

Aulas 11 e 12: Fluxo de matéria



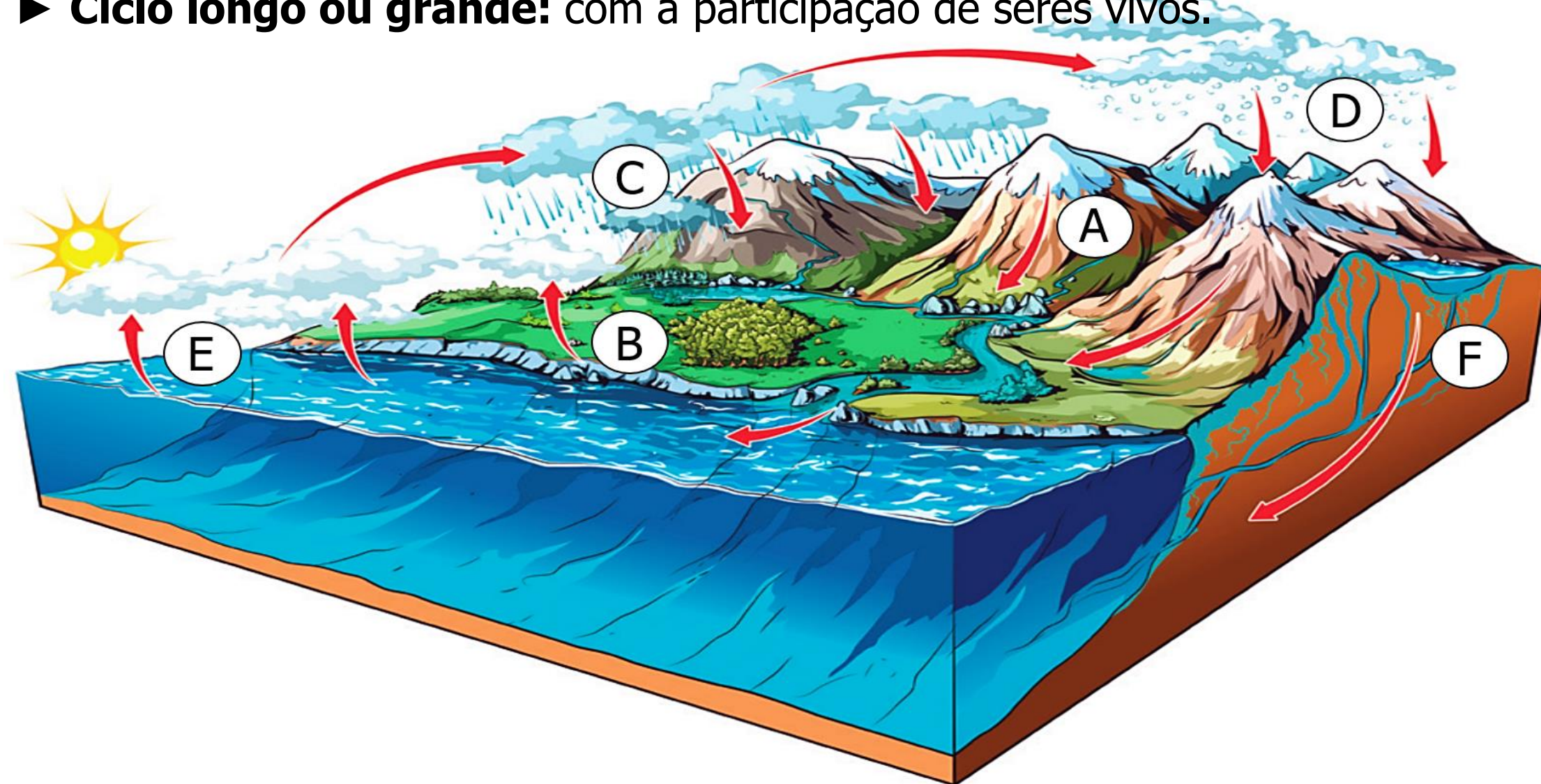
Conceitos fundamentais

- ▶ **Fluxo cíclico:** os elementos químicos podem ser reutilizados pelos seres vivos.
- ▶ **Ciclo biogeoquímico:** padrão de movimento de um elemento químico através dos seres vivos e dos componentes abióticos dos ecossistemas.



Ciclo da água

- ▶ **Ciclo curto ou pequeno:** sem a participação de seres vivos.
- ▶ **Ciclo longo ou grande:** com a participação de seres vivos.



A – Derretimento das geleiras e escoamento superficial.

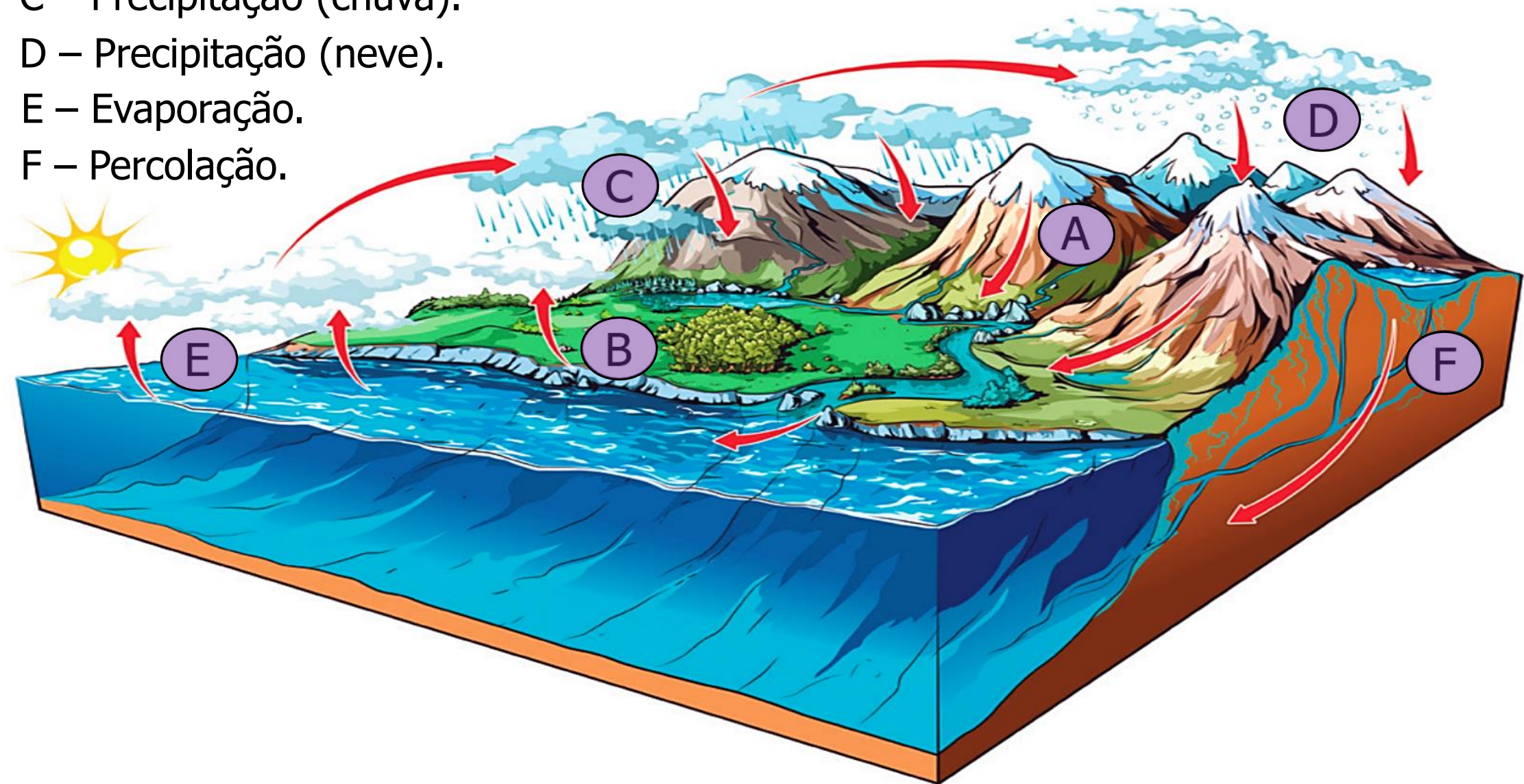
B – Transpiração vegetal.

C – Precipitação (chuva).

D – Precipitação (neve).

E – Evaporação.

F – Percolação.



