

METABOLISMO ENERGÉTICO

Prof. Kennedy Ramos

UNIDADE 01: Fotossíntese Geral

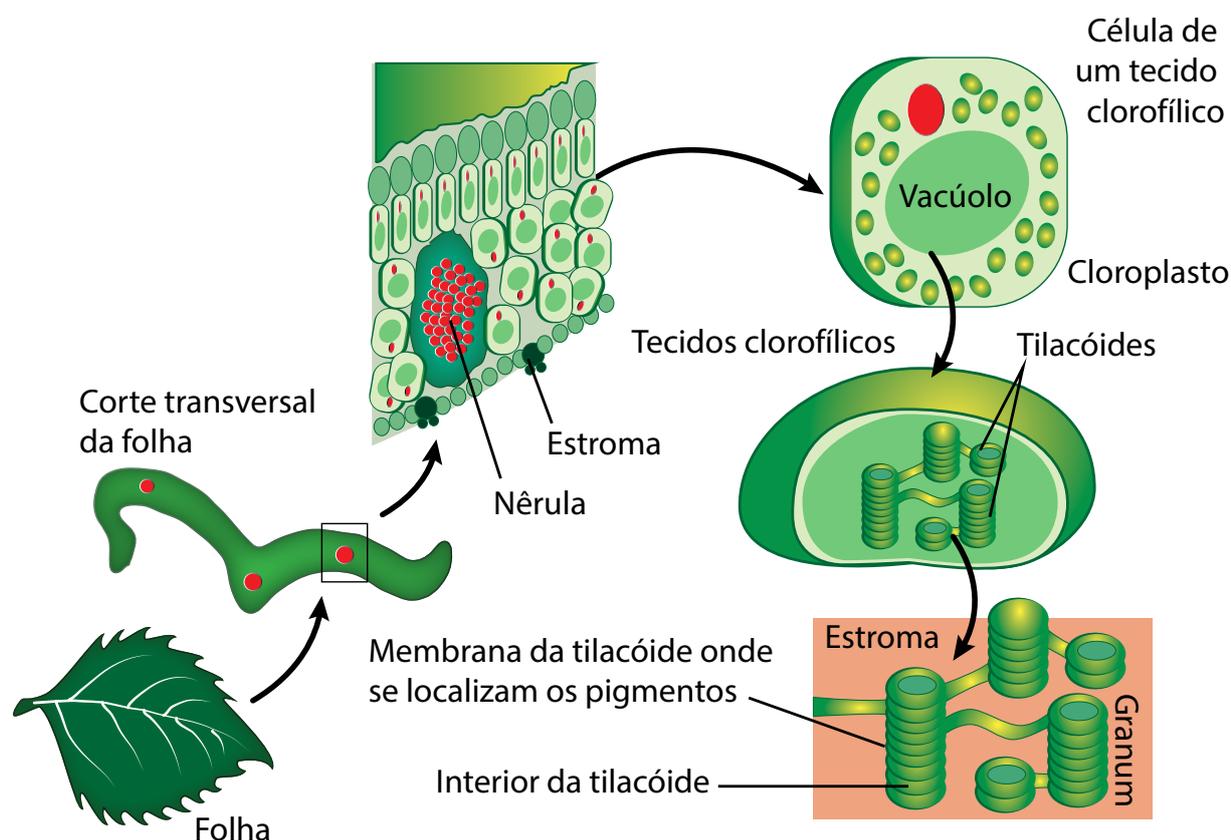
Introdução

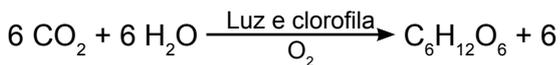
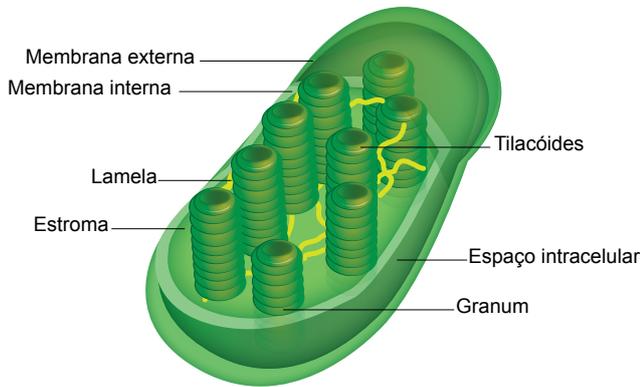
Para a manutenção dos processos vitais, os seres vivos consomem energia. Essa energia é obtida por meio da fotossíntese, realizada pelos seres autotróficos. O conjunto de reações químicas e de transformações de energia que ocorrem dentro da célula, pode ser:

- **ANABOLISMO:** Síntese ou produção de substâncias. As reações de síntese de moléculas necessitam de energia, chamamos de reações endergônicas ou endotérmicas (fotossíntese e quimiossíntese).
- **CATABOLISMO:** Degradação de substâncias. As reações de degradação de moléculas, que liberam energia chamamos de reações exergônicas ou exotérmicas (respiração celular e fermentação).

Fotossíntese Clássica

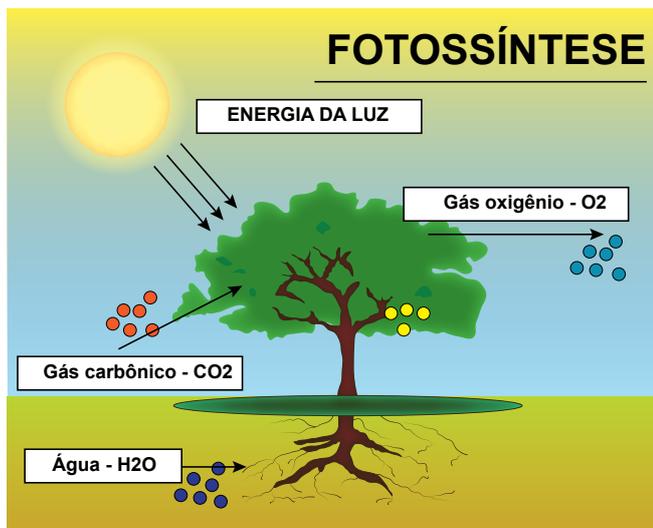
A fotossíntese é a incorporação de energia para a síntese de matéria orgânica (anabolismo). É o principal processo autotrófico, realizado pelos seres clorofilados, representados por plantas, alguns protistas (plânctons) e bactérias fotossintetizantes (cianobactérias).



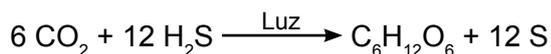


