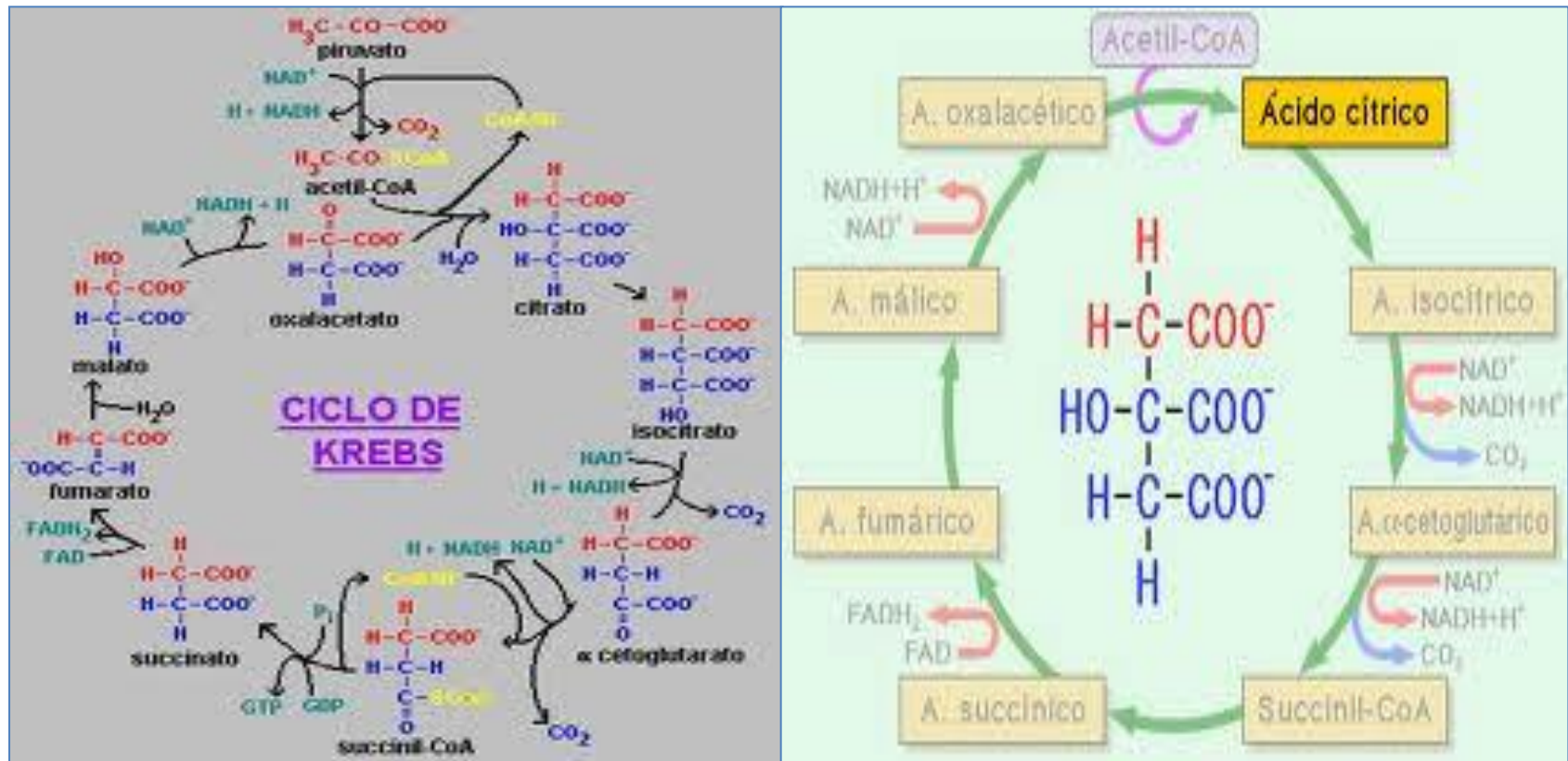


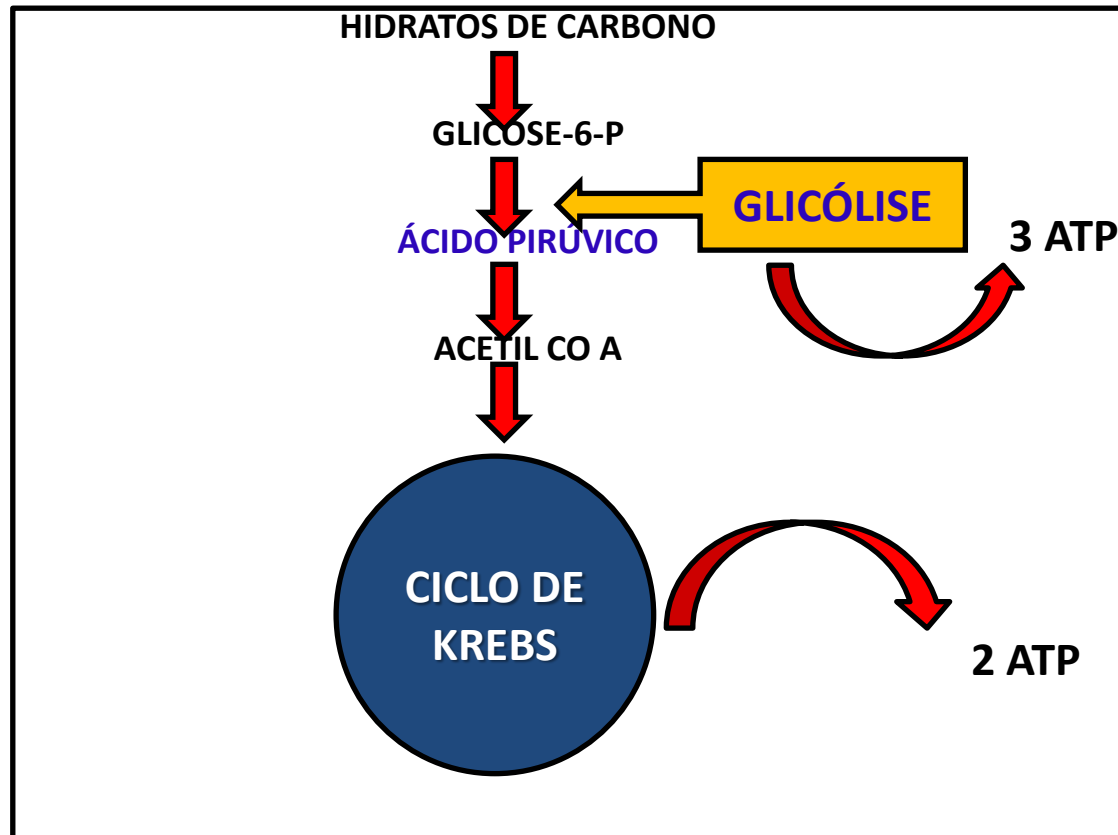
BIOENERGÉTICA: CICLO DE KREBS

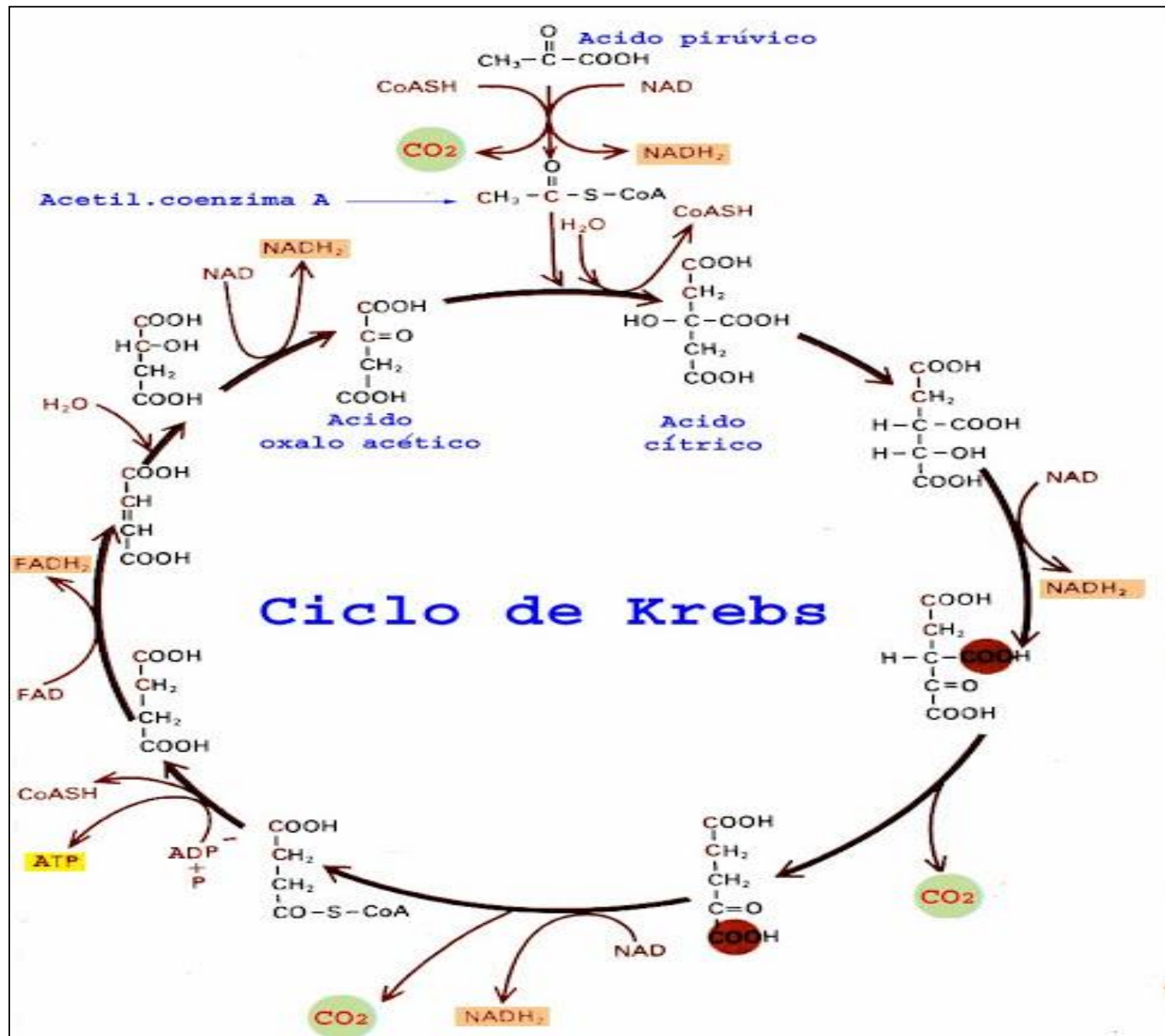


Ciclo de Krebs – Considerações Gerais

- Esta denominação decorre da homenagem ao bioquímico Hans Krebs, a qual lhe valeu o Prémio Nobel de Fisiologia e Medicina (1953), recebendo o nome de **ciclo do ácido tricarboxílico (ATC)**.
- A seguir a formação do **ácido pirúvico**, a partir da **glicólise**, ocorre nas **mitocôndrias**, a sua desintegração por intermédio de diversas reacções, dentre as quais se salientam:
 1. Produção de CO_2
 2. Reações de oxidação/redução
 3. Produção de ATP
 4. Remoção do CO_2 do ácido pirúvico e posterior formação do composto acetil que combinado com a **coenzima A**, forma **acetil co A**.

