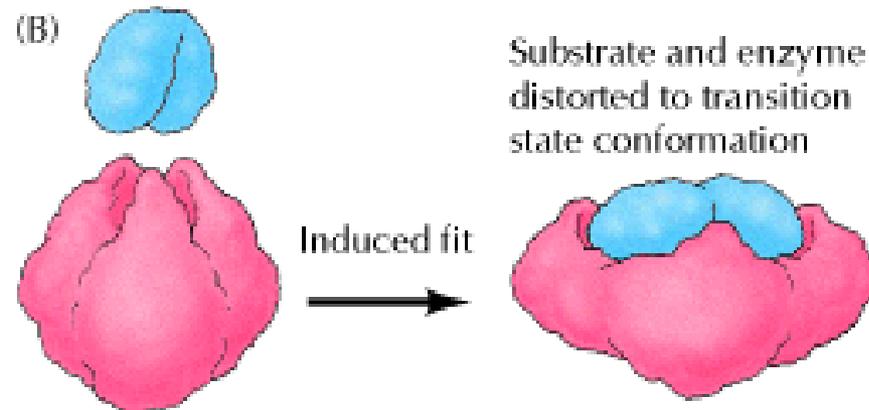
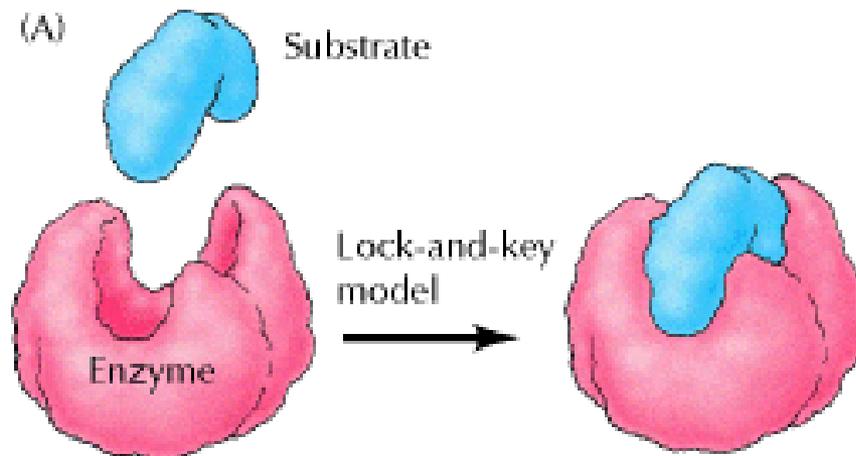
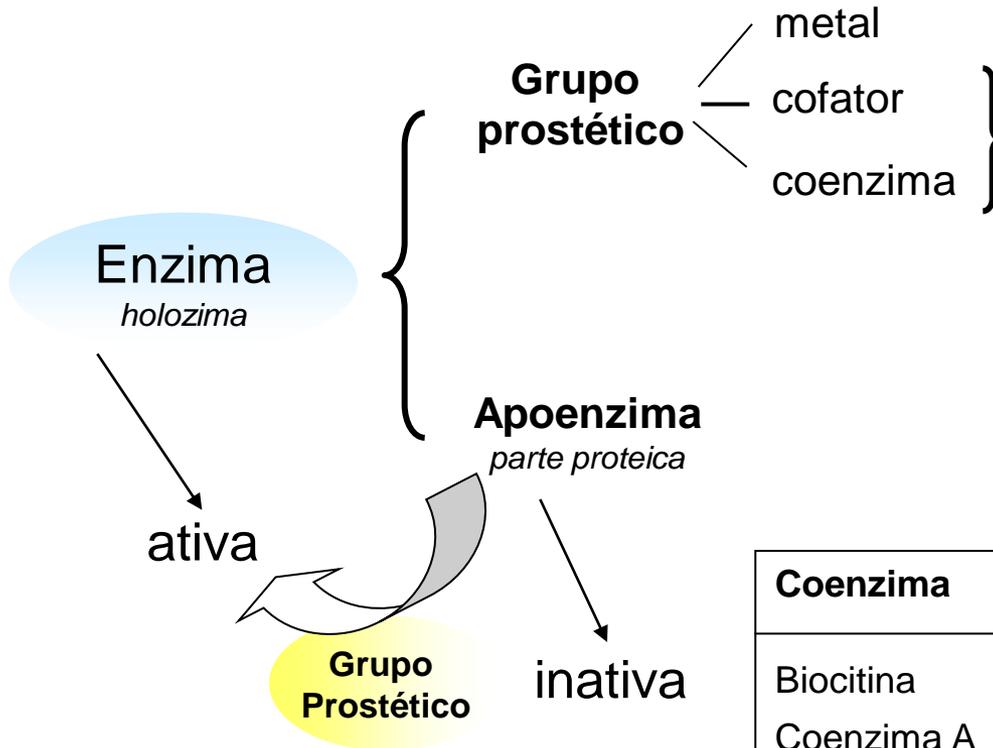


