



Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de Lorena
Departamento de Biotecnologia



Curso: Engenharia Ambiental

Organelas Transdutoras de Energia: Mitocôndria - Respiração

Prof: Tatiane da Franca Silva

tatianedafanca@usp.br

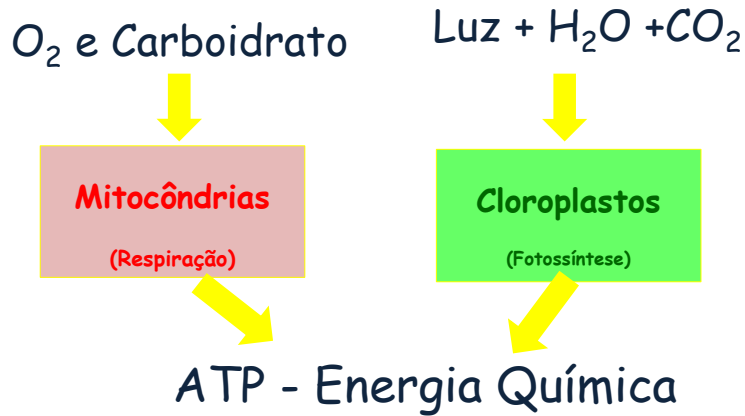
1

Data	Atividade
21 de Fevereiro	Recepção de calouros
28 de Fevereiro	Origem e Evolução da Célula
07 de Março	Biomoléculas: Carboidratos e Lipídeos
14 de Março	Biomoléculas: Ácidos Nucleicos e Proteína
21 de Março	Membrana Plasmática: Estrutura e Função
28 de Março	Compartimentos Intracelulares e Seleção de proteínas
04 de Abril	Tráfego de vesículas: Via secretora e Endocítica
11 de Abril	P1
18 de Abril	Não haverá aula (Semana Santa)
25 de Abril	Citoesqueleto
02 de Maio	Não haverá aula – Congresso
09 de Maio	Material Genético e Núcleo
16 de Maio	Divisão Celular
23 de Maio	Mitocôndria e Respiração
30 de Maio	Cloroplasto e Fotossíntese
06 de Junho	Aula Prática / P2
13 de Junho	P2 / Substitutiva
20 de Junho	Não haverá aula(Corpus Crhisti)
27 de Junho	Revisão de Prova

2

Organelas: Cloroplasto e Mitocôndria

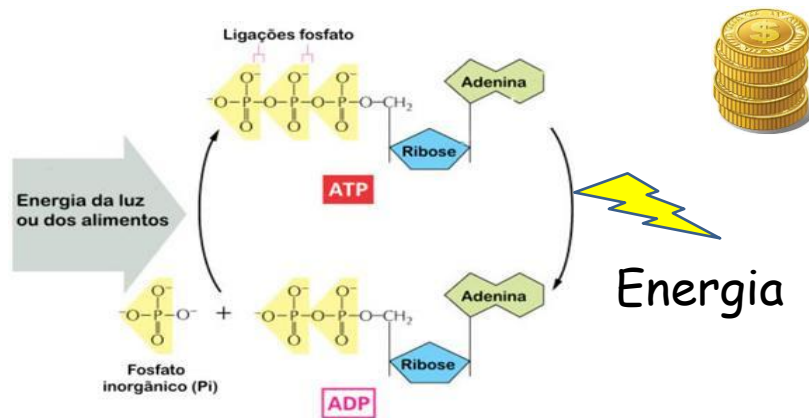
✓ Obtenção de energia para a célula a partir diferentes fontes:



3

Moléculas Carreadoras Ativas: ATP

- ❖ Adenosina trifosfato (ATP): Principal moeda energética das células
- ❖ **ATP → ADP + Pi** | libera entre 11 e 13 kCal/ mol de energia



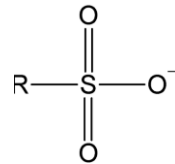
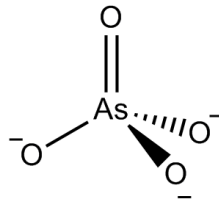
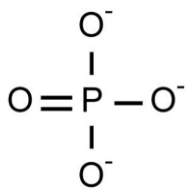
4

Porque o ATP e não os outros?

