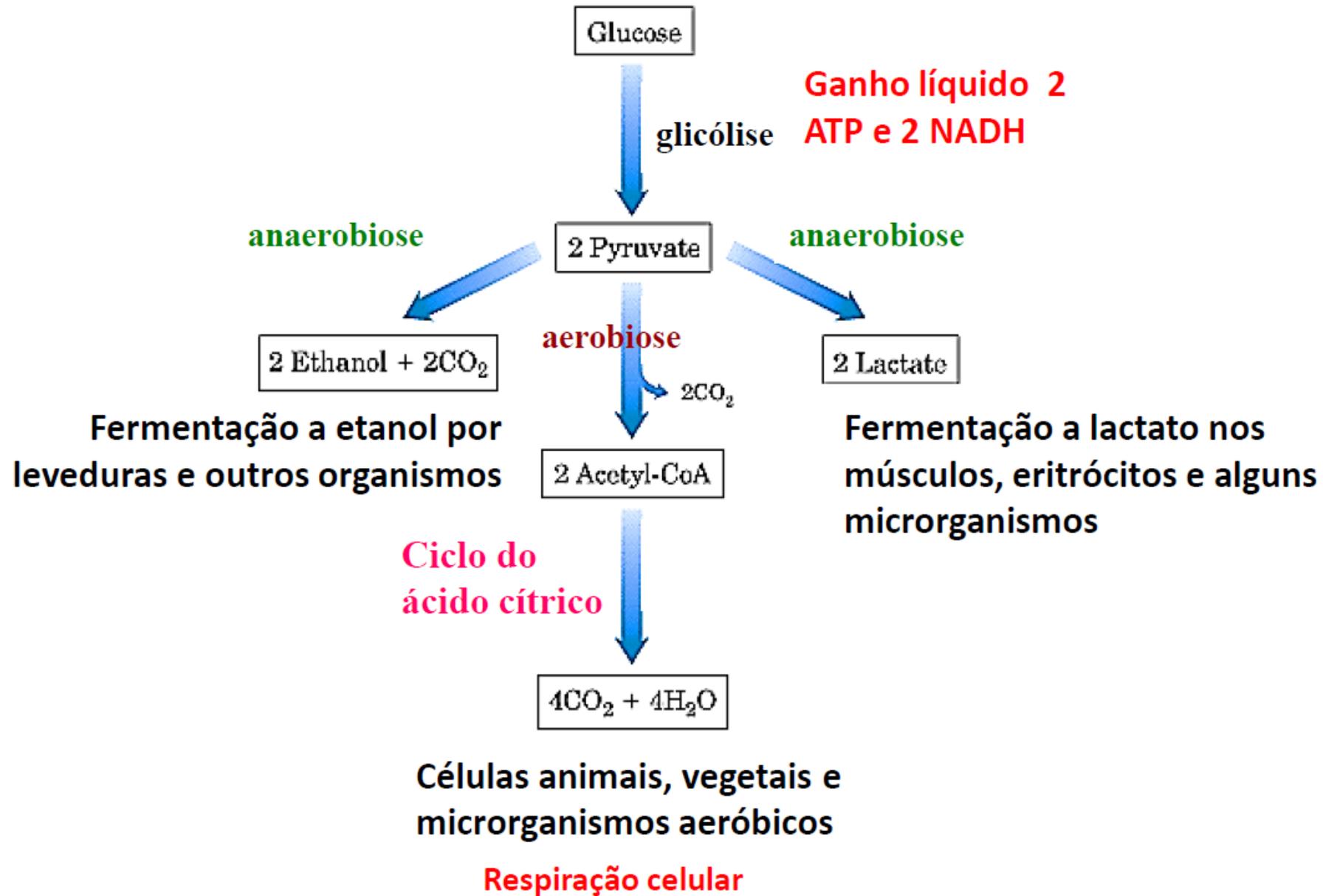


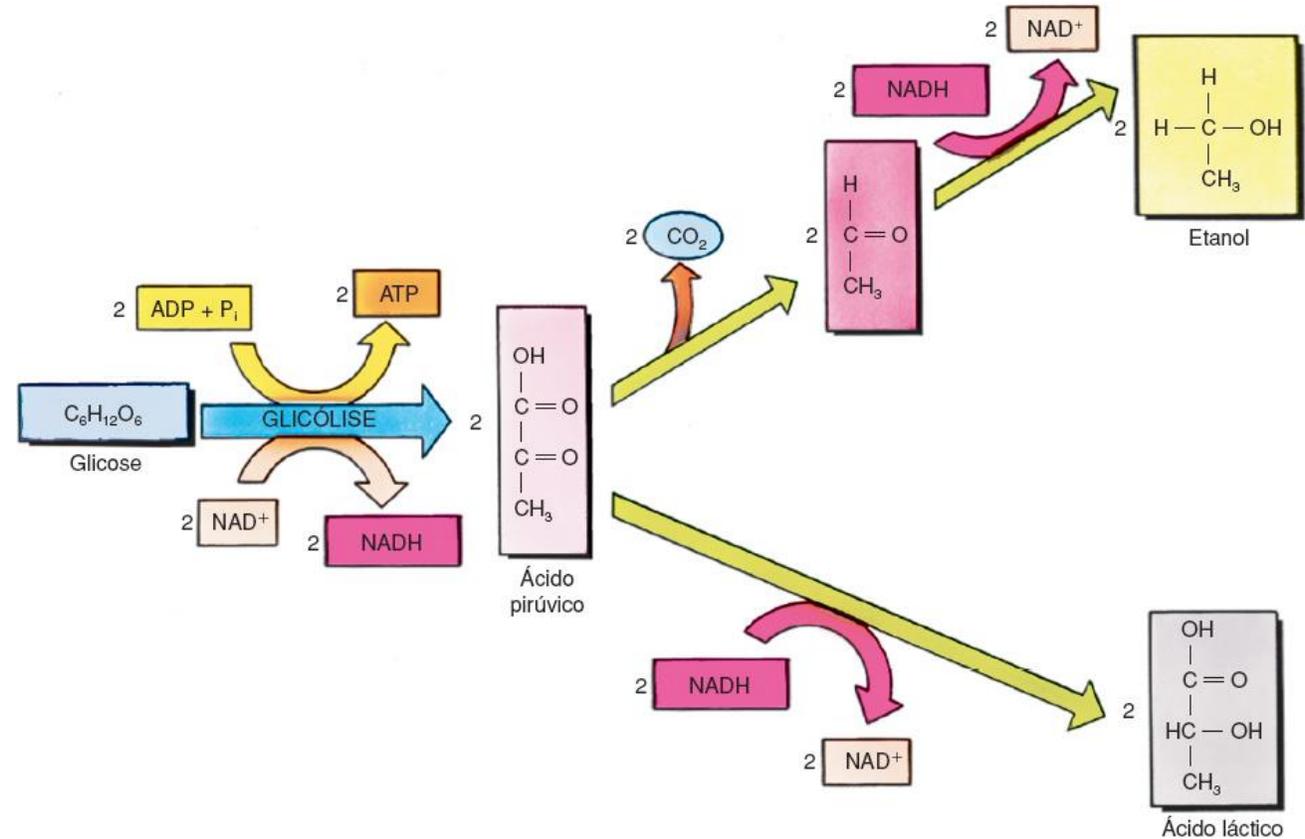
Fermentação

## Qual o destino do piruvato formado na glicólise ?



# Fermentação

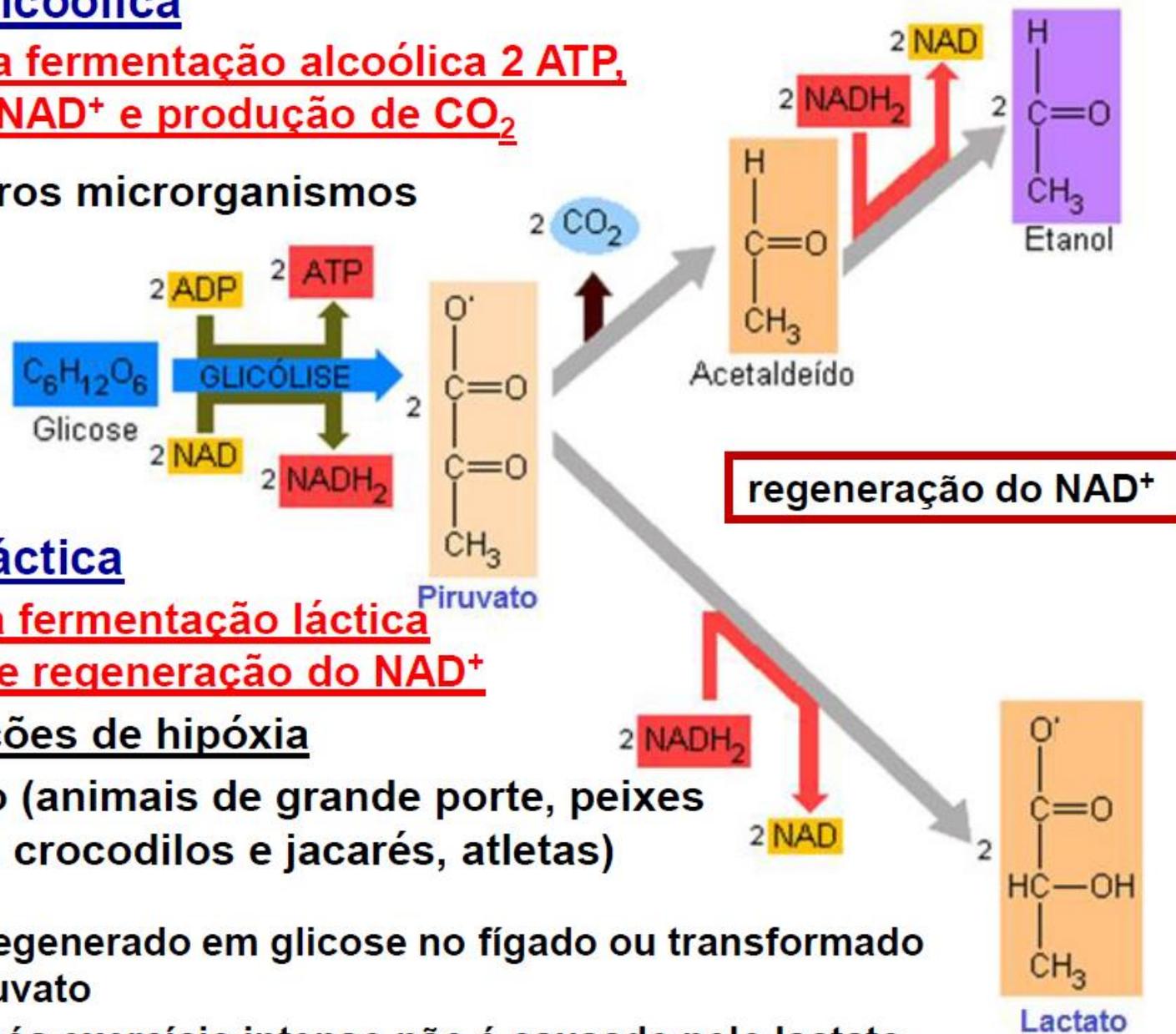
Processo de transformação do piruvato que ocorre na ausência de oxigênio, com objetivo de oxidar o NADH produzido na Via Glicolítica.



## Fermentação alcoólica

Ganho líquido da fermentação alcoólica 2 ATP, regeneração do  $\text{NAD}^+$  e produção de  $\text{CO}_2$

Leveduras e outros microrganismos



## Fermentação láctica

Ganho líquido da fermentação láctica 2 ATP (glicólise) e regeneração do  $\text{NAD}^+$

