

# METABOLISMO MICROBIANO

# METABOLISMO

grego: *metabole* = mudança, transformação

**SOMA DE TODAS AS REAÇÕES QUÍMICAS  
DENTRO DE UM ORGANISMO VIVO**

# METABOLISMO

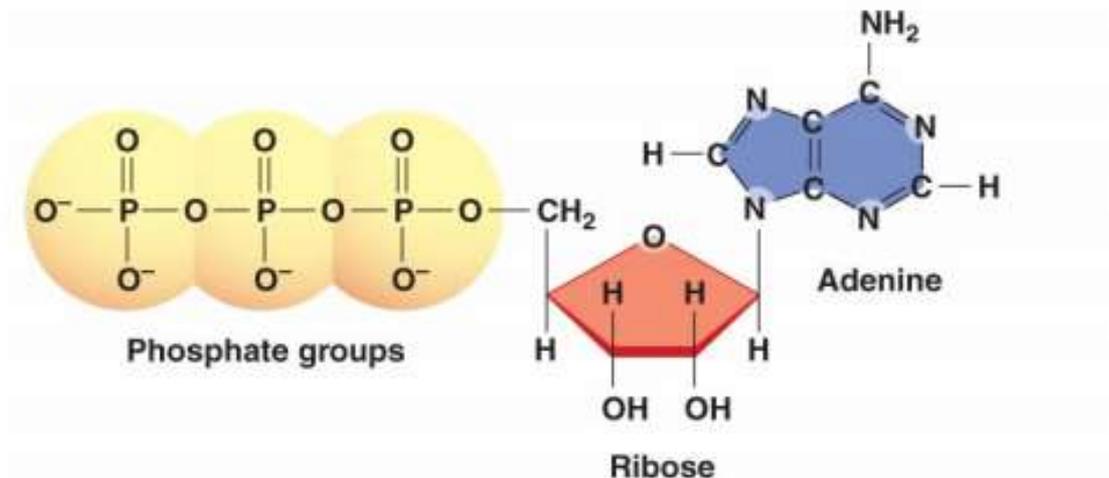
As reações químicas podem ser divididas em duas classes:

- **CATABOLISMO:** reações que liberam energia. Quebra de compostos orgânicos complexos em compostos químicos simples.
- **ANABOLISMO:** reações que requerem energia. Construção de moléculas orgânicas complexas a partir de moléculas mais simples.

# PRODUÇÃO DE ENERGIA

As reações catabólicas fornecem energia necessária para dirigir as reações anabólicas, através da molécula de Trifosfato de Adenosina (ATP).

(a) ATP consists of three phosphate groups, ribose, and adenine.



# VIAS METABÓLICAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA

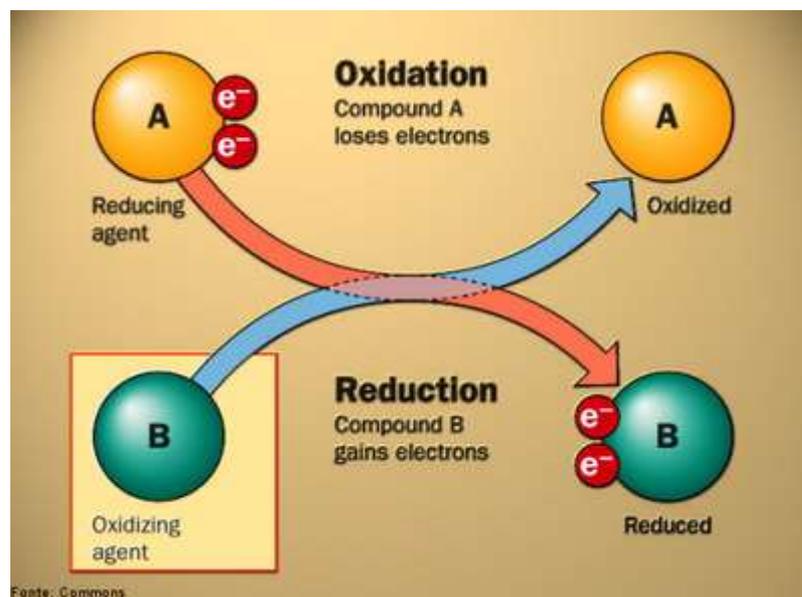
- Os organismos liberam e armazenam energia de moléculas orgânicas;
- Para extrair a energia de compostos orgânicos e armazená-la em forma química, os organismos passam elétrons de um composto a outro através de reações de oxidação e redução.