# Enzimas - Sítio catalítico



# Significado de cofator , grupo prostético e coenzima



Distinção entre cofator e coenzima depende da força de ligação com a apoproteína. Ex: o NAD<sup>+</sup> pode ser cofator de uma enzima (ligação fraca) e ser coenzima de outra (ligação forte). O mesmo ocorre com as metais.

**Coenzimas participam do ciclo catalítico das enzimas recebendo ou fornecendo grupos químicos para a reação**

Coenzima	Reação com	Vitamina
Biocitina	CO <sub>2</sub>	Biotina
Coenzima A	Grupos acil	Ác. Pantotênico
Coenzima B12	H e grupos alquil	Vitamina B12
FAD, FMN	óxido-redução	Riboflavina
NAD, NADP	óxido-redução	Niacina
Fosfato de piridoxal	Grupos aminos	Piridoxina
Pirofosfato Tiamina	Grupos aldeídos	Tiamina
Tetrahydrofolato	unidades C	Ácido fólico

# NOMENCLATURA

## Classificação das enzimas em relação à reação catalisada (ENZYME COMMISSION)

<b>Classes de enzimas</b>	<b>Numero de subclasses</b>	<b>Tipo de reação</b>
<b>1. Oxidorredutases</b>	<b>20</b>	<b>Envolve o movimento de elétrons de uma molécula a outra. Em sistemas biológicos nós vemos a remoção de hidrogênio do substrato e as enzimas são chamadas desidrogenases.</b>
<b>2. Transferases</b>	<b>9</b>	<b>Envolve a transferência de grupos de átomos de uma molécula a outra</b>
<b>3. Hidrolases</b>	<b>12</b>	<b>Catalisa reações entre um substrato e a água. Moléculas grandes são quebradas em pequenas unidades.</b>
<b>4. Liases</b>	<b>7</b>	<b>Catalisam a adição de grupos a duplas ligações ou a formação de duplas ligações através da remoção de grupos.</b>
<b>5. Isomerases</b>	<b>6</b>	<b>Catalisam a transferência de grupos de uma posição a outra na mesma molécula.</b>
<b>6. Ligases</b>	<b>5</b>	<b>Ligam moléculas através de ligações covalentes.</b>

## *O que significam os números do tipo “EC 2.7.1.1”?*

Utilizando-se uma classificação proposta pela Comissão de Enzimas da União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular.



