

# METABOLISMO ENERGÉTICO

Prof. Kennedy Ramos

## UNIDADE 08: Respiração Celular: Cadeia Respiratória

### 3) Cadeia respiratória e liberação de energia

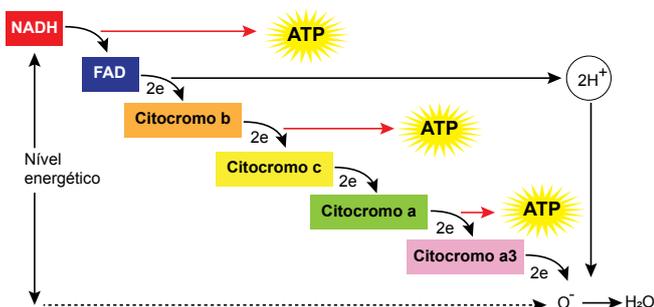
O destino dos hidrogênios liberados na glicólise e no ciclo de Krebs é um ponto crucial no processo de obtenção de energia na respiração aeróbica.

Como vimos, foram liberados quatro hidrogênios durante a **glicólise**, que foram capturados por duas moléculas de NADH<sub>2</sub>. Na **reação de cada ácido pirúvico** com a coenzima A formam-se mais duas moléculas de NADH<sub>2</sub>. No **ciclo de Krebs**, dos oito hidrogênios liberados, seis se combinam com três moléculas de NAD, formando três moléculas de NADH<sub>2</sub>, e dois se combinam com um outro aceptor, o FAD, formando uma molécula de FADH<sub>2</sub>.

Através de sofisticados métodos de rastreamento de substâncias, os bioquímicos demonstraram que os hidrogênios liberados na degradação das moléculas orgânicas e capturados pelos aceptores acabam por se combinar com átomos de oxigênio provenientes do **O<sub>2</sub> atmosférico**. Dessa combinação resultam moléculas de água.

Antes de reagirem como o O<sub>2</sub>, porém, os hidrogênios, percorrem uma longa e complexa trajetória, na qual se combinam sucessivamente com diversas substâncias aceptoras intermediárias. Ao final dessa trajetória, os hidrogênios se encontram seus parceiros definitivos, os átomos de oxigênio do O<sub>2</sub>. Esse conjunto de substâncias transportadoras de hidrogênio constitui a cadeia respiratória.

Exemplificando, teremos...



Se os hidrogênios liberados na degradação das moléculas orgânicas se combinassem direta e imediatamente com o O<sub>2</sub>, haveria desprendimento de enorme quantidade de energia em forma de calor, impossível de ser utilizada. Para contornar esse problema, as células utilizam um mecanismo bioquímico que permite a liberação gradual de energia. Tudo se passa como os hidrogênios descessem uma escada, perdendo energia a cada degrau. Liberada em pequenas quantidades, a energia pode ser, então, utilizada na síntese de moléculas de ATP, a partir de ADP e fosfatos.



### ATIVIDADES PROPOSTAS

**01. (Cesgranrio) Assinale a afirmativa correta sobre a maneira como os seres vivos retiram a energia da glicose:**

- a) O organismo, como precisa de energia rapidamente e a todo tempo, faz a combustão da glicose em contato direto com o oxigênio.
- b) Como a obtenção de energia não é sempre imediata, ela só é obtida quando a glicose reage com o oxigênio nas mitocôndrias.
- c) A energia, por ser vital para a célula, é obtida antes mesmo de a glicose entrar nas mitocôndrias usando o oxigênio no citoplasma, com liberação de duas (O<sub>2</sub>) moléculas de ATP (glicólise).
- d) A energia da molécula de glicose é obtida através da oxidação dessa substância pela retirada de hidrogênios presos ao carbono (desidrogenações), que ocorre no citoplasma e mitocôndrias.
- e) A obtenção de moléculas de ATP é feita por enzimas chamadas desidrogenases (NAD) depois que a molécula de oxigênio quebra a glicose parcialmente no hialoplasma (glicólis).



