



ECOLOGIA

Gabrielly Mesquita, Maria Eduarda Louro e Lin Chan



O que são Ciclos Biogeoquímicos?



- **Bio**

↳ Refere-se aos organismos vivos.

- **Geo**

↳ Refere-se aos processos geológicos, interação com o ambiente **abiótico**.

- **Químicos**

↳ Refere-se às reações químicas que transformam os elementos.

O que são Ciclos Biogeoquímicos?



Ciclos biogeoquímicos são o conjunto de processos naturais que envolvem a interação entre organismos vivos e o ambiente físico na circulação e transformação de elementos químicos essenciais no ambiente. Esses ciclos garantem a reciclagem de substâncias fundamentais.

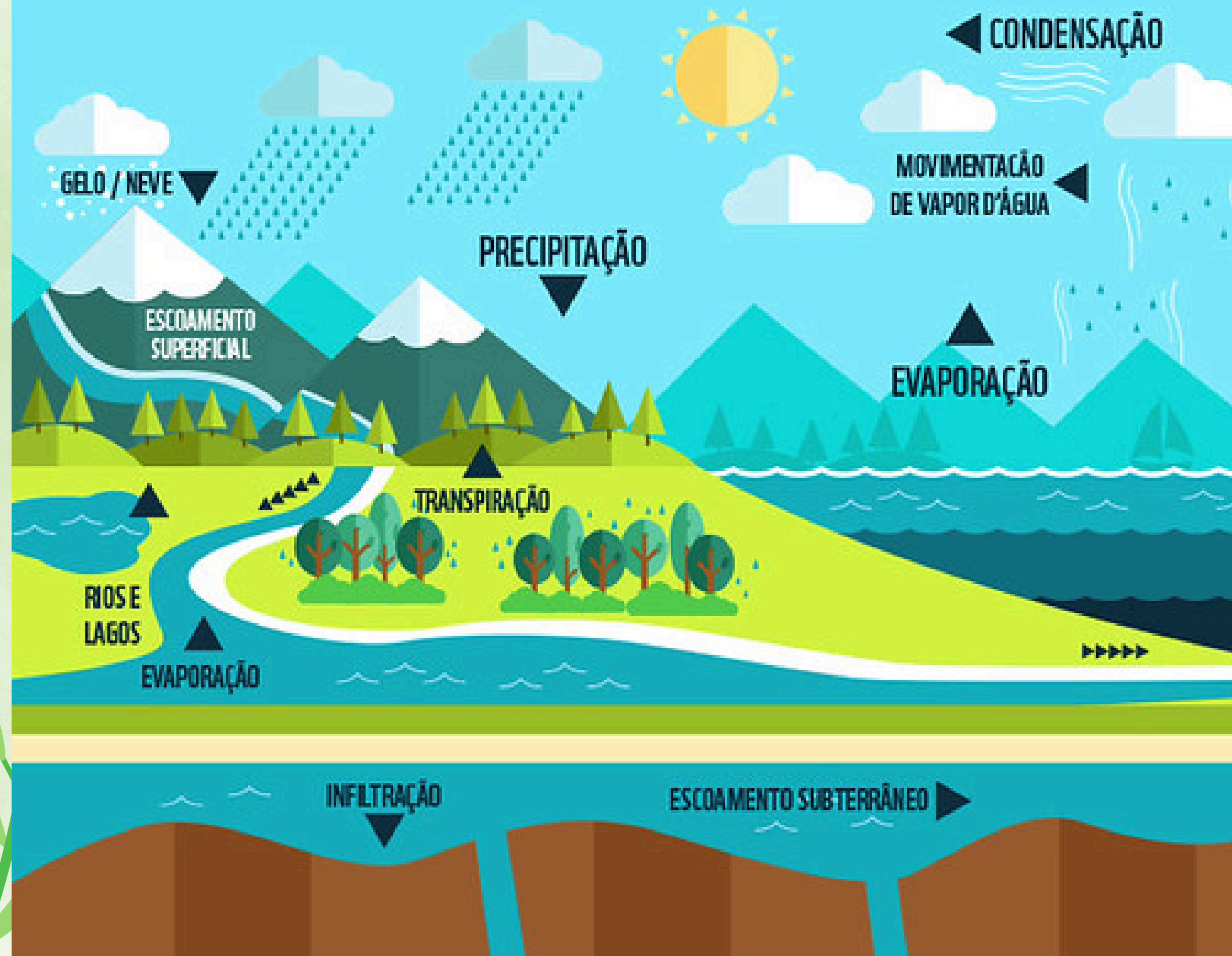
O que são Ciclos Biogeoquímicos?



Ciclos biogeoquímicos são o conjunto de processos naturais que envolvem a interação entre organismos vivos e o ambiente. **Você sabe citar algum ciclo?** de elementos químicos essenciais no ambiente. Esses ciclos garantem a reciclagem de substâncias fundamentais.



CICLO DA ÁGUA



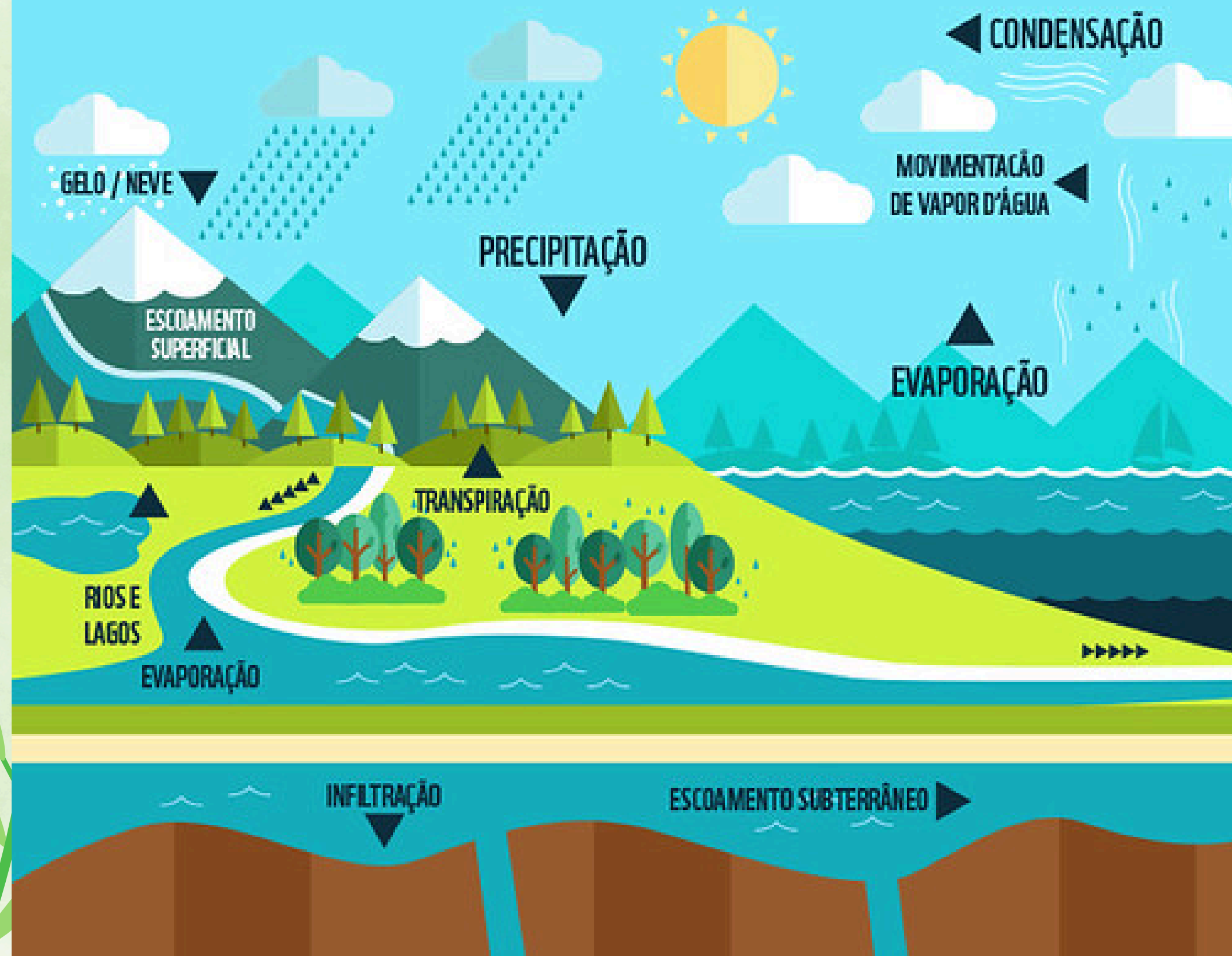
Ciclo da água

O ciclo hidrológico é o movimento contínuo que a água faz pelo meio ambiente e pelos seres vivos, sendo constantemente reciclada através de processos como evaporação, precipitação e infiltração.