- ✓ Estabilidade: Velocidade de reação lenta
- ✓ Maior reserva de energia: Energia nas ligações

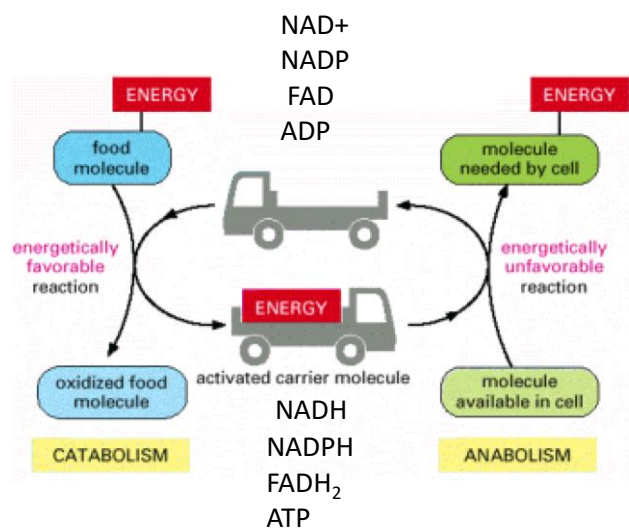


Candidatos	k de hidrólise (do íon)
Fosfato	0,000000004 (1/s)
Arsenato	0,0004 (1/s)
Sulfonato	0,00025 (1/s)



6

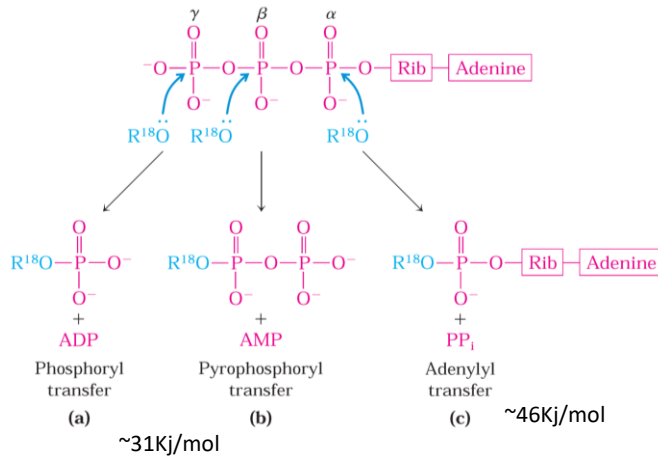
Moléculas Carreadoras Ativadas



7

ATP

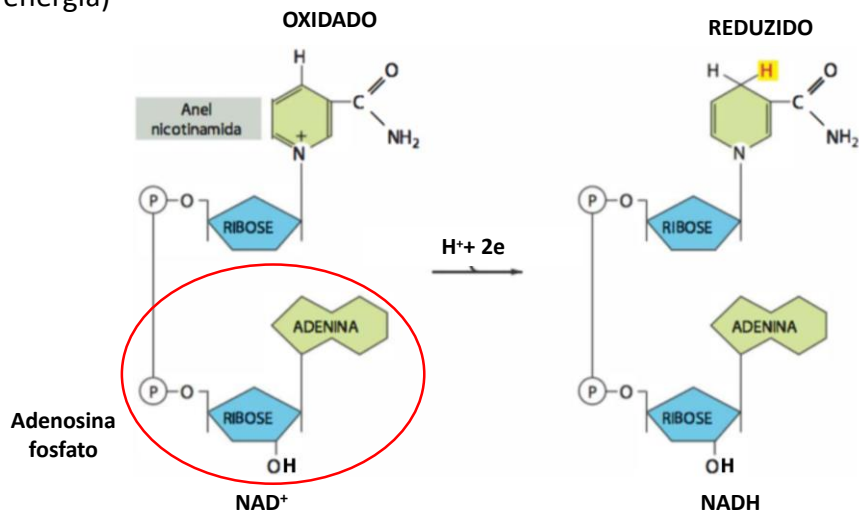
- ✓ Três posições de possível hidrólise do ATP (Adenosina trifosfato)
- ✓ Liberam energia diferente



11

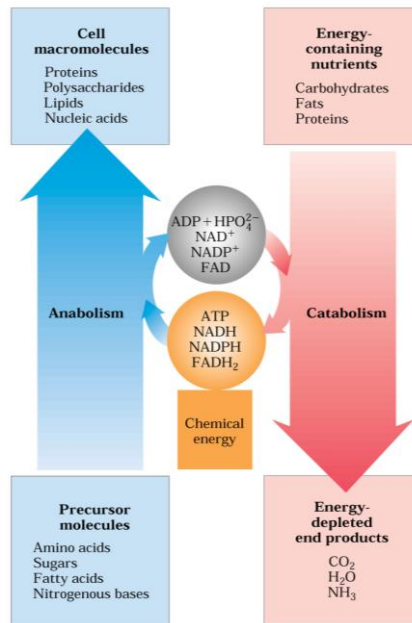
NAD⁺/NADH - Nicotinamida adenina

- ❖ NAD⁺/NADH (Carrega de **um próton** e dois **elétrons ricos** em energia)



