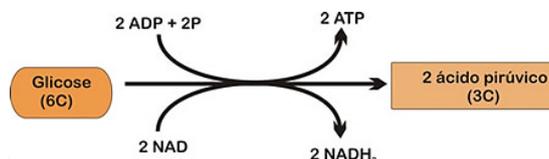


## FERMENTAÇÃO

### DEFINIÇÃO

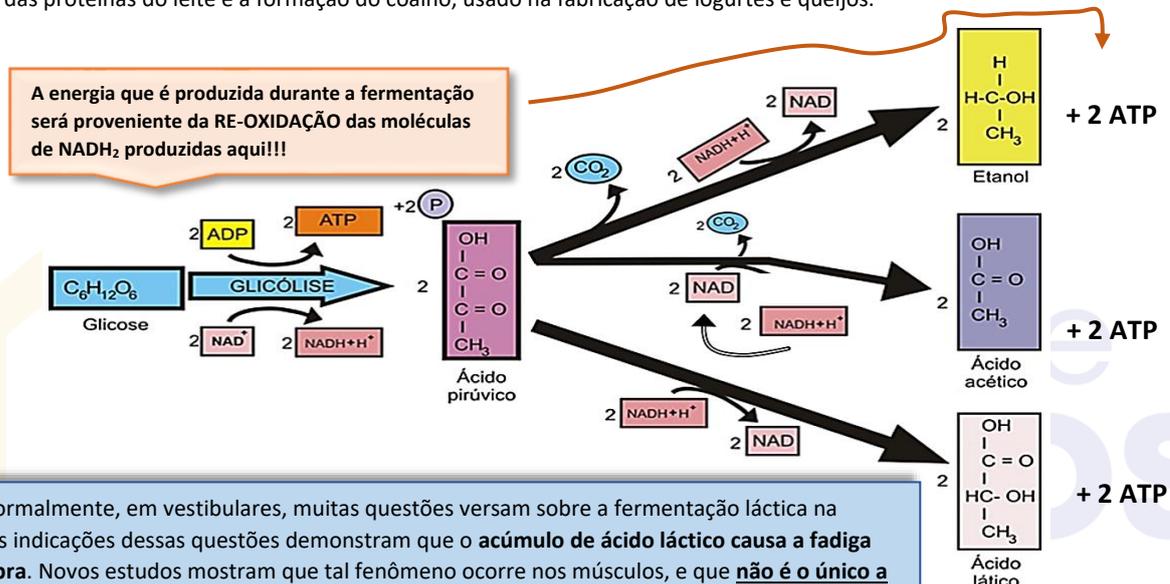
É um processo de liberação de energia que ocorre sem a participação do oxigênio (**processo anaeróbio**). A fermentação compreende um conjunto de reações enzimaticamente controladas, através das quais uma molécula orgânica é degradada em compostos mais simples, liberando energia. A **glicose** é uma das substâncias mais empregadas pelos microrganismos como ponto de partida na fermentação. É importante perceber que as reações químicas da fermentação são equivalentes às da glicólise. A desmontagem da glicose é parcial, são produzidos resíduos de tamanho molecular maior que os produzidos na respiração e o rendimento em ATP é pequeno. Na glicólise, cada molécula de glicose é desdobrada em duas moléculas de piruvato (ácido pirúvico), com liberação de hidrogênio e energia, por meio de várias reações químicas. O hidrogênio combina-se com moléculas transportadores de hidrogênio (NAD), formando  $\text{NADH} + \text{H}^+$ , ou seja  $\text{NADH}_2$ .



### DIVISÃO (TIPOS)

Normalmente, em vestibulares, os variados tipos de fermentação são divididos de acordo com os tipos de seus subprodutos, além dos microrganismos que as realizam.

- 1) Fermentação alcoólica:** as leveduras e algumas bactérias fermentam açúcares, produzindo álcool etílico e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Na fermentação alcoólica, as duas moléculas de ácido pirúvico produzidas são convertidas em álcool etílico (também chamado de etanol), com a liberação **de duas moléculas de  $\text{CO}_2$**  e a formação de duas moléculas de ATP. Esse tipo de fermentação é realizado por diversos microrganismos, destacando-se os chamados "fungos de cerveja", da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. O homem utiliza os dois produtos dessa fermentação: o álcool etílico empregado há milênios na fabricação de bebidas alcoólicas (vinhos, cervejas, cachaças etc.), e o gás carbônico importante na fabricação do pão, um dos mais tradicionais alimentos da humanidade. Mais recentemente tem-se utilizado esses fungos para a produção industrial de álcool combustível.
- 2) Fermentação acética:** as acetobactérias fazem fermentação acética, em que o produto final é o ácido acético. Elas provocam o azedamento do vinho e dos sucos de frutas, sendo responsáveis pela produção de vinagres.
- 3) Fermentação láctica:** 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. 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.



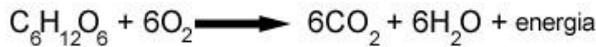
**Observação:** normalmente, em vestibulares, muitas questões versam sobre a fermentação láctica na musculatura. As indicações dessas questões demonstram que o **acúmulo de ácido láctico causa a fadiga muscular = câibra**. Novos estudos mostram que tal fenômeno ocorre nos músculos, e que **não é o único a causar a fadiga**. Isso se deve ao processo da **gliconeogênese hepática**. Os hepatócitos encarregam-se de converter as moléculas de ácido láctico, que estejam em excesso, em glicose.

Logo, em pouquíssimos casos, onde pacientes possuem deficiências hepáticas, é que esse ciclo torna-se comprometido, levando o indivíduo a ter acúmulo desse ácido, com posterior fadiga muscular

## RESPIRAÇÃO AERÓBIA

### DEFINIÇÃO

Processo exergônico onde moléculas orgânicas, (glicose principalmente) são oxidadas por moléculas de  $O_2$  tendo como sub-produtos energia (ATP), moléculas de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e moléculas de água ( $H_2O$ ).



### DIVISÃO (fases)

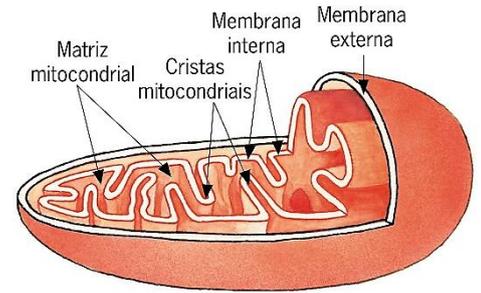
• **1ª FASE – GLICÓLISE:** ocorre no citoplasma das células, e não no interior das mitocôndrias. Nessa fase anaeróbia a glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ) é quebrada em duas moléculas de ácido pirúvico (piruvato) havendo formação de energia (ATP), e coenzimas ( $NADH_2$ ).

• **2ª FASE – CICLO DE KREBS ou CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO:** ocorre na matriz mitocondrial.