*Nome trivial: Hexoquinase*

*Nome Sistemático: ATP:glicose fosfotransferase (EC 2.7.1.1)*

*2: Transferase*

*7: Fosfotransferase*

*1: Fosfotransferase com grupo OH como acceptor*

*1: Fosfotransferase com grupo OH da glicose como acceptor*

# Os nomes das enzimas descrevem as suas atividades catalíticas

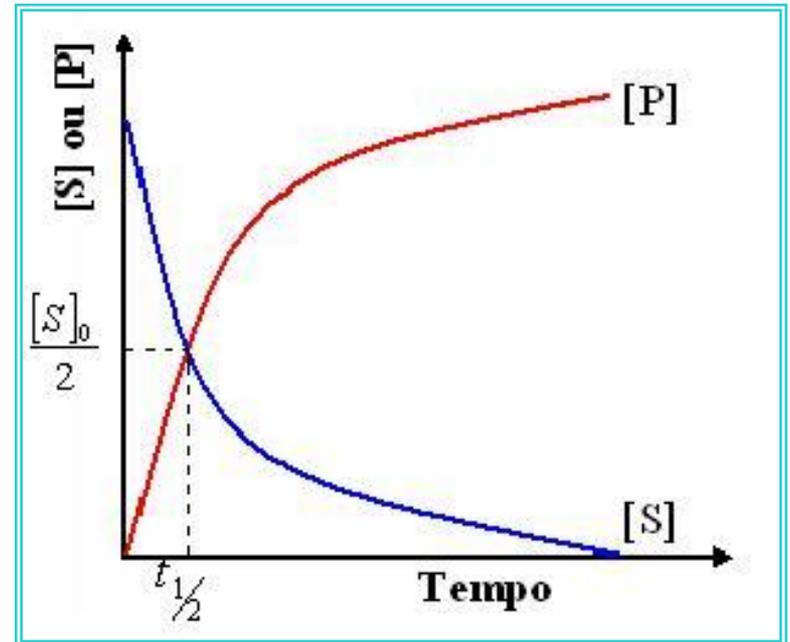
Quando a uma mesma atividade enzimática correspondem várias proteínas que são produtos de genes distintos que coexistem numa mesma espécie diz-se que estas proteínas são **isoenzimas** e são denominadas com o mesmo nome.

# Atividade Enzimática

## Reação de 1ª Ordem

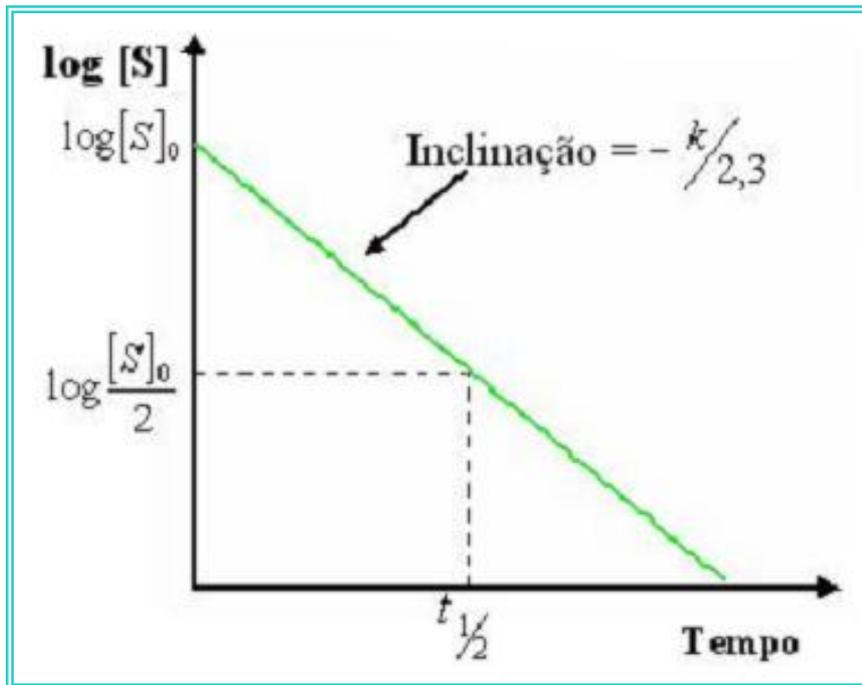


↪ Determinar **S** utilizado ou **P** formado durante qualquer intervalo de tempo → Equação integrada de 1ª ordem.



