

Os Ciclos Biogeoquímicos

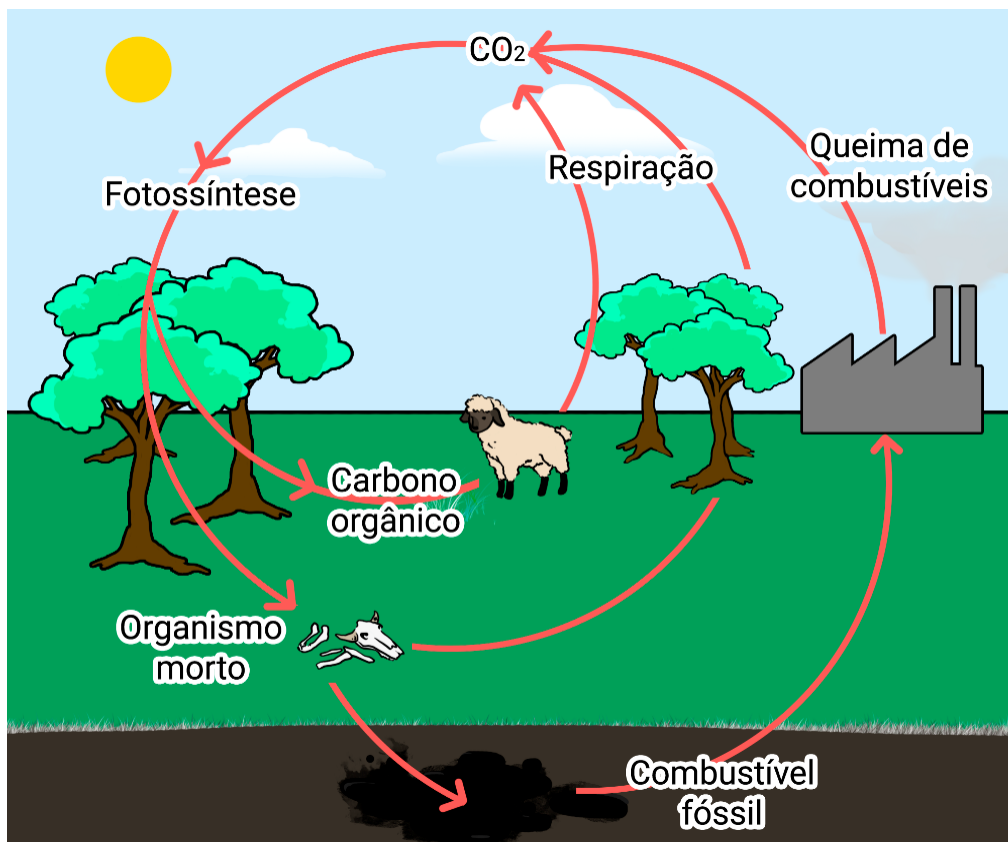
Teoria

Os ciclos biogeoquímicos são aqueles que relacionam elementos abióticos do meio ambiente, elementos químicos e os seres vivos. Os ciclos importantes são: ciclo do carbono, ciclo do oxigênio, ciclo da água e ciclo do nitrogênio.

Ciclo do Carbono

O gás carbônico se encontra na atmosfera na forma de CO_2 . O ciclo do carbono se inicia com a fixação desse elemento pelos seres autotróficos, através da fotossíntese ou quimiossíntese, e fica disponível para os consumidores e decompositores na sua forma orgânica (ex.: carboidrato). Durante a respiração celular e a fermentação, o gás carbônico retorna para o meio ambiente.

O CO_2 também é liberado para a atmosfera na queima de combustíveis fósseis como carvão mineral, gasolina e óleo diesel, e durante a queimada de florestas, contribuindo para o agravamento do **efeito estufa**.