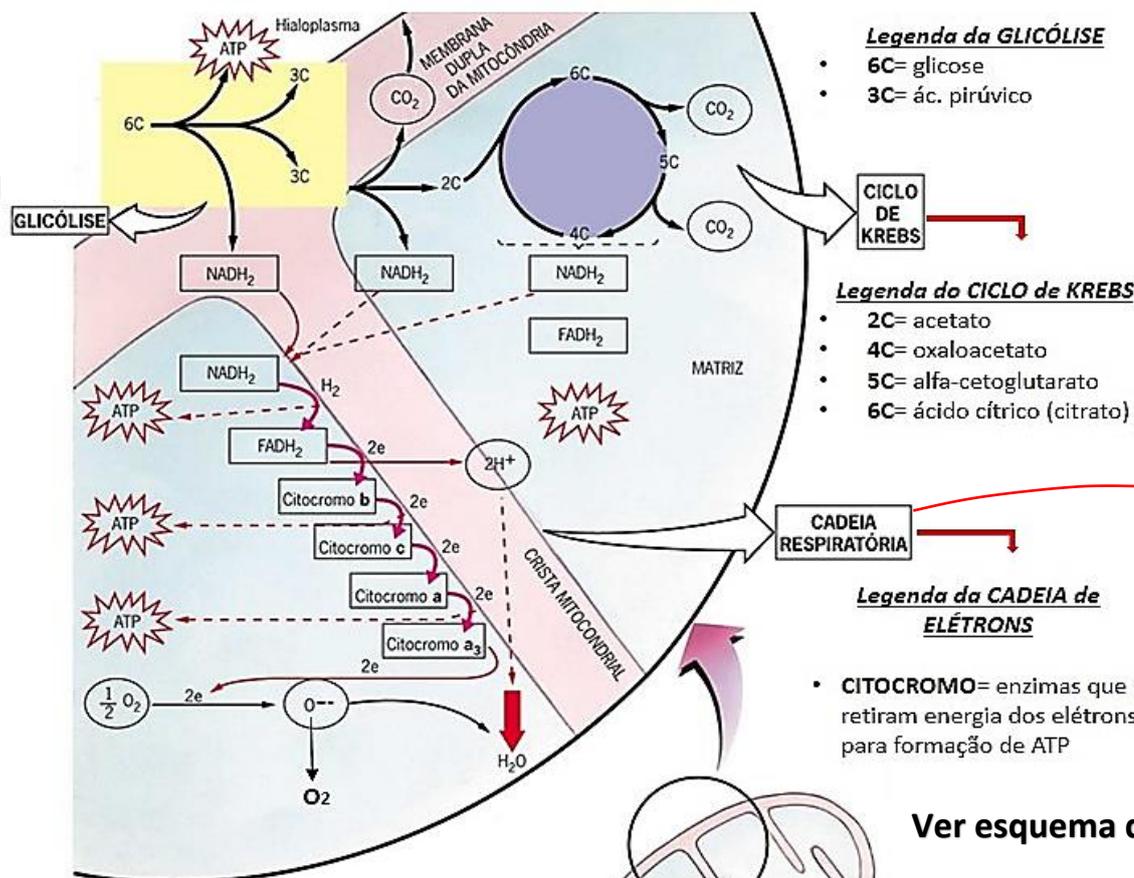
Nessa fase aeróbia, as moléculas de ácido pirúvico provenientes da glicólise, adentram a mitocôndria. Na matriz mitocondrial vão passar por sucessivas oxidações (desidrogenações), havendo formação de energia (ATP), e algumas moléculas de coenzimas ( $NADH_2$  e  $FADH_2$ ), além da liberação das algumas moléculas de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

• **3ª FASE – CADEIA TRANSPORTADORA DE ELÉTRONS:** ocorre nas cristas mitocondriais.

Nessa última fase também aeróbia, todas as coenzimas ( $NADH_2$  e  $FADH_2$ ) provenientes da 1ª e da 2ª fase lançarão os elétrons que carregam, nas cristas mitocondriais. Os átomos de hidrogênio carregados vão passar por vários **citocromos** (enzimas encarregadas de retirar energia dos elétrons, para formar ATP). Ao final da fase, os elétrons já descarregados unem-se a moléculas de  $O_2$  (último receptor de elétrons) para formar moléculas de água.



### Esquema das fases da respiração intracelular



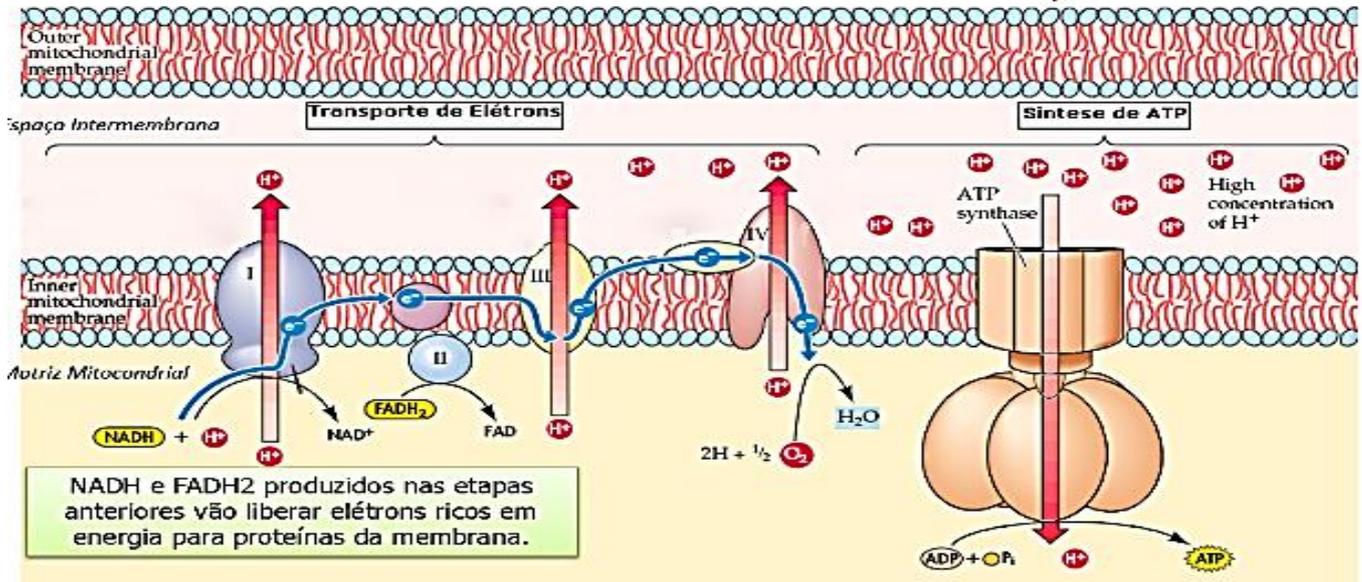
#### Saldo energético

- GLICÓLISE = 2 ATP
- CICLO DE KREBS = 2 ATP
- CADEIA RESPIRATÓRIA = 26 ATP

Ver esquema da próxima página

## Cadeia Respiratória – 3ª Etapa da Respiração

Local: Crista Mitocondrial



## BIOENERGÉTICA FOTOSSÍNTESE

**Definição:** produção de compostos orgânicos (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) através de moléculas inorgânicas (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O), onde o catalisador é a luz (fonte luminosa).



### Quem faz?

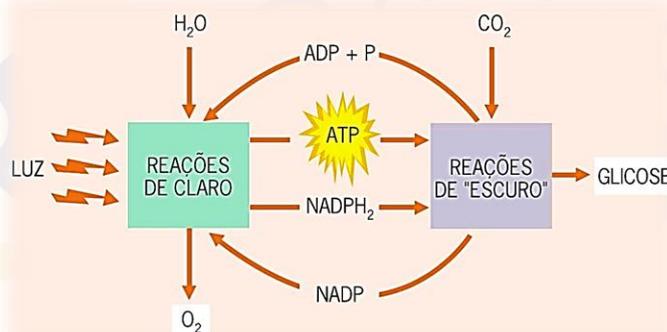
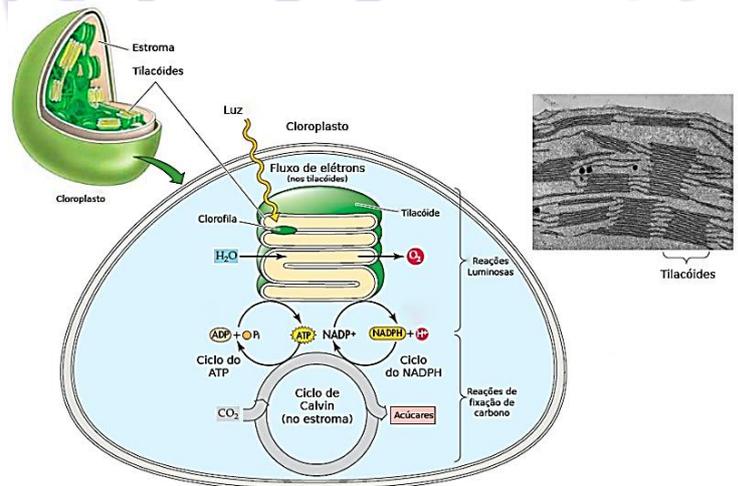
- Vegetais
- Algas (maioria)
- Algumas Bactérias (reações bioquímicas diferentes)
- Molusco *Elysia chlorotica (lesma alface)* (heterótrofo)

### Divisão (fases)

➤ **1ª fase: fase fotoquímica ou fase de Hill ou fase de luz**

As reações bioquímicas que ocorrem nessa fase necessitam dos fótons luminosos para que possam ocorrer. Por isso é que todas as suas sub-reações possuem o prefixo *foto* (luz). Vale ressaltar que ela ocorre pela manhã, e a tarde, momentos em que há incidência luminosa natural capaz de realizar as sub-reações. Essa fase ocorre nas membranas dos **TILACÓIDES**.