- De uma forma geral, no ciclo de Krebs, podemos concluir que ocorre a oxidação (=remoção dos elétrons de um determinado composto químico) do ácido pirúvico e resultante produção de dióxido de carbono. Assim, a função do Ciclo de Krebs nos **músculos** e **cérebro** é oxidar a Acetil Co A, proveniente da oxidação do ácido pirúvico, e posterior produção de ATP na cadeia de transporte de electrões (CTE).





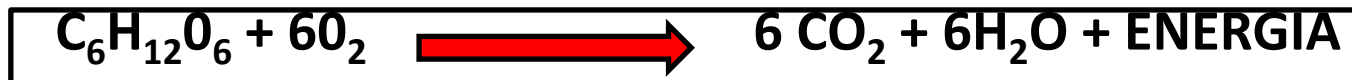
CADEIA DE TRANSPORTE DE ELECTRÕES - CTE

A Cadeia Respiratória


- A molécula de glicose foi completamente quebrada até CO_2 , e parte da energia liberada foi usada para produzir quatro moléculas de ATP (duas na glicólise e duas no ciclo de Krebs). Todavia, a maior parte da energia da glicose ainda se encontra nos átomos de hidrogênio que foram recolhidos pelo NAD e pelo FAD.
- A cadeia respiratória, também conhecida como cadeia transportadora de eletrões, é composta por uma série de proteínas receptoras de eletrões, **os citocromos**, com níveis energéticos sucessivamente menores. Essas substâncias se encontram aderidas às **cristas mitocondriais**.
- Os vários membros da cadeia respiratória são capazes de receber eletrões do composto precedente e transferi-los para o seguinte. Na passagem dos eletrões pela cadeia respiratória, há libertação da energia. Em algumas das etapas, a energia libertada é suficiente para que uma molécula de ADP se ligue a mais um fosfato, originando um ATP. A fosforilação decorre da energia de eletrões dos átomos de hidrogênio libertados na oxidação da glicose, por isso denominamos **fosforilação oxidativa**.

CADEIA DE TRANSPORTE DE ELECTRÕES - CTE

- Em resposta a degradação do glicogénio, forma-se H_2O a partir dos íões de hidrogénio e electrões removidos do ciclo de krebs e do oxigénio que respiramos. A esta série específica de reacções que forma a água denomina-se *cadeia de transporte de electrões ou cadeia respiratória*.
- A entrada dos íões de hidrogénio ocorre por intermédio de 2 transportadores **NAD** e **FAD**. Importa referir que relativamente a produção de energia (ATP), uma molécula de NADH “produz” 3 ATPs enquanto a molécula de FADH disponibiliza somente 2 ATPs.
- “ A maior vantagem do metabolismo aeróbio, relativamente aos demais processos energéticos, consiste no facto dos íões de hidrogénio, captados pelo NAD durante as reacções glicolíticas poder ser utilizado para a produção de ATP.”

