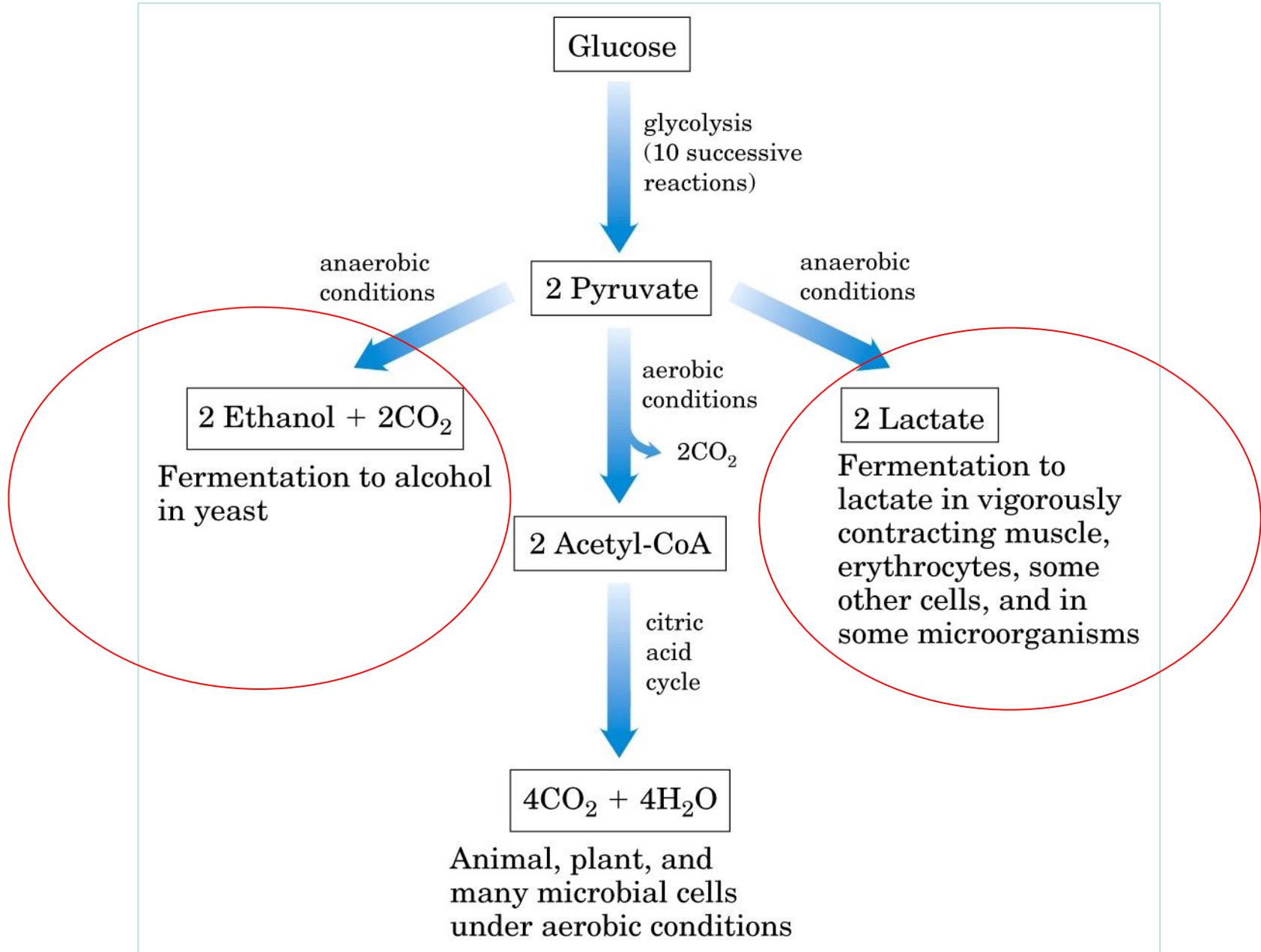


Fermentação

Prof. Nubia B. Eloy

Destinos do Piruvato sem a presença de O₂



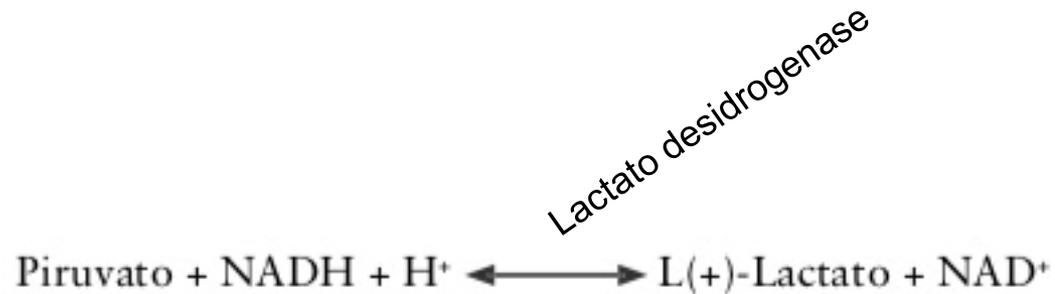
Fermentação

Os três possíveis caminhos metabólicos do Piruvato são a fermentação láctica, a fermentação alcoólica e a respiração celular.

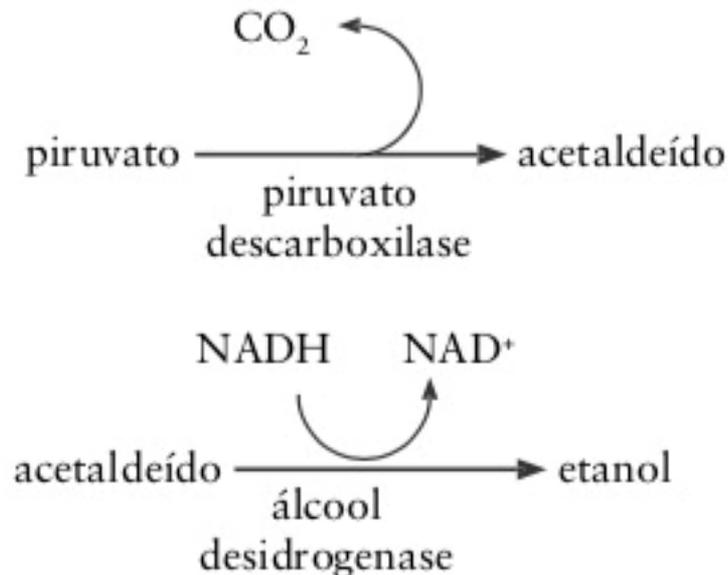
- Na fermentação, a quebra da glicose termina na glicólise. Não havendo O_2 ou não sendo possível utilizá-lo, outra molécula terá de receber os átomos de hidrogênio.
- O piruvato vai seguir um destino ou outro dependendo do conjunto de enzimas que apresente o organismo ou a célula. Logo, o produto final pode ser: álcool etílico, ácido acético, ácido láctico ou ácido butírico.

Quando em **condições anaeróbicas**, o piruvato é reduzido pelo NADH, formando lactato (na fermentação láctica) ou etanol e CO₂ (na fermentação alcoólica).