- **Fotofosforilação:** adição de íons fosfato a molécula de ADP, através do catalisador luz. (ADP + Pi = ATP). Algumas oxidações vão ocorrer para que moléculas de ADP recebam fosfato inorgânico, transformando-se em ATP.
- **Fotólise da água:** quebra das moléculas de água através da luz. (H<sub>2</sub>O → 2 H<sup>+</sup> + 1/2 O<sub>2</sub> + 2 e<sup>-</sup>) → **As moléculas de O<sub>2</sub> liberadas na fotossíntese são provenientes das moléculas de água. Lembrem muito de tal detalhe!**



### Objetivos da 1ª fase

Produção de moléculas de ATP e NADPH<sub>2</sub> para que estas sejam utilizadas na produção de compostos orgânicos na segunda fase.

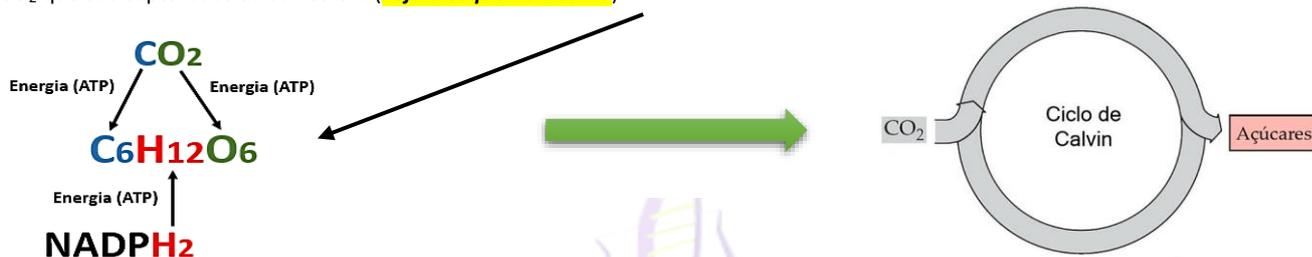
### ➤ 2ª fase: fase escura ou fase química ou Ciclo de Calvin-Benson ou fase enzimática

Nessa fase as moléculas produzidas na fase anterior (NADPH<sub>2</sub> e ATP) serão utilizadas para produzir os compostos orgânicos (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>).

- **Absorção e fixação das moléculas de CO<sub>2</sub>:** as moléculas de CO<sub>2</sub> são absorvidas diretamente da atmosfera para que sejam utilizadas para produção de compostos orgânicos.
- **Produção dos compostos orgânicos:** sucessivas reações de oxidação ocorrem para que haja a produção dos componentes orgânicos, a partir das moléculas de CO<sub>2</sub>, ATP e NADPH<sub>2</sub>.

### Detalhes importantes dessa fase

- Essa fase ocorre no **ESTROMA** dos cloroplastos
- Ser chamada de fase escura é um conceito errôneo, pois ela também ocorre na presença de luz (simultaneamente a primeira fase).
- O real objetivo dessa fase é a **produção dos compostos orgânicos**, a partir dos produtos da primeira fase (NADPH<sub>2</sub> e ATP), junto às moléculas de CO<sub>2</sub> que são capturadas da atmosfera (**veja o esquema abaixo**).

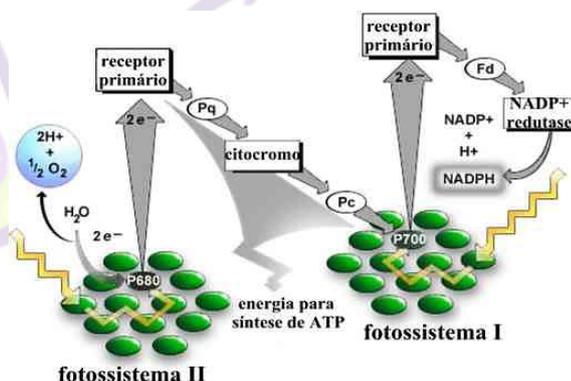


### Explicações viáveis para provas mais técnicas – FACISA, FCM, FITS, UNIT, NASSAU...

#### Fotossistemas

Moléculas de clorofila, aceptores de elétrons, pigmentos acessórios e enzimas que participam da fotossíntese encontram-se organizadas nas membranas dos cloroplastos, formando unidades funcionais chamadas fotossistemas. Há dois tipos de fotossistemas, denominados I e II, que diferem quanto à capacidade de absorver a luz e quanto a posição que ocupam nas membranas dos cloroplastos.

O fotossistema I (PS I) absorve luz de comprimento de onda correspondente à 700 nm sendo, por isso, chamado **P700**. Já o fotossistema II (PS II) absorve principalmente luz de comprimento de onda 680 nm, sendo chamado de **P680**. O fotossistema I encontra-se localizado preferencialmente, nas membranas intergrana, em contato direto com o estroma. Já o fotossistema II se localiza nas membranas dos tilacoides.



#### FASE CLARA ou FOTOQUÍMICA ou FASE LUMINOSA ou FASE de HILL

- Sob a ação da luz, a água “quebra-se” liberando O<sub>2</sub>. O NADP recebe os átomos de hidrogênio da água e reduz-se a NADPH<sub>2</sub>. Esta fase é chamada fotólise da água.
- A molécula de ADP + P sob a ação da luz, transforma-se em ATP. Esta fase é dita fotofosforilação.

#### FOTOFOSFORILAÇÃO CÍCLICA (apenas o fotossistema – I)

Tem início quando a **clorofila a do PS-I**, absorve energia luminosa, liberando um elétron que ficou ativo, isto é, teve seu nível energético aumentado. Esse elétron é recolhido pelo **cofator FERRIDOXINA (Fd)**, que é um transportador de elétrons. A ferridoxina transfere o elétron à uma cadeia de proteínas especiais, chamadas **CITOCROMOS**. A medida que os elétrons passam pela cadeia de citocromos, vai desprendendo energia, voltando ao seu potencial energético normal. Nessa circunstância, ele volta a molécula da **clorofila a**. Por isso, o processo é chamado **cíclico**. Esse mecanismo é então considerado auto-suficiente, porque não necessita de uma fonte externa de elétrons. A energia que foi desprendida pelo elétron é aproveitado pelo ADP, que, com essa energia, pode associar-se à um radical fosfato, transformando-se em **ATP**. Ou seja, **nessa fotofosforilação só há produção de ATP**.

#### FOTOFOSFORILAÇÃO ACÍCLICA (inicia pelo fotossistema – II, e finaliza no fotossistema – I)

A fotofosforilação significa a adição de fosfato, em presença de luz. A substância que sofre fosforilação, na fotossíntese, é o ADP, sendo formado o ATP. Nos cloroplastos de plantas, as moléculas de clorofila - **clorofila a** e **clorofila b do PS-II** - ao receber energia luminosa, ficam oxidadas, ou seja, perdem elétrons. Isto ocorre, porque a energia luminosa excita os elétrons, vão para sub-níveis de energia mais externos. Com a descarga de fótons da luz, um elétron da **clorofila b** fica com seu nível energético aumentado. Assim, excitado, o elétron vai para molécula da clorofila e é recolhido pela **PLASTOQUINONA (Pq)**, substância muito parecida com a vitamina K, e que procede como aceptor de elétrons. A plastoquinona imediatamente transfere o elétron a uma cadeia transportadora de elétrons (**C.T.E**), que passa de um aceptor para outro, perdendo gradativamente sua energia, que é utilizada na síntese de ATP. Ao final do processo, os elétrons são captados por uma outra proteína, a **PLASTOCIANINA (Pc)**. Essa última proteína passa seus elétrons para o **fotossistema I (P700)**. Os elétrons “excitados” não voltam a **clorofila b** e, sim, à **clorofila a**, tornando a cadeia acíclica. O elétron recolhido pela **clorofila a** é entregue a uma molécula de **FERRIDOXINA (Fd)** que, finalmente, o passa a uma molécula de **NADP**. Cada molécula de NADP pode receber dois elétrons. Assim ela passa a NADP reduzida (**NADPH<sub>2</sub>**). A **clorofila b**

será restaurada pelos elétrons desprendidos pela **fotólise da água**, proveniente do hidrogênio. Logo, nessa **fotofosforilação** há produção de **ATP e NADPH<sub>2</sub>**.