12

❖ Moléculas carreadoras ativadas: conexão entre catabolismo e anabolismo

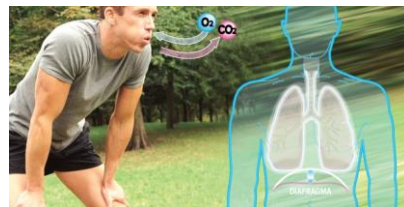
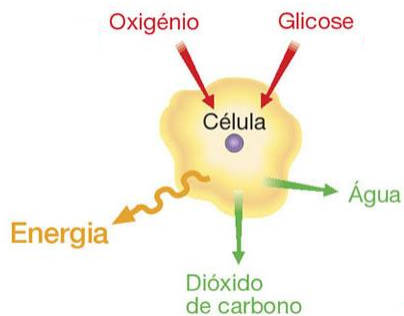


14

Respiração Celular

- ❖ Fase aeróbica do catabolismo
 - ❖ Captação de O_2 e eliminação de CO_2
- $$\text{Glicose} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

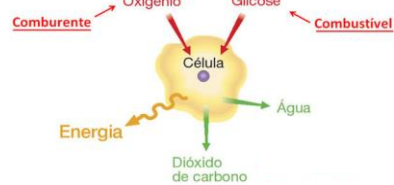
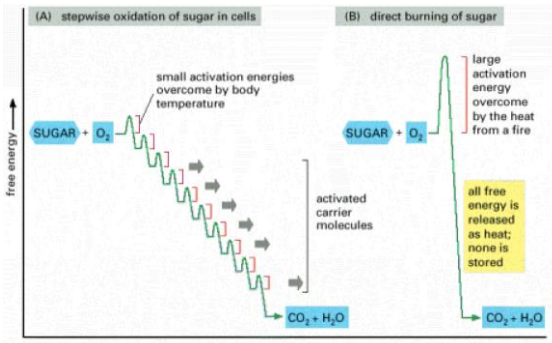
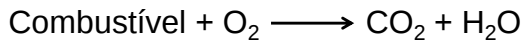
Mitocôndria



15

Respiração Celçular X Combustão

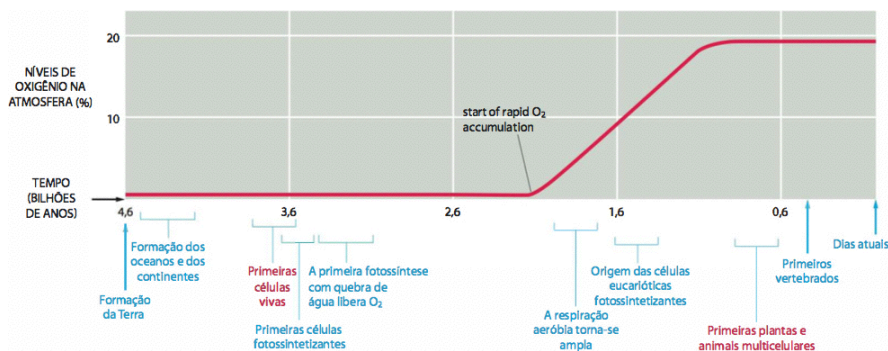
❖ Combustão Completa:



16

Acúmulo de Oxigênio na Atmosfera

- ✓ Presença de oxigênio - desenvolvimento de seres dependentes do metabolismo aeróbio
- ✓ 30x mais energia produzida em relação ao metabolismo anaeróbio



17

Antes da Respiração vem..... Glicólise!

