

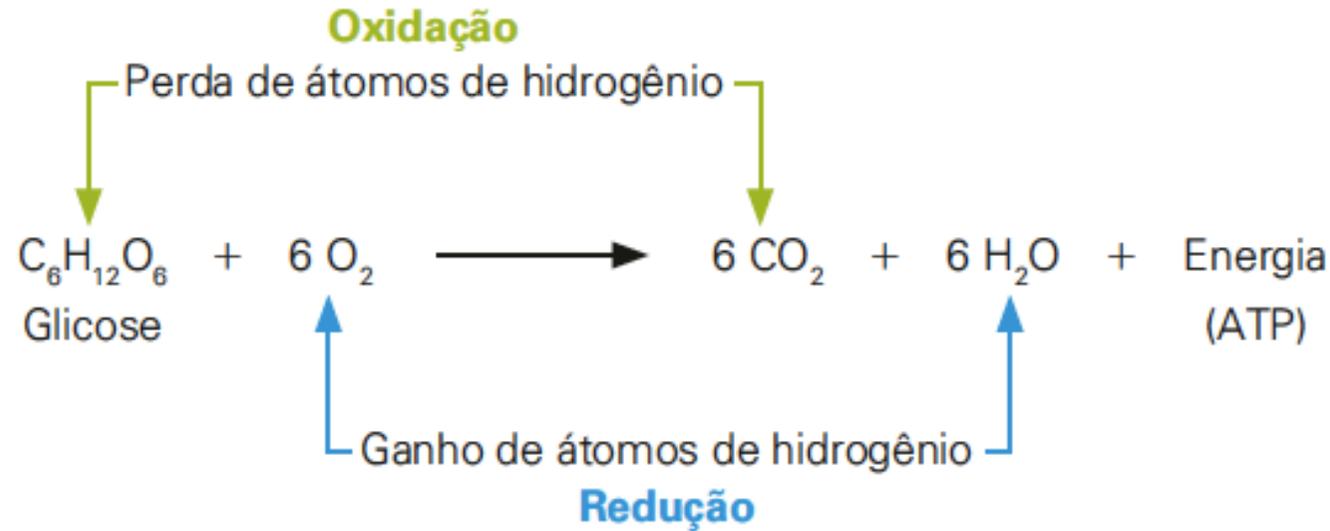
# Bioenergética - Fermentação e Respiração

Prof. Fernando Belan - BIOLOGIA MAIS

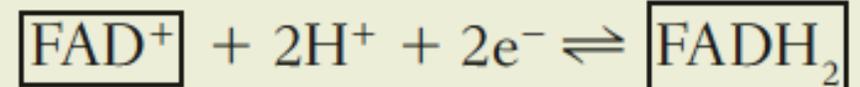
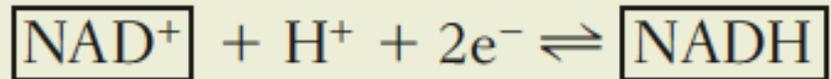
# Bioenergética



- Redução x Oxidação.
- Hidrogenação x Desidrogenação.
- $\text{NAD}^+$  e  $\text{FAD}^+$  = Aceptores intermediários de elétrons e hidrogênios.



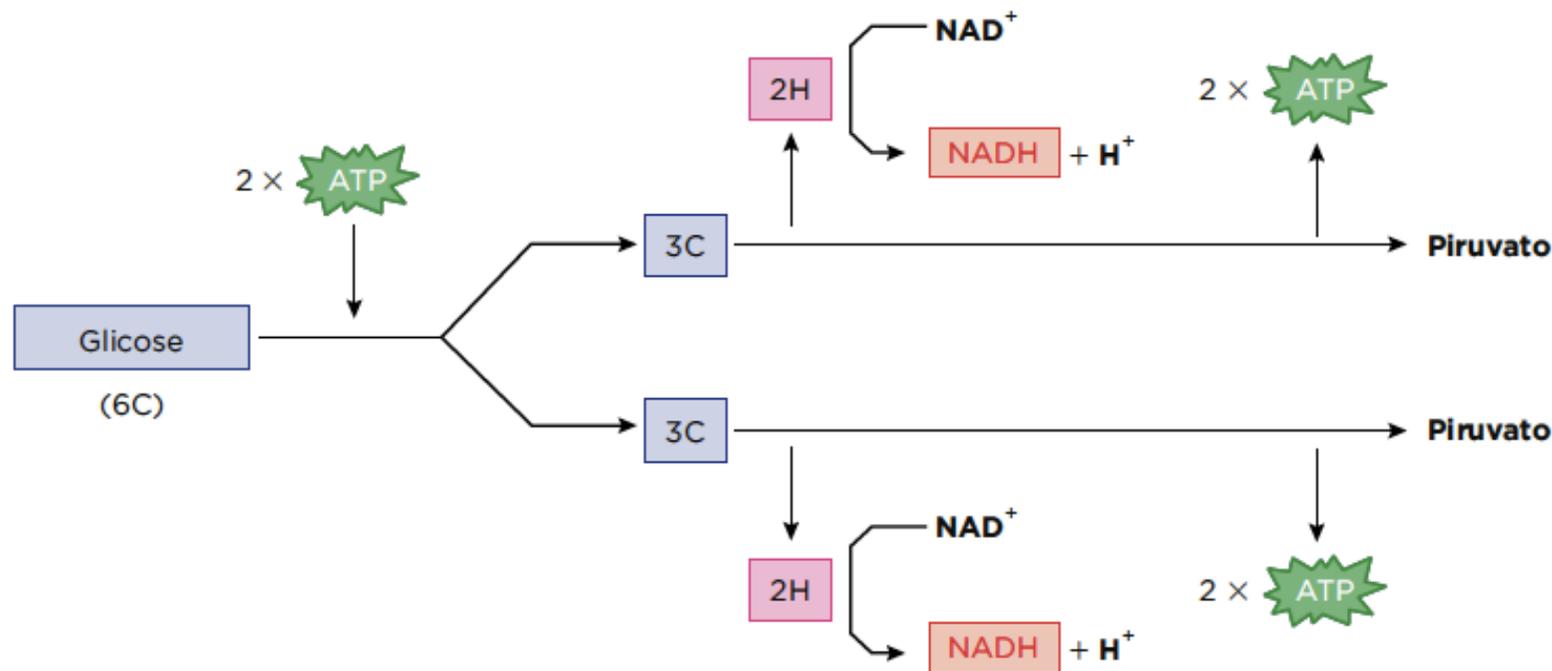
Oxidação = perda de elétrons  
Redução = ganho de elétrons





# Glicólise

- Comum para a fermentação e para a respiração.
- Oxidação da glicose (6C) em 2 piruvatos (3C).