02. Considere as seguintes etapas da respiração celular:

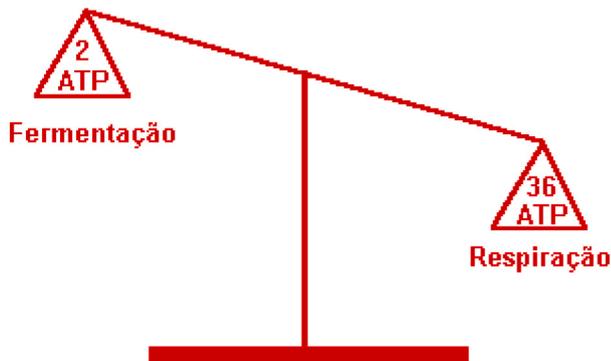
- I. Cadeia respiratória;
- II. Formação de Acetil-CoA;
- III. Ciclo de Krebs;
- IV. Glicólise.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta dos eventos da respiração celular:

- a) I, II, III e IV.
- b) II, IV, III e I.
- c) III, IV, I e II.
- d) IV, II, III e I.
- e) II, III, I e IV.



03. (Cesgranrio)



Comparando o esquema dos dois processos metabólicos anteriormente representados, podemos afirmar que o(a):

- a)ceptor final de hidrogênios, na fermentação, é o oxigênio.
- b) molécula de glicose é totalmente degradada, na fermentação.
- c) fermentação é encontrada na maioria dos seres vivos unicelulares.
- d) formação de ATP na cadeia respiratória só ocorre na respiração.
- e) formação de ácido pirúvico é uma exclusiva da respiração.



04. (Ufu) No que se refere à respiração celular, assinale a alternativa correta:

- a) A respiração celular divide-se em três fases: a Glicólise (que ocorre no citoplasma, o Ciclo de Krebs (que ocorre na mitocôndria) e a Cadeia Respiratória (que ocorre na mitocôndria).
- b) A Glicólise é a fase aeróbica da respiração que consiste na degradação da glicose até a formação do ácido pirúvico.

- c) Na Glicólise, há a oxidação de moléculas de NAD em NADH<sub>2</sub> e ADP, sendo essa a fase mais energética da respiração celular dos mamíferos.
- d) No Ciclo de Krebs, o gás-carbônico é liberado da transformação do ácido pirúvico em ácido cítrico, processo que consome 2 ATPs.
- e) Na Cadeia Respiratória, o FAD ganha H<sup>+</sup> e se transforma em FADH<sub>2</sub>, liberando CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.



05. (cftmg) A respiração celular é uma forma de obtenção de energia para os seres vivos e ocorre em diversas etapas.

A etapa que acontece na crista mitocondrial da célula é

- a) ciclo de Krebs.
- b) glicólise.
- c) cadeia respiratória.
- d) fosforilação oxidativa.
- e) ciclo das pentoses.



## ATIVIDADES ENEM



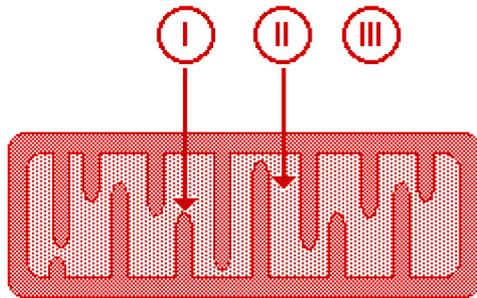
06. (MODELO ENEM) A respiração aeróbica se processa em três etapas distintas: Glicólise, Ciclo de Krebs e Cadeia Respiratória, que visam à liberação de energia a partir da quebra de moléculas orgânicas complexas.

Com base na etapas da respiração célula pode-se inferir que Considerando os resultados e as condições nas quais foi realizado o experimento, e considerando os processos de obtenção e produção da energia que permitem a movimentação dos músculos do homem, pode-se dizer corretamente que quatro homens

- a) através da cadeia respiratória, que ocorre nas cristas mitocondriais, há transferência dos hidrogênios transportados pelo NAD e pelo FAD, formando água.
- b) a glicólise é uma rota metabólica que só ocorre nos processos aeróbios, enquanto o ciclo de Krebs ocorre também nos processos anaeróbios.
- c) o ciclo de Krebs e a glicólise ocorrem no citoplasma, com vários processos de oxidação.
- d) no ciclo de Krebs, uma molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de ácido pirúvico.
- e) a utilização de O<sub>2</sub> se dá no citoplasma, durante a glicólise.



07. (MODELO ENEM) O processo de respiração celular pode ser dividido em três etapas básicas. O esquema a seguir representa uma mitocôndria inserida no hialoplasma, com as indicações I, II e III.