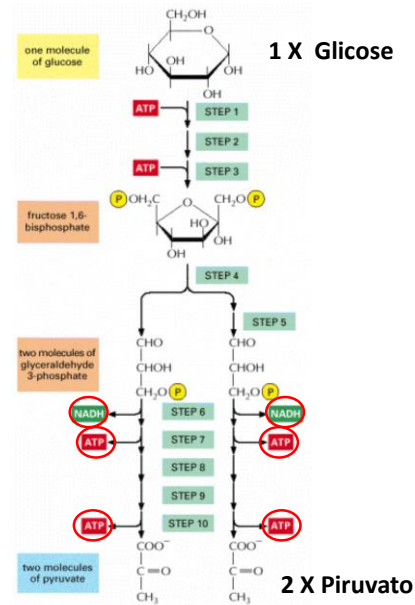
Glicólise

- ❖ Hidrólise do Açúcar
- ❖ Total de 10 reações

No citoplasma

1 Glicose => 2 Piruvato

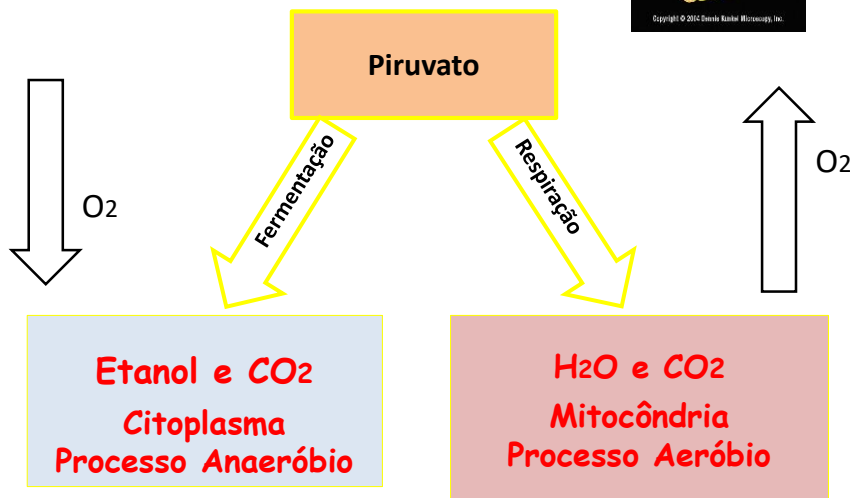
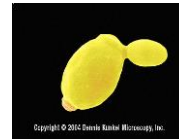
Saldo: 2ATPs e 2 NADH



18

Produto da Glicólise

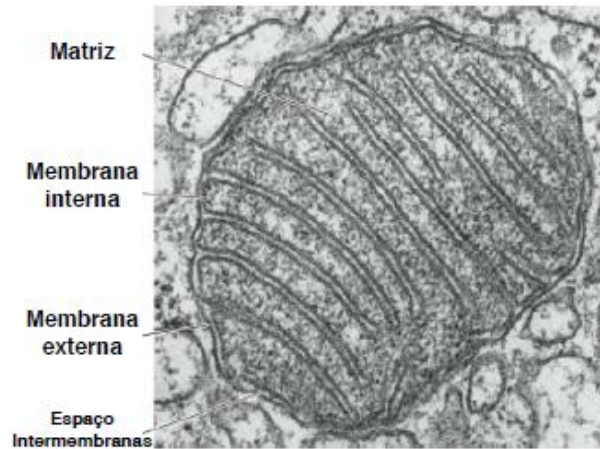
✓ Anaeróbios facultativos: Exemplo leveduras



19

Respiração - Mitocôndria

✓ Fases específicas da Respiração ocorrem na **Mitocôndria** em Eucariotos



20

Componentes da Mitocôndria

Matriz: maior componente contém diversas enzimas ; DNA mitocondrial, RNA e ribossomo

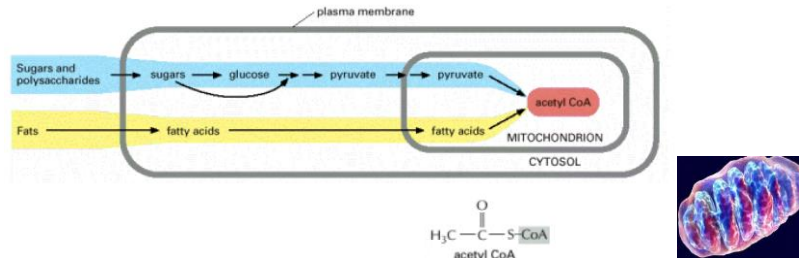
Membrana Externa:
Delimita a organela.
Permeável a pequenas moléculas

Membrana Interna: em forma de cristas; Impermeável a íons; Contém as proteínas do complexos da cadeia respiratória

Espaço Intermembranas: composição semelhante ao citosol. Alta concentração de prótons