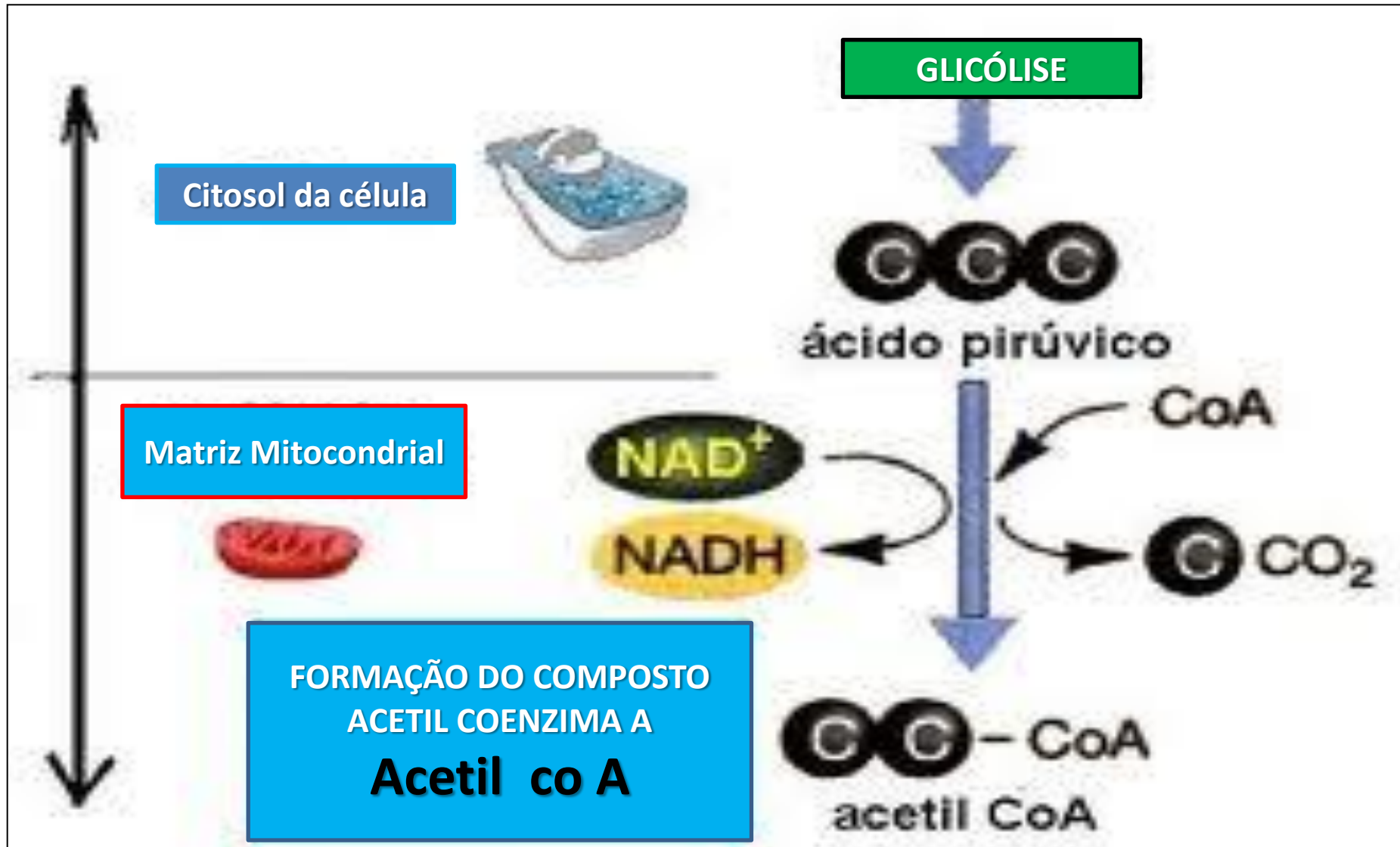


- Desta forma, para que a mesma intensidade seja durante o exercício, a molécula transportadora **NADH** (forma reduzida) deve ser constantemente reciclada para **NAD** (forma oxidada). Este processo de restauração pode ocorrer de 2 formas: a) quando houver disponibilidade suficiente de oxigénio, os hidrogénios serão “lançados” para o interior das mitocôndrias contribuindo para a produção aeróbia de ATP ou b) quando não houver disponibilidade do oxigénio, o receptor final do hidrogénio será o ácido pirúvico, o qual ao aceitá-los, formará o **ácido láctico**.
- Em resumo, entendemos que a glicólise é a degradação da glicose em ácido pirúvico ou ácido láctico, com produção de **2** ou **3** moléculas de ATP, em resposta a via iniciar-se pela glicose ou glicogénio, **respectivamente**.



O glicogénio não necessita de ser fosforilado pela ATP, produzindo desta forma, 3 moléculas de ATP durante a glicólise.