Água nos animais

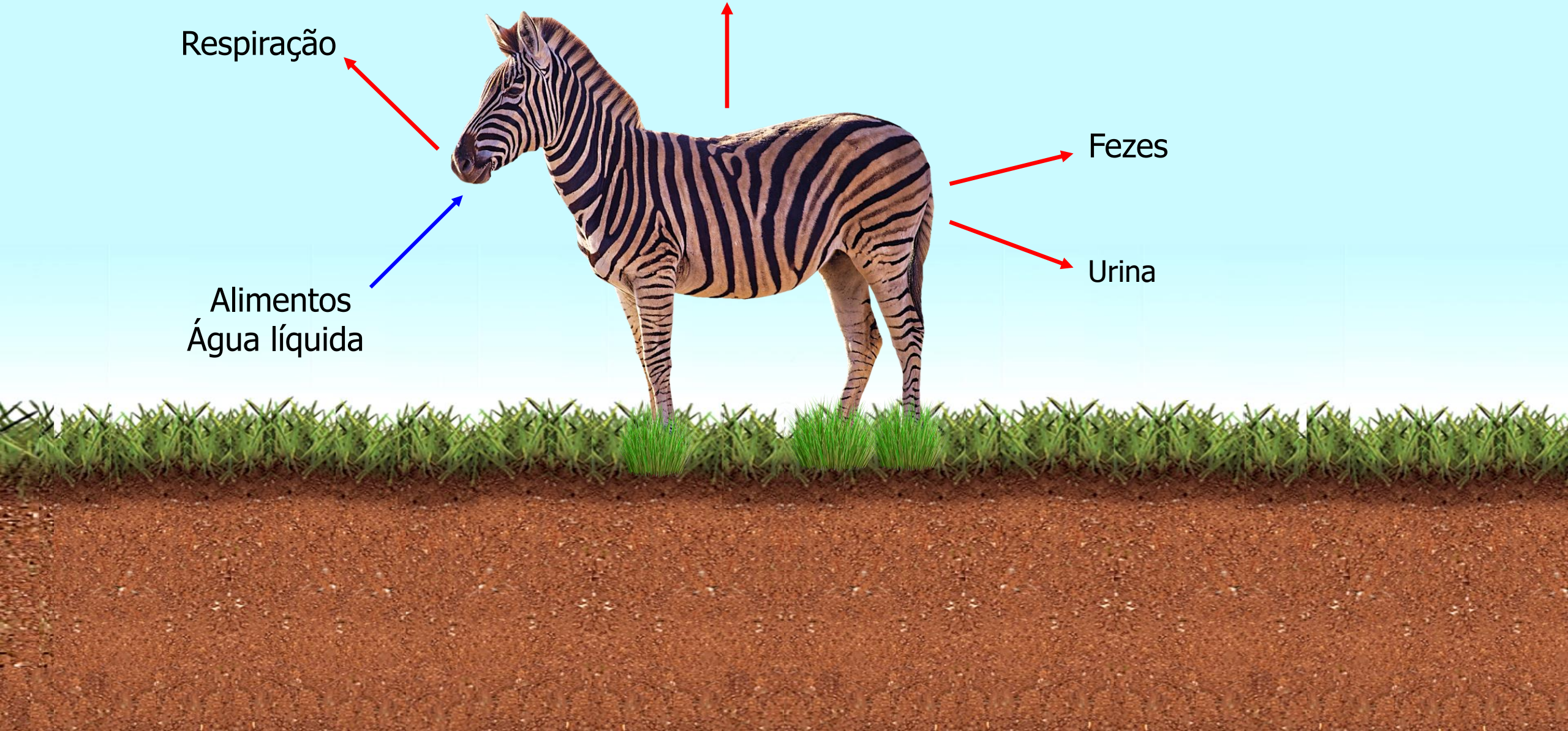
Respiração

Transpiração

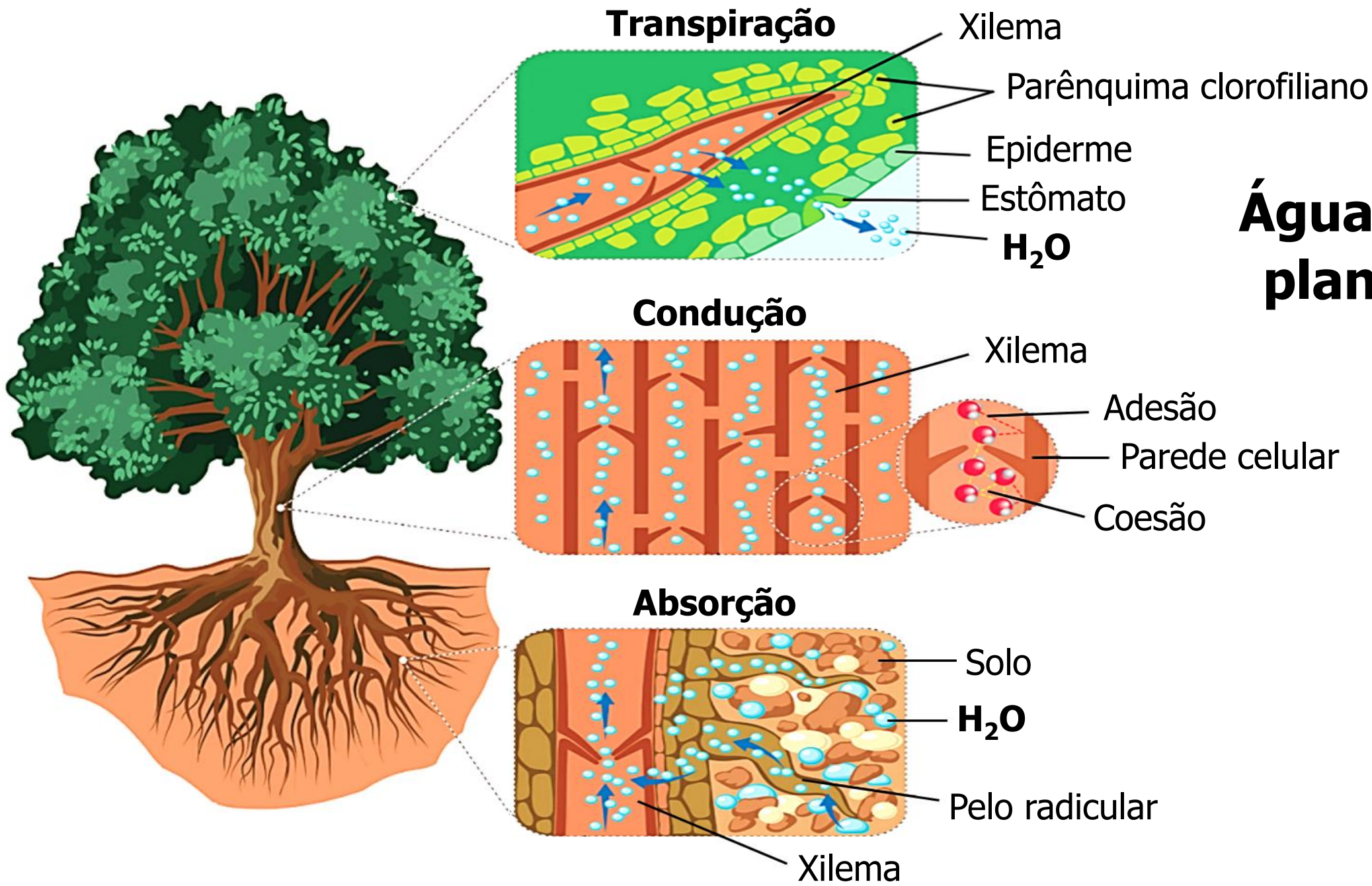
Fezes

Urina

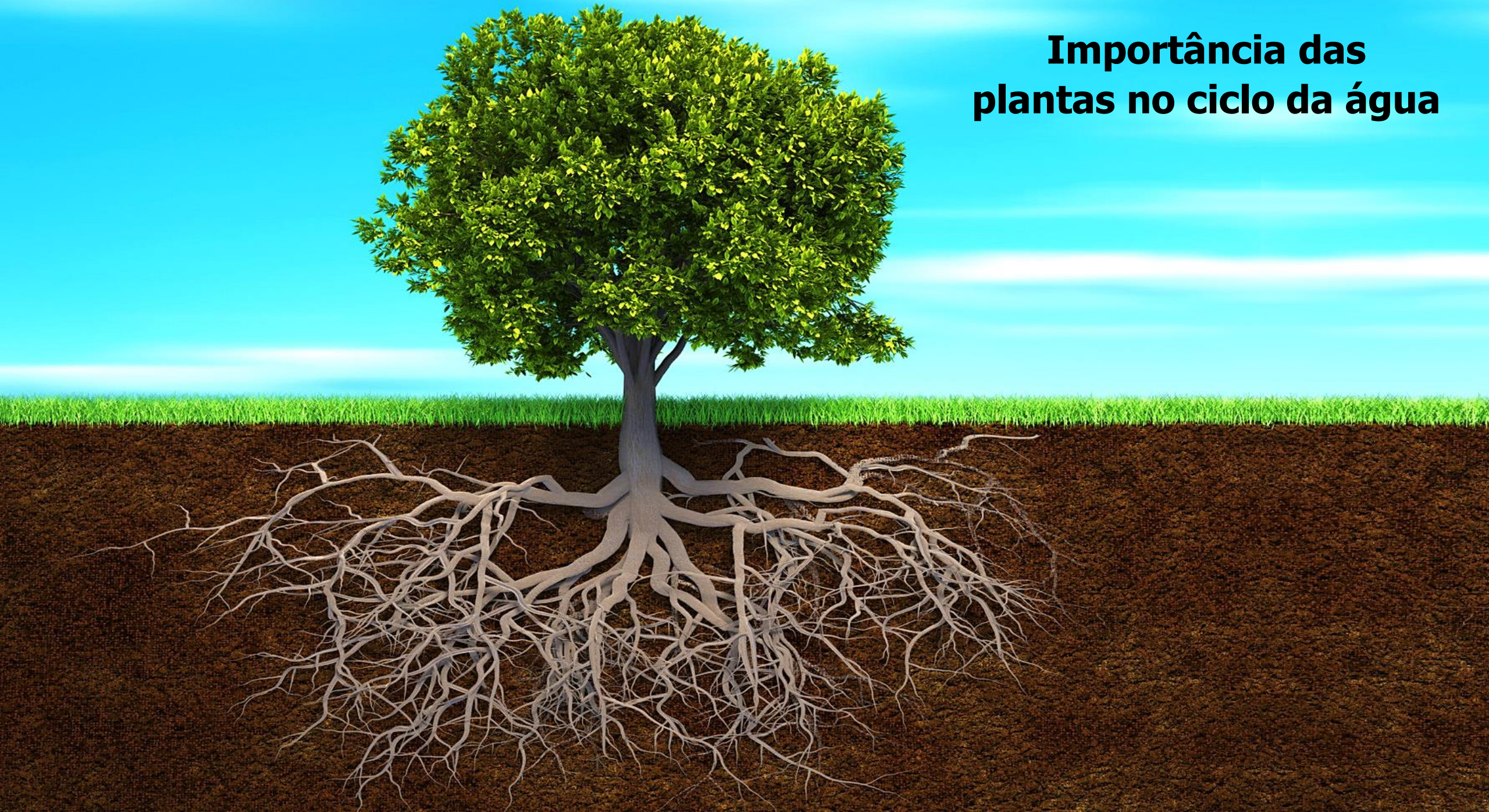
Alimentos
Água líquida



Água nas plantas



Importância das plantas no ciclo da água



Importância das plantas no ciclo da água



Foco no Vestibular

FCMSCSP 2024 Um estudo do Instituto Cerrados aponta que 88% de 81 bacias hidrográficas do Cerrado já tiveram redução de vazão causada pelo desmatamento entre 1985 e 2022. Em 2050, essa redução deve chegar a 23,6 mil metros cúbicos de água por segundo. O pesquisador Yuri Salmona destaca que diversos rios que alimentam as bacias na Amazônia nascem na região do Cerrado, como o Tocantins e o Xingu. Essas águas ajudam a formar os **rios voadores**, corredores de umidade que levam chuvas a outros locais do país. Além disso, o Cerrado guarda 8 das 12 maiores bacias do país. De acordo com o excerto, o desmatamento no Cerrado está diretamente relacionado à redução da

- a)** fixação de CO_2 pela vegetação, o que aumenta a temperatura média na região e diminui a quantidade de água nos reservatórios urbanos.
- b)** evaporação de água do solo, o que diminui a formação de nuvens e prejudica a retenção de nutrientes no solo.
- c)** transpiração foliar, o que diminui a quantidade de vapor d'água na atmosfera e pode prejudicar a produção de energia hidrelétrica.
- d)** absorção de água dos lençóis subterrâneos, o que diminui a acidez do solo e impacta o setor agropecuário.
- e)** produção de gás O_2 , o que diminui a formação do gás ozônio na atmosfera e intensifica a evapotranspiração das bacias hídricas.

Foco no Vestibular

FCMSCSP 2024 Um estudo do Instituto Cerrados aponta que 88% de 81 bacias hidrográficas do Cerrado já tiveram redução de vazão causada pelo desmatamento entre 1985 e 2022. Em 2050, essa redução deve chegar a 23,6 mil metros cúbicos de água por segundo. O pesquisador Yuri Salmona destaca que diversos rios que alimentam as bacias na Amazônia nascem na região do Cerrado, como o Tocantins e o Xingu. Essas águas ajudam a formar os **rios voadores**, corredores de umidade que levam chuvas a outros locais do país. Além disso, o Cerrado guarda 8 das 12 maiores bacias do país. De acordo com o excerto, o desmatamento no Cerrado está diretamente relacionado à redução da

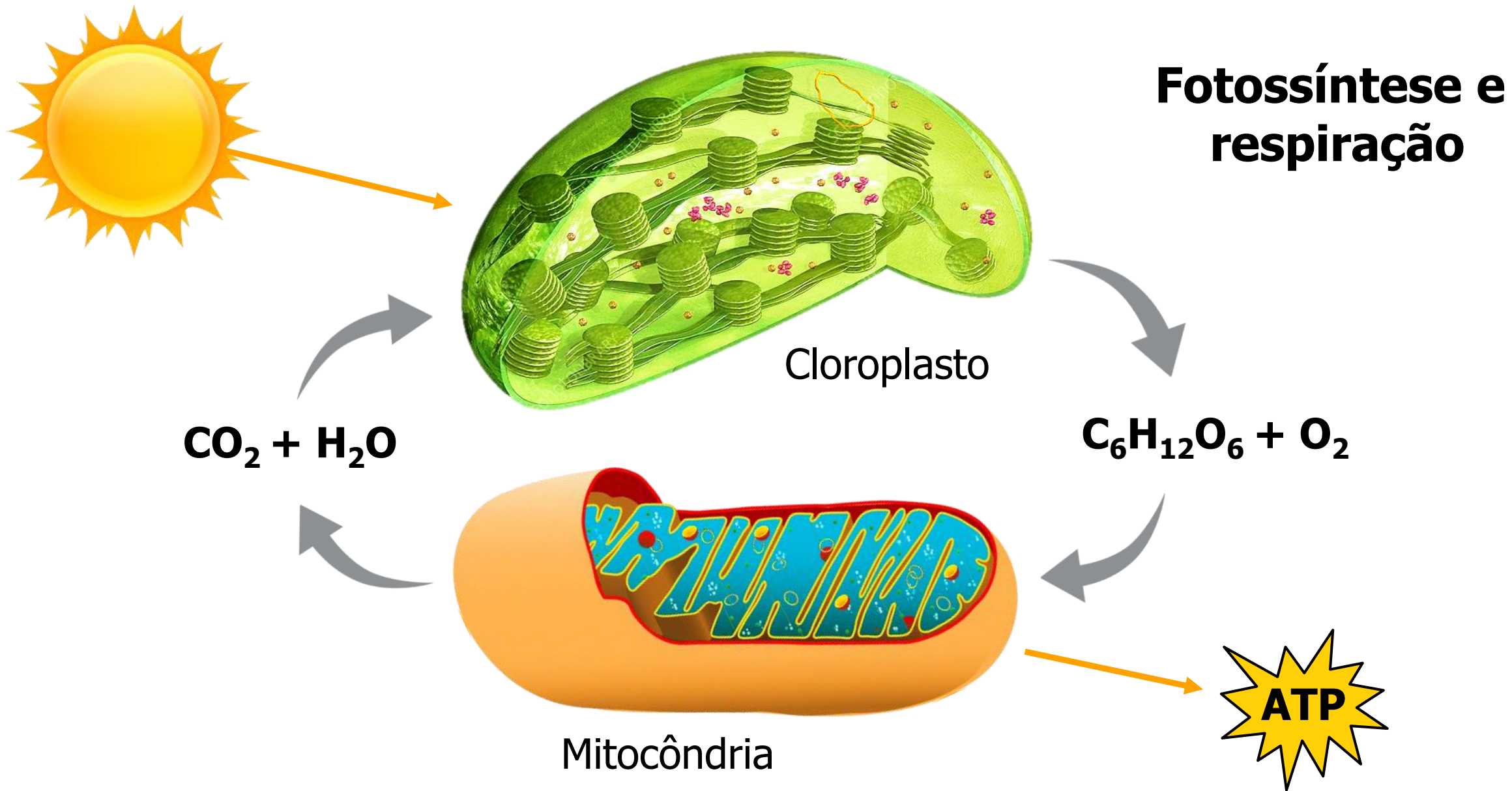
- a) fixação de CO_2 pela vegetação, o que aumenta a temperatura média na região e diminui a quantidade de água nos reservatórios urbanos.
- b) evaporação de água do solo, o que diminui a formação de nuvens e prejudica a retenção de nutrientes no solo.
- c) transpiração foliar, o que diminui a quantidade de vapor d'água na atmosfera e pode prejudicar a produção de energia hidrelétrica.
- d) absorção de água dos lençóis subterrâneos, o que diminui a acidez do solo e impacta o setor agropecuário.
- e) produção de gás O_2 , o que diminui a formação do gás ozônio na atmosfera e intensifica a evapotranspiração das bacias hídricas.