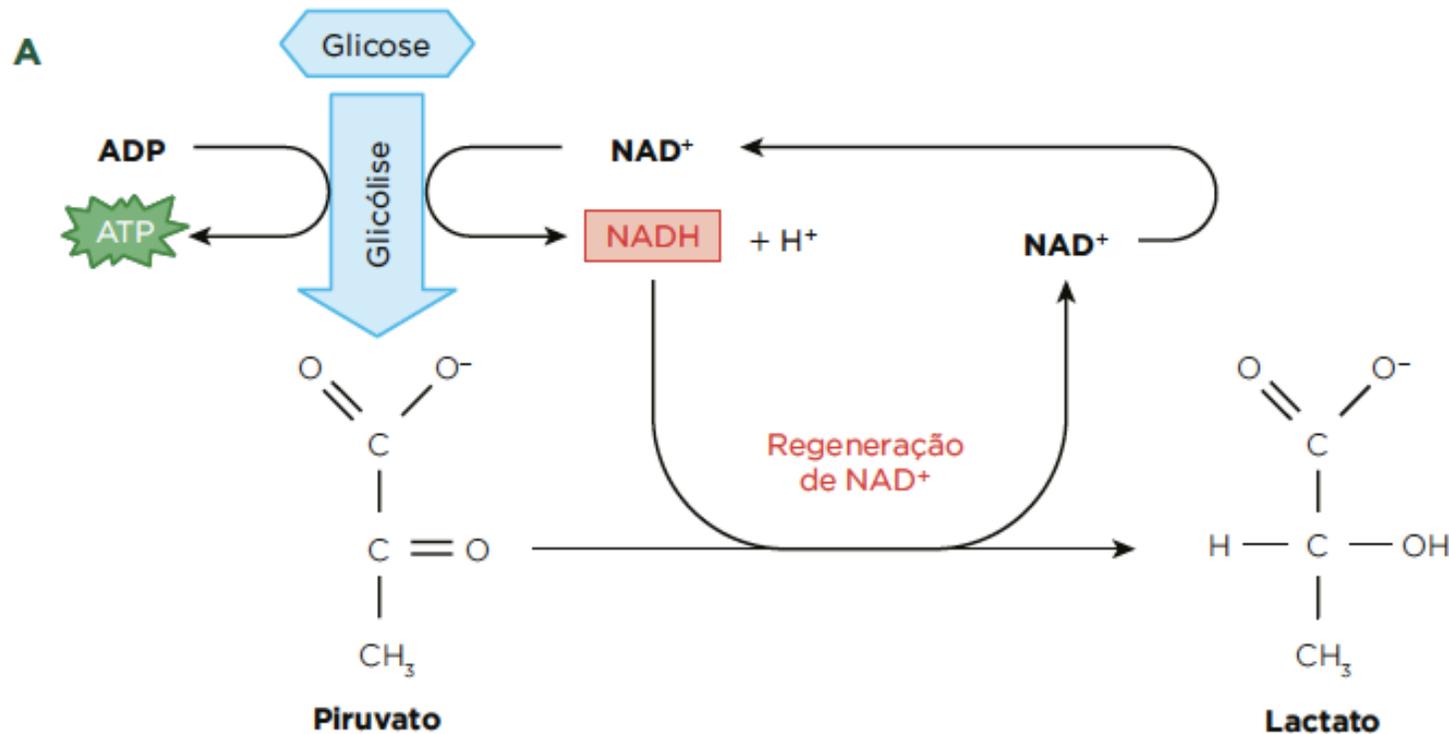
Ganho líquido: 2 x ATP; 2 x NADH + H<sup>+</sup> (+2 x piruvato)

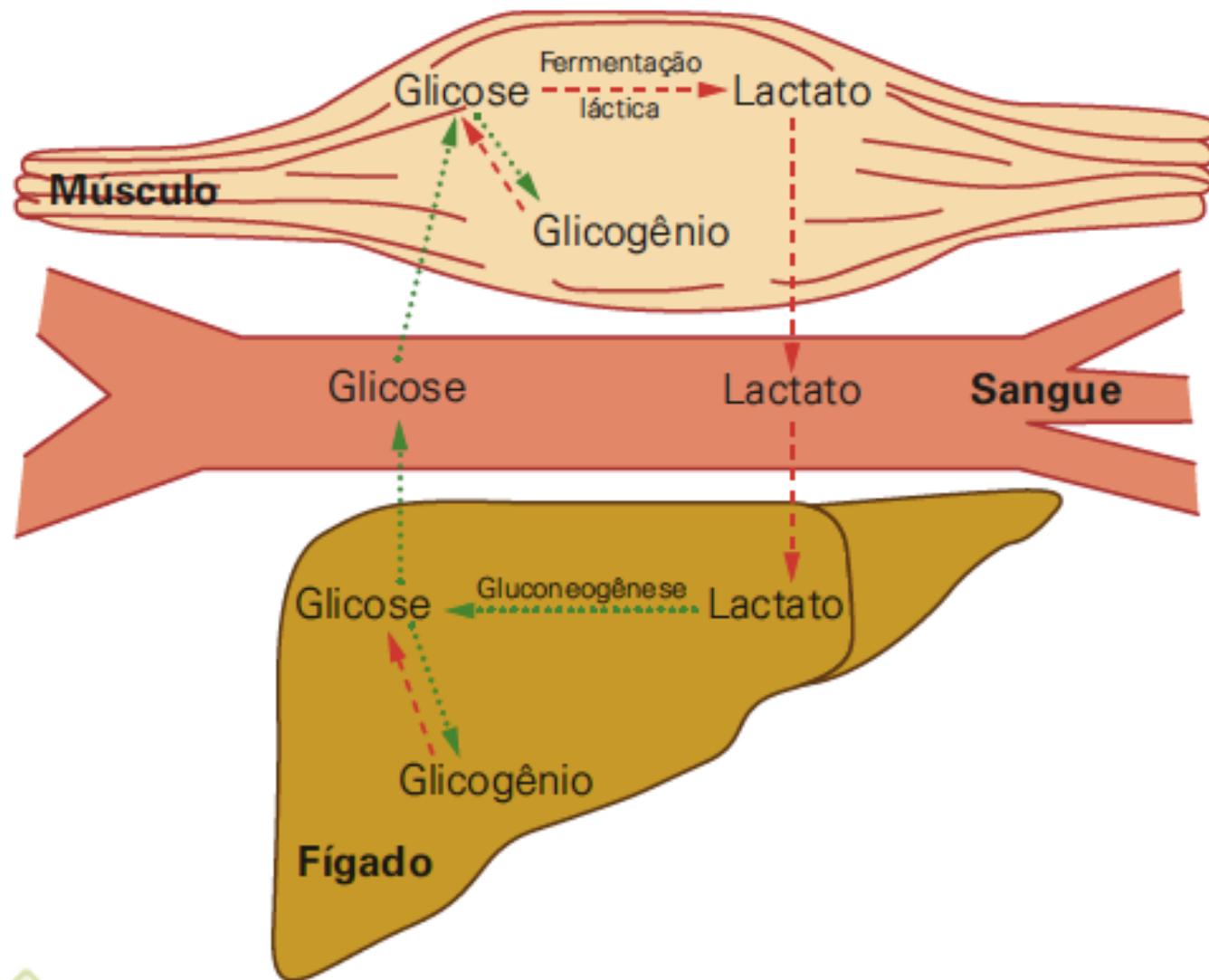
Esquema das transformações ocorridas durante o processo da glicólise. A sequência de reações da glicólise forma 4 ATP. No entanto, em seu início, há o consumo de 2 ATP, havendo, portanto, um rendimento final de 2 ATP.

# Fermentação Láctica



- Realizada por bactérias (Lactobacilos) e células musculares esqueléticas.
- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3$  (ácido láctico) + 2ATP.