Essa equação deve ser compreendida do seguinte modo: a fonte de energia é a luz solar que é absorvida pelo pigmento clorofila, a fonte de carbono é o gás carbônico (CO₂) e o doador de hidrogênios e elétrons é a água (H₂O), os quais são utilizados para a síntese de matéria orgânica— neste exemplo, a glicose - havendo liberação como resíduo da água o oxigênio (O₂).

Exemplificando, teremos...



Fotossíntese Bacteriana (Fotorredução)



Essa equação deve ser compreendida do seguinte modo: Na fotossíntese bacteriana a fonte de energia é o infravermelho que é absorvido pelo pigmento fotorrodopsina ou bacterioclorofila, a fonte de carbono é o gás carbônico (CO₂) e a fonte doadora de hidrogênios e elétrons é o gás sulfídrico (H₂S), os quais são utilizados para a síntese de matéria orgânica— neste exemplo, a glicose - havendo liberação como resíduo do gás sulfídrico o enxofre (S).

Os organismos que realizam este processo são as sulfobactérias, que vivem em ambientes anaeróbicos, que possuem um tipo especial de clorofila, que é a bacterioclorofila.

As Etapas da Fotossíntese

A fotossíntese ocorre em duas grandes etapas, que envolvem várias reações químicas:

A **primeira** é a fase clara (também chamada de fotoquímica).