## Oxidação

- Perda de elétrons;
- O número de oxidação do elemento aumenta (pois ele perde elétrons).

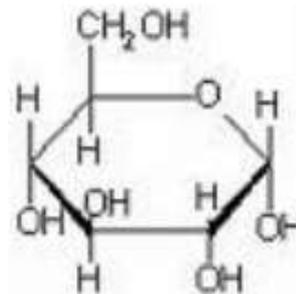
## Redução

- Ganho de elétrons;
- O número de oxidação do elemento diminui (pois ele ganha elétrons, que são negativos).



# METABOLISMO DE CARBOIDRATOS

- A maioria dos microrganismos oxida carboidratos como sua fonte primária de energia celular.
- A glicose é a fonte mais comum de energia de carboidrato utilizada pelas células.



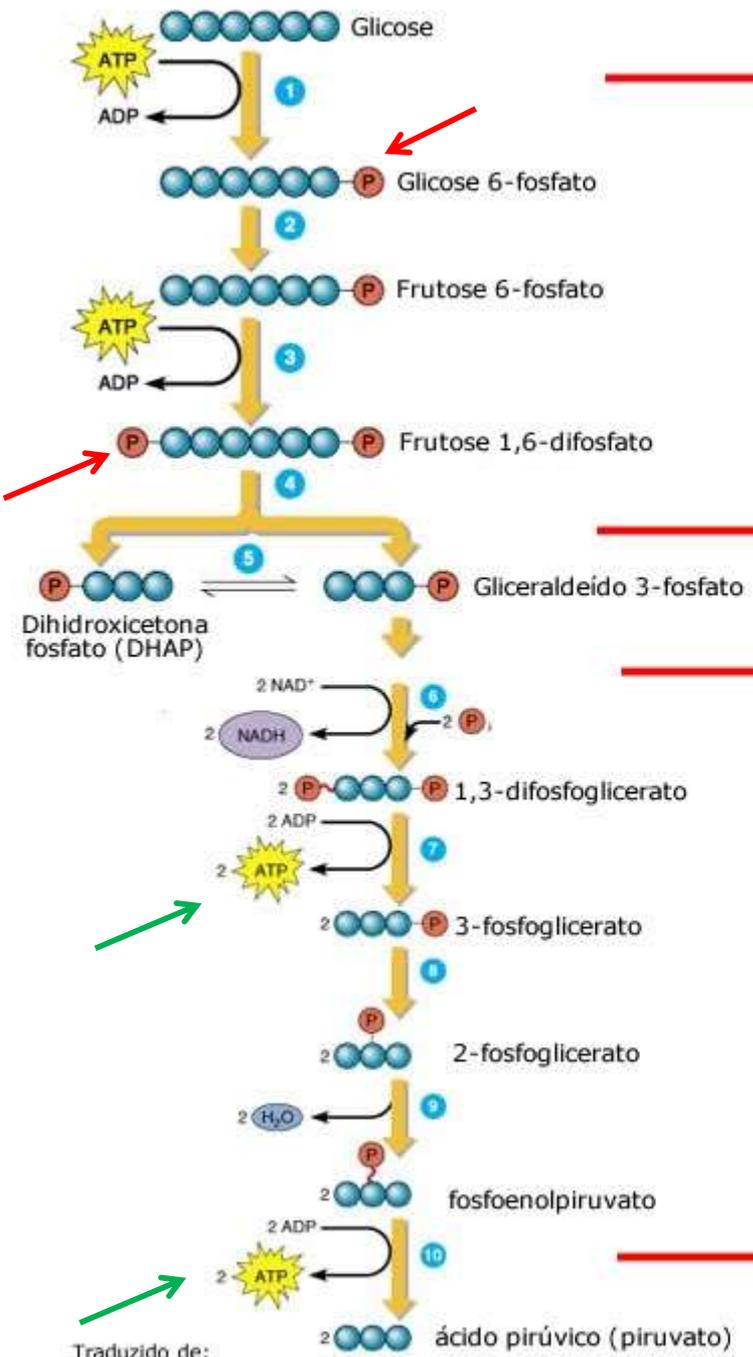
- Produção de energia a partir da glicose:  
**RESPIRAÇÃO CELULAR e FERMENTAÇÃO.**

