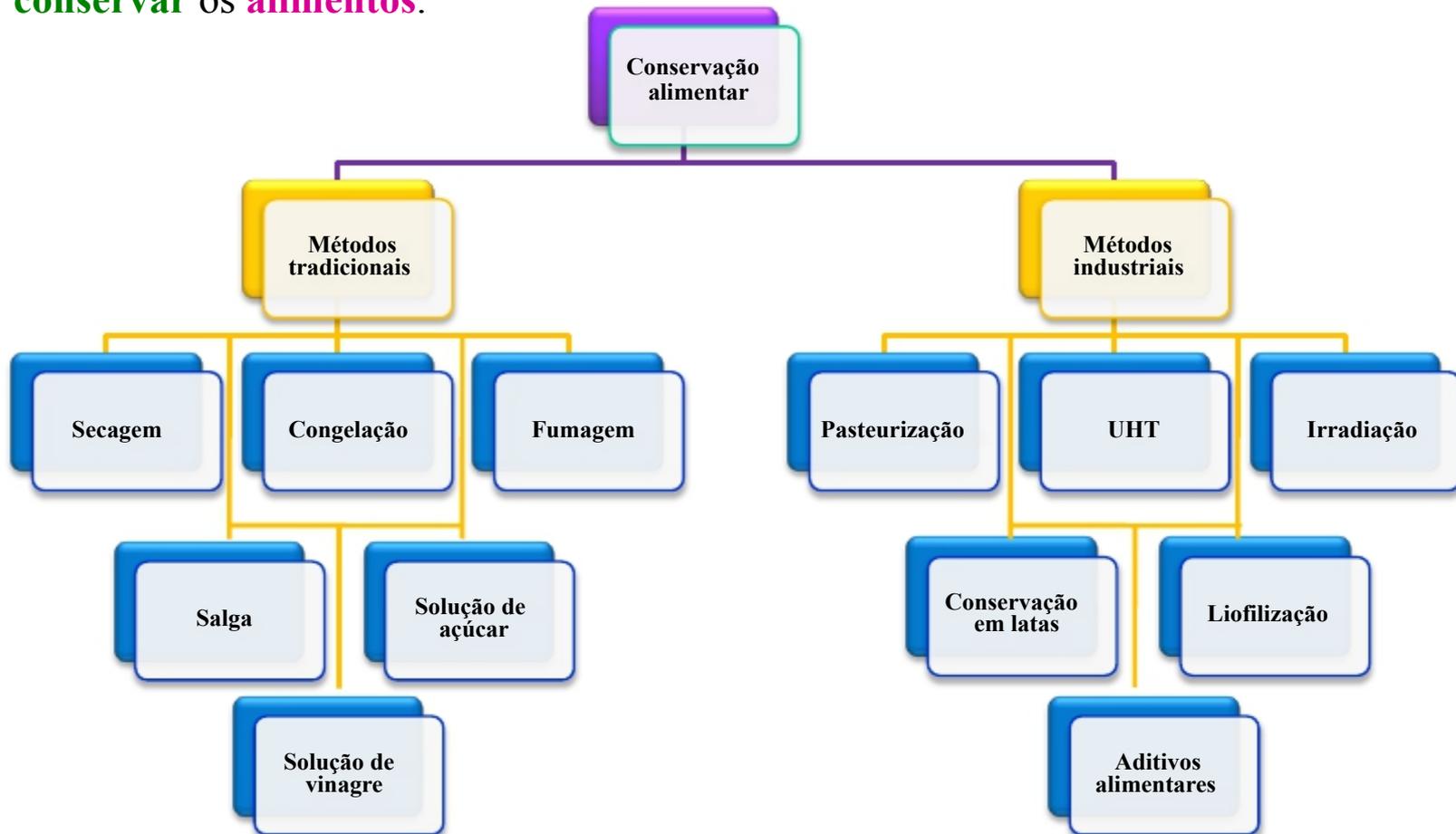
O **produto** de uma **reacção enzimática** é o **substrato** da reacção seguinte. A **elevada** actividade da via provoca aumento da concentração do **produto final**.



O **produto final** liga-se à primeira enzima, **inibindo-a** e **diminuindo** a actividade de toda a via metabólica.

Conservação Alimentar

Desde a antiguidade que o Homem recorre a **processos biotecnológicos**, mais ou menos sofisticados, com o objectivo de **produzir**, **melhorar** e **conservar** os **alimentos**.



Conservação Alimentar

Secagem

Processo que permite a **remoção** da **maior** quantidade de **água** do alimento.



Produtos alimentares

Carne

Peixe

Alguns frutos (banana,
uvas, ananás,)

Cereais

Os **microrganismos** não podem digerir ou absorver estes alimentos, sendo bloqueados os seus **processos metabólicos**.

Conservação Alimentar

Congelação

Processo **rápido** de **refrigeração** dos alimentos, **evitando** a formação de **cristais de gelo** nos alimentos.



Produtos alimentares

Carne
Peixe



As **baixas temperaturas** reduzem os processos **metabólicos** dos organismos contaminantes.

Fumagem

Tratamento através da **fumaça** da lenha. Depositam-se na superfície dos alimentos substâncias provenientes da **combustão da madeira**.



Produtos alimentares

Enchidos (presunto, chouriço,)

Estas substâncias têm poder **bactericida**, associado ao facto do fumo estar misturado com **ar quente**, que promove a **desidratação parcial** do produto, **umentando** a capacidade de resistência aos microrganismos.

Conservação Alimentar

Salga

Processo em que se **cobre** os alimentos com **sal** ou numa **solução salgada**.



Produtos alimentares

Carne
Peixe

Os microrganismos entram em **desidratação**, uma vez que ficando numa solução hipertónica, **perdem água**, podendo mesmo **morrer** – efeito **osmótico protector**.