

# METABOLISMO ENERGÉTICO

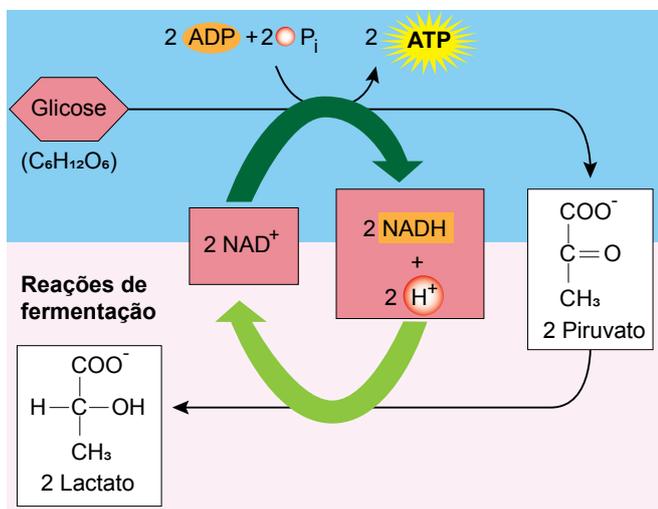
Prof. Kennedy Ramos

## UNIDADE 09: Fermentação Lática

### Introdução

Os lactobacilos (bactérias presentes no leite) executam fermentação láctica, em que o produto final é o ácido láctico. Para isso, eles utilizam como ponto de partida, a **lactose**, o açúcar do leite, que é desdobrado, por ação enzimática que ocorre fora das células bacterianas, em glicose e galactose. A seguir, os monossacarídeos entram nas células, onde ocorre a fermentação.

Cada molécula do ácido pirúvico é convertida em ácido láctico, que também contém três átomos de carbono.



O sabor azedo do leite fermentado se deve ao ácido láctico formado e eliminado pelos lactobacilos. O **abaixamento do pH causado pelo ácido láctico** provoca a coagulação das proteínas do leite e a formação do coalho, usado na fabricação de iogurtes e queijos.

### Fermentação Láctica no homem!

Você já deve ter ouvido que é comum a produção de ácido láctico nos músculos de uma pessoa, em ocasiões que há esforço muscular exagerado. A quantidade de oxigênio que as células musculares recebem para a respiração aeróbica é insuficiente

para a liberação da energia necessária para a atividade muscular intensa.

Nessas condições, ao mesmo tempo em que as células musculares continuam respirando, elas começam a fermentar uma parte da glicose, na tentativa de liberar energia extra. O ácido láctico acumula-se no interior da fibra muscular produzindo dores, cansaço e câibras. Depois, uma parte desse ácido é conduzida pela corrente sanguínea ao fígado onde é convertido em ácido pirúvico.



### ATIVIDADES PROPOSTAS



01. (Feevale) As atividades dos organismos vivos exigem energia obtida nas reações de respiração aeróbica ou fermentação. Sobre estes dois processos, afirmam-se:

- O processo de fermentação ocorre inteiramente no citoplasma celular e a respiração aeróbica, exclusivamente nas mitocôndrias.
- A fermentação resulta da atividade de alguns microorganismos, como leveduras e bactérias. No homem, as células musculares também podem realizar o processo fermentativo.
- A fermentação apresenta um rendimento em ATP maior em relação à respiração aeróbica, em que a molécula de glicose é totalmente quebrada e oxidada, até se transformar em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.

Marque a alternativa correta.

- Apenas a afirmação I está correta.
- Apenas a afirmação II está correta.
- Apenas a afirmação III está correta.
- Apenas as afirmações I e II estão corretas.
- Apenas as afirmações II e III estão corretas.



**02. (Pucrj)** A respiração celular aeróbia e a fermentação são importantes vias metabólicas que produzem ATP (adenosina trifosfato). Em relação a esse tema, considere as afirmativas a seguir:

- I. Somente a respiração celular aeróbia oxida glicose.
- II. NADH é oxidado pela cadeia transportadora de elétrons somente na respiração celular aeróbia.
- III. Somente a fermentação é um exemplo de via catabólica.

É correto o que se afirma em::

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



**03. (Ufrgs)** As dores que acompanham a fadiga muscular têm como causa:

- a) a utilização de lipídeos como fonte de energia.
- b) o acúmulo de oxigênio produzido pela respiração.
- c) a perda da capacidade de relaxamento do músculo.
- d) o acúmulo de ácido lático resultante da anaerobiose.
- e) a utilização do gás carbônico resultante da fermentação.



**04. (Acafe)** Sobre o processo de obtenção de energia pelos seres vivos é correto afirmar, exceto:

- a) A respiração anaeróbica é o processo de extração de energia de compostos orgânicos sem a utilização do O<sub>2</sub> como acceptor final de elétrons.
- b) A respiração aeróbica compreende três fases, que ocorrem no interior das mitocôndrias: glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória.
- c) A quebra da glicose através da fermentação produz 2ATPs como saldo energético.
- d) Ao contrário da fermentação alcoólica, a fermentação láctica não produz CO<sub>2</sub>.