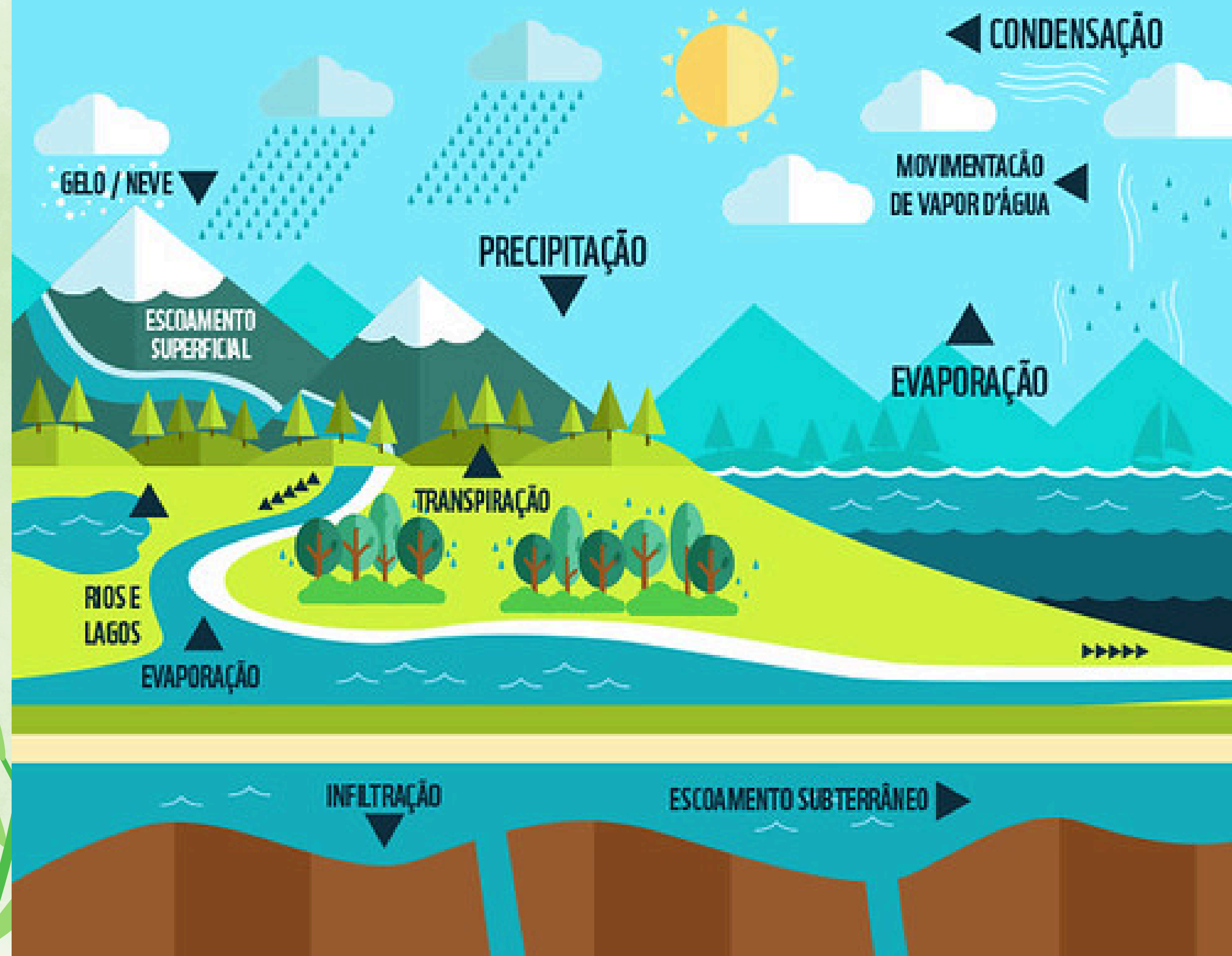
CICLO DA ÁGUA



1. **Evaporação:** O sol aquece a água dos mares, rios e lagos, transformando-a em vapor que sobe para a atmosfera.
2. **Transpiração:** As plantas liberam vapor d'água para a atmosfera através das folhas, contribuindo junto com a evaporação para a umidade do ar.
3. **Condensação:** O vapor d'água na atmosfera esfria e se transforma em gotículas, formando as nuvens.
4. **Precipitação:** Quando as nuvens ficam saturadas de água, ocorre a precipitação, podendo ser na forma de chuva, neve ou granizo.



CICLO DA ÁGUA



5. **Gelo/Neve:** Nas áreas mais frias, a precipitação se acumula como neve ou gelo que derrete no degelo, alimentando rios e outros corpos d'água.

6. **Escoamento superficial:** Parte da água da precipitação flui pela superfície, alimentando rios, lagos e os oceanos.

7. **Infiltração:** Parte da água se infiltra no solo, abastecendo aquíferos e lençóis freáticos, contribuindo para o escoamento subterrâneo.

Ciclo da Água

Visão Geral do Ciclo da Água

Definição do Ciclo da Água

O ciclo da água é o processo contínuo de movimentação da água na Terra, envolvendo a evaporação, condensação e precipitação. Este ciclo é essencial para a manutenção da vida e dos ecossistemas.

Etapas do Ciclo da Água

Evaporação

A evaporação ocorre quando a água dos oceanos, lagos e rios ou transpiração se transforma em vapor devido ao calor do sol. Este vapor sobe para a atmosfera, onde se resfria.

Condensação

A condensação é o processo em que o vapor de água se transforma em gotas de água, formando nuvens. Este processo ocorre quando o ar quente e úmido sobe e esfria.

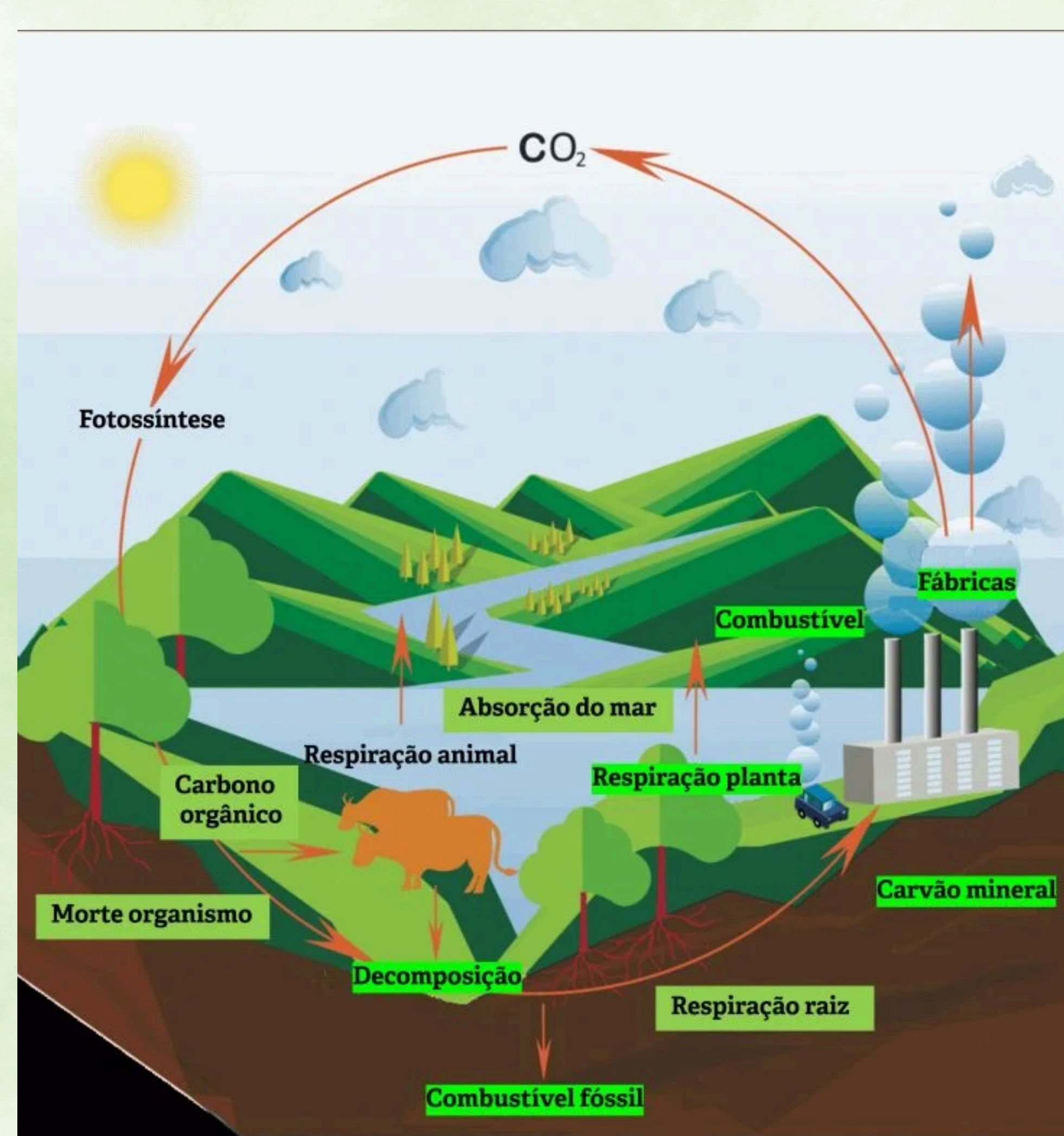
Formação de Nuvens

As nuvens se formam a partir de pequenas partículas na atmosfera, como poeira e poluição, que servem como núcleos de condensação.

Precipitação

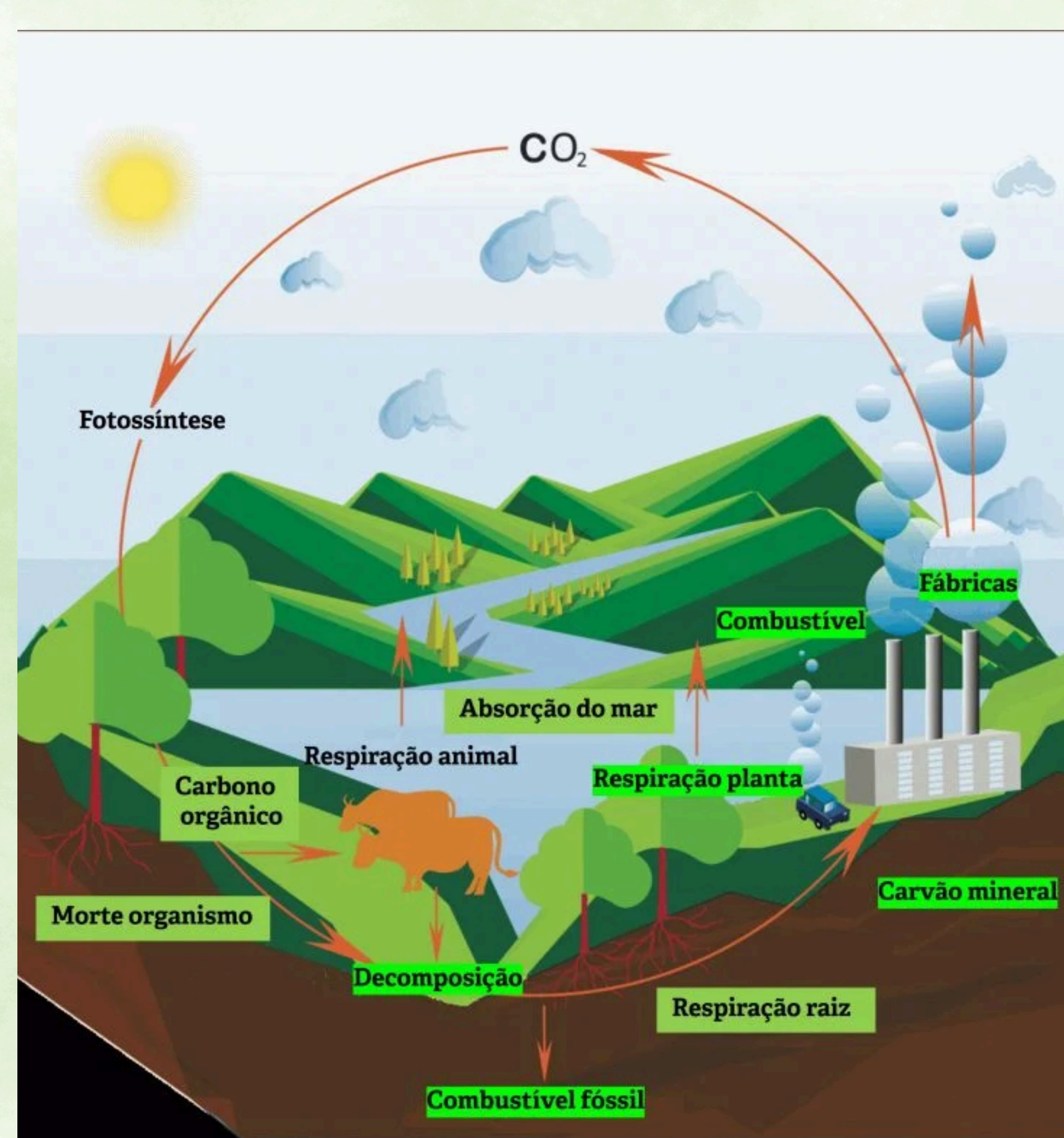
A precipitação é o retorno da água à superfície da Terra, podendo ocorrer na forma de chuva, neve, granizo ou orvalho. Este processo é crucial para reabastecer os corpos d'água.