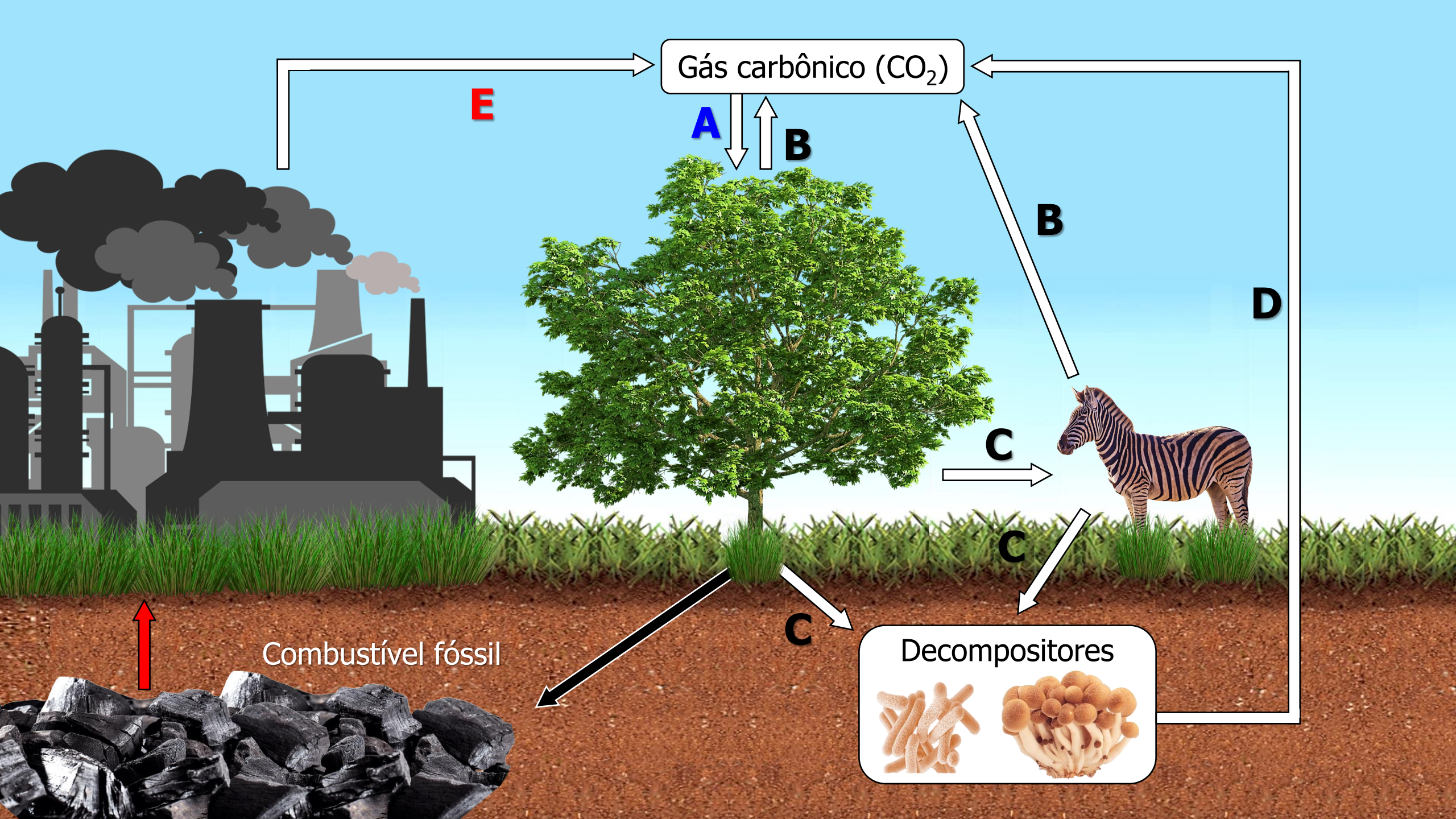
Ciclo do carbono

- ▶ **Atmosfera:** gás carbônico (CO_2).
- ▶ **Seres vivos:** moléculas orgânicas (proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos).
- ▶ **Fixação de carbono:** fotossíntese e quimiossíntese.
- ▶ **Eliminação de carbono:** respiração celular, fermentação, decomposição e combustão.

Gás carbônico (CO₂)







Foco no Vestibular

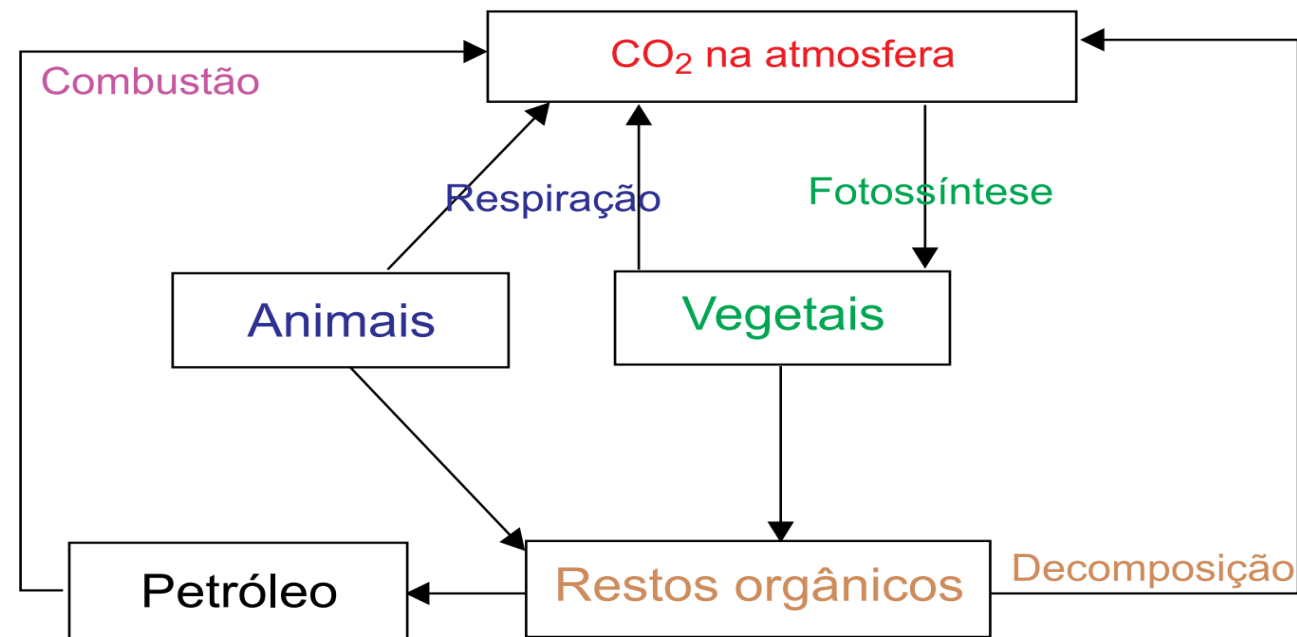
FMJ 2024 A figura ilustra de forma simplificada o ciclo do carbono, elemento químico fundamental para a síntese de compostos orgânicos presentes em todos os seres vivos.

a) Cite a principal reação indicada na figura que está relacionada diretamente com a intensificação do efeito estufa.

Como os animais conseguem obter o carbono que é incorporado na sua matéria orgânica?

A combustão está diretamente relacionada com o aquecimento global.

A nutrição é o meio pelo qual os animais conseguem obter carbono, na forma de moléculas orgânicas existentes nos alimentos ingeridos por eles.



Foco no Vestibular

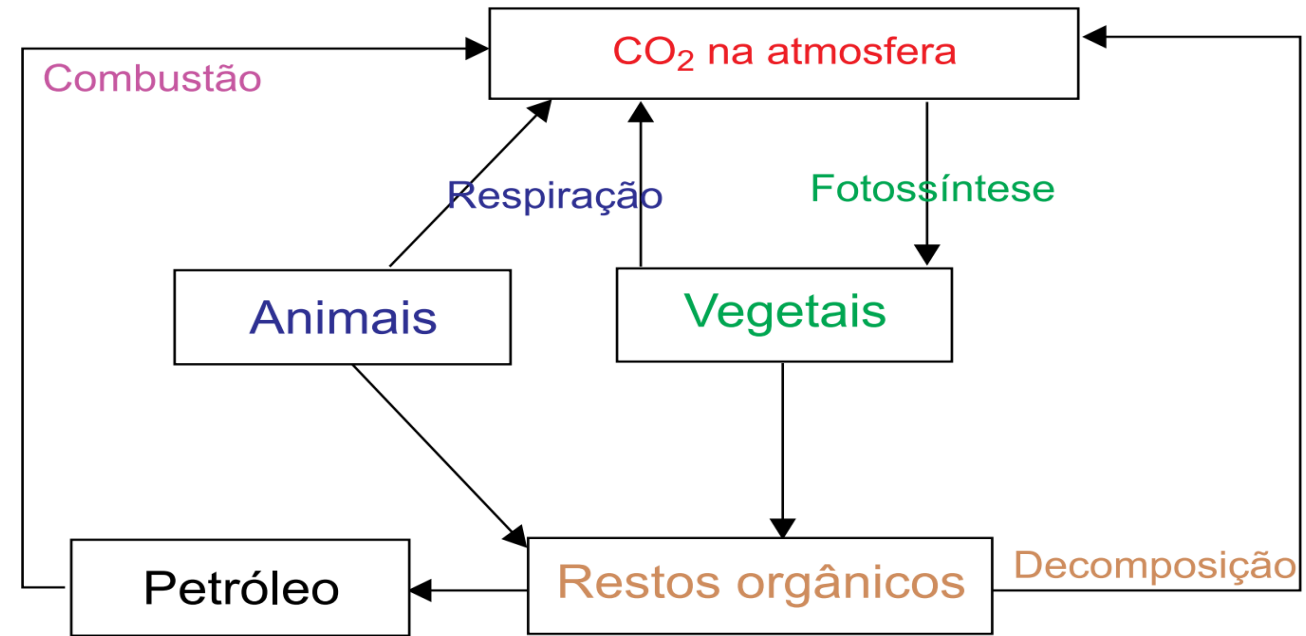
FMJ 2024 A figura ilustra de forma simplificada o ciclo do carbono, elemento químico fundamental para a síntese de compostos orgânicos presentes em todos os seres vivos.

b) Por que não é correto afirmar que o gás CO_2 é transferido entre os níveis tróficos dos consumidores?

Qual o destino químico do gás CO_2 absorvido na fotossíntese pelos produtores?

A transferência de carbono entre os níveis tróficos ocorre na forma de moléculas orgânicas que os organismos conseguem por meio da nutrição.

O CO_2 é utilizado pelos produtores na fotossíntese (fixação de carbono) para a produção de moléculas orgânicas, como a glicose.

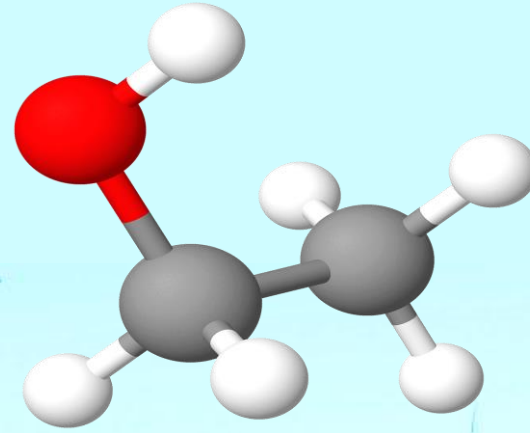


Ciclo do carbono

- ▶ Atmosfera: **gás carbônico** (CO₂).
- ▶ Seres vivos: **moléculas orgânicas** (proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos).
- ▶ **Fixação de carbono:** fotossíntese e quimiossíntese.
- ▶ **Eliminação de carbono:** respiração celular, fermentação, decomposição e combustão.
- ▶ **Biocombustíveis:** derivados de biomassa de organismos atuais.

Ex.: etanol e biodiesel.