A **segunda** é a fase escura (também conhecida como fase Enzimática, Bioquímica, Ciclo das pentoses ou ciclo de calvin-benson).

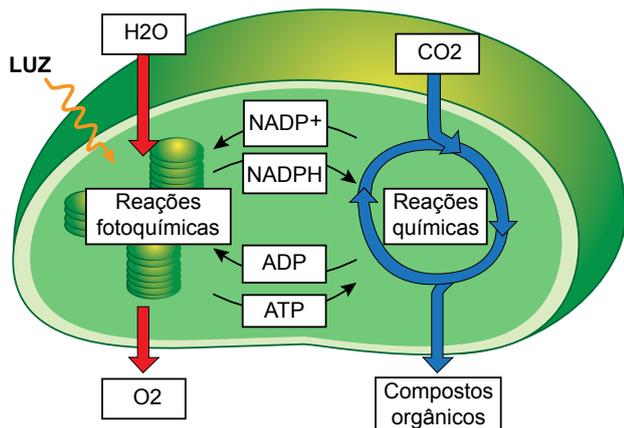
Fase Clara (Fotoquímica)

- Ocorre no tilacóide;
 - Absorção de energia luminosa pela clorofila, por meio do anel de magnésio;
 - Transformação de energia luminosa em energia química;
 - Produção de ATP (energia química);
 - Quebra da água pela luz ou Fotólise da água (Reação de Hill);
 - A quebra da água liberação de Elétrons (e⁻), hidrogênio ou prótons (H⁺) e Oxigênio;
- $$\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{LUZ}} 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- + 1/2 \text{O}_2$$
- Produção de (NADPH + H⁺), que será transportador intermediários de elétrons e hidrogênio da fase clara até a fase escura;

Fase Escura (Química)

- Ocorre no estroma do cloroplasto;
- Redução do CO₂ em glicose (C₆H₁₂O₆) que utiliza (NADPH + H⁺) e ATP;
- O (NADPH + H⁺) ao liberar hidrogênio e elétrons volta à NADP⁺;
- O ATP ao fornecer sua energia química por meio da quebra de ligações de fosfatos vira ADP;
- A fase escura não precisa ocorrer no escuro, pois o nome só se refere que pode ocorrer na ausência de luz, mas pode ocorrer no claro sem problemas;

Exemplificando, teremos...



ATIVIDADES PROPOSTAS



01. (cftrj)

“Luz do sol
Que a folha traga e traduz
Em verde novo
Em folha, em graça
Em vida, em força, em luz...”

O trecho acima pertence a uma música do cantor Caetano Veloso traduzindo um processo biológico muito importante realizado pelas plantas e essencial para a sobrevivência das mesmas.

Sendo assim o nome do processo e a equação química simplificada do processo, estão representados respectivamente na alternativa:

a) Fotossíntese,



b) respiração,



c) respiração,



d) respiração,



e) quimiossíntese,



02. (Ufjf) A cada ano, mais de 250 bilhões de toneladas de açúcar são produzidas pela natureza pelos organismos autotróficos. Esse processo de fixação do carbono é denominado fotossíntese. São feitas as seguintes afirmativas sobre o processo fotossintético:

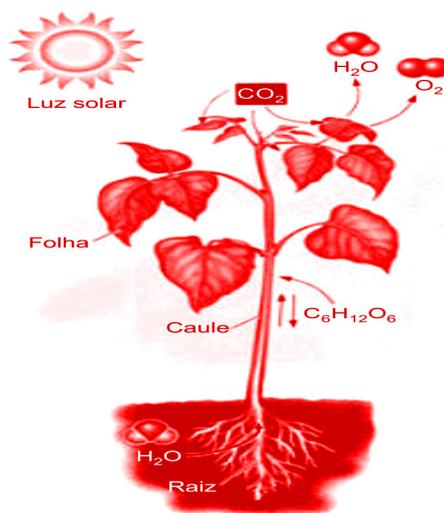
- I. Ocorre nos cloroplastos, sendo a clorofila o pigmento que absorve a luz solar na fase fotoquímica.
- II. As moléculas de NAD^+ são utilizadas no transporte de hidrogênio.
- III. O oxigênio liberado provém do gás carbônico absorvido na fase química.
- IV. Na fase química, há fixação do carbono do CO_2 podendo produzir amido.
- V. O ATP será formado e por isso o processo fotossintético libera muita energia.

