

PCILS

BIOLOGIA

CIÊNCIAS DA NATUREZA

**Programa de
Capacitação
e Integração
de Lideranças
Sociais**

**Professora: Malu Móra
Aula: Metabolismo Celular**

Realização:

PECEP
pré-vestibular social

Rio
PREFEITURA

Patrocínio:

INTEGRAÇÃO
METROPOLITANA

Da
hizara.Rio

Aula 12

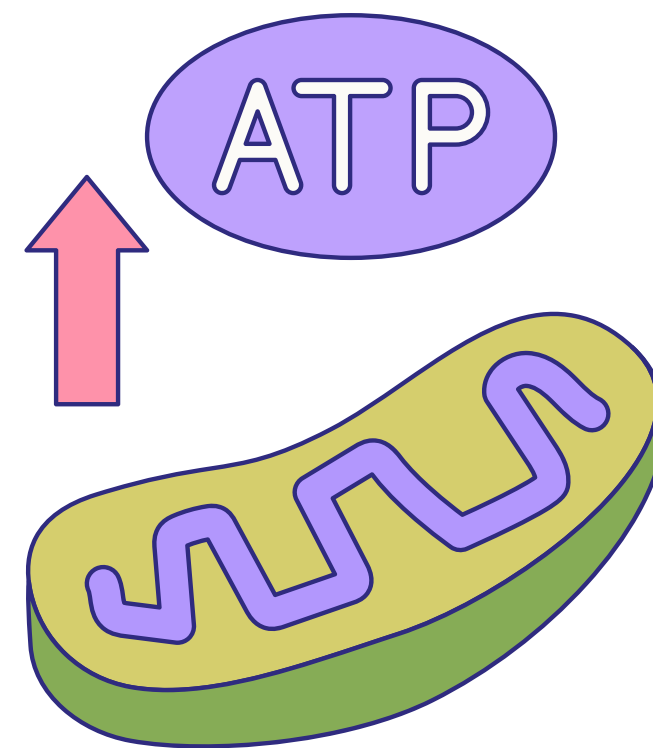
Metabolismo Celular

ATP

ATP

Respiração celular

Da glicose à ATP



Metabolismo Celular

É o conjunto de reações químicas essenciais à vida, realizada pelas células.

CATABOLISMO

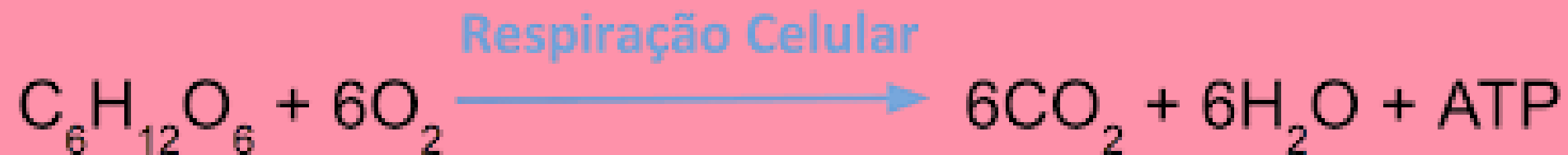
Reações metabólicas em que compostos são **degradados** quimicamente em moléculas mais simples, **liberando** energia

ANABOLISMO

Reações metabólicas em que ocorre a **formação** de moléculas mais complexas a partir de unidades mais simples, **consumindo** energia

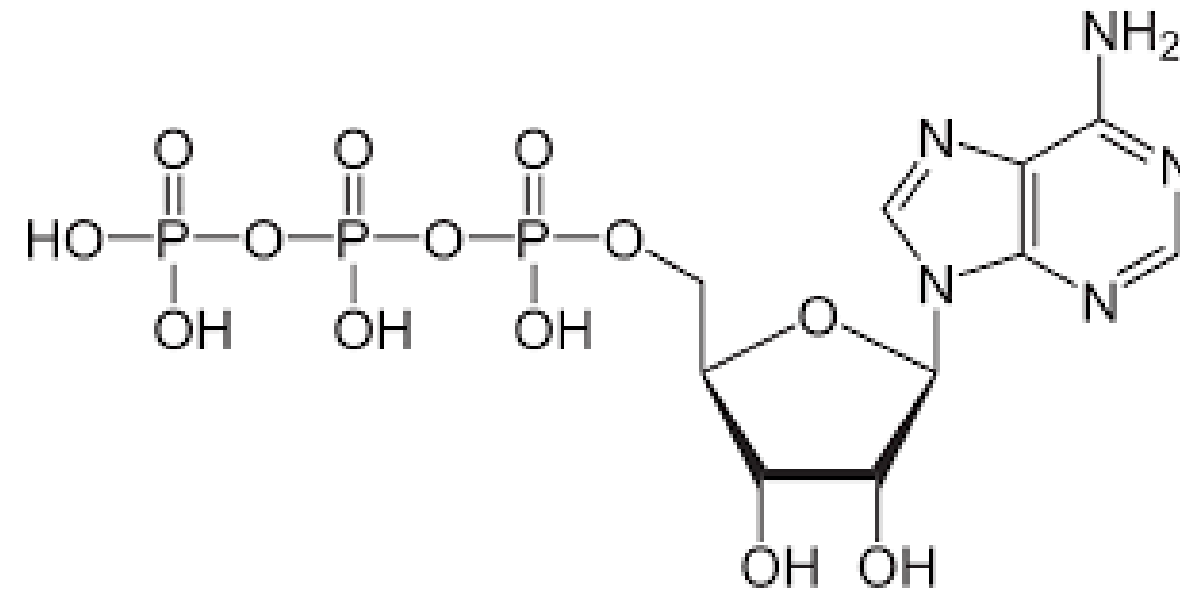
O QUE É A RESPIRAÇÃO CELULAR?

Processo de quebra de moléculas orgânicas para obtenção de energia.



Respiração aeróbica

Quebra de moléculas orgânicas (**glicose**) em presença de O₂ produzindo **ENERGIA** (armazenada como **ATP**)