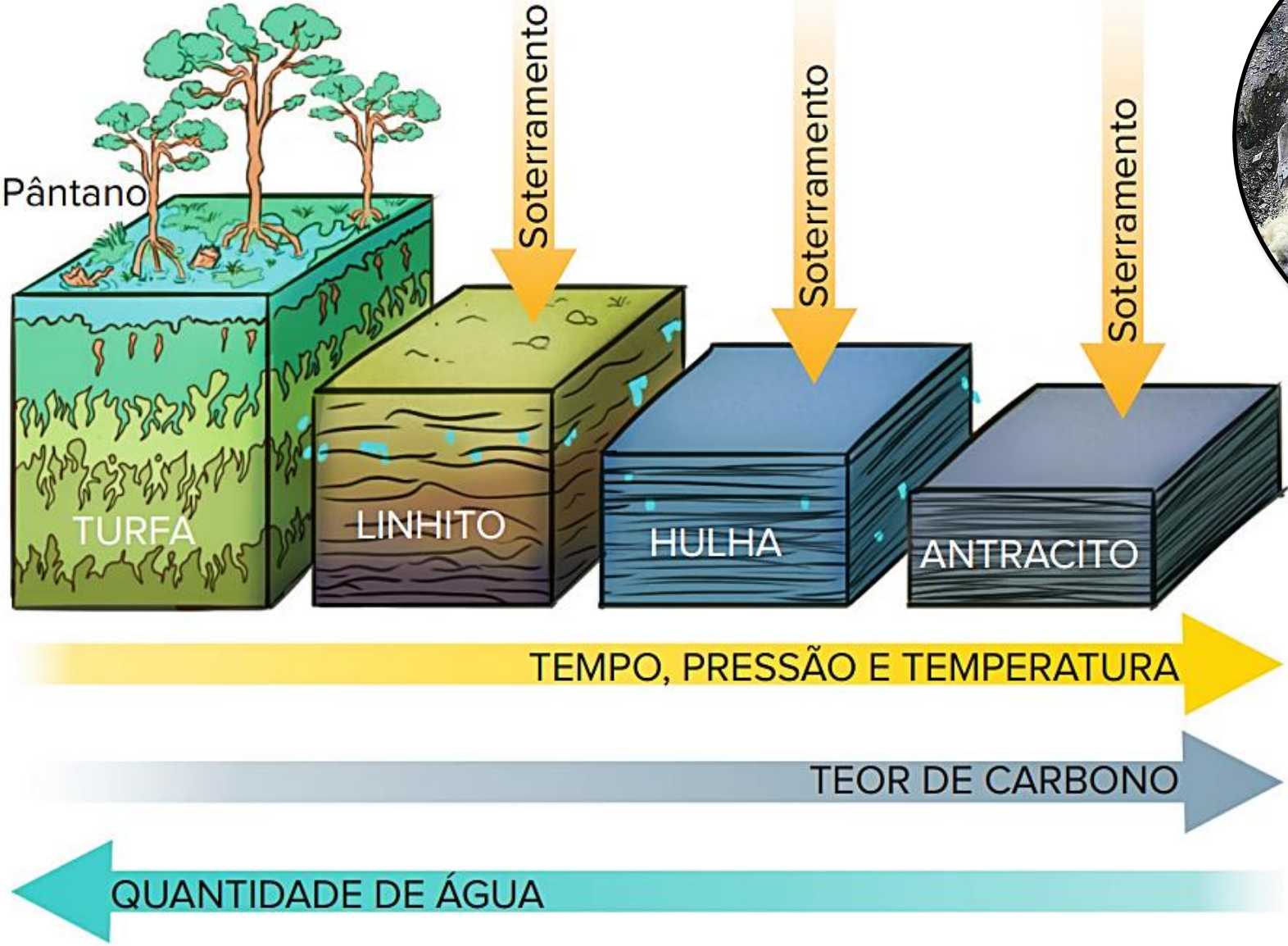
Biocombustível: etanol



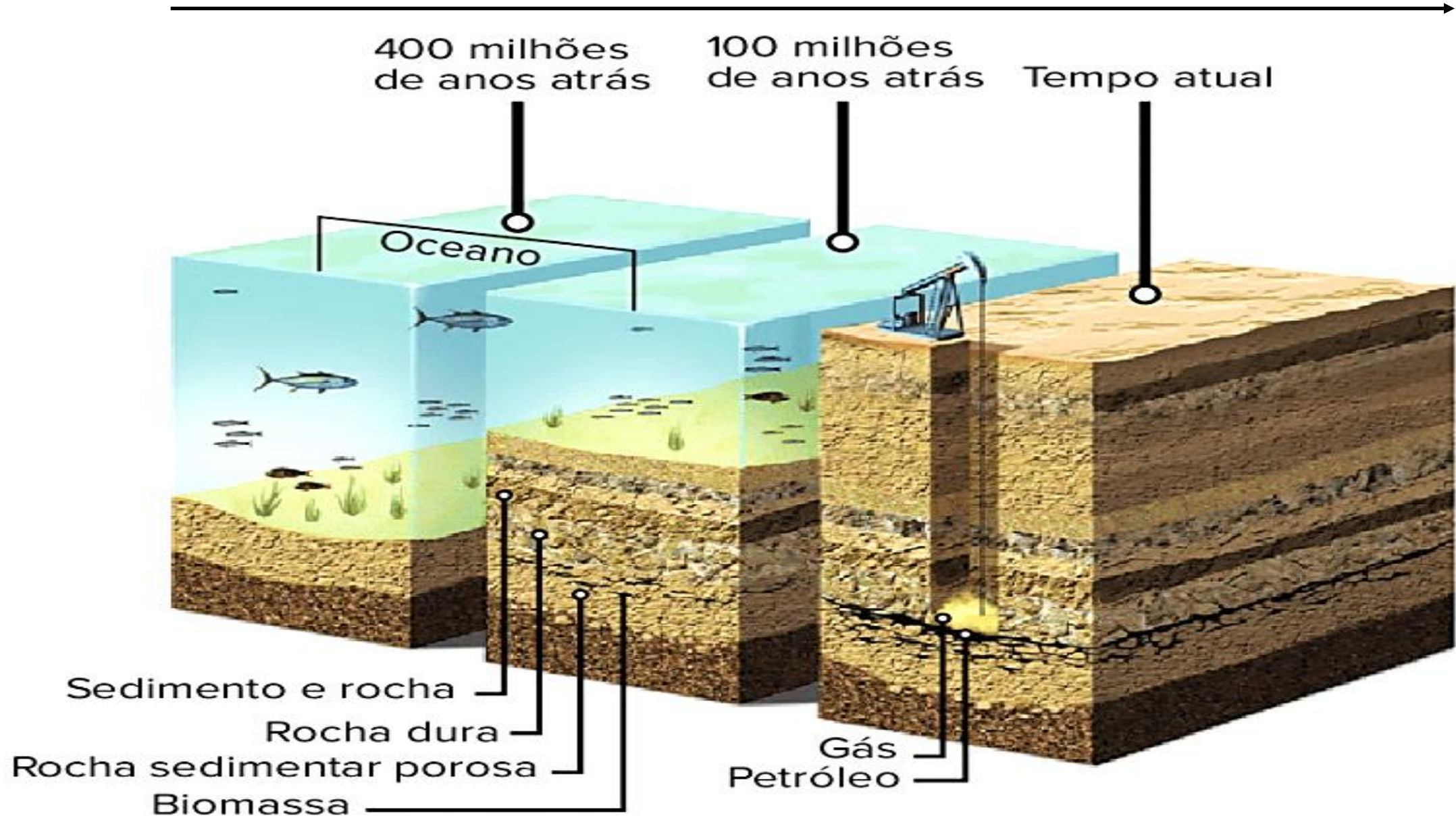
Ciclo do carbono

- ▶ Atmosfera: **gás carbônico** (CO₂).
- ▶ Seres vivos: **moléculas orgânicas** (proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos).
- ▶ **Fixação de carbono:** fotossíntese e quimiossíntese.
- ▶ **Eliminação de carbono:** respiração celular, fermentação, decomposição e combustão.
- ▶ **Biocombustíveis:** derivados de biomassa de organismos atuais.
Ex.: etanol e biodiesel.
- ▶ **Combustíveis fósseis:** derivados de biomassa de organismos mortos e soterrados há milhares ou milhões de anos.
Ex.: carvão mineral e petróleo.

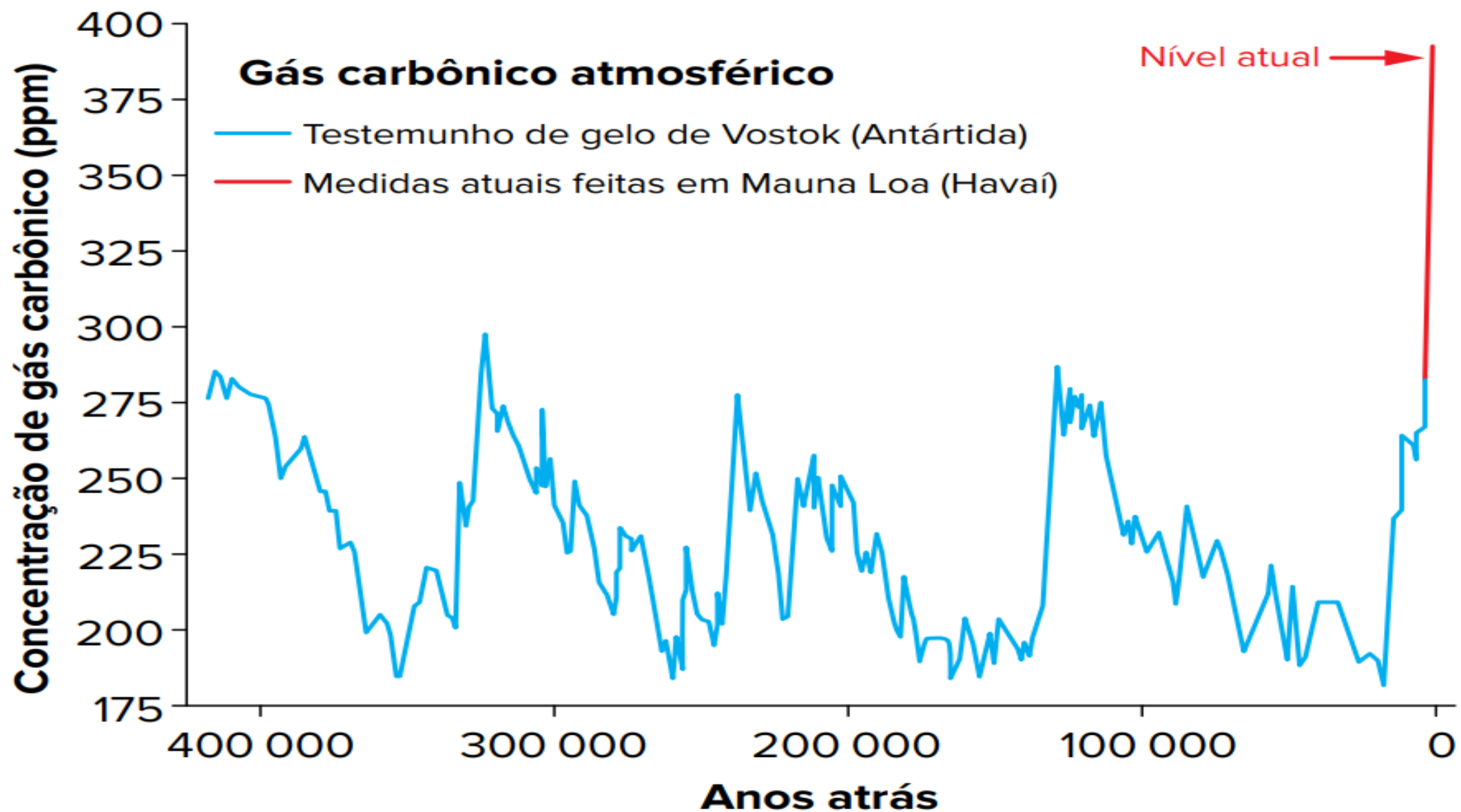
Combustíveis fósseis: carvão mineral



Combustíveis fósseis: petróleo



Concentração de CO₂ atmosférico em 400 000 anos



Foco no Vestibular

Enem PPL 2022 O Brasil foi o primeiro país a usar o álcool em larga escala como combustível de automóvel. Hoje, a indústria automobilística produz e equipa os automóveis com motores que funcionam tanto com gasolina como com álcool, ou ainda com uma mistura dos dois. No Brasil, o álcool é obtido principalmente da cana-de-açúcar, razão pela qual o classificam como biocombustível. Com essa atitude, contribui-se diretamente para a

- a)** preservação de rios e lagos.
- b)** preservação da biodiversidade.
- c)** diminuição do buraco da camada de ozônio.
- d)** preservação de espécies ameaçadas de extinção.
- e)** diminuição da emissão efetiva de dióxido de carbono.

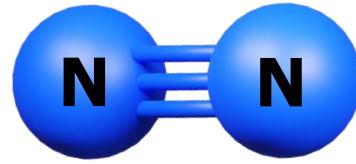
Foco no Vestibular

Enem PPL 2022 O Brasil foi o primeiro país a usar o álcool em larga escala como combustível de automóvel. Hoje, a indústria automobilística produz e equipa os automóveis com motores que funcionam tanto com gasolina como com álcool, ou ainda com uma mistura dos dois. No Brasil, o álcool é obtido principalmente da cana-de-açúcar, razão pela qual o classificam como biocombustível. Com essa atitude, contribui-se diretamente para a

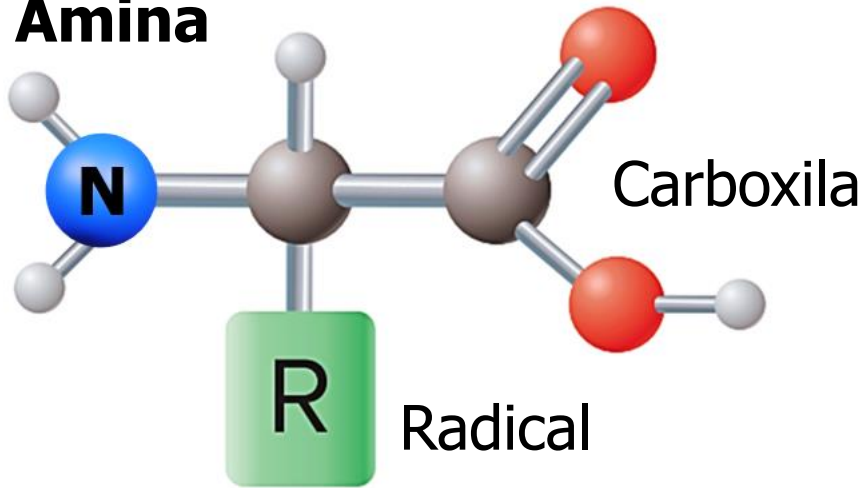
- a) preservação de rios e lagos.
- b) preservação da biodiversidade.
- c) diminuição do buraco da camada de ozônio.
- d) preservação de espécies ameaçadas de extinção.
- e) diminuição da emissão efetiva de dióxido de carbono.**

Ciclo do nitrogênio

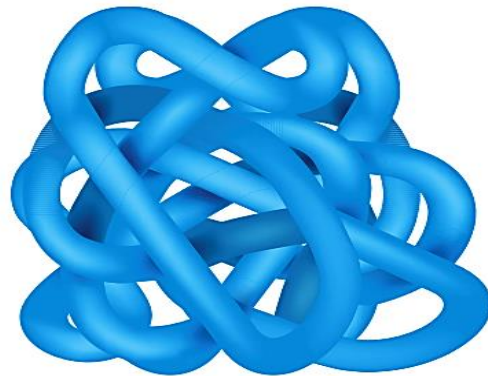
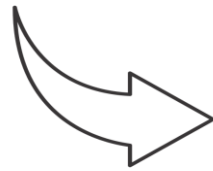
- ▶ Atmosfera: **gás nitrogênio** (N_2).
- ▶ Seres vivos: **aminoácidos** (proteínas) e **nucleotídeos** (DNA e RNA).