# RESPIRAÇÃO

- CONSISTE EM TRÊS ETAPAS:
  - GLICÓLISE
  - CICLO DE KREBS
  - CADEIA TRANSPORTADORA DE ELÉTRONS

# GLICÓLISE ou VIA EMBDEN-MEYERHOF

- É a oxidação da glicose a ácido pirúvico, com a produção de ATP e energia contida em NADH.
- Glicólise significa quebra do açúcar (exatamente o que acontece) – a glicose (6 carbonos) é transformado em 2 açúcares de 3 carbonos.



## FASE PREPARATÓRIA

A **diidroxiacetona-fosfato** é convertida reversivelmente em **gliceraldeído-3-fosfato**, pela enzima **triose-fosfato-isomerase**.

## FASE DE PAGAMENTO

São duas moléculas de gliceraldeído 3-fosfato, mas o ciclo está representado por somente uma molécula – foi colocado o número 2 ao lado das moléculas seguintes

4 ATP são produzidos - 2 ATP são utilizados = **Ganho de 2 ATP**

Traduzido de: Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

# CICLO DE KREBS

Ciclo do ácido tricarboxílico ou ciclo do ácido cítrico.

Série de reações bioquímicas nas quais a grande quantidade de energia química potencial armazenada em Acetil-CoA é liberada, através de reações de oxidação-redução, com transferência de elétrons a coenzimas transportadoras (NAD e FAD).