### FOTÓLISE da ÁGUA

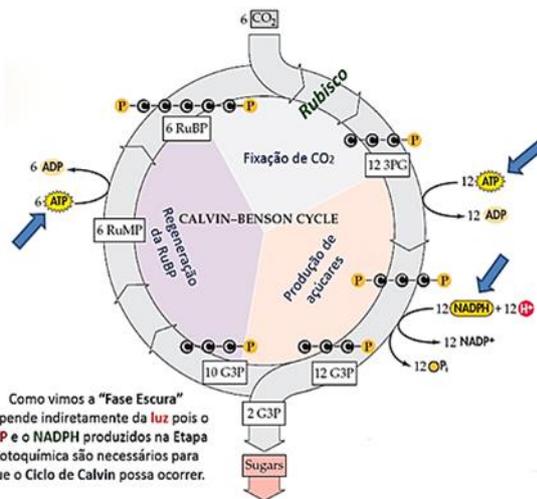
É a quebra da molécula de água sob a ação da luz, havendo **liberação do oxigênio** para a **at** **2ª Fase: fase química ou Ciclo de Calvin – Benson ou fase escura** **transportadores de hidrogênio**. Essa reação foi descrita por Hill, em 1937. Esse autor, no entanto, não sabe-se que a NADH (nicotinamida-adenina dinucleotídeo fosfato) como **ribulose bifosfato** catalisada pela **enzima rubisco** (ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase, **RuBP**) uma das mais abundantes proteínas presentes no reino vegetal.

Forma-se, então, um composto instável de seis carbonos, que logo se quebra em duas moléculas de três carbonos (2 moléculas de **ácido 3-fosfoglicérico ou 3-fosfoglicerato**, conhecidas como **PGA**). Tais moléculas são convertidas a gliceraldeído 3 fosfato ou **PGAL**. O ciclo prossegue até que no final, é produzida uma molécula de **glicose** e é regenerada a molécula de **ribulose bifosfato**.

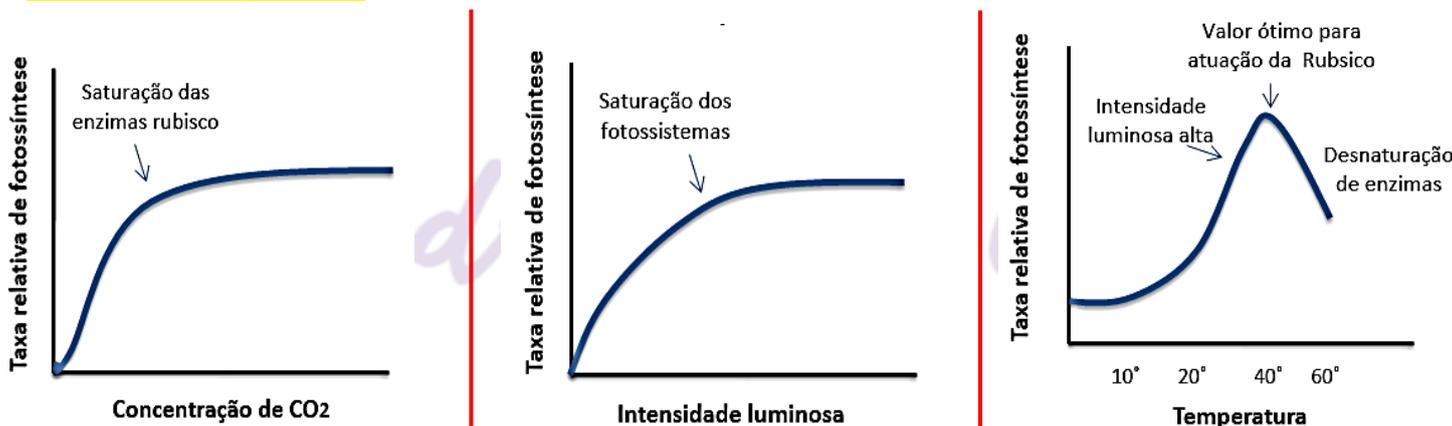
Note, porém, que para o ciclo ter sentido lógico, é preciso admitir a reação de seis moléculas de CO<sub>2</sub> com seis moléculas de ribulose bifosfato, resultando em uma molécula de glicose e a regeneração de outras seis moléculas de ribulose bifosfato.

A redução do CO<sub>2</sub> é feita a partir do fornecimento de hidrogênios pelo **NADPH<sub>2</sub>** e a energia é fornecida pelo **ATP**. Lembre-se que essas duas substâncias foram produzidas **na fase clara**.

As moléculas de PGAL podem ser utilizadas pelas células para gerar outras substâncias que lhes servem de alimento e também para os organismos que as consomem, como os herbívoros. Como exemplo, um processo chamado **GLICONEOGÊNESE** utiliza **dois PGAL** para gerar uma molécula de glicose.



### Fatores limitantes da fotossíntese



### PONTO DE COMPENSAÇÃO FÓTICO ou PONTO DE COMPENSAÇÃO LUMINOSO

No **ponto de compensação fótico (PCF)** ou **ponto de compensação luminoso (PCL)**, os valores das taxas de fotossíntese e da respiração intracelular igualam-se!!

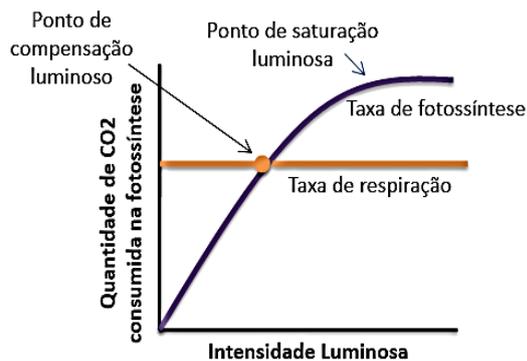
Logo, **no PCF - FOTOSSÍNTESE = RESPIRAÇÃO**. Aqui, os vegetais sobrevivem, mesmo sem muitos compostos orgânicos de reserva.

- Valores de intensidade luminosa **abaixo do PCF** perfazem dizer que a taxa de respiração é maior que a taxa de fotossíntese.

Logo, valores **abaixo do PCF = FOTOSSÍNTESE < RESPIRAÇÃO**. Aqui, os vegetais não vivem bem, pois não terão reservas energéticas para manterem seu metabolismo.

- Valores de intensidade luminosa **acima do PCF** perfazem dizer que a taxa de respiração é menor que a taxa de fotossíntese.

Logo, valores de intensidade luminosa **acima do PCF = FOTOSSÍNTESE > RESPIRAÇÃO**. Aqui, os vegetais sobrevivem muito bem, pois terão reserva energética necessária para seu metabolismo.



A partir desse conhecimento, sobre intensidade luminosa influenciando a fotossíntese dos vegetais, podemos dividi-los em dois grandes grupos:

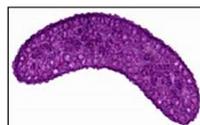
- Vegetais UMBRÓFILOS:** possuem **baixo PCF**, logo, **não** precisam de alta intensidade luminosa para ultrapassarem seu PCF. Geralmente arbustos, e vegetais de médio porte.
- Vegetais HELIÓFILOS:** possuem **alto PCF**, logo, precisam de alta intensidade luminosa para ultrapassarem seu PCF. Normalmente vegetais de grande porte.

## FOTOSÍNTESE BACTERIANA

### Bactérias Púrpuras do enxofre = Sulfobactérias

- Realizam um tipo de fotossíntese em que a substância doadora de elétrons não é água, mas sim o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S). Neste processo há produção de enxofre e não gás oxigênio.
- Tais procariontes são anaeróbios restritos, pois as moléculas de O<sub>2</sub> inibem a produção de pigmentos fotossintéticos.