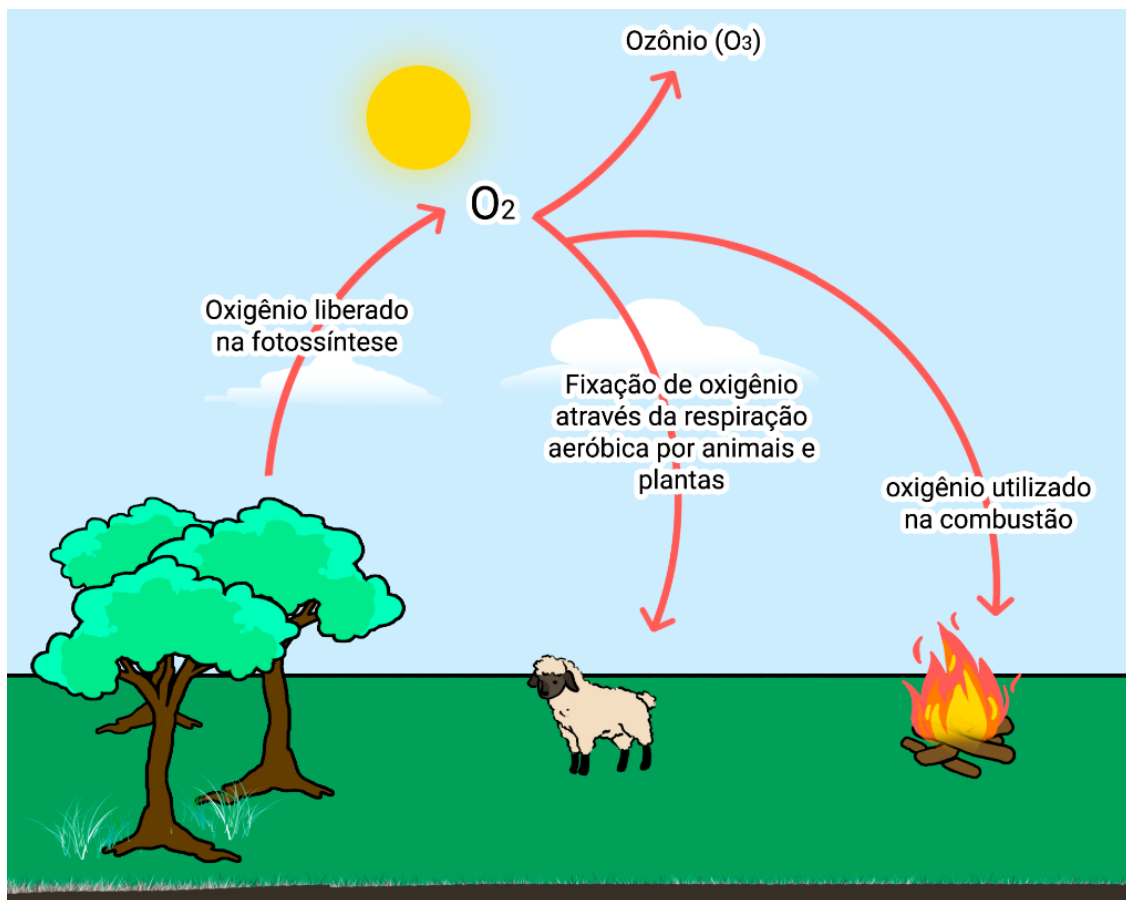


Esquema do ciclo do Carbono.

Ciclo do Oxigênio

O oxigênio se encontra na atmosfera na forma de O_2 , e é um gás extremamente importante para a vida na Terra. O ciclo do oxigênio também está relacionado a esses processos: durante a fotossíntese, o oxigênio é liberado para a atmosfera, e, durante a respiração celular e a combustão, ocorre o consumo desse gás.

Na estratosfera, o oxigênio é transformado em ozônio (O_3) por ação dos raios ultravioletas, formando a **camada de ozônio**, importante contra a entrada em excesso dessa radiação no planeta. Sabe-se que a exposição aos raios ultravioletas pode aumentar a incidência de câncer de pele, pela interferência com o material genético.