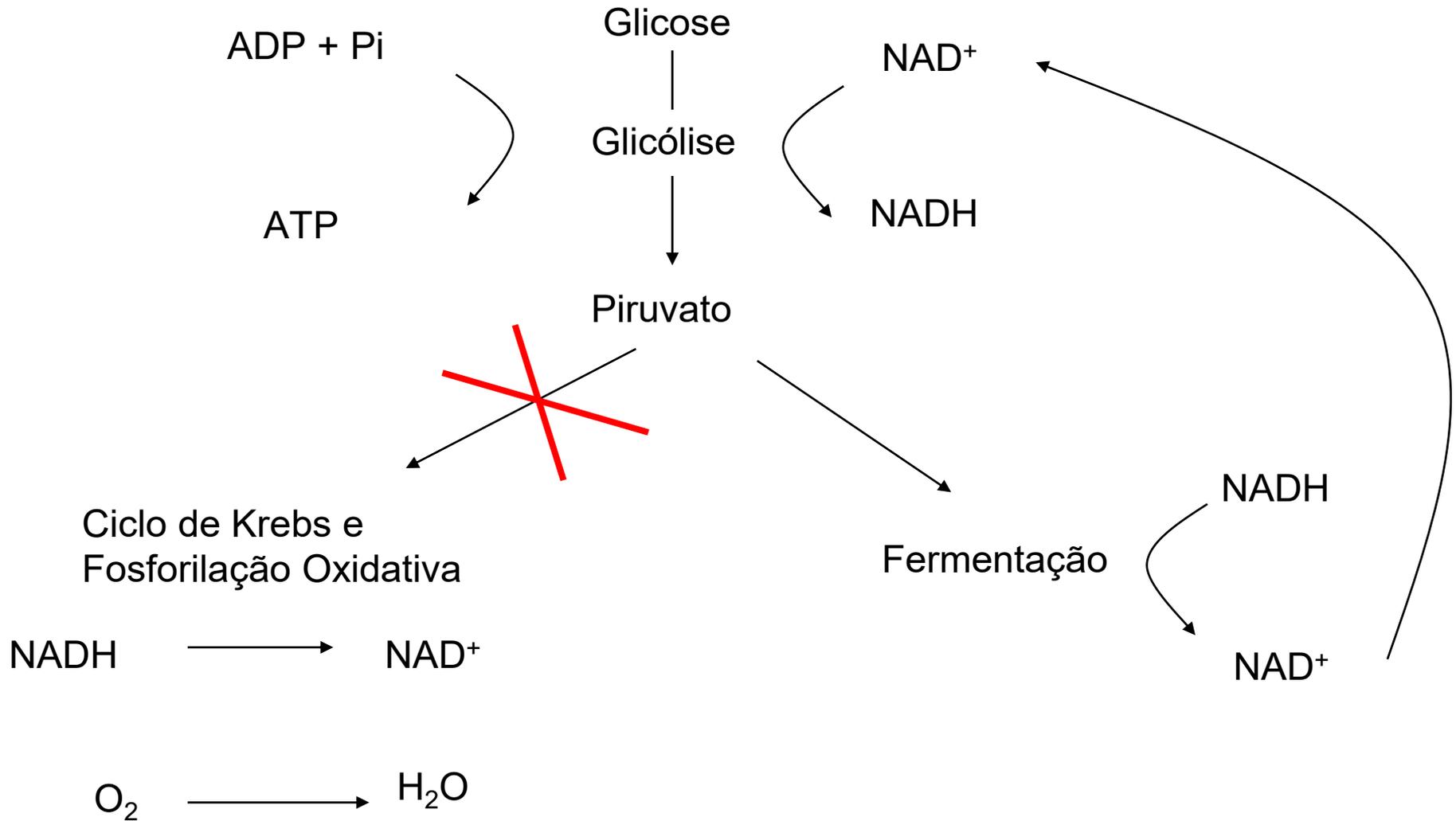
Fermentação láctica



Fermentação alcoólica

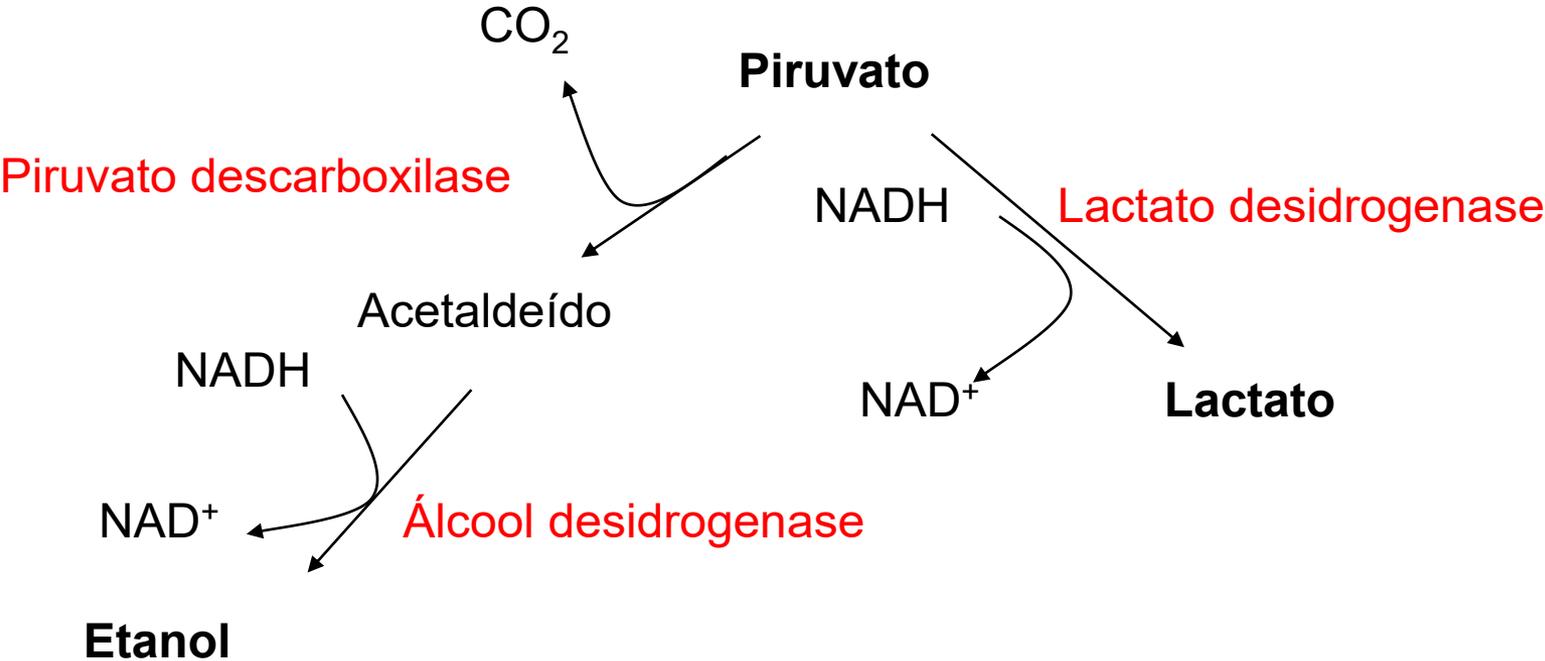


Anaerobiose - Fermentação



Na ausência de O₂, a fermentação regenera o NAD⁺ para a glicólise