A infiltração é o processo pelo qual a água da precipitação penetra no solo, reabastecendo os lençóis freáticos. Essa água é essencial para as plantas e para o abastecimento de água subterrânea. O escoamento superficial ocorre quando a água não é absorvida pelo solo e flui sobre a superfície, indo para rios e lagos.



Ciclo do carbono

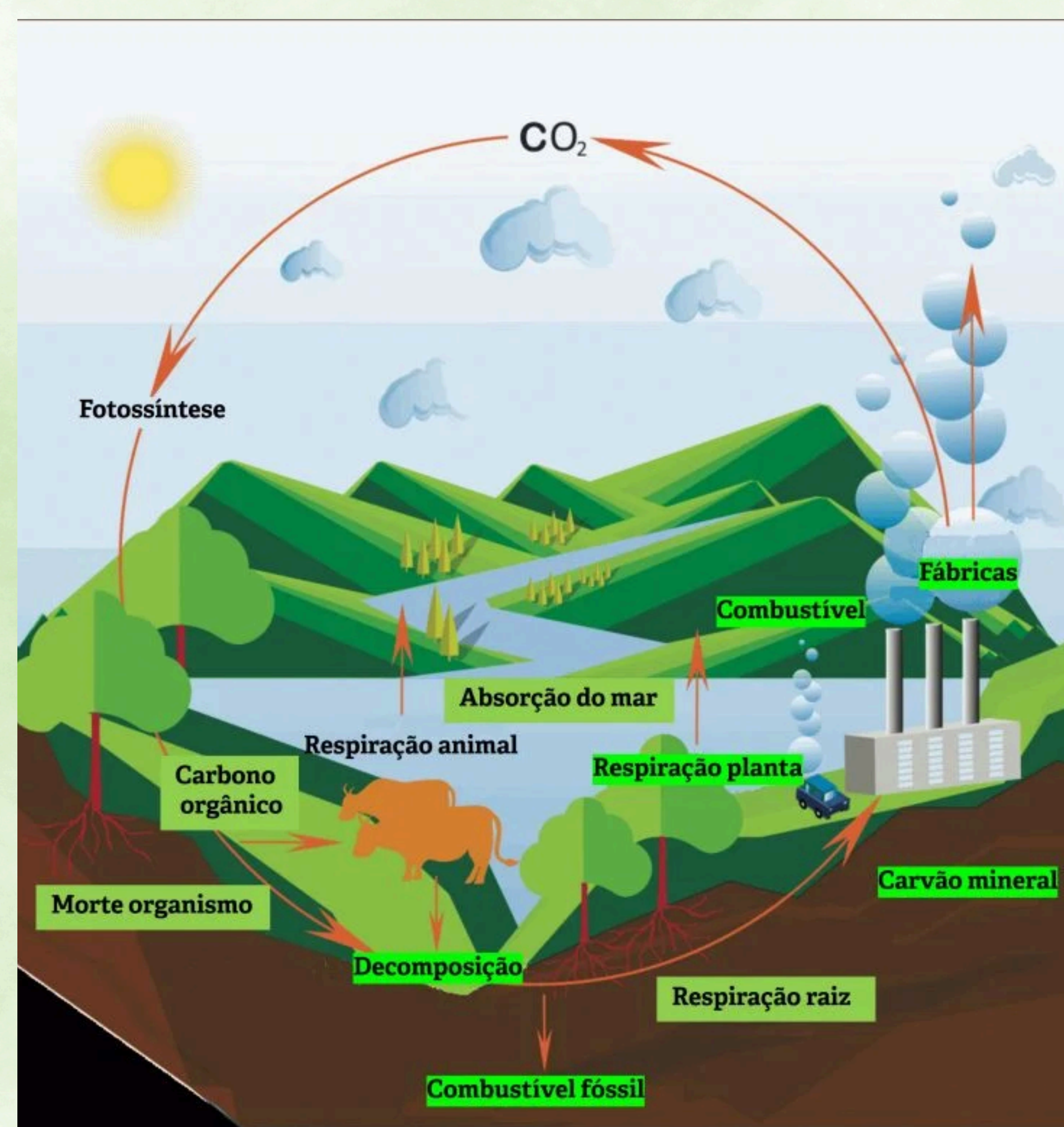
O ciclo do carbono mostra a circulação do carbono entre a atmosfera, os oceanos e os ecossistemas terrestres.



Ciclo Curto do Carbono

1. **Fotossíntese:** As plantas e algas utilizam luz solar para converter CO_2 da atmosfera e água em glicose e oxigênio. Esse processo remove o gás carbônico da atmosfera, armazenando carbono na biomassa das plantas. É a base da cadeia alimentar e fundamental para a produção de oxigênio.

2. **Respiração:** Os animais consomem plantas e outros animais e, durante a respiração celular, metabolizam glicose para produzir energia, liberando CO_2 como subproduto. Mesmo as plantas realizam a respiração e liberam CO_2 .



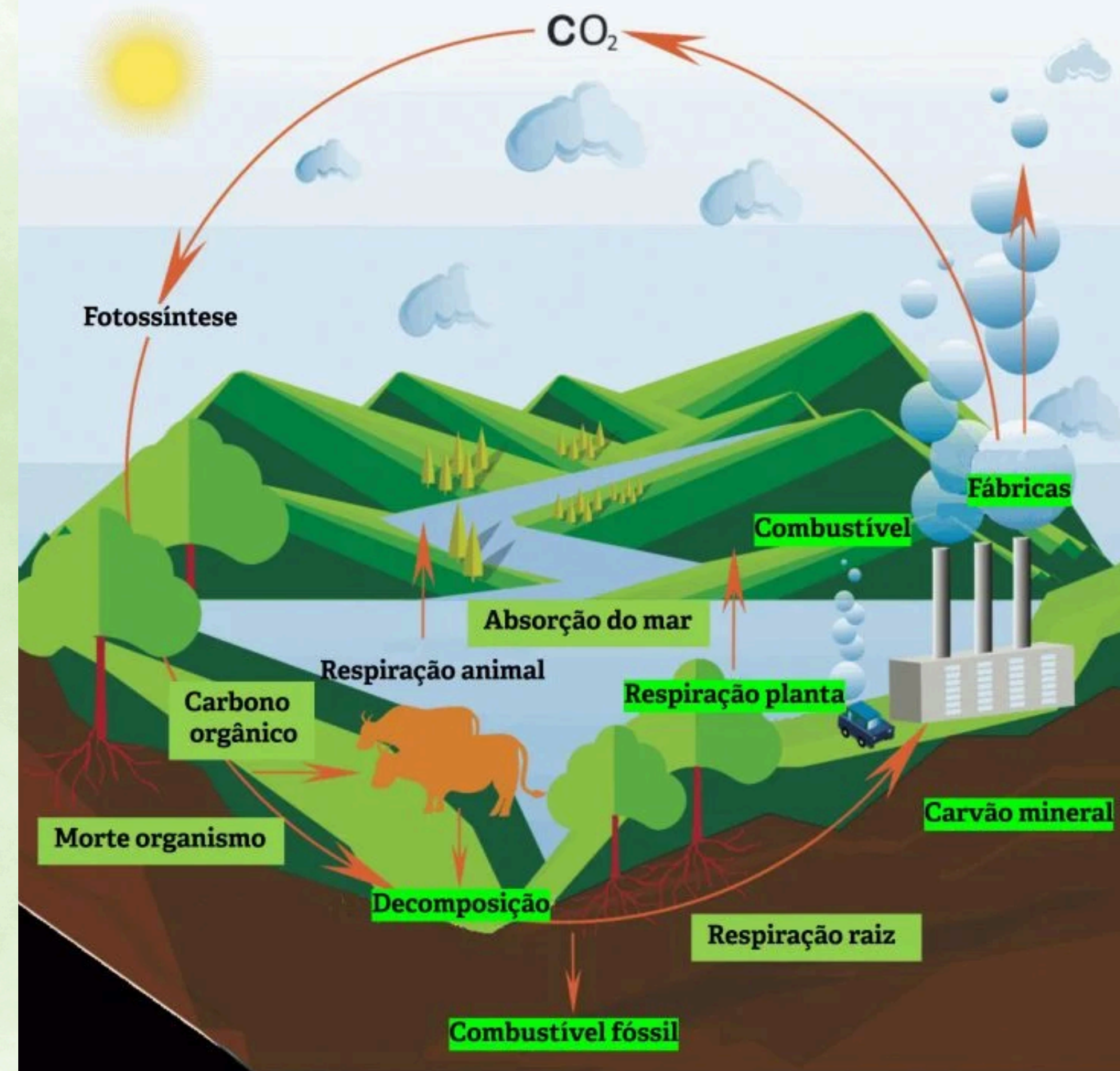
3. **Decomposição:** Organismos mortos e seus resíduos (folhas caídas) são decompostos por fungos e bactérias que quebram a matéria orgânica. Esse processo libera CO_2 ou metano (CH_4) de volta para a atmosfera, dependendo das condições. A decomposição recicla nutrientes essenciais para o solo e libera carbono.