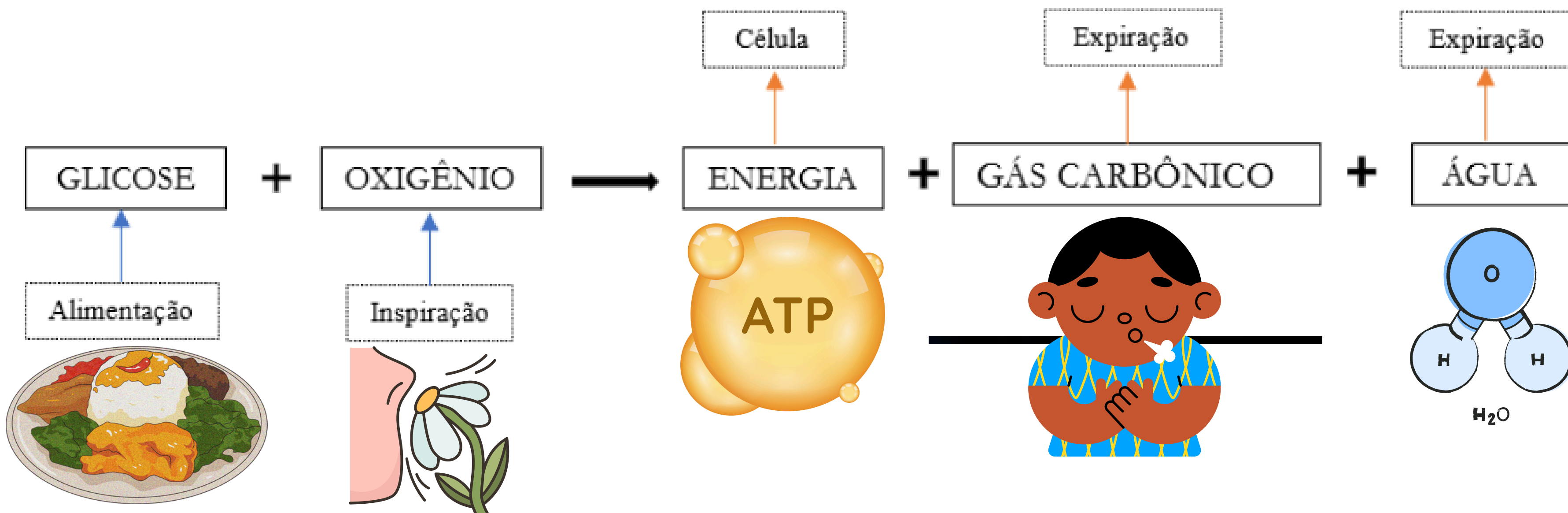


ATP - Adenosina Trifosfato - é uma molécula com a função de **armazenar e liberar energia** de forma temporária para que as células de um organismo desempenhem suas atividades.

Respiração aeróbica

- O oxigênio que respiramos será utilizado, junto com a glicose (que obtivemos na alimentação), para liberar energia. Este processo é chamado de **respiração celular aeróbica**.
- Os alimentos contêm nutrientes que fornecem a energia necessária para nossas atividades. Dentro de nossas células, os nutrientes (geralmente a glicose) e o oxigênio (O_2) **participam de uma série de reações químicas**.
- Nessas reações a **glicose é quebrada e a energia contida nela é liberada**. E também ocorre a formação de gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), substâncias inorgânicas.

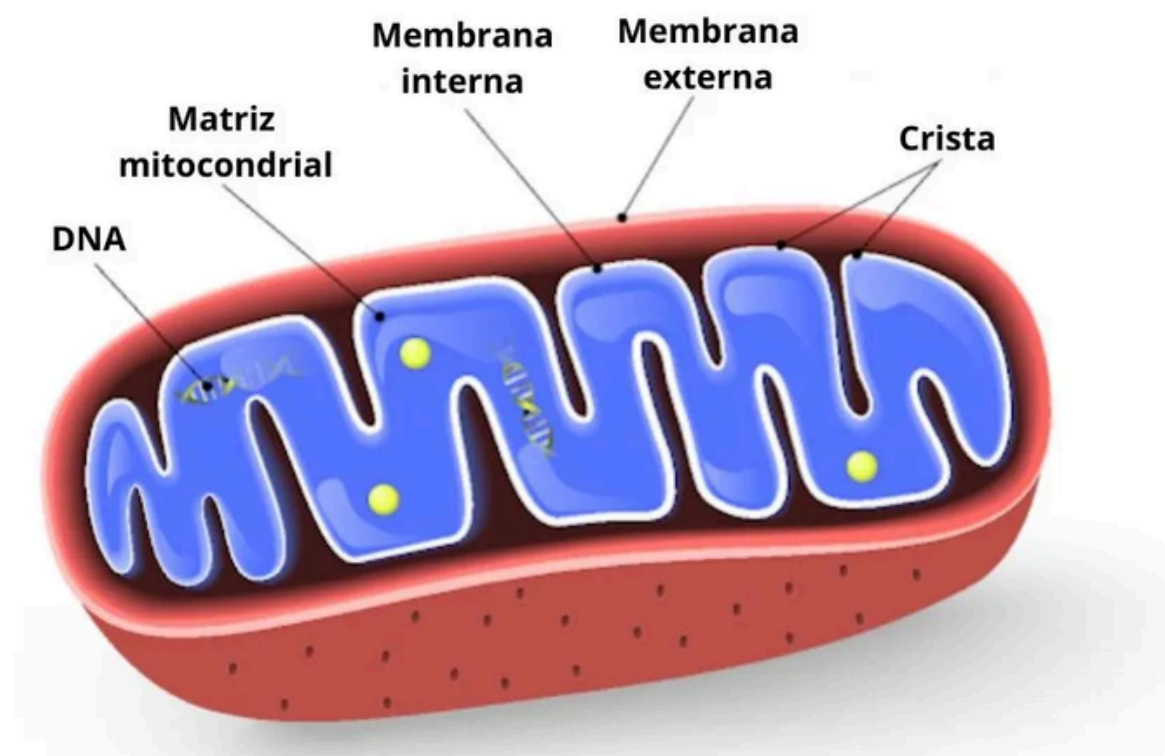
EQUAÇÃO QUÍMICA DA RESPIRAÇÃO CELULAR



Etapas da Respiração Celular

- Para a energia ser aproveitada ocorre a **quebra gradativa** de cadeias de carbono liberando **pequenas parcelas energia**. Essa energia é **utilizada para sintetizar as moléculas de ATP**
- O ATP quando quebrado, libera energia para ser usada pela célula em suas diversas atividades que fornecerão essa energia para a célula quando necessário.