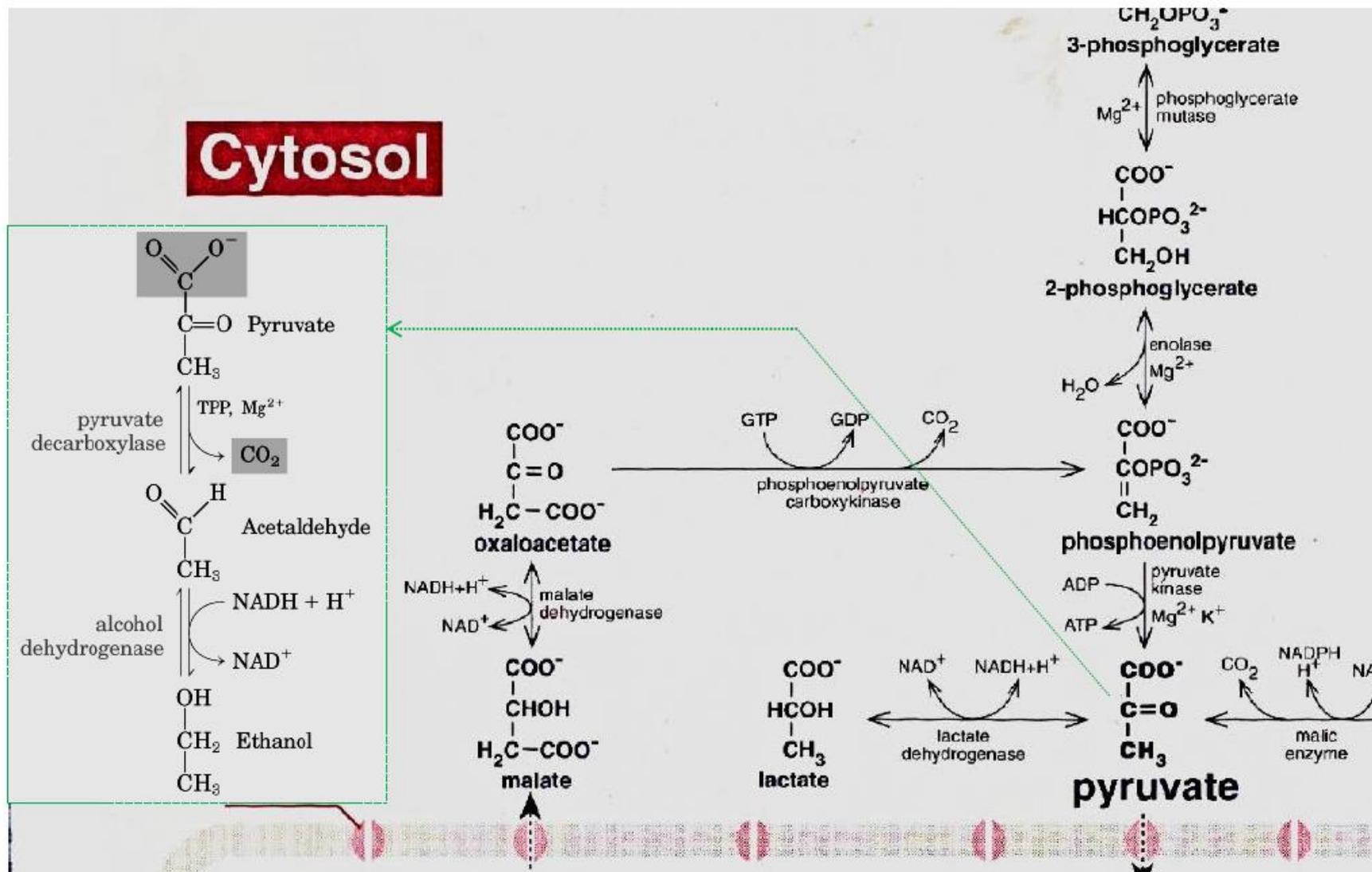
Ocorre em situações de hipóxia

Exercício intenso (animais de grande porte, peixes do fundo do mar, crocodilos e jacarés, atletas)

Lactato pode ser regenerado em glicose no fígado ou transformado novamente em piruvato