Amina

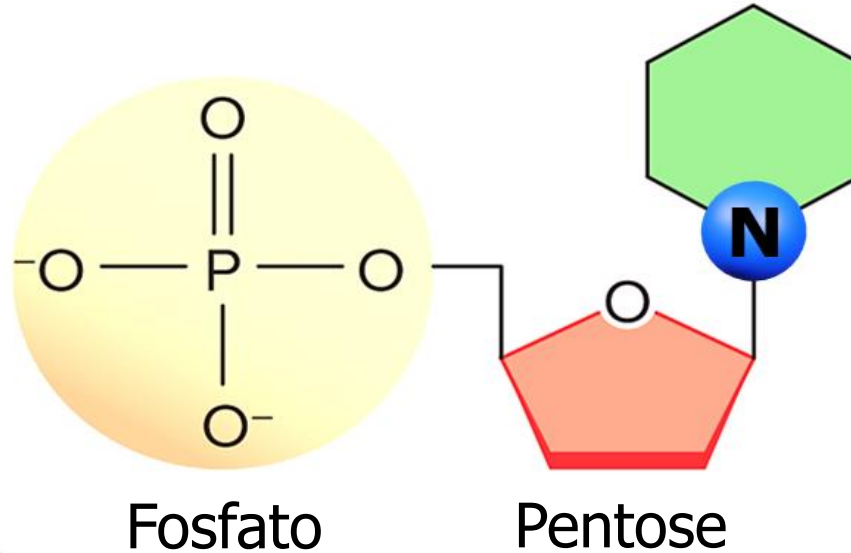


Aminoácido



Proteína

Base nitrogenada



Nucleotídeo

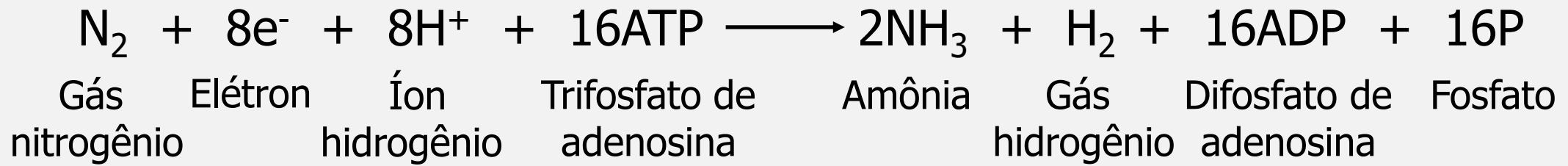


DNA



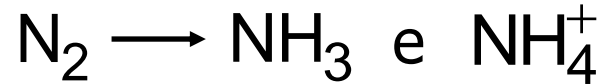
Ciclo do nitrogênio

Fixação biológica



Ciclo do nitrogênio

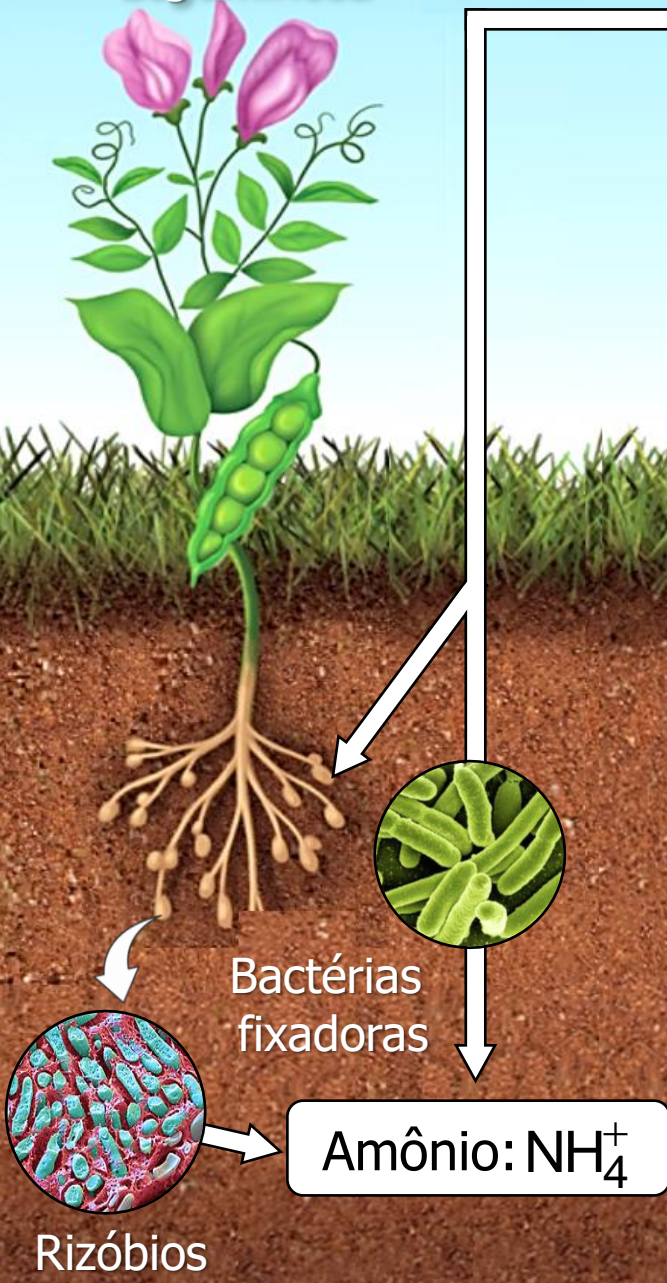
Fixação biológica



- ▶ Produção de amônia (NH_3) e **amônio** (NH_4^+) a partir de **gás nitrogênio** (N_2).
- ▶ Realizada apenas por **procariotos** com a **enzima nitrogenase**.
 - _ **Bactérias e cianobactérias fixadoras** no solo e na água.
 - _ **Rizóbios** são bactérias que vivem nas raízes de plantas **leguminosas**.

Leguminosa

Gás nitrogênio: N_2



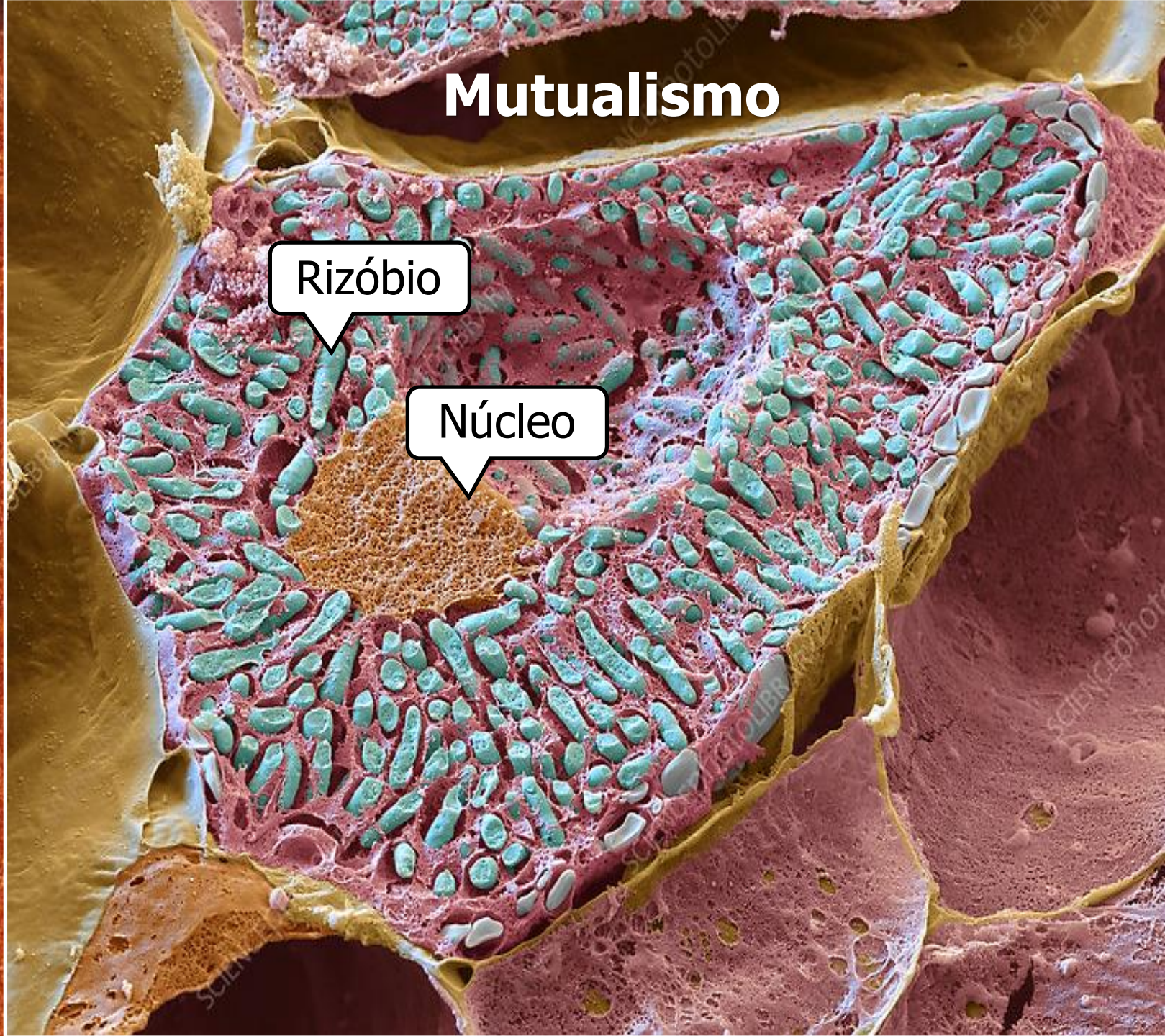
Bactérias fixadoras

Amônio: NH_4^+

Rizóbios

Leguminosa





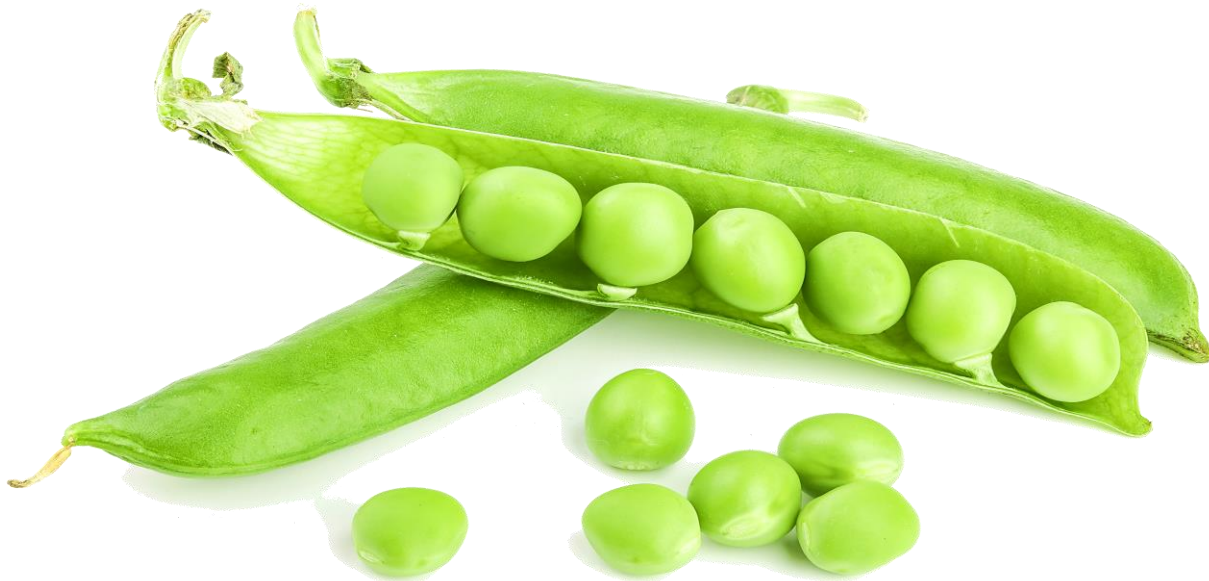
Ciclo do nitrogênio

Fixação biológica

► **Adubação verde:** plantio de leguminosas para aumentar a fertilidade do solo.

► **Leguminosas:** plantas pertencentes à família Fabaceae, grupo com o fruto do tipo legume (conhecido popularmente como vagem).

Ex.: feijão, soja, ervilha, amendoim e lentilha.



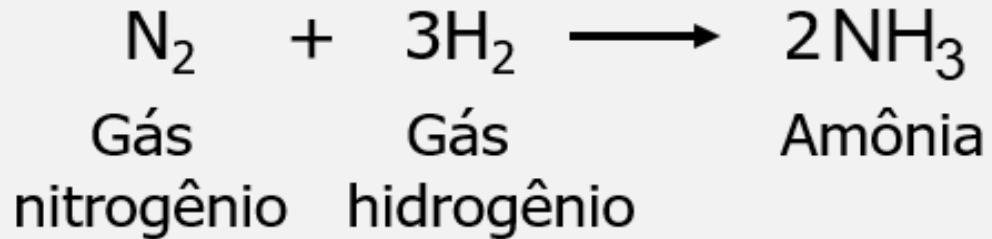
Espécies de leguminosas	Quantidade de nitrogênio fixada kg/ha²/ano
Alfafa	465
Trevo vermelho	252
Guandu	225
Feijão mungu verde	200
Feijão-fava	165
Ervilha de campo	111
Trevo branco	102
Amendoim	100
Lentilha	52
Feijão comum	50

Outros tipos de fixação do nitrogênio

Além da fixação biológica, ou seja, realizada por seres vivos (procariotos), existe também a fixação atmosférica e industrial do gás nitrogênio.

Fixação atmosférica: relâmpagos são as principais fontes de energia utilizadas na produção de nitrato (NO_3^-) a partir do gás nitrogênio.

Fixação industrial: nesse processo, conhecido como Haber-Bosch, são necessárias temperaturas elevadas (cerca de $500\text{ }^\circ\text{C}$), alta pressão (cerca de 200 atmosferas) e um metal catalisador (geralmente o ferro) para combinar o gás nitrogênio com o gás hidrogênio, formando amônia (NH_3).



Foco no Vestibular

Enem digital 2021 A rotação de culturas, juntamente com a cobertura permanente e o mínimo revolvimento do solo, compõem os princípios básicos do sistema de plantio direto. O aumento da diversidade biológica do solo contribui para a estabilidade da produção agrícola por causa de diversos fatores, entre eles o processo de fixação biológica de nitrogênio, realizado por bactérias.

FRANCHINI, J. C. et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 2011 (adaptado).

Nesse processo biológico, ocorre a transformação de

- a) N_2 em NH_3 .
- b) NO_3^- em N_2 .
- c) NH_3 em NH_4^+ .
- d) NO_2^- em NO_3^- .
- e) NH_4^+ em NO_2^- .

Foco no Vestibular

Enem digital 2021 A rotação de culturas, juntamente com a cobertura permanente e o mínimo revolvimento do solo, compõem os princípios básicos do sistema de plantio direto. O aumento da diversidade biológica do solo contribui para a estabilidade da produção agrícola por causa de diversos fatores, entre eles o processo de fixação biológica de nitrogênio, realizado por bactérias.