Degradação do ácido pirúvico em Acetil co A

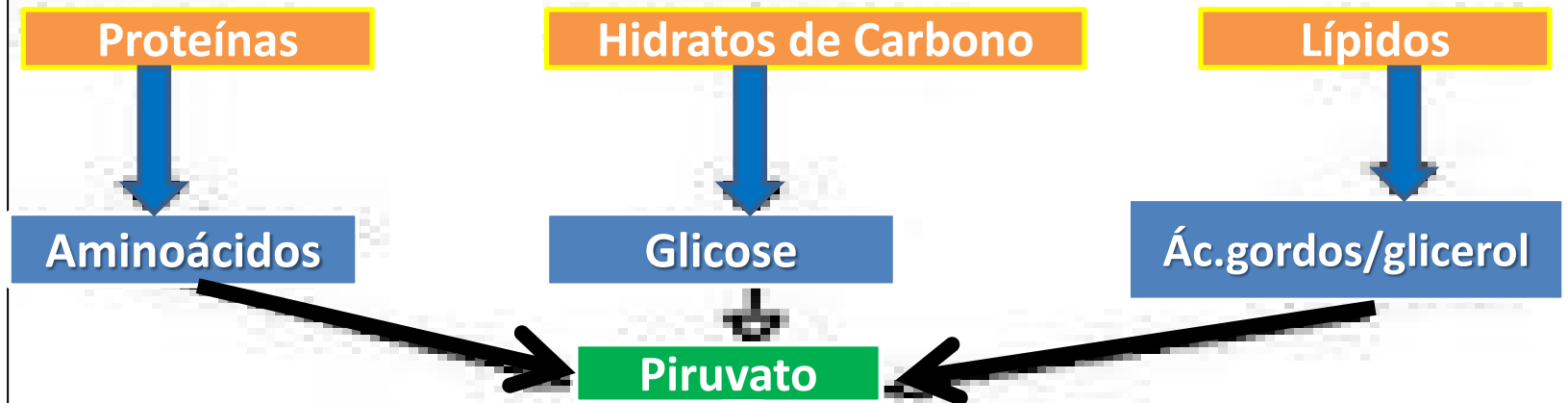


SISTEMA ENERGÉTICO DE PRODUÇÃO AERÓBIA DE ATP

- A produção aeróbia de energia ocorre na mitocôndria celular, envolve a interacção de 2 importantes vias metabólicas cooperativas: **ciclo de Krebs** e **cadeia de transporte de electrões**. Estas vias tem como finalidade, realizar a oxidação, ou seja, remoção dos hidrogénios, dos diferentes substratos energéticos (**hidratos de carbono, gorduras e proteínas**) através da utilização dos transportadores **NAD** e **FAD**. É esta energia contida nos respectivos hidrogénios que, utilizada na cadeia de transporte de electrões na combinação do ADP + Pi, ressintetiza a molécula de ATP. A aceitação dos hidrogénios pelo oxigénio ao fim da CTE resulta na formação de água, processo denominado **fosforilação oxidativa**.
- Assim temos 3 estágios na produção aeróbia de energia: **1) geração da molécula de acetil Co A; 2) oxidação do Acetil CoA no ciclo de Krebs e 3) fosforilação oxidativa ou produção de ATP.**