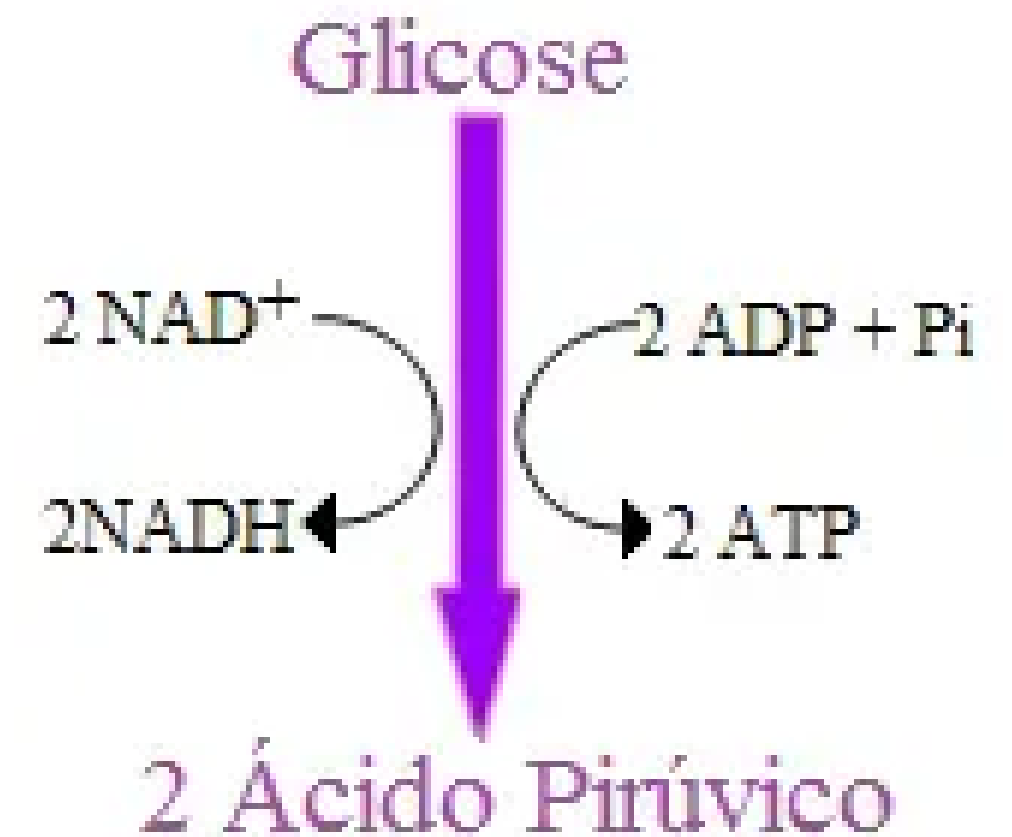
Etapas da Respiração Celular



ETAPA	ONDE OCORRE
GLICÓLISE	CITOPLASMA
CICLO DE KREBS	MATRIZ MITOCONDRIAL
CADEIA RESPIRATÓRIA	CRISTAS MITOCONDRIAIS

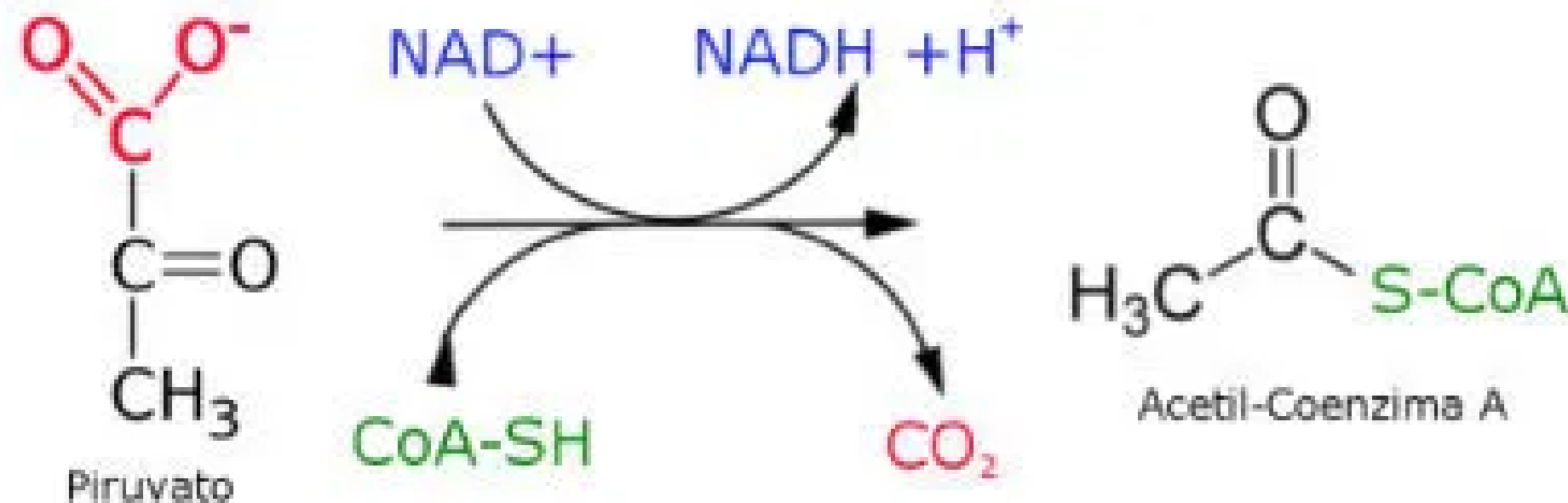
Glicólise

- É a **quebra de uma molécula de glicose** em duas **moléculas de piruvato** (ou ácido pirúvico).
- A glicose que é uma **molécula de 6 carbonos** é quebrada, nessa etapa, em **duas moléculas de 3 carbonos** → Piruvatos
- Essa fase **produz 4 moléculas de ATP**, com **gasto de 2** para a quebra.
- Os hidrogênios da molécula de glicose são transferidos para um **acceptor intermediário de hidrogênio (NAD)**.



Oxidação do Piruvato

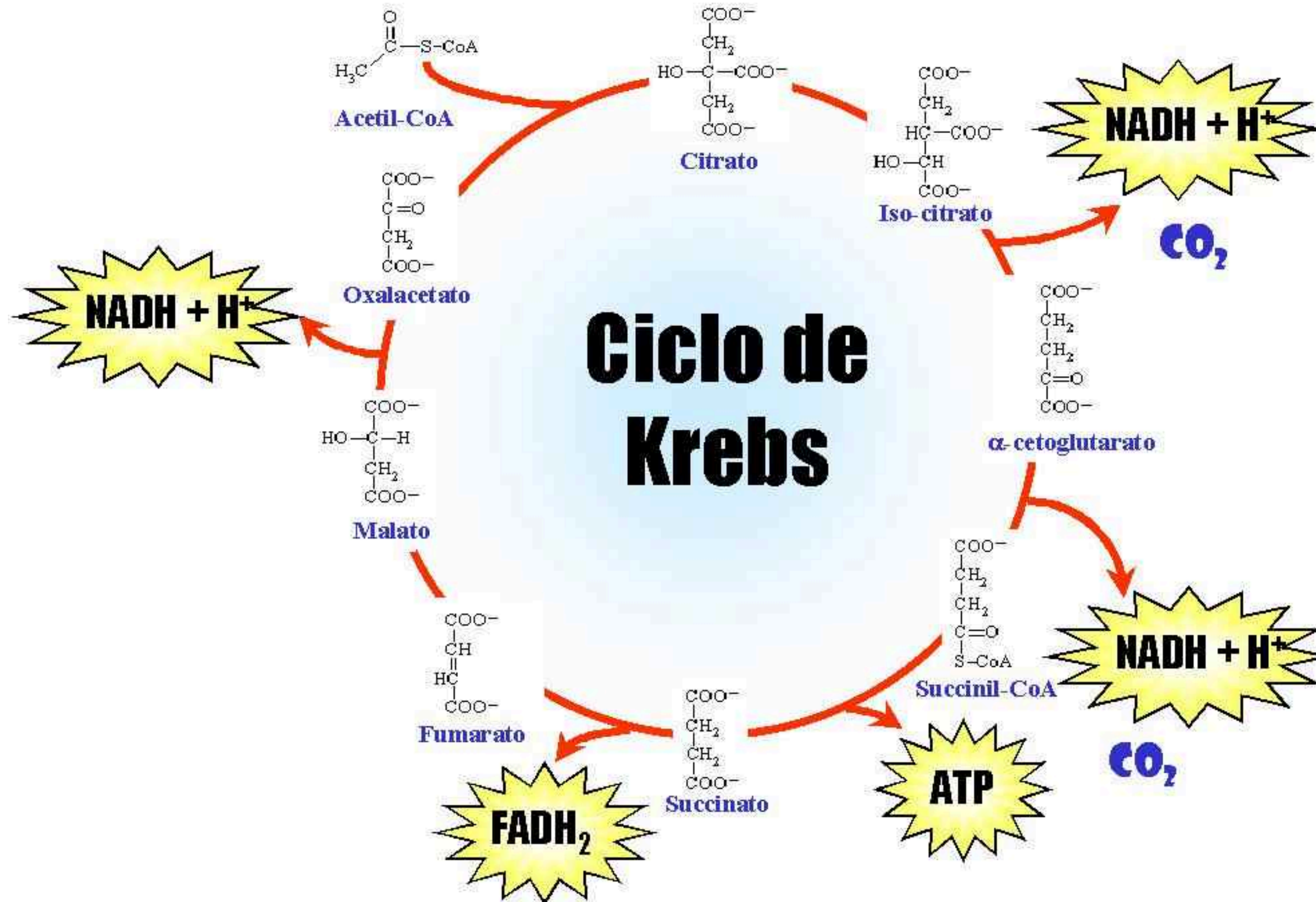
- Antes de entrar no Ciclo de Krebs, as 2 moléculas de piruvato geradas na glicólise **passam por modificações como descarboxilações e desidrogenações que os transformam em 2 moléculas de Acetil-CoenzimaA (Acetil-CoA).**
- A oxidação do piruvato gera **um CO₂ por molécula de piruvato, um NADH por molécula de piruvato e um acetil-CoA por molécula de piruvato** (ou cada produto em dobro por molécula de glicose).