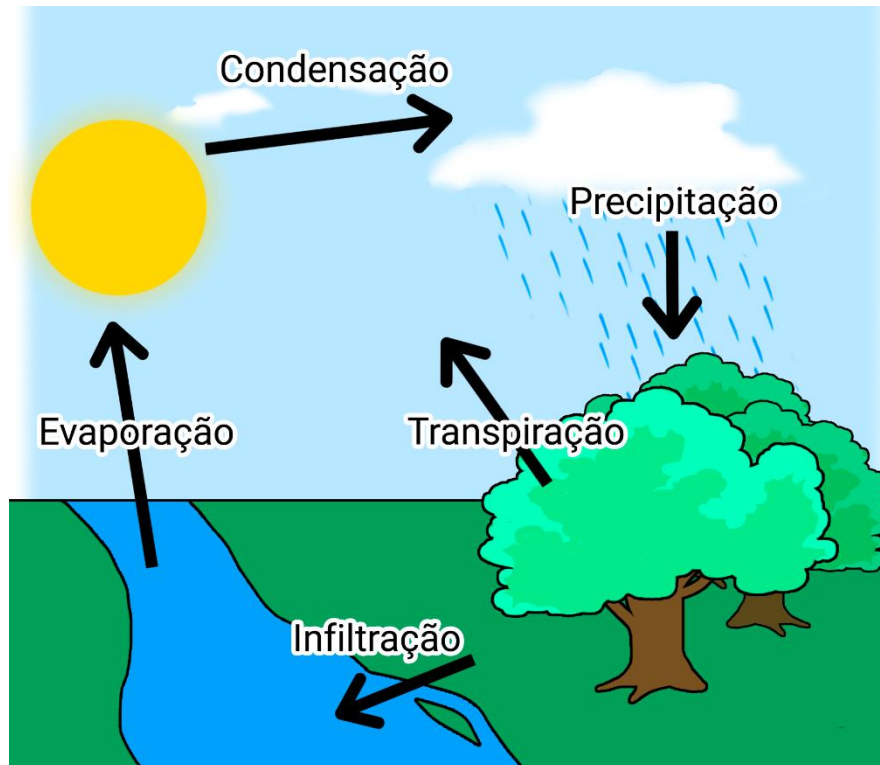


Esquema simplificado do ciclo do oxigênio.

Ciclo da Água

O ciclo da água mostra o caminho da água no ambiente. Quando está na sua forma gasosa forma as nuvens e, após condensada, sofre **precipitação**. A precipitação pode acontecer de diversas formas, sendo a mais comum a chuva. Agora em seu estado líquido e na superfície terrestre, pode **evaporar** ou se **infiltrar** no solo, formando lençóis freáticos. Este é o **ciclo curto da água**, onde não há participação dos seres vivos

No **ciclo longo da água**, os seres vivos participam ingerindo a água precipitada e deles, a água pode retornar a atmosfera através da transpiração.



Esquema do ciclo da água

Ciclo do Nitrogênio

O nitrogênio atmosférico (N_2) forma cerca de 78% da composição do ar. No entanto, não pode ser aproveitado dessa forma pela maior parte dos seres vivos, que precisam dele para a constituição de proteínas (função amina dos aminoácidos) e ácidos nucleicos (em bases nitrogenadas).

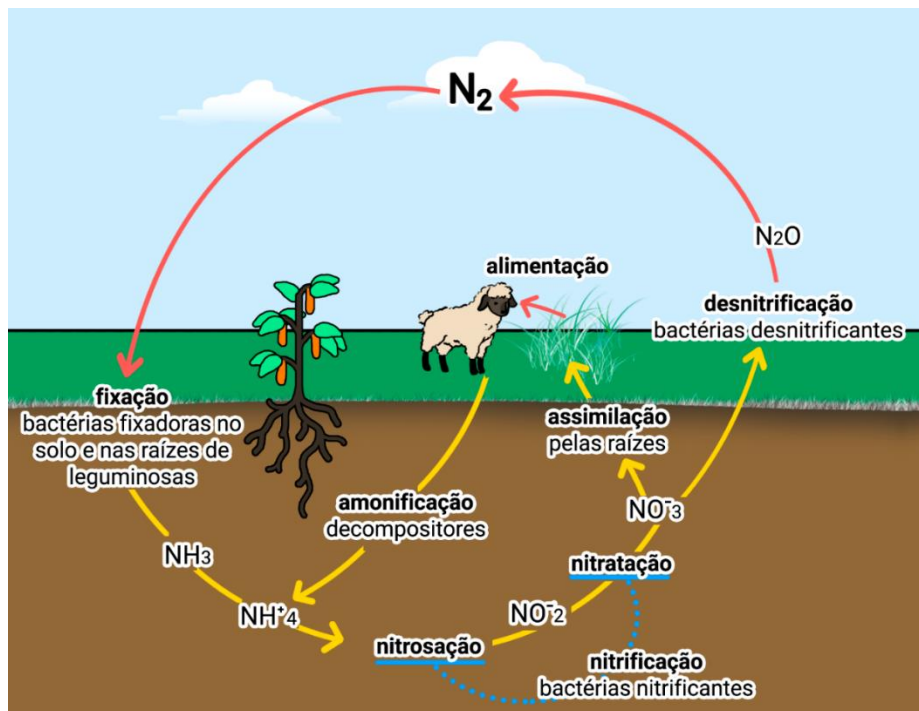


Compostos bioquímicos com nitrogênio em sua composição: um aminoácido e uma base nitrogenada purina.