**05. (G1 - ifpe)** Nos organismos vivos, a degradação do ATP em ADP + P libera a energia necessária ao trabalho celular. A produção de ATP exige energia, que geralmente é proveniente da degradação da glicose em processos complexos como a respiração celular. Sobre esses fenômenos biológicos, foram feitas as seguintes proposições:

I. Nos organismos de respiração aeróbica, a degradação da glicose libera mais energia para a produção de ATP do que naqueles de respiração anaeróbica, ou que o faz por fermentação. Isso se explica pelo fato de no primeiro caso, a glicose ser totalmente degradada a dióxido de carbono e água.

II. As reações químicas que levam à produção de ATP a partir de ADP + P na respiração celular necessitam da ação de proteínas com poder catalítico.

III. Os organismos autótrofos utilizam apenas a energia luminosa para a produção de ATP a partir de ADP + P.

IV. Somente os organismos heterótrofos é que se utilizam da energia liberada da conversão de ATP em ADP + P para a realização do trabalho celular.

V. O pouco aproveitamento energético na fermentação ou na respiração anaeróbica para a produção de ATP se deve ao fato de, nesses casos, resultarem moléculas ainda muito energéticas após a degradação da glicose.

Estão corretas, apenas::

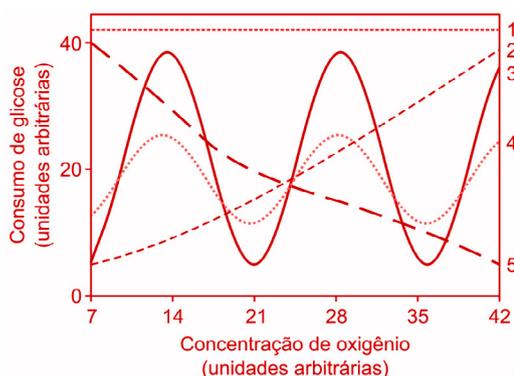
- a) I, II e V.
- b) I, II e IV.
- c) II, III e V.
- d) II, III e IV.
- e) I, II e III.



## ATIVIDADES ENEM



**06. (MODELO ENEM)** Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP:



Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual de concentração de oxigênio?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



07. (MODELO ENEM) (Unesp) A figura apresenta a tampa de um vidro de molho em conserva, na qual há a seguinte advertência:



Compre somente se a área azul estiver abaixada.

Sobre a inscrição da tampa, um estudante de biologia levantou duas hipóteses:

1ª) se o produto estiver contaminado, os micro-organismos irão proliferar-se utilizando os glicídios do molho para a obtenção de energia.

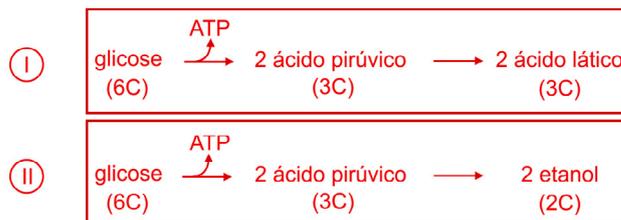
2ª) o metabolismo dos micro-organismos promoverá a liberação de CO<sub>2</sub>, que aumentará a pressão no interior do recipiente, estufando a tampa.

Com relação às hipóteses levantadas, pode-se inferir que

- ambas as hipóteses estão corretas, mas o contido na 2ª não é consequência do que se afirma na 1ª.
- ambas as hipóteses estão corretas, e o contido na 2ª é consequência do que se afirma na 1ª.
- ambas as hipóteses estão erradas, pois a área azul abaixada é indicativa de que há vácuo no interior da embalagem, o que garante que, na ausência de ar, o produto não se deteriore.
- a 1ª hipótese está correta e a 2ª está errada, pois durante a fermentação não se produz CO<sub>2</sub>.
- a 2ª hipótese está correta e 1ª está errada, pois as bactérias obtêm energia dos lipídios do molho, mas não dos glicídios.



08. (MODELO ENEM) Considere os esquemas simplificados de duas vias metabólicas indicados por I e II:



A partir dos esquemas pode-se inferir que o item

- I é apresentado exclusivamente por certas bactérias e II exclusivamente por certos fungos, pois estes organismos são todos anaeróbicos.
- I e II são apresentados exclusivamente por procariontes, pois estes organismos são todos anaeróbicos.
- em I e II há liberação de gás carbônico e os dois processos apresentam o mesmo rendimento energético.
- I é apresentado por células do tecido muscular esquelético humano quando o nível de oxigênio é insatisfatório para manter a produção de ATP necessária.
- I é um processo utilizado na fabricação de pães e II, um processo utilizado na indústria alimentícia para a produção de alimentos como iogurtes e queijos.