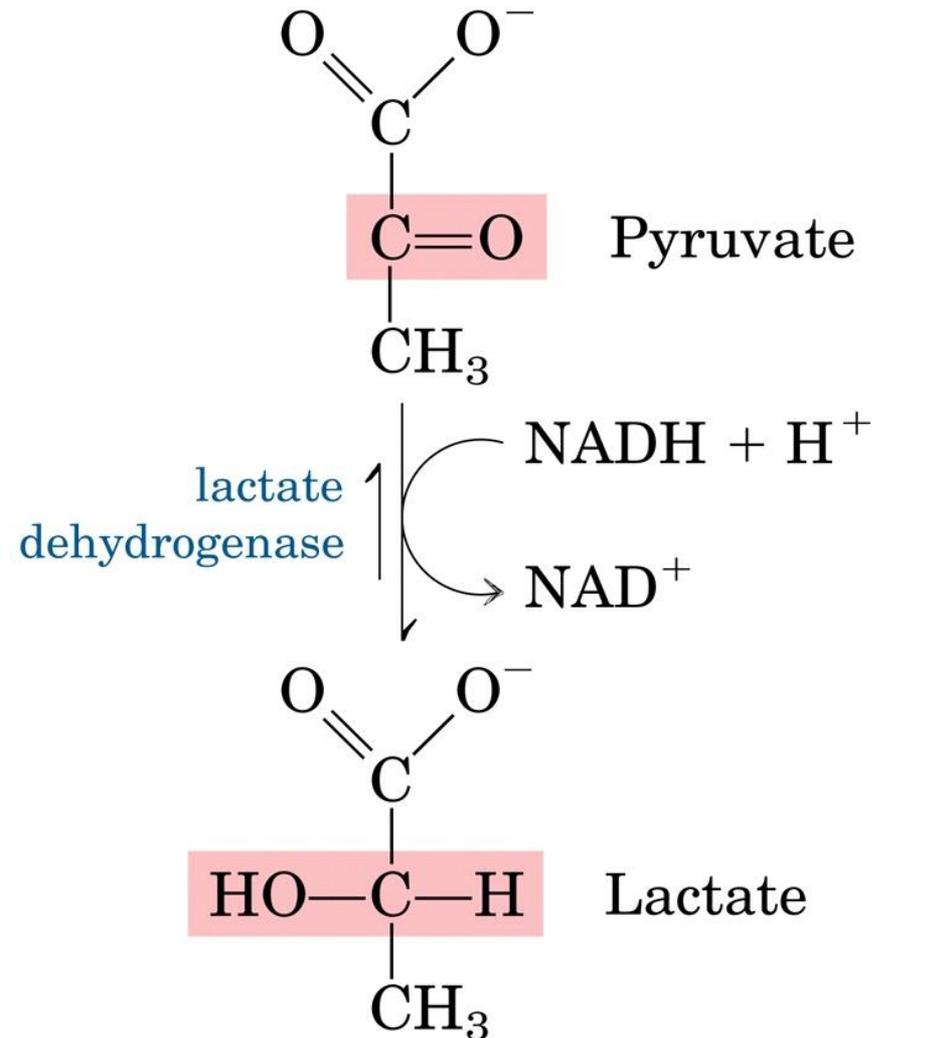
Fermentação



Fermentação láctica

A fermentação láctica é o processo de obtenção de energia que ocorre em algumas bactérias anaeróbicas. Este processo ocorre também em células do nosso corpo.

- As hemácias, por exemplo, usam apenas a fermentação láctica como via de obtenção de energia. Nossos músculos, quando em atividade intensa, também fazem fermentação láctica.