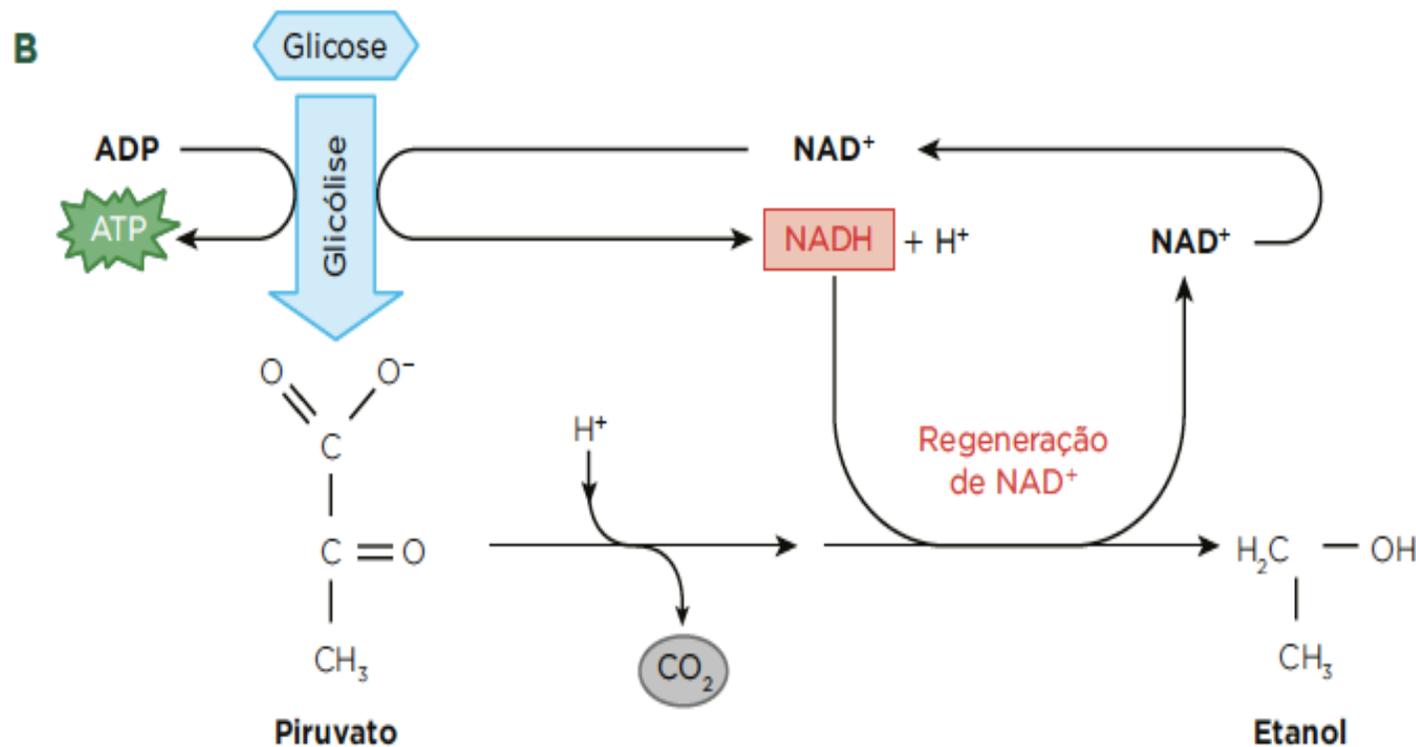


Representação de fermentação láctica em músculo apresentando a origem da glicose e o destino do lactato.

