

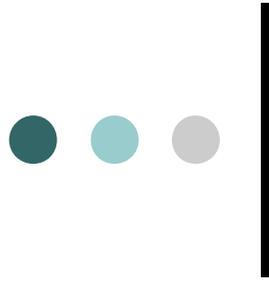
# Etapas da fermentação

- Os processos fermentativos envolvem conjuntos de reacções enzimáticas que ocorrem no hialoplasma:

👉 **glicólise** – degradação da glicose em ácido pirúvico;

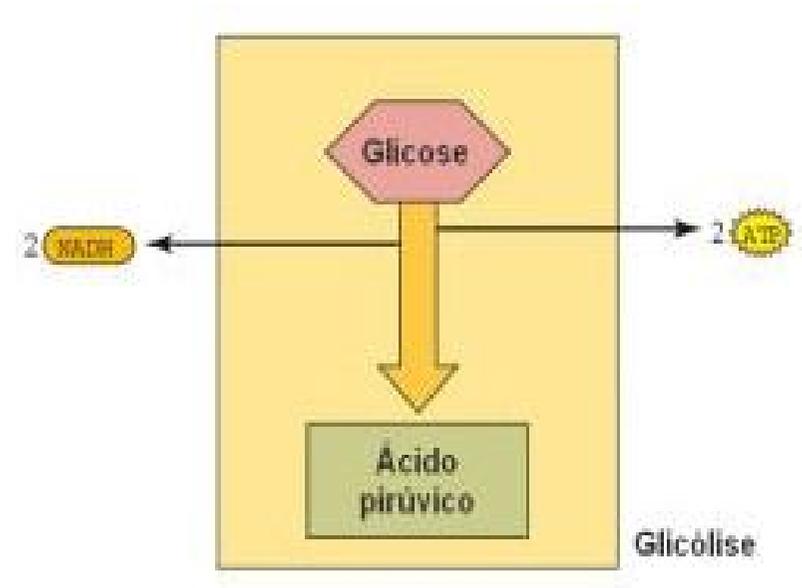
👉 **Redução do ácido pirúvico** – conduz à formação dos produtos de fermentação.