22

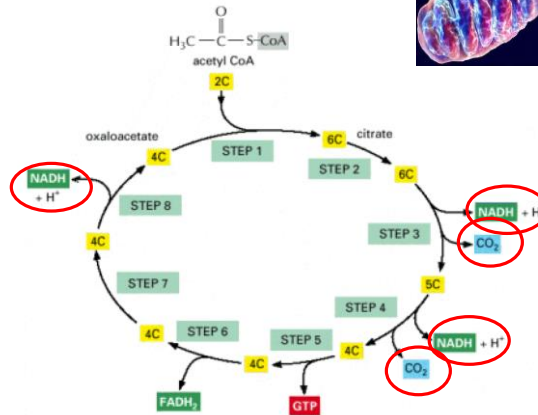
Matriz Mitocondrial



✓ Conversão de Piruvato a Acetil - CoA

✓ Ciclo do Ácido Cítrico ou Ciclo de Krebs

✓ Produz **NADH**, **FADH₂** e **CO₂**



25

Para onde vão os elétrons carregados?

❖ Complexo de proteínas da **Cadeia Transportadora de Elétrons**

❖ Recebe elétrons da **Glicólise e do Ciclo do Ácido Cítrico**

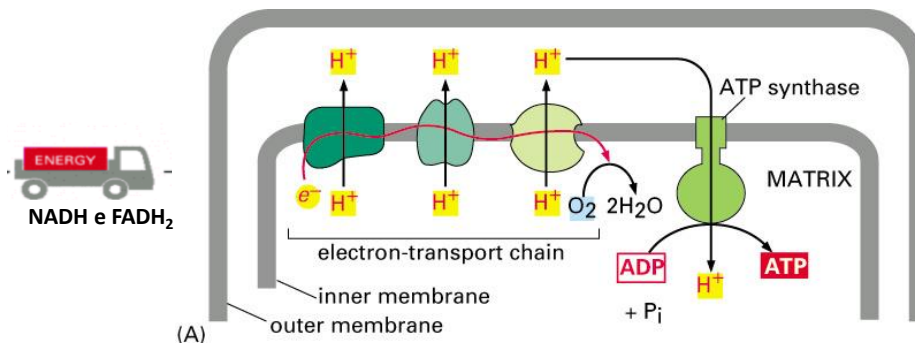
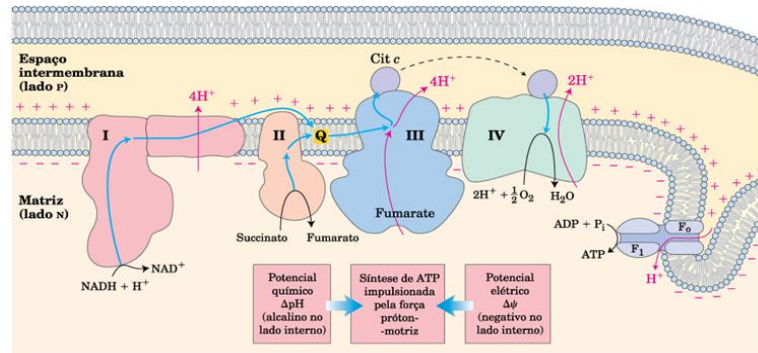


Figure 14-14 part 1 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

26

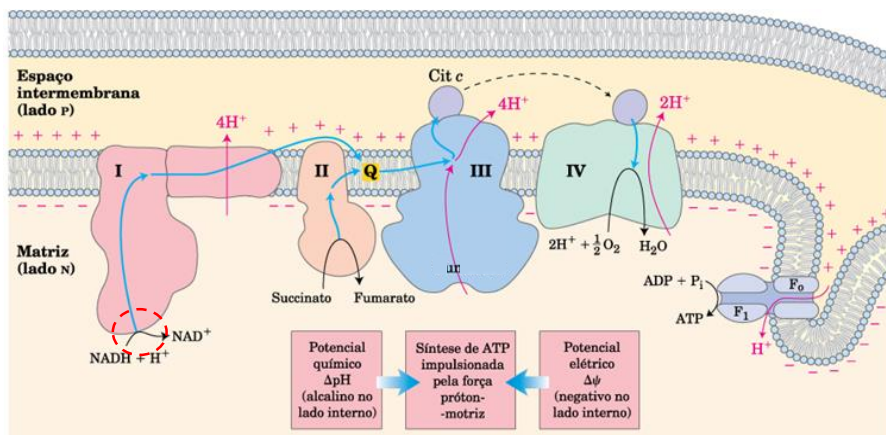
Cadeia Transportadora de Elétrons

- ❖ 4 Complexos Proteicos
- ❖ Transporte de Elétrons gera o bombeamento de prótons para o Espaço Intermembrana