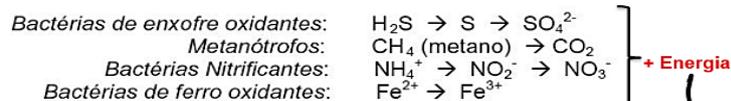
Fonte de Carbono	Fonte de energia	Doador de elétrons
CO <sub>2</sub>	Luz do sol	H <sub>2</sub> S
CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> S + Luz → CH <sub>2</sub> O + 2 S + H <sub>2</sub> O		



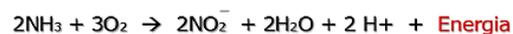
## QUIMIOSSÍNTESE

### Bactérias quimioautotróficas

- Realizam oxidação de compostos inorgânicos como fonte de energia para síntese de substâncias orgânicas, a partir de moléculas de CO<sub>2</sub>.



Nitrosomonas sp.



Nitrobacter sp.



## Metas propostas



### QUESTÃO 01

(Enem PPL 2017) A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

O processo biológico que se assemelha ao descrito é a

- fotossíntese.
- fermentação.
- quimiossíntese.
- hidrólise de ATP.
- respiração celular.



### QUESTÃO 02

(Enem 2ª aplicação 2016) **Companheira viajante**

Suavemente revelada? Bem no interior de nossas células, uma clandestina e estranha alma existe. Silenciosamente, ela trama e aparece cumprindo seus afazeres domésticos cotidianos, descobrindo seu nicho especial em nossa fogosa cozinha metabólica, mantendo entropia em apuros, em ciclos variáveis noturnos e diurnos. Contudo, raramente ela nos acende, apesar de sua fofalhinha consumi-la. Sua origem? Microbiana, supomos. Julga-se adaptada às células eucariontes, considerando-se como escrava – uma serve a serviço de nossa verdadeira evolução.

McMURRAY, W. C. The traveler. *Trends in Biochemical Sciences*, 1994 (adaptado).

A organela celular descrita de forma poética no texto é o(a)

- centríolo.
- lisossomo.

- mitocôndria.
- complexo golgiense.
- retículo endoplasmático liso.



### QUESTÃO 03

(Enem PPL 2016) Um pesquisador preparou um fragmento do caule de uma flor de margarida para que pudesse ser observado em microscopia óptica. Também preparou um fragmento de pele de rato com a mesma finalidade. Infelizmente, após algum descuido, as amostras foram misturadas.

Que estruturas celulares permitiriam a separação das amostras, se reconhecidas?

- Ribossomos e mitocôndrias, ausentes nas células animais.
- Centríolos e lisossomos, organelas muito numerosas nas plantas.
- Envoltório nuclear e nucléolo, característicos das células eucarióticas.
- Lisossomos e peroxissomos, organelas exclusivas de células vegetais.
- Parede celular e cloroplastos, estruturas características de células vegetais.



### QUESTÃO 04

(Enem 2ª aplicação 2016) Em uma aula de biologia sobre formação vegetal brasileira, a professora destacou que, em uma região, a flora convive com condições ambientais curiosas. As características dessas plantas não estão relacionadas com a falta de água, mas com as condições do solo, que é pobre em sais minerais, ácido e rico em alumínio. Além disso, essas plantas possuem adaptações ao fogo.

As características adaptativas das plantas que correspondem à região destacada pela professora são:

- Raízes escoras e respiratórias.
- Raízes tabulares e folhas largas.
- Casca grossa e galhos retorcidos.
- Raízes aéreas e perpendiculares ao solo.
- Folhas reduzidas ou modificadas em espinhos.



## QUESTÃO 05

(Enem PPL 2013) Mitocôndrias são organelas citoplasmáticas em que ocorrem etapas do processo de respiração celular. Nesse processo, moléculas orgânicas são transformadas e, juntamente com o  $O_2$ , são produzidos  $CO_2$  e  $H_2O$ , liberando energia, que é armazenada na célula na forma de ATP.

Na espécie humana, o gameta masculino (espermatozoide) apresenta, em sua peça intermediária, um conjunto de mitocôndrias, cuja função é

- facilitar a ruptura da membrana do ovócito.
- acelerar sua maturação durante a espermatogênese.
- localizar a tuba uterina para fecundação do gameta feminino.
- aumentar a produção de hormônios sexuais masculinos.
- fornecer energia para sua locomoção.



## QUESTÃO 06

(Enem 2ª aplicação 2010) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico ( $CO_2$ ) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano ( $CH_4$ ), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.



## QUESTÃO 07

(Unit 2012.1) O holocausto do oxigênio foi uma crise de poluição mundial que ocorreu por volta de 2 bilhões de anos atrás. Antes dessa época, praticamente não havia oxigênio na atmosfera terrestre. A biosfera original da Terra tão diferente da atual como a de um planeta estranho. Mas micróbios ávidos por hidrogênio descobriram a maior fonte desse elemento, a água, e o seu uso produziu um resíduo altamente tóxico, o oxigênio. (MARGULIS & SAGAN, 2002. p. 84).

O processo metabólico que foi responsável pela liberação do oxigênio e, conseqüentemente, pela crise de proporção planetária que eliminou boa parte dos organismos existentes, à época, foi a

- fotossíntese aeróbica
- fermentação alcoólica.
- respiração aeróbica.
- fermentação láctica.
- fotossíntese anaeróbica.



## QUESTÃO 08

(Unit 2012.1) A nutrição é um processo biológico — inerente à vida — que permite fornecer os nutrientes necessários para a manutenção das funções vitais de um organismo. A boa nutrição depende de uma dieta regular e equilibrada — ou seja, é preciso fornecer às células do

corpo não só a quantidade, como também a variedade adequada de substâncias importantes para seu bom funcionamento.

Com base nos processos biológicos de obtenção de energia e nos tipos de nutrição existentes nos seres vivos, pode-se afirmar que a

- nutrição heterótrofa utiliza a fermentação como processo de obtenção de energia através da produção de moléculas orgânicas.
- nutrição autótrofa permite ao organismo produzir os nutrientes orgânicos, através da energia obtida do meio, necessitando retirar do ambiente apenas os nutrientes inorgânicos.
- quimiossíntese favorece a obtenção do componente inorgânico a partir da transformação de energia luminosa em energia química.
- respiração aeróbica utiliza o componente inorgânico como reagente no processo de produção de moléculas de ATP.
- nutrição autótrofa torna os organismos independentes do ambiente na manutenção do metabolismo celular.



## QUESTÃO 09

(Unit 2012.2) Ninguém pode correr uma distância muito longa em seu ritmo máximo, nem mesmo um atleta de elite. A corrida de fundo requer habilidades diferentes. Para se cobrirem em vários quilômetros no mais curto tempo possível, o ritmo tem de ser mais lento, pois só com essa condição os músculos podem ser supridos com o oxigênio e o combustível de que precisam sem sofrer um débito de oxigênio. (ASHCROFT, 2001, p. 186).

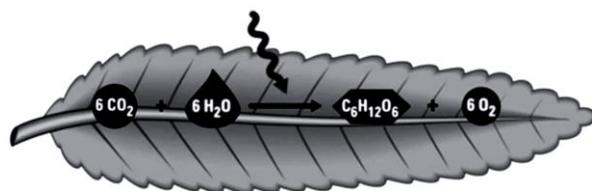
O débito de oxigênio durante a atividade muscular produz conseqüências diretas e imediatas para o metabolismo das células musculares que compreendem a

- interrupção da replicação do DNA devido à inativação do gene precursor da divisão celular.
- oxidação parcial das moléculas de glicose a partir de processos fermentativos de baixo rendimento energético.
- impermeabilização da membrana plasmática às moléculas orgânicas fornecedoras de energia para atividade celular.
- inativação do retículo endoplasmático durante a síntese de proteínas para exportação.
- condensação progressiva do material genético a partir da aproximação das histonas constituintes dos cromossomos.



## QUESTÃO 10

(Unit 2012.2) A equação geral de um importante processo bioenergético está representada na ilustração a seguir.



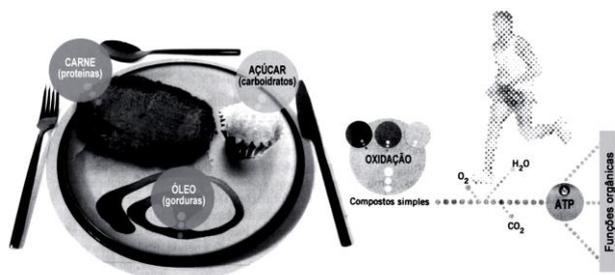
A partir dos conhecimentos atuais a respeito desse tipo de processo de conversão de energia, é correto afirmar:

- A glicose produzida durante a fotossíntese é montada durante a etapa fotoquímica e é dependente da radiação solar.
- A clorofila absorve luz predominantemente na faixa de frequência do azul e do verde.