O processo de **fixação** é realizado por bactérias associadas à raízes de plantas leguminosas ou livres no solo, e transforma o nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (NH_3), que pode se transformar em íon amônio (NH_4^+) no solo pela amonificação. Bactérias nitrificantes, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, fazem o processo de conversão da amônia em nitrito (NO_2^-) pelo processo de **nitrosação** e posteriormente em nitrato (NO_3^-) pelo processo de **nitração**, respectivamente. Estes dois processos juntos podem ser chamados de **nitrificação**.

O nitrato é o principal produto no solo aproveitado pelos vegetais, por meio do processo da **assimilação**. Esse nitrogênio é passado ao longo da **cadeia alimentar para** os consumidores. Bactérias e fungos decompositores retornam ao solo esse nitrogênio presente nos seres vivos na forma de amônia e amônio pelo processo de **amonificação**.

Para fechar o ciclo, há conversão do nitrato em nitrogênio atmosférico pelas bactérias desnitrificantes, no processo chamado de **desnitrificação**, sendo que o gás pode ser liberado na forma de óxido nitroso (N_2O) pelas bactérias.



Esquema simplificado do ciclo do nitrogênio.

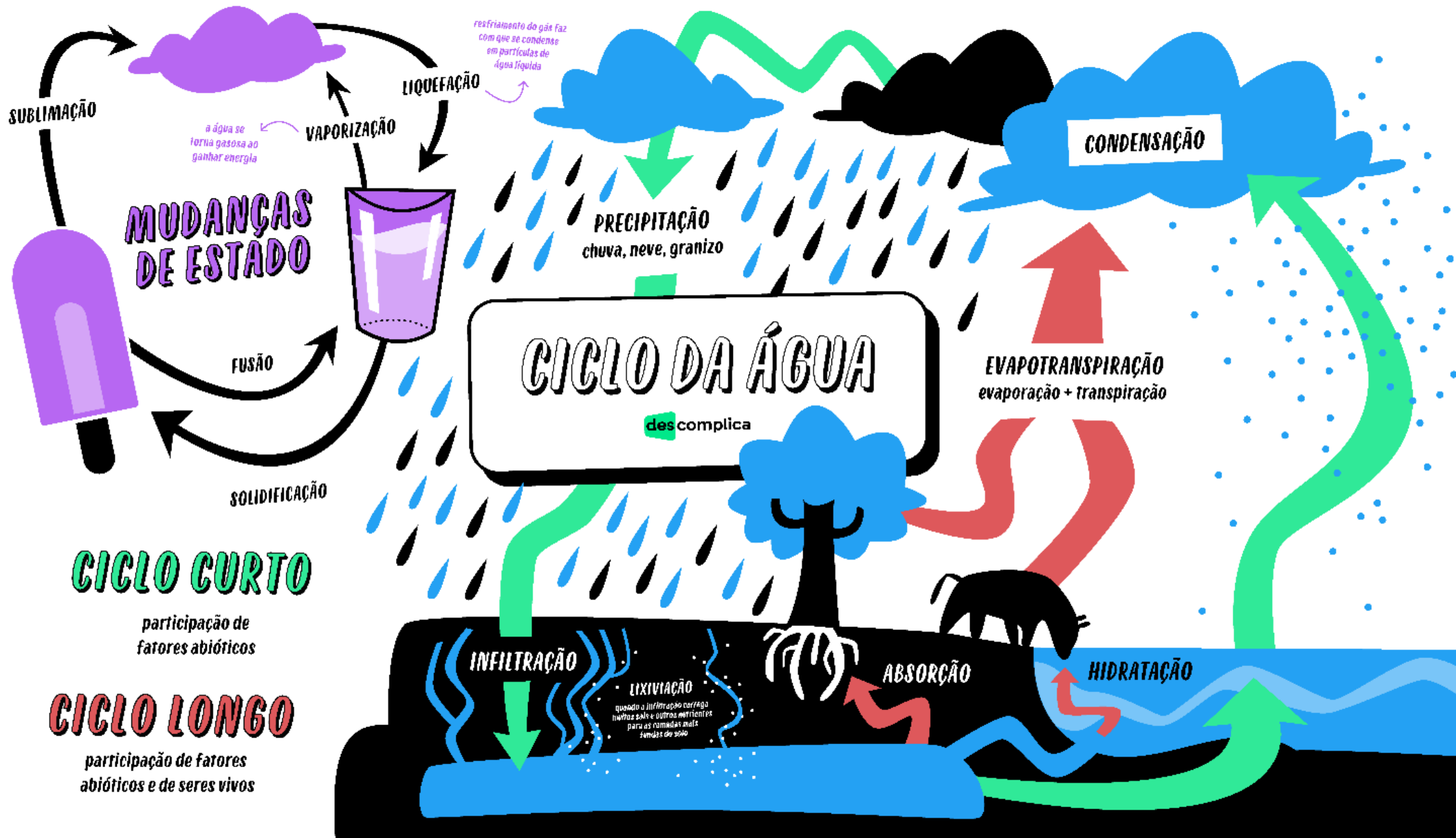
- Leguminosas:** Leguminosas, como o feijão, a lentilha e a ervilha, possuem uma associação mutualística com bactérias do gênero *Rhizobium*, que formam nódulos em suas raízes e realizam o processo de fixação. Por conta disso, elas ajudam a aumentar a quantidade de nutrientes do solo, recuperando-o e promovendo um plantio mais eficiente. Devido à importância da incorporação do nitrogênio no solo, a rotação de culturas com uma leguminosa faz com que o solo se torne mais produtivo para outras plantações. A adubação verde, com leguminosas por exemplo, pode ser utilizada na rotação de culturas.



