



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



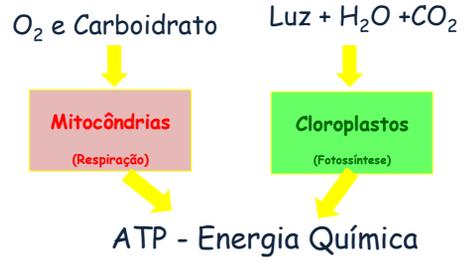
Curso: Engenharia Ambiental

Organelas Transdutoras de Energia: Mitocôndria - Respiração

Prof: Tatiane da Franca Silva
tatianedafranca@usp.br

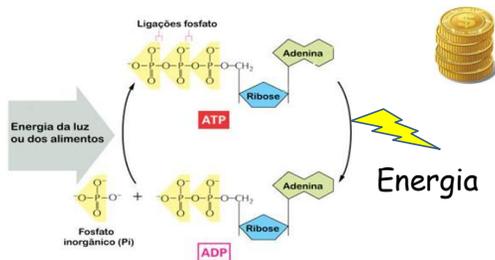
Organelas: Cloroplasto e Mitocôndria

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



Moléculas Carreadoras Ativadas: ATP

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

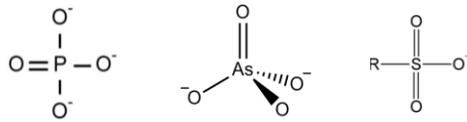


Porque o ATP e não os outros?

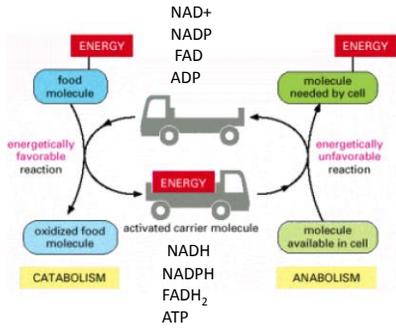
- ✓ Estabilidade: Velocidade de reação lenta
- ✓ Maior reserva de energia: Energia nas ligações



Candidatos	k de hidrólise (do ion)
Fosfato	0,000000004 (1/s)
Arsenato	0,0004 (1/s)
Sulfonato	0,0025 (1/s)

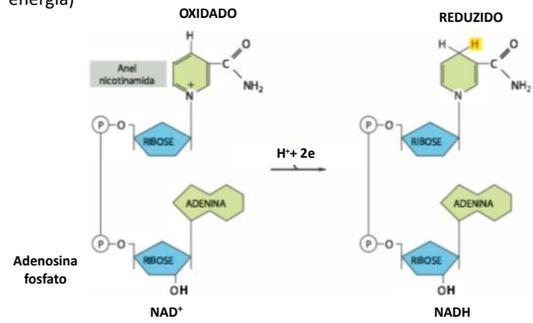


Moléculas Carreadoras Ativadas



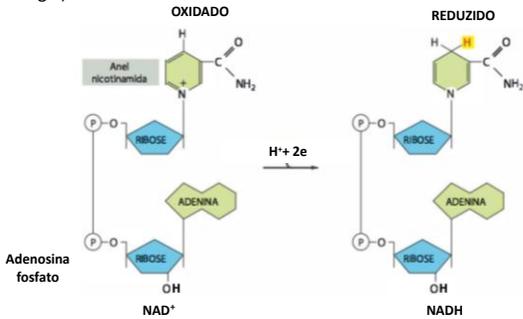
NAD+/NADH - Nicotinamida adenina

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



NAD+/NADH - Nicotinamida adenina

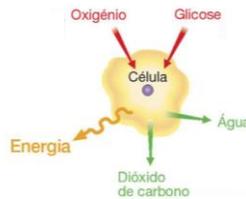
❖ NAD+/NADH (Carrega de um próton e dois elétrons ricos em energia)



Respiração Celular

❖ Fase aeróbica do catabolismo

❖ Captação de O₂ e eliminação de CO₂



Antes da Respiração vem.....

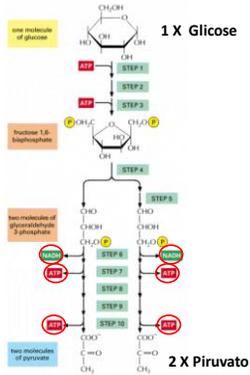
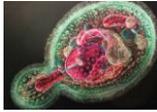
Glicólise

- ❖ Hidrólise do Açúcar
- ❖ Total de 10 reações

No citoplasma

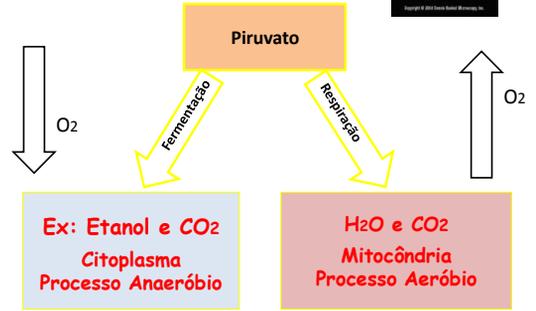
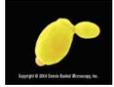
1 Glicose => 2 Piruvato

Saldo: 2ATPs e 2 NADH



Produto da Glicólise

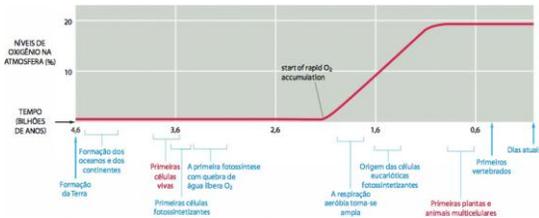
✓ Anaeróbios facultativos: Exemplo leveduras



Acúmulo de Oxigênio na Atmosfera

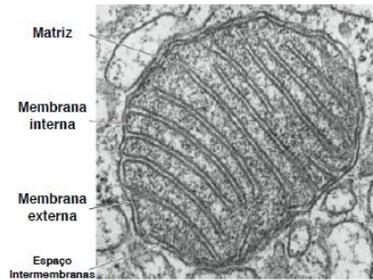
✓ Presença de oxigênio - desenvolvimento de seres dependentes do metabolismo aeróbico

✓ 30x mais energia produzida em relação ao metabolismo anaeróbico



Respiração - Mitocôndria

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



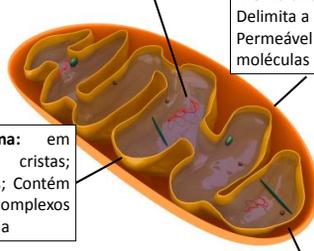
Componentes da Mitocôndria

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

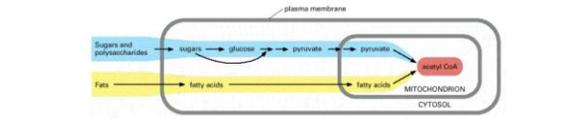
Membrana Externa: Delimita a organela. Permeável a pequenas moléculas

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

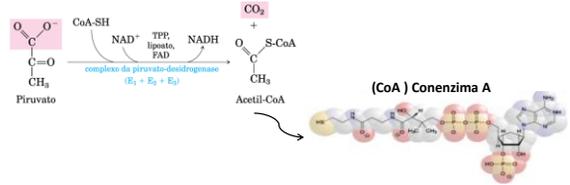
Espaço Intermembrana: composição semelhante ao citosol. Alta concentração de prótons



Matriz Mitocondrial



✓ Conversão de Piruvato a Acetil - CoA

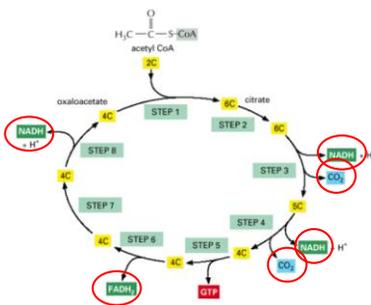


Matriz Mitocondrial

Acetil-CoA

✓ Oxidado no **Ciclo do Ácido Cítrico**

✓ Fonte de elétrons
Produz **NADH**, **FADH₂**
GTP e **CO₂**



Para onde vão os elétrons carregados?

- ❖ Aloca o complexo de proteínas da **Cadeia Transportadora de Elétrons**
- ❖ Recebe elétrons da **Glicólise** e do **Ciclo do Ácido Cítrico**

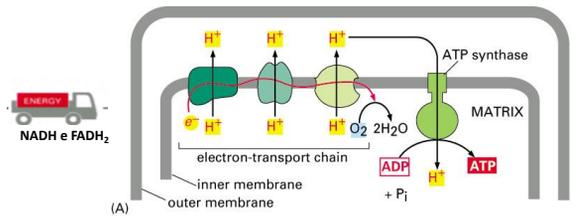
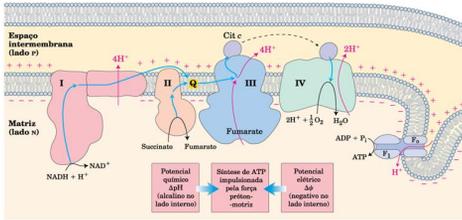


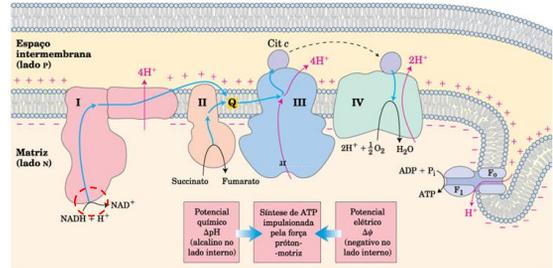
Figure 14-14 part 1 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

Cadeia Transportadora de Elétrons

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

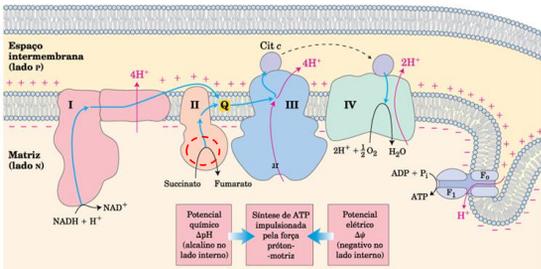


❖ **Complexo I: NADH desidrogenase** - a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺



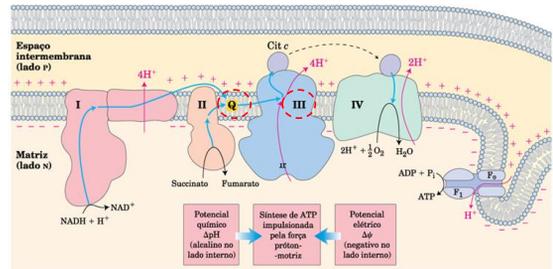
- ❖ **Complexo I: NADH desidrogenase** - a cada 2 elétrons bombeia 4 H⁺
- ❖ **Complexo II: Succinato desidrogenase** – Recebe elétrons de FADH

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



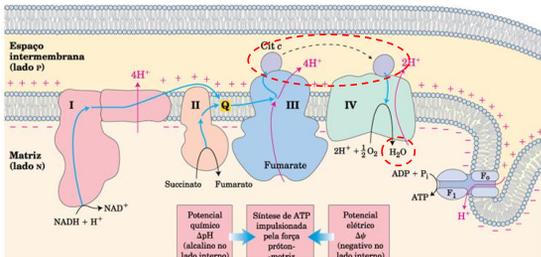
❖ **Ubiquinona:** transportador móvel

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



- ❖ 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

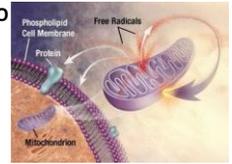


Paradoxo do Oxigênio

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

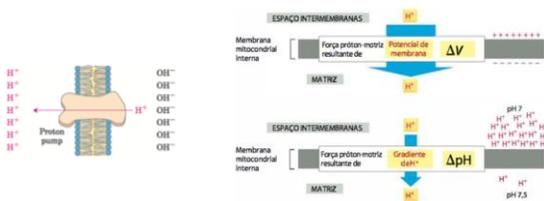


- (1) O₂ + elétron → O₂^{-•} (Radical Ânion Superóxido)
- (2) O₂^{-•} + elétron + 2H⁺ → H₂O₂ (Peróxido de Hidrogênio)
- (3) H₂O₂ + elétron + H⁺ → H₂O + OH^{-•} (Radical hidroxila)
- (4) OH^{-•} + elétron + H⁺ → H₂O



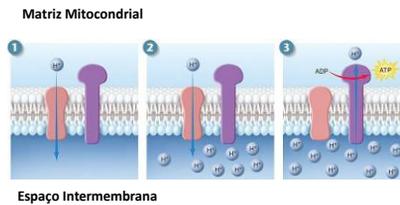
Gradiente de prótons

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



Porque acumular prótons?

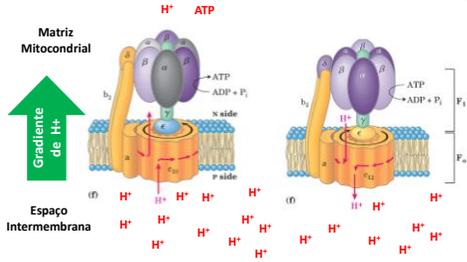
- ❖ Gradiente de prótons impulsiona a síntese de ATP
- ❖ Passagem de prótons de volta a Matriz através da ATP sintase
- ❖ Produção de energia baseado em membrana.



Síntese de ATP

❖ Passagem de prótons promove a rotação do anel proteico da **ATP sintase**

❖ Energia mecânica convertida em energia química.



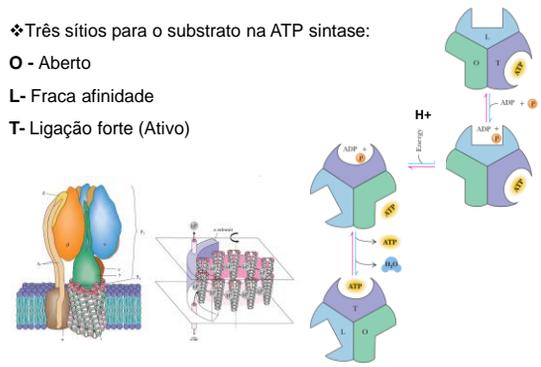
Síntese de ATP: Alterações Conformacionais da ATP sintase

❖ Três sítios para o substrato na ATP sintase:

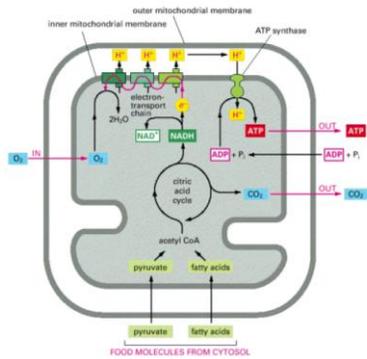
O - Aberto

L- Fraca afinidade

T- Ligação forte (Ativo)



Mitocôndria: Respiração Aeróbica



Mitocôndria X Bactéria Aeróbica

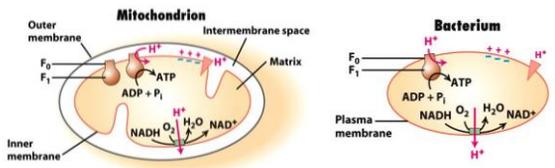
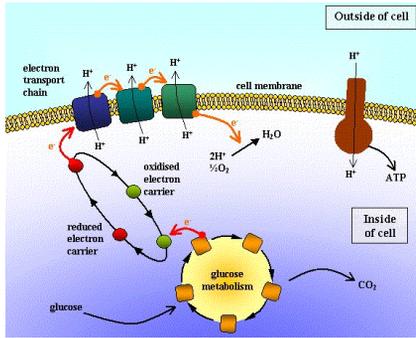


Figure 12-22
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company



Pseudomonas aeruginosa

Bactérias Aeróbicas



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