O aparecimento de P e o desaparecimento de S não são lineares com o tempo

# Reação de 1ª Ordem



↪  $t_{1/2}$  = tempo de “meia vida”  
→ tempo necessário para converter em **P** metade do **S** presente.

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k}$$

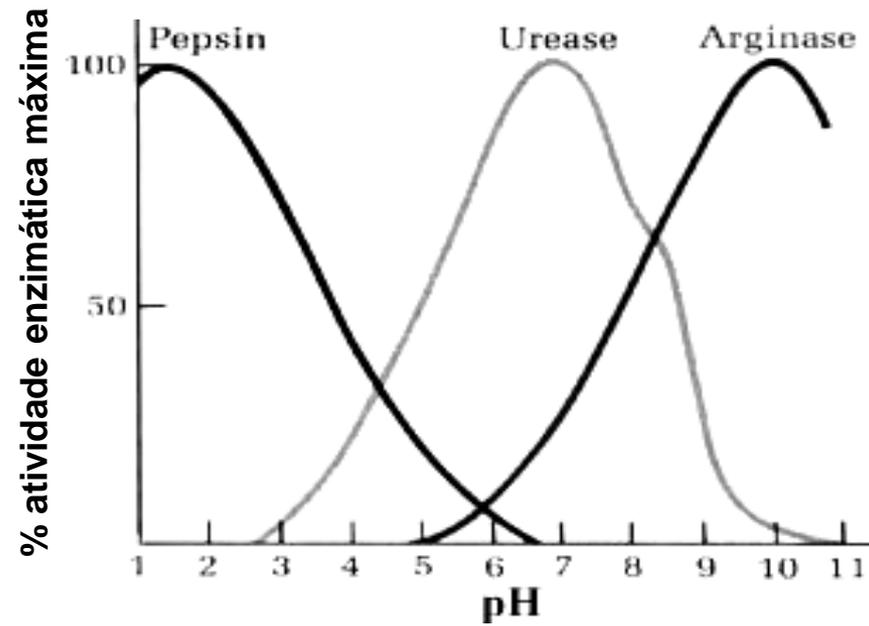
# Unidade de Atividade Enzimática

- Segundo a ***Enzyme Commission***, uma Unidade de Atividade (U) corresponde à transformação de um micromol de substrato, ou a formação de um micromol de produto por minuto pela enzima, nas estabelecidas condições do ensaio( temperatura, pH, concentração de substrato).
- A atividade específica é expressa em termos de atividade por mg de proteína (U/mg)

# Fatores que afetam a atividade enzimática:

1. Condições do meio que afetam estabilidade protéica
  - { pH
  - { temperatura
2. Tempo da reação
3. Concentração dos reagentes
  - { a enzima
  - { o substrato
  - { co-fator(s)