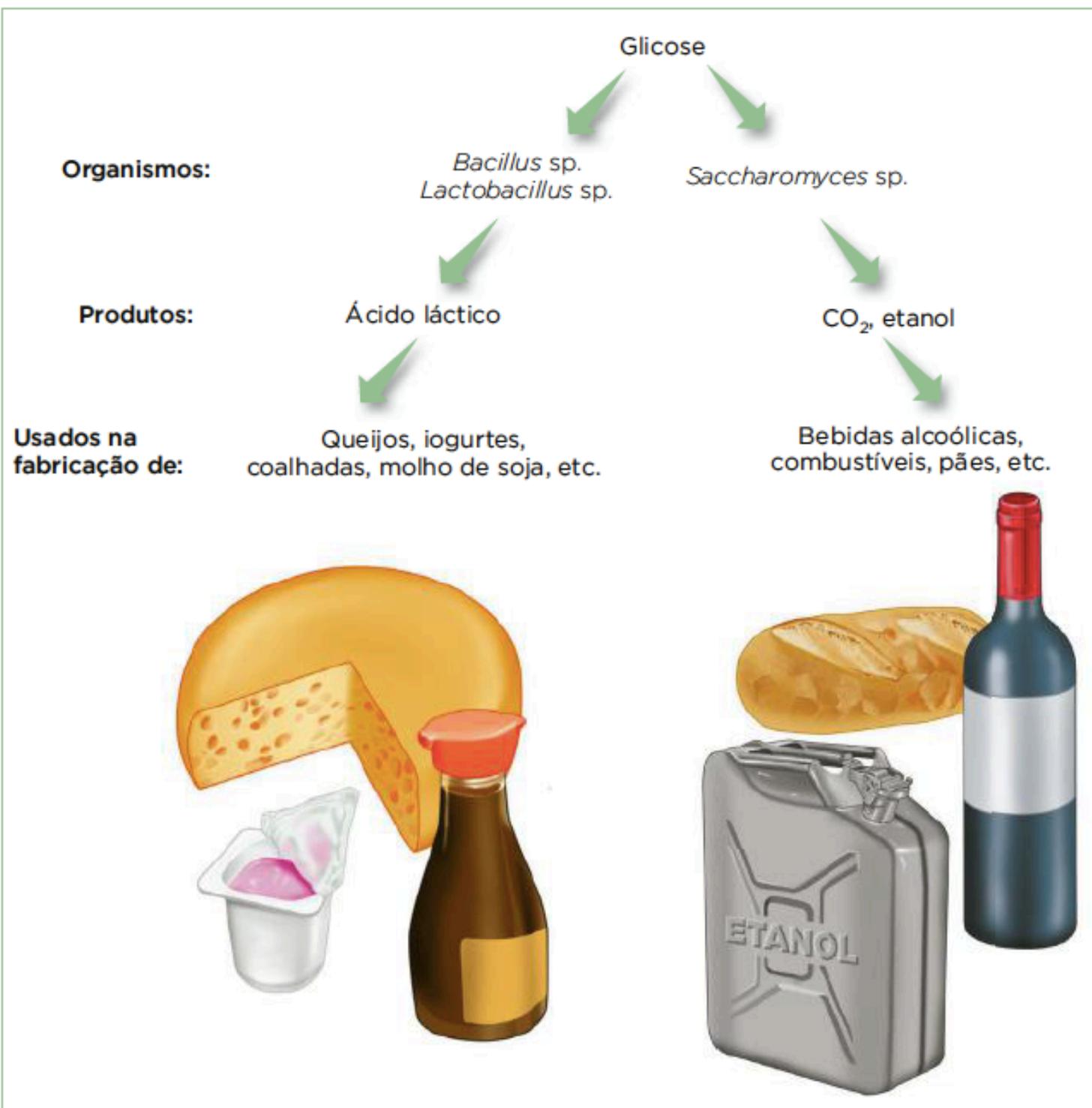
# Fermentação Alcoólica

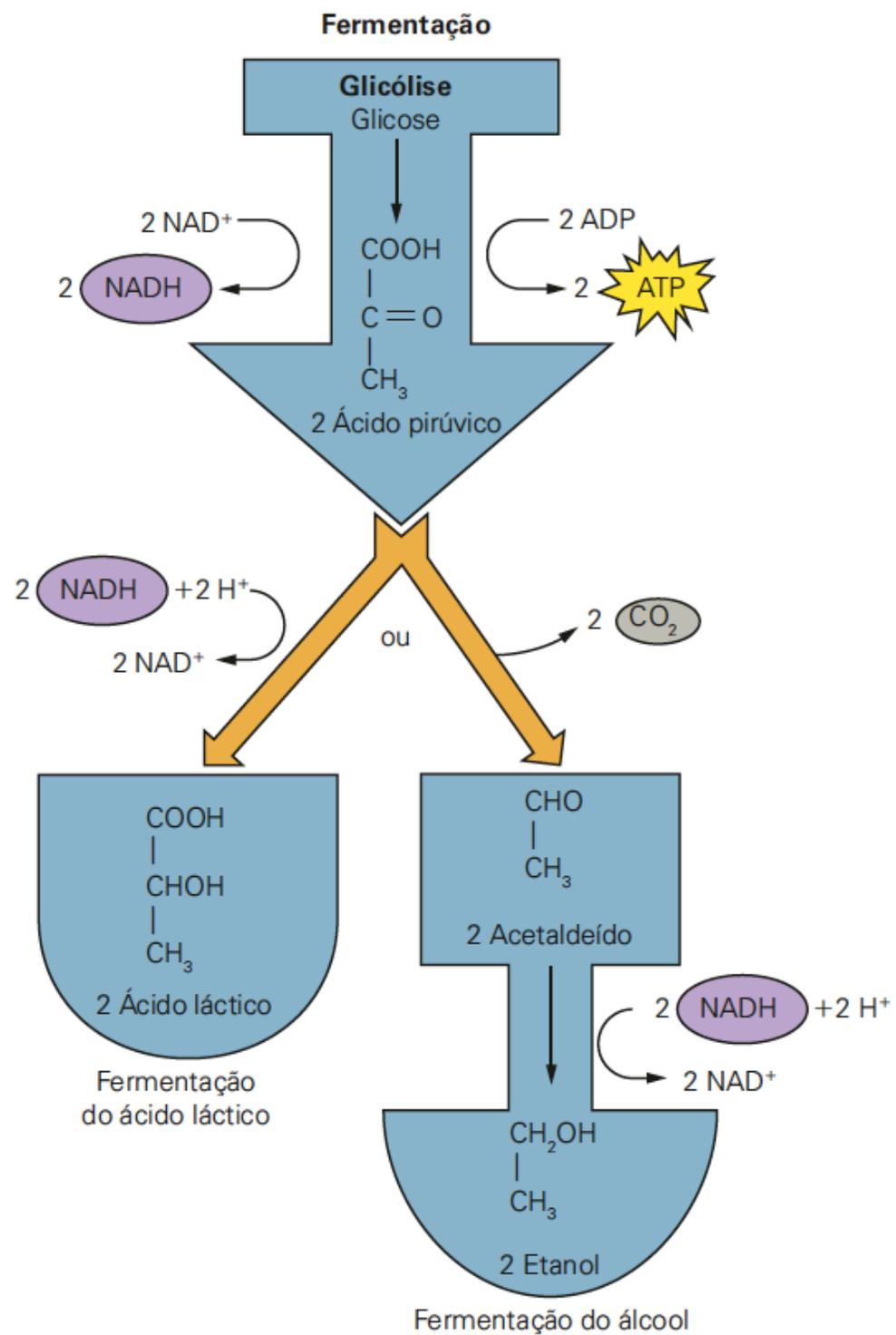


- Realizada por fungos/leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*).
- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH$  (etanol) +  $2CO_2$  +  $2ATP$ .



Esquema comparativo de dois tipos de fermentação. Na fermentação láctica (A) ocorre a formação de lactato a partir de piruvato. Na fermentação alcoólica (B) ocorre a formação de etanol, com liberação de  $CO_2$ .

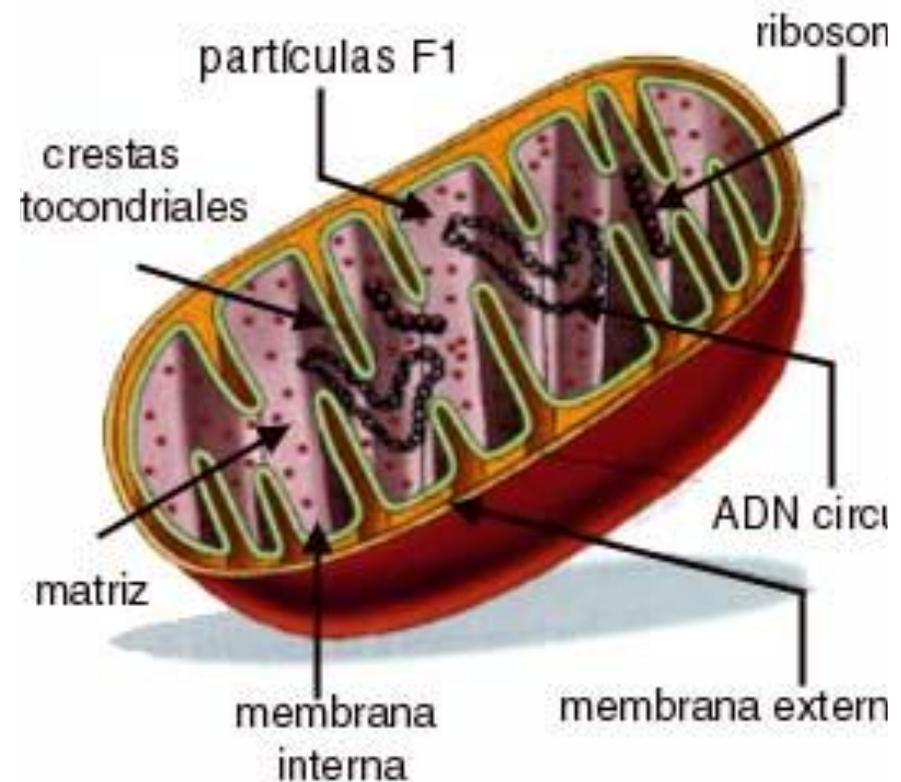




# Mitocôndrias



- Organela em forma de bastonete;
- Varia em número, de dez a centenas, dependendo do tipo celular;
- Presentes apenas em células eucariontes aeróbias.





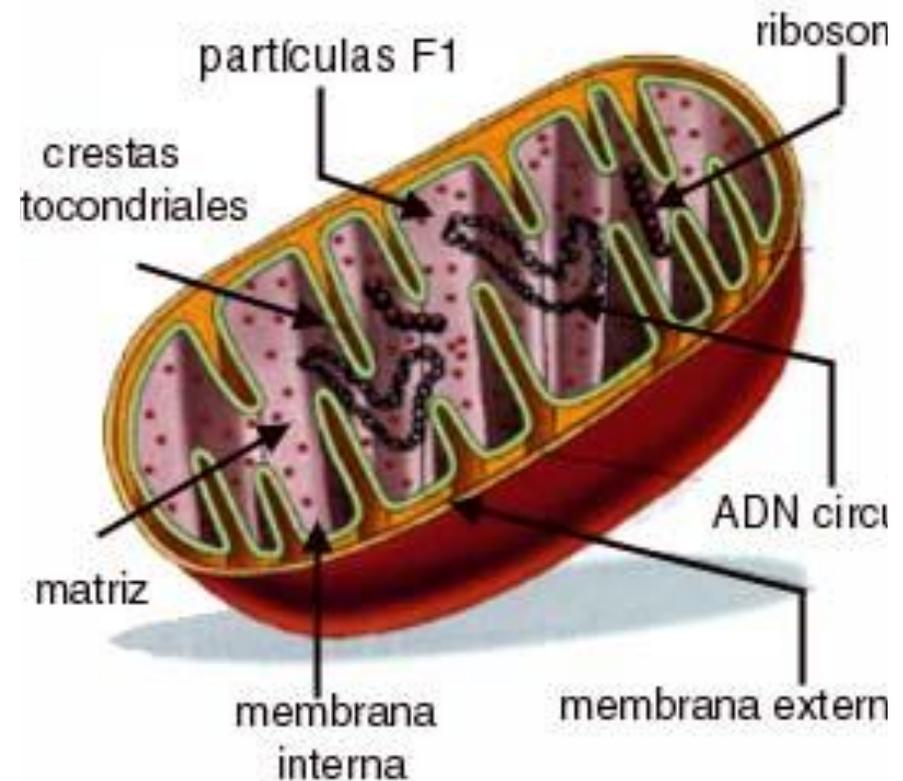
# Estrutura

- **Membrana externa** - lisa, contínua, envolve e delimita, mesma composição lipoproteicas das demais membranas;
- **Membrana interna** - apresenta dobras chamadas de cristas; possui aderidas em suas superfícies moléculas que atuam na respiração celular (partículas elementares);
- **Matriz** - líquido viscoso; contém enzimas, DNA, RNA e ribossomos;

# Estrutura



- **DNA mitocondrial** - circular; semelhante ao DNA procarionte; caracteriza o processo de autoduplicação da organela (condriocinese).





# Função

- No seu interior ocorre o processo de **respiração celular**;
- Moléculas orgânicas reagem com o oxigênio, formando gás carbônico, água e liberando muita energia.
- A energia fica armazenada na forma de moléculas de ATP.
- Os ATPs produzidos pelas mitocôndrias são usados para todas as atividades celulares.