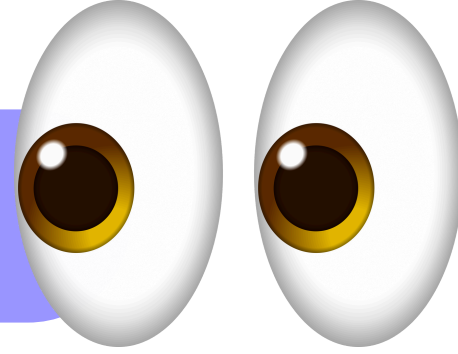
Ciclo de Krebs

- O ciclo envolve **uma série de reações químicas** em que a acetil-CoA é gradualmente oxidada, **liberando energia** (2ATPs) e formando Hidrogênios aceitados por NADHs e FADH₂s, **que são transportadores de elétrons para a cadeia respiratória.**
- Ao final do processo a molécula é completamente **quebrada formando CO₂**

Ciclo de Krebs



Até o momento vimos...



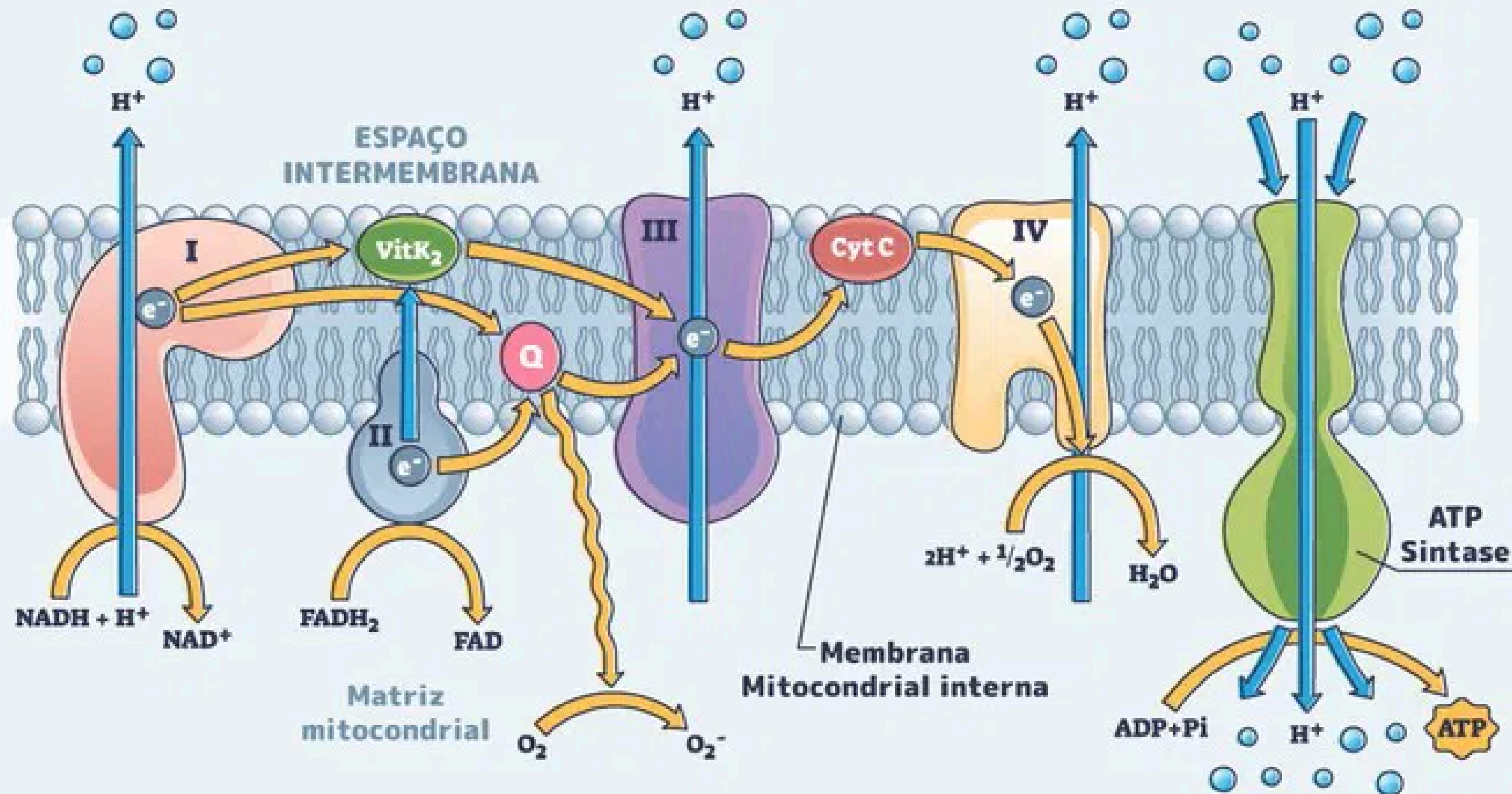
- Na glicólise (citoplasma) **a glicose foi parcialmente quebrada** formando 2ATP e 2NADH
- Na **conversão do piruvato em Acetil-CoA libera-se NADH**
- No ciclo de Krebs (matriz mitocondrial) **a molécula foi completamente quebrada, liberando CO₂, 6 NADH, 2 FADH e 2 ATP**
- **Parcial: 4 ATP's, 10NADH, 2FADH**