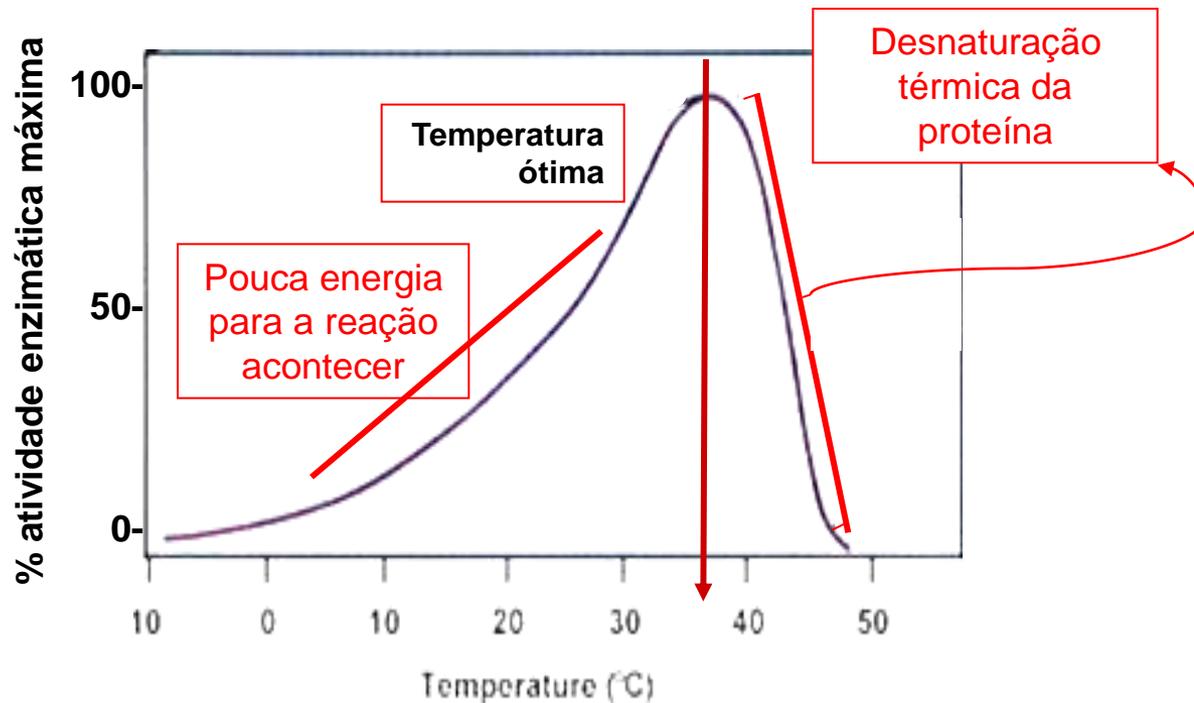
# Efeito do pH na atividade enzimática



# Efeito da temperatura na atividade enzimática

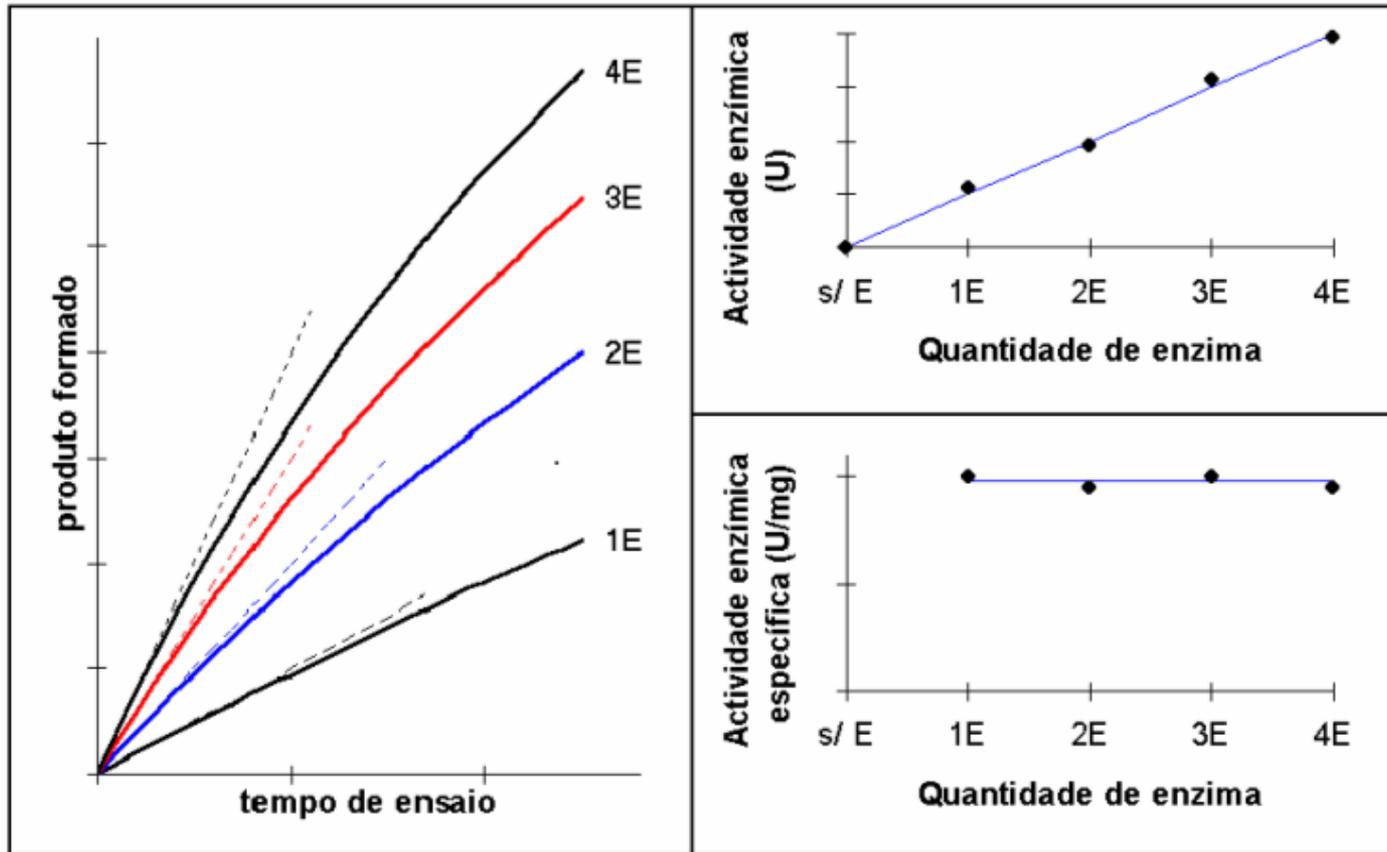
↑ temperatura dois efeitos ocorrem:

- (a) a taxa de reação aumenta, como se observa na maioria das reações químicas;
- (b) a estabilidade da proteína decresce devido a desativação térmica.

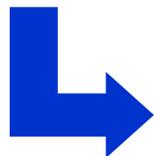


temperatura ótima - é a temperatura máxima na qual a enzima possui uma atividade constante por um período de tempo.