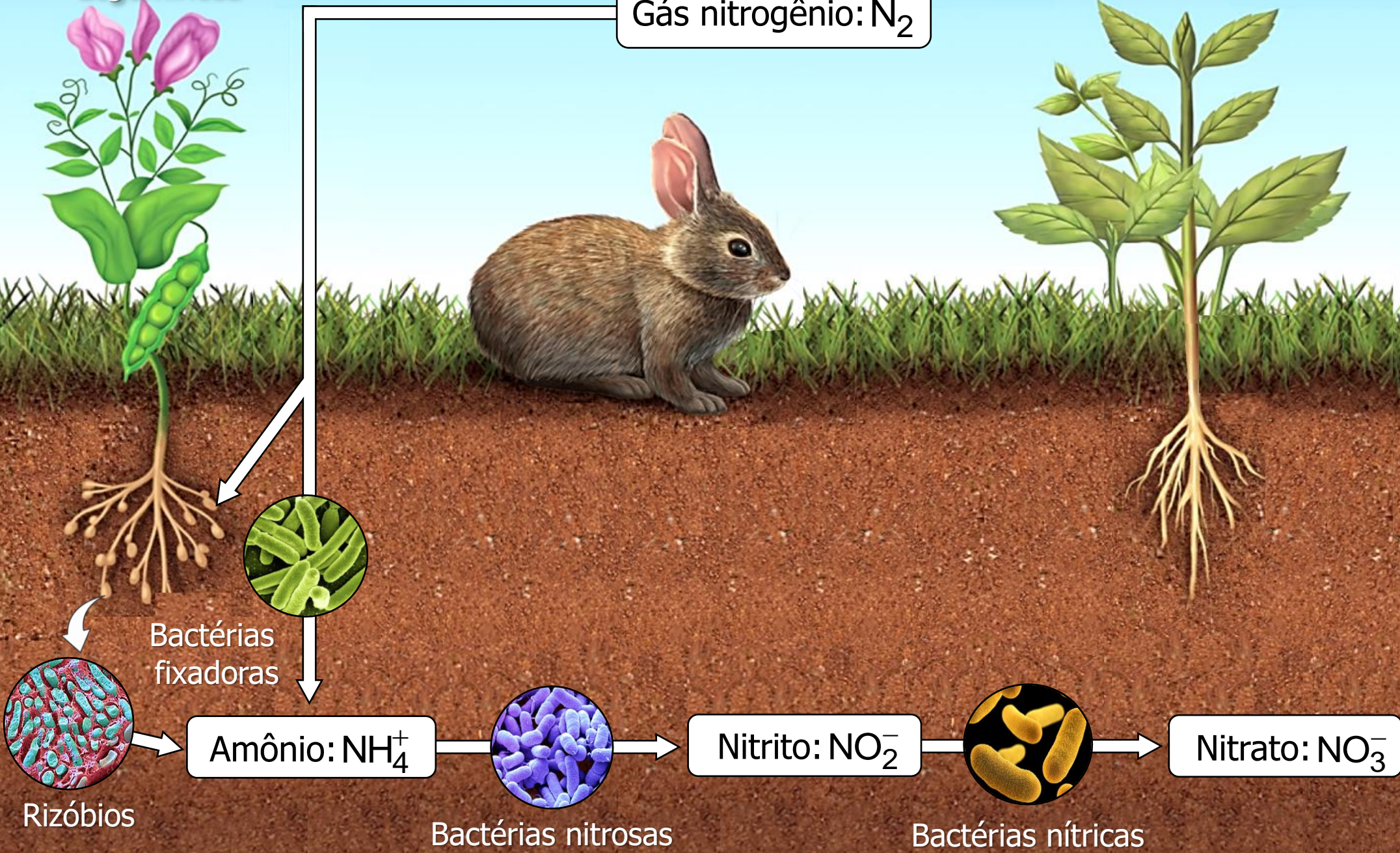
FRANCHINI, J. C. et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 2011 (adaptado).

Nesse processo biológico, ocorre a transformação de

- a) N_2 em NH_3 .
- b) NO_3^- em N_2 .
- c) NH_3 em NH_4^+ .
- d) NO_2^- em NO_3^- .
- e) NH_4^+ em NO_2^- .

Leguminosa

Gás nitrogênio: N_2



Bactérias fixadoras

Amônio: NH_4^+

Nitrito: NO_2^-

Nitrato: NO_3^-

Rizóbios

Bactérias nitrosas

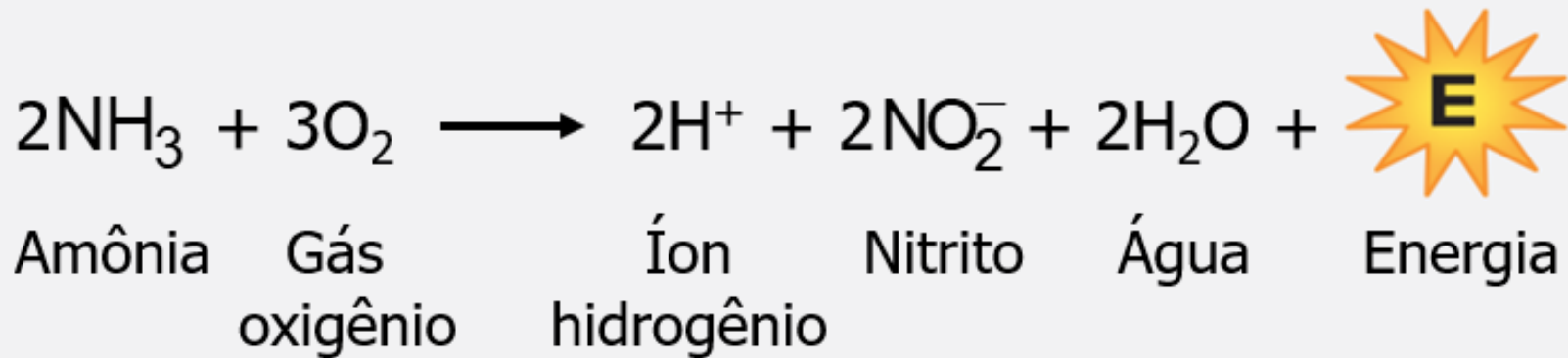
Bactérias nítricas

Ciclo do nitrogênio

Nitrificação

- ▶ Produção de nitrato (NO_3^-) a partir de amônio (NH_4^+).
- ▶ Realizada por **bactérias nitrificantes**.

Nitrosação

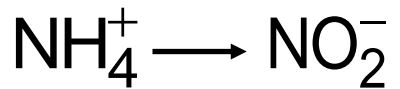


Ciclo do nitrogênio

Nitrificação

- ▶ Produção de nitrato (NO_3^-) a partir de amônio (NH_4^+).
- ▶ Realizada por **bactérias nitrificantes**.

Nitrosação



- ▶ Produção de **nitrito** (NO_2^-) a partir de amônio (NH_4^+).
- ▶ Realizada por **bactérias nitrosas** quimiossintetizantes.

Nitratação

Gêneros: *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus* e *Nitrosococcus*.

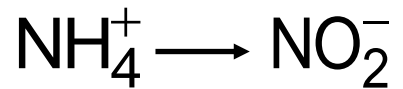


Ciclo do nitrogênio

Nitrificação

- ▶ Produção de nitrato (NO_3^-) a partir de amônio (NH_4^+).
- ▶ Realizada por **bactérias nitrificantes**.

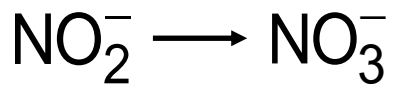
Nitrosação



- ▶ Produção de **nitrito** (NO_2^-) a partir de amônio (NH_4^+).
- ▶ Realizada por **bactérias nitrosas** quimiossintetizantes.

Nitratação

Gêneros: *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus* e *Nitrosococcus*.

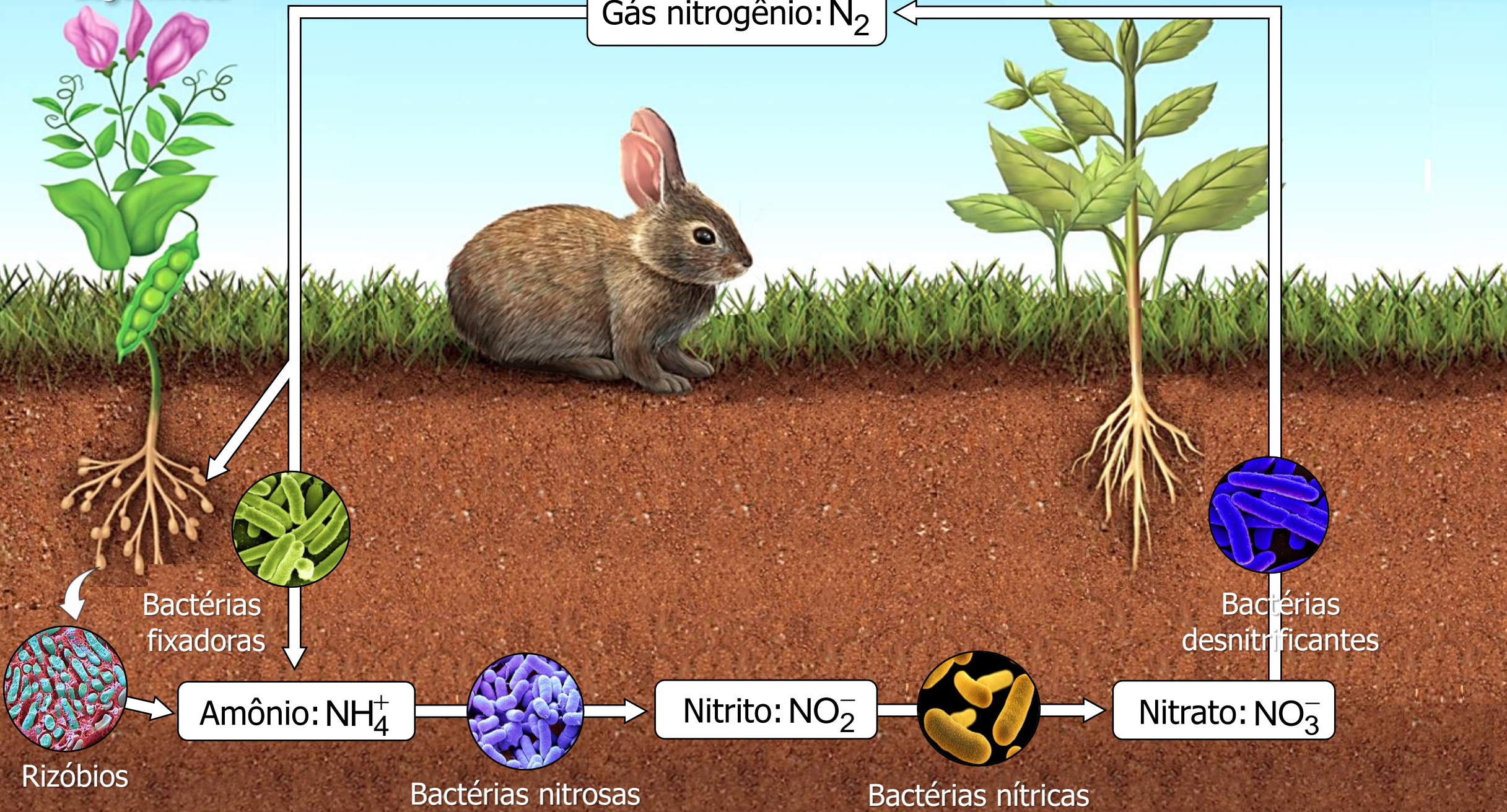


- ▶ Produção de **nitrato** (NO_3^-) a partir de nitrito (NO_2^-).
- ▶ Realizada por **bactérias nítricas** quimiossintetizantes.

Gênero: *Nitrobacter*.

Leguminosa

Gás nitrogênio: N_2



Bactérias fixadoras

Bactérias desnitrificantes

Rizóbios

Bactérias nitrosas

Bactérias nítricas

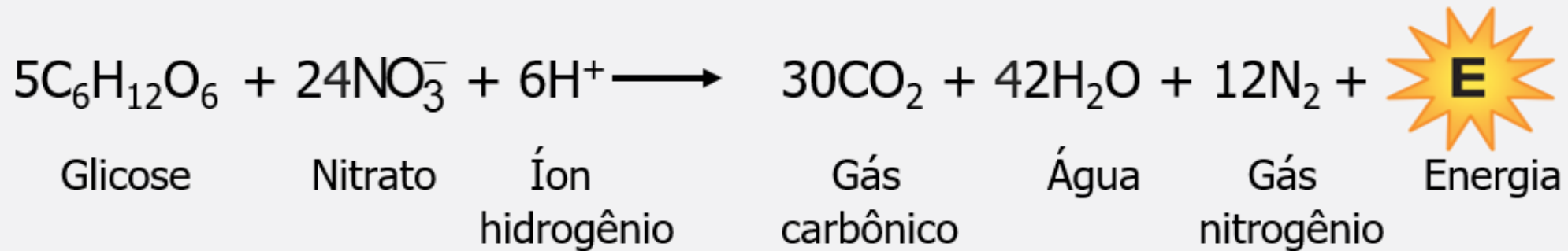
Amônio: NH_4^+

Nitrito: NO_2^-

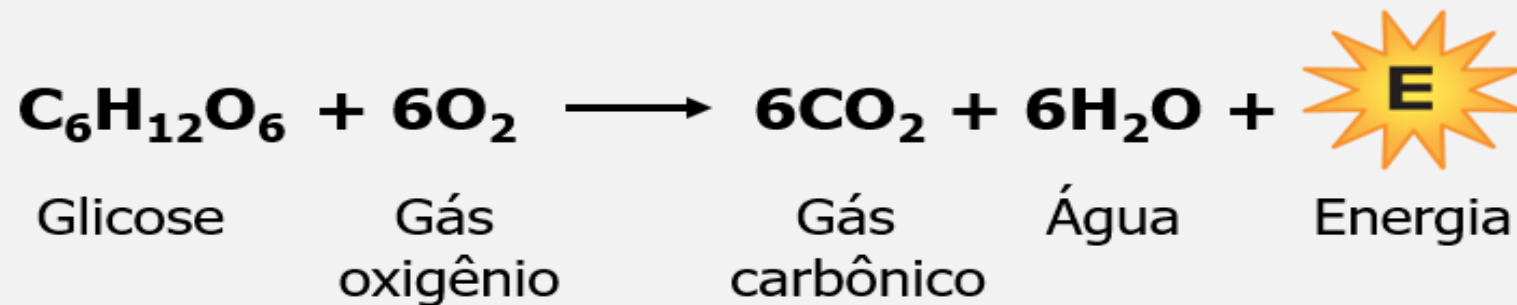
Nitrato: NO_3^-

Ciclo do nitrogênio

Desnitrificação



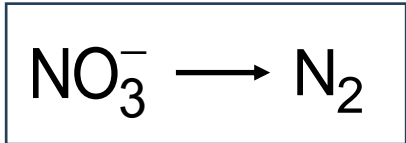
Equação química da respiração celular anaeróbica.