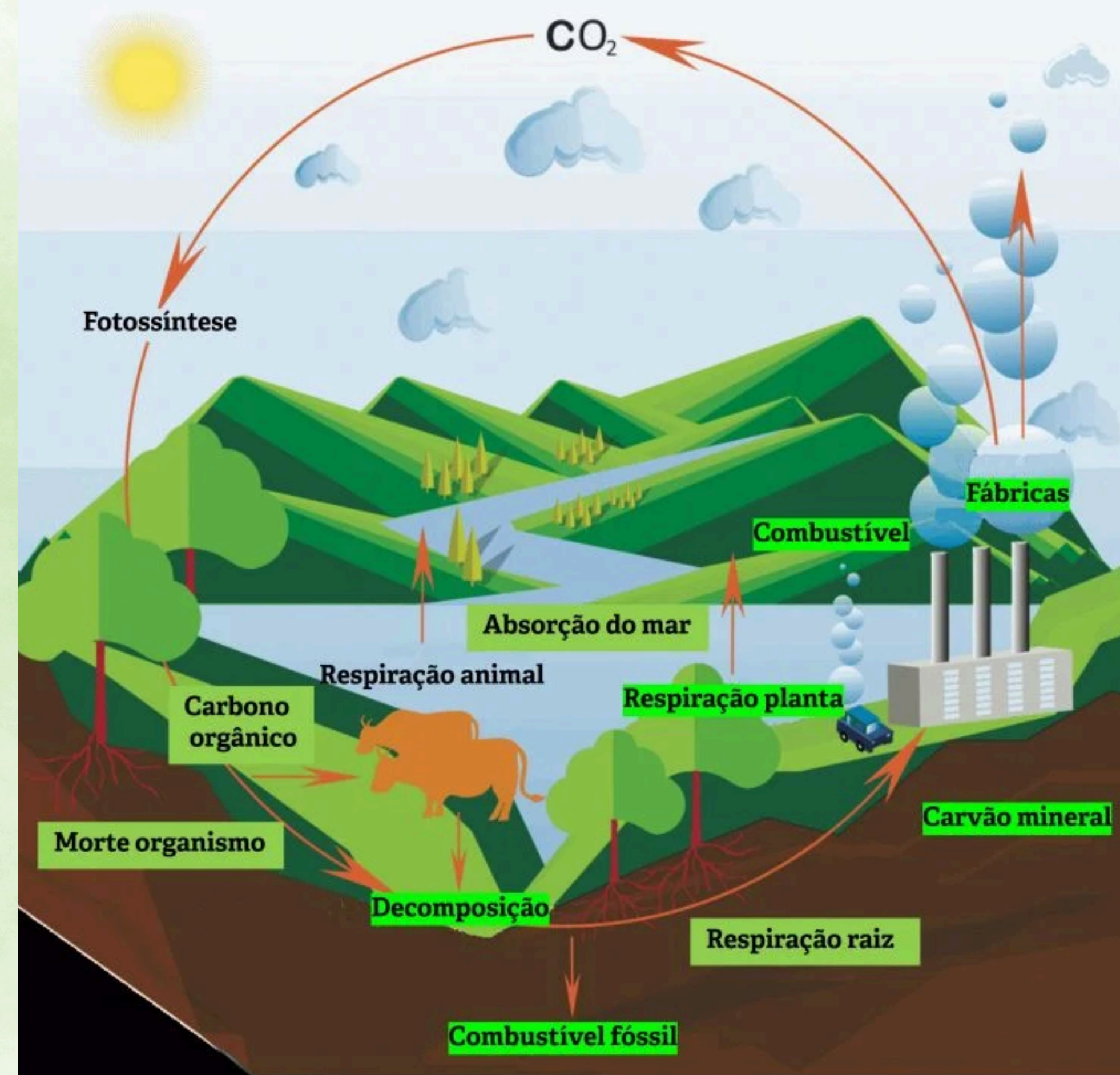
4. **Absorção do Mar:** Os oceanos absorvem CO_2 da atmosfera. O carbono pode ser utilizado por organismos marinhos, como fitoplânctons. Os oceanos atuam como um importante reservatório de carbono, ajudando a regular a concentração de CO_2 na atmosfera.

Ciclo Longo do Carbono

5. Formação de Combustíveis Fósseis: A matéria orgânica que não se decompõe completamente se acumula em sedimentos, sendo transformada em combustíveis fósseis ao longo de milhões de anos sob altas pressões e temperaturas. Essa forma de armazenamento pode ser liberada novamente na atmosfera através da queima desses combustíveis.

6. Sedimentação: O carbono é depositado em ambientes aquáticos e terrestres, formando rochas sedimentares ricas em carbono ao longo de longos períodos. A sedimentação é um processo fundamental para o armazenamento de carbono no solo e nos oceanos.

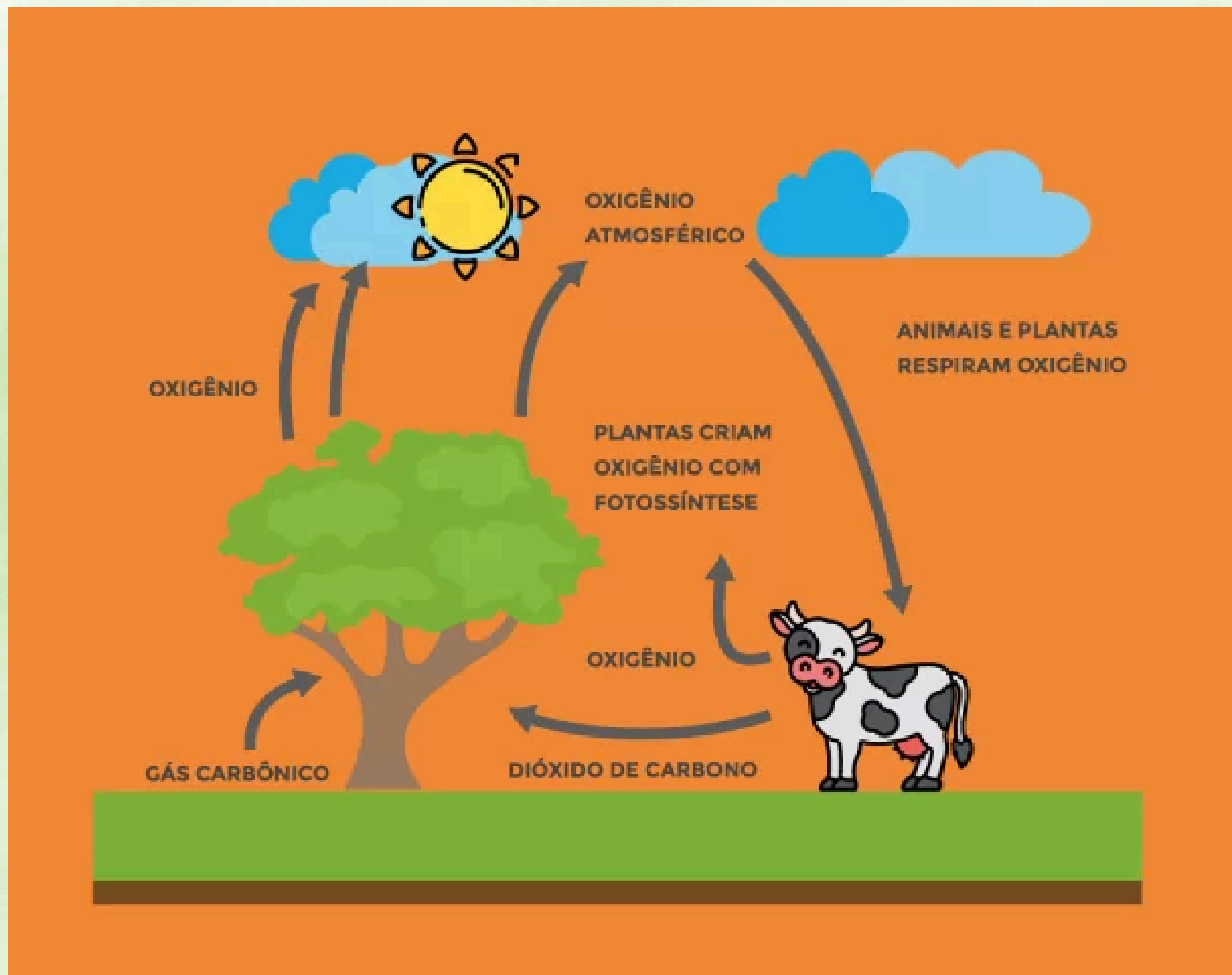




7. Emissões de Fábricas e Transporte: Atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis em indústrias e veículos, emitem grandes quantidades de CO_2 na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa e mudanças climáticas.

8. Carvão Mineral: O carvão é um dos principais combustíveis fósseis, formado a partir de restos de plantas que foram submetidas a condições específicas ao longo de milhões de anos. A queima de carvão para energia libera CO_2 , contribuindo para o ciclo do carbono.