São corretas:

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



03. (Uepa) Se todos os açúcares produzidos pelo processo ilustrado abaixo em um ano, tivessem a forma de cubos de açúcar, haveria 300 quatrilhões deles. Se fossem dispostos em linha, esses cubos se estenderiam da Terra até Plutão. Isso representa uma imensa produção de energia. Sobre o processo abordado no enunciado, observe a imagem abaixo e analise as afirmativas.



- I. Os produtos liberados para o ambiente são água e oxigênio.
- II. O processo ilustrado acima refere-se à respiração vegetal.

- III. Ocorre absorção de dióxido de carbono pelas folhas.
- IV. É um processo que ocorre na presença da luz solar.
- V. A água utilizada no processo é absorvida pelas folhas.

A alternativa que contém todas as afirmativas corretas é:

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



04. (Pucrs) Baseados nos conhecimentos biológicos, pesquisadores brasileiros têm buscado converter água e luz solar em combustível. A estratégia é separar oxigênio e hidrogênio pela quebra da molécula de água, usando a energia luminosa. Para isso, um nanomaterial será usado para absorver a energia luminosa que promoverá essa reação. Oxigênio e hidrogênio gasosos serão, então, armazenados e, quando recombinados, produzirão eletricidade e água.

Um processo semelhante é realizado naturalmente nos vegetais durante a fase luminosa da fotossíntese, quando há _____ para quebrar a molécula de água e liberar _____ gasoso. Com a luz, há transferência de _____ para NADP⁺ e, finalmente, é gerado(a) _____, que atuará como combustível químico:

- a) ADP – hidrogênio – oxigênio – clorofila.
- b) ATP – oxigênio – hidrogênio – ATP.
- c) ATP – hidrogênio – oxigênio – ADP.
- d) clorofila – oxigênio – hidrogênio – ATP.
- e) clorofila – hidrogênio – oxigênio – ADP.



05. (Uece) A fotossíntese compreende o processo biológico realizado pelas plantas, que transformam energia luminosa em energia química e liberam oxigênio, renovando o ar da atmosfera.

A fotossíntese realizada por vegetais produz oxigênio.

- a) a partir da hidrólise da água na fase escura.
- b) por meio da fotólise do gás carbônico atmosférico.
- c) do CO₂ resultante da respiração do vegetal.
- d) a partir da fotólise da água absorvida pelo vegetal.
- e) da quebra do gás carbônico e fotólise da água.



ATIVIDADES ENEM



06. (MODELO ENEM) Bicho fazendo fotossíntese?!

Você deve saber que, para se alimentar, as plantas transformam luz solar em glicose em um processo chamado fotossíntese. Agora, uma novidade: cientistas franceses descobriram que o pulgão da espécie *Acyrtosiphon pisum* pode, assim como as plantas, gerar energia a partir da luz. Segundo Jean Christophe Valmalette, físico da Universidade do Sul Toulon-Var, na França, isso só é possível porque tal inseto produz carotenoides, um tipo de pigmento encontrado em vegetais como a cenoura, “Assim como as plantas usam a clorofila para absorver a luz do sol e gerar energia, o pulgão faz o mesmo usando como pigmento o carotenoide”, explica.gens hematopoiéticas → Células precursoras → Células maduras

A respeito do texto acima e considerando a reação da fotossíntese, pode-se inferir que:

- a) o dióxido de carbono (CO₂) transforma-se em oxigênio.
- b) a fotossíntese ocorre independente da luz.
- c) o excedente da fotossíntese converte-se em amido.
- d) a luz quebra a molécula de glicose e produz energia.
- e) a luz quebra o gás carbônico e libera oxigênio.