# Efeito da concentração de enzima na velocidade da reação

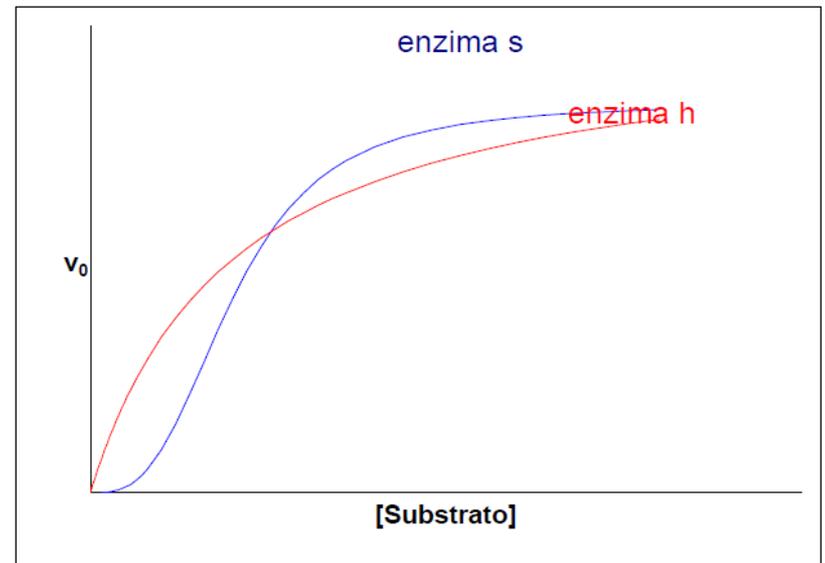
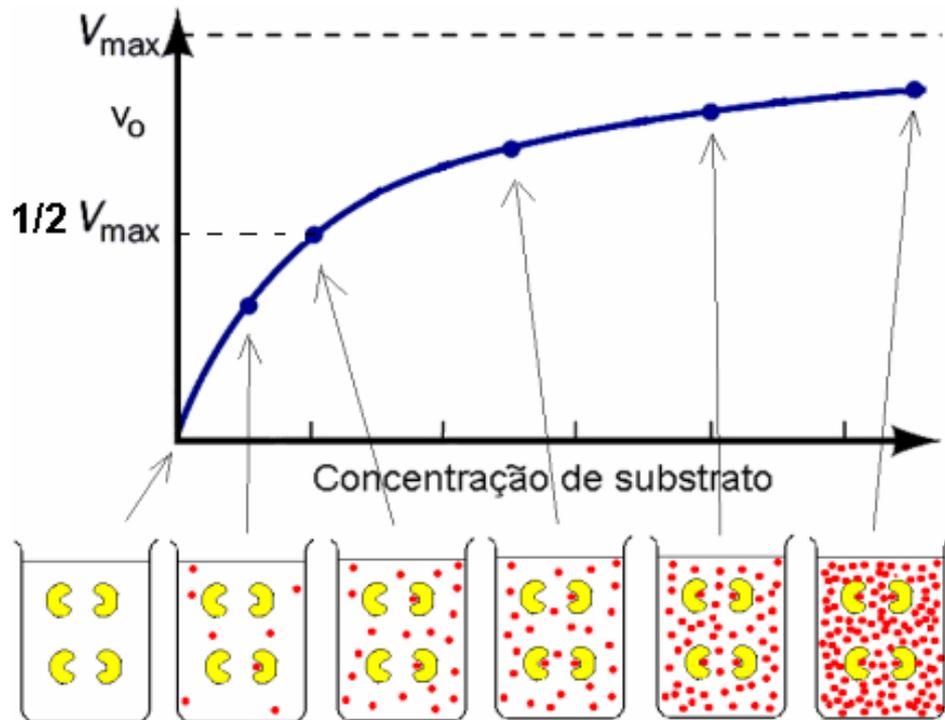


Número de “turnover” ou de renovação: quantas vezes a enzima completa o ciclo da reação em um segundo



$$\text{Número de turnover} = \frac{\text{moles de S catalisado por segundo}}{\text{moles de enzima}}$$