09. (MODELO ENEM) O metabolismo celular fermentativo é um processo de degradação de moléculas orgânicas com liberação de energia usada para formar ATP.

A fermentação láctica, um dos processos fermentativos:

- é resultado do anabolismo de carboidratos, cuja regeneração do NAD gera um produto final oxidado.
- produz quatro moléculas de ácido láctico e gás carbônico por molécula de glicose.
- quando realizada por bactérias no leite, provoca a coagulação de proteínas.
- na presença de oxigênio, produz saldo energético superior à respiração aeróbica.
- gera 4 ATPs de saldo energético a partir da degradação do ácido pirúvico.



10. (MODELO ENEM) Leia o texto a seguir.

[...] as pessoas sedentárias engajadas em aumentar o nível de atividade física devem começar de forma devagar e gradual para dar ao corpo tempo de se adaptar. A orientação contida no texto é importante, pois nas pessoas sedentárias, durante a prática de exercícios físicos muito intensos, sem o devido condicionamento corporal, o oxigênio inspirado pode não ser suficiente para permitir a queima da glicose nas células musculares. Nessas condições, essas células realizam, de modo alternativo, atividade anaeróbica. Embora tenha a vantagem de disponibilizar rapidamente energia (ATP), uma das consequências dessa atividade é a fadiga muscular causada pela produção e pelo acúmulo, nas células musculares, de:

- a) ácido láctico.
- b) ácido pirúvico.
- c) dióxido de carbono.
- d) glicose 1,6-bifosfato.
- e) monóxido de carbono.



GABARITOS

QUESTÃO 01: Gabarito: [B]

**Comentário:** O processo de fermentação ocorre no citoplasma, mas a respiração ocorre parte no citoplasma e parte nas mitocôndrias. A fermentação produz menos ATP em relação à respiração aeróbica e pode resultar da atividade de alguns microorganismos e células musculares de seres humanos.

QUESTÃO 02: Gabarito: [B]

**Comentário:**

[I] Falsa. A glicose é um monossacarídeo que pode ser oxidado durante a respiração celular anaeróbica.

[II] Falsa. A respiração celular aeróbica é um exemplo de via catabólica, porque converte monossacarídeos em compostos simples como CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.

QUESTÃO 03: Gabarito: [D]

**Comentário:** Durante a fadiga muscular, os músculos esqueléticos perdem a capacidade de contração. Ocorre fornecimento insuficiente de oxigênio para a respiração aeróbica. As células realizam a fermentação láctica, produzindo ácido láctico, que é tóxico e provoca dores intensas..

Questão 04: Gabarito: [B]

**Comentário:** A glicólise é um processo que ocorre no hialoplasma da célula, enquanto os processos denominados ciclo de Krebs e cadeia respiratória são realizados no interior da mitocôndria.

Questão 05: Gabarito: [A]

**Comentário:** Os organismos quimioautotróficos utilizam energia química para a produção de ATP a partir de ADP + P. Todos os organismos vivos utilizam a energia liberada pela hidrólise do ATP para a realização do trabalho celular.

Questão 06: Gabarito: [E]

**Comentário:** Curva 5. Em anaerobiose o consumo de glicose é alto, porque o rendimento energético é de 2 ATP. Em aerobiose, com o aumento da concentração do oxigênio disponível para a respiração aeróbica, o consumo de glicose é menor, porque o rendimento energético aumenta (38 ATP).

Questão 07: Gabarito: [B]

**Comentário:** As duas hipóteses estão corretas, porque os microorganismos que proliferam no alimento utilizam glicídios como fonte de energia e produzem CO<sub>2</sub> durante a respiração celular. O CO<sub>2</sub> liberado aumenta a pressão no interior do recipiente causando o estufamento da tampa.

Questão 08: Gabarito: [D]

**Comentário:** A via metabólica I ocorre em músculos esqueléticos submetidos ao esforço. Na ausência de oxigênio disponível, os miócitos esqueléticos produzem ATP a partir da respiração anaeróbica láctica. A produção de pães utiliza leveduras que realizam a respiração anaeróbica etílica. O CO<sub>2</sub> liberado no processo estufa a massa do pão. O etanol é utilizado na produção de bebidas alcoólicas.

Questão 09: Gabarito:[C]

**Comentário:** A fermentação láctica realizada por lactobacilos produz o ácido láctico a partir da glicose presente no leite. A redução do pH provoca a precipitação das proteínas do leite, produzindo o coalho, matéria prima utilizada na produção de laticínios.

Questão 10: Gabarito: [A]

**Comentário:** Quando a disponibilidade de gás oxigênio para a célula muscular é baixa a obtenção de energia se dá por meio da fermentação láctica, o produto deste metabolismo é o ácido láctico, que causa fadiga muscular.



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,