07. (MODELO ENEM) “Experimentos para ‘fertilizar’ os oceanos com ferro e favorecer assim a floração de fitoplâncton no mar mostram novos caminhos para lutar contra o aquecimento do planeta”, é o que mostra um estudo publicado pela revista *Nature*. Uma maior floração do fitoplâncton, conjunto de organismos representado por espécies autótrofas e microscópicas, propiciará diretamente que uma taxa maior de um certo gás estufa seja retirado da atmosfera.

O gás que seria retirado da atmosfera e qual o processo biológico responsável por esse fenômeno é,

- a) oxigênio e fotossíntese.
- b) gás carbônico e fotossíntese.
- c) oxigênio e respiração celular.
- d) gás carbônico e respiração celular.
- e) nitrogênio e fotossíntese.



08. (MODELO ENEM) Recentemente, um estudante de engenharia do *Royal College of Art*, na Inglaterra, desenvolveu uma folha artificial capaz de produzir e liberar oxigênio na atmosfera. Resumidamente, o experimento consistiu na criação de uma espécie de tecido composto por proteínas, onde foram fixados cloroplastos extraídos de plantas reais, sendo possível recriar em laboratório uma das etapas do processo da fotossíntese. Considerando as informações apresentadas, pode-se inferir que:

- a) as células-tronco hematopoiéticas tecido-esa) a etapa da fotossíntese recriada em laboratório consiste no uso de energia luminosa para a quebra de moléculas de glicose e liberação de oxigênio.
- b) nas folhas naturais, a liberação de oxigênio decorrente do processo fotossintético é realizada através de estruturas chamadas hidatódios.
- c) a etapa da fotossíntese recriada em laboratório teria tido o mesmo sucesso se, ao invés de cloroplastos, tivessem sido fixadas mitocôndrias no tecido composto por proteínas.
- d) em condições naturais, o processo da fotossíntese recriado em laboratório é influenciado pela composição mineral do solo.
- e) a etapa da fotossíntese recriada em laboratório consiste no uso de energia luminosa para a quebra de moléculas de água e liberação de oxigênio.



09. (MODELO ENEM) A fotossíntese é um processo de formação de matéria orgânica, a partir da água e do gás carbônico, e exige luz para que se realize. Este processo é realizado pelos seres vivos que possuem em suas células pigmentos fotossintetizantes, como a clorofila. A respeito deste processo, pode-se inferir que:

- a) A fotossíntese apresenta duas fases: a de claro ocorre nos cloroplastos e a de escuro ocorre nas mitocôndrias.
- b) Ao final do processo fotossintético, a planta produzirá nitrogênio, água e oxigênio.
- c) Na fotossíntese, a fase fotoquímica (reação de claro) ocorre nas partes clorofiladas dos cloroplastos e consiste em duas etapas: a fotólise da água que libera O_2 e a fotofosforilação que produz ATP.
- d) A fotossíntese ocorre exclusivamente no cloroplasto, a fase de claro acontece no estroma e a fase de escuro acontece na grana, que é rica em clorofila.
- e) O objetivo principal da fotossíntese é manter estável a quantidade de oxigênio do planeta,

um processo realizado exclusivamente pelas plantas.



10. (MODELO ENEM) Para que uma planta possa crescer e se desenvolver, ela precisa de compostos que contenham átomos de carbono, como qualquer outro ser vivo. À medida que a planta se desenvolve, ela incorpora esses compostos às raízes, às folhas e ao caule e há, conseqüentemente, um aumento de sua massa total. Em um experimento para verificar qual a origem do carbono presente nas estruturas dos vegetais, foram analisados dois grupos de plantas, todas da mesma espécie e com o mesmo tempo de vida. Essas plantas foram expostas a compostos contendo átomos de carbono radioativo, de modo que fosse possível verificar posteriormente se esses átomos estariam presentes nas plantas:

A tabela apresenta o modo como o experimento foi delineado, indicando as características da terra em que as plantas foram envasadas e da atmosfera à qual foram expostas ao longo do estudo.