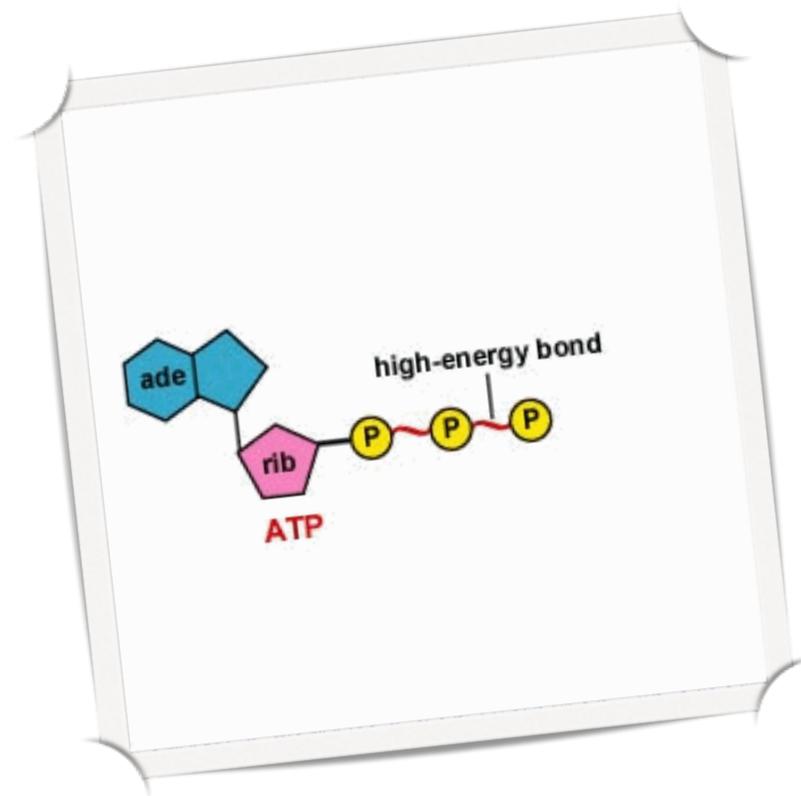


# Respiração celular

- Produção de energia a partir de moléculas orgânicas.
- Glicose é a fonte principal de energia.
- Lipídios e proteínas produzem mais energia do que a glicose; mas...
- ... a célula prefere glicose por ser de fácil utilização e por não produzir substâncias tóxicas de sua degradação.

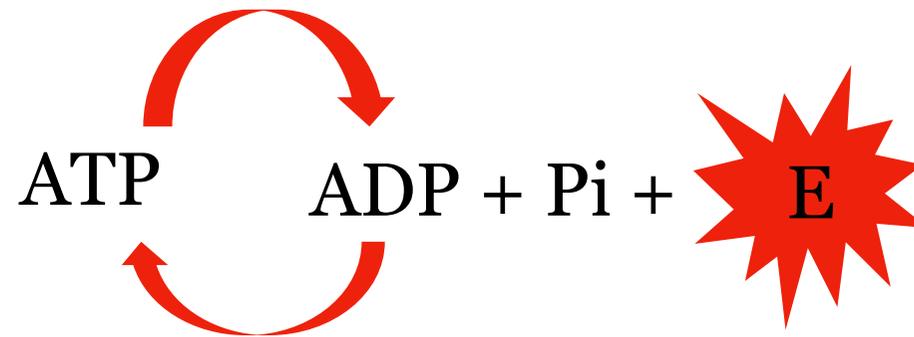


- Se essa energia fosse liberada de uma vez, danificaria a célula.
- Então a energia é armazenada na molécula de ATP.





- Através do ATP, a energia pode ser transportada pela célula atuando na permeabilidade celular, movimentos, síntese e divisão.



Fosforilação oxidativa



# Respiração Aeróbica

- Utiliza O<sub>2</sub> e produz 38 ATPs.
- Glicólise, Ciclo de Krebs e Cadeia respiratória;
- Glicólise - quebra da glicose no citoplasma, originando duas moléculas de ácido pirúvico;





- A quebra da glicose, libera  $4\text{H}^+$ , porém 2 são capturados pelo NAD (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo), formando o NADH
- A molécula de glicose utiliza 2 ATP para ser quebrada, e no final da reação produz 4 ATP, ficando 2 ATP como salda da Glicólise.
- As moléculas de ácido pirúvico e NADH entram na mitocôndria para continuar o processo.

# Na matriz da mitocôndria

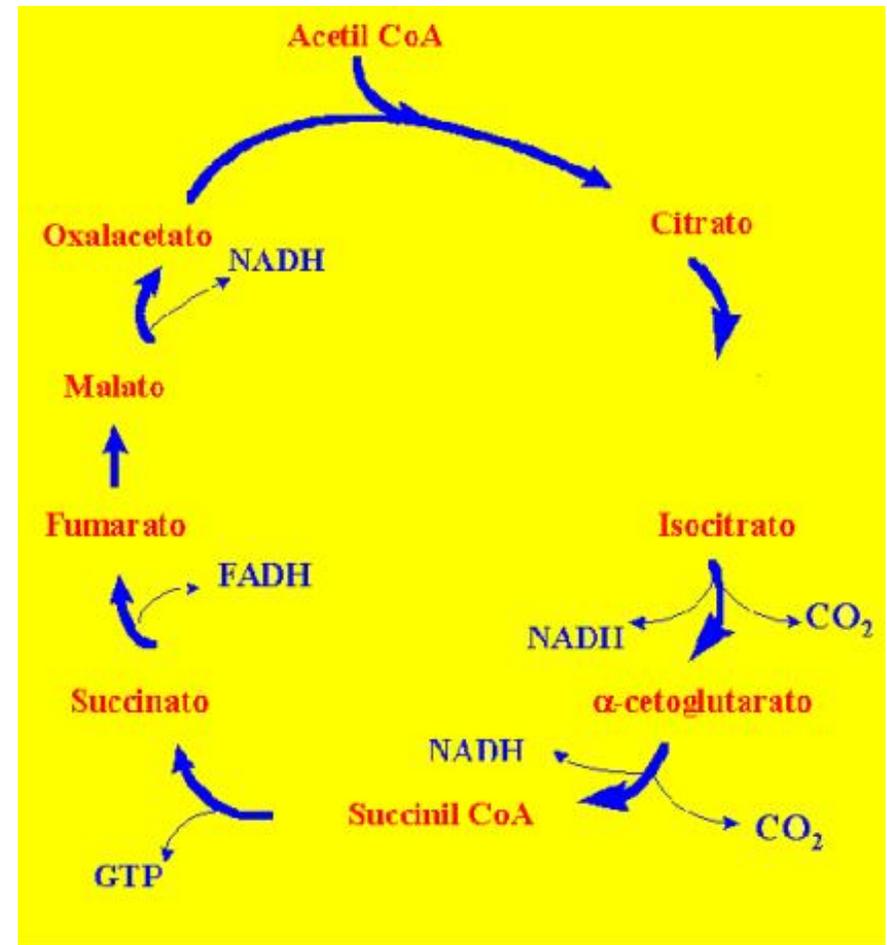


- As moléculas de Acetil-CoA são as chaves para iniciar o ciclo de Krebs.



# Na matriz da mitocôndria

- Cada molécula de Acetil-CoA produz 2CO<sub>2</sub>, 3 NADH, 1 FADH e 1 GTP;
- O ciclo completo são utilizados 2 Acetil-CoA.