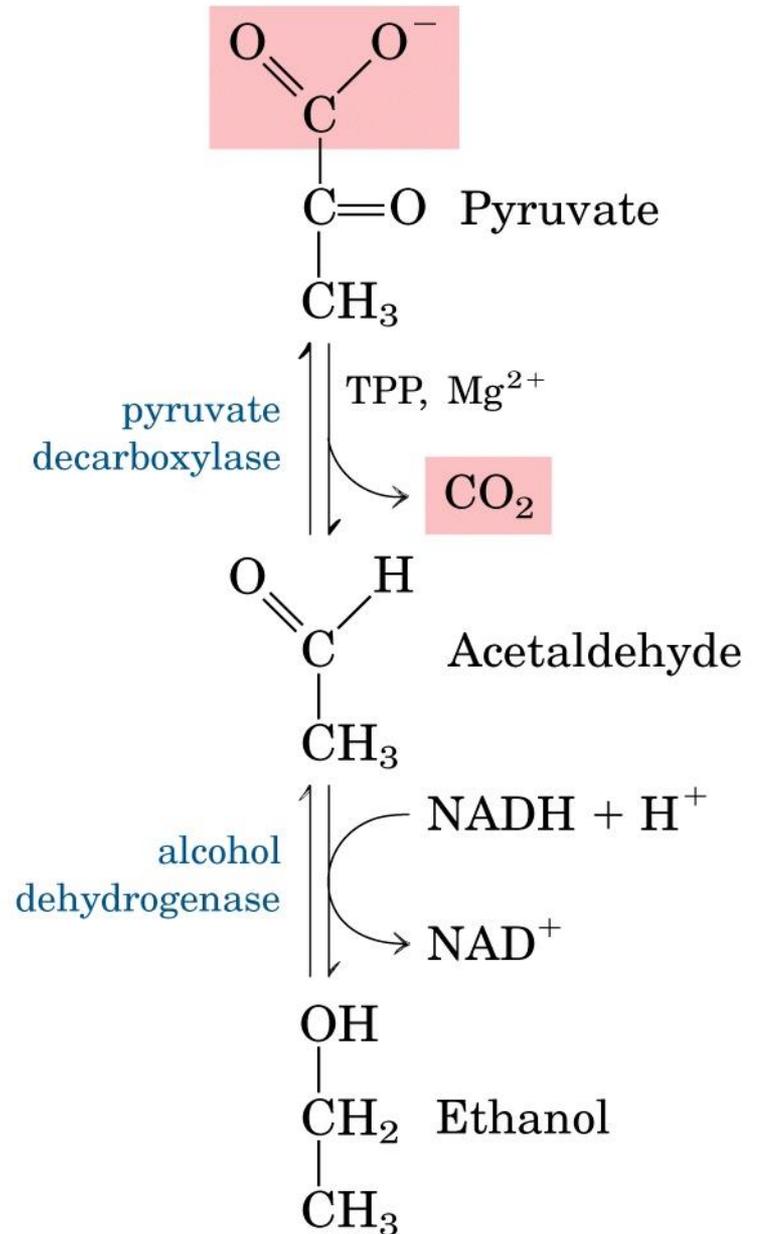


$$\Delta G'^{\circ} = -25.1 \text{ kJ/mol}$$

Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica é a via de obtenção de energia encontrada em leveduras, organismos unicelulares e eucariontes. Várias espécies de leveduras são organismos anaeróbicos facultativos, ou seja, podem viver na presença ou ausência de oxigênio

Na fermentação alcoólica, a glicose será degradada formando duas moléculas de etanol (álcool etílico)



Fermentação Láctica

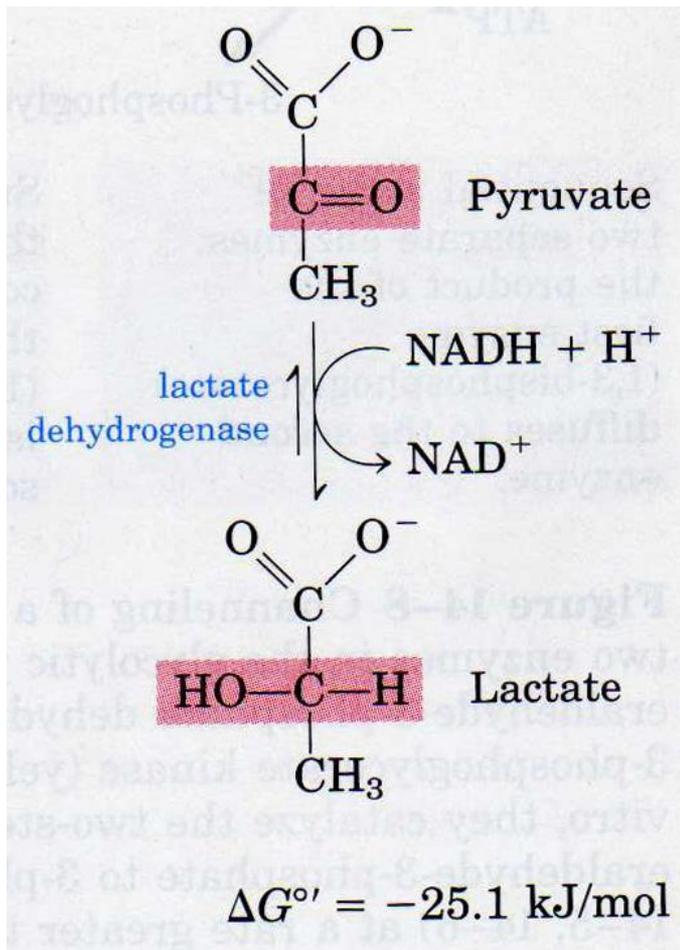


lactato desidrogenase
(www.csrri.iit.edu)