ESTÁGIOS DA PRODUÇÃO AERÓBIA DE ENERGIA

1º Estágio



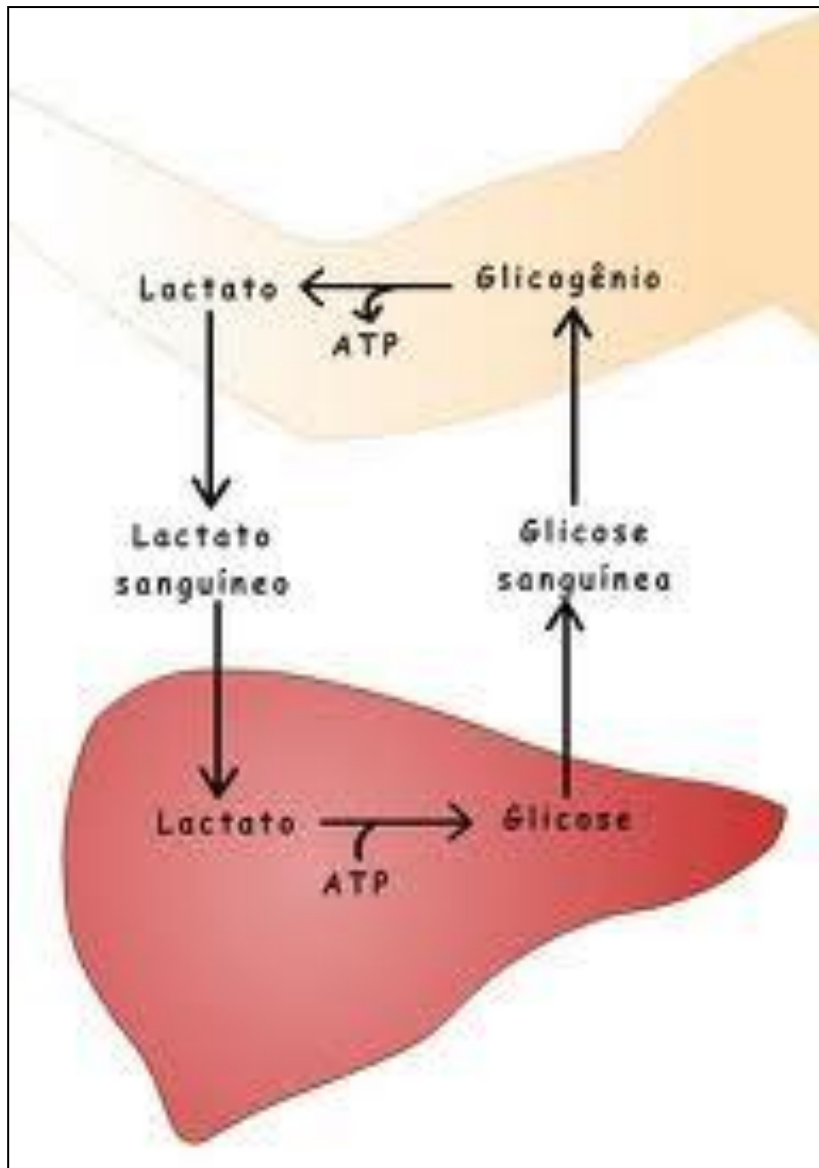
2º Estágio

Acetil Co A

3º Estágio

CADEIA DE TRANSPORTE DE ELECTRÕES (2H^+ , $\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)

O DESTINO DO LACTATO: CICLO DE CORI



O lactato é produzido continuamente através da glicólise anaeróbia. Após a sua produção, o lactato é devolvido ao fígado e metabolizado em glucose pelo processo denominado **gluconeogénese**, o qual consome 6 moléculas de ATP. Após o exercício intenso, a respiração permanece acelerada por algum tempo, pois o oxigénio extra consumido neste período promove a fosforilação oxidativa no fígado e, conseqüentemente, uma produção elevada de ATP. O ATP é necessário para a gluconeogénese, formando-se então a glucose a partir do lactato, e esta glucose é transportada de volta aos músculos para armazenamento sob a forma de glicogénio.