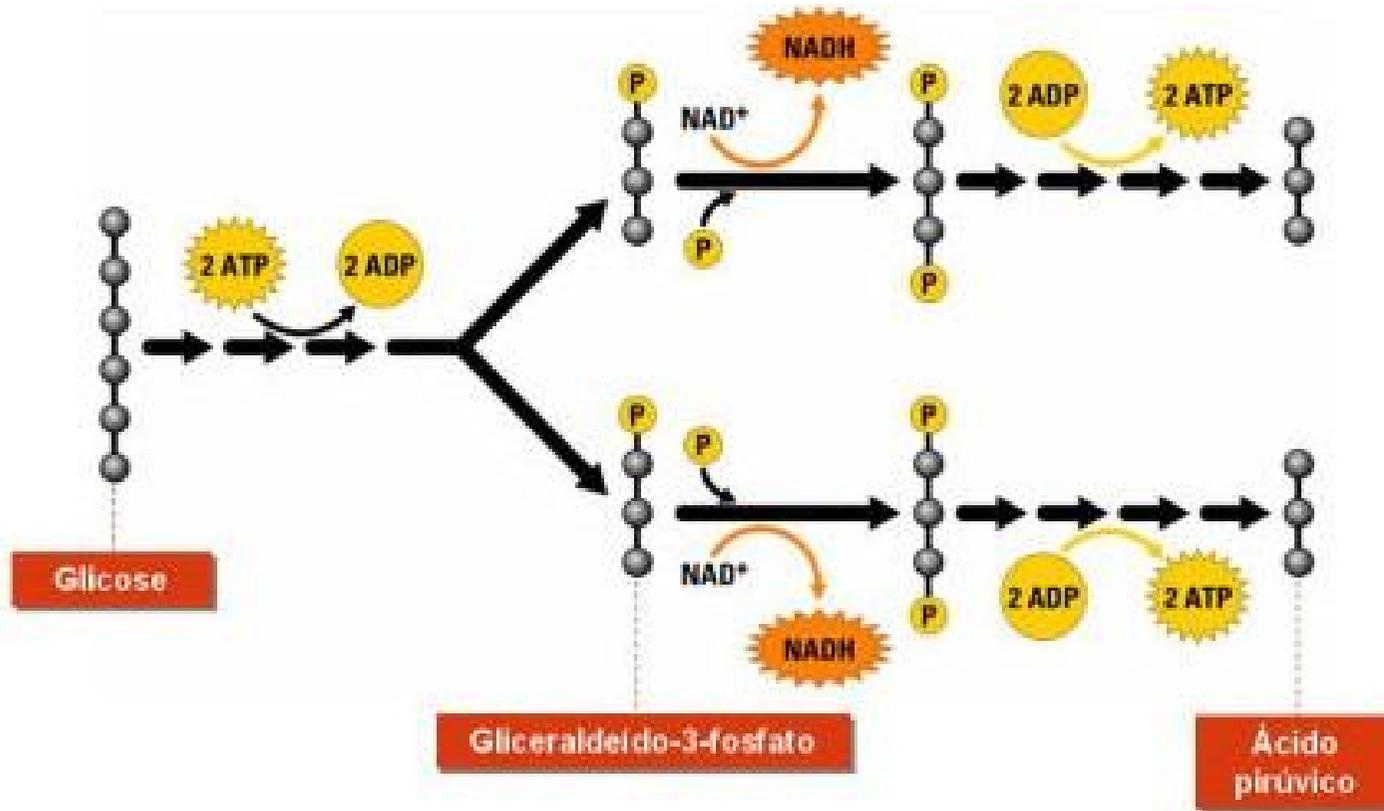




# Glicólise

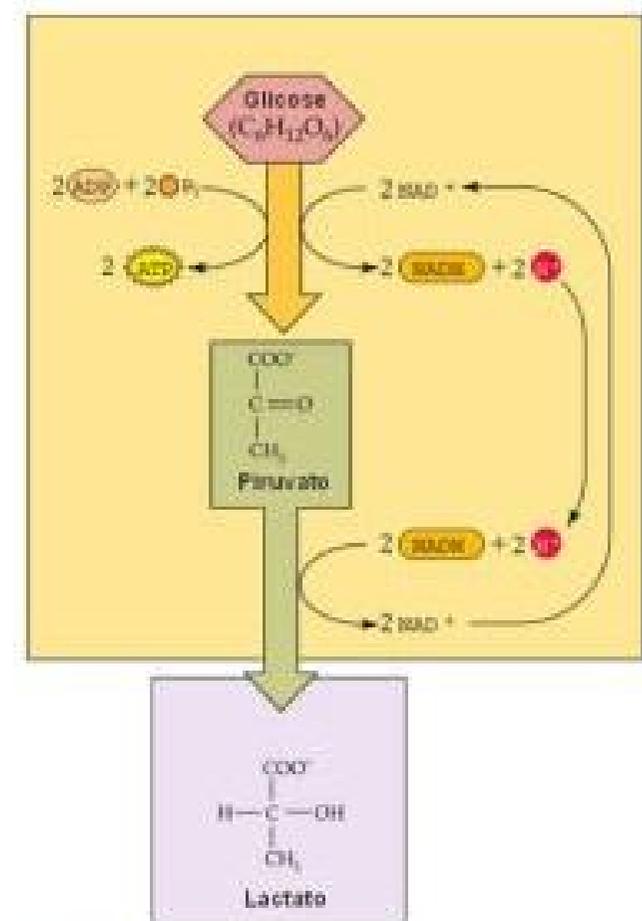
- A glicose é oxidada e formam-se duas moléculas de ácido pirúvico. O agente oxidante é o  $\text{NAD}^+$  que é transformado em  $\text{NADH}$ .
- O saldo energético é de duas moléculas de  $\text{ATP}$ .





# Redução do ácido pirúvico

- O ácido pirúvico, ou moléculas orgânicas que se formam a partir dele, sãoceptoras dos electrões do NADH, o que permite regenerar o NAD<sup>+</sup>.
- O NAD<sup>+</sup> pode, assim, voltar a ser utilizado na oxidação da glicose com formação de 2 ATP.
- Os produtos finais da fermentação dependem da molécula orgânica que é produzida a partir do ácido pirúvico.



# Fermentação alcoólica

- É realizada por leveduras anaeróbias facultativas;
- O ácido pirúvico é convertido em etanol e  $\text{CO}_2$  em duas etapas:
  - 1 – o ácido pirúvico é descarboxilado e forma-se acetaldeído;
  - 2 – O acetaldeído é reduzido pelo NADH a etanol.



## PRODUÇÃO DE VINHO

A fermentação do açúcar de uvas é realizada por leveduras, principalmente do género *Saccharomyces cerevisiae*, que existem na casca das uvas.

As uvas são colhidas, esmagadas e tratadas com compostos de enxofre, que inibem o crescimento de microrganismos competidores das leveduras. As uvas esmagadas formam o mosto, que inicialmente é mexido para provocar a aerificação e o crescimento das leveduras; posteriormente, é deixado em repouso, o que cria condições anaeróbias favoráveis à fermentação.

O  $\text{CO}_2$  liberta-se para a atmosfera no decurso da fermentação (o vinho ferve) e a concentração de etanol, que é o produto desejado, vai aumentando. O etanol torna-se tóxico para as leveduras quando atinge uma concentração de cerca de 12% e a fermentação termina.



## PRODUÇÃO DE CERVEJA

Fabricada com malte (grãos de cevada germinados e secos), outros materiais ricos em amido (como arroz, milho ou sorgo), lúpulo, água e leveduras das espécies *Saccharomyces cerevisiae* ou *Saccharomyces carlsbergensis*.