Cadeia Respiratória

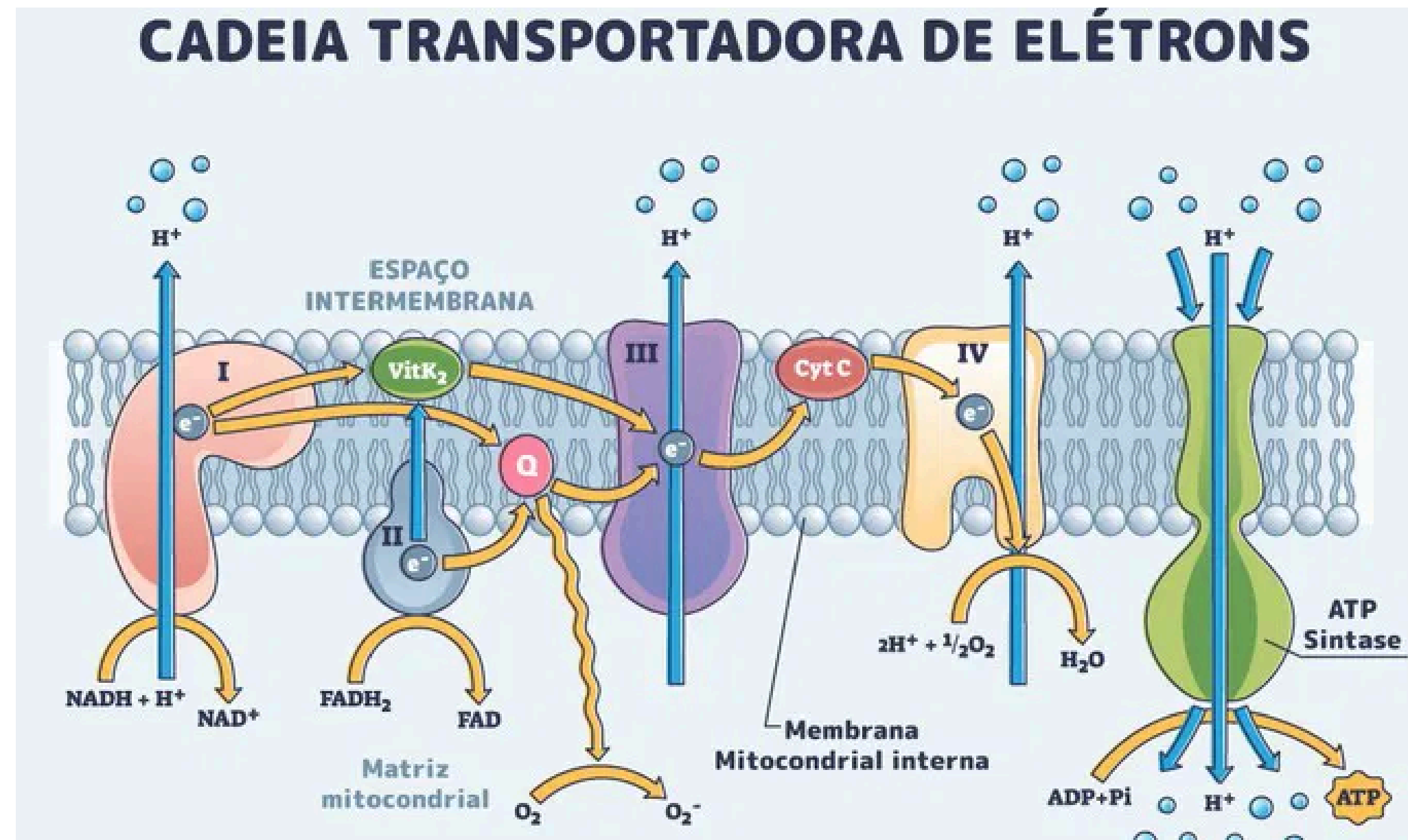
- **Maior produção de ATP**
- Etapa em que o **O₂** vai receber os **hidrogênios** que estão como os NADs e FADs, evitando o risco da célula morrer por acidez.
- **O₂ + Hidrogênios -> H₂O**, que tem pH neutro evitando a acidose celular.
- O O₂ tem o papel fundamental de ser **acceptor final de hidrogênios**, ou seja, é o O₂ que aceita os hidrogênios dos NAD e FAD, formando H₂O

Cadeia Respiratória

CADEIA TRANSPORTADORA DE ELÉTRONS



Cadeia Respiratória



TOTAL:

10 NADH = 30 ATP'S
2 FADH = 4 ATP'S

34 ATP'S

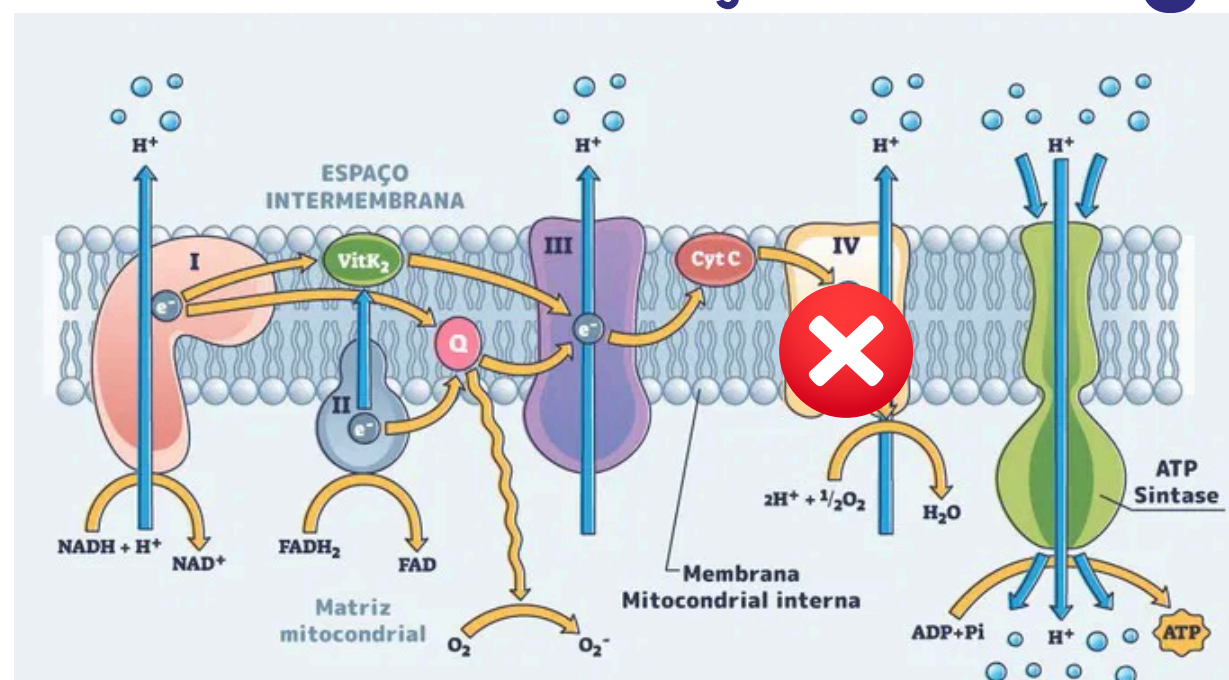
+ 4 ATP'S | SALDO FINAL = 38 ATP'S

Cadeia Respiratória

- Durante a formação de água mais energia vai sendo produzida pela **passagem dos hidrogênios pela ATP sintase** até chegar ao encontro das moléculas de O_2 .
- Essa energia também **será armazenada em ATP** totalizando os 36 a 38 ATP que o processo de respiração celular produz.
- Ou seja, cada célula do seu corpo produz 36 a 38 ATP a partir de apenas uma única molécula de glicose.
- **A cadeia respiratória é a etapa de maior rendimento energético da respiração celular** - 34 ATPs
- O O_2 permite que ocorra a **quebra COMPLETA da glicose** e há alta produção de energia para as atividades de todas as células do corpo.