# Nas cristas mitocondriais

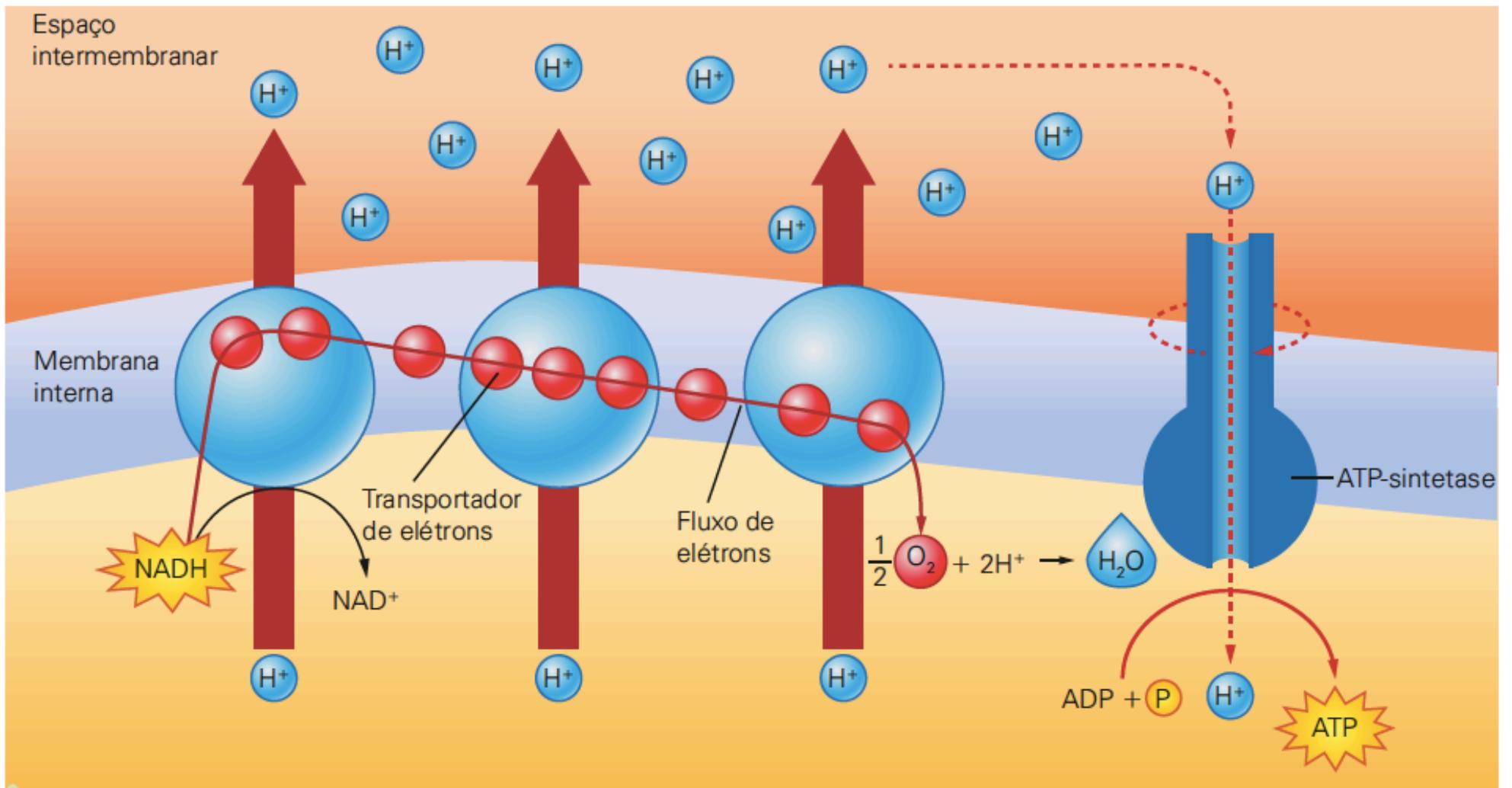
- Todos os produtos formados nas etapas anteriores serão utilizados nas cristas para cadeia respiratória;
- Os  $H^+$  liberados e capturados por NAD e FAD, perdem seus elétrons para moléculas chamadas citocromos;
- Os protons de  $H^+$  são “jogados” no espaço entre as membranas da mitocôndria;
- Por difusão, eles voltam para o interior da mitocôndria, girando um complexo chamado de sintetase do ATP;



# Nas cristas mitocondriais

- Girando essa molécula faz com que ADP + Pi formem ATP;
- Os prótons de H<sup>+</sup> se ligam ao seu acceptor final, o O<sub>2</sub>, formando H<sub>2</sub>O;
- A cada 3H<sup>+</sup> que passam pela ATP sintetase, é produzido 1 ATP.





Cadeia respiratória.

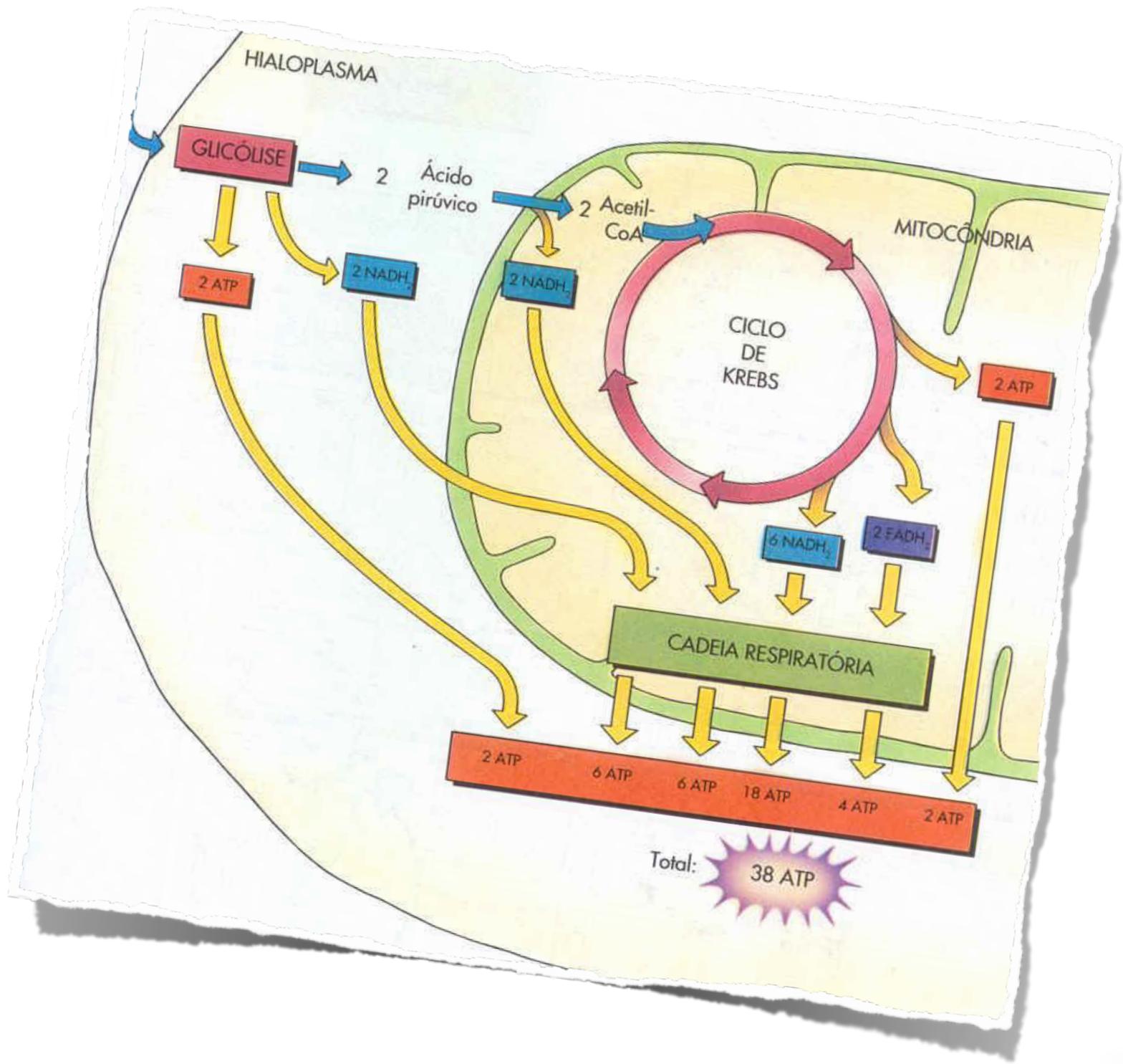


# Conta da respiração

- Glicólise - gasta 2 ATP e produz 4 ATP = 2ATP;
- Ciclo de Krebs - produz 2 GTP;
- Cadeira respiratória - 10 NADH – 3 ATP cada = 30 ATP
- 2 FADH – 2 ATP cada = 4 ATP