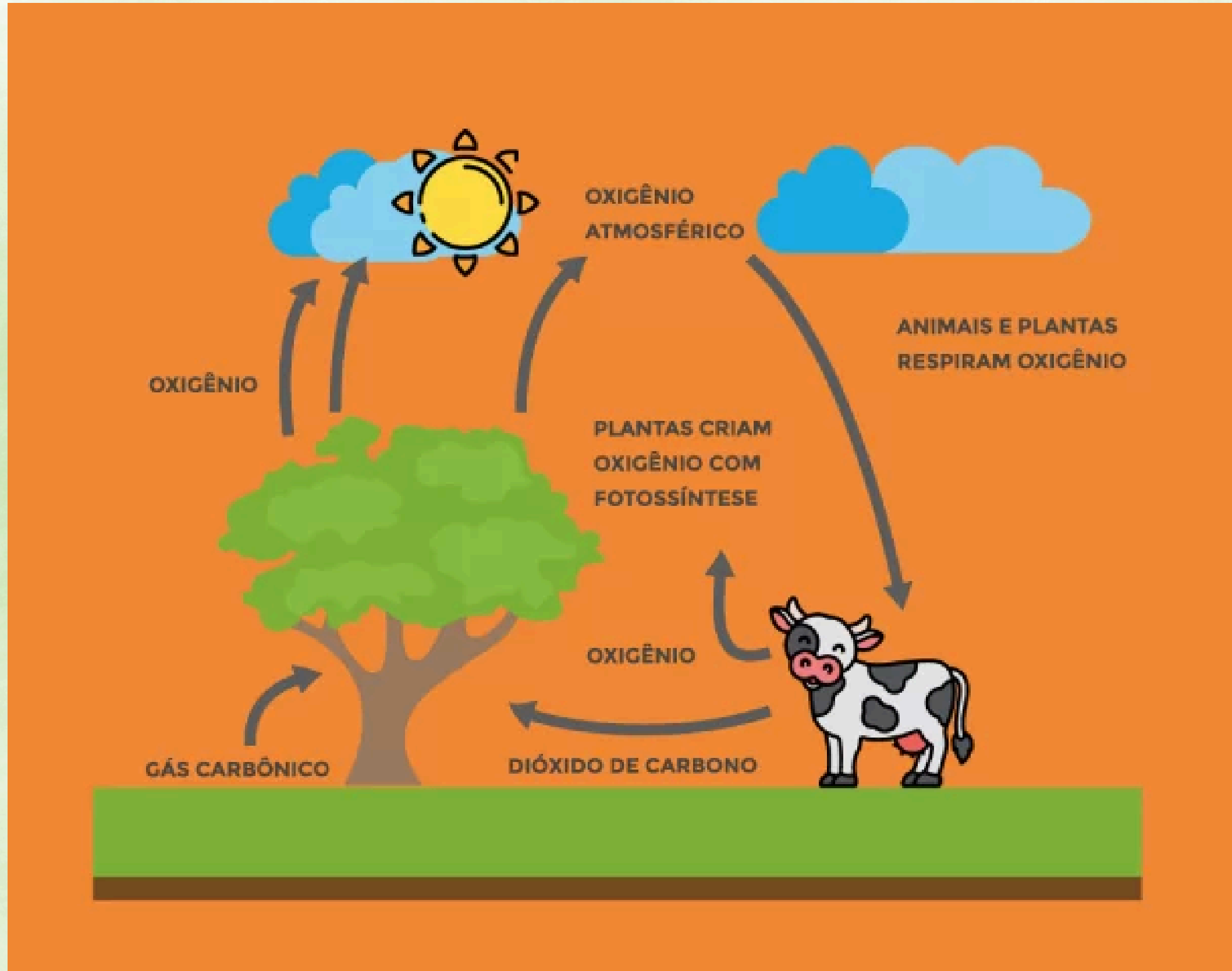




Ciclo do oxigênio

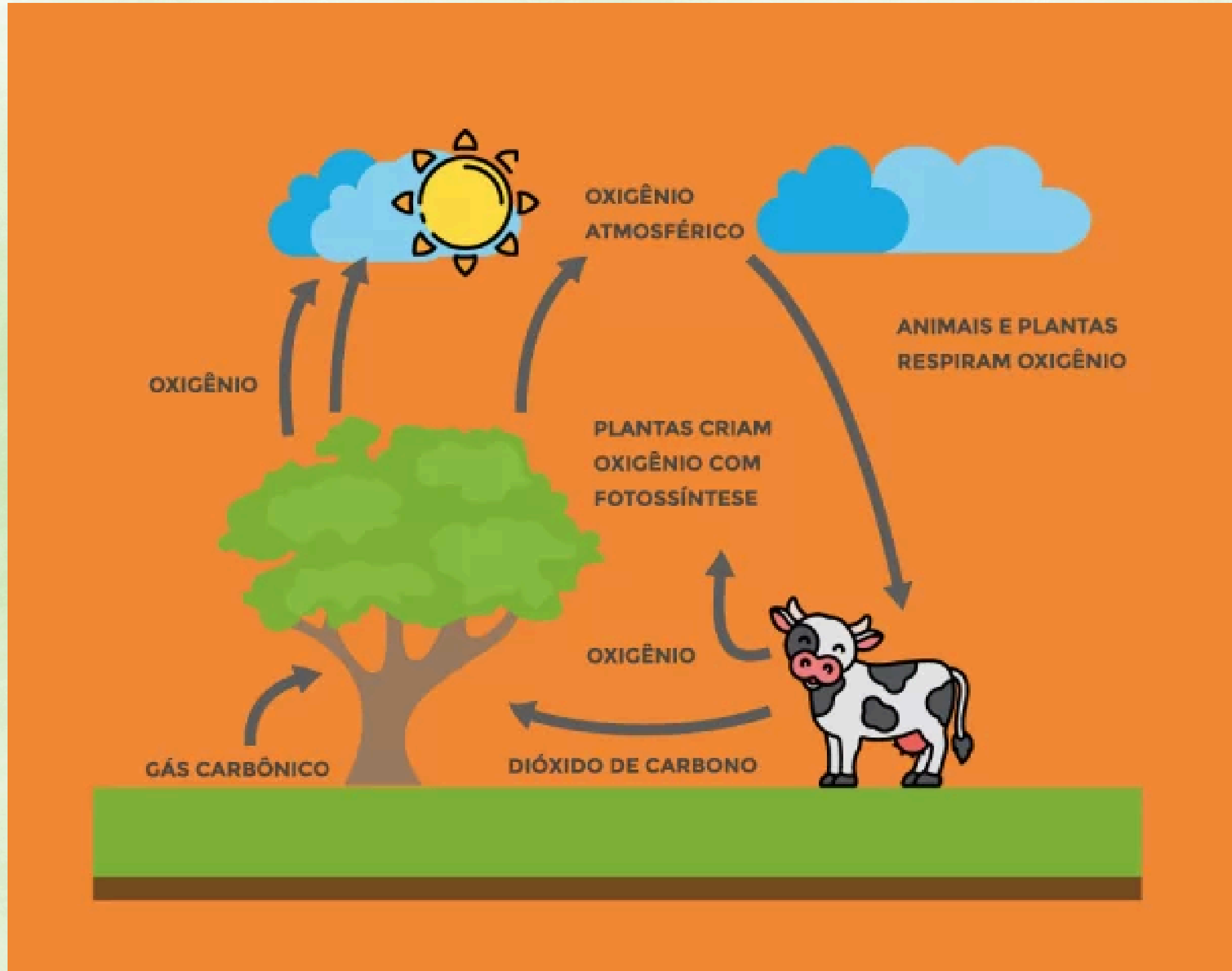
É um processo que descreve como o oxigênio é produzido, consumido e reciclado na natureza. Essencial para a manutenção da vida na terra.





1. **Fotossíntese:** Processo realizado pelas plantas, que absorvem dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera e, utilizando a energia solar, o transformam em oxigênio (O_2) e glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). A fotossíntese é a principal fonte de oxigênio atmosférico, vital para os organismos aeróbicos.

2. **Oxigênio atmosférico:** Após a liberação do oxigênio pelas plantas durante a fotossíntese, o O_2 se acumula na atmosfera, onde é essencial para a sobrevivência dos organismos que utilizam esse gás no processo de respiração celular.



3. Respiração: Animais e plantas utilizam o oxigênio atmosférico para o processo de respiração celular. Durante esse processo, a glicose e o oxigênio são convertidos em dióxido de carbono (CO_2) e água, liberando energia para as funções vitais. O CO_2 é liberado de volta à atmosfera.

4. Dióxido de carbono: O CO_2 , liberado como subproduto da respiração, retorna à atmosfera, onde será novamente utilizado pelas plantas no processo de fotossíntese, mantendo o ciclo contínuo de oxigênio e dióxido de carbono.

Ciclo do Oxigênio

Produção de Oxigênio

Fotossíntese como fonte primária

A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas, algas e algumas bactérias convertem luz solar em energia química, liberando oxigênio como subproduto.

Importância das plantas

As plantas são essenciais para a produção de oxigênio, contribuindo significativamente para a atmosfera terrestre.

Papel das algas

As algas, especialmente as marinhas, também desempenham um papel crucial na produção de oxigênio, representando uma parte significativa da fotossíntese global.

Consumo de Oxigênio

Respiração celular

A respiração celular é o processo pelo qual organismos vivos utilizam oxigênio para converter glicose em energia, liberando dióxido de carbono (CO₂).

Organismos envolvidos

Todos os organismos, plantas, animais e diversos microrganismos realizam respiração celular.

Comparação com a fotossíntese

Enquanto a fotossíntese consome dióxido de carbono (CO₂) e libera oxigênio (O₂), a respiração celular faz o oposto, criando um ciclo equilibrado.

Ciclo do Oxigênio na Natureza

Interações entre organismos

O ciclo do oxigênio envolve interações complexas entre plantas, animais e microrganismos, formando um ecossistema equilibrado.

Exemplos de interdependência

As plantas produzem oxigênio, que é utilizado por animais, enquanto os animais exalam dióxido de carbono, que é usado pelas plantas.

Impacto dos microrganismos

Os microrganismos também desempenham um papel vital na decomposição, liberando nutrientes e gases essenciais para o ciclo, como o CO₂ e o metano (CH₄).

Impactos humanos

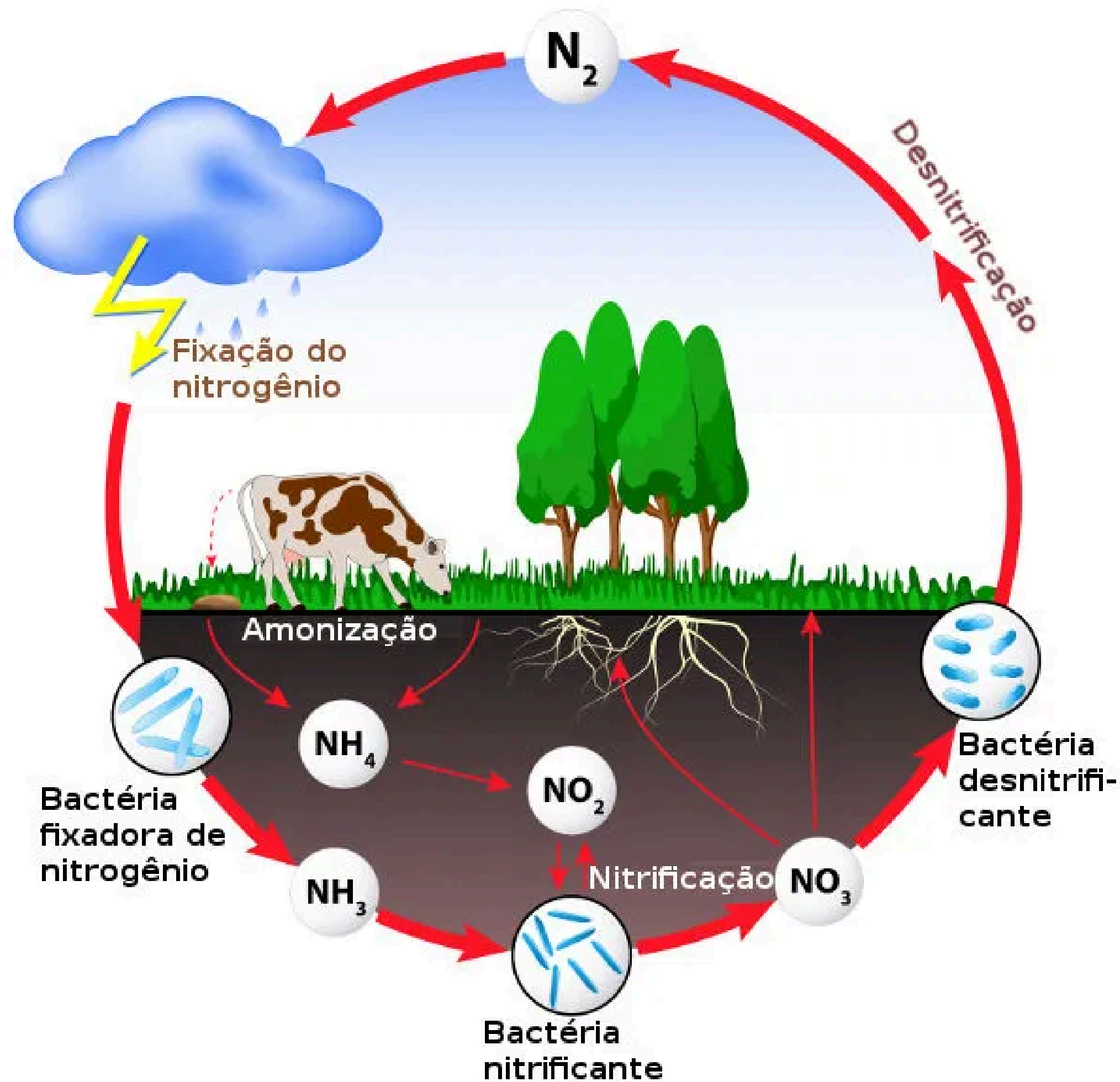
Atividades prejudiciais

Atividades Industriais e Combustíveis Fósseis

Queima de petróleo, carvão e gás natural → Aumento da concentração de CO₂ atmosférico