- C) Os produtos da etapa fotoquímica (ATP, NADH e  $O_2$ ) serão os reagentes obrigatórios na realização da etapa química ou enzimática.  
 D) A oxidação das moléculas de água favorece a redução química das moléculas de gás carbônico até a formação das moléculas de glicose com produção de  $O_2$  como resíduo da reação.  
 E) A glicose é a molécula combustível que, ao ser quebrada na presença de oxigênio, fornece energia na forma de ATP a ser utilizada na manutenção do metabolismo celular.

### QUESTÃO 11

(Unit 2013.1) A vida na Terra depende de um complexo conjunto de processos biológicos que requer energia. [...] Toda atividade biológica



conhecida envolve algum tipo de transformação de energia. Para aproveitar a energia contida nos alimentos, as células 'queimam' as moléculas geradas pela digestão e usam essa energia para produzir adenosina-trifosfato, conforme esquematizado na ilustração. (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2012. p. 32-37).  
 O complexo conjunto de processos biológicos que requer energia depende primariamente do metabolismo bioenergético que inclui

- A) transformação de glicídios em presença de  $CO_2$ , originando moléculas de oxigênio entre os produtos finais.  
 B) a absorção de energia solar na faixa de luz verde, produzindo matéria orgânica na presença de clorofila.  
 C) a quebra de moléculas orgânicas em um processo que utiliza a energia liberada em reações oxidativas de substâncias inorgânicas simples.  
 D) a degradação do amido em glicose pela ação de enzimas com aproveitamento total da energia liberada nessas reações.  
 E) a conversão de energia luminosa em energia química pelos fotoautótrofos em um processo que introduz energia nas redes tróficas.

### QUESTÃO 12

(Unit 2014.1) A evolução dos procariontos para os eucariotos, das bactérias para os protoctistas, foi uma "ruptura da simetria" que catapultou a vida para um nível maior de complexidade e lhe deu potenciais e riscos diferentes. (MARGULIS; SAGAN, 2002, p. 127).

A partir das informações inerentes à evolução metabólica e estrutural da célula ao longo da história evolutiva da vida, é correto afirmar:

- A) O ser multicelular precedeu o padrão eucarionte durante as mudanças estruturais da célula.  
 B) O estabelecimento do padrão eucarionte conferiu às células a possibilidade de expressão das informações genéticas em polissomos livres.  
 C) O advento da respiração celular e da fotossíntese nos seres vivos foi dependente de relações de endossimbiose que deram origem à mitocôndria e ao cloroplasto.  
 D) A multicelularidade favoreceu o estabelecimento da divisão de trabalho no ser vivo, a partir de interações metabólicas das colônias unicelulares de padrão eucarionte.

- E) A diversidade de funções citoplasmáticas presente no padrão procarionte é sustentada pela presença no citoplasma dessas células de um vasto sistema endomembranoso.

### QUESTÃO 13

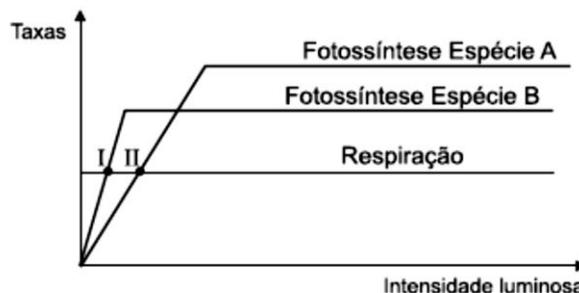
(Unit 2014.1) Uma das maiores reviravoltas na evolução foi a transformação de uma forma de poluição atmosférica, anteriormente fatal — o oxigênio —, num recurso cobiçado. Longe de destruir o planeta, o oxigênio o energizou. (MARGULIS; SAGAN. 2002. p. 119)

A respeito dos processos metabólicos envolvidos com a presença, a transformação e a energização da biosfera pelo oxigênio molecular ( $O_2$ ), é correto afirmar:

- A) A presença do oxigênio molecular, poluidor dos ambientes naturais do passado, induzia os seres vivos a realizarem fermentação como principal processo bioenergético de obtenção de energia.  
 B) O desenvolvimento dos cloroplastos no interior das cianobactérias foi a principal condição para a ocorrência da grande revolução evolutiva que deu origem à linhagem aeróbica do planeta.  
 C) O advento da respiração celular como um processo oxidativo de obtenção de energia química tornou os seres vivos mais eficientes na realização de suas obrigações metabólicas.  
 D) A energização do planeta através da presença do oxigênio se deu pelo potencial energético que essa molécula possui ao ser utilizada na fermentação celular.  
 E) A fotossíntese anaeróbica municiou o ambiente com uma grande descarga de  $O_2$  com fortes repercussões na vida aeróbica do planeta até os dias atuais.

### QUESTÃO 14

(Unit 2014.2) Em vegetais, as taxas de fotossíntese e de respiração podem ser calculadas a partir da quantidade de gás oxigênio produzido ou consumido em um determinado intervalo de tempo. O gráfico mostra as taxas de respiração e de fotossíntese de duas espécies de plantas, quando se varia a intensidade luminosa.



Com base nessa informação e após análise do gráfico, marque V para as afirmativas verdadeiras e F, para as falsas.

- ( ) A espécie B é uma espécie umbrófila.  
 ( ) Se a espécie A for mantida no intervalo de intensidade luminosa após o ponto II, ela poderá crescer.  
 ( ) O oxigênio liberado na fotossíntese provém da transformação do gás carbônico liberado na respiração.  
 ( ) No ponto I, o volume do gás oxigênio produzido pela espécie B na fotossíntese é igual ao volume desse gás consumido na respiração.  
 ( ) Se as duas espécies forem mantidas abaixo dos seus respectivos pontos de compensação fóticos, somente a espécie A sobreviverá.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

- A) V F V F V  
 B) F F V F V  
 C) V F F V V

- D) V V F V F  
E) V V V F F



### QUESTÃO 15

(Unit 2015) Albert Claude, biólogo belga, foi agraciado com o Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1974, pela descoberta de estruturas e funções celulares, dentre elas, a função da respiração celular da mitocôndria. (NOBEL, 2014).

Analise as afirmativas sobre respiração celular, identifique com **V** as que forem verdadeiras e com **F**, as falsas.

- ( ) A respiração consiste em oxidações sucessivas por meio da retirada de átomos de carbono e também da molécula de gás carbônico.  
( ) Em anaerobiose, a geração de ATP será exclusivamente produzida durante o ciclo de Krebs, já que a cadeia respiratória e, conseqüentemente, a glicólise, estarão inativos.  
( ) Durante a glicólise, uma molécula de 6 carbonos é quebrada em duas moléculas de 3 carbonos, produzindo energia sob a forma de ATP.

A alternativa que contém a seqüência correta, de cima para baixo, é a

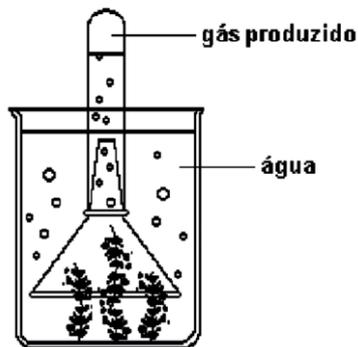
- A) V F F  
B) F V F  
C) V F V  
D) F V V  
E) V V V



### QUESTÃO 16

(Unit Maceió 2016) A figura mostra uma montagem feita com folhas da planta aquática 'Elodea'. O conjunto foi iluminado durante várias horas, observando-se produção de gás.

A respeito do processo e com os seus conhecimentos a respeito das características inerentes aos seres vivos, é correto afirmar:



- A) Atividades metabólicas prescindem da presença da água.  
B) A 'Elodea' é desprovida de uma organização celular eucariótica.  
C) A 'Elodea' representa um grupo de organismos sem potencial reprodutivo.  
D) O gás liberado é produto de uma atividade que ocorre fora de suas células.  
E) O metabolismo endergônico observado na figura impescinde da presença da luz.