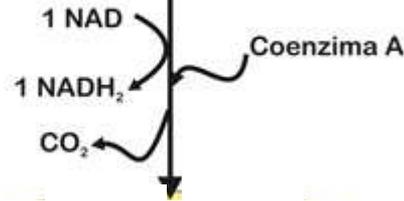


Geração de poder redutor  
Descarboxilação – produção de CO<sub>2</sub>

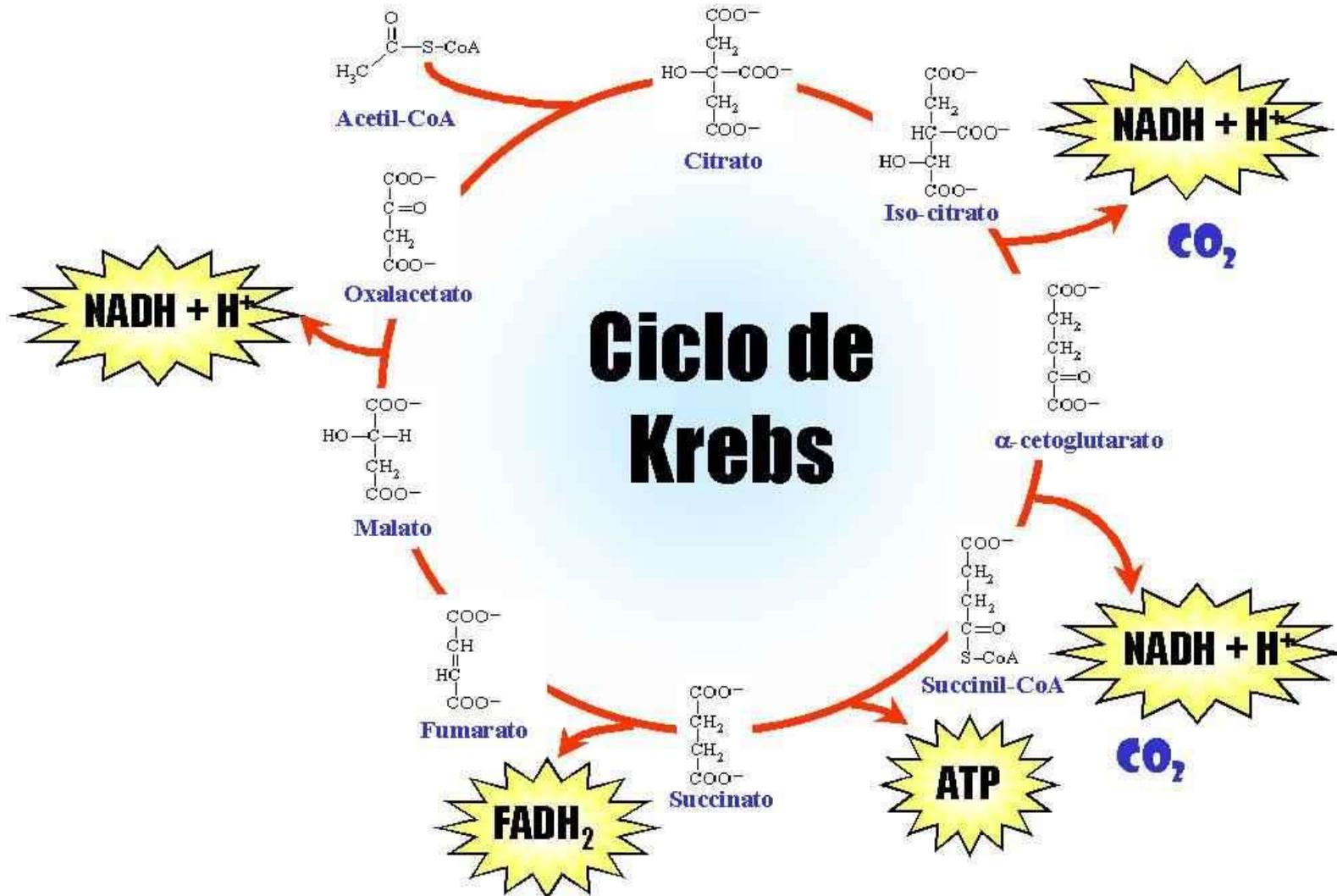
Glicólise



Ácido pirúvico (3C)



Lembrar que na glicólise são produzidas duas moléculas de ácido pirúvico, portanto o ciclo de Krebs "dá duas voltas"



# CICLO DE KREBS

Para cada 2 moléculas de acetil-CoA:

- 4 moléculas de  $\text{CO}_2$  são liberadas (descarboxilação);
- 6 moléculas de NADH e 2 moléculas de  $\text{FADH}_2$  são produzidas (oxidação-redução);
- 2 moléculas de ATP são geradas pela fosforilação em nível de substrato.

# CICLO DE KREBS

As coenzimas reduzidas NADH e  $\text{FADH}_2$  são os mais importantes produtos do ciclo de Krebs