Dor no musculo após exercício intenso não é causado pelo lactato

# Cytosol



**Situações metabólicas importantes em vegetais que crescem em regiões alagadas**

# Fermentação alcoólica

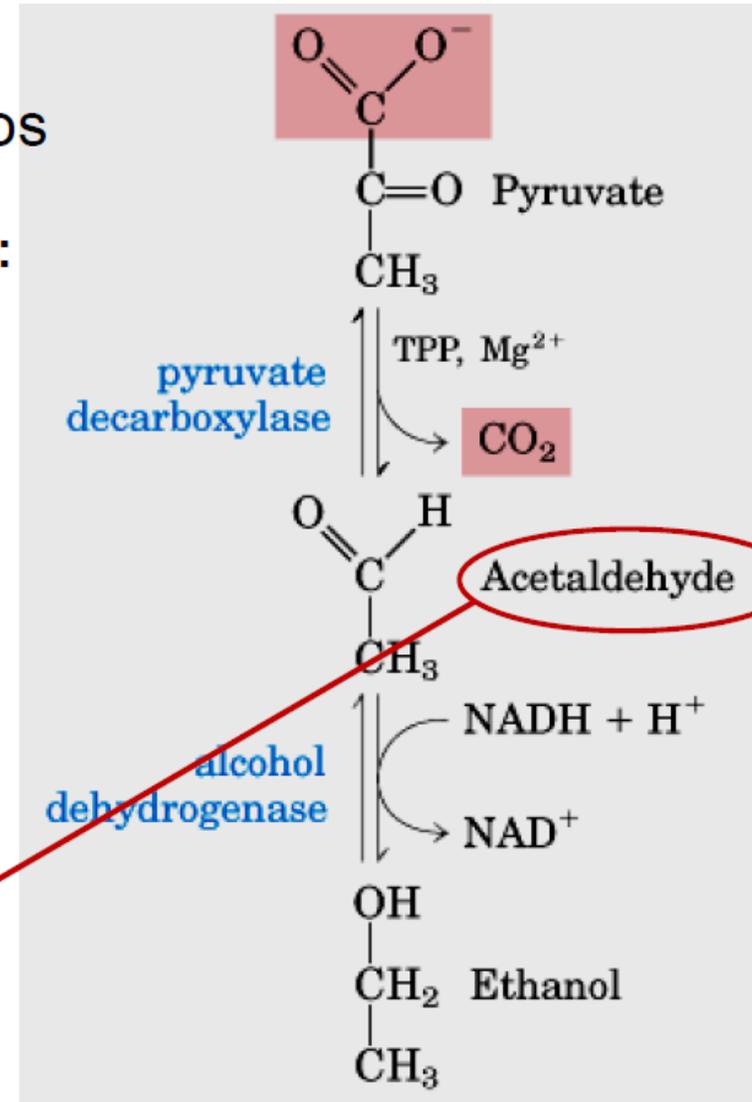
Leveduras e outros microrganismos

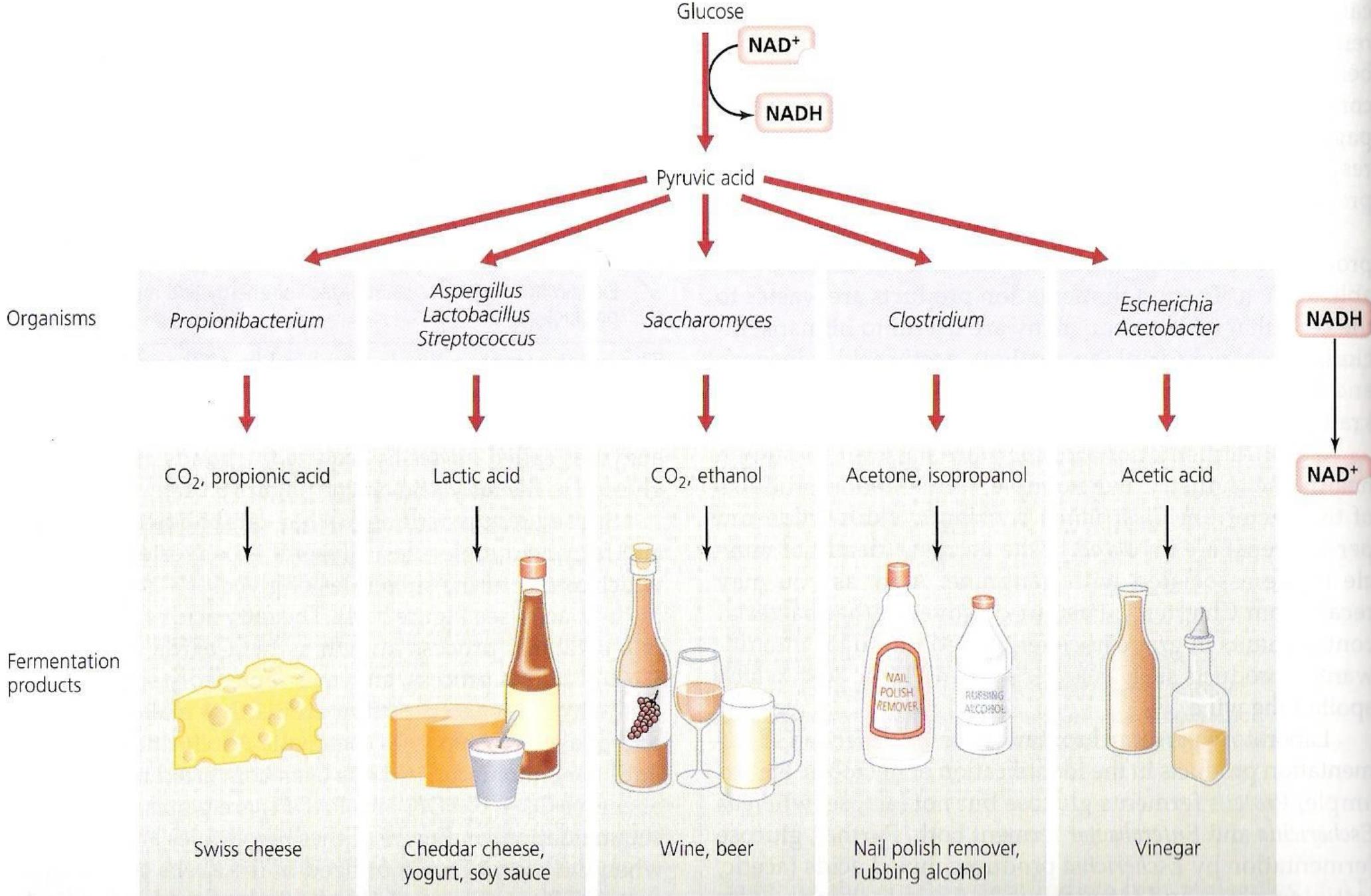
Processo reversível utiliza 2 enzimas:

**Piruvato descarboxilase**  
(microrganismos que fazem a fermentação alcoólica inclusive algumas plantas)

**Desidrogenase alcoólica** é encontrada em organismos que metabolizam o etanol (fígado do homem)

**Metabolizado no fígado pela acetaldéido desidrogenase e glutatona → acetato**





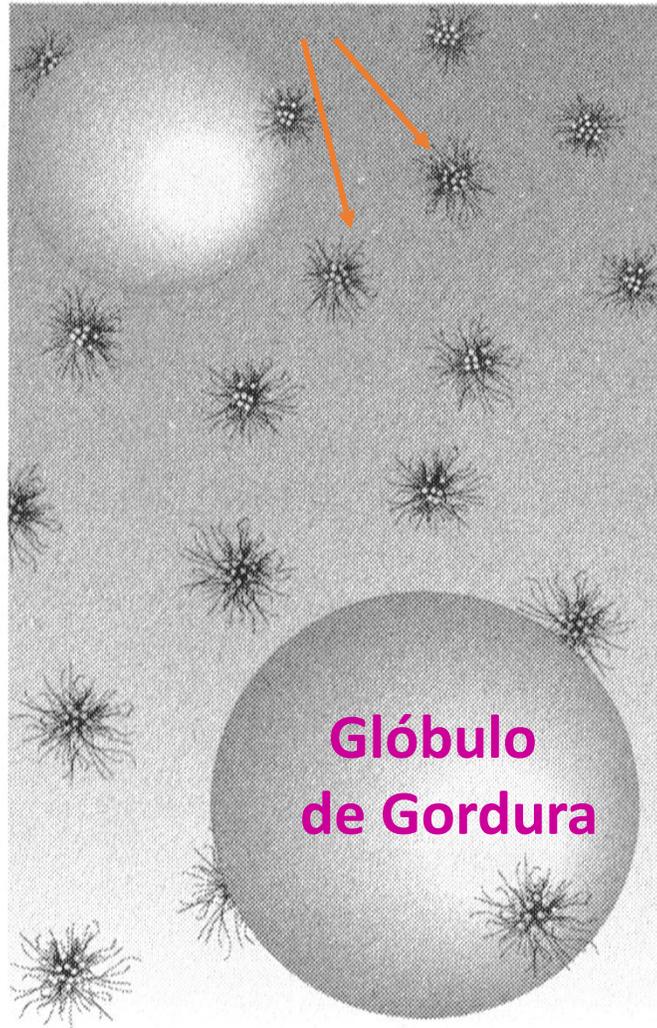
**Fermentação láctica pode ser realizada por um grande número de microrganismos (importante na indústria alimentícia)**

**Alguns microrganismos (lactobacilos e estreptococos) em anaerobiose, fermentam a lactose do leite a ácido láctico. A produção de ácido desnatura a caseína do leite (proteína) e faz com que ele precipite.**