Equação química da respiração celular aeróbica.

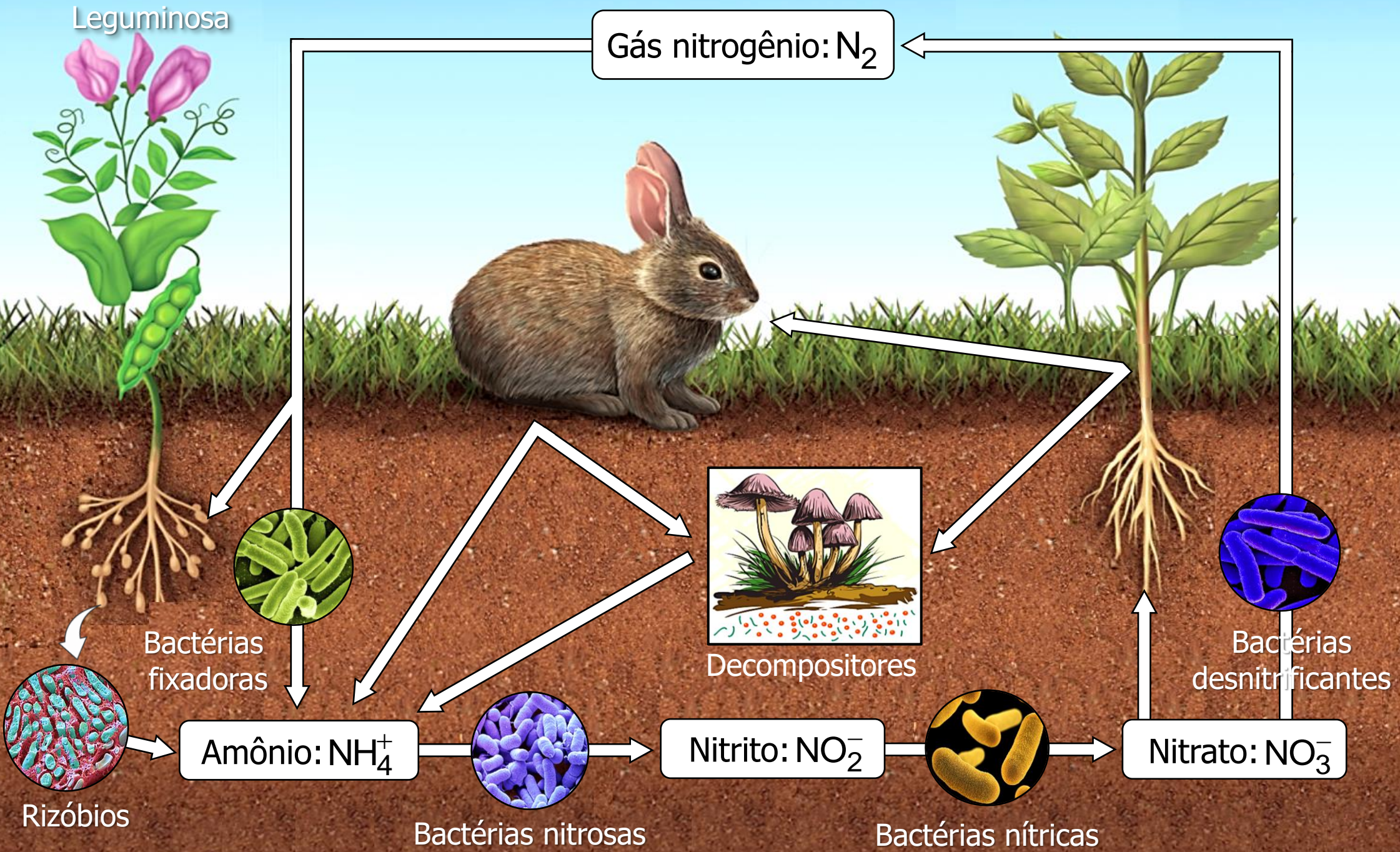
Ciclo do nitrogênio

Desnitrificação



- ▶ Produção de gás **nitrogênio** (N_2) a partir de nitrato (NO_3^-)
- ▶ Realizada por **bactérias desnitrificantes** anaeróbicas obrigatórias.

Gênero: *Pseudomonas*.



Foco no Vestibular

FICSAE-SP 2023 A aquaponia é uma técnica que une a aquicultura (criação de peixes) e a hidroponia (cultivo de plantas em água com nutrientes). Essa técnica permite que excretas nitrogenadas dos peixes sejam aproveitadas na forma de macronutrientes pelos vegetais e que a água seja devolvida limpa para o tanque dos animais. Considere que no tanque existam tilápias.

a) Cite um composto orgânico nitrogenado obtido pelos seres humanos ao consumirem a carne dessas tilápias. Em geral, qual a principal excreta nitrogenada eliminada pelas tilápias?

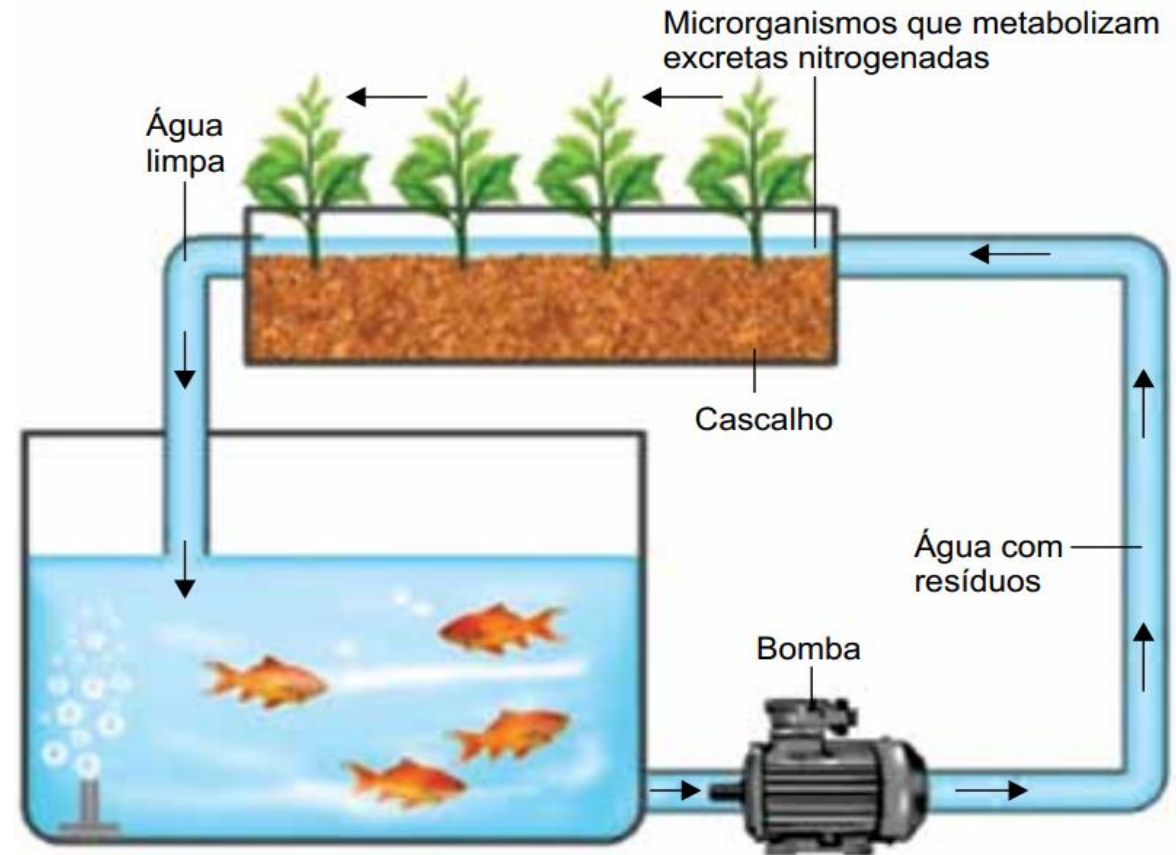
Composto orgânico nitrogenado:

_ aminoácido _ proteína

_ ácido nucleico _ DNA _ RNA

_ base nitrogenada.

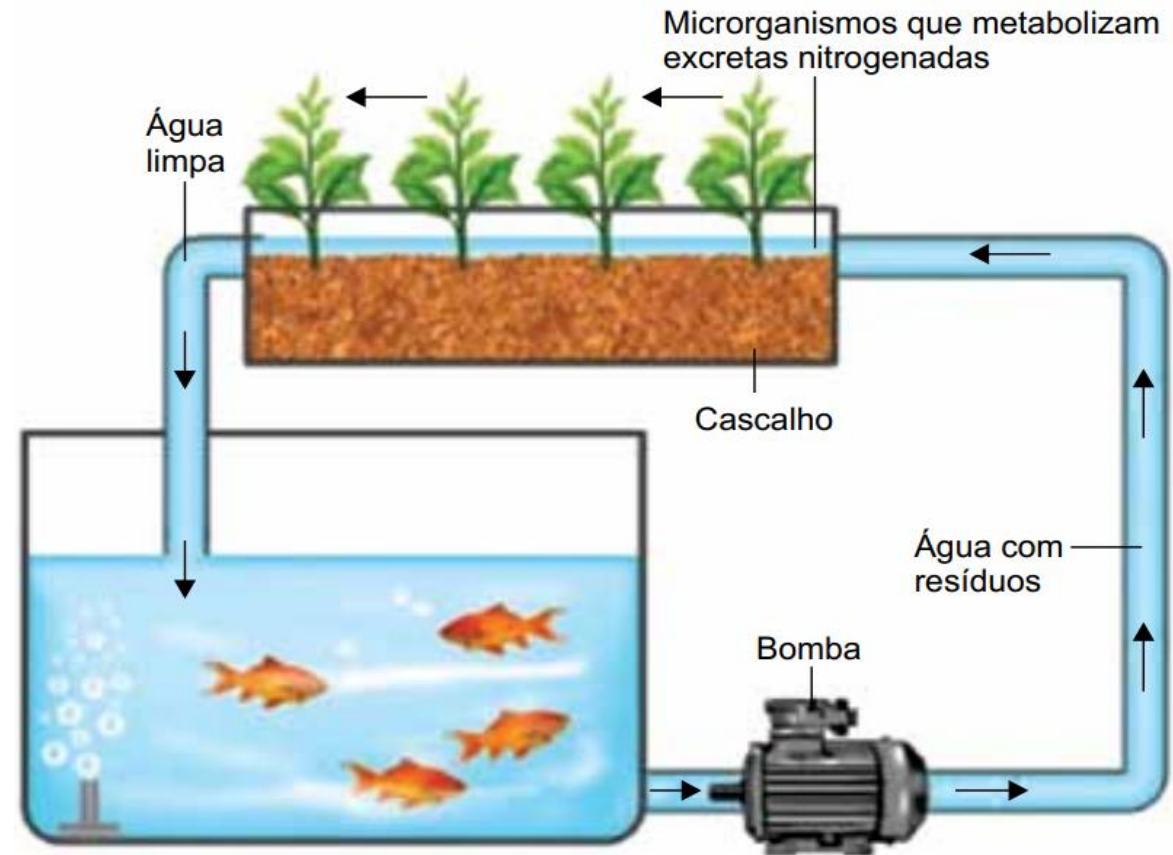
Principal excreta: amônia (NH_3).



Foco no Vestibular

FICSAE-SP 2023 A aquaponia é uma técnica que une a aquicultura (criação de peixes) e a hidroponia (cultivo de plantas em água com nutrientes). Essa técnica permite que excretas nitrogenadas dos peixes sejam aproveitadas na forma de macronutrientes pelos vegetais e que a água seja devolvida limpa para o tanque dos animais. Considere que no tanque existam tilápias.