Na imagem é possível ver nódulos bacterianos nas raízes de uma planta leguminosa. Estas bactérias ajudam na fixação do nitrogênio, o que leva a uma maior nutrição do solo onde se encontram.



Quer assistir ao vídeo deste Mapa Mental? Clique [aqui](#).



Quer assistir ao vídeo deste Mapa Mental? Clique [aqui](#).

Exercícios de fixação

1. Em que processo podemos observar a fixação de oxigênio?
 - (A) Respiração.
 - (B) Fotossíntese.
 - (C) Decomposição.
 - (D) Alimentação.

 2. Qual destes processos interfere no ciclo do carbono, aumentando a concentração deste na atmosfera?
 - (A) Fotossíntese.
 - (B) Respiração celular.
 - (C) Queima de combustíveis fósseis.
 - (D) Infiltração de água em lençol freático.
 - (E) Decomposição.

 3. Que bactérias são responsáveis pela fixação de nitrogênio?
 - (A) *Rhizobium*.
 - (B) *Nitrobacter*.
 - (C) *Nitrosomonas*.
 - (D) *Denitrificans*.

 4. Em qual das situações descritas temos o ciclo curto da água?
 - (A) Uma gaivota bebe água de um lago.
 - (B) As baleias conseguem água para seu metabolismo ingerindo-a junto da comida.
 - (C) Em dias muito quentes, nós suamos muito.
 - (D) Choveu forte em cima de uma rocha nua.

 5. Como os animais conseguem nitrogênio em sua dieta?
 - (A) Pela decomposição.
 - (B) Fixando nitrogênio.
 - (C) Pela alimentação.
 - (D) Pela respiração.
-

Exercícios de vestibulares



1. (Enem, 2009) O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

Disponível em: <http://www.keroagua.blogspot.com>. Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).

A transformação mencionada no texto é a

- (A) fusão.
 - (B) liquefação.
 - (C) evaporação.
 - (D) solidificação.
 - (E) condensação.
2. (Enem, 2009) O ciclo biogeoquímico do carbono compreende diversos compartimentos, entre os quais a Terra, a atmosfera e os oceanos, e diversos processos que permitem a transferência de compostos entre esses reservatórios. Os estoques de carbono armazenados na forma de recursos não renováveis, por exemplo, o petróleo, são limitados, sendo de grande relevância que se perceba a importância da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de fontes renováveis. A utilização de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono, pois provoca
- (A) aumento da porcentagem de carbono contido na Terra.
 - (B) redução na taxa de fotossíntese dos vegetais superiores.
 - (C) aumento da produção de carboidratos de origem vegetal.
 - (D) aumento na quantidade de carbono presente na atmosfera.
 - (E) redução da quantidade global de carbono armazenado nos oceanos.
-