Reação de 1 passo catalisada pela lactato desidrogenase



- ✓ alternativa reduzir piruvato a lactato
- ✓ sem ganho / perda de energia
- ✓ 1 molécula de glicose consumida produz 2 moléculas de ATP (glicólise)



Dois hidretos se ligam ao piruvato para formar lactato.

E de onde vêm os hidretos? Do NADH que se originou na glicólise. Isto quer dizer que o NADH reduzido na glicólise é reoxidado nesta etapa da fermentação láctica, devolvendo os íons hidreto para o piruvato formando lactato.

ATENÇÃO: A fermentação inclui a glicólise. Portanto, a fermentação tem o saldo de 2 ATP sintetizados por molécula de glicose quebrada. Não esqueça também que, na glicólise, uma molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de piruvato e, portanto, duas moléculas de lactato são produzidas na fermentação láctica.

Fermentação Láctica

Ocorrência

- ✓ vertebrados (eritrócitos, medula renal, músculos em contração rápida, retina, cérebro)
- ✓ plantas (agrião, tubérculos de batata)
- ✓ microrganismos (Lactobacilos, Streptococos)



celacanto

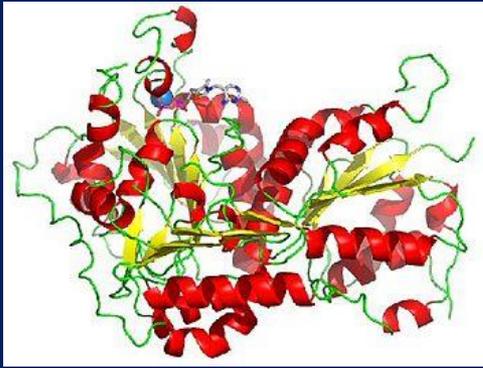


crocodilo

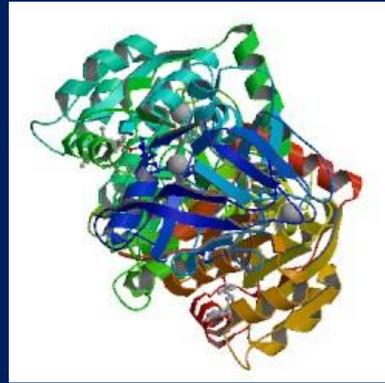


Músculo

Fermentação Alcóolica



Piruvato descarboxilase



Álcool desidrogenase



Fermentação alcoólica

piruvato \rightarrow etanol

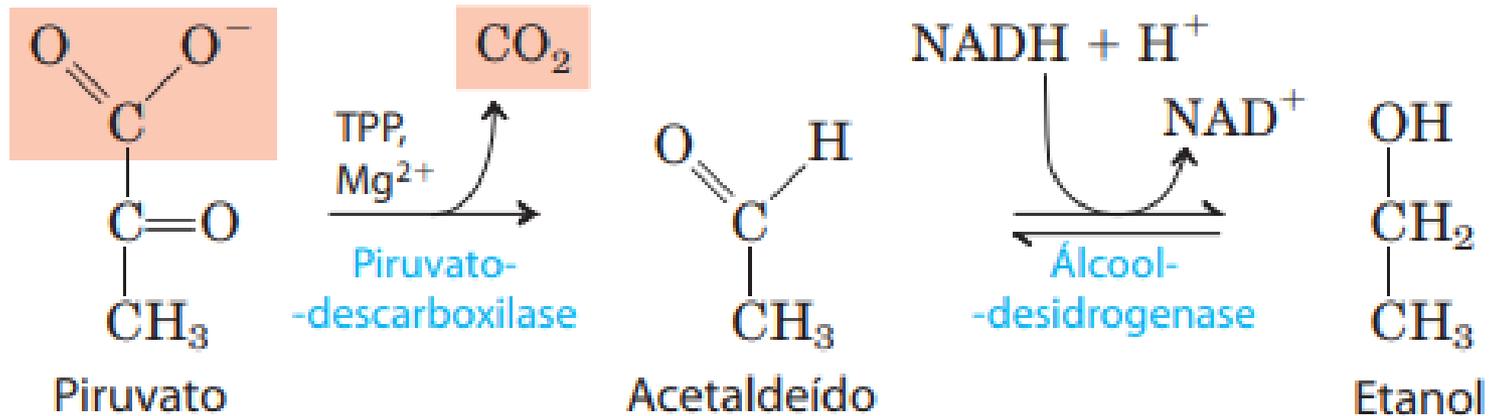
Reação de 2 passos, catalisada pelas enzimas piruvato descarboxilase e álcool desidrogenase