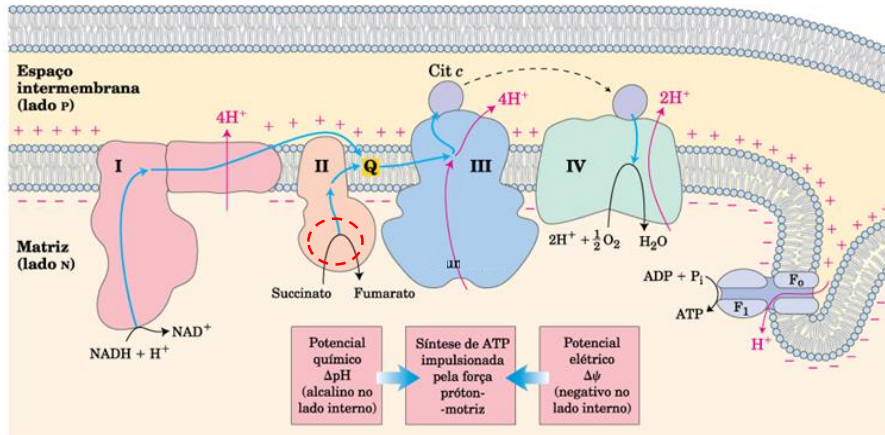
27

- ❖ **Complexo I: NADH desidrogenase** - a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺



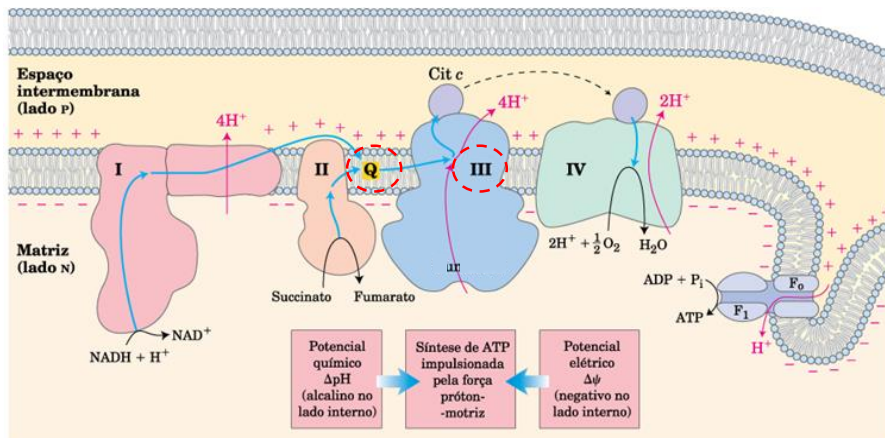
28

- ❖ **Complexo I:** NADH desidrogenase - a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺
- ❖ **Complexo II:** Succinato desidrogenase – Recebe elétrons de FADH



29

- ❖ **Complexo I:** NADH desidrogenase - a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺
- ❖ **Complexo II:** Succinato desidrogenase
- ❖ **Ubiquinona:** transportador móvel
- ❖ **Complexo III:** Citocromo b-c1- a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺



30

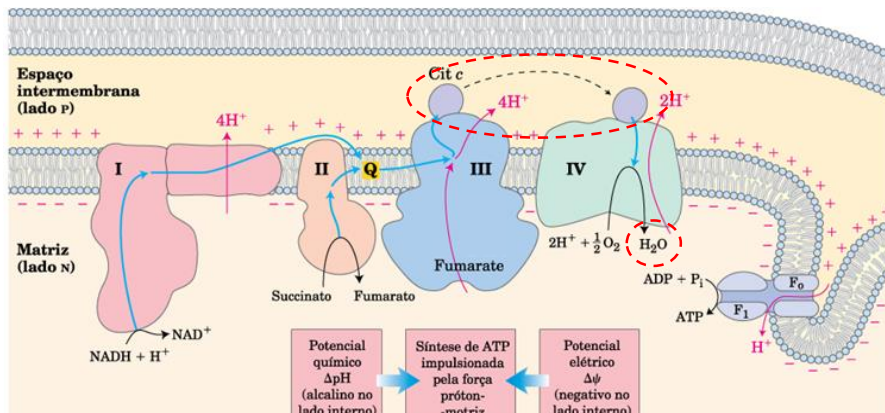
❖ **Ubiquinona:** transportador móvel

❖ **Complexo III:** Citocromo b-c1- a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺

❖ **Citocromo C:** transportador móvel

❖ **Complexo IV:** Citocromo oxidase a cada 2 elétrons bombeia 1H⁺.