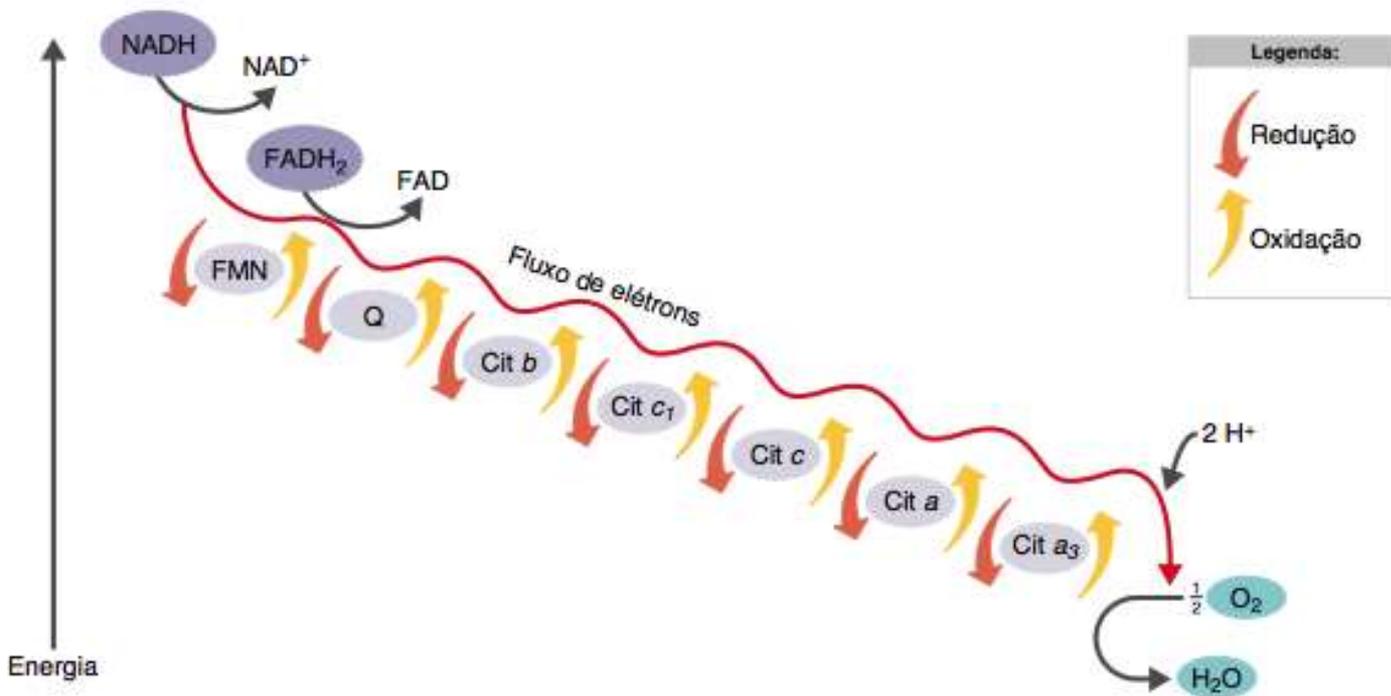
possuem a maioria da energia originalmente armazenada na glicose

# CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS

- Sequência de moléculas transportadoras que são capazes de oxidação-redução.
- Como os elétrons são passados através da cadeia, há uma gradual liberação de energia, que é utilizada para conduzir a geração de ATP

# CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS

- MOLÉCULAS TRANSPORTADORAS
  - Flavoproteínas
  - Citocromos
  - Ubiquinonas (Coenzima Q)