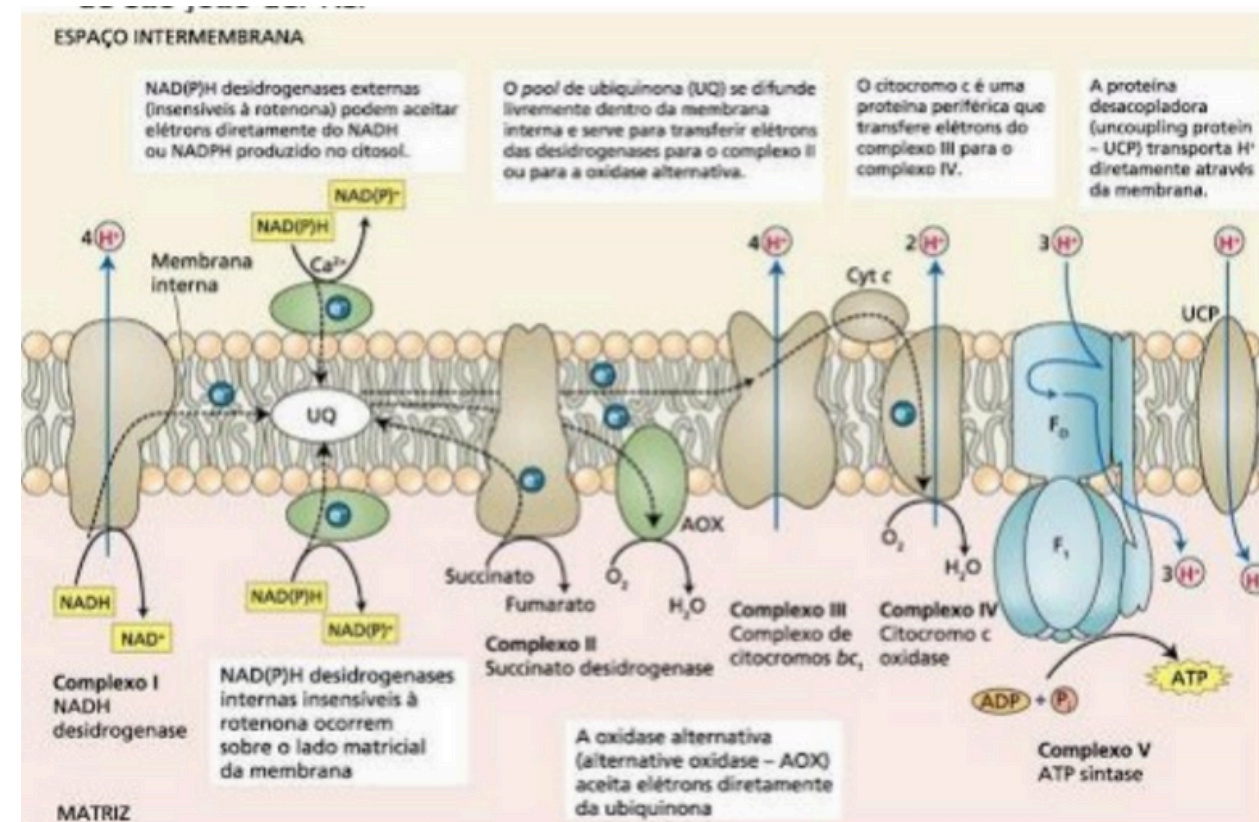
Inibidores da Cadeia Respiratória

- **Substâncias que bloqueiam a ocorrência da cadeia respiratória** impedindo que os Hidrogênios encontrem o O_2 .
- O cianeto e o monóxido de carbono se ligam de maneira estável à proteína do Complexo 4 da cadeia transportadora de elétrons.
- **Impedindo que o fluxo de elétrons ocorra** e que os NADs e FADs se reoxidem e que O_2 funcione como acceptor final de hidrogênios.
- Com isso **não há formação de água nem ATP.**



Desacopladores da Cadeia Respiratória

- Os **desacopladores** atuam de forma a desfazer o gradiente de prótons, **desobrigando a passagem dos hidrogênios pela ATP sintase**.
- A passagem dos prótons por um **canal alternativo** gera a dissipação de energia na forma de **calor**.
- Como forma de tentar produzir mais ATP, **o metabolismo celular é acelerado**.



Respiração Anaeróbica

- Quebra de moléculas orgânicas **sem presença de O₂** produzindo ENERGIA (armazenada como ATP)
- Existem 2 tipos de Respiração Anaeróbica: **Fermentação** (composta somente pela glicólise) e a **Respiração Celular Anaeróbica** (realizada por algumas bactérias e archeas) ambas utilizam diferentes aceptores finais de elétrons.
- Os seres anaeróbicos anaeróbicos podem ser restritos ou facultativos