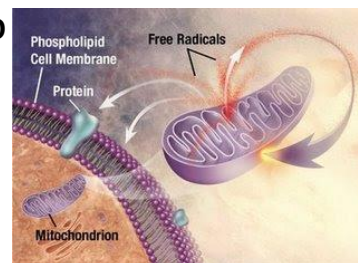
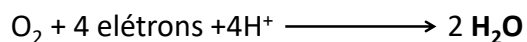
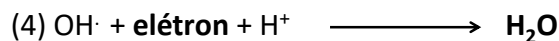
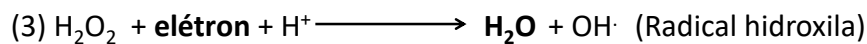
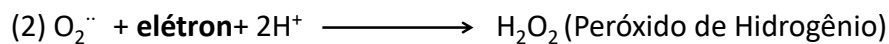
Oxigênio recebe 4 elétrons formando 2H₂O



31

Paradoxo do Oxigênio

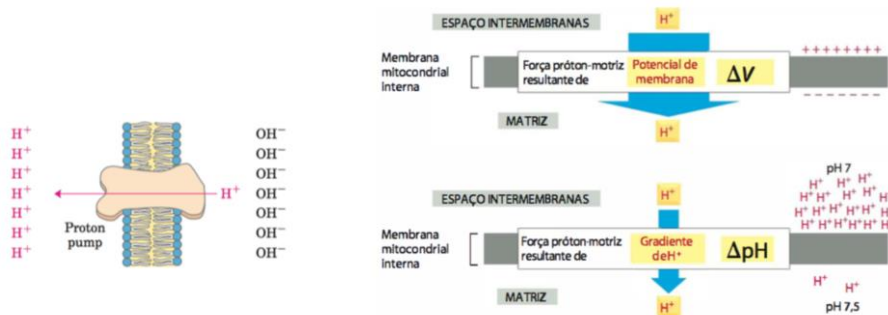
❖ ~0,1% do Oxigênio pode virar espécies ativas



32

Gradiente de prótons na Mitocôndria

- ❖ Cadeia Transportadora de Elétrons: bombeia **prótons** através da **Membrana Interna** que acumulam no **Espaço Intermembrana**

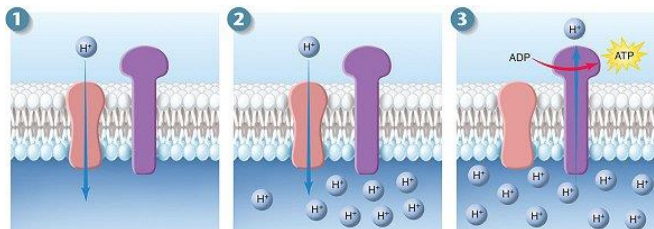


33

Porque acumular prótons?

- ❖ Gradiente de prótons impulsiona a síntese de ATP
- ❖ Passagem de prótons de volta a Matriz através da ATP sintase
- ❖ Produção de energia baseado em membrana.

Matriz Mitocondrial

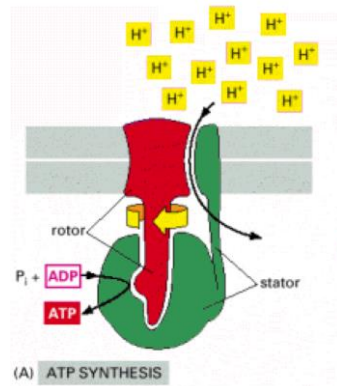


Espaço Intermembrana

34

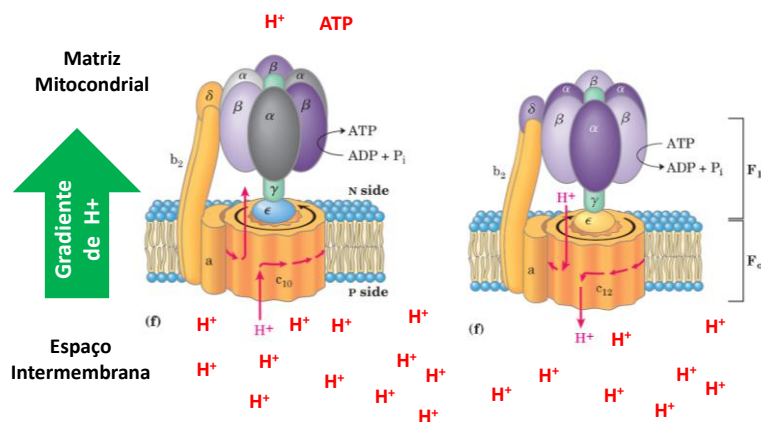
Síntese de ATP

- ❖ Passagem de prótons promove a rotação do anel proteico da **ATP sintase**
- ❖ Energia mecânica convertida em energia química.