**Fontes exógenas
(cerca de 70 g/dia)
Proteínas da dieta**

**Fontes endógenas
(cerca de 140 g/dia)**

**Digestão
e absorção**

**Síntese de aminoácidos
não essenciais**

Proteínas teciduais

**Síntese e
degradação**

Pool de aminoácidos

**Excesso de
aminoácidos
(0,9 a 1,0 g/dia)**

Conversão

**Transaminação
Desaminação**

α -cetoácidos

**Acetil-CoA,
ciclo dos ácidos
Cítricos
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
+ ATP**

**Glicose,
corpos
cetônicos**

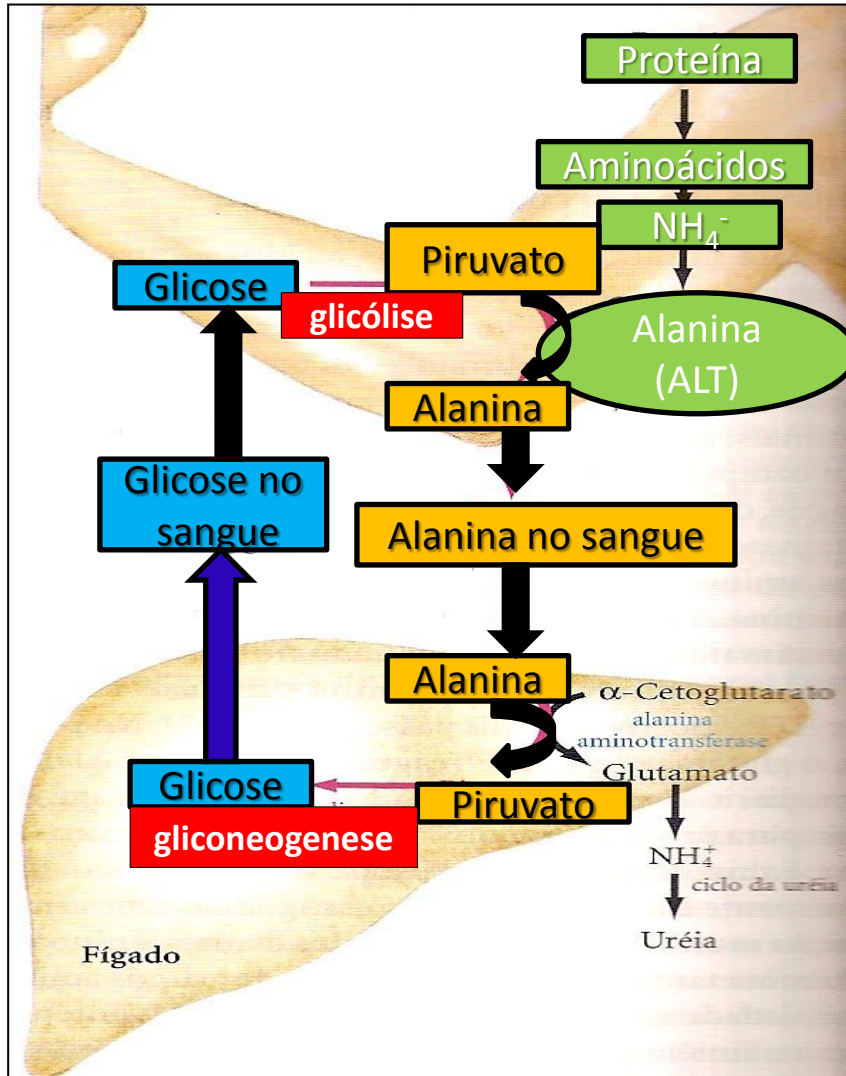
**Constituintes
nitrogenados não
protéicos
purinas,
pirimidinas,
colina, creatina,
porfirinas,
adrenalina,
neurotransmisso
res, melanina**

Amônia

Uréia

Excreção renal

CICLO ALANINA - GLUCOSE



- A alanina desempenha um papel essencial no transporte dos grupos amino para o fígado, em forma não tóxica, através do ciclo **glicose alanina**. Nos músculos, onde os AA são degradados como combustíveis, os grupos amino são colectados por **transaminação**, sob a forma de glutamato, que pode então ser convertido em **glutamina**, para ser transportado até ao fígado, ou então ainda no músculo, pode transferir o seu grupo amina para o **piruvato** muscular, e regenerar alanina por acção da enzima **alanina aminotransferase (ALT)**. Assim, a alanina passa para a corrente sanguínea e é transportada até ao fígado.