Antes de iniciar a fermentação, provoca-se a sacarificação (produção de açúcares simples a partir do amido) na mistura de cereais. Durante a fermentação, as leveduras convertem os açúcares em etanol e  $\text{CO}_2$ , e pequenas quantidades de glicerol e ácido acético. O  $\text{CO}_2$  é libertado e o álcool atinge uma concentração de cerca de 3,8% do volume.

Após a fermentação, a cerveja é armazenada durante alguns meses, durante os quais ocorre a precipitação de leveduras, proteínas e outras substâncias indesejáveis.

Por fim, a cerveja é carbonatada, clarificada, filtrada e engarrafada.





## PRODUÇÃO DE VINAGRE

É tradicionalmente um subproduto da fabricação do vinho e da cerveja mas qualquer produto com fermentação alcoólica pode ser utilizado.

Possui 4 a 14% de ácido acético.

No seu fabrico adicionam-se leveduras para conversão dos açúcares em etanol.

A seguir, juntam-se bactérias dos géneros *Acetobacter* ou *Glucanobacter* para transformar o álcool em ácido acético.



**Nota:** A conversão do álcool etílico em ácido acético pela bactéria *Acetobacter aceti* sob condições aeróbias, embora possa ser referida “em termos industriais” como fermentação, mais correctamente deveria ser designada por oxidação.

## PRODUÇÃO DE PÃO

Fermentação realizada pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

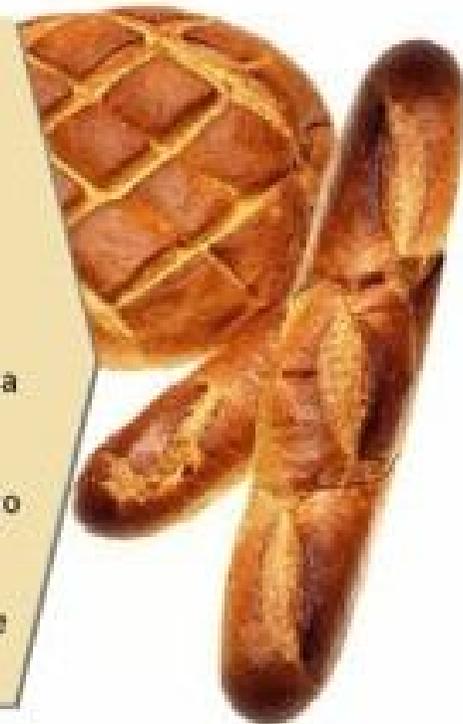
Temperatura favorável é de 27°C.

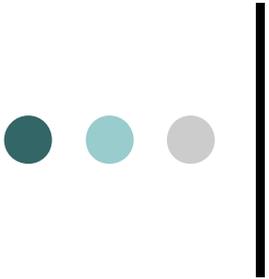
Hidrólise do amido da farinha em açúcares simples e posterior transformação em CO<sub>2</sub> e etanol.

O CO<sub>2</sub> é o produto desejado, uma vez que faz crescer a massa dando ao pão uma textura porosa.

A fermentação inicia-se com a adição das leveduras (fermento de padreiro) e termina quando o calor do forno as mata.

O calor provoca a expansão do gás, a evaporação do álcool e dá estrutura ao pão.





# Fermentação láctica

O ácido pirúvico é directamente reduzido a ácido láctico pelo NADH.

○ Actualmente:

- a maior parte dos leites são pasteurizados antes da fermentação (para eliminar microrganismos endógenos);
- ao leite pasteurizado são adicionadas culturas de arranque (preparadas para iniciar a fermentação).

## PRODUÇÃO DE QUEIJO

Vários tipos de queijo são produzidos por fermentação levada a cabo por diferentes espécies de bactérias pertencentes aos géneros *Propionibacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc* em culturas puras ou mistas.

As bactérias produzem ácido láctico e outras substâncias que contribuem para o aroma.

O aumento da acidez provoca a coagulação das proteínas do leite.

A acção secundária de bactérias e fungos determina sabores e aromas característicos, como por exemplo os veios azuis produzidos pelo fungo *Penicillium roqueforti*.





## PRODUÇÃO DE IOGURTE

Fermentação do leite por bactérias que produzem ácido láctico a partir da lactose.

Aquecimento prévio do leite, entre 86 a 93°C para destruição de contaminantes e degradação de compostos (pasteurização).

Junção, após arrefecimento, de uma cultura mista de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* até atingir uma acidez de 3 a 5.

Esta acidez provoca a coagulação das proteínas do leite.





# Resumo

Indústria alimentar → processos fermentativos

- ❖ Fermentação alcoólica
- ❖ Fermentação acética
- ❖ Fermentação láctica

Microrganismos (Indústria alimentar):