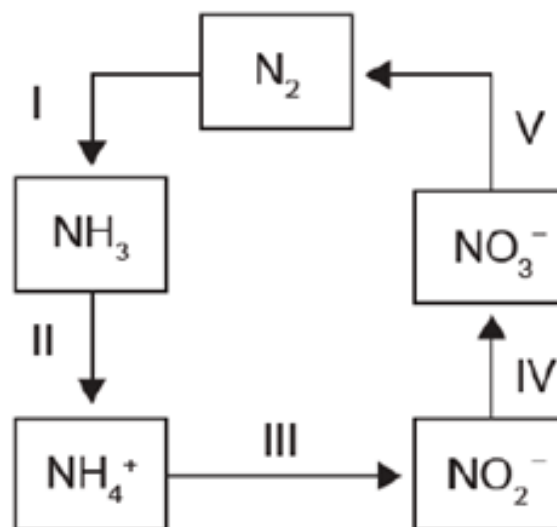
3. (UFF, 2000) A fotossíntese é o processo biológico predominante para a produção do oxigênio encontrado na atmosfera. Aproximadamente 30% do nosso planeta é constituído por terra, onde se encontram grandes florestas, e 70% por água, onde vive o fitoplâncton.

Considerando-se estas informações e o ciclo biogeoquímico do oxigênio, pode-se afirmar que:

- (A) as florestas temperadas e a Floresta Amazônica produzem a maior parte do oxigênio da Terra;
- (B) A Floresta Amazônica é a principal responsável pelo fornecimento de oxigênio da Terra;
- (C) As algas microscópicas são as principais fornecedoras de oxigênio do planeta;
- (D) A Mata Atlântica é a maior fonte de oxigênio do Brasil;
- (E) Os manguezais produzem a maior parte do oxigênio da atmosfera.



4. (Enem, 2014) A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

- (A) 1.
- (B) 2.
- (C) 3.
- (D) 4.
- (E) 5.

5. (Enem, 2020) Grandes reservatórios de óleo leve de melhor qualidade e que produz petróleo mais fino foram descobertos no litoral brasileiro numa camada denominada pré-sal, formada há 150 milhões de anos.

A utilização desse recurso energético acarreta para o ambiente um desequilíbrio no ciclo do

- (A) nitrogênio, devido à nitrificação ambiental transformando amônia em nitrito.
 - (B) nitrogênio, devido ao aumento dos compostos nitrogenados no ambiente terrestre.
 - (C) carbono, devido ao aumento dos carbonatos dissolvidos no ambiente marinho.
 - (D) carbono, devido à liberação das cadeias carbônicas aprisionadas abaixo dos sedimentos.
 - (E) fósforo, devido à liberação dos fosfatos acumulados no ambiente marinho.
6. (FAMERP, 2020) O esterco de galinha contém fezes e excretas nitrogenadas, que podem ser utilizadas para adubar o solo. As plantas cultivadas nesse solo não são diretamente beneficiadas pelo esterco porque as substâncias orgânicas contidas nele passam primeiramente pela
- (A) nitrificação e depois pela decomposição, gerando o nitrato, que é absorvido pelos vegetais.
 - (B) decomposição e depois pela nitrificação, gerando o nitrato, que é absorvido pelos vegetais.
 - (C) decomposição e depois pela nitrosação, gerando o nitrito, que é absorvido pelos vegetais.
 - (D) nitratação e depois pela nitrosação, gerando o nitrato, que é absorvido pelos vegetais.
 - (E) nitrosação e depois pela nitratação, gerando o nitrito, que é absorvido pelos vegetais.
7. (UFG) Durante o período de desova dos salmões no Hemisfério Norte, são despejados no ecossistema 80kg de nitrogênio derivados da captura desses peixes pelos ursos. Esse cálculo foi realizado para uma extensão de 250 metros de rio.

SCIENTIFIC AMERICAN, n. 52, 2006. Brasil. [Adaptado].