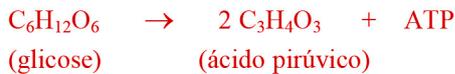


Com base no esquema pode-se inferir que

- a) o ciclo de Krebs ocorre no número III.
- b) a glicólise ocorre no número I.
- c) a fosforilação oxidativa ocorre no número I
- d) a etapa fotoquímica ocorre nos números I e II.
- e) o ciclo das pentoses ocorre nos números I, II e III.



08. (MODELO ENEM)



A respeito da equação acima, que representa uma das etapas da produção de energia em uma célula, pode-se inferir que

- a) essa etapa ocorre no citoplasma das células, tanto em processos aeróbicos como anaeróbicos.
- b) trata-se da cadeia respiratória.
- c) a produção aeróbica de ATP, na etapa seguinte a esta, não depende da existência de mitocôndrias.
- d) nessa etapa ocorre a maior produção de energia.
- e) se o ácido pirúvico se depositar em células musculares, ocorre o fenômeno conhecido como fadiga muscular.



09. (MODELO ENEM) As gorduras, para serem utilizadas no metabolismo energético, sofrem as transformações indicadas no esquema a seguir:

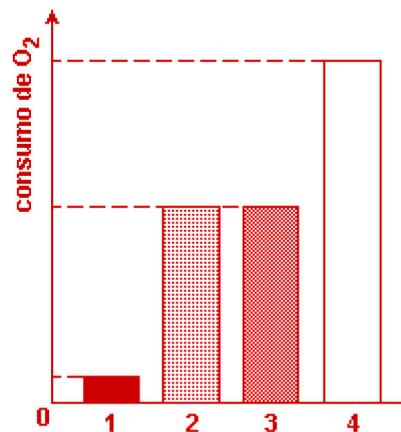


**A acetil-coenzima A, por sua vez**

- a) sofre as reações da glicólise, convertendo-se em piruvato que se acumula nos músculos.
- b) sofre as reações do ciclo de Krebs e da cadeia respiratória, convertendo-se em gás carbônico e água.
- c) transforma-se em ácido láctico, que se acumula nos músculos, causando a fadiga muscular.
- d) transforma-se em glicogênio, que fica armazenado nos músculos e no fígado.
- e) é transportada até os lisossomos onde é hidrolisada.



10. (MODELO ENEM) As concentrações de ATP / ADP regulam a velocidade de transporte de elétrons pela cadeia respiratória; em concentrações altas de ATP a velocidade é reduzida, mas aumenta se os níveis de ATP baixam. Na presença de inibidores da respiração, como o cianeto, a passagem de elétrons através da cadeia respiratória é bloqueada. Na presença de desacopladores da fosforilação oxidativa, como o dinitrofenol, a síntese de ATP a partir do ADP diminui, mas o funcionamento da cadeia respiratória não é diretamente afetado pelo desacoplador. O gráfico a seguir mostra o consumo de oxigênio de quatro porções, numeradas de 1 a 4, de uma mesma preparação de mitocôndrias em condições ideais. A uma delas foi adicionado um inibidor da cadeia e, a outra, um desacoplador. A de número 2 é um controle que não recebeu nenhuma adição e, à alíquota restante, pode ou não ter sido adicionado um inibidor ou um desacoplador:



As porções da preparação de mitocôndrias que contêm um inibidor da cadeia respiratória e um desacoplador são, respectivamente, as de números:

- a) 1 e 4.
- b) 1 e 3.
- c) 3 e 4.
- d) 4 e 1.
- e) 3 e 2.



## GABARITOS

**QUESTÃO 01: Gabarito: [D]**

**QUESTÃO 02: Gabarito: [D]**

**QUESTÃO 03: Gabarito: [D]**

**Questão 04: Gabarito: [A]**

**Questão 05: Gabarito: [D]**

**Questão 06: Gabarito: [A]**

**Questão 07: Gabarito: [C]**

**Questão 08: Gabarito: [A]**

**Questão 09: Gabarito:[B]**

**Questão 10: Gabarito: [A]**

### REFERENCIAL TEÓRICO

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS; WALTER, P.; Fundamentos da Biologia Celular. Porto Alegre: Artmed, 3ed. 2011.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2000.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS; WALTER, P.; Biologia Molecular da Célula. Porto Alegre: Artmed, 5ed. 2008.

COOPER G.M. & HAUSMAN R.E. A Célula: uma abordagem molecular. 3ed. Porto Alegre, Artmed, 2007.

JUNQUEIRA L.C.U., CARNEIRO J. Biologia Celular e Molecular. 6ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2005.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 1 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 2 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; BIO volume 2. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; Biologia,