### QUESTÃO 17

(Unit Maceió 2016)

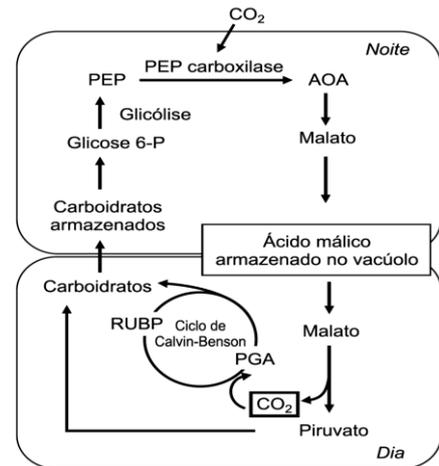
Luz do sol  
Que a folha traga e traduz  
Em verde novo  
Em folha, em graça  
Em vida, em força, em luz...  
Com toda licença poética e observando-se a estrofe da canção Luz do Sol, de Caetano Veloso, é correto afirmar:

- A) A tradução realizada pela folha depende de pigmentos localizados no interior dos tilacoides presentes nos cloroplastos.  
B) A ação metabólica implícita na canção prescinde de ATP para ser realizada, necessitando, portanto, apenas da luz.  
C) A ação metabólica implícita na canção viabiliza a entrada da energia no mundo vivo e potencializa sua manutenção.  
D) O processo bioenergético que a canção presume surgiu depois da origem dos cloroplastos.  
E) Toda luz do sol é igualmente utilizada na tradução realizada pelas folhas.



### QUESTÃO 18

(Unit Sergipe 2016)



“Via simplificada do modelo CAM da fotossíntese. Plantas suculentas de deserto ou habitats sujeitos a secas periódicas apresentam fotossíntese diferenciada das plantas C3 e C4. Elas apresentam o metabolismo ácido crassuláceo, por isso são conhecidas como plantas MAC ou CAM. São caracterizadas por fecharem os estômatos durante o dia, assimilando o CO2 durante a noite (PEPcase; malato/4C). A descarboxilação do malato acumulado no vacúolo durante a noite permite que o CO2 liberado durante o dia seja incorporado ao ciclo de Calvin-Benson (Rubisco), conforme figura. Embora bioquimicamente esses processos de fixação de CO2 sejam iguais ao realizado pelas plantas C4, uma das diferenças mais acentuadas entre ambos é a ocorrência da compartimentação temporal nas plantas CAM”.

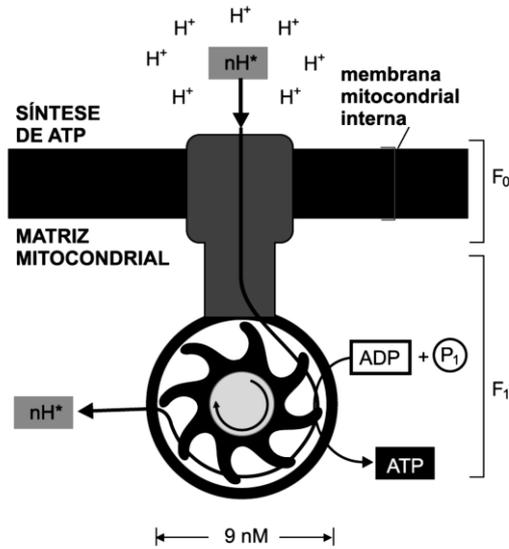
De acordo com o processo esquematizado, pode-se inferir que

- A) o processo favorece a respiração aeróbia durante a noite.  
B) a rubisco é um componente ativo na descarboxilação de compostos orgânicos.  
C) o piruvato participa diretamente na liberação do dióxido de carbono para a atmosfera.  
D) o fechamento dos estômatos durante o dia reflete a queda da concentração do dióxido de carbono na atmosfera.  
E) o malato é precursor da síntese de monossacarídeos capazes de sofrer oxidação e recarregar moléculas energéticas.



## QUESTÃO 19

(Unit Sergipe 2016)



Observando-se o esquema que demonstra a ação da F<sub>0</sub>F<sub>1</sub> ATP sintetase e com base nos conhecimentos sobre o assunto, é correto afirmar:

- O refluxo de H<sup>+</sup> para a matriz mitocondrial demanda de ATP.
- Para que ocorra a sua ação a presença do oxigênio é dispensável.
- A ação dessa proteína é uma consequência do processo que ocorreu por conta do transporte de elétrons.
- A F<sub>0</sub>F<sub>1</sub> ATP sintetase é uma proteína integral sintetizada por polissomos aderidos ao Complexo de Golgi.
- A fosforilação do ATP ocorre por conta de um refluxo de H<sup>+</sup> que ocorreu em direção à matriz mitocondrial.



## QUESTÃO 20

(Unipê 2015.1) Ainda chamadas algumas vezes de plantas, ou “algas verde azuladas”, as cianofíceas não são plantas nem algas. Essas cianobactérias causaram uma devastação no meio ambiente planetário — mais do que qualquer outra forma biológica anterior ou posterior. [...] As cianofíceas evoluíram quando as bactérias fotossintéticas, empregando um sistema singular de clorofila verde, sofreram uma mutação de suas predecessoras roxas para retirar seus átomos de hidrogênio da água. [...] O crescimento vertiginoso das cianobactérias na Terra não foi um fenômeno local. Onde quer que essas bactérias verdes azuladas crescessem, elas incorporavam o “H” da H<sub>2</sub>O em seus corpos minúsculos e liberavam o “O” no ar, como O<sub>2</sub>, o gás oxigênio. Altamente destrutivo para todas as células, ao provocar explosões biológicas em miniatura, o gás oxigênio foi fatal para a maioria das formas de vida primitivas. Até hoje ele é tóxico em concentrações elevadas. (MARGULIS; SAGAN. 2002, p. 115-116).

A respeito da evolução metabólica evidenciada no texto e suas repercussões para a evolução dos seres vivos e manutenção da biosfera, é correto afirmar.

- A presença de um pigmento fotossensível, como a clorofila, tornou prescindível a transferência de elétrons para a geração de energia química durante a síntese de compostos inorgânicos nas bactérias verde azuladas.
- A transformação da atmosfera primitiva da Terra, de oxidante para redutora, possibilitou maior aproveitamento energético dos alimentos pelos organismos anaeróbicos, selecionados pela presença crescente do gás oxigênio na atmosfera.

03) As cianofíceas evoluíram intencionalmente para um padrão metabólico mais rentável quando sofreram a mutação direcionada pelo ambiente para utilizar o hidrogênio proveniente da água na síntese de seus compostos orgânicos.

04) A utilização da água, como doadora de hidrogênio para a construção de glicose pelas bactérias verde azuladas, proporcionou um maior rendimento energético na decomposição aeróbica desse carboidrato pelos até então poucos organismos aeróbicos recém-estabelecidos.

05) A liberação de resíduos tóxicos pelas cianobactérias, como o gás oxigênio, foi um fenômeno global primitivo, substituído posteriormente pela utilização de outras fontes de hidrogênio nos processos de biossíntese de carboidratos, como o metano (CH<sub>4</sub>) e o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S).



## QUESTÃO 21

(Unime 2014.1) O cianeto, substância mortal usada nas câmaras de gás nos campos de concentração nazistas, pode também ser liberado a partir da combustão de materiais usados como isolante acústico, como ocorreu no trágico incêndio em Santa Maria (RS), em janeiro de 2013. Esse gás altamente tóxico age sobre as células, interrompendo etapa crucial do processo de obtenção de energia. (O CIANETO..., 2014).

Com base nas informações do texto e nos conhecimentos sobre a fisiologia da célula, é correto afirmar:

- O cianeto impede a ligação do oxigênio com os glóbulos vermelhos ao nível dos alvéolos pulmonares.
- O envenenamento pelo cianeto causa a interrupção da síntese de ATP, no interior das mitocôndrias, afetando todas as células do corpo.
- O rápido efeito letal do cianeto é efetivado em reações de fosforilação ao nível de substrato que ocorrem no citosol, antes do ciclo de Krebs.
- O gás bloqueia a passagem do O<sub>2</sub> pelas membranas celulares, impedindo a ocorrência do processo respiratório.
- A ação de gases tóxicos nas células dos tecidos do sistema respiratório, se efetiva impedindo o trânsito de moléculas e íons pelas proteínas transmembrana.