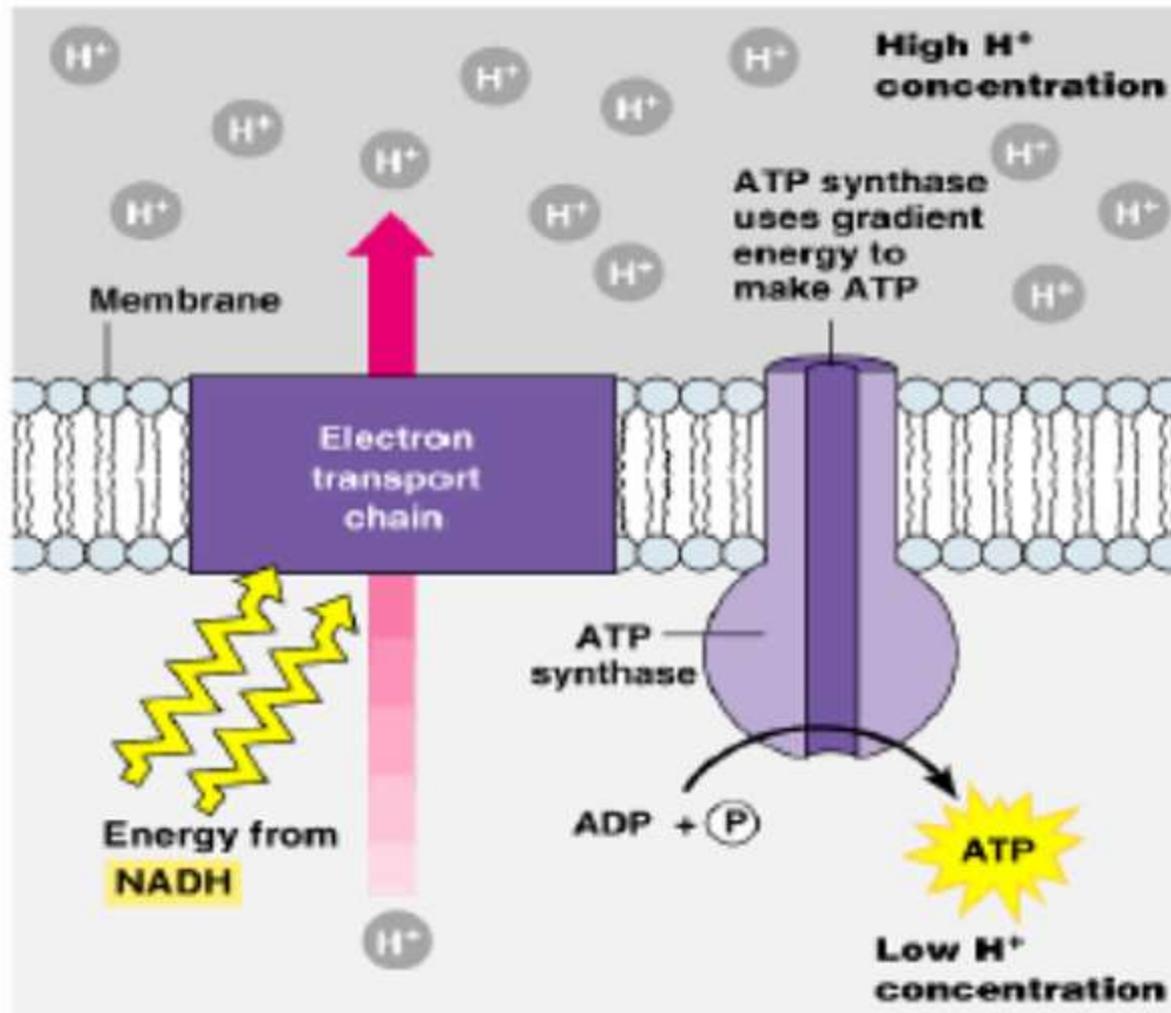


Cadeia transportadora de elétrons. Elétrons transportados por aceptores (NADH e FADH<sub>2</sub>) são transferidos, em cadeia, de citocromos nas cristas mitocondrias (nos eucariotos) ou na membrana plasmática bacteriana. Esse fluxo de elétrons é essencial para a geração de energia, mas a geração de ATP depende ainda de uma proteína ATP sintase e do fluxo de H<sup>+</sup>, omitidos na figura. Como a formação de ATP depende dessa cadeia de transferência de elétrons, é chamada de fosforilação OXIDATIVA.