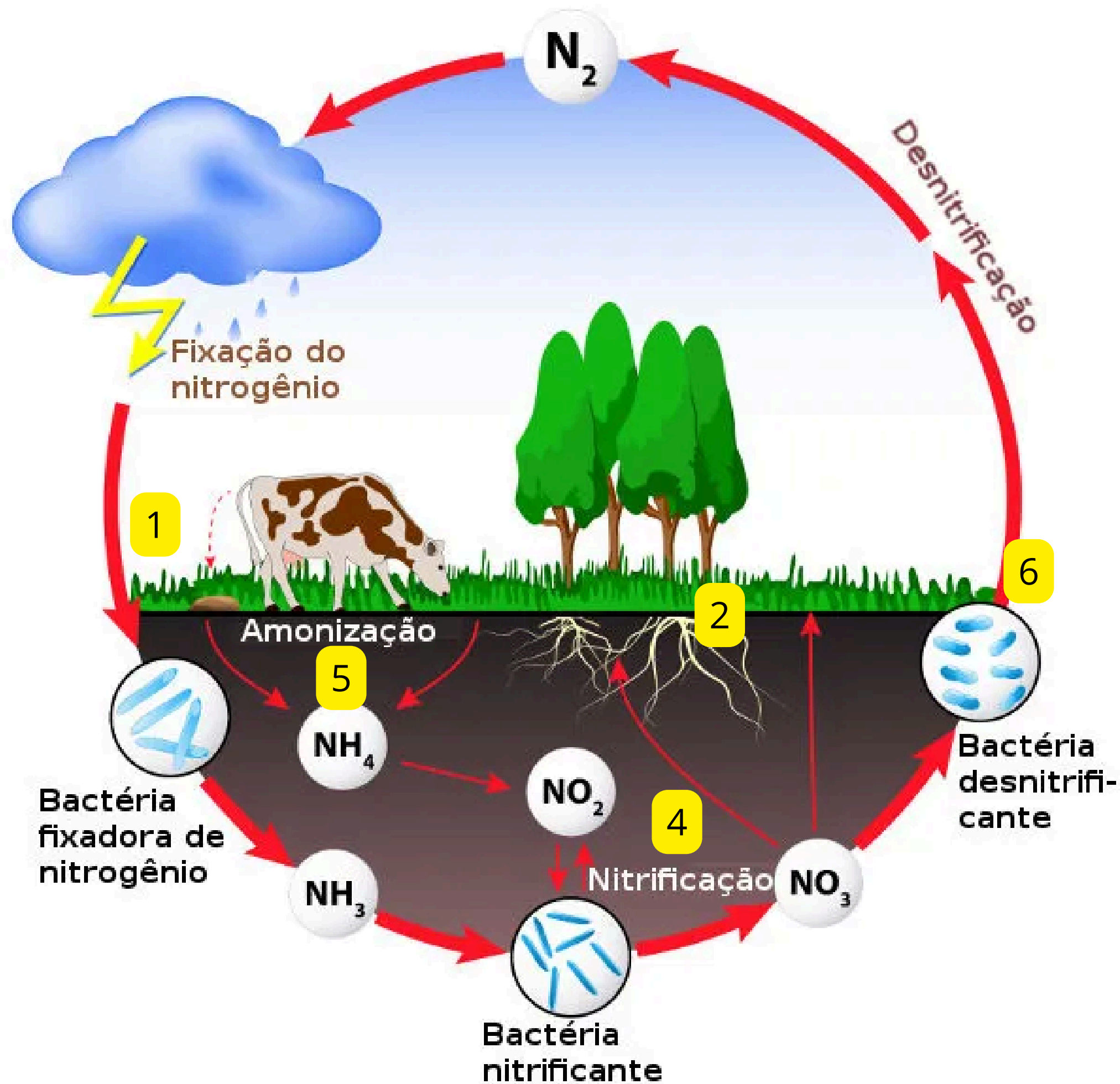
Desmatamento

Redução da capacidade de sequestro de carbono (menor fotossíntese)



Ciclo do nitrogênio

Neste ciclo, há diferentes tipos de processos envolvidos na circulação de nitrogênio. Na atmosfera, é encontrado na forma de gás em grande quantidade, porém poucos organismos vivos são capazes de utilizar esse nitrogênio.

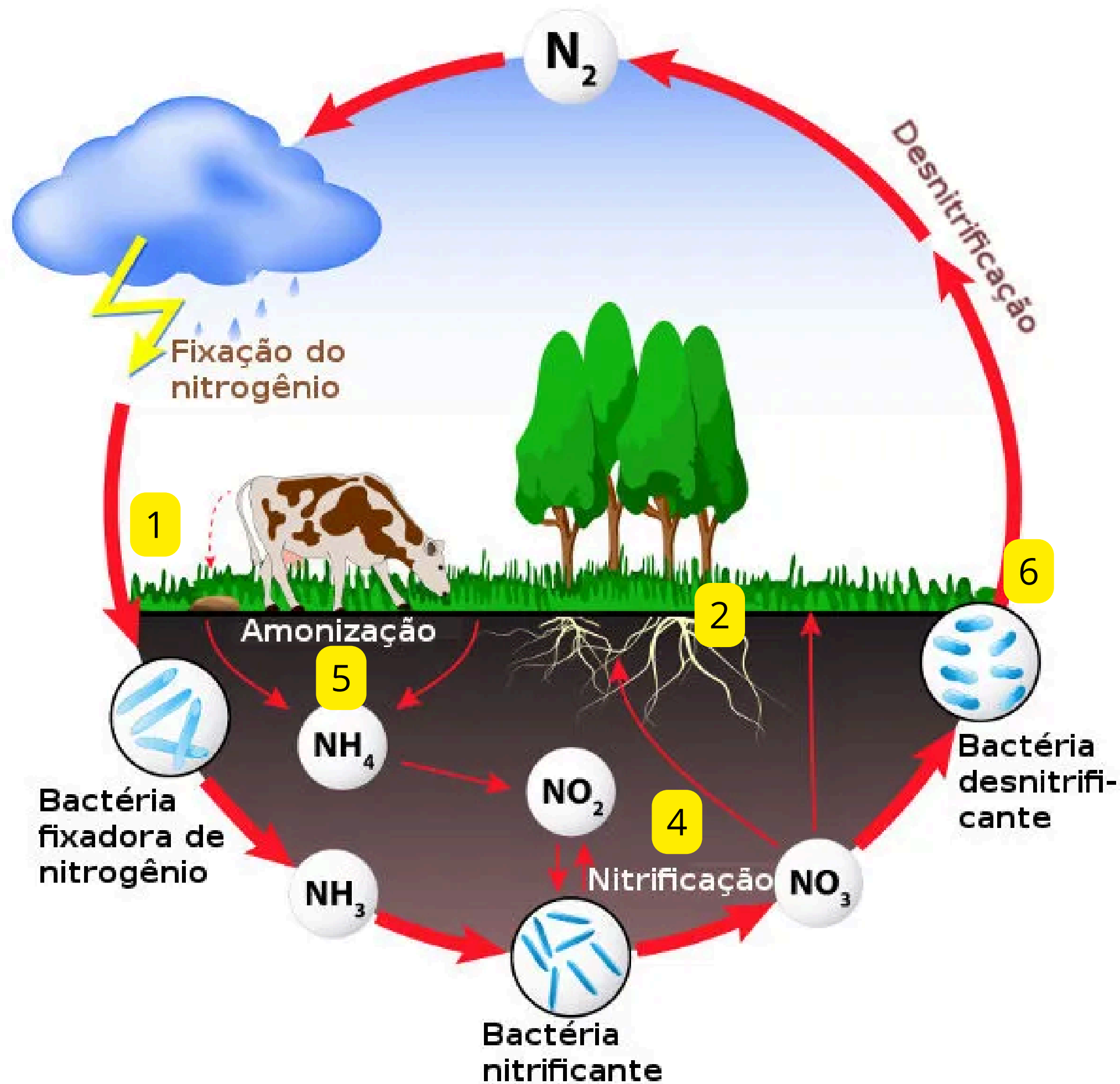


1. **Fixação:** O nitrogênio atmosférico (N_2) é convertido em amônia (NH_3) por fixação biológica e fixação abiótica.

1.1. **Fixação biológica:** realizada por bactérias simbióticas que vivem nos nódulos das raízes de plantas leguminosas.

1.2. **Fixação abiótica:** processos industriais, descargas elétricas e atividades vulcânicas também pode fixar o nitrogênio.

2. **Assimilação:** O nitrogênio na forma de nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+) é absorvido pelas células vegetais.

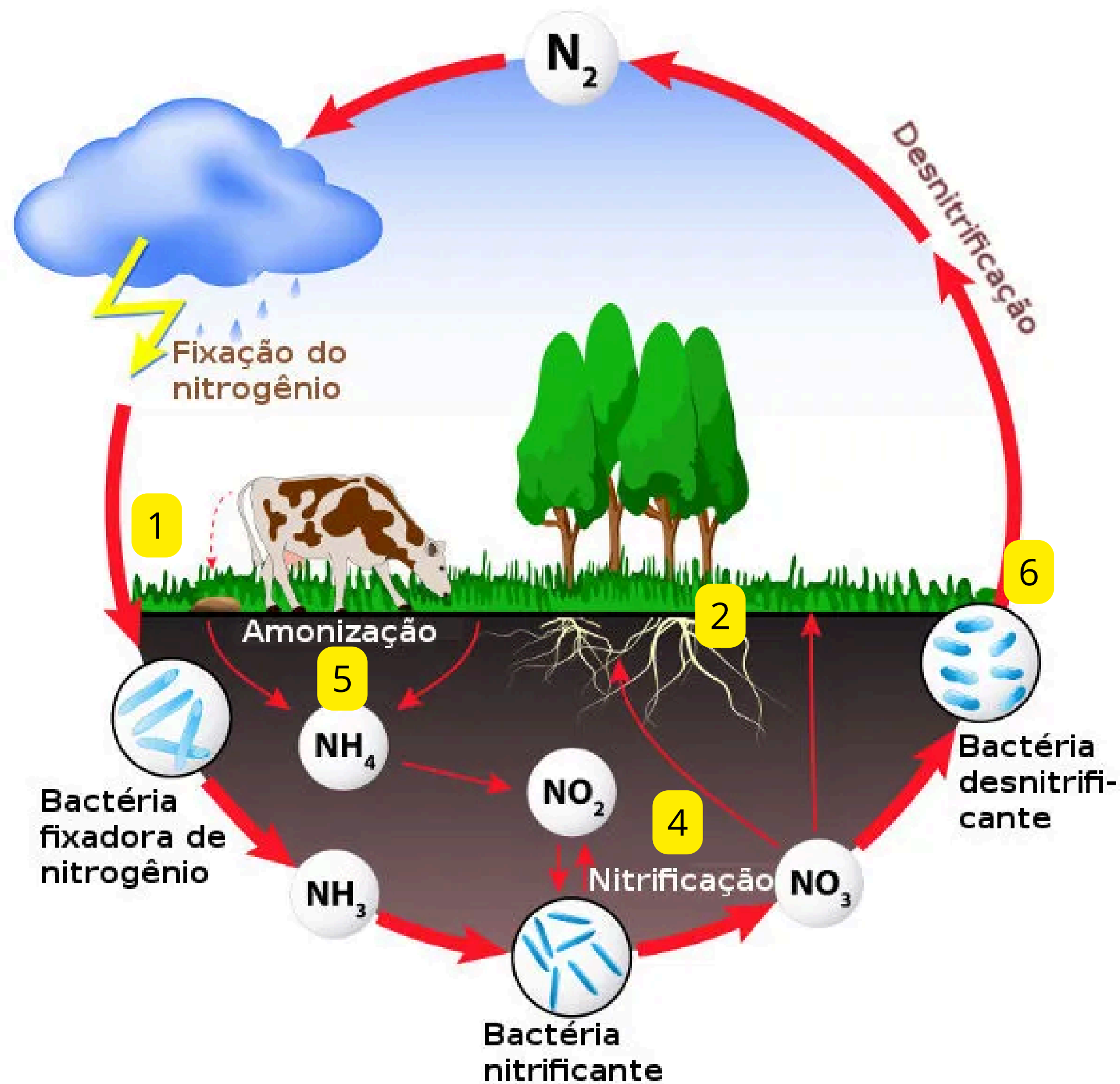


3. **Síntese de Aminoácidos:** As plantas utilizam o nitrogênio para formar aminoácidos e proteínas, incorporando-o em seus tecidos.