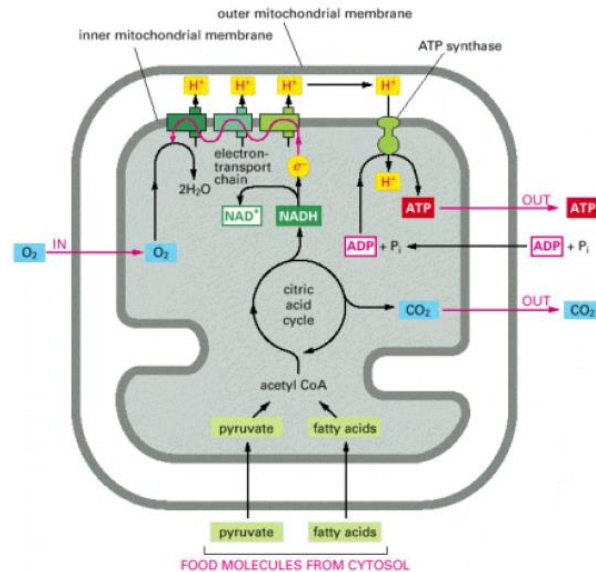
35

Síntese de ATP



36

Mitocôndria: Respiração Aeróbica



38

Mitocôndria X Bactéria Aeróbica

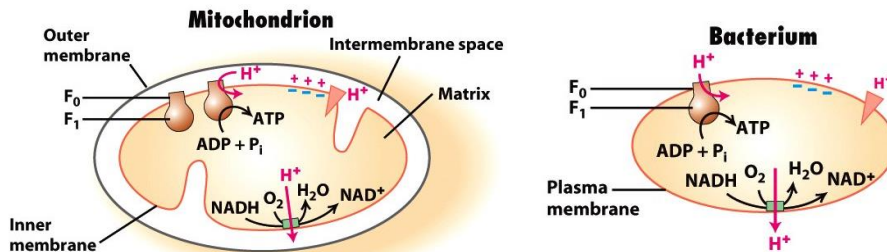


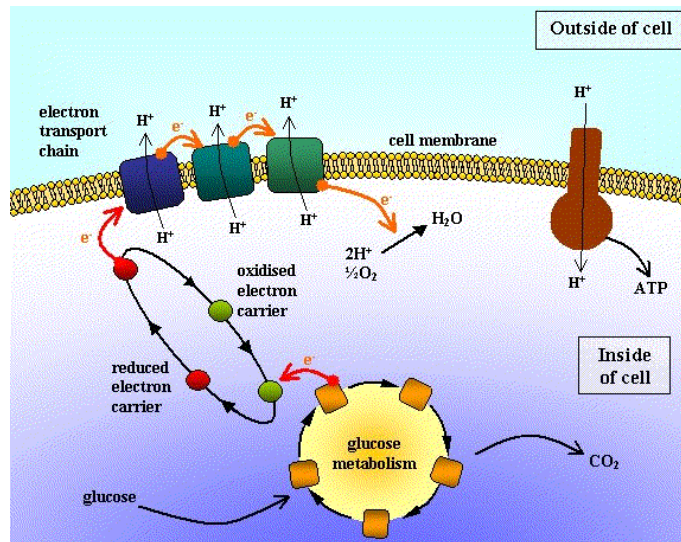
Figure 12-22
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
 © 2008 W.H. Freeman and Company



Pseudomonas aeruginosa

39

Bactérias Aeróbicas



40

Inibidores da Cadeia Respiratória

❖ Alguns compostos químicos inibidores da respiração celular

Agente químico	Inibe
Rotenona (pesticida)	NADH desidrogenase
Antimicina A (antibiótico)	Citocromo b-c ₁
Azida sódica	Citocromo oxidase
Monóxido de carbono	Citocromo oxidase
Cianeto	Citocromo oxidase



42