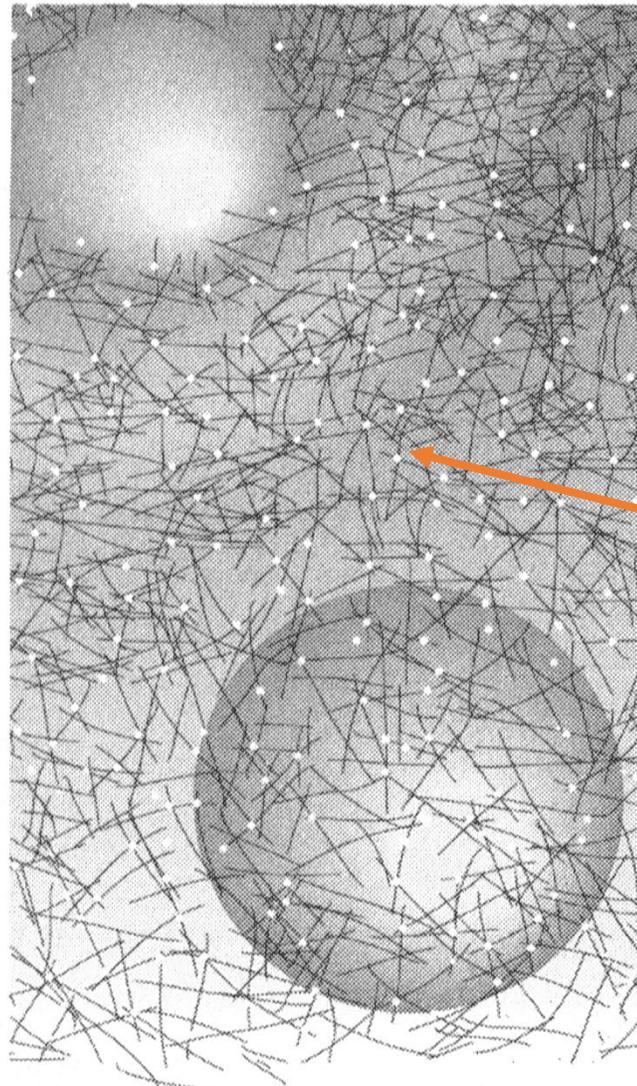
# Leite

Miscelas de Caseína  
 $10^{-7}$  m em diâmetro



# logurte/queijo

Bacteria produz ácido



Ácido causa  
desnaturação da  
Caseína

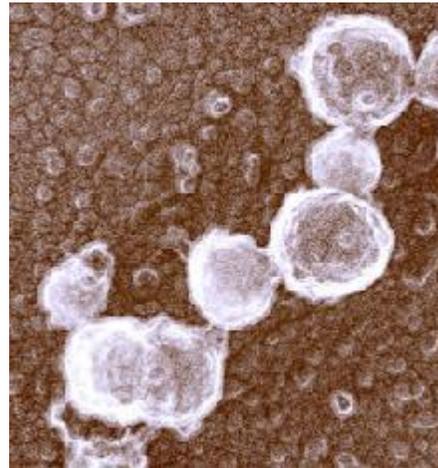
# logurte em 4 passos

1. Comece com leite
2. Esquente o leite a 80 °C. 2 objetivos:
  - destruir bactérias
  - “condicionar” as proteínas = iniciar processo de desnaturação
3. Esfriar o leite a 40 °C e inocular com a bactéria
4. Incubar a 30 °C até 45 °C

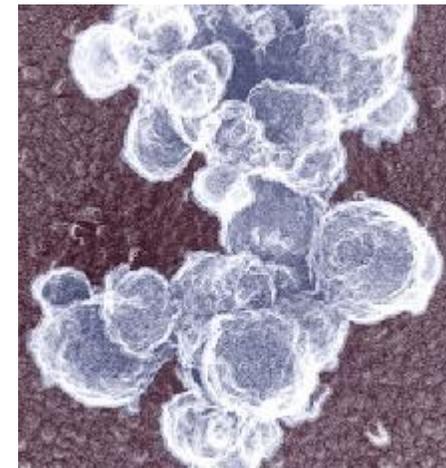
Caseína antes do pre-tratamento com calor:



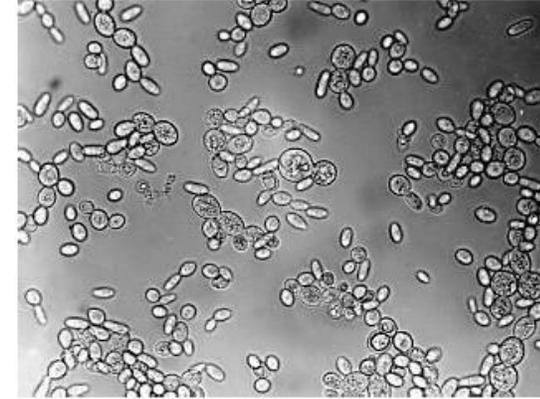
Caseína depois do pre-tratamento com calor:



Caseína após ácido:



# Fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentação alcoólica

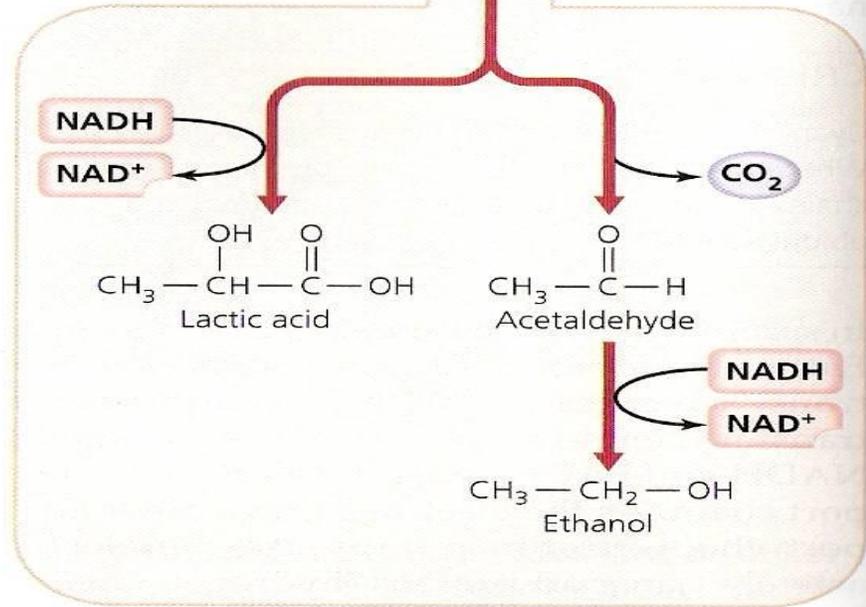
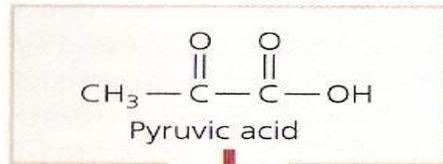
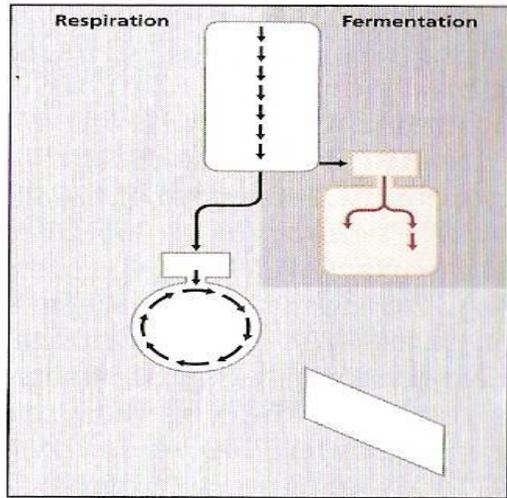