	Grupo 1	Grupo 2
Quantidade de átomos de carbono radioativos presentes na terra (compostos orgânicos)	Elevada	Desprezível
Quantidade de átomos de carbono radioativos presentes na atmosfera (gás carbônico)	Desprezível	Elevada

É esperado que após um tempo de crescimento dos dois grupos de plantas, nas condições descritas, seja encontrada uma quantidade de átomos de carbono radioativos

- a) maior nas plantas do grupo 1, pois essas plantas teriam absorvido, pelas raízes, os compostos orgânicos para realizar a fotossíntese.
- b) maior nas plantas do grupo 1, pois essas plantas teriam absorvido, pelas raízes, os compostos orgânicos para utilizá-los como alimento, incorporando-os diretamente em suas estruturas.

- c) equivalente nos dois grupos de plantas, pois o carbono incorporado nas estruturas das plantas pode ser obtido tanto a partir das substâncias absorvidas pelas raízes quanto daquelas absorvidas pelas folhas.
- d) maior nas plantas do grupo 2, pois essas plantas teriam absorvido, pelas folhas, o gás carbônico para realizar a fotossíntese.
- e) maior nas plantas do grupo 2, pois essas plantas teriam absorvido, pelas folhas, o gás carbônico para realizar a respiração.



GABARITOS

QUESTÃO 01: Gabarito: [C]

Comentário: O trecho da música refere-se ao processo bioquímico da fotossíntese, cuja equação simplificada encontra-se na alternativa [C].

QUESTÃO 02: Gabarito: [A]

Comentário:

[III] Incorreta: O oxigênio liberado na fotossíntese provém da quebra (fotólise) da água.

[V] Incorreta: A produção do ATP (fotofosforilação) consome energia.

QUESTÃO 03: Gabarito: [B]

Comentário:

[II] Falsa. O processo ilustrado na figura é a fotossíntese.

[V] Falsa. A água utilizada no processo é absorvida pelas raízes.

Questão 04: Gabarito: [D]

Comentário: Os termos que preenchem correta e respectivamente as lacunas do texto estão relacionados na alternativa [D].

Questão 05: Gabarito: [D]

Comentário: Durante a fase clara (fotoquímica) da fotossíntese ocorre a fotólise da água, isto é, a quebra da molécula de água com a consequente liberação de oxigênio.

Questão 06: Gabarito: [C]

Comentário: Os monossacarídeos, como a glicose, que não são utilizados na respiração celular, para a produção de energia (ATP), são polimerizados e armazenados na forma de amido.

Questão 07: Gabarito: [B]

Comentário: O gás estufa que será retirado da atmosfera pela atividade fotossintética do fitoplâncton é o dióxido de carbono (CO_2).

Questão 08: Gabarito: [E]

Comentário: A etapa da fotossíntese recriada no laboratório é a fase luminosa (ou fotoquímica) na qual a energia da luz é utilizada para a quebra de moléculas de água com a liberação de oxigênio.

Questão 09: Gabarito: [C]

Comentário: A fotossíntese se realiza em duas etapas: a fase luminosa (ou de claro) que ocorre nos tilacoides dos cloroplastos e a fase escura (ou de escuro) que ocorre no estroma dos cloroplastos. Na etapa de claro, os tilacoides absorvem a energia luminosa, transforma-a em energia química (ATP) e realiza a fotólise da água, produzindo gás oxigênio (O_2), liberando-o para o meio. Ao final do processo fotossintético, a planta produzirá glicose, água e O_2 .

Questão 10: Gabarito: [D]

Comentário: Nas condições descritas, após um tempo de crescimento, espera-se que seja encontrada uma quantidade maior de carbono radioativo nas plantas do grupo 2. Essas plantas teriam absorvido o carbono radioativo presente na atmosfera para realizar a fotossíntese.

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 – 9° 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,