↓ O_2 para oxidar $NADH \rightarrow NAD^+$

- ✓ alternativa reduzir piruvato a etanol
- ✓ sem ganho / perda de energia
- ✓ 1 molécula de glicose consumida produz 2 moléculas de ATP (glicólise), e 2 CO_2

Dois hidretos se ligam ao piruvato para formar etanol.

E de onde vêm os hidretos? Do NADH que se originou na glicólise. Isto quer dizer que o NADH reduzido na glicólise é reoxidado nesta etapa da fermentação alcoólica, devolvendo os íons hidreto para o piruvato formando etanol.



ATENÇÃO: a fermentação inclui a glicólise. Portanto, a fermentação tem o saldo de 2 ATP sintetizados por molécula de glicose quebrada. Não esqueça também que, na glicólise, uma molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de piruvato e, portanto, duas moléculas de etanol são produzidas na fermentação alcoólica.

Diferença: Piruvato molécula com 3 C, etanol molécula com 2C. Onde está o outro C?

Saiu na forma de CO₂, no processo de descarboxilação pela piruvato descarboxilase.

Outras Fermentações



C. Weizmann (1910)

Fermentação de Amido



- ✓ butanol
- ✓ acetona
- ✓ ácidos fórmico, acético, propiônico, butírico, succínico
- ✓ glicerol
- ✓ isopropanol
- ✓ butanediol



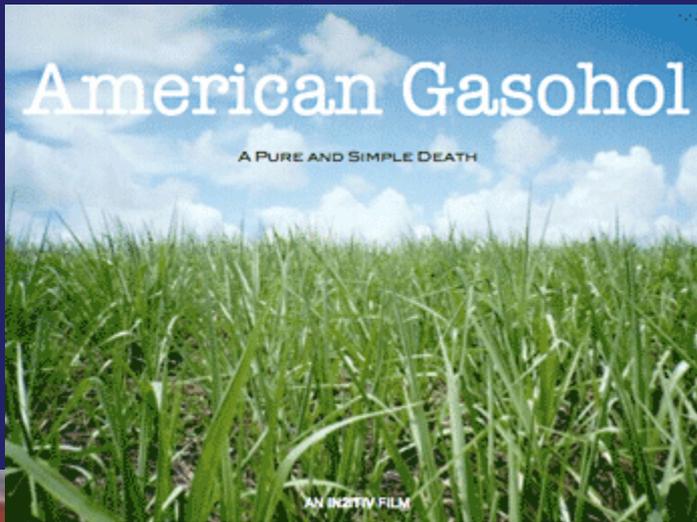
Clostridium acetobutyricum



Fermentações Microbianas



Alto valor econômico



Resumo Geral da Fermentação

ATENÇÃO: os produtos da fermentação láctica e alcoólica são duas moléculas de lactato, duas moléculas de ATP e duas de etanol, duas de ATP, e 2 moléculas de CO₂ para cada molécula de glicose quebrada, respectivamente.

E o NADH? O NADH é reoxidado a NAD⁺ nos dois tipos de fermentação