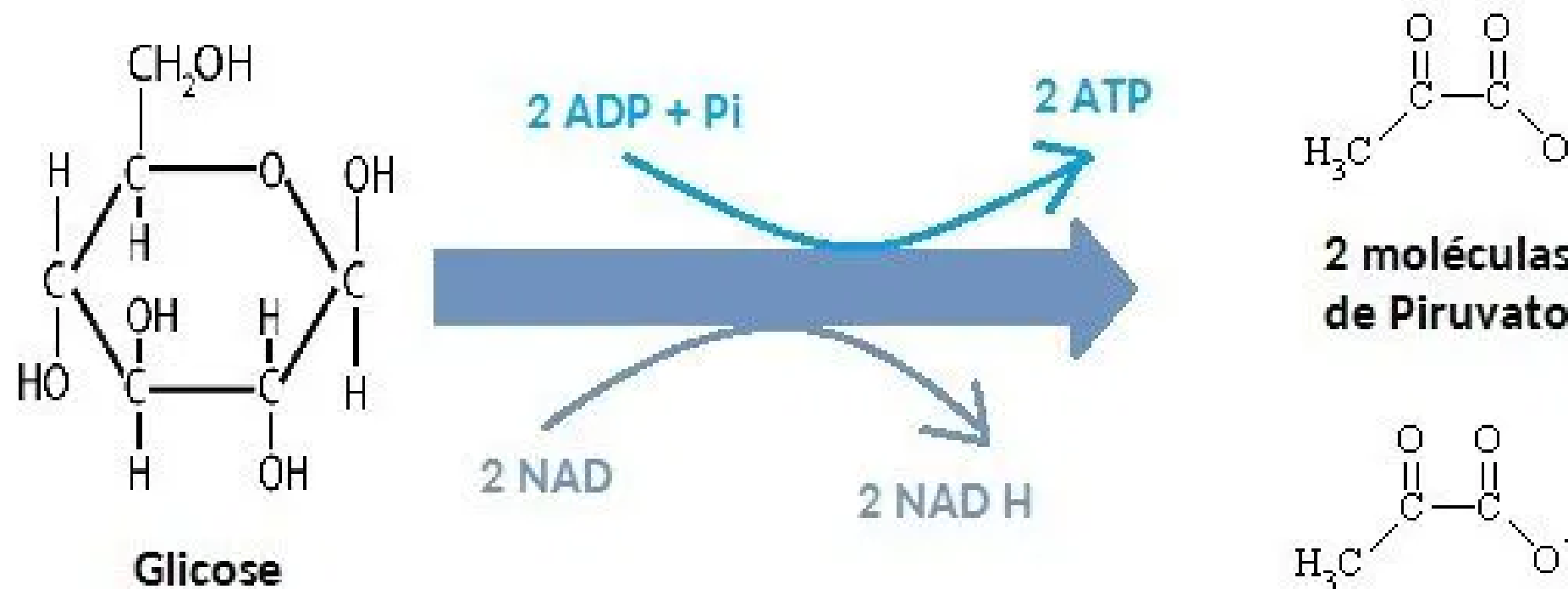


Respiração Celular Anaeróbica

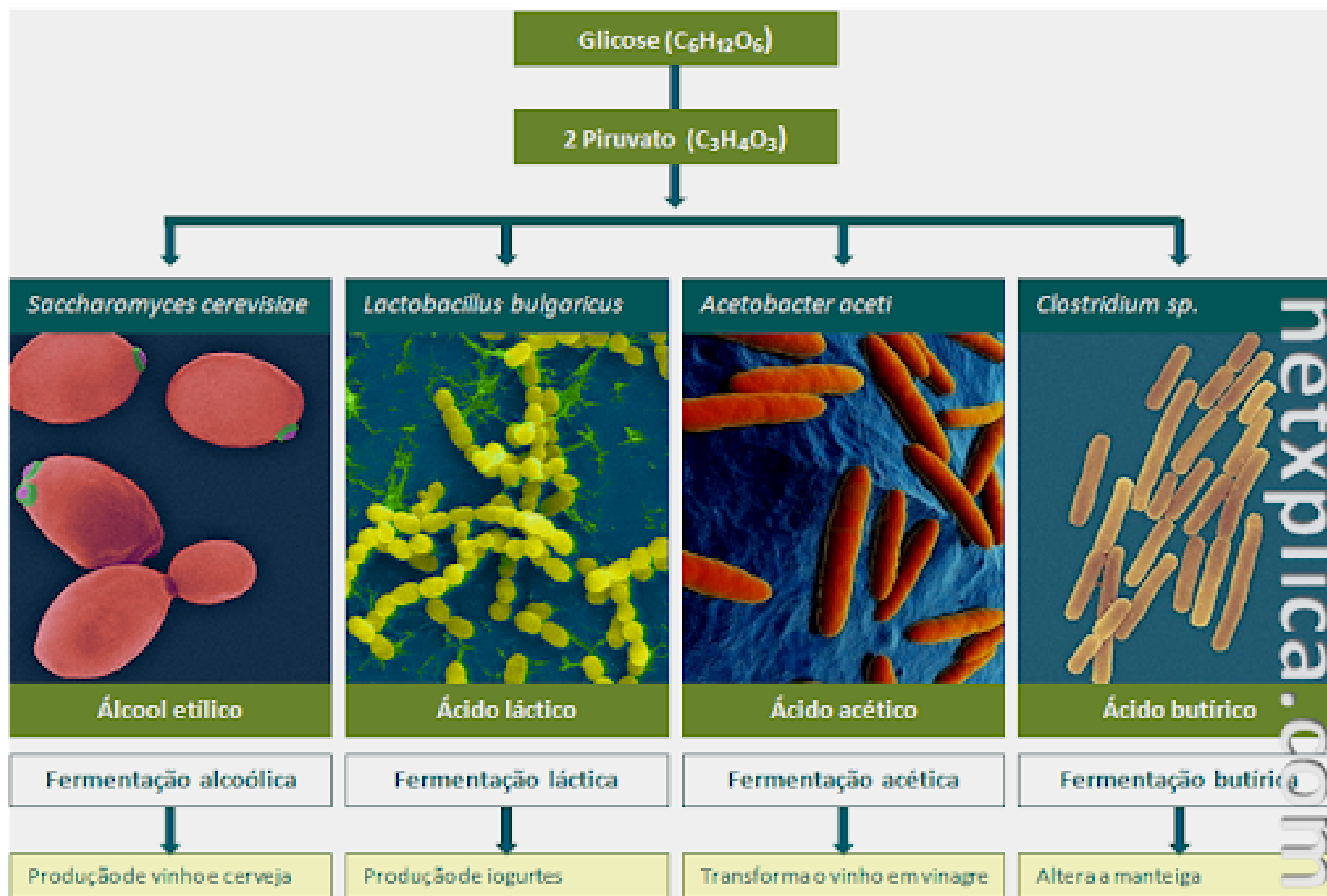
- Na respiração celular anaeróbica, o acceptor final de elétrons, no lugar do oxigênio, pode ser uma variedade de moléculas inorgânicas, **como nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-})**.
- As **etapas ocorrem de forma semelhante** às etapas da respiração celular aeróbica, porém, com **algumas diferenças**.
- O ciclo de Krebs pode ser incompleto e a principal diferença está nos aceptores finais de elétrons que podem ser o NO_3^- (nitrato) \rightarrow reduzido a NO_2^- , N_2O ou N_2 , o SO_4^{2-} (sulfato) \rightarrow reduzido a H_2S ou, ainda o CO_2 \rightarrow pode ser reduzido a CH_4 (em arqueias metanogênicas).
- Assim, a eficiência energética é menor, pois esses aceptores têm um potencial redox mais baixo que o oxigênio \rightarrow **menos ATP é gerado**.

Fermentação

- Etapa única → Glicólise (ocorre no hialoplasma).
- Tem como acceptor final de elétrons as próprias moléculas de piruvato formadas na glicólise.



Tipos de fermentação



Tipos de fermentação

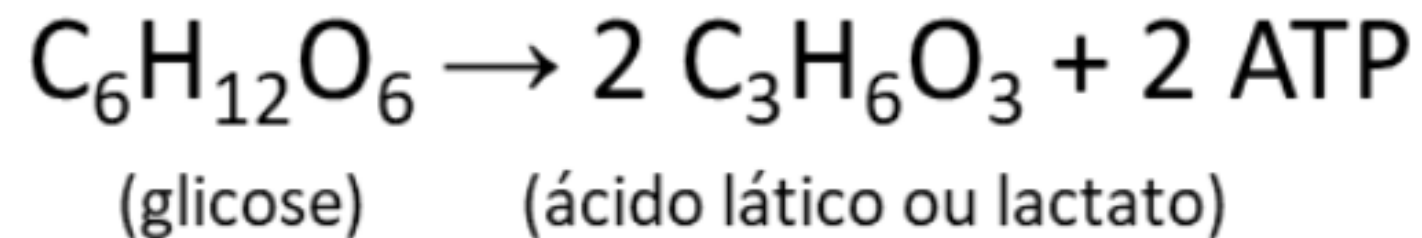
Alcólica

Liberação de gás carbônico



Reintegração dos NAD⁺

Lática



Reintegração dos NAD⁺

Saldo energético: 2 ATP!