## **Indústria de bebidas fermentadas e biocombustíveis**

**Produção de Biocombustível ou bebidas – fonte de carboidrato como amido (glicose), sacarose (glicose + frutose), maltose (glicose+glicose)**

**levedura - via glicolítica e fermentação alcoólica**





# Como funciona uma usina de álcool

Do canavial ao posto de gasolina, todas as fases da produção

## 1 CANA-DE-AÇÚCAR

Colhida entre fins de março e começo de dezembro no Estado de São Paulo. Na média, são 86 toneladas por hectare. O valor dessa matéria-prima está no teor de sacarose contido no caule da planta



## 2 SEPARAÇÃO E PESAGEM

Na entrada da usina, os caminhões são pesados, calculando-se a remuneração do fornecedor independente, assim como o valor que corresponde aos cortadores que trabalham na colheita manual



## 3 LIMPEZA

Restos de palha, gravetos, areia, pedriscos e terra são removidos por lavagem em esteiras contínuas. Essa água é reciclada e circula várias vezes, em circuito fechado. Hoje, o processo industrial consome menos de 20% da água que era necessária 30 anos atrás



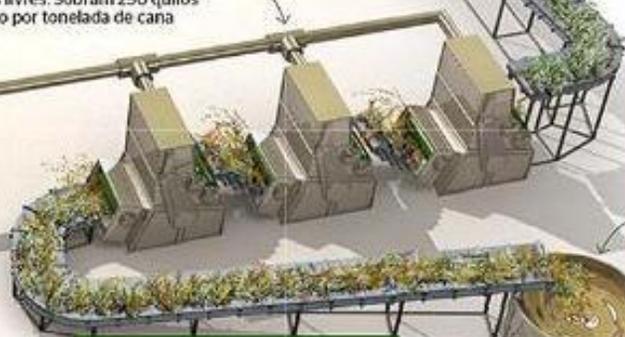
## 4 PICADORES

Os caules são picados em toletes de comprimento mais ou menos regular, etapa importante para melhor aproveitamento do processo automático que vem a seguir



## 5 SEPARAÇÃO

Moendas separam o caldo, que nada mais é que a garapa vendida nas feiras livres. Sobram 250 quilos de bagaço por tonelada de cana



## 6 BANHO QUÍMICO

Começa o tratamento do caldo. A primeira parada é nos misturadores, onde se adicionam substâncias químicas que uniformizam o líquido e forçam o depósito, no fundo do tanque, dos traços de celulose que acompanham o caldo



## 7 PURIFICAÇÃO

A seguir se retiram os aditivos químicos da fase anterior, que também são reciclados e aproveitados várias vezes. Na seqüência do processo industrial, entram somente substâncias naturais



## 8 FERMENTAÇÃO

Um dos grandes segredos do sucesso do etanol brasileiro, as cepas de enzimas que provocam a fermentação natural do caldo têm a missão de quebrar as moléculas de sacarose para que o mosto, obtido depois de um período que pode variar entre oito e 15 horas, ofereça a produtividade esperada

## 9 DESTILAÇÃO

Calor e alta pressão gerada nas caldeiras fazem o salto definitivo do processo físico-químico que libera o biocombustível. As torres de destilação são feitas de aço inoxidável e representam a parte mais sofisticada do equipamento da usina



**HIDRATADO**  
Na saída da destilação, o etanol traz uma porcentagem de água, na transformação química. Essa parte, geralmente entre 4% e 6%, integra o combustível chamado álcool hidratado

**ANIDRO**  
Alcool desidratado em processamento adicional, serve para a mistura de 23% na gasolina brasileira. Algumas usinas preferem desidratar todo o seu álcool e, depois, acrescentar água pura quando vendem uma partida de "hidratado"

## 10 ARMAZENAGEM E LOGÍSTICA

A rede brasileira de dutos é limitada. As usinas precisam de grandes instalações para armazenagem. Mais: o escoamento se faz basicamente por caminhões no Brasil, enquanto os Estados Unidos aproveitam hidroviás e uma gigantesca malha de dutos



## ACÚCAR X ALCÓOL

A proporção de cana que vira etanol ou açúcar varia conforme o preço. Hoje, a vantagem é do etanol