4. **Nitrificação:** Bactérias nitrificantes no solo convertem a amônia em nitrito (NO_2^-) e depois em nitrato (NO_3^-), por meio de dois processos:

4.1. **Nitrosação:** As bactérias realizam a oxidação da amônia (NH_4^+) para nitrito (NO_2^-).

4.2. **Nitratação:** O nitrito (NO_2^-) é então convertido em nitrato (NO_3^-) pelas bactérias. O nitrato é a forma de nitrogênio mais assimilável pelas plantas.



5. **Amonificação:** Quando plantas e animais morrem, a matéria orgânica é decomposta por fungos e bactérias, resultando na liberação de amônia no solo.

6. **Desnitrificação:** Em condições anaeróbicas, bactérias desnitrificantes convertem o nitrato do solo de volta em nitrogênio gasoso (N_2), que retorna à atmosfera.

7. **Lixiviação:** O nitrato no solo pode ser perdido por lixiviação, sendo transportado pela água e eventualmente se depositando em sedimentos profundos nos corpos d'água.

Ciclo do Nitrogênio

Ciclo do Nitrogênio

Fixação do Nitrogênio

A fixação do nitrogênio é o processo pelo qual o nitrogênio atmosférico (N_2) é convertido em formas utilizáveis por organismos.

Bactérias Fixadoras

Bactérias associadas às raízes de leguminosas fixam o nitrogênio no solo, convertendo em amônio (NH_4^+).

Processos Abióticos

Processos como a descarga elétrica (raios) também contribuem para a fixação do nitrogênio.

Nitrificação

A nitrificação é a conversão de amônia em nitratos, tornando o nitrogênio disponível para as plantas.

Nitrosação

Bactérias Nistromonas transformam a Amônia (NH_3) em Nitrito (NO_2^-).

Nitratação

Bactérias Nitrobacter convertem o Nitrito (NO_2^-) em Nitrato (NO_3^-).

Assimilação

A assimilação é o processo pelo qual as plantas absorvem nitratos e os convertem em compostos orgânicos.

Produção de Aminoácidos

Os nitratos assimilados são utilizados na síntese de aminoácidos, fundamentais para a formação de proteínas.

Ciclo Alimentar

Os compostos orgânicos resultantes são transferidos através da cadeia alimentar, sustentando a vida.

Desnitrificação

Bactérias Desnitrificantes

A desnitrificação é o processo que bactérias convertem nitratos de volta em nitrogênio gasoso, completando o ciclo.

Ciclo do Fósforo

■ Ciclo de tempo geológico

■ Ciclo de tempo ecológico



Ciclo do fósforo

Diferente dos ciclos que vimos anteriormente (água, carbono, oxigênio e nitrogênio), o fósforo não circula pela atmosfera. Ele é encontrado predominantemente em sua forma sólida nas rochas, como fosfatos.

Ciclo do Fósforo

- Ciclo de tempo geológico
- Ciclo de tempo ecológico



O ciclo de tempo geológico ocorre em um longo período, relacionado à processos lentos, como a formação de rochas. O ciclo de tempo ecológico ocorre em uma escala temporal mais curta e envolve o movimento de nutrientes e elementos entre os organismos vivos e o meio ambiente.

Ciclo do Fósforo

- Ciclo de tempo geológico
- Ciclo de tempo ecológico



1. **Adesão às rochas:** O fósforo, em forma de fosfato (PO_4^{3-}), é encontrado nas rochas. Ele fica “preso” no interior delas até ser liberado por processos naturais.

2. **Erosão e formação do solo:** Com o passar do tempo, a erosão e o intemperismo físico e químico das rochas fosfatadas resultam na liberação de fosfatos no ambiente. A chuva, o vento e outros fatores naturais desgastam as rochas, permitindo que os fosfatos sejam incorporados ao solo.

Ciclo do Fósforo

- Ciclo de tempo geológico
- Ciclo de tempo ecológico



4. **Absorção:** Os fosfatos liberados pela erosão entram no solo ou em corpos d'água, tornando-se acessíveis para as plantas.

5. **Assimilação:** As plantas absorvem o PO_4^{3-} através das raízes. Quando um herbívoro se alimenta dessas plantas, o fósforo é transferido para o corpo do animal.

6. **Decomposição:** Quando um animal morre ou excreta, o fósforo presente nos tecidos retorna ao meio ambiente através da ação de decompositores que quebram a matéria orgânica, liberando fosfatos de volta ao solo ou água.

Ciclo do Fósforo

- Ciclo de tempo geológico
- Ciclo de tempo ecológico



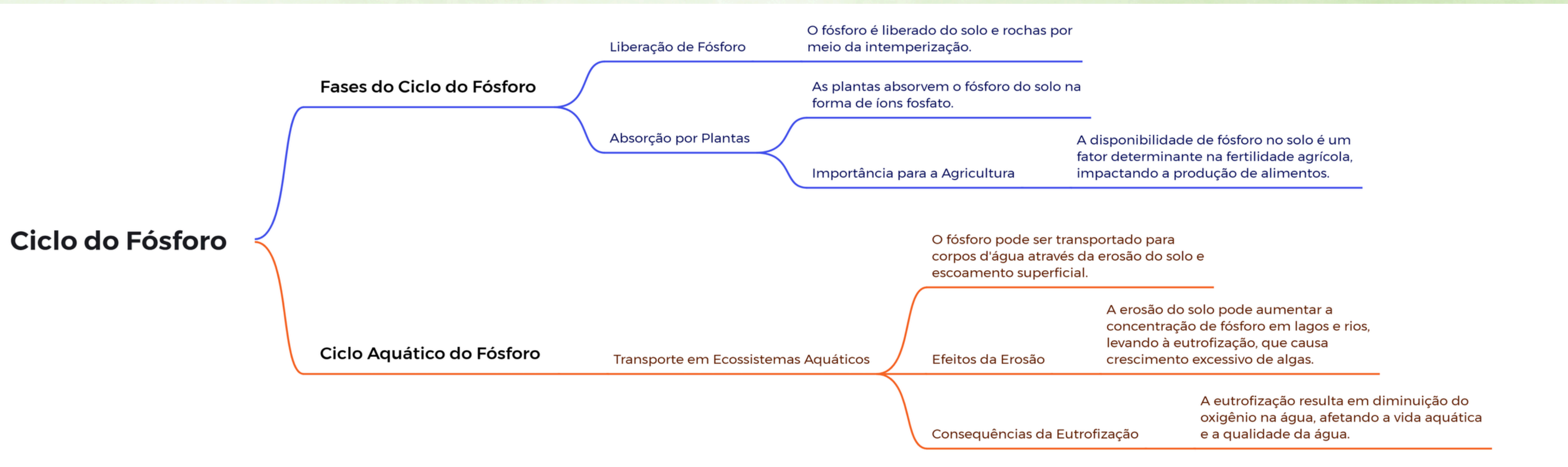
7. Ambiente aquático: Os fosfatos dissolvidos são absorvidos por plantas aquáticas que assimilam o fósforo e são consumidos por peixes ou outros animais. Após os organismos aquáticos morrerem, o processo de decomposição libera fosfatos de volta à água e, parte desse fósforo, pode ser assimilada novamente pelos organismos, enquanto outra parte pode se precipitar e se depositar no fundos dos corpos d'água. O fósforo pode ocorrer a adesão às rochas através da sedimentação ou reabsorção por plantas.

Ciclo do Fósforo

- Ciclo de tempo geológico
- Ciclo de tempo ecológico



7. Ambiente aquático: Os fosfatos dissolvidos são absorvidos por plantas aquáticas que assimilam o fósforo e são consumidos por peixes ou outros animais. Após os organismos aquáticos morrerem, o processo de decomposição libera fosfatos de volta à água e, parte desse fósforo, pode ser assimilada novamente pelos organismos, enquanto outra parte pode se precipitar e se depositar no fundo dos corpos d'água. O fósforo pode ocorrer a adesão às rochas através da sedimentação ou reabsorção por plantas.





Os decompositores desempenham um papel crucial no ciclo do fósforo ao decompor matéria orgânica e reciclar nutrientes, incluindo o fósforo, de volta ao solo. Eles são fundamentais para a manutenção da saúde dos ecossistemas.



Questões ENEM:

No ciclo biogeoquímico do nitrogênio participam vários organismos vivos. Um dos efeitos desse ciclo é aumentar a disponibilidade dos compostos nitrogenados no solo.