## QUESTÃO 22

(Unime 2016.1)



Os cientistas que estudam plantas carnívoras as veem como modelos para explorar algumas questões importantes, incluindo como alguns organismos se adaptam à escassez e à adversidade extrema e como seres sem músculos nem cérebro podem atrair outros que possuem ambos, além de mobilidade. Plantas carnívoras podem dar exemplos práticos. Algumas enzimas nessas espécies permanecem excepcionalmente estáveis em condições de altas temperaturas e acidez que dizimam enzimas na maioria das outras plantas. As 590 ou mais espécies de plantas carnívoras conhecidas são portadoras de clorofila, sendo membros legítimos do reino vegetal. Elas fazem fotossíntese, produzindo açúcares a partir de água, dióxido de carbono e luz solar. No entanto, elas também precisam de nitrogênio,

fósforo e enxofre, que a maioria das espécies absorve da terra. No caso das espécies carnívoras, que vivem em habitat marginais com solo empobrecido, é preciso adquirir seus nutrientes de fontes alternativas. É aí que os animais são úteis. Algumas delas, como as da família Nepenthaceae, captam a água da chuva na base de uma cavidade com cores brilhantes, adicionando um toque de néctar tentador e enzimas digestivas à mistura. Algumas lubrificam as bordas e as laterais da cavidade com cera ou poeira. “Os insetos escorregam e caem no abismo”, disse Thomas Givnish da Universidade de Wisconsin-Madison. Quando ela está com fome, sua armadilha de dois lados, agora preenchidos com um pigmento vermelho atraente, se abre e expõe os pelos sensoriais da planta. Se um inseto pousar e tocar um dos pelos, disse Hedrich, “acaba desencadeando a ação”. Se, nos próximos 30 segundos, o desafortunado visitante tocar outro pelo, zap, as paredes da armadilha se fecham em um décimo de segundo — três vezes mais rápido que o piscar de olhos. (OS CIENTISTAS..., 2015).

As estratégias que as plantas carnívoras ganharam ao longo do processo evolutivo viabilizam

- 01) o processo respiratório com a obtenção de moléculas energéticas.
- 02) a obtenção de compostos orgânicos, já que não apresentam biossíntese dessas plantas.
- 03) a quimiossíntese, já que o processo fotossintético, por essas plantas, é bastante limitado.
- 04) um aumento do metabolismo pelo incremento de macronutrientes sintetizados pelas presas.
- 05) o autotrofismo com a obtenção de alguns elementos essenciais ao metabolismo fotossintético.

## QUESTÃO 23

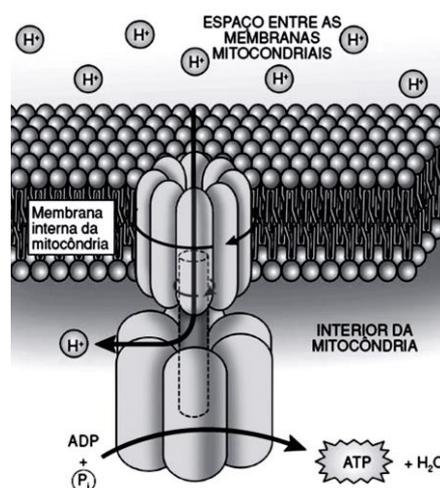
(Unicentro 2010.2) É difícil manter as moléculas de oxigênio livres, apesar de ele ser o terceiro elemento mais abundante do Universo, formado nas fornalhas densas no interior das estrelas. Isso porque o oxigênio é extremamente reagente e pode formar compostos com quase todos os elementos da tabela periódica. Então como a Terra acabou com uma atmosfera composta por praticamente 21% desse gás? A resposta está nos minúsculos organismos conhecidos como cianobactérias ou algas azuis. Esses micro-organismos realizam a fotossíntese utilizando luz solar, água e dióxido de carbono para produzir carboidratos e, também, oxigênio. Na verdade, até hoje, todas as plantas da Terra contêm cianobactérias — conhecidas como cloroplastos — que participam da fotossíntese. (BIELLO, 2009).

Considerando-se as informações do texto e os conhecimentos acerca do processo fotossintético, é correto afirmar, **exceto**:

- A) Os glicídios produzidos através da fotossíntese representam fonte de energia para as atividades metabólicas dos seres autótrofos.
- B) Os cloroplastos, segundo a teoria endossimbiótica, derivaram da simbiose entre um micro-organismo autótrofo capaz de captar energia luminosa e uma célula hospedeira heterotrófica.
- C) A fotossíntese compreende uma série complexa de reações químicas, dentre as quais a fixação do carbono depende diretamente da luz para ocorrer.
- D) O gás oxigênio presente na atmosfera é produzido a partir da decomposição da molécula de água, sob ação direta da luz.
- E) A fotossíntese representa um processo anabólico que permite a conversão de energia luminosa em energia química.

## QUESTÃO 24

(Unicentro 2011.2)



A figura apresentada ilustra

- A) a ação da enzima ATP-sintase a partir da passagem de prótons pelo seu interior, durante a fosforilação oxidativa.
- B) a passagem gradativa de elétrons durante a sua transferência na cadeia transportadora até o seu aceptor final.
- C) o acúmulo de prótons  $H^+$  no espaço intermembrana devido à acidificação por meio da liberação de ácido láctico proveniente da fermentação.
- D) o transporte de elétrons pelo complexo fotossintético de antena, levando à síntese de ATP dirigida pela captação da energia luminosa.
- E) a produção direta de ATP a partir da degradação de acetil coenzima A a ácido oxalacético.

## QUESTÃO 25

(Bahiana 2013.2) A corrida constitui uma importante atividade física com reflexos na saúde do indivíduo. Essa atividade envolve uma complexa coordenação entre vários órgãos e uma demanda energética extra.

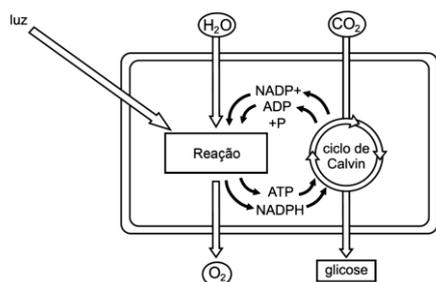
Em relação ao metabolismo energético durante atividade física, é correto afirmar:

- 01) A energia exigida para o exercício físico provém da combustão completa e imediata de carboidratos, como a glicose.
- 02) A fosforilação oxidativa no interior da mitocôndria é o processo que gera a maior quantidade de moléculas para suportar a contração muscular.
- 03) O glicogênio hepático constitui reserva energética suficiente para produzir intenso trabalho no grande período de jejum exigido antes e durante uma corrida de longa duração.
- 04) As reações da glicólise constituem o recurso bioquímico mais rentável para regenerar ATP a partir de ADP e  $P_i$ .
- 05) A glicólise anaeróbica é uma estratégia das células musculares que disponibiliza a maior quantidade de energia para corridas de longa duração.



## QUESTÃO 26

(Uern 2009)



Convertendo energia solar em energia química, potencializada em moléculas orgânicas, a fotossíntese propicia a sustentabilidade da biosfera. A ilustração esquematiza aspectos básicos do processo inter-relacionando as suas etapas.

A análise do diagrama envolve a compreensão de que

- 01) as reações da fase não luminosa propiciam a geração de ATP, que será utilizada na etapa luminosa.
- 02) a fotólise da água, que ocorre durante o Ciclo de Calvin-Benson, possibilita o restabelecimento dos elétrons da clorofila perdidos durante a excitação luminosa.
- 03) a passagem de elétrons pela cadeia transportadora propicia a liberação de prótons para o estroma, levando à síntese direta de ATP.
- 04) a energia derivada da luz solar é potencializada na molécula de NADPH necessária para conversão de  $\text{CO}_2$  em glicose.

### Gabarito – Bioenergética - 2018

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	E	C	E	D	A	B	B	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E	D	C	D	C	E	C	E	C	04
21	22	23	24	25	26				
02	05	C	A	02	04				

### ANOTAÇÕES IMPORTANTES



# Oficina de ESTUDOS