2005



2008

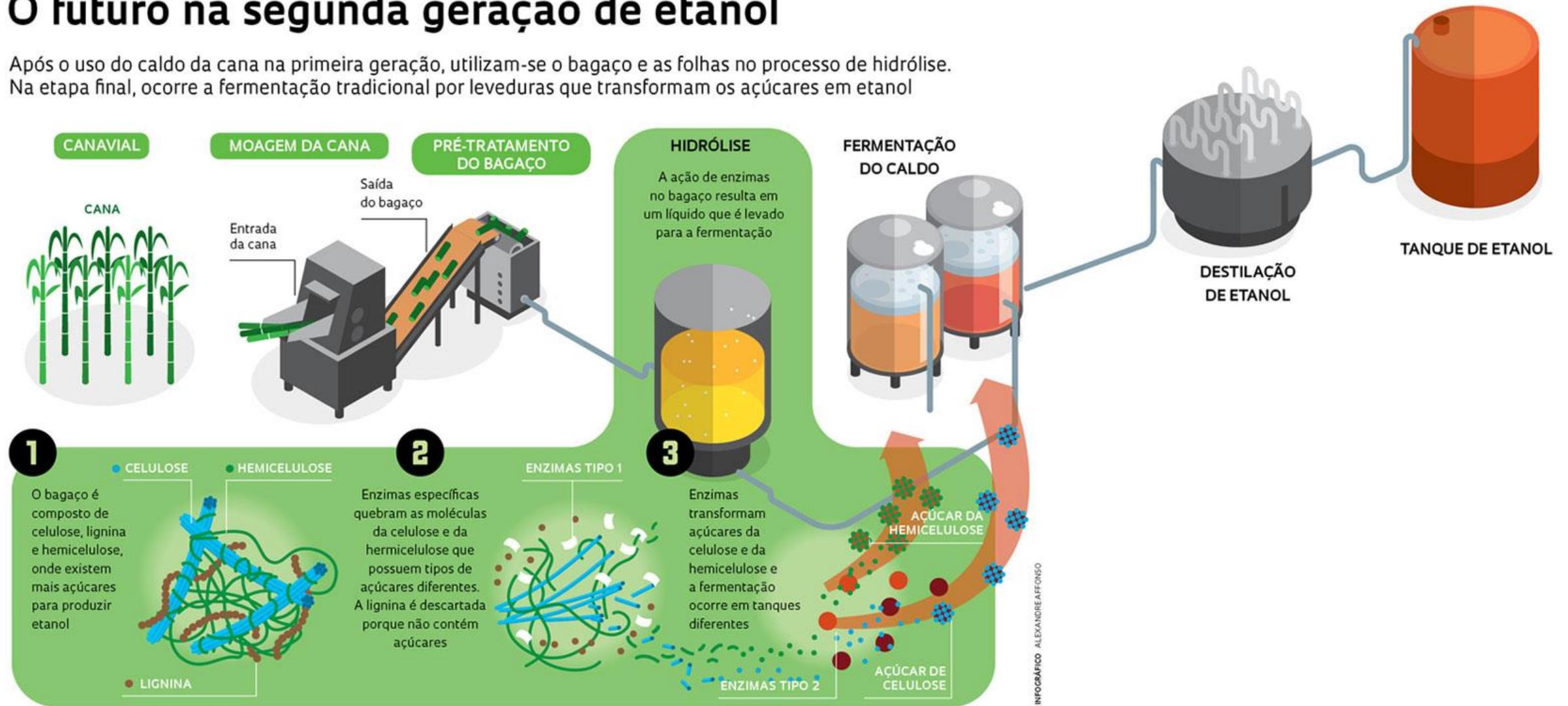


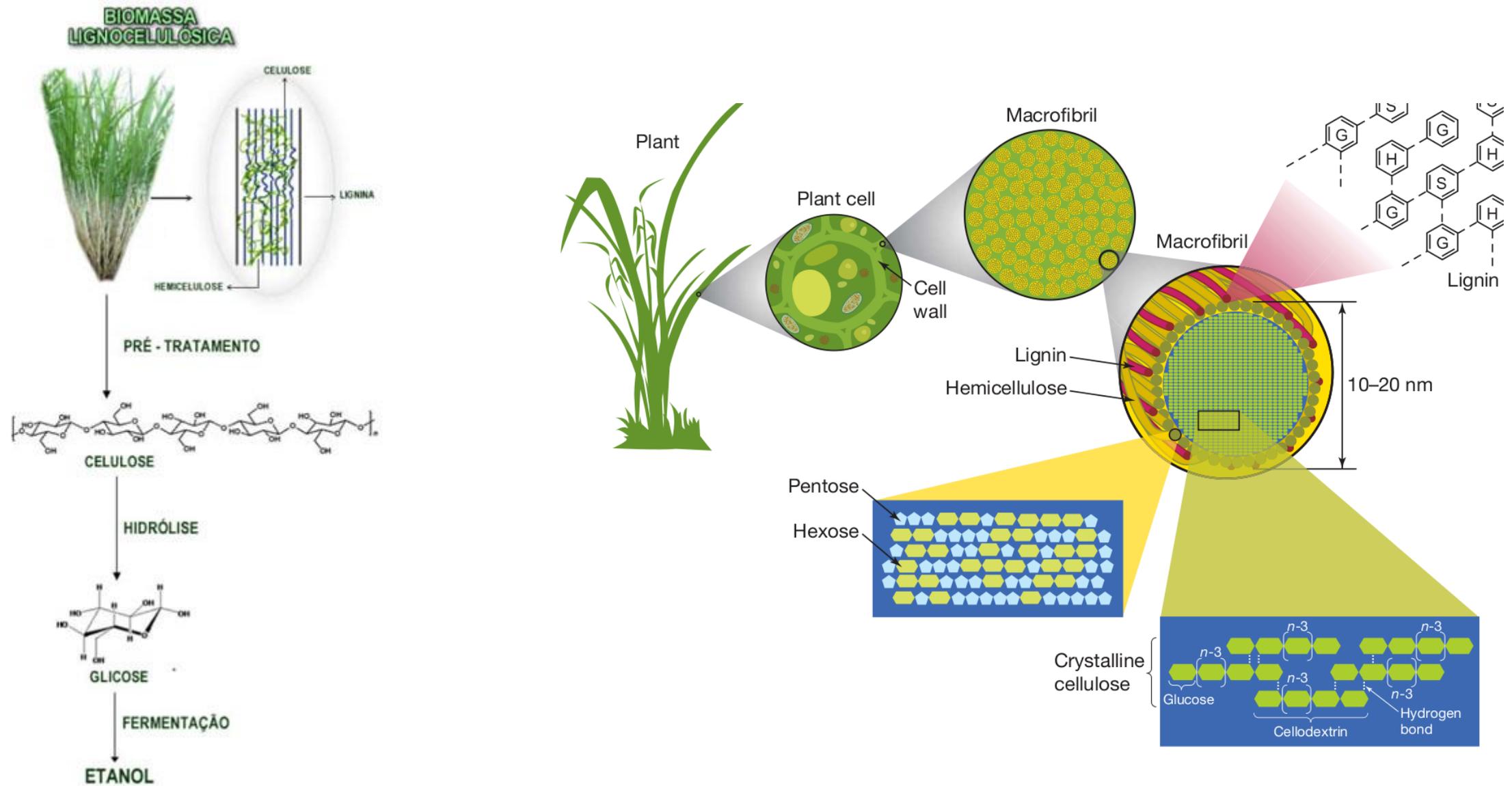
## ENERGIA

O bagaço, adicionado à palha que foi recolhida na limpeza, abastece caldeiras de alta pressão, que alimentam turbinas e, assim, fornecem toda a eletricidade necessária ao funcionamento da usina. A sobra é vendida a concessionárias de eletricidade

# O futuro na segunda geração de etanol

Após o uso do caldo da cana na primeira geração, utilizam-se o bagaço e as folhas no processo de hidrólise. Na etapa final, ocorre a fermentação tradicional por leveduras que transformam os açúcares em etanol





*Esquema 1. Representação esquemática da produção de etanol a partir de biomassa lignocelulósica*