As minhocas participam desse ciclo quando:



- A. oxidam o nitrito a nitrato.
 - B. reduzem o nitrito a amônia.
 - C. oxidam a amônia liberada da matéria orgânica.
 - D. transformam a matéria orgânica, liberando amônia.
 - E. fixam o nitrogênio molecular presente no ar atmosférico.
- 
- 



Questões ENEM:

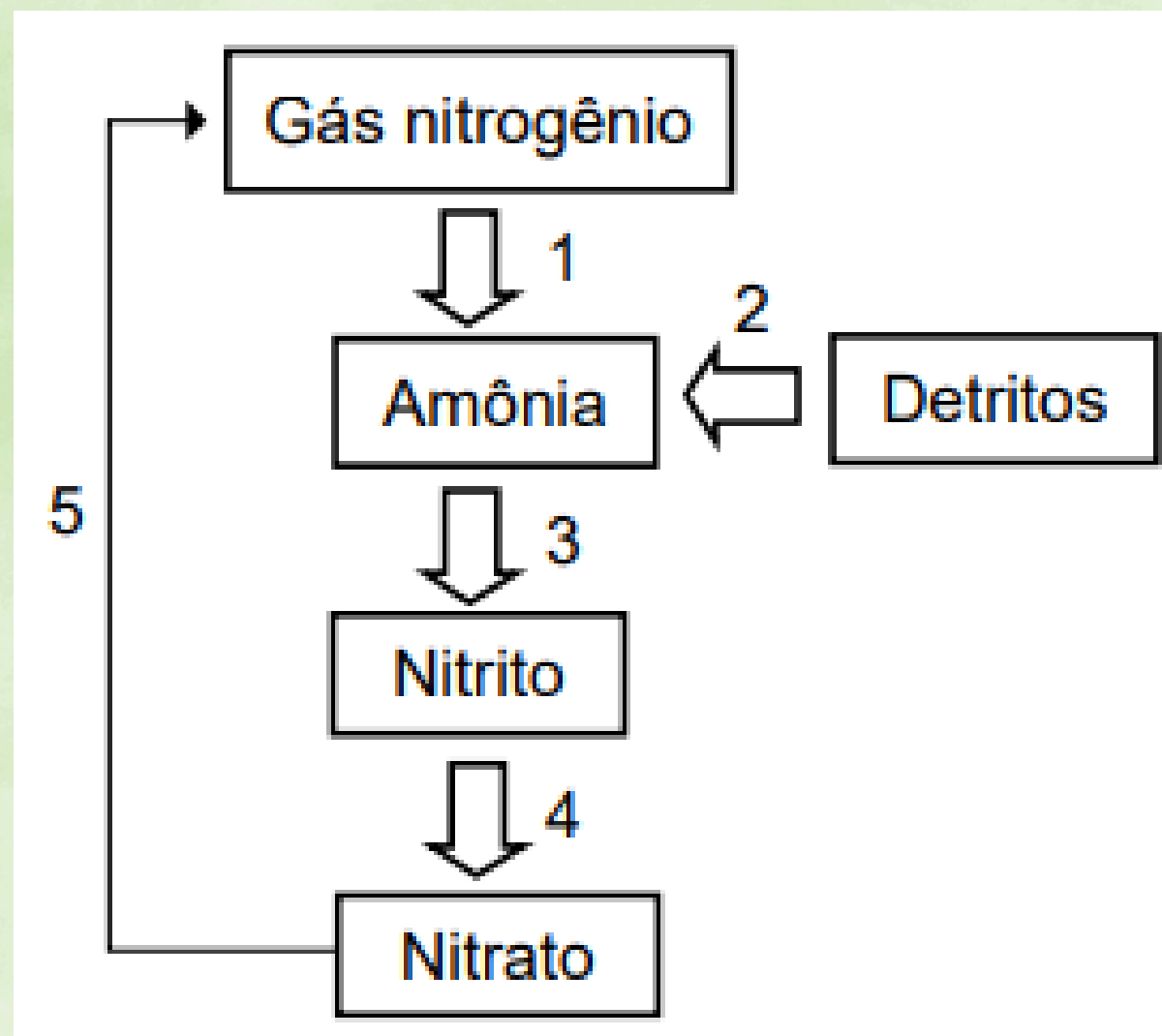
No ciclo biogeoquímico do nitrogênio participam vários organismos vivos. Um dos efeitos desse ciclo é aumentar a disponibilidade dos compostos nitrogenados no solo.

As minhocas participam desse ciclo quando:

- A. oxidam o nitrito a nitrato.
 - B. reduzem o nitrito a amônia.
 - C. oxidam a amônia liberada da matéria orgânica.
 - D. transformam a matéria orgânica, liberando amônia.**
 - E. fixam o nitrogênio molecular presente no ar atmosférico.
- 
- 

Questões ENEM:

O ciclo do nitrogênio é composto por várias etapas, conforme a figura, sendo cada uma desempenhada por um grupo específico de microrganismos.

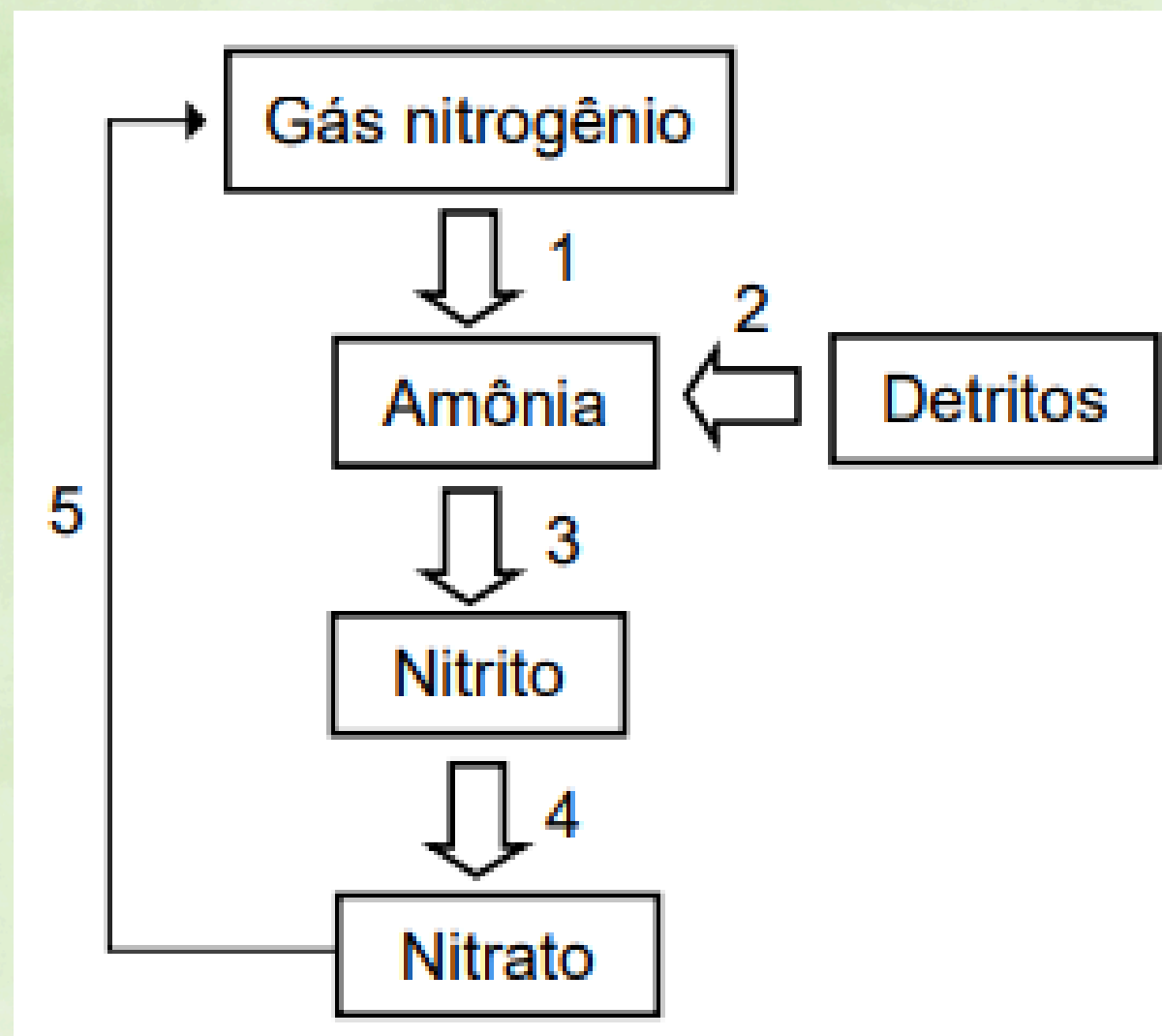


Se o grupo dos microrganismos decompositores fosse exterminado, qual etapa não ocorreria?

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

Questões ENEM:

O ciclo do nitrogênio é composto por várias etapas, conforme a figura, sendo cada uma desempenhada por um grupo específico de microrganismos.



Se o grupo dos microrganismos decompositores fosse exterminado, qual etapa não ocorreria?

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

Questões ENEM:

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.

Questões ENEM:

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.



Questões ENEM:

Na natureza a matéria é constantemente transformada por meio dos ciclos biogeoquímicos. Além do ciclo da água, existem os ciclos do carbono, do enxofre, do fósforo, do nitrogênio e do oxigênio.

O elemento que está presente em todos os ciclos nomeados é o



- A. fósforo.**
 - B. enxofre.**
 - C. carbono.**
 - D. oxigênio.**
 - E. nitrogênio.**
- 
- 



Questões ENEM:

Na natureza a matéria é constantemente transformada por meio dos ciclos biogeoquímicos. Além do ciclo da água, existem os ciclos do carbono, do enxofre, do fósforo, do nitrogênio e do oxigênio.

O elemento que está presente em todos os ciclos nomeados é o

- A. fósforo.
 - B. enxofre.
 - C. carbono.
 - D. oxigênio.**
 - E. nitrogênio.
- 
- 

Questões ENEM:

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será:

- A. menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- B. maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C. maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D. igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes
- E. menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

Questões ENEM:

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será:

- A. menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.**
- B. maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C. maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D. igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes
- E. menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

Questões ENEM:

O sol participa do ciclo da água, pois além de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. O vapor da água, ao se resfriar, condensa-se em minúsculas gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos ventos de uma região para outra. Com a condensação e, em seguida, a chuva, a água volta à superfície da Terra, caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessa água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoia superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios e lagos. Esse processo é chamado de ciclo da água.

Considere, então, as seguintes afirmativas:

- I. a evaporação é maior nos continentes, uma vez que o aquecimento ali é maior do que nos oceanos.
 - II. a vegetação participa do ciclo hidrológico por meio da transpiração.
 - III. o ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem na litosfera, na atmosfera e na biosfera.
 - IV. a energia gravitacional movimenta a água dentro do seu ciclo.
 - V. o ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência humana, podendo apresentar desequilíbrios.
- a) somente a afirmativa III está correta.
 - b) somente as afirmativas III e IV estão corretas
 - c) somente as afirmativas I, II e V estão corretas.
 - d) somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas.
 - e) todas as afirmativas estão corretas.

Questões ENEM:

O sol participa do ciclo da água, pois além de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. O vapor da água, ao se resfriar, condensa-se em minúsculas gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos ventos de uma região para outra. Com a condensação e, em seguida, a chuva, a água volta à superfície da Terra, caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessa água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoia superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios e lagos. Esse processo é chamado de ciclo da água.

Considere, então, as seguintes afirmativas:

- I. a evaporação é maior nos continentes, uma vez que o aquecimento ali é maior do que nos oceanos.
 - II. a vegetação participa do ciclo hidrológico por meio da transpiração.
 - III. o ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem na litosfera, na atmosfera e na biosfera.
 - IV. a energia gravitacional movimenta a água dentro do seu ciclo.
 - V. o ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência humana, podendo apresentar desequilíbrios.
- a) somente a afirmativa III está correta.
 - b) somente as afirmativas III e IV estão corretas
 - c) somente as afirmativas I, II e V estão corretas.
 - d) somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas.**
 - e) todas as afirmativas estão corretas.