De acordo com o texto, a decomposição dos restos orgânicos do salmão é um importante fator para o ciclo do nitrogênio num ecossistema do Hemisfério Norte. A ausência das bactérias do gênero *Nitrosomonas*, pode provocar nesse ecossistema,

- (A) diminuição da disponibilidade de nitrato com consequente redução da absorção desse íon pelas plantas.
 - (B) elevação de nitrito no solo e consequente intoxicação dos microrganismos.
 - (C) aumento do processo de nitrificação com consequente elevação da absorção de nitrito pelas plantas.
 - (D) queda de bactérias do gênero *Rhizobium*, diminuindo a fixação simbiótica de nitrogênio.
 - (E) redução de íon amônio e consequente diminuição da síntese de clorofila.
-

8. (Enem, 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 (CO₂) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH₄), 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

- (A) metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
 - (B) metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
 - (C) gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
 - (D) gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
 - (E) gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.
9. (Enem, 2015) O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de N₂, é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microorganismos fixadores de N₂, que ocorrem de forma livre ou simbiotes com plantas.

ADUAN, R.E. et al. Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta. Planaltina: Embrapa, 2004 (adaptado).

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela

- (A) absorção do gás nitrogênio pela respiração.
 - (B) ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
 - (C) incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
 - (D) transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.
 - (E) protocooperação com microorganismos fixadores de nitrogênio.
-

10. (Enem, 2018) O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para a síntese da amônia (NH_3). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

“Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída.”

HABER, F. *The Synthesis of Ammonia from its Elements*. Disponível em: www.nobelprize.org. Acesso em: 13jul. 2013 (adaptado)

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no “balanço do nitrogênio ligado”?

- (A) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.
- (B) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.
- (C) A redução da fertilidade do solo nas economias agrícolas.
- (D) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.
- (E) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.

Se liga!

Sua específica é Naturezas e quer continuar estudando esse assunto?
Clique [aqui](#) para fazer uma lista de exercícios extras.

Gabaritos

Exercícios de fixação

- 1. A**
Na respiração, inspiramos oxigênio e o fixamos durante o processo de respiração celular.
- 2. C**
A queima de combustíveis fósseis libera para atmosfera uma alta quantidade de carbono que antes estava contida na matéria orgânica fossilizada.
- 3. A**
As bactérias do gênero *Rhizobium* são bactérias fixadoras que vivem em mutualismo, em raízes de leguminosas.
- 4. D**
O ciclo curto da água é aquele sem participação dos seres vivos. A letra **D** descreve uma situação sem participação de seres vivos.
- 5. C**
Animais conseguem nitrogênio apenas ao se alimentar de outros organismos vivos.

Exercícios de vestibulares

- 1. C**
A evaporação é o processo da transformação do estado físico líquido da água para gasoso.
 - 2. D**
A queima dos combustíveis fósseis é responsável por uma grande eliminação de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, aumentando a concentração desse gás, que não estaria normalmente disponível na atmosfera, pois estava presente dentro das camadas da crosta terrestre, tratando-se assim de um excedente.
 - 3. C**
As grandes florestas formam uma comunidade clímax, fazendo com que a taxa de oxigênio gerado seja equivalente à taxa de consumo desse gás. As algas oceânicas permanecem então como a maior fonte de O₂ da atmosfera.
 - 4. E**
A desnitrificação é feita por bactérias e corresponde à conversão do nitrato (NO₃⁻) em nitrogênio atmosférico (N₂), fechando o ciclo.
-

5. **D**

O problema do uso do petróleo e outros combustíveis fósseis é disponibilizar novamente ao ciclo do carbono um carbono fóssil que estava aprisionado na forma de depósitos fósseis, aumentando a quantidade de carbono que participa diretamente do ciclo.
 6. **B**

O esterco é formado por matéria orgânica, que sofre decomposição (transforma os compostos nitrogenados presentes nele através da amonificação). Após isso, a amônia sofre nitrificação, e então é absorvida pelas raízes dos vegetais.
 7. **A**

A ausência das nitrosomonas impede o processo de nitrificação, com menor formação de nitrato, substância melhor assimilada pelos vegetais.
 8. **D**

Os seres fotossintetizantes utilizam o CO_2 para o processo da fotossíntese na síntese de matéria orgânica.
 9. **D**

As bactérias fixadoras possuem a função de fixar o nitrogênio, que sofre depois um processo de nitrificação até se transformar em nitrato, que é absorvido pelas plantas, e depois, através da cadeia alimentar, é incorporado aos animais.
 10. **D**

O consumo dos produtos nitrogenados em locais distantes de sua produção, como nas cidades, compromete o ciclo do nitrogênio, já que essas substâncias não estão retornando ao local de onde foram retiradas, no caso, as regiões de campos agrícolas.
-