Aplicações práticas

Fermentação alcoólica:

Leveduras (ex: Saccharomyces cerevisiae) **transformam**

açúcares em álcool em:

- Cerveja (a partir da cevada)
- Vinho (a partir do açúcar das uvas)
- Cachaça e rum (a partir da cana-de-açúcar)

Produção de pão:

- A mesma levedura da cerveja é **usada no fermento biológico**. Ela faz fermentação alcoólica, liberando **CO₂**, que **faz a massa crescer**. O álcool evapora durante o cozimento.

Aplicações práticas

Fermentação alcoólica:

Leveduras (ex: Saccharomyces cerevisiae)

açúcares em álcool em:

- Cerveja (a partir da cevada)
- Vinho (a partir do açúcar das uvas)
- Cachaça e rum (a partir da cana-de-açúcar)

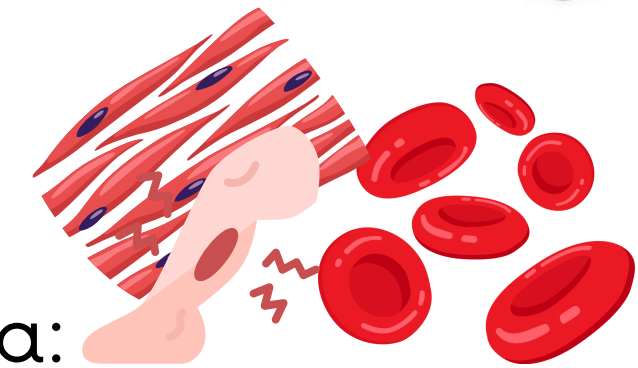
transformam



Produção de pão:

- A mesma levedura da cerveja é **usada no fermento biológico**. Ela faz fermentação alcoólica, liberando **CO₂**, que **faz a massa crescer**. O álcool evapora durante o cozimento.

Aplicações práticas



Fermentação láctica:

Duas células do nosso corpo possuem a capacidade de fazer fermentação láctica:

- Quando a **oferta de oxigênio é insuficiente** para a respiração celular, as **células musculares** fazem fermentação láctica para gerar energia. Isso leva ao acúmulo de ácido láctico, causando aquela sensação de queimação e fadiga muscular.
- O outro caso são as **hemácias**, células responsáveis pelo **transporte de oxigênio** no corpo, **não apresentam núcleo nem mitocôndrias** para garantir que a célula não usará o O₂ antes de entregar aos tecidos.

Produção de iogurte e kefir:

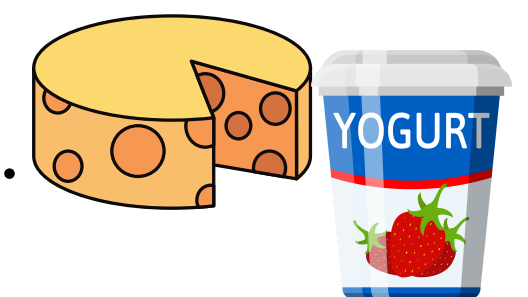
Bactérias do gênero Lactobacillus **fermentam a lactose** (açúcar do leite) e produzem ácido láctico.

Conservas e pickles:

Vegetais como pepino e repolho (chucrute) são fermentados por bactérias lácticas.

Queijos:

Em muitos queijos, o sabor azedinho vem da fermentação láctica durante o processo de maturação.



Exercícios

(Vunesp-2008) Imagine ser possível, experimentalmente, a extração de todas as mitocôndrias de uma célula eucariótica.

Se, na presença de oxigênio, ainda for possível observar o processo da respiração celular, quais os efeitos da extração para tal processo?

Ocorreria formação de quantos ATPs?

Exercícios

(Vunesp-2008) Imagine ser possível, experimentalmente, a extração de todas as mitocôndrias de uma célula eucariótica.

Se, na presença de oxigênio, ainda for possível observar o processo da respiração celular, quais os efeitos da extração para tal processo?

Ocorreria formação de quantos ATPs?

A extração das mitocôndrias compromete a oxidação da glicose, que se torna parcial. Nessa situação, serão produzidos apenas 2 mols de ATP para cada mol de glicose consumido.

Envenenamento por arsênio

Na véspera do Natal de 2024, uma família gaúcha se reuniu para celebrar com o tradicional bolo de reis. No entanto, o que deveria ser um momento de confraternização terminou em tragédia. Três pessoas morreram e outras três foram hospitalizadas pois o bolo estava contaminado com óxido de arsênio III.

Adaptado de g1.globo.com.

(UERJ 2026)

Dentre os efeitos do arsênio no organismo humano, está o de inibir a reação da enzima piruvato desidrogenase, que converte o piruvato em acetil-CoA.

Tal reação, fundamental para o metabolismo celular, é precursora imediata da seguinte etapa de

produção de energia:

- (A) ciclo de Calvin**
- (B) ciclo de Krebs**
- (C) fermentação láctica**
- (D) fermentação acética**

Envenenamento por arsênio

Na véspera do Natal de 2024, uma família gaúcha se reuniu para celebrar com o tradicional bolo de reis. No entanto, o que deveria ser um momento de confraternização terminou em tragédia. Três pessoas morreram e outras três foram hospitalizadas pois o bolo estava contaminado com óxido de arsênio III.

Adaptado de g1.globo.com.

(UERJ 2026)

Dentre os efeitos do arsênio no organismo humano, está o de inibir a reação da enzima piruvato desidrogenase, que converte o piruvato em acetil-CoA.

Tal reação, fundamental para o metabolismo celular, é precursora imediata da seguinte etapa de produção de energia:

(A) ciclo de Calvin

(B) ciclo de Krebs

(C) fermentação láctica

(D) fermentação acética

Exercícios

(ENEM 2023)

A análise da atividade de dois cultivos celulares mantidos com diferentes substratos está representada no quadro.

Cultivo celular	Substrato	Rendimento energético dos produtos
A	Glicose + O ₂	219 kcal/mol
B	Glicose	29 kcal/mol

- A) Núcleo.
- B) Lisossomos.
- C) Mitocôndrias.
- D) Complexo de Golgi.
- E) Retículo endoplasmático.

Exercícios

(ENEM 2023)

A análise da atividade de dois cultivos celulares mantidos com diferentes substratos está representada no quadro.

Cultivo celular	Substrato	Rendimento energético dos produtos
A	Glicose + O ₂	219 kcal/mol
B	Glicose	29 kcal/mol

A) Núcleo.

B) Lisossomos.

C) Mitocôndrias.

D) Complexo de Golgi.

E) Retículo endoplasmático.

Exercícios

(ENEM 2012)

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da:

- a) liberação de gás carbônico.
- b) formação de ácido láctico.
- c) formação de água.
- d) produção de ATP.
- e) liberação de calor.

Exercícios

(ENEM 2012)

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da:

- a) liberação de gás carbônico.
- b) formação de ácido lático.
- c) formação de água.
- d) produção de ATP.
- e) liberação de calor.



Programa de Capacitação e Integração de Lideranças Sociais

Realização:



Patrocínio:

INTEGRAÇÃO
METROPOLITANA