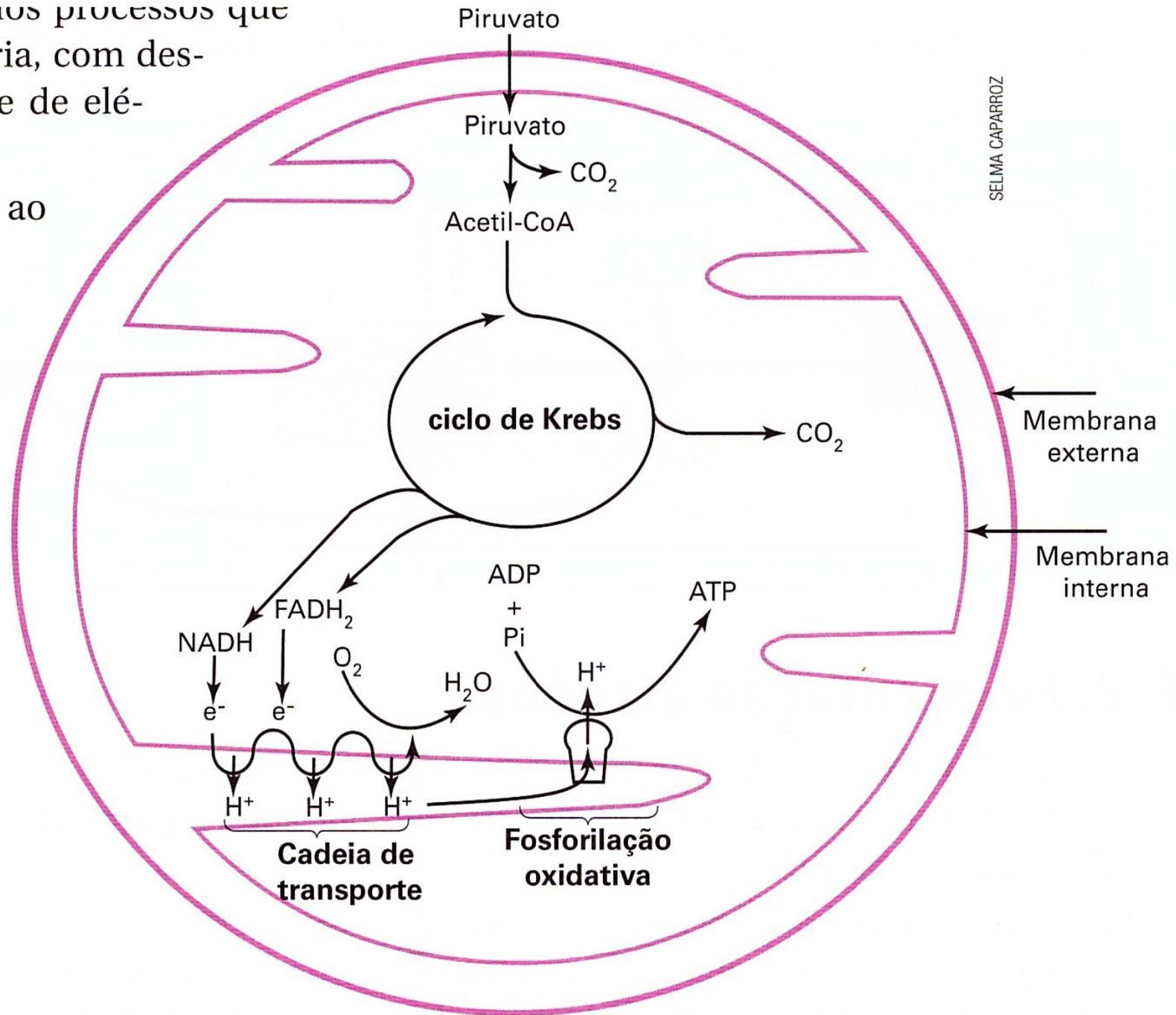
$$\text{Total} = 2 + 2 + 30 + 4 = 38 \text{ ATP}$$