**ETAPA 1** - Elétrons energéticos do NADH percorrem a cadeia de transporte de elétrons - bombeiam prótons através da membrana (transporte ativo - bomba de prótons)

**ETAPA 2** - A membrana fosfolipídica é normalmente impermeável a prótons, e por isso, este bombeamento unidirecional estabelece um gradiente de prótons (diferença na concentração de prótons nos dois lados da membrana). Em adição ao gradiente de concentração, há um gradiente de carga elétrica. O excesso de  $H^+$  em um lado da membrana torna este lado positivamente carregado comparado ao outro lado. O gradiente eletroquímico resultante tem energia potencial, chamada de FORÇA PRÓTON ATIVA.

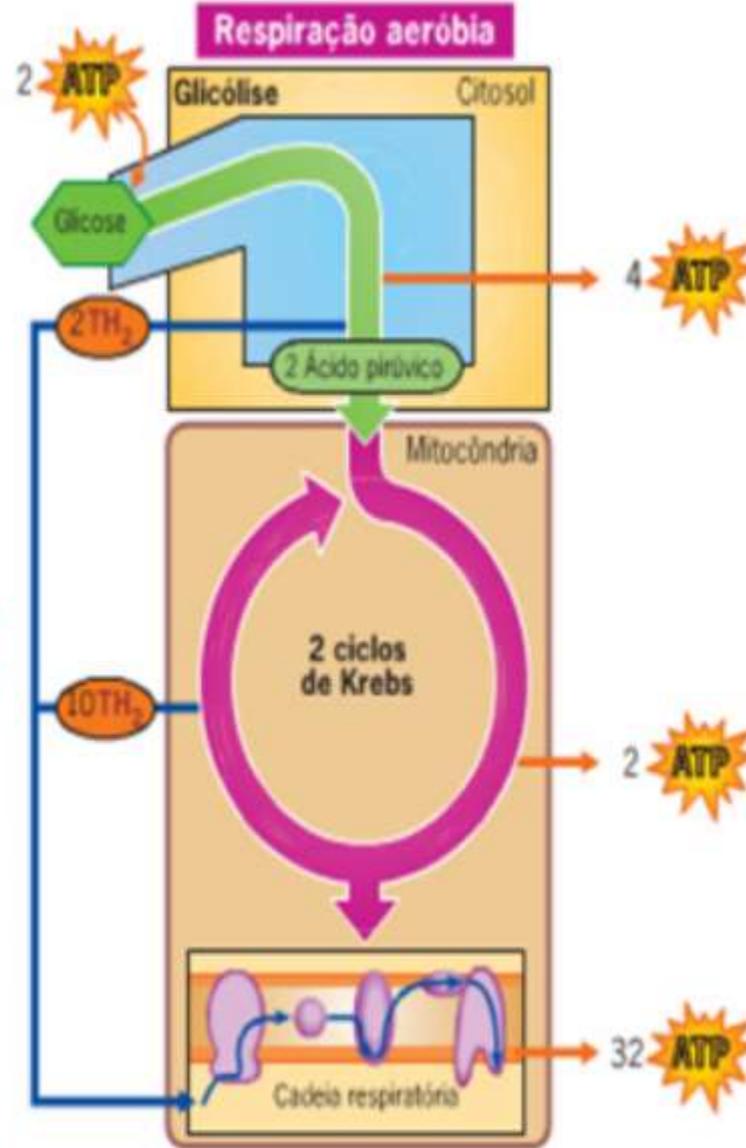
**ETAPA 3** - Os prótons no lado da membrana com alta concentração podem se difundir através da membrana somente por meio de canais de proteínas especiais que contém uma enzima denominada ADENOSINA TRIFOSFATASE (ATP sintetase). Quando este fluxo ocorre, energia é liberada e é utilizada pela enzima para sintetizar ATP de  $ADP + P$ .



## Balanço geral

## Produção de energia na glicólise

Respiração aeróbia			
Estrutura	ATP		
	Formado	Mobilizado	
Citosol	4	2	
Mitocôndria	Matriz	2	—
	Membrana interna	32	—
Saldo	36 ATP (2 + 2 + 32)		



## Respiração celular