# Fermentação alcoólica – Produção de cerveja

- **6000 a.C.** – Sumérios e Assírios iniciam a produção de cerveja.
- **5400 a.C.** – É construída no Egito a primeira cervejaria.
- No Brasil, a primeira cervejaria foi construída em 1888, no Rio de Janeiro.
- O Brasil é um dos maiores produtores de cerveja (3º) do mundo mas o 15º consumidor, os maiores consumidores são Tchecos, Irlandeses e Alemães
- **Tipos de cerveja** - Variam no processo de elaboração, em tempos e temperaturas de cozimento, fermentação e maturação, tipos de levedura utilizada, a forma ou o momento em que os ingredientes são adicionados, da filtragem, pasteurização ou não, até o local e época do ano em que foram cultivados os ingredientes.
- **Século XVI** – É decretada, na Alemanha, a Lei de Pureza, que determina os ingredientes que podem ser usados na fabricação de cerveja: cevada (malte), lúpulo, e água.



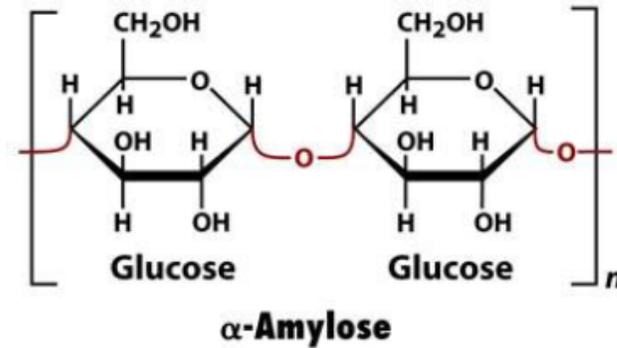
## Fabricação da cerveja

- ❖ Cerveja é fabricada pela fermentação alcoólica, por leveduras, de grãos de cevada.
- ❖ Enzimas da via glicolítica das leveduras só conseguem fermentar mono e dissacarídeos

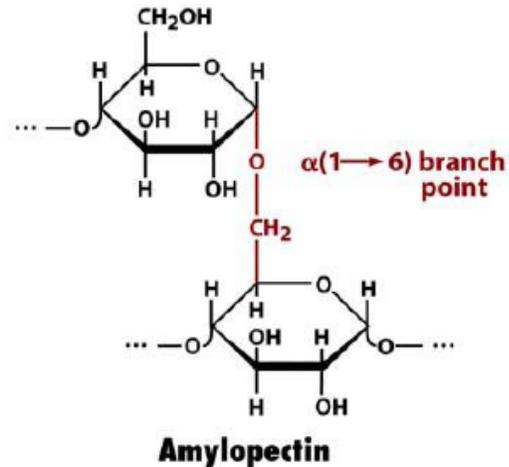


1 - Cevada precisa sofrer um processo de **maltagem**, onde as sementes são deixadas germinar até formarem enzimas capazes de hidrolisar polissacarídeos de reserva (amido) → germinação é interrompida, o produto desse processo é conhecido por **malte** que contém amilases e maltases capazes de hidrolisar o amido (maltose e glicose).

# glicoses unidas por ligações $\alpha$ 1-4 ou $\alpha$ 1-6



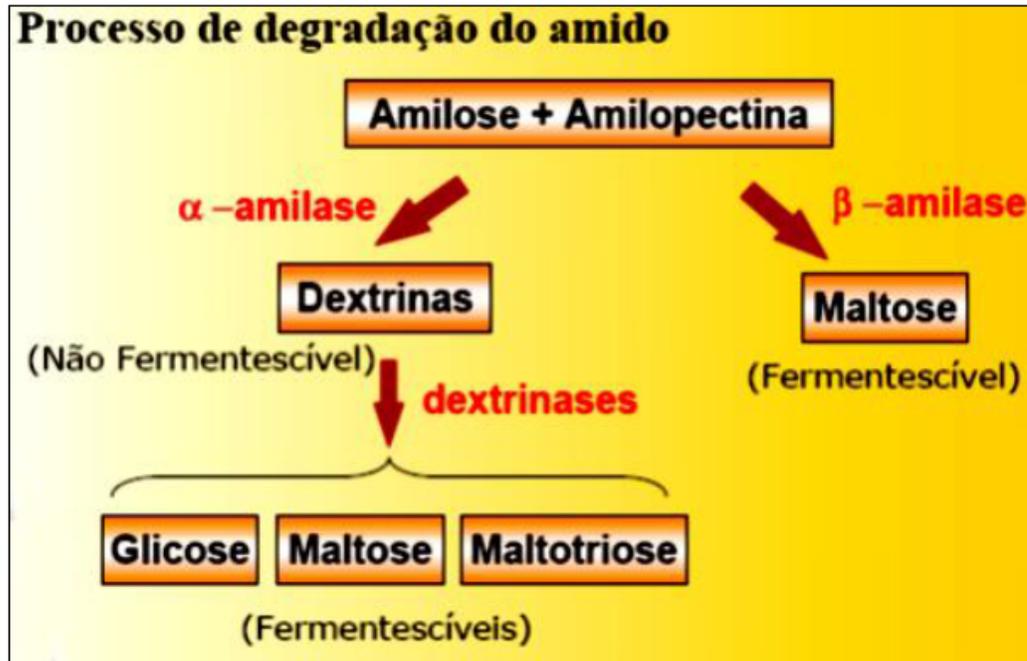
Unnumbered figure pg 218 Fundamentals of Biochemistry, 2/e  
© 2006 John Wiley & Sons



Unnumbered figure pg 219 Fundamentals of Biochemistry, 2/e  
© 2006 John Wiley & Sons

$\alpha$  – amilase (quebra aleatória amido, ligações internas)

$\beta$  – amilases (quebra ligações nas extremidades não redutoras)



2 - O malte é macerado e misturado água (enzimas agem degradando polissacarídeos) e com nutrientes necessários ao crescimento das leveduras, **mosto**, de onde se retiram os restos celulares e a parte líquida é fervida com o lúpulo (aromatizante).

Mistura é resfriada e aerada.



3 - Leveduras são adicionadas ao mosto aeróbico, elas se reproduzem muito rapidamente nesse meio sem produzir álcool. Quando todo o oxigênio é consumido as leveduras passam a produzir etanol para a obtenção de energia dos açúcares do meio. A fermentação é interrompida e a cerveja bruta passa ao processamento final.

Além dos processos fermentativos (anaerobiose) qual o destino do piruvato (aerobiose)?