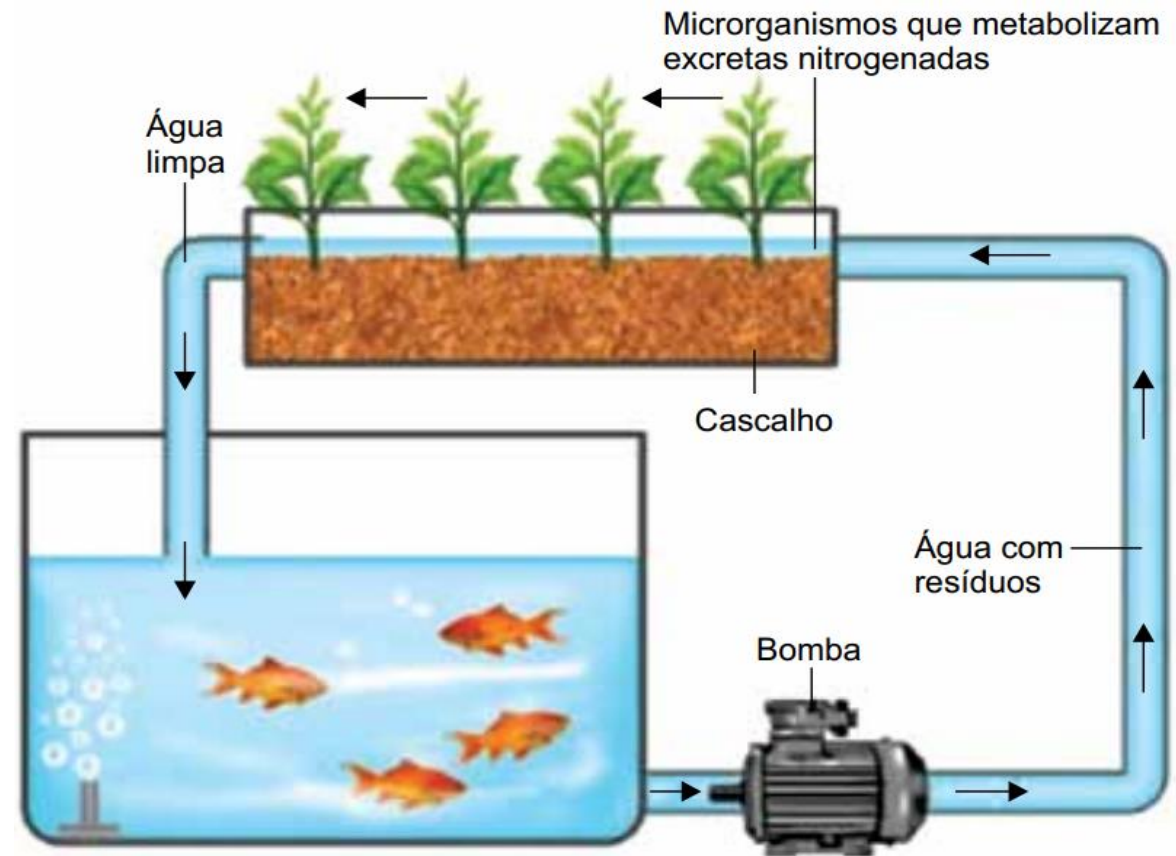
b) Que microrganismo presente na água desse tanque metaboliza diretamente a excreta nitrogenada eliminada pelas tilápias? Como esse microrganismo pode beneficiar os vegetais para que obtenham macronutrientes nitrogenados da água do tanque?

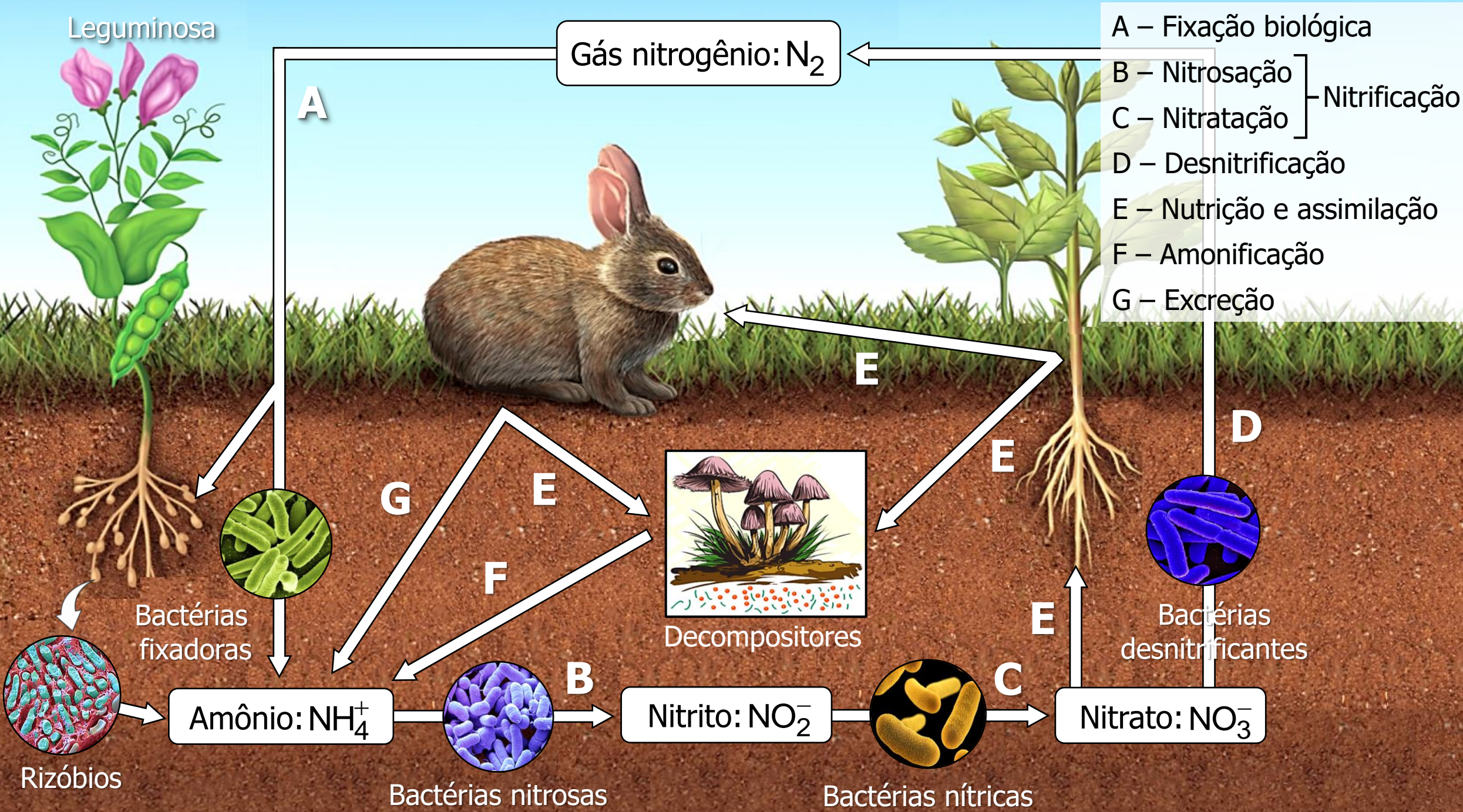


Foco no Vestibular

FICSAE-SP 2023 A aquaponia é uma técnica que une a aquicultura (criação de peixes) e a hidroponia (cultivo de plantas em água com nutrientes). Essa técnica permite que excretas nitrogenadas dos peixes sejam aproveitadas na forma de macronutrientes pelos vegetais e que a água seja devolvida limpa para o tanque dos animais. Considere que no tanque existam tilápias.

Microrganismo: bactéria nitrificante (nitrosa ou do gênero *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* ou *Nitrosolobus*). Bactérias nitrosas transformam amônia em nitrito, que depois é convertido em nitrato por bactérias nítricas. O nitrato é absorvido pelas raízes e utilizado na síntese de moléculas orgânicas nitrogenadas, beneficiando os vegetais.



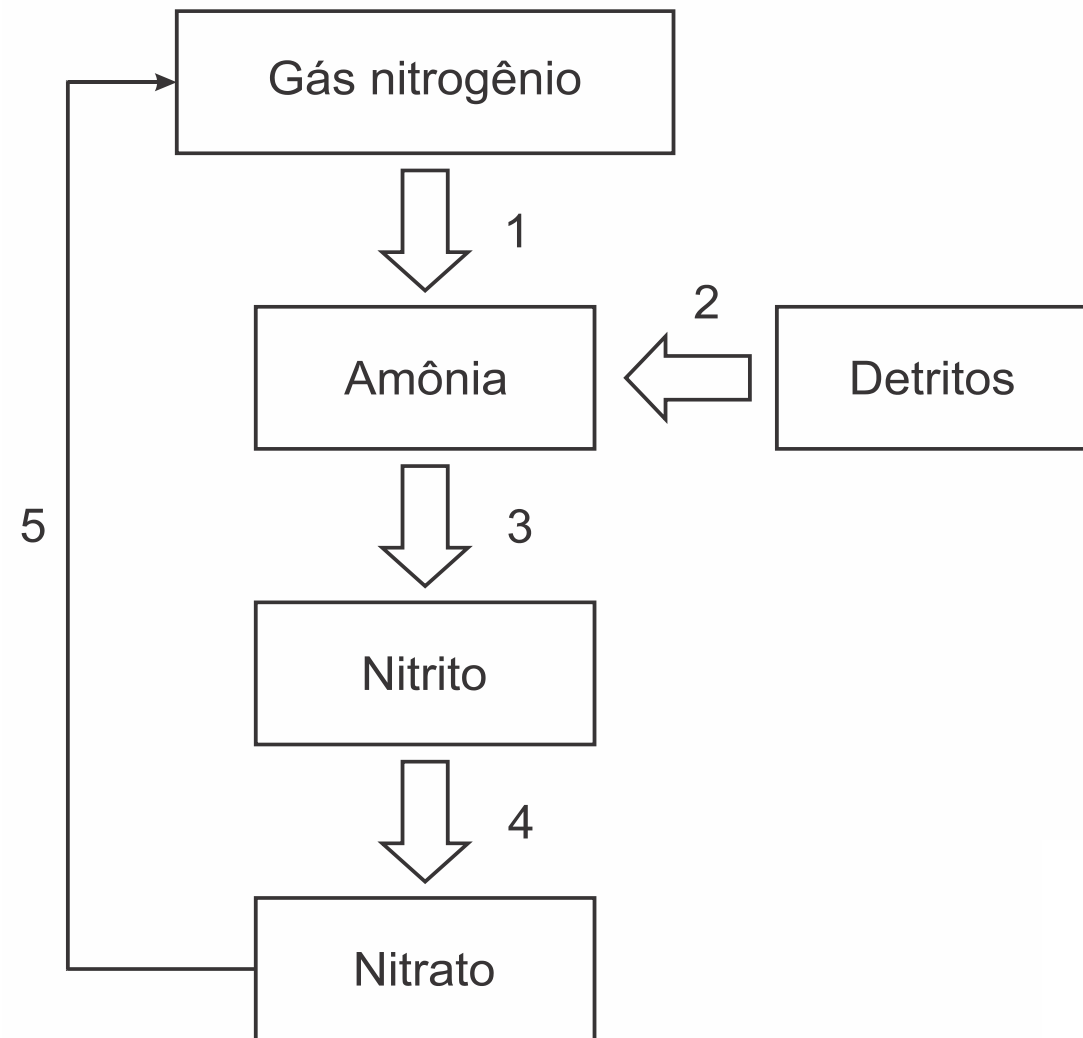


Foco no Vestibular

Enem 2023 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.

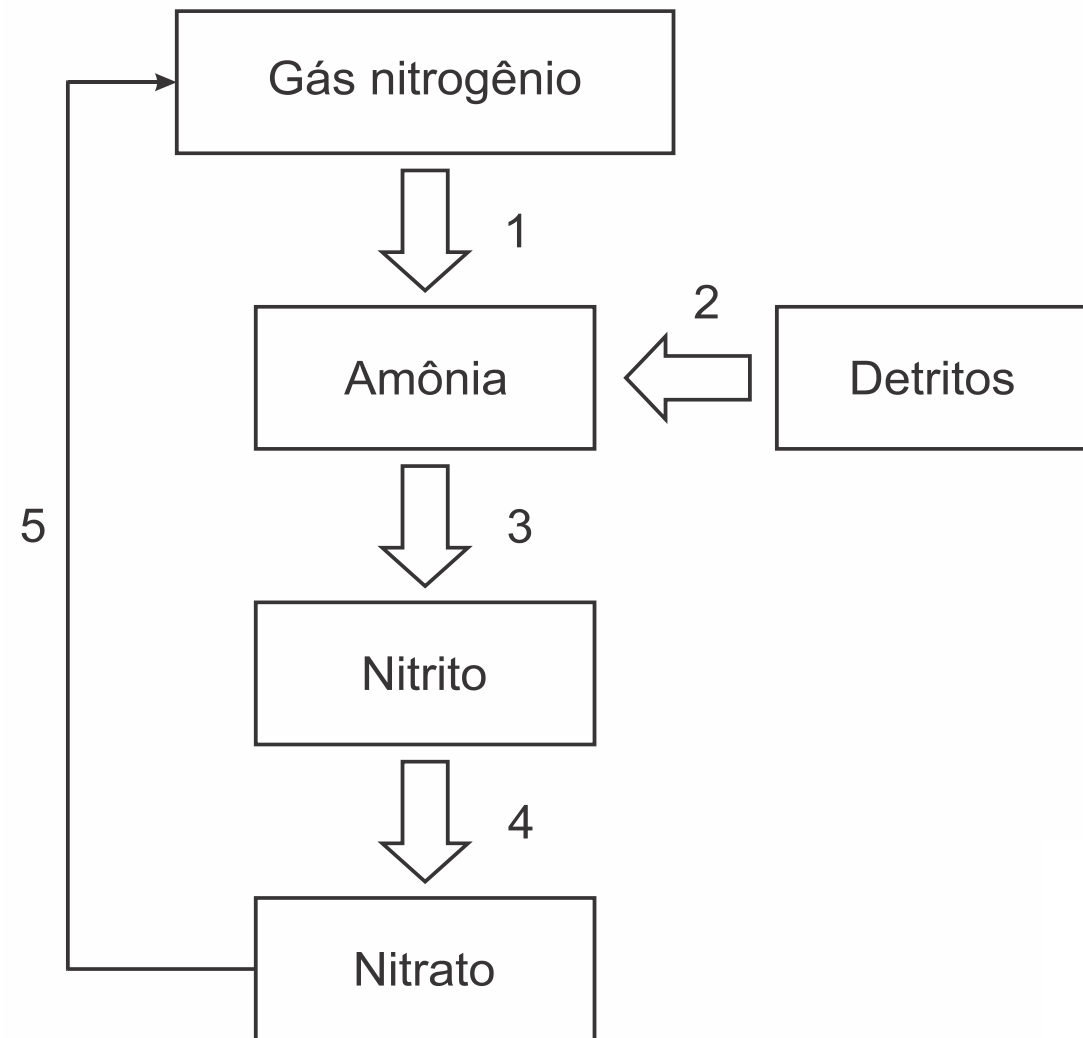


Foco no Vestibