



Educação Física e Saúde

ACH0523 – Aspectos Metabólicos e Nutricionais da Atividade Física I

1º Semestre 2024

Docentes:

Prof. Dr. Felipe Santiago Chambergo Alcalde (fscha@usp.br)- <https://sites.usp.br/lbbp/>

Prof. Dr. Reury Frank Pereira Bacurau (reurybacurau@usp.br)

- **Período:** Quarta–feira (14h as 18h)
- **Local:** Sala 135, prédio I1.

USP – 2024

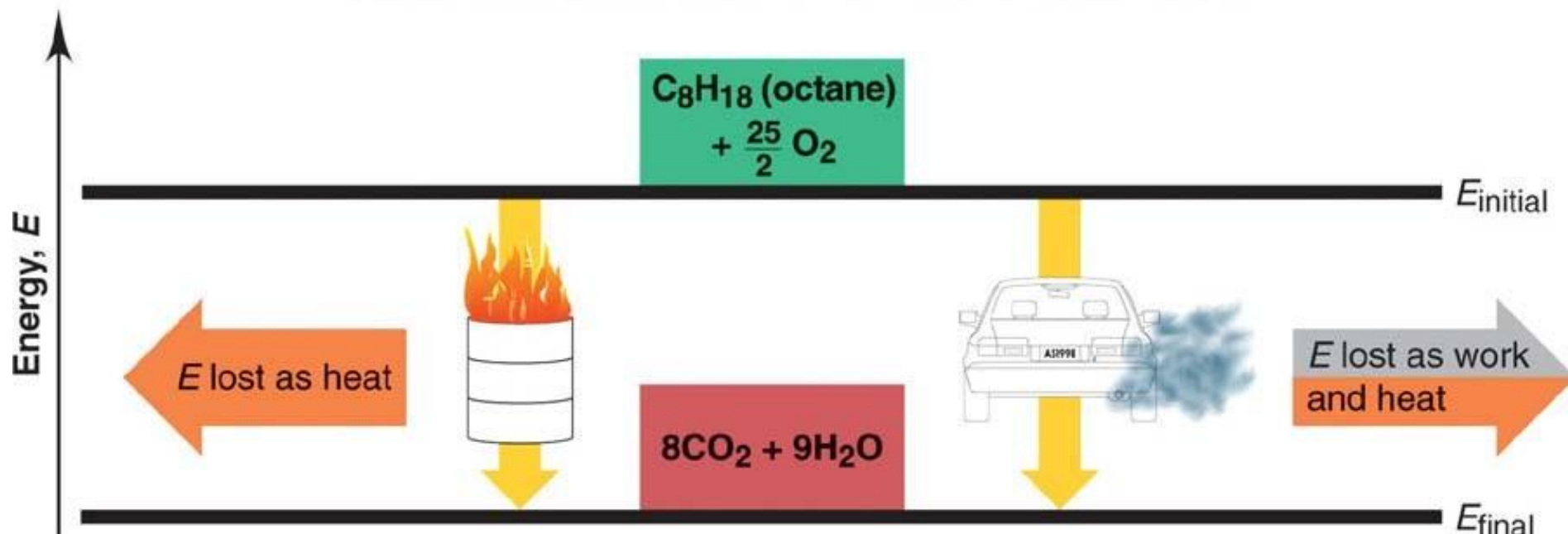
Princípios de Bioenergética

Estudo quantitativo das transformações de energia que ocorrem nas células vivas.

A energia pode ser transferida de um objeto a outro na forma de trabalho e/ou calor

Calor, energia transferida entre um sistema e seu meio como resultado da diferença de temperatura. É a forma mais desordenada de energia.

Trabalho, energia transferida quando um objeto é movido por uma força (energia mecânica).

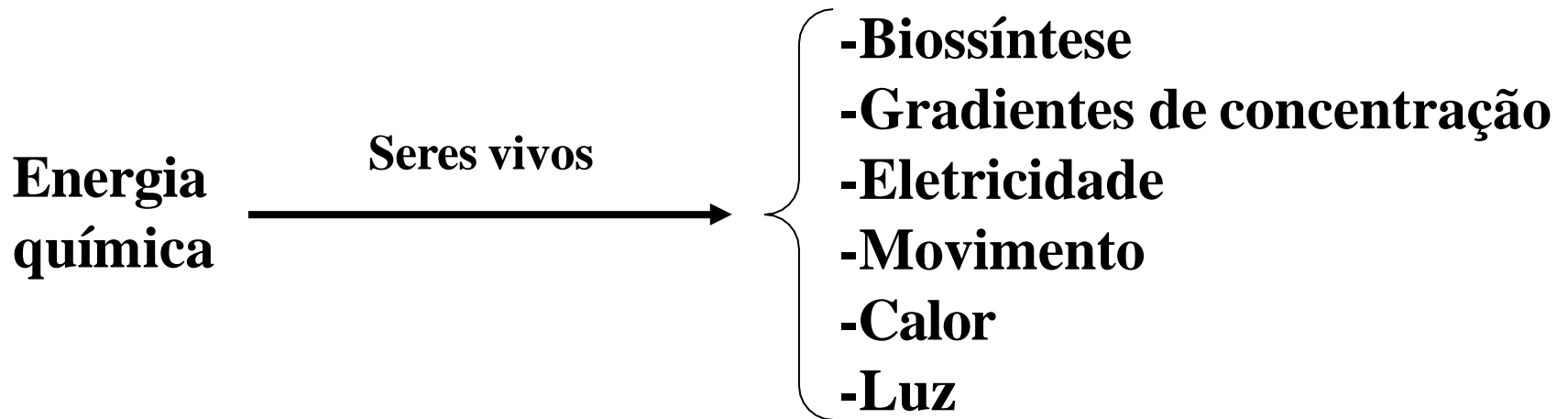


Caloria (cal), é a medida usada para expressar o calor ou valor energético do alimento e da atividade física. É definida como o calor necessário para elevar a temperatura de 1 kg (1L) de água de 14,5 °C para 15,5 °C. Assim sendo uma caloria é designada mais corretamente como quilocaloria (Kcal).

O calor de combustão (valor energético) de uma substância é a quantidade de calor produzida pela combustão completa da unidade de peso dessa substância.

$$1 \text{ caloria} = 4,18 \text{ Joules (unidade SI de energia)}$$

Energia química: Energia armazenada nas ligações químicas existentes entre os átomos.



A energia que as células usam é a energia livre que indica a probabilidade de uma determinada reação ocorrer e o sentido em que esta predominantemente se processa, expressa em kJoules/mol (kJ/mol) ou kcalorias/mol (kcal/mol).

Fontes de Energia para a atividade celular

1 – ATP celular:



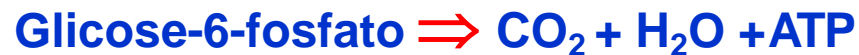
2 Sistema fosfogênico:



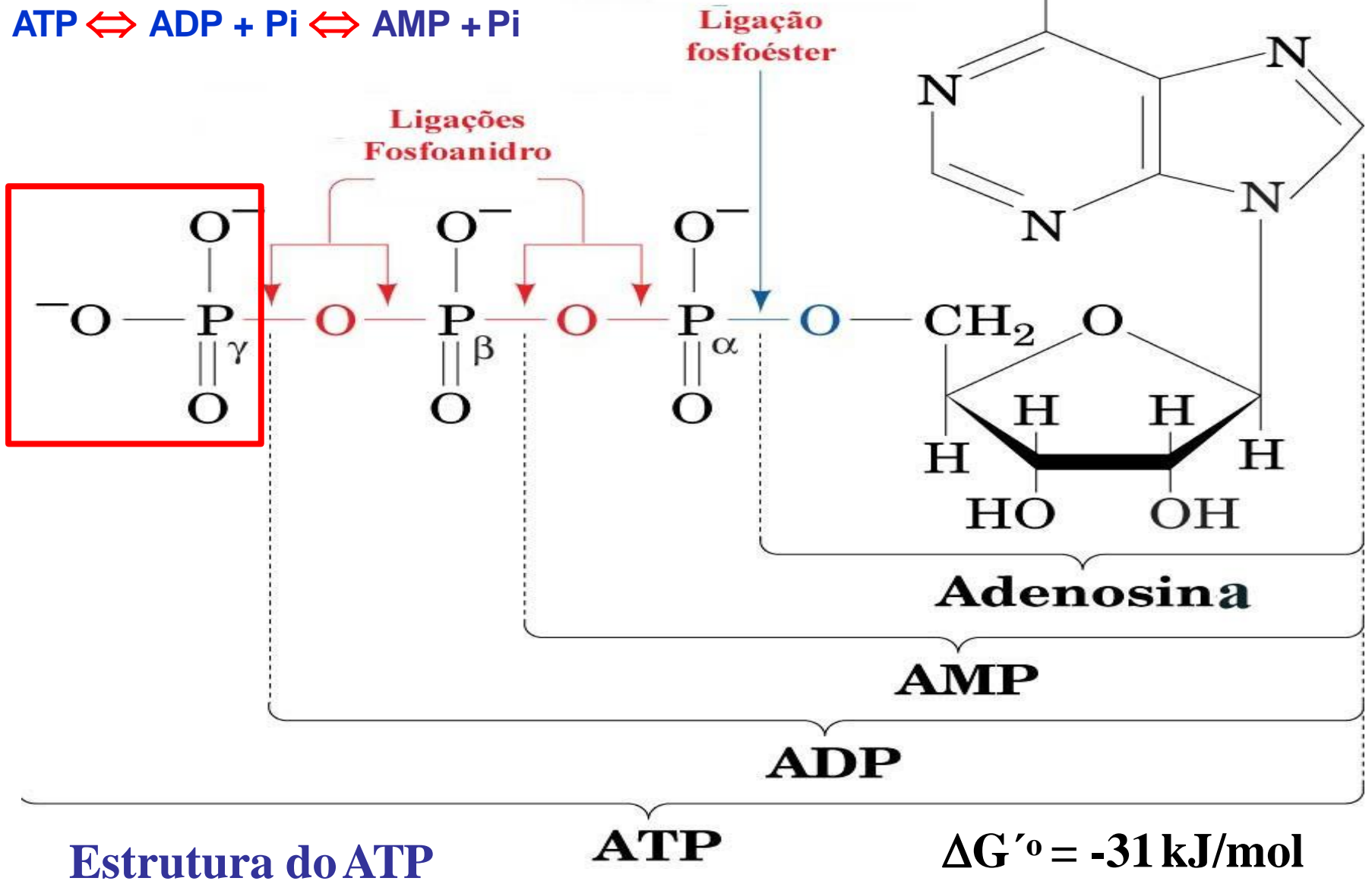
3 Sistema glicolítico:



4 Metabolismo aeróbio:

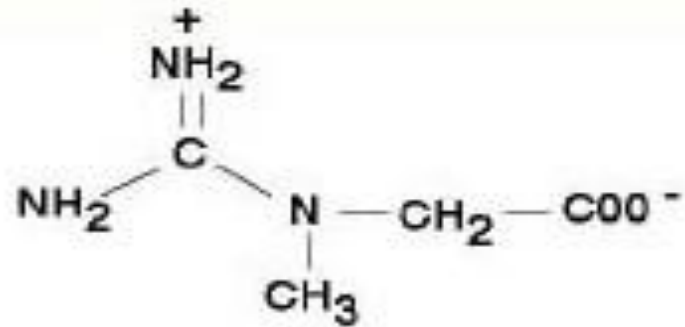


1 – ATP celular: MOEDA ENERGÉTICA

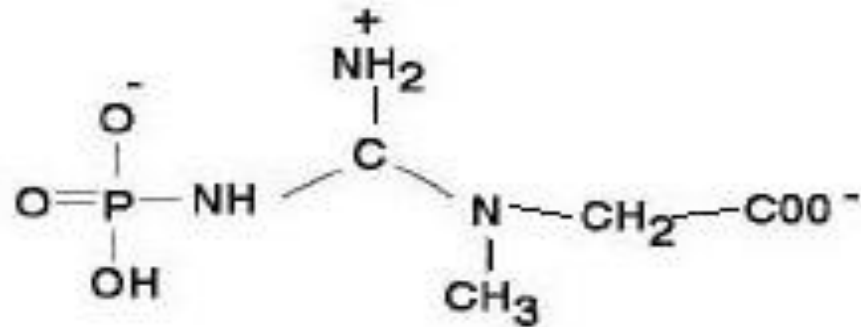
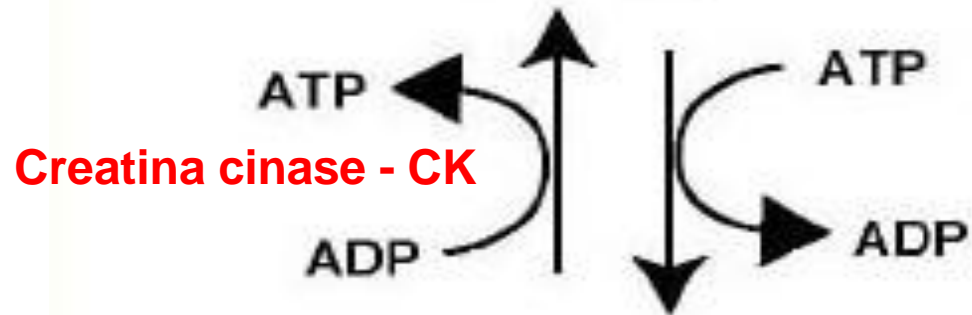


2- Sistema fosfogênico:

Fosfocreatina \rightleftharpoons Creatina + ATP

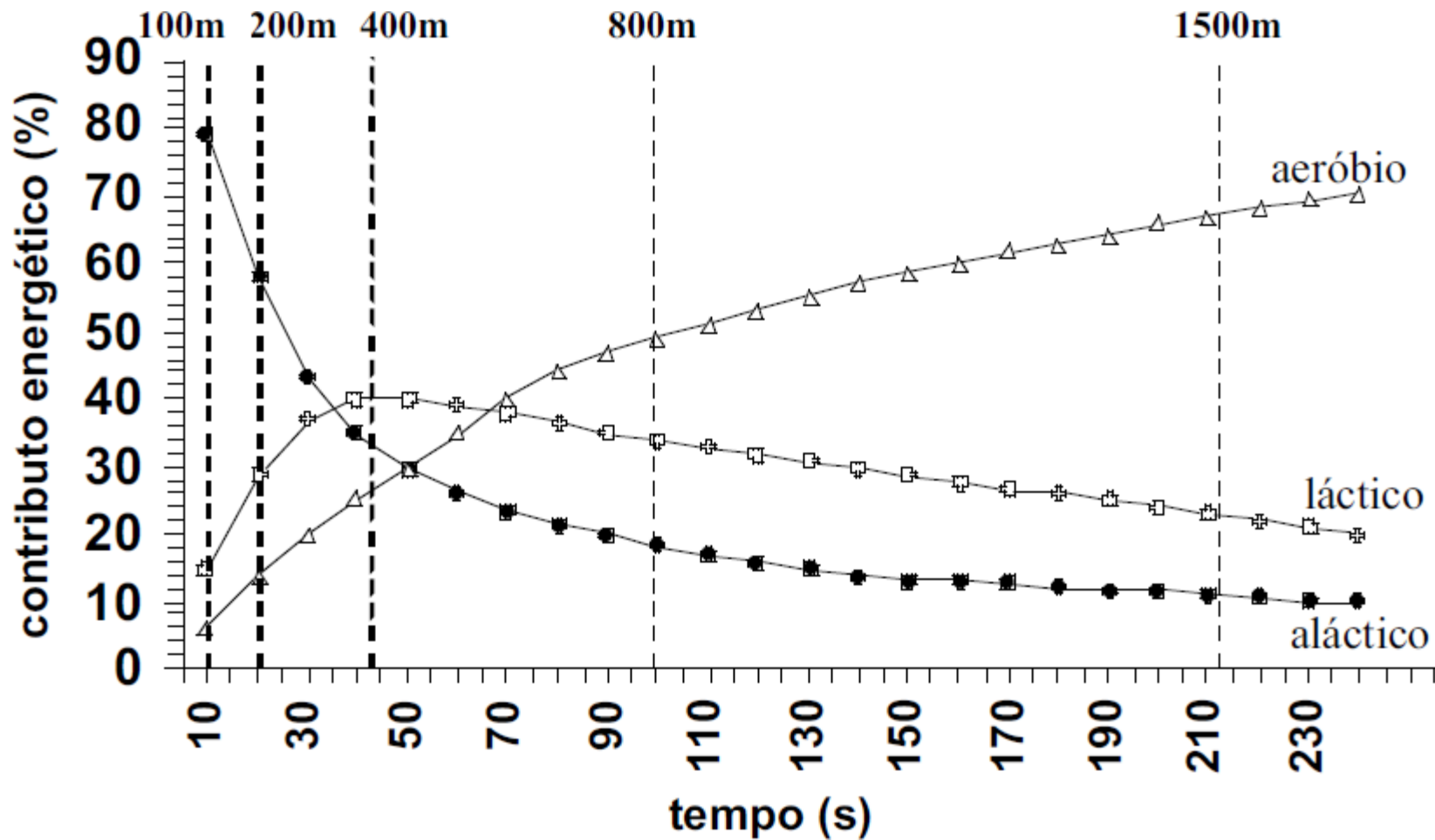


Creatina



Fosfocreatina

Contribuição energética dos vários sistemas em função do tempo de esforço.



Ingestão Calórica

Taxa metabólica basal, é a quantidade de energia necessária para a manutenção dos processos vitais básicos (metabolismo basal); sendo medida pela perda de calor ou pelo oxigênio consumido por um sujeito em repouso e acordado, 12 horas após a última refeição; é proporcional à massa magra (músculos, ossos e vísceras) e à área de superfície corpórea. Corresponde, em média a 1800 kcal/dia (7.530 kJ) para homens e 1.500 kcal/dia (6.275 kJ) para mulheres.

As necessidades energéticas variam, com a idade, sexo, peso e altura (Homem 23-50 anos, 70 kg precisam 2900 kcal; mulher 23-50 anos, 55 kg precisam 2200 kcal). Dietas hipercalóricas, resultam em ganho de peso.

Alimentos e ingestão calórica: Produção calórica por oxidação de carboidratos, proteínas e lipídeos

Composto	kcal/g	kJ/g
Carboidrato	4	17
Proteína	4	17
Lipídio	9	38
Etanol	7	29

O suprimento energético deve ser suprido por ingestão de uma dieta contendo **60% de carboidratos, 30% de lipídios e 10% de proteínas.**

A ingestão mínima de 5 g de carboidratos mantêm a glicemia.

www.fcf.usp.br/tabela/index.asp

tbcausp 5.0

Tabela Brasileira de
Composição de Alimentos
Projeto Integrado de Composição de Alimentos

Apresentação
Informações gerais
Qualidade dos dados e Critérios adotados
Publicações
Como enviar dados
Créditos
Alimentos para Fenilcetonúricos
Sites relacionados
O que há de novo

BRASILFOODS

Cálculo de energia:

1. O cálculo de energia na TBCA/ USP foi feito aplicando-se os fatores de Atwater 4 - 9 - 4 - 7 kcal/ g para os valores de proteínas, lipídios, carboidratos "disponíveis" e álcool dos alimentos respectivamente. O uso destes fatores é o mesmo adotado pela base de dados do LATINFOODS. OBS: 1 kcal=4.184 kJ.
2. **Na resolução RDC no. 360/03 da ANVISA, a qual prevê que para o cálculo de energia deverão ser utilizados os fatores: 4,0 kcal/g para carboidratos "disponíveis" (exceto polióis), 4,0 kcal/g para proteínas, 9,0 kcal/g para lipídios, 3,0 kcal/g para ácidos orgânicos, 2,4 kcal/g para polióis, 1,0 kcal/g para polidextrose. Estes fatores são aplicados aos dados contidos nas informações nutricionais de rótulos de alimentos.**

MET (Equivalente Metabólico da Tarefa)

O gasto calórico dos exercícios é calculado pela unidade de medida MET, que significa **Equivalente Metabólico da Tarefa**.

Para saber o quando você gastou no seu exercício, precisa multiplicar o MET da tarefa por seu peso (kg) e pelo tempo de exercício (em horas).

$$\text{Gasto Energético} = \text{MET} \times \text{PESO (kg)} \times \text{DURAÇÃO (h)}.$$

A atividade com menor MET é dormir, o gasto calórico é de 0,9 METs, portanto uma pessoa de 70 kg que dormiu por uma hora gastou apenas 63 calorias.

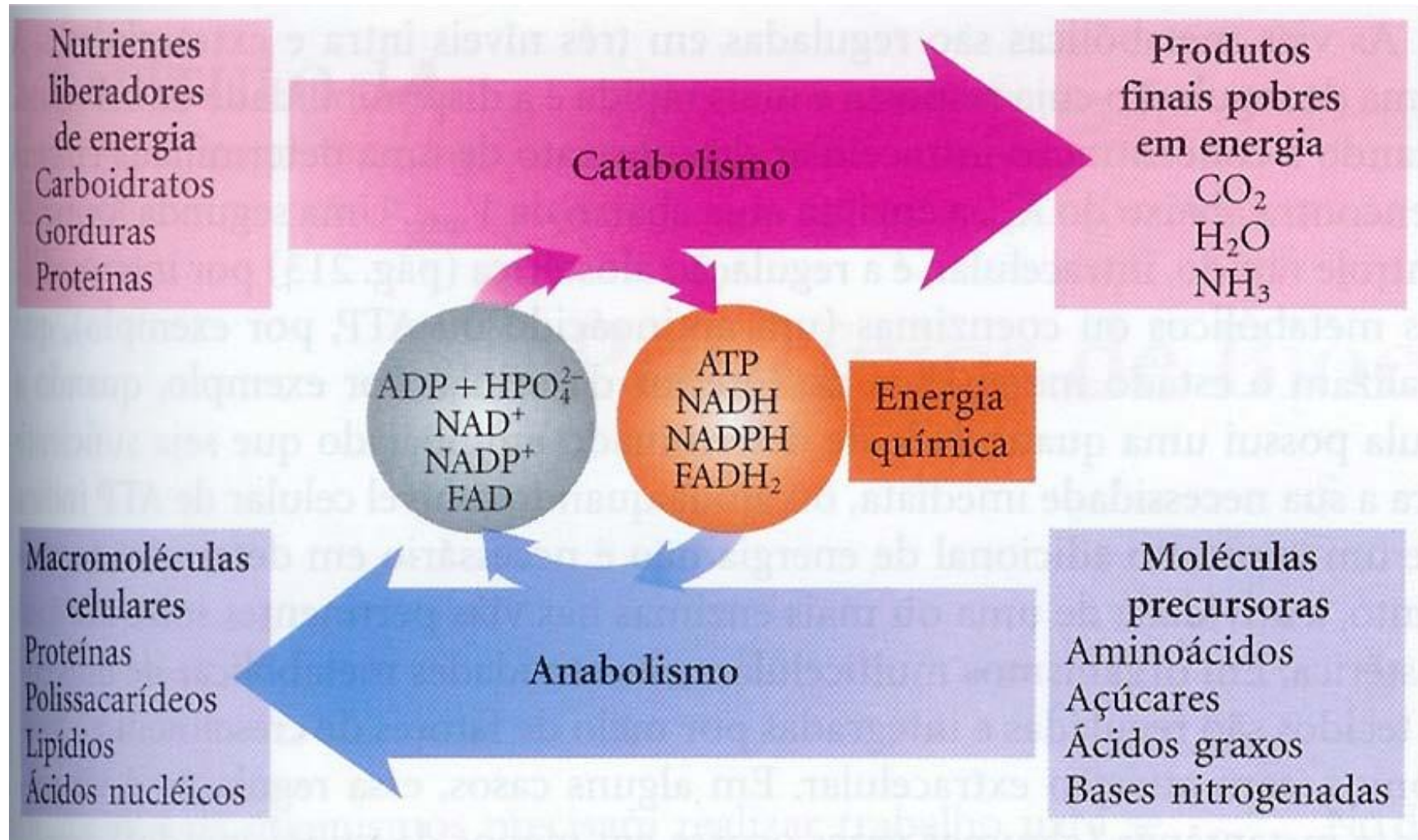
- **Correr**: MET de correr a uma velocidade de 17,5 km/h = 18,0. Então uma pessoa de 70kg gasta 1260 calorias por hora correndo numa velocidade alta de 17,5 km/h.

- **Subir escada correndo**: MET = 15,0. Então uma pessoa de 70kg gasta 1050 calorias por hora correndo escada acima.

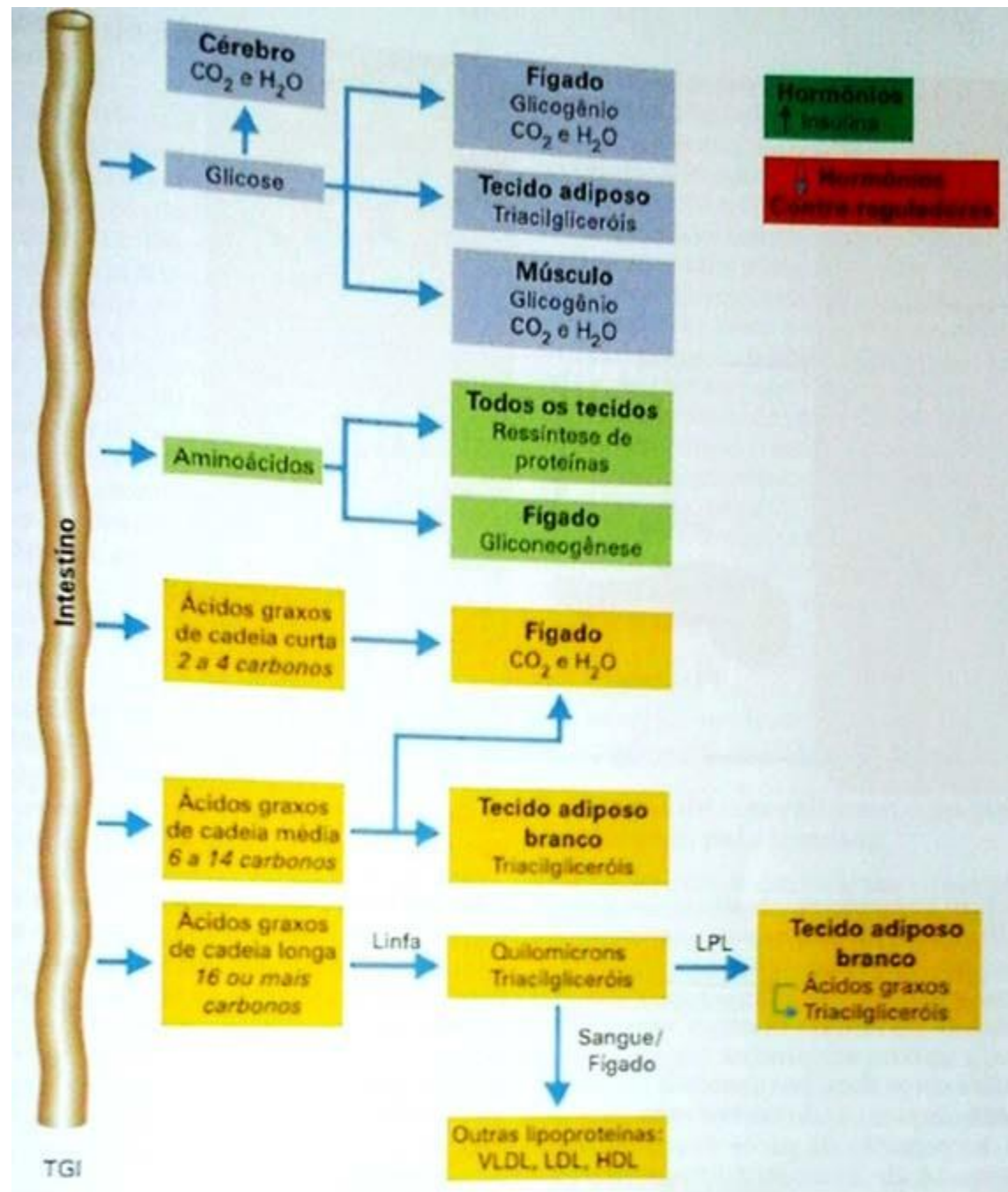
Metabolismo e vias metabólicas

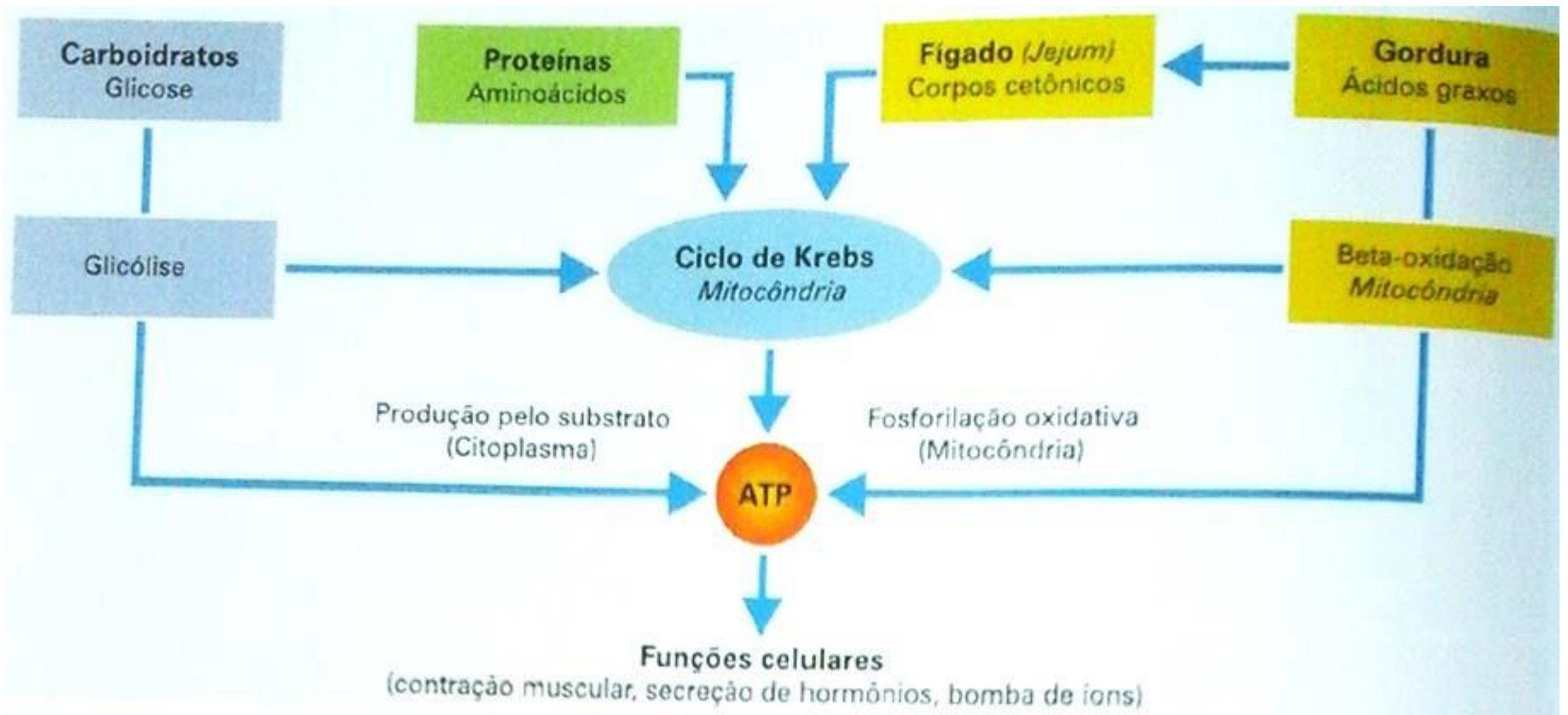
Fases:

- I. Catabolismo (degradação)
- II. Anabolismo (biossíntese)

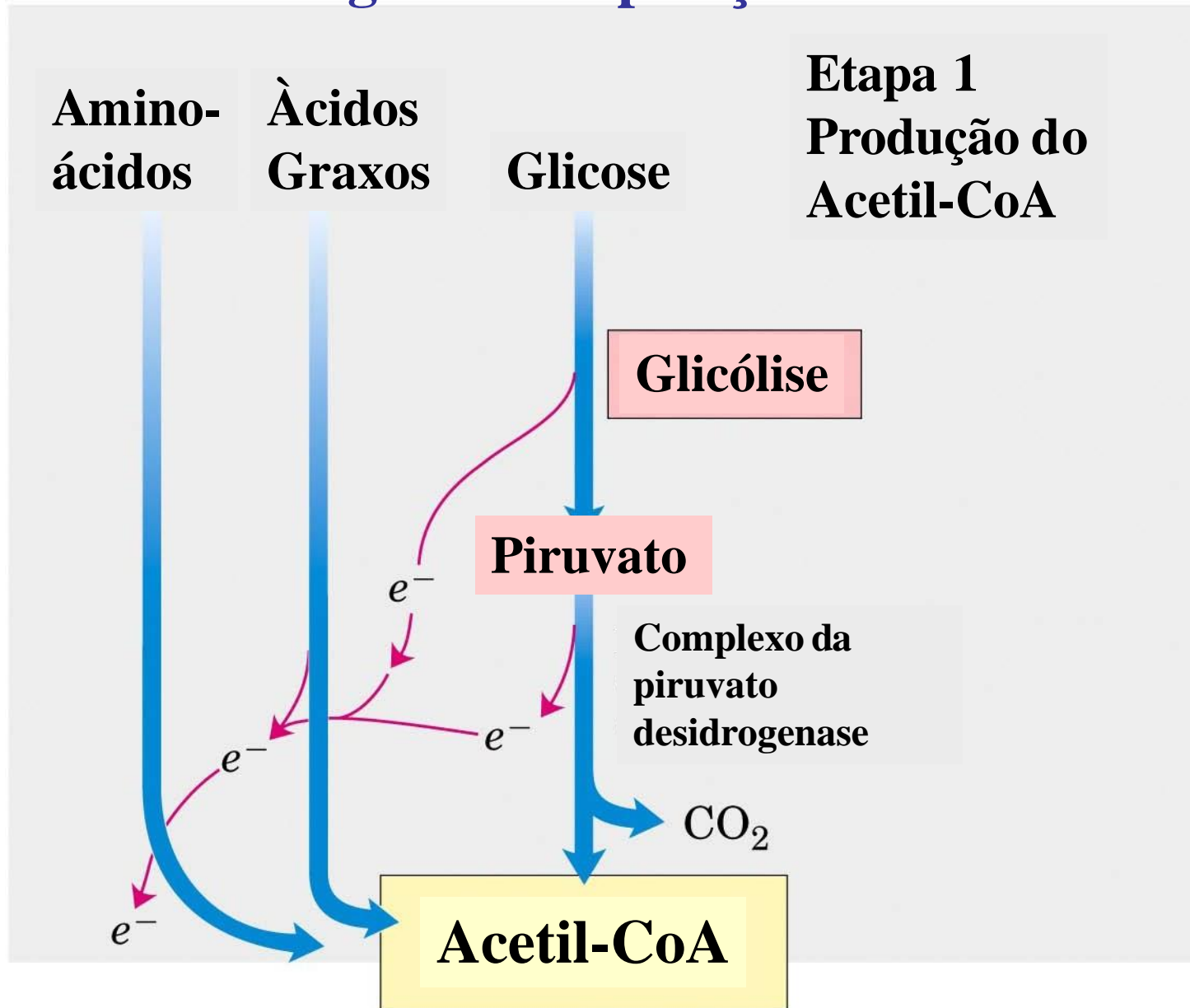


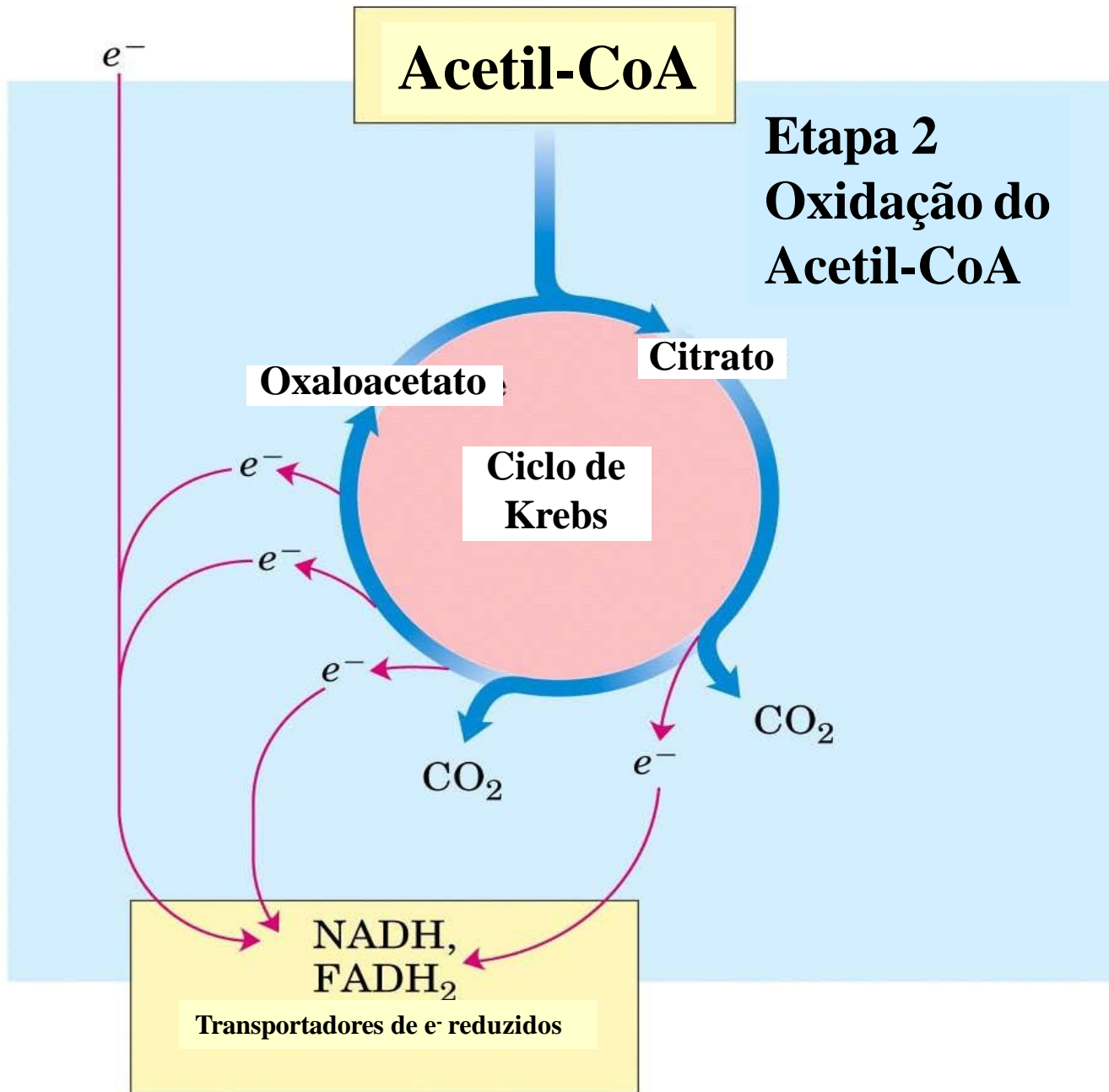
Combustíveis Metabólicos durante o estado alimentado





Catabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos nos três estágios da respiração celular





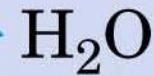
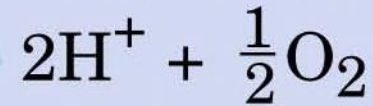
NADH,
FADH₂
Transportadores de e⁻ reduzidos

e^{-}

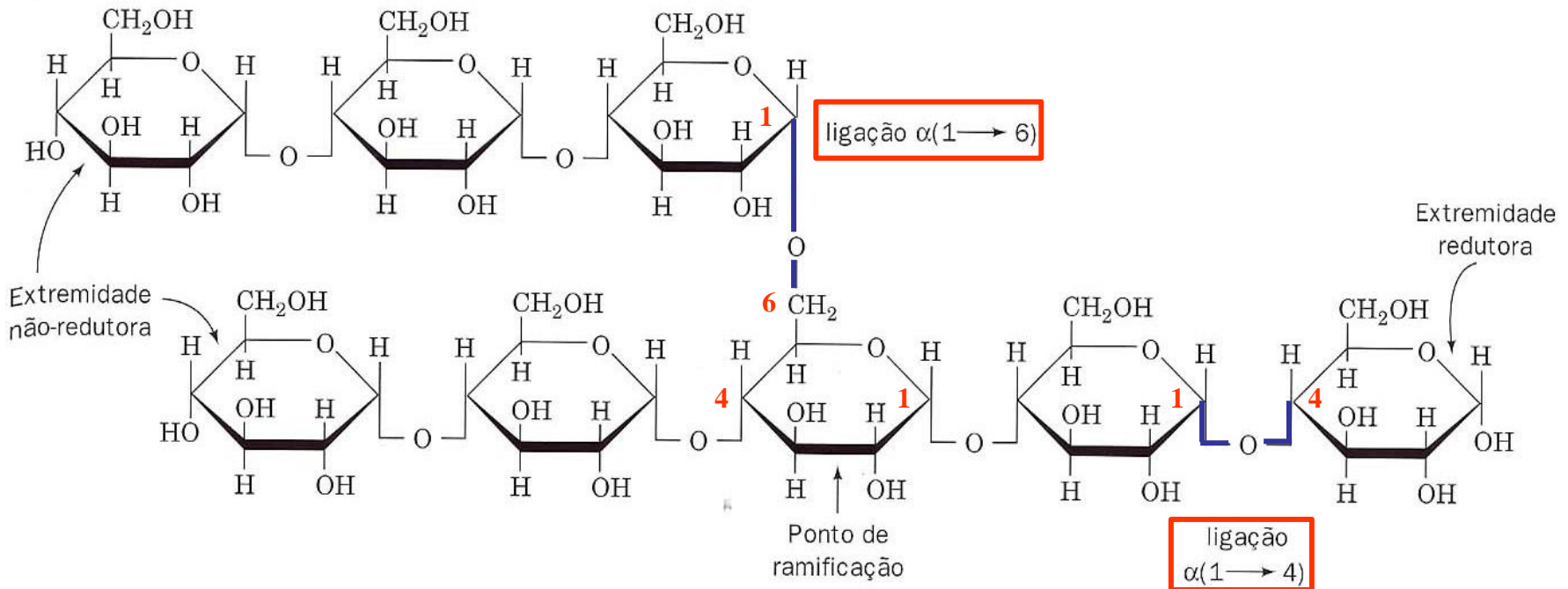
Respiração
(cadeia de transporte
de elétrons)

ADP + P_i → ATP

Etapa 3
Transferência de
elétrons e fosforilação
oxidativa

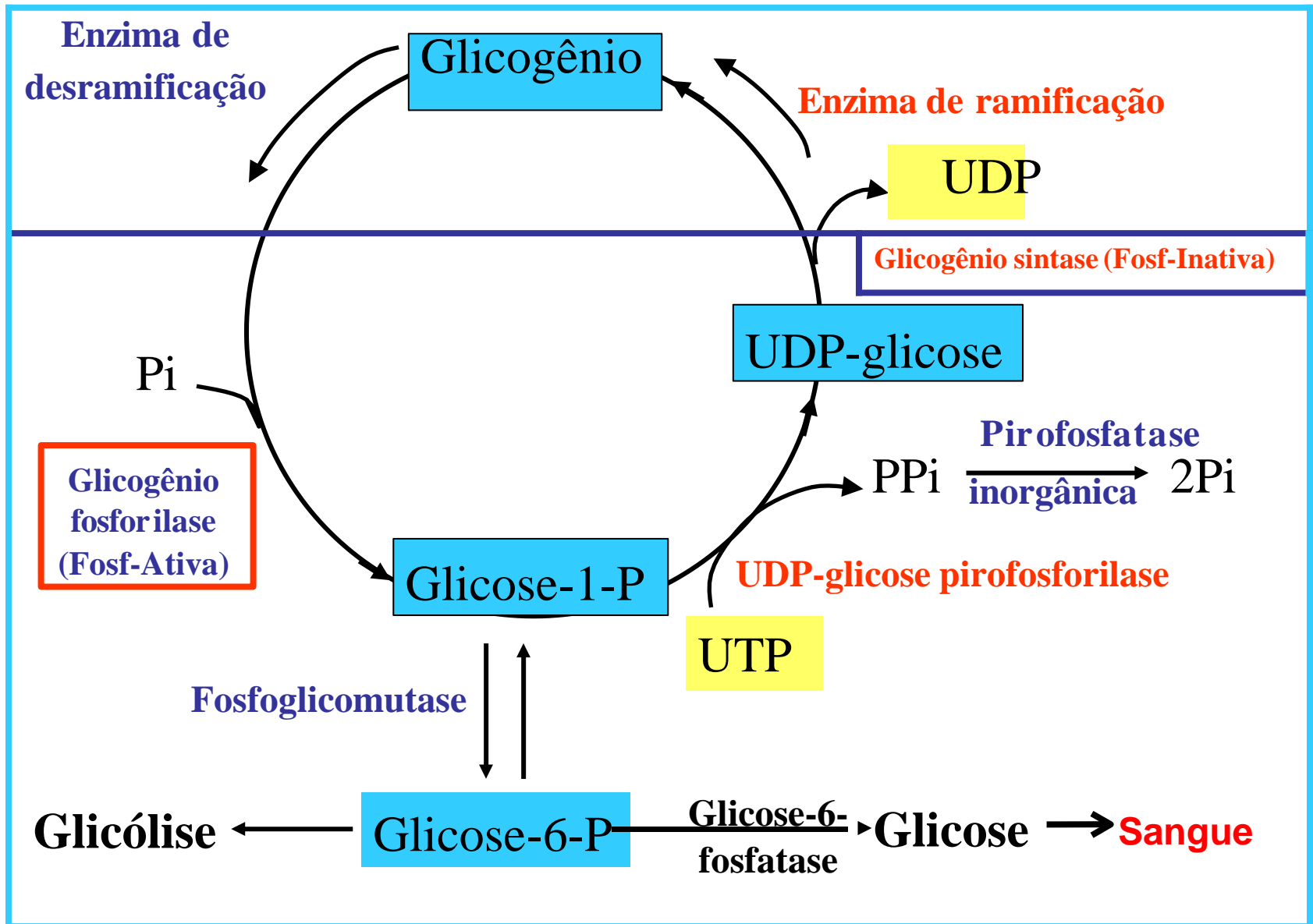


Metabolismo do Glicogênio



Glicogênio é um polímero de D-glicoses unidas por diferentes ligações:

Vias opostas da síntese e degradação do glicogênio



Controle da atividade enzimática

Fosforilação/desfosforilação

E1 INATIVA

ATIVA

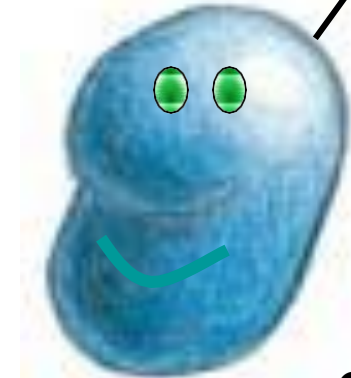


+ ATP

Quinase



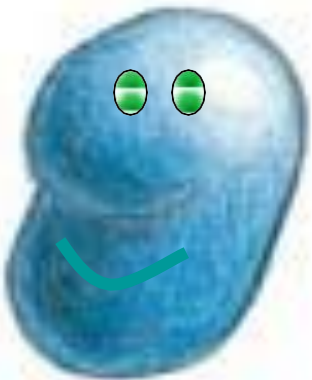
Fosfatase



Glicogenio fosforilase

E2 ATIVA

INATIVA



+ ATP

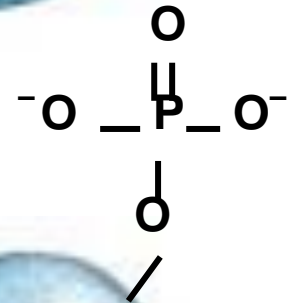
Quinase



Fosfatase



Glicogenio sintase

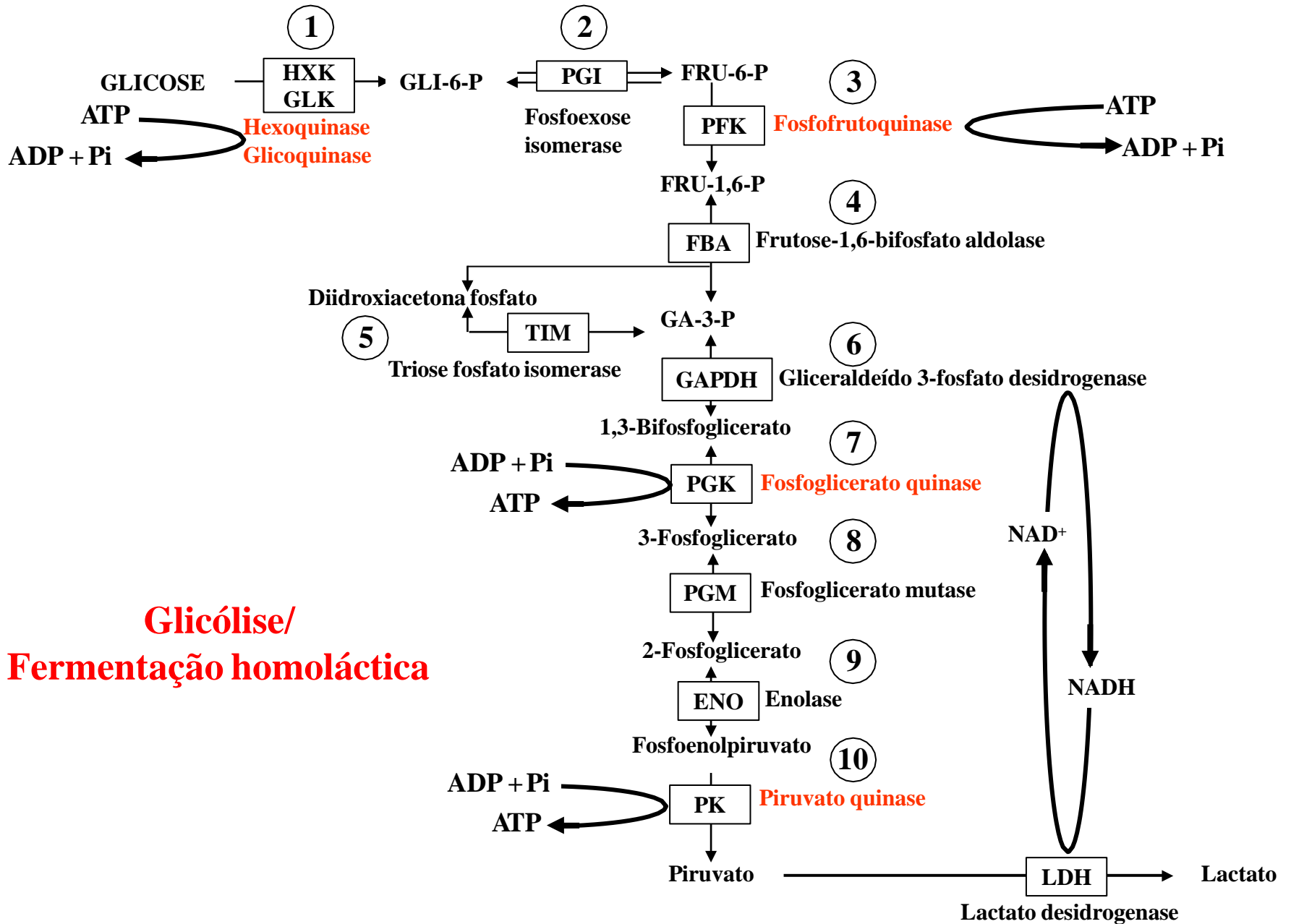


Catabolismo de carboidratos

Glicólise

(Via de Embden-Meyerhof-Parnas)

Seqüência de 10 reações enzimáticas, que se produzem no citosol e convertem a glicose unidades de 3C (2 Piruvato), com produção de 2 ATP e 2 NADH

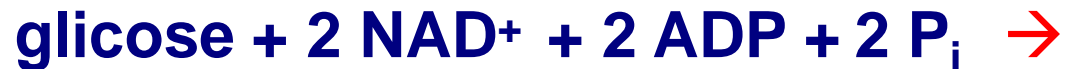


Glicólise

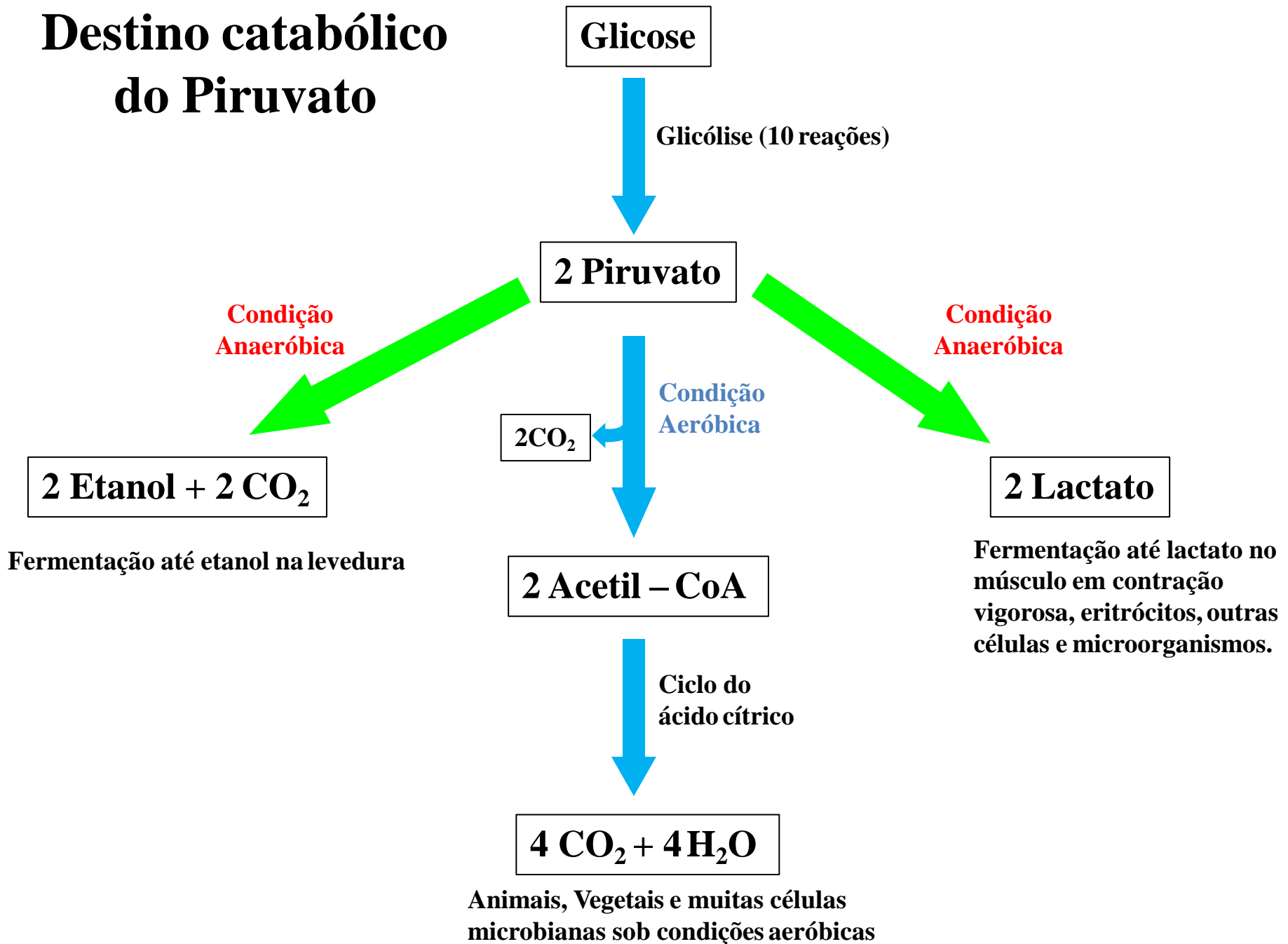
Balance:

- ◆ 2 ATP consumidos
- ◆ 4 ATP produzidos (2 de cada molécula de 3C)
- ◆ Produção neta de **2 enlaces ~P** de **ATP** por molécula de glicose.

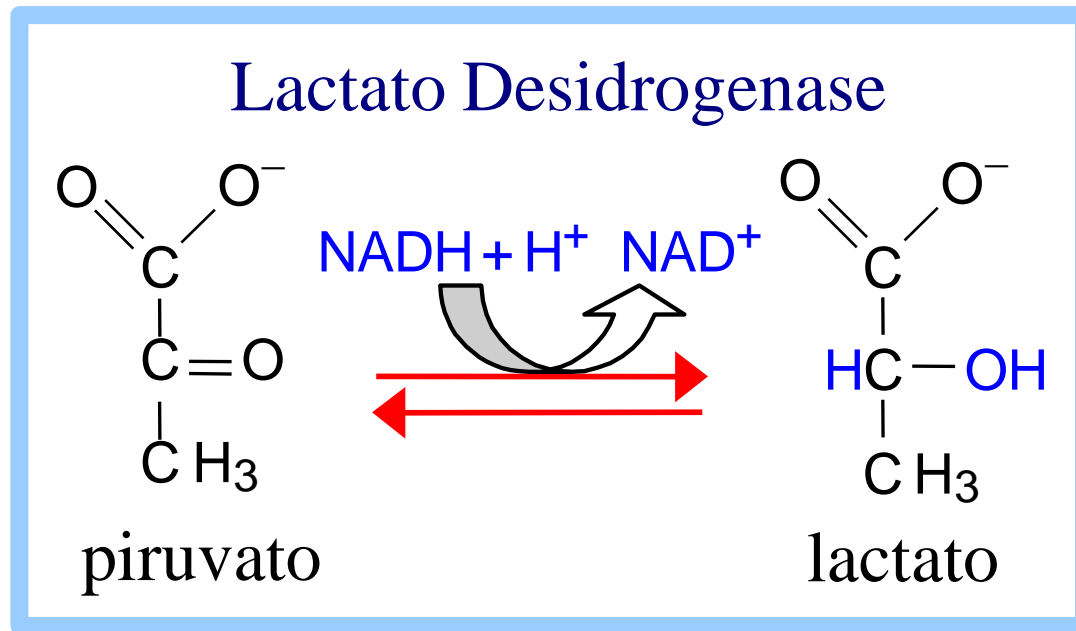
Reação geral da glicólise, omitindo H⁺:



Destino catabólico do Piruvato

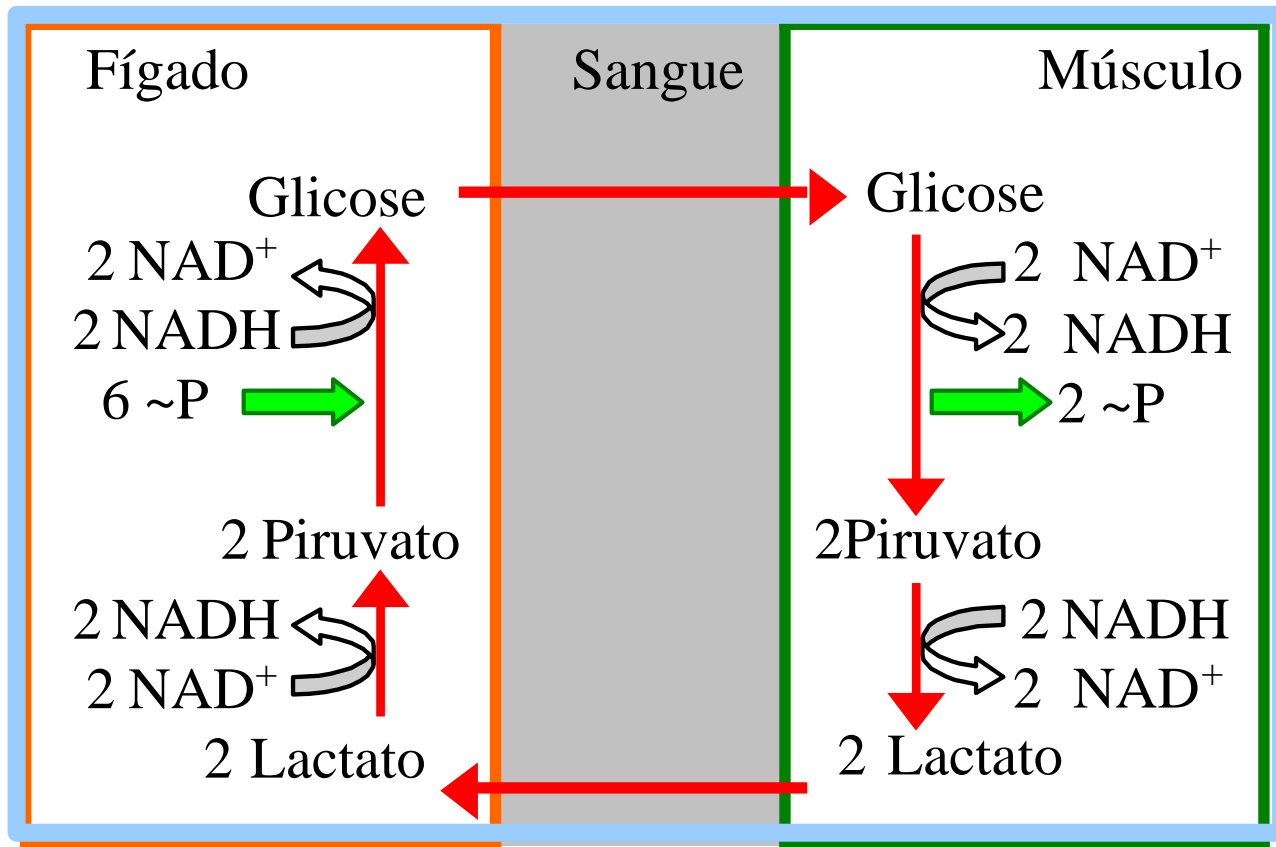


Fermentação Láctica (reversível)



Músculo esquelético em condições anaeróbicas devido a exercício intenso, quando o metabolismo aeróbio não pode suplementar a energia necessária. **Piruvato** é convertido a **lactato**, regenerando o NAD^+ necessário para glicólise.

Ciclo de Cori



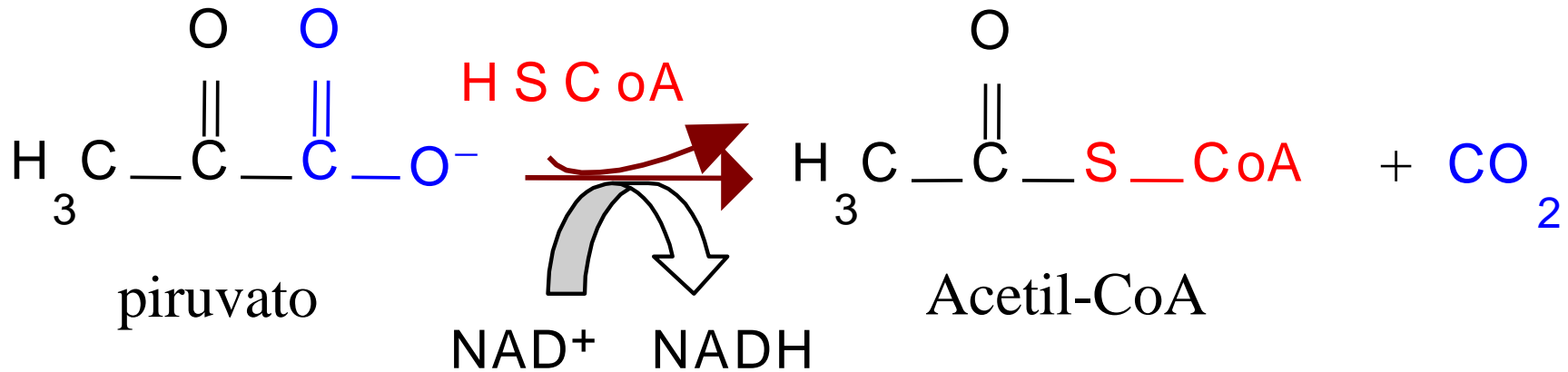
O **Ciclo de Cori** opera durante um exercício intenso, quando o metabolismo aeróbico não providencia a energia necessária.

O lactato é conduzido via corrente sanguínea, para o fígado, onde é reconvertido pela **Lactato desidrogenase** a piruvato, e transformado em glicose pela gliconeogênese.

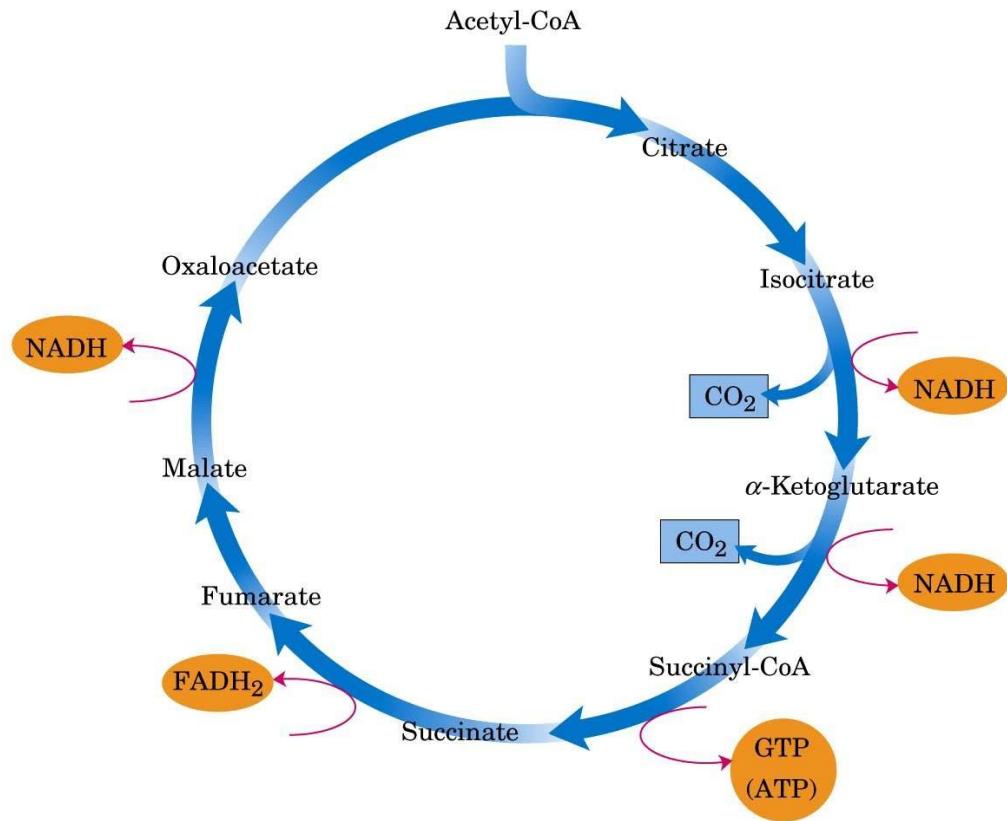
- **Respiração aeróbica**
 - **Beta - oxidação.**
 - **Proteólise**

Destino catabólico do Piruvato

Complexo Piruvato desidrogenase



Complexo multienzimático (3 enzimas), **Piruvato desidrogenase** que catalisa a desidrogenação e descarboxilação **irreversível** do piruvato em acetil-CoA



Ciclo do Ácido cítrico

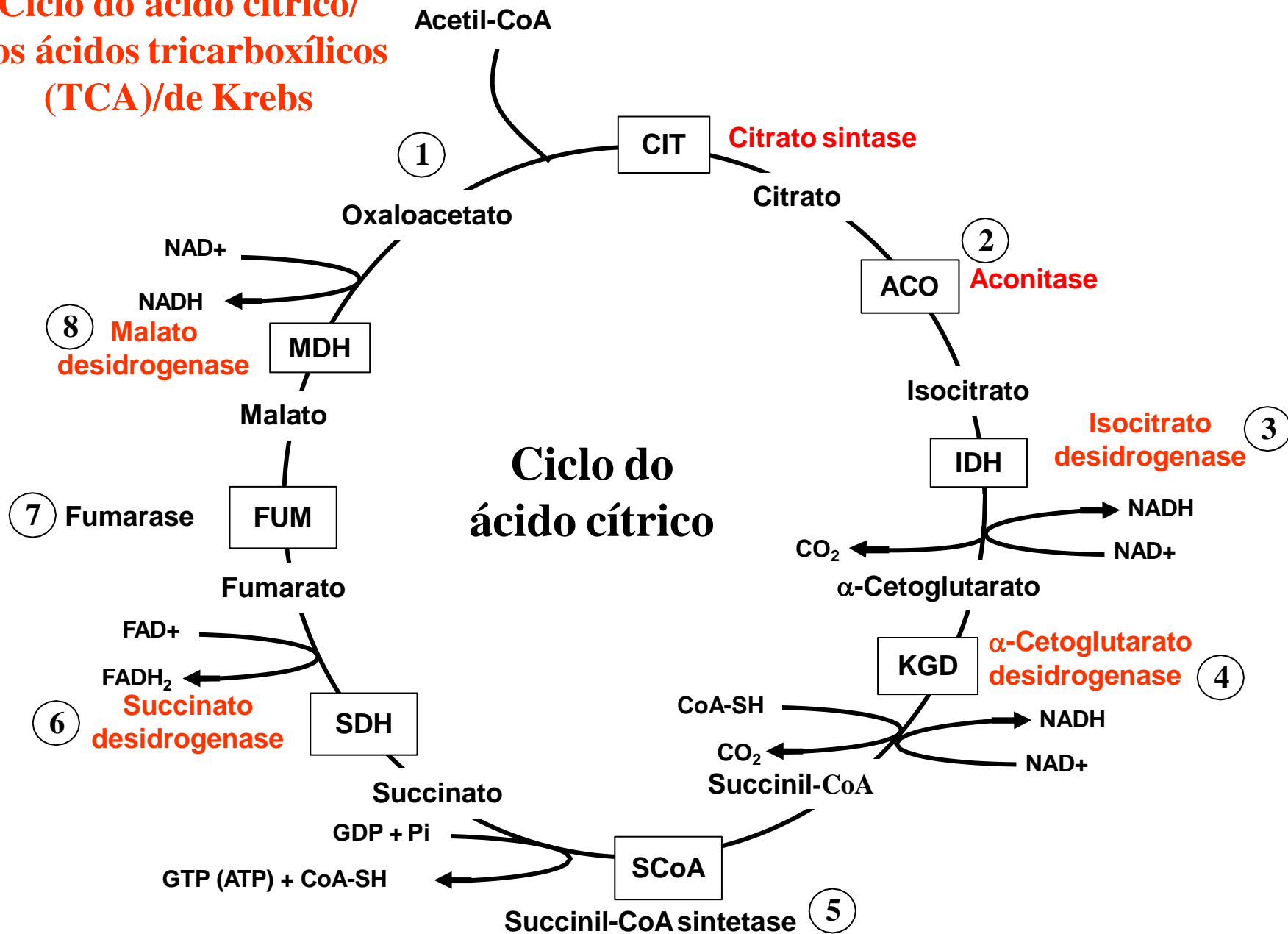
(ciclo de krebs ou do ácido tricarboxílico)

Resumo

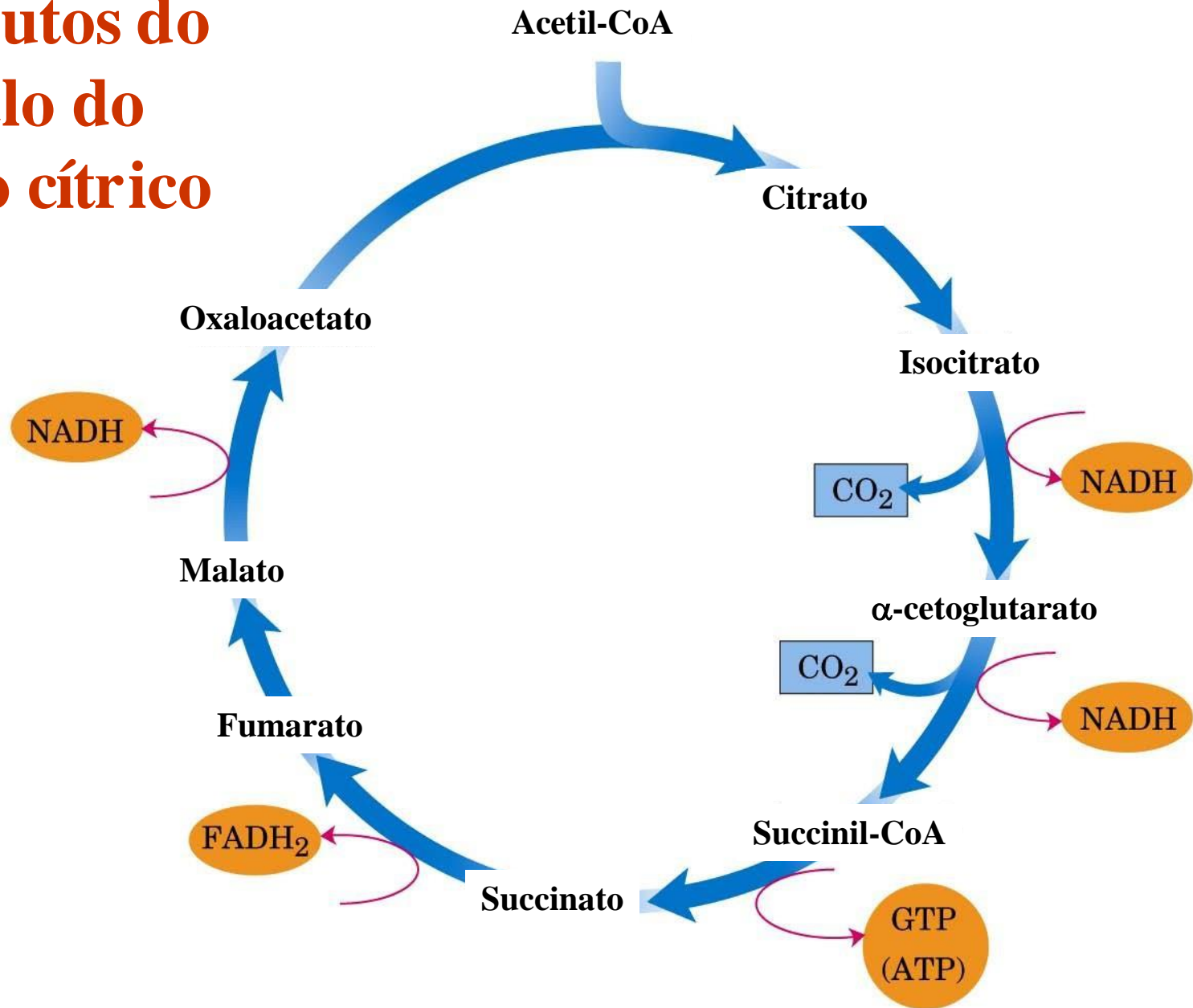
- Considerado o centro do metabolismo celular, com vias catabólicas chegando até ele e com vias anabólicas iniciando nele (via **anfibólica**).
- Serie de **oito** reações enzimáticas sucessivas.
- Em eucariotos as enzimas do ciclo do ácido cítrico estão localizadas na mitocôndria e em procariotos estão localizadas no citosol.



Ciclo do ácido cítrico/ dos ácidos tricarboxílicos (TCA)/de Krebs



Produtos do ciclo do ácido cítrico

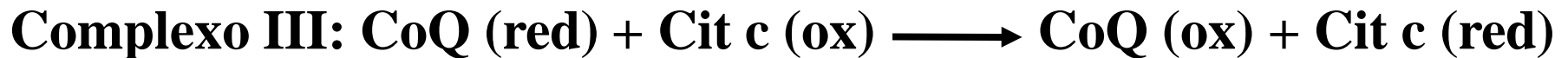
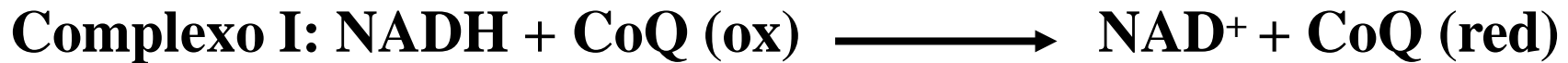
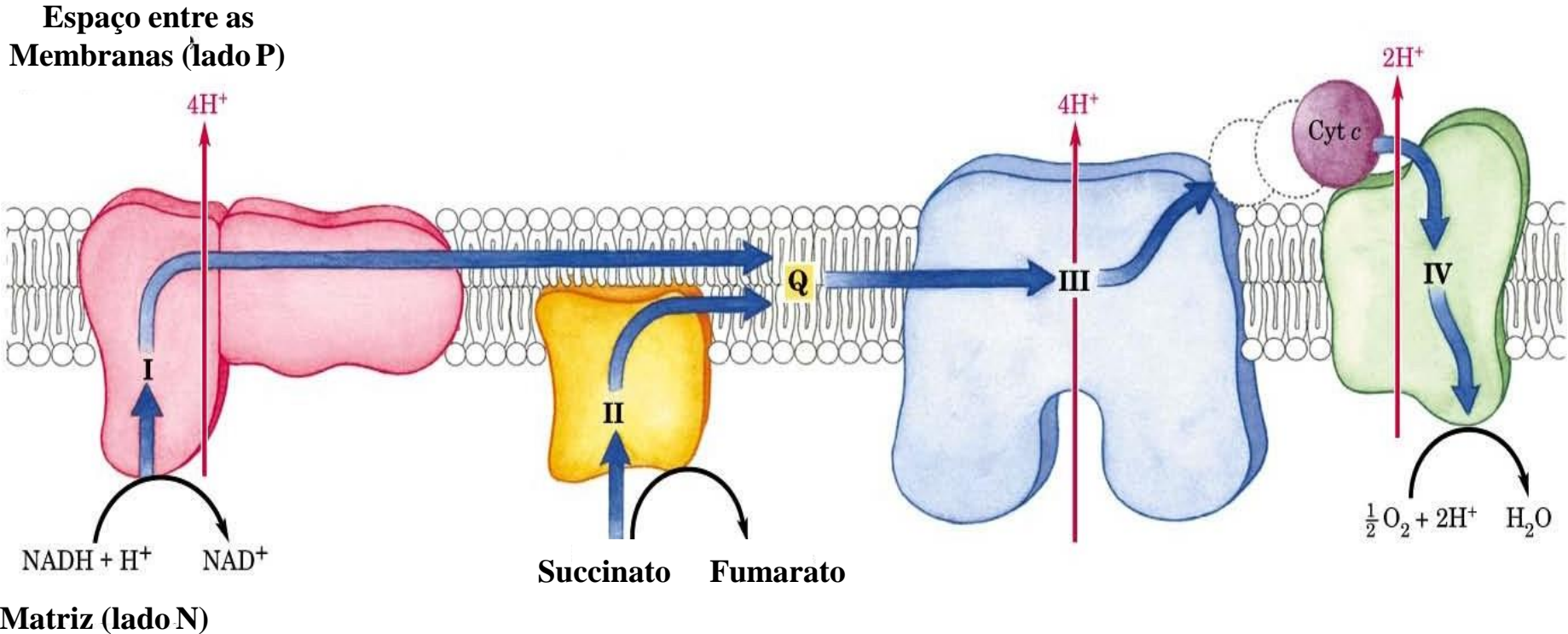


Transporte de elétrons e Fosforilação oxidativa

Resumo

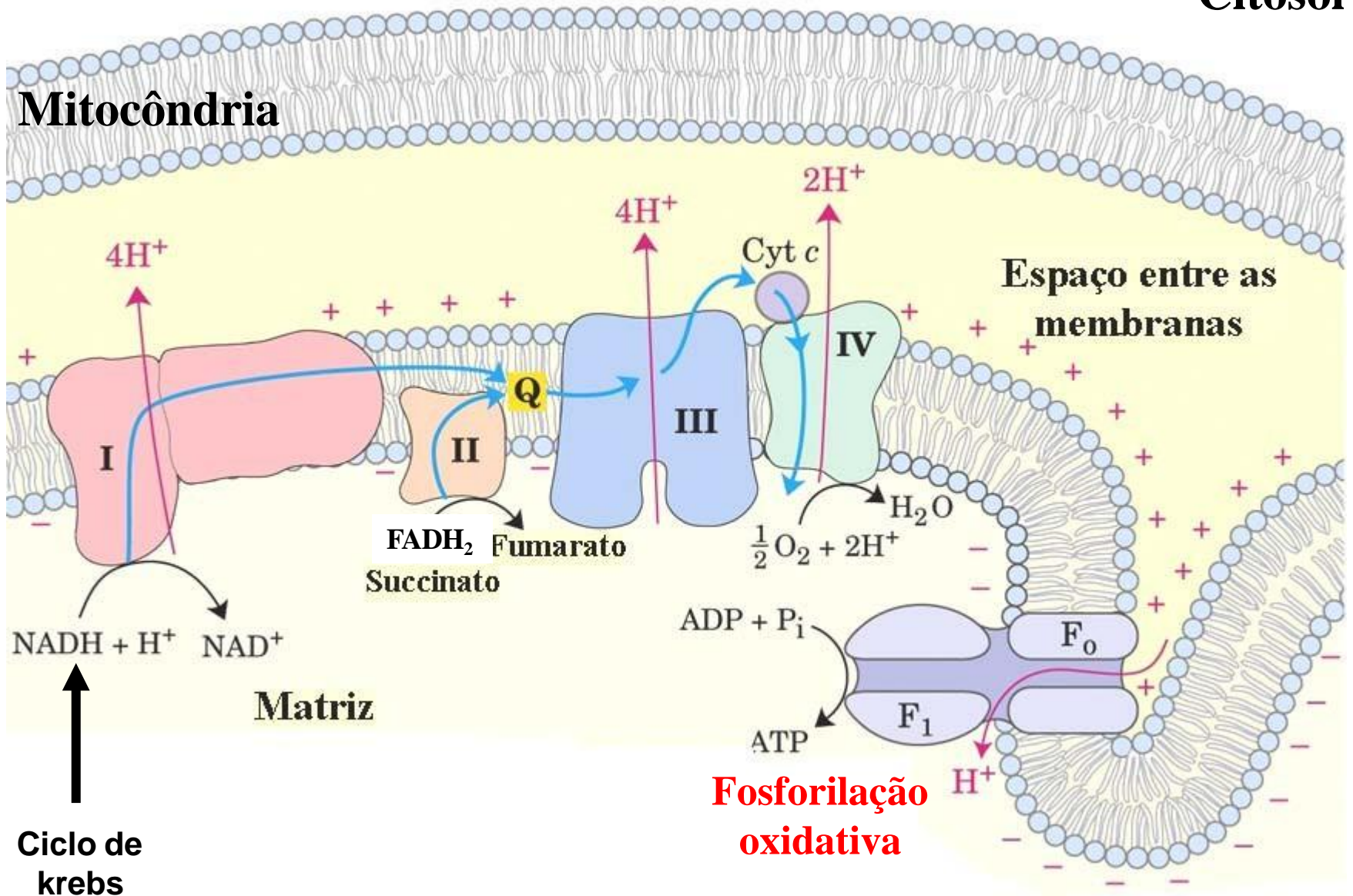
- Estágio final do metabolismo produtor de energia em organismos aeróbicos.
- Em eucariotos, acontece na mitocôndria.
- Produz ATP e H₂O
- Os elétrons transferidos nas coenzimas NADH (10) e FADH₂ (2), são transferidos para um sistema de transportadores de elétrons.
- Durante a transferência, se produz um gradiente eletroquímico que por fosforilação oxidativa, promove a sínteses de ATP.

Cadeia de Transporte de elétrons



Transporte de elétrons e Fosforilação oxidativa

Citosol



Produção de ATP a partir da oxidação completa da glicose

Processo	Produto	ATP final*
Glicólise	2 NADH (citosólico) 2 ATP	6 2
Oxidação de 2 Piruvato	2 NADH (mitocondrial)	6
Oxidação de 2 Acetil-CoA	6 NADH 2 FADH₂ 2 ATP	18 4 2
TOTAL		38

***Hinkle:** Se 10 prótons são bombeados por NADH e 4 prótons devem entrar para produzir um ATP, a razão P/O seria de **2,5 ATP** por **NADH** e **1,5 ATP** por **FADH₂**.

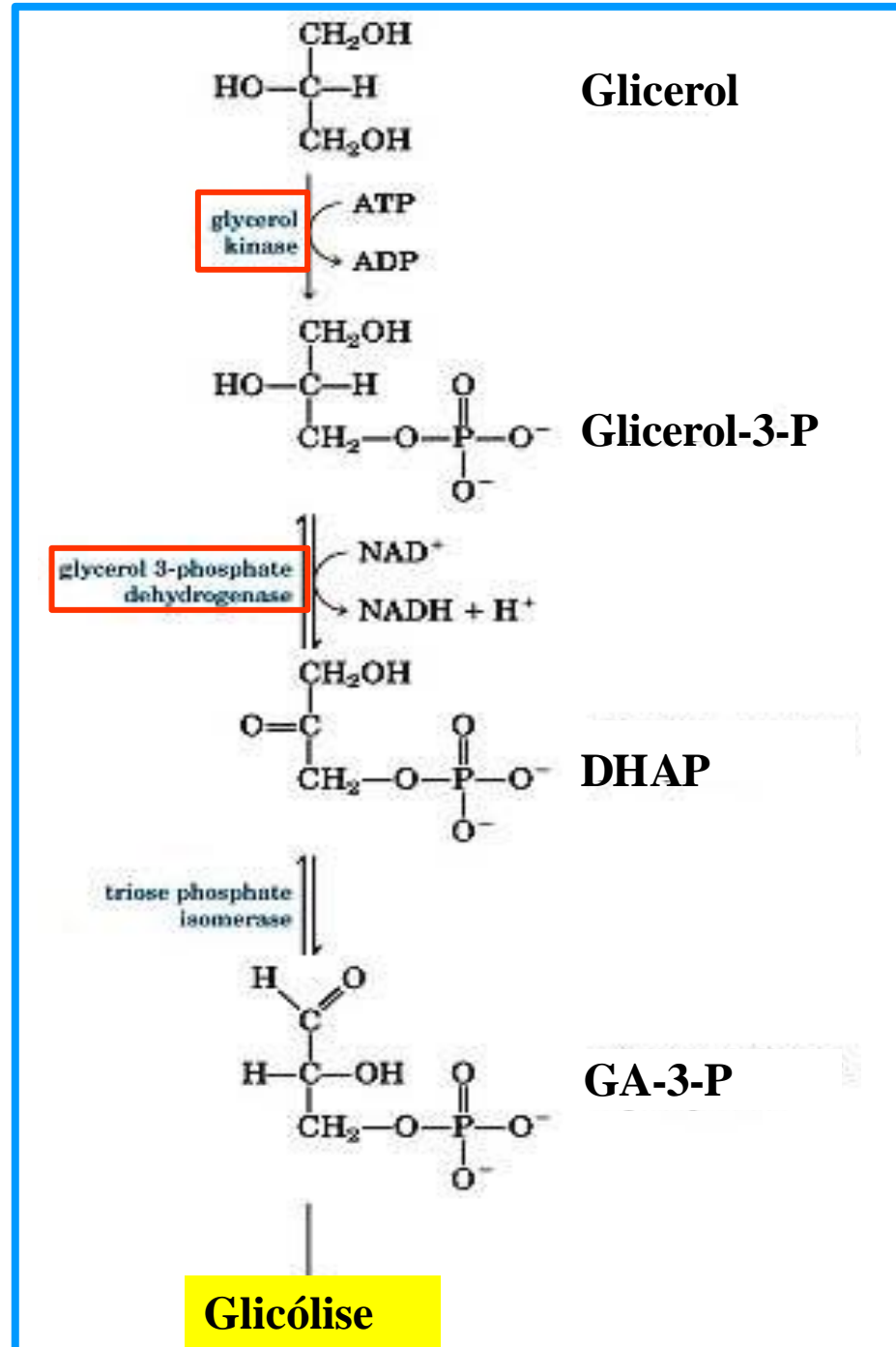
Degradação de lipídeos

Triacilgliceróis armazenados nos adipocitos são mobilizados pela ação da **Lipase sensível a hormônio**.

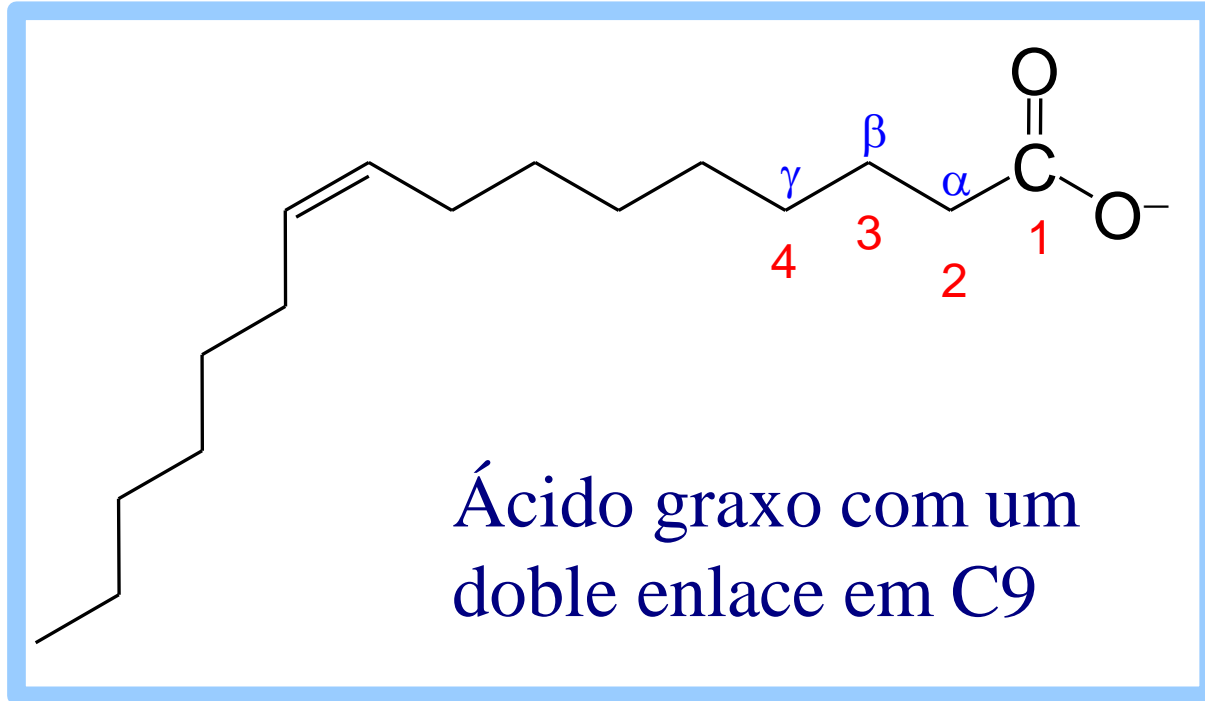
Glicerol, produto da hidrólise de triacilgliceróis, é convertida ao intermediário da Glicólise:

Diidroxiacetona fosfato, por reações catalisadas por:

- 1 Glicerol quinase**
- 2 Glicerolfosfato desidrogenase**



Oxidação de Ácidos graxos



A via para o catabolismo de ácidos graxos é denominada **β -oxidação**, porque a oxidação acontece no **carbono β (C-3)**. Ácidos graxos livres são liberados na corrente sanguínea, onde se ligam a **albumina**, sendo transportados para tecidos como músculo esquelético, coração e córtex renal.

Ativação de ácidos graxos: Citosol

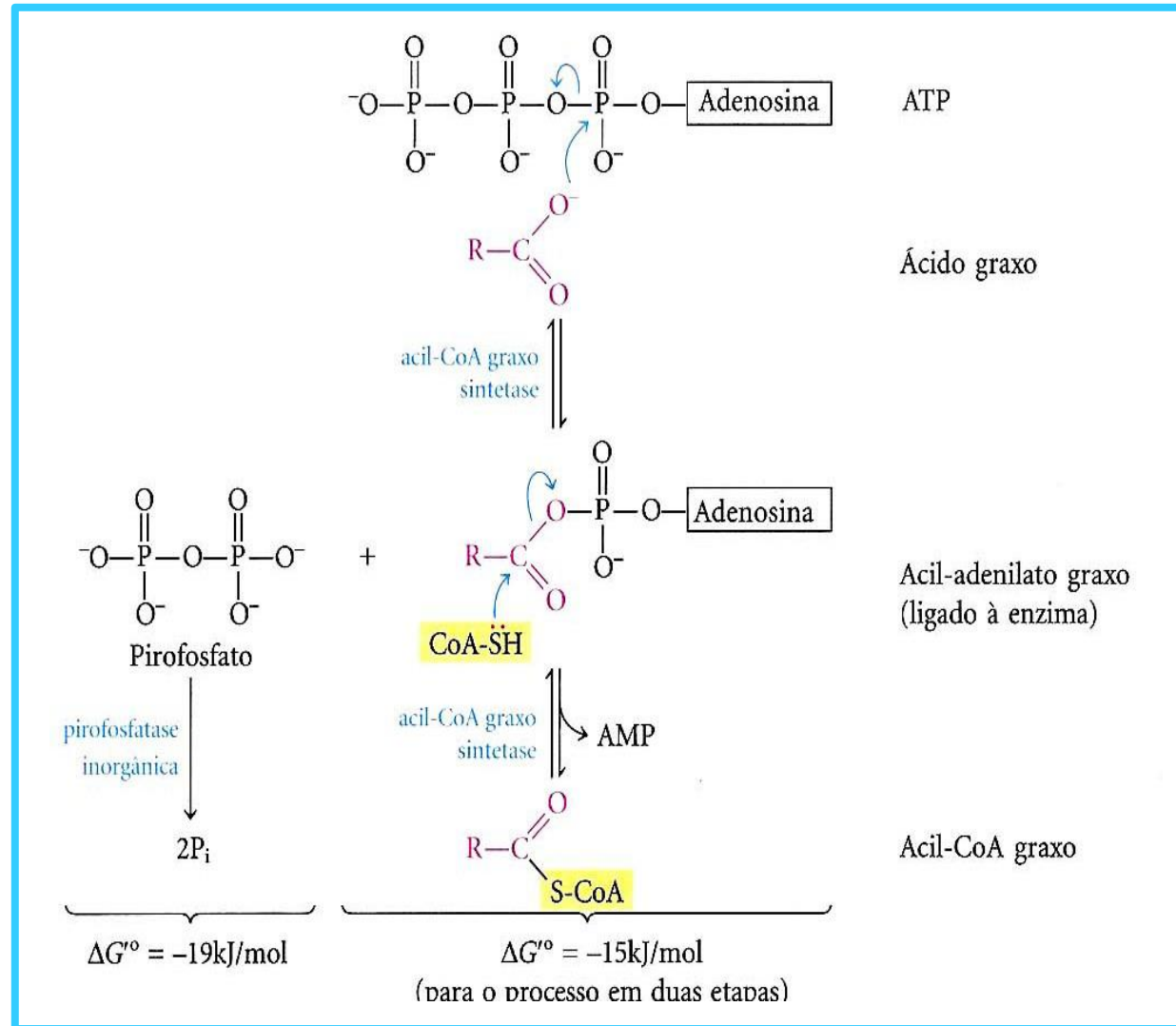
Acil-CoA sintetase

(tiocinase),

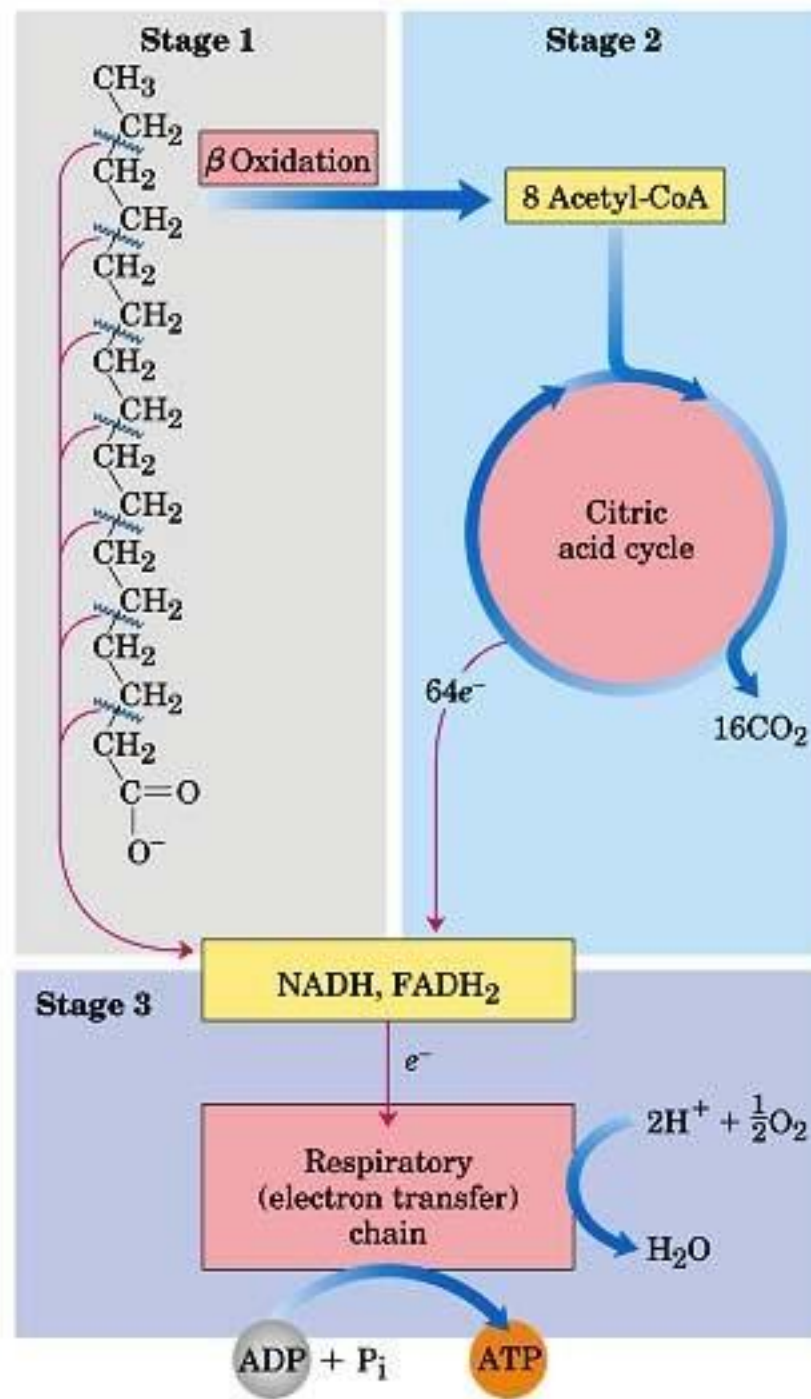
2 enlaces ~P do ATP são clivados

O produto acil-CoA inclui um enlace “~” tioester.

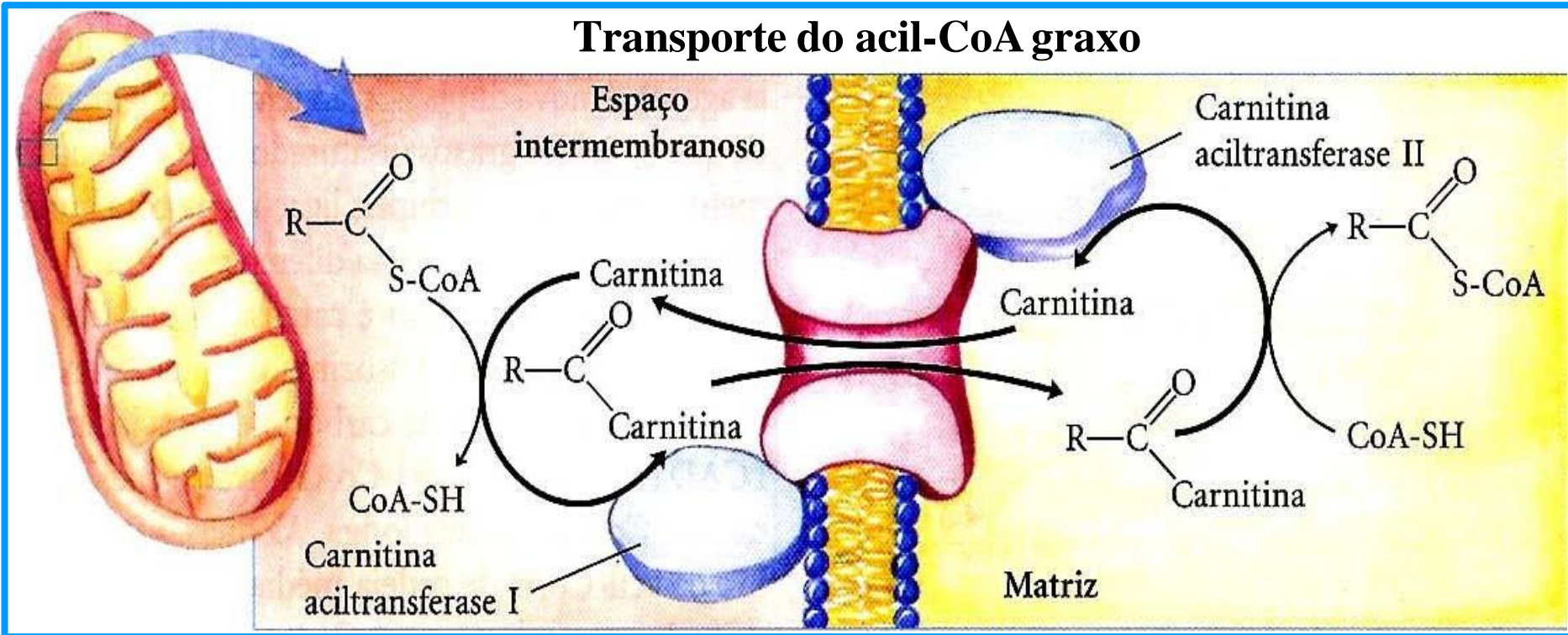
Do retículo endoplasmático e da membrana mitocondrial externa.



β -oxidação: matriz mitocondrial

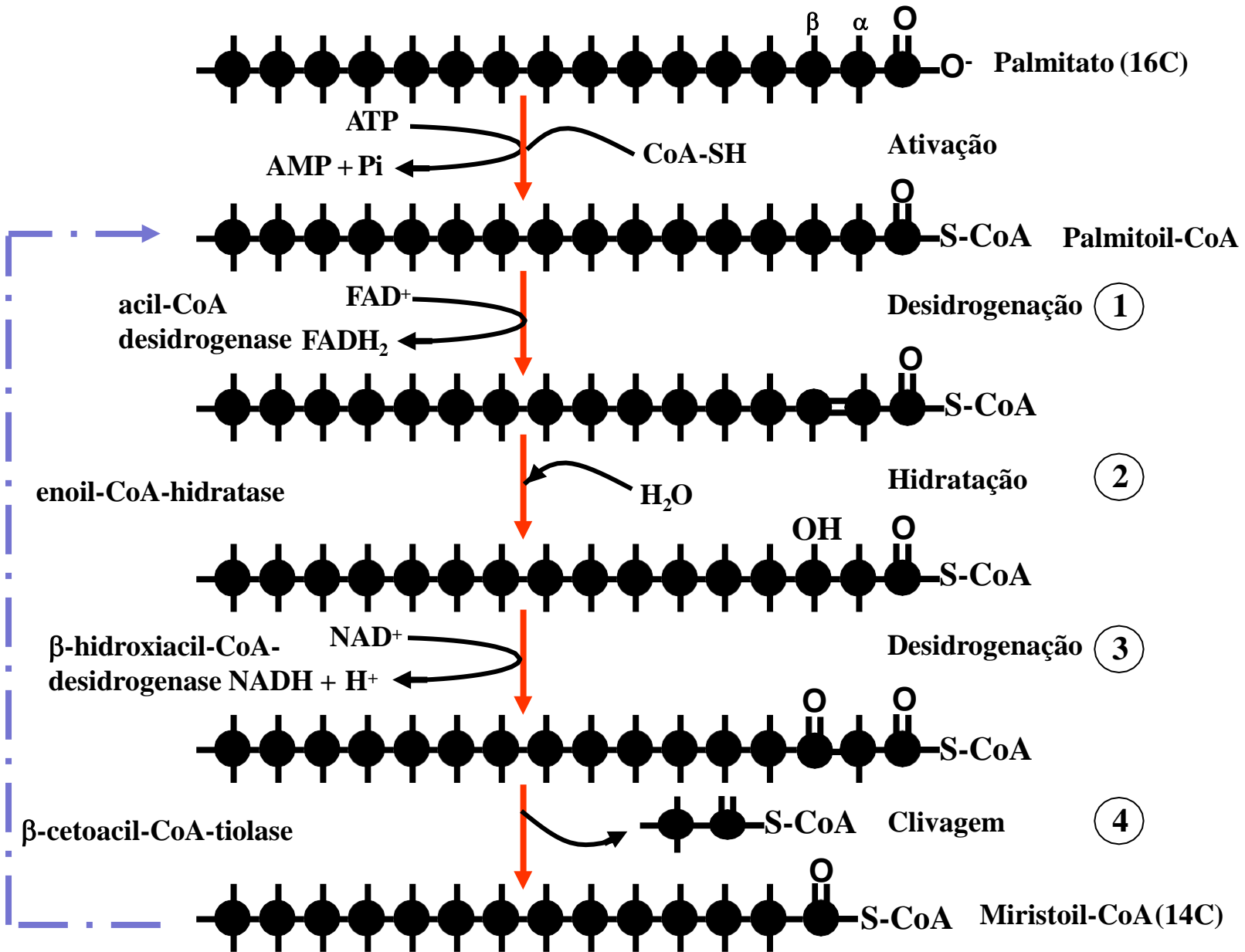


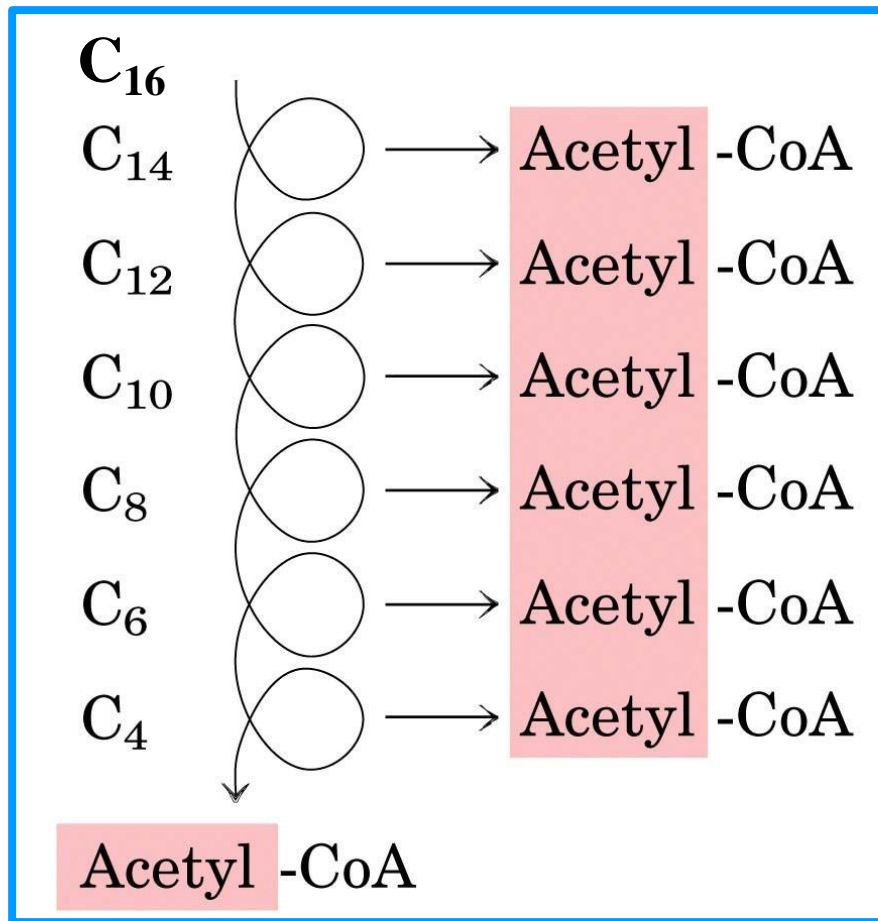
Transporte do acil-CoA graxo



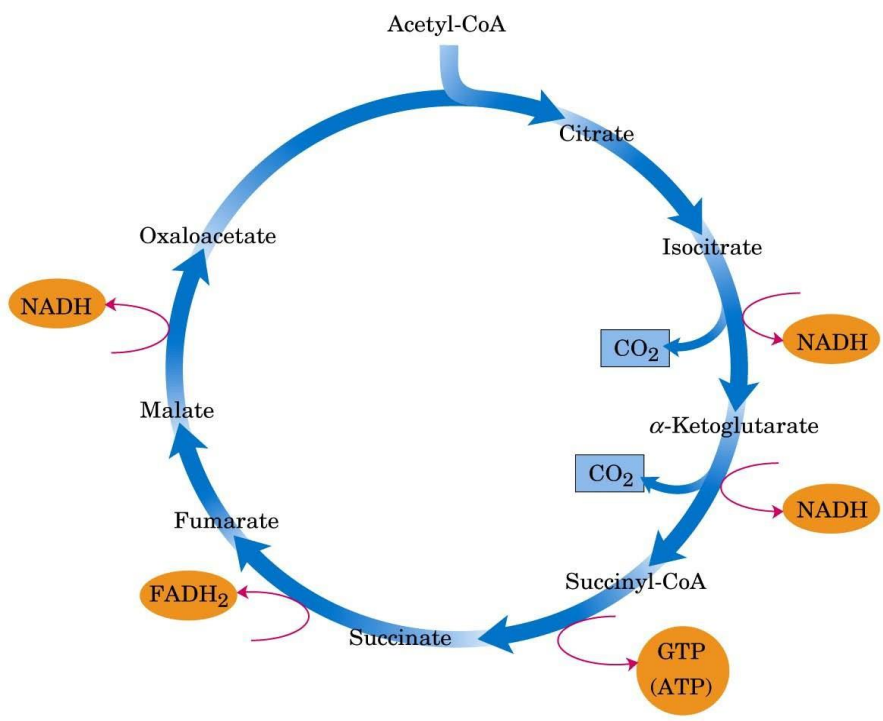
O grupo **acil graxo** é ligado a **carnitina** formando **acil-carnitina graxo**, em uma reação catalisada pela **carnitina aciltransferase I**, presente na face externa da membrana interna. O acil-carnitina graxo é translocado pelo **transportador acil-carnitina/carnitina**. Na matriz o grupo acil-graxo é transferido da carnitina para a CoA pela **carnitina aciltransferase II**, localizada na face interna da membrana mitocondrial.

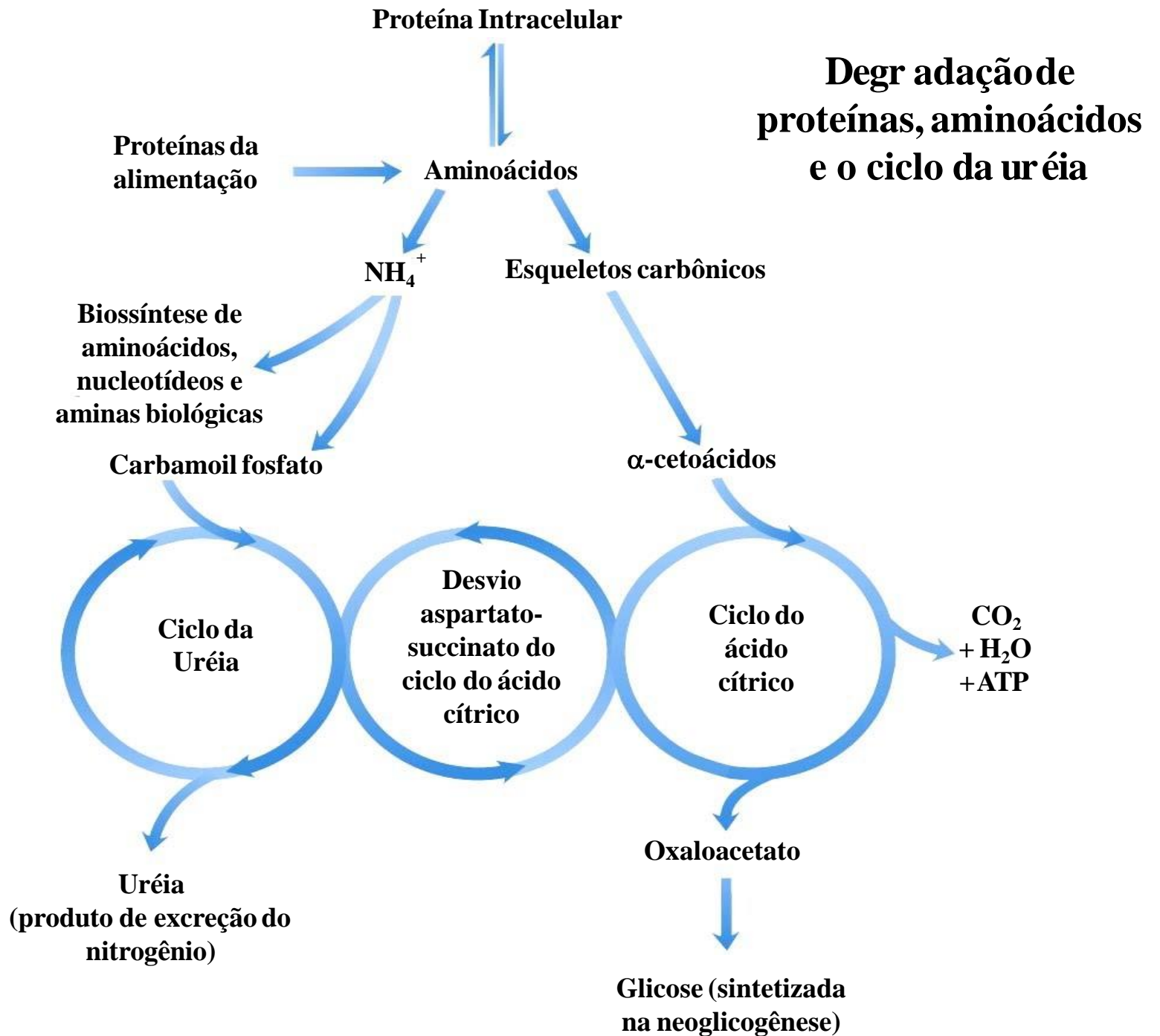
β -oxidação dos ácidos graxos





Produção: 131 ATP – 2 ATP = 129 ATP

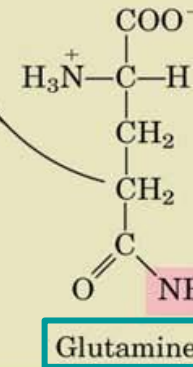
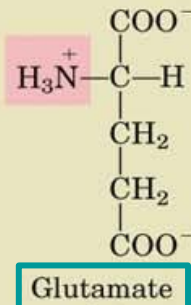
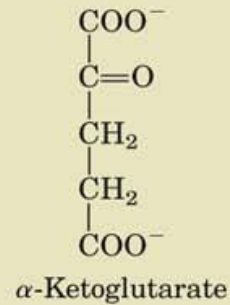
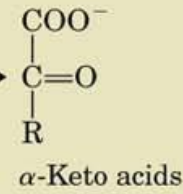
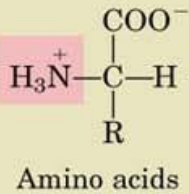




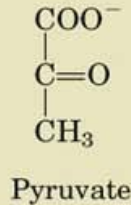
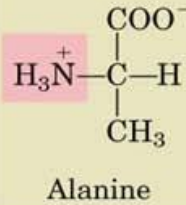
Proteínas celulares

Fígado

Aminoácidos das proteínas ingeridas



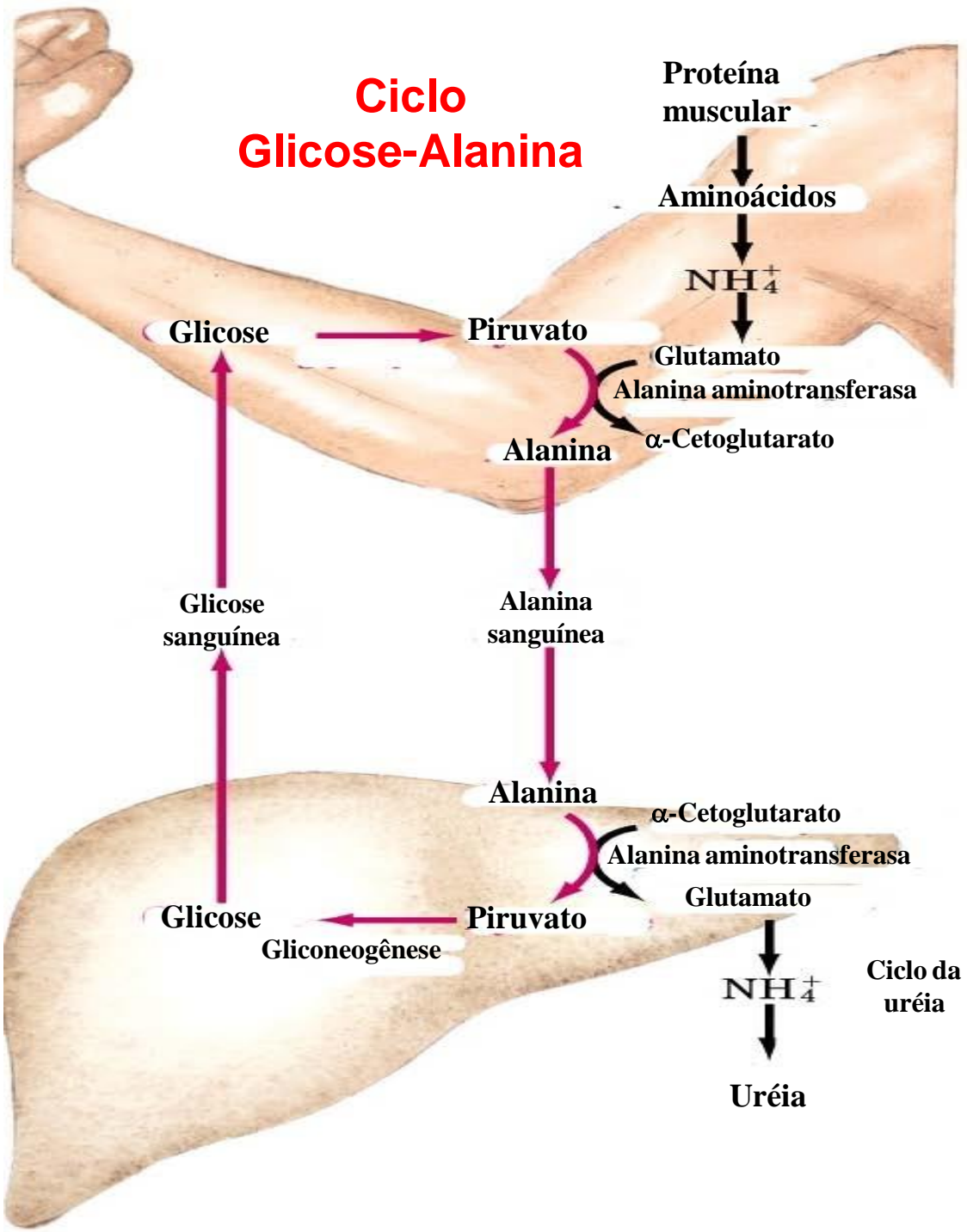
Alanina do músculo



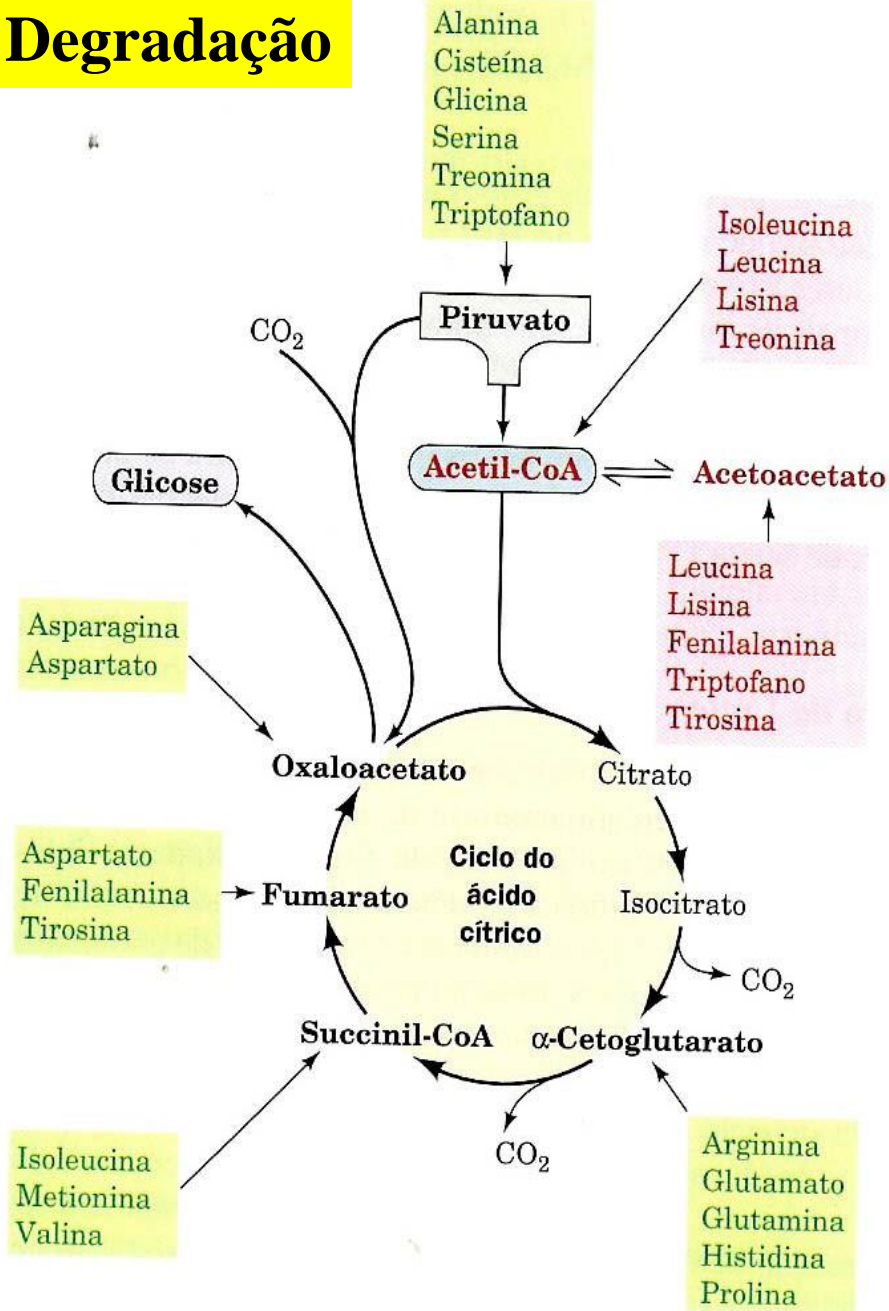
Glutamina dos músculos e outros tecidos

Uréia

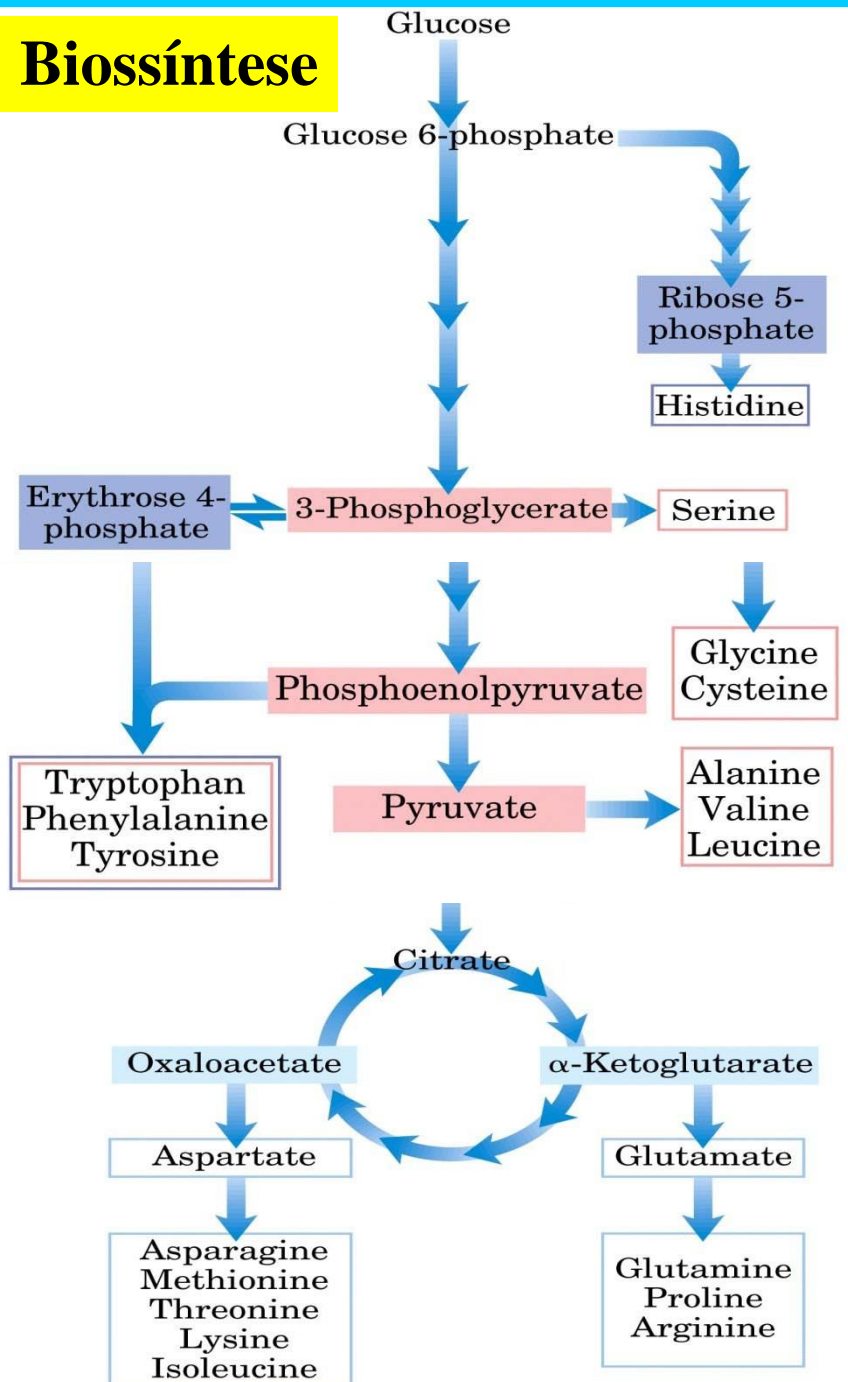
Ciclo Glicose-Alanina



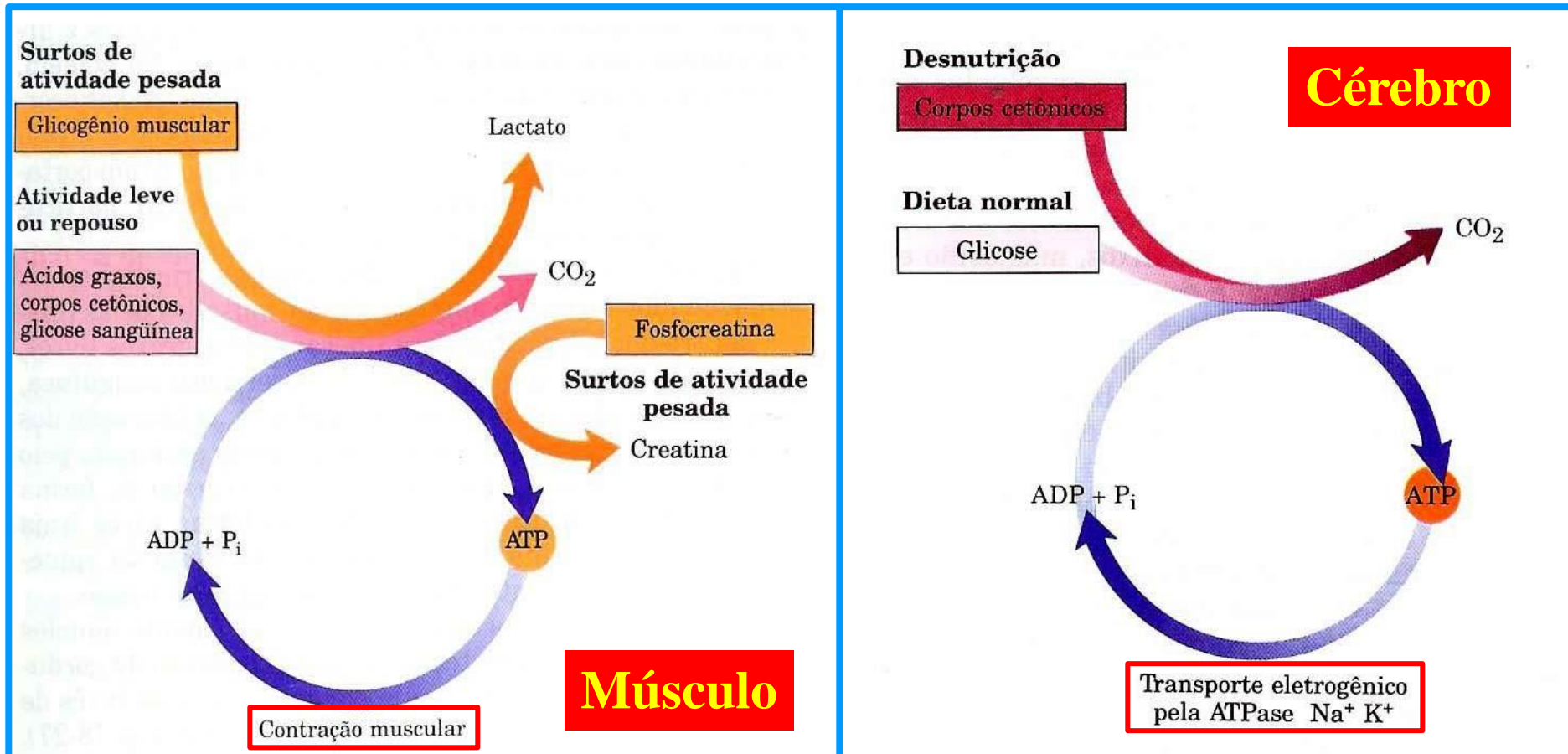
Degradação



Biossíntese



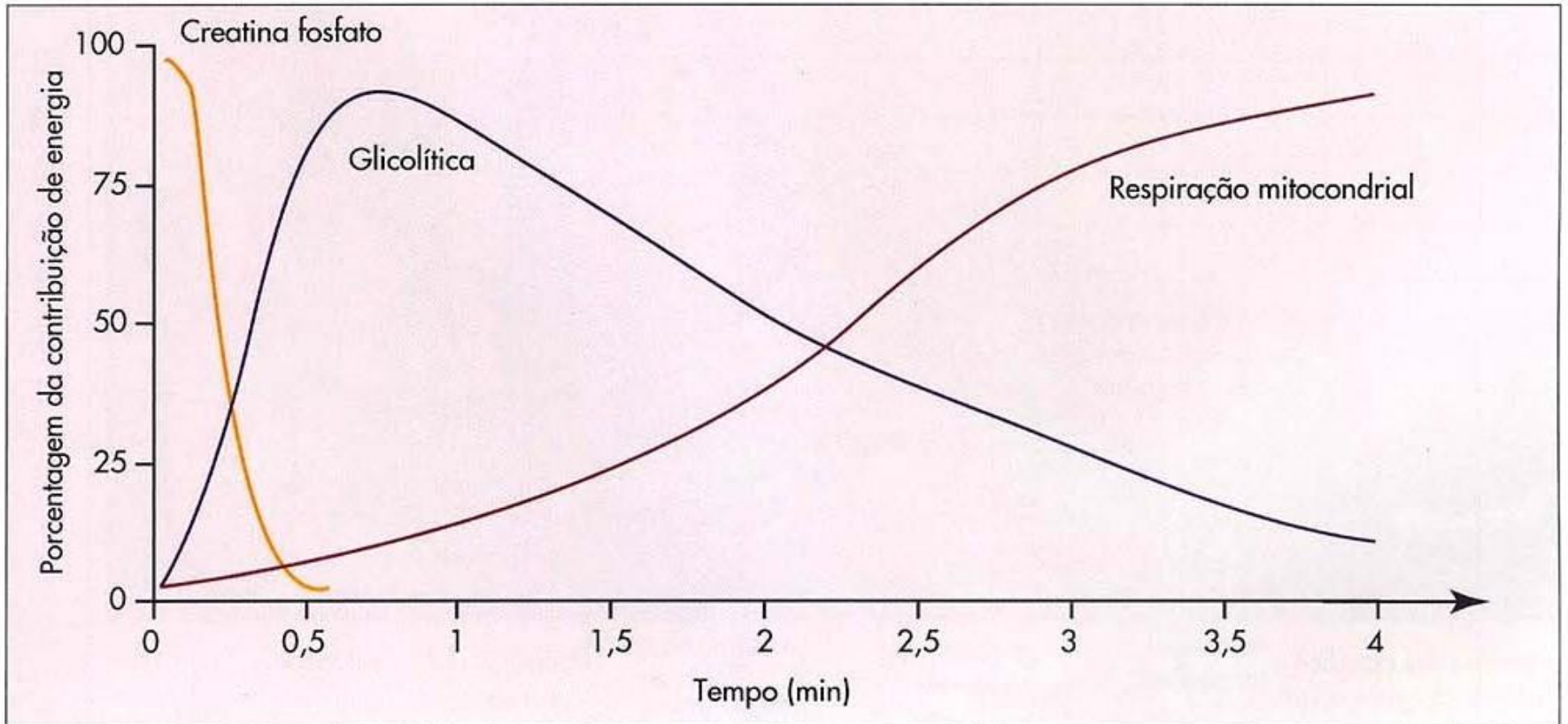
Consumo do ATP



Músculo: Não exporta glicose, não realiza gliconeogênese.
-M. esquelético: Metabolismo aeróbio ou anaeróbio.
-M. cardíaco: Metabolismo aeróbio.

Cérebro: Metabolismo aeróbio.
-Glicose <5 mM: disfunção cerebral.

Duração do exercício e vias para regeneração de ATP





fscha@usp.br

2024