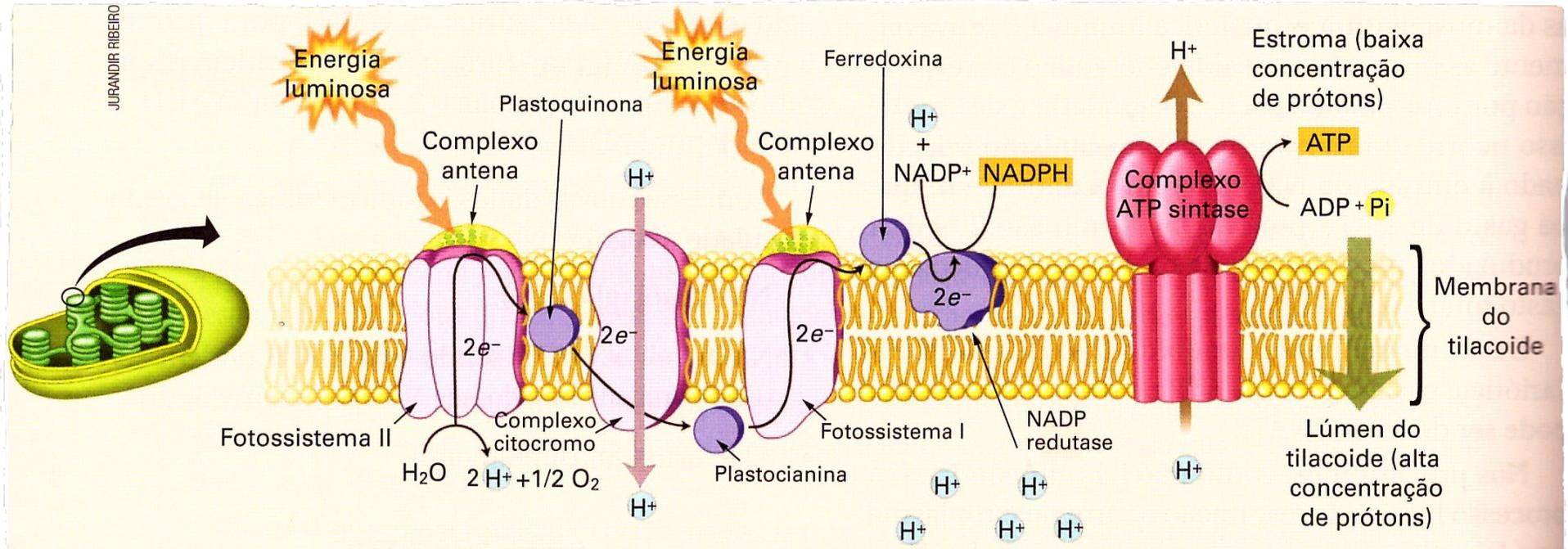




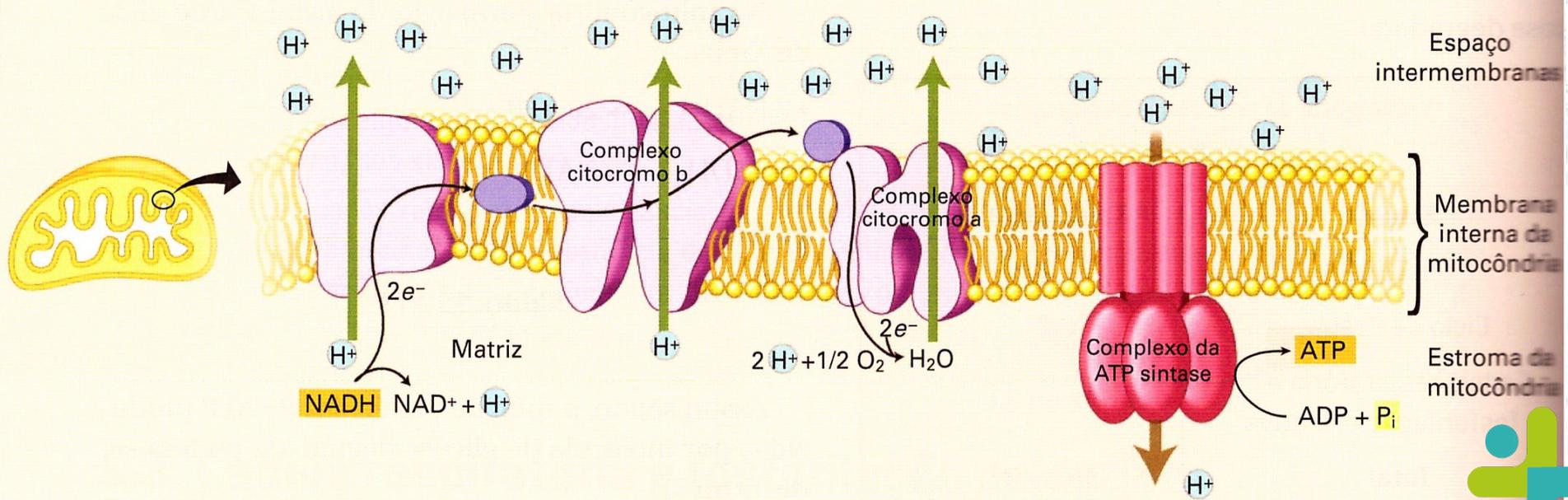
os processos que  
ia, com des-  
e de elé-

ao





Esquema do mecanismo quimiosmótico de síntese de ATP na fotofosforilação. (Cores-fantasia.)



Esquema do mecanismo quimiosmótico da síntese de ATP na fosforilação oxidativa. (Cores-fantasia.)



**Lá vem a glicólise;  
Que é a primeira etapa;  
Quebra o açúcar, lá no citoplasma;**

**Já vai formando ácido pirúvico, NADH<sub>2</sub>  
e a próxima etapa;**

**É na mitocôndria, corre e vem pra cá;  
e o piruvato, vira acetil-CoA;  
e o ciclo de Krebs, e a segunda etapa  
é lá na matriz que tudo se encaixa.**

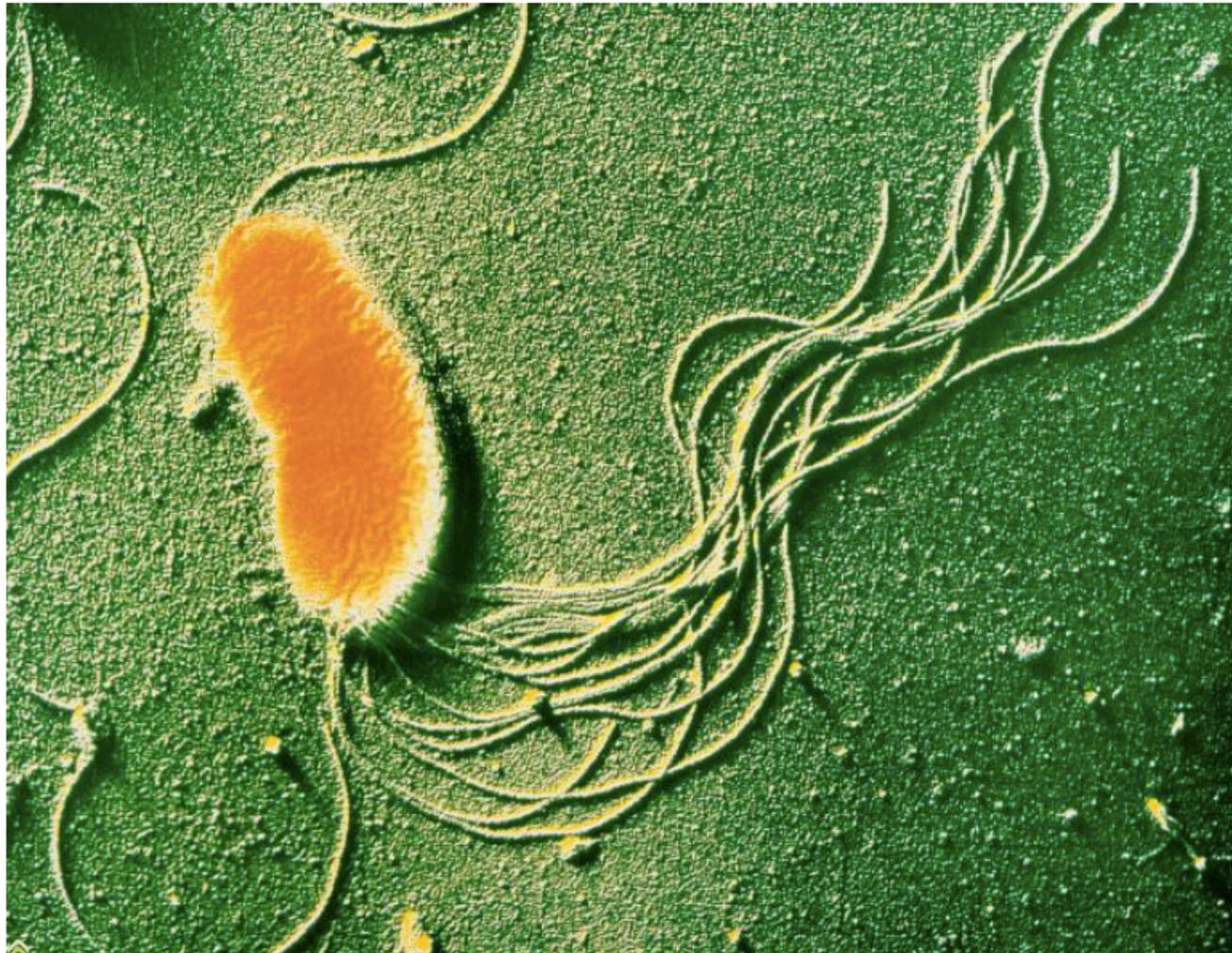
**Hidrogênio (5x) , no ciclo de Krebs  
Hidrogênio (5x), com NADH<sub>2</sub>  
Hidrogênio (5x), gera ATP  
Hidrogênio (5x)**

**E a terceira etapa, oxirredução  
onde os hidrogênios, voltam por difusão  
Tudo acontece, no fundo da crista  
Próton e elétron, ATP à vista.**

**Hidrogênio (5x), no ciclo de Krebs  
Hidrogênio (5x), com NADH<sub>2</sub>  
Hidrogênio (5x), gera ATP  
Hidrogênio (5x), com Oxigênio  
Forma Água(4x)**



# Respiração Anaeróbica



DR TONY BRAINSCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

Bactéria *Pseudomonas fluorescens*.



# Respiração Anaeróbica

## Exercício extra

---

(Enem)

Um ambiente capaz de asfixiar todos os animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. Descobertos a mais de 3000 m de profundidade no Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino animal a prosperar mesmo diante da ausência total de oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem ter esse estilo de vida. Não admira que os bichos pertençam a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, boca, sistema digestivo e uma carapaça. A adaptação dos bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células dispensaram as chamadas mitocôndrias.

LOPES, R. J. Italianos descobrem animal que vive em água sem oxigênio. Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br](http://www1.folha.uol.com.br)>. Acesso em: 10 abr. 2010. Adaptado.

Que substâncias poderiam ter a mesma função do  $O_2$  na respiração celular realizada pelos loricíferos?

- a) S e  $CH_4$
- b) S e  $NO_3^-$
- c)  $H_2$  e  $NO_3^-$
- d)  $CO_2$  e  $CH_4$
- e)  $H_2$  e  $CO_2$

### Resolução

Na respiração celular aeróbica, o oxigênio é oceptor final de elétrons na cadeia respiratória. Na respiração anaeróbica, essa função é desempenhada pelo enxofre, pelo nitrato e por outros aceptores.

Resposta: B





**BIOLOGIA MAIS**

PROFESSOR FERNANDO BELAN

[www.portalmaestria.com.br](http://www.portalmaestria.com.br)



**@biologia\_mais**