# Efeito da concentração de substrato na velocidade da reação

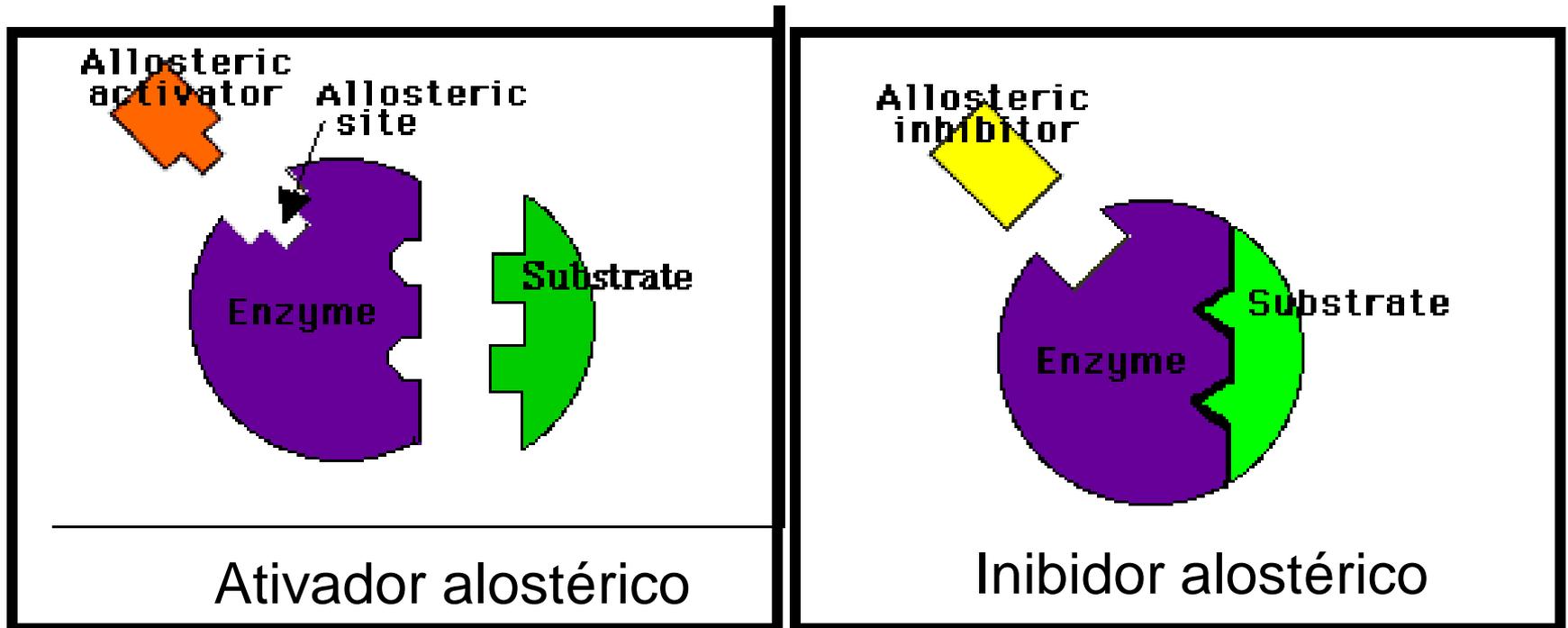


A atividade de uma enzima e a concentração do substrato não são, em geral, proporcionais

Qual a porcentagem dos sítios ativos estão ocupados?

# Enzimas alostéricas

possuem uma região diferente do sítio ativo e se liga um efector ou modulador alostérico. A mudança conformacional decorrente da ligação do efector alostérico se propaga pela molécula e afeta o sítio ativo, ativando-o ou inibindo-o.



# Por que usar enzimas em processos industriais?

Outros catalisadores em geral produzem:

1) *Reações inespecíficas podem resultar em baixo rendimento:*

- Os subprodutos podem se difíceis de serem separados ou eliminados

2) *Altas temperaturas e/ou altas pressões, necessárias para acelerar as reações:*

- Produzem altos custos energéticos, podem requerer grandes volume de água de resfriamento, necessitam de alto investimento e especialmente de equipamentos e sistemas de controle sofisticados

# Vantagens do uso de enzimas em processos

- Apenas pequenas quantidades de enzimas são requeridas nas reações químicas, mesmo em escala industrial, e portanto necessitam de pequeno espaço para armazenamento;
- Reações enzimáticas podem ser facilmente controladas e podem ser interrompidas rapidamente quando o grau de conversão de substrato é alcançado.
- Geram poucos resíduos – vantagem ambiental
- Desenvolvimento em genética e engenharia de proteínas aumentam a estabilidade, especificidade e o potencial de aplicação industrial.

## Principais indústrias consumidoras de enzimas

<b>Indústria</b>	<b>Consumo em %</b>
Detergentes	40 – 45
Processamento do amido	20 – 25
Laticínios	12 – 15
Cervejarias	2 – 4
Suco de frutas e vinho	3 – 5
Panificação	1 – 2
Têxtil e papel	4 – 6
Couro	1 – 2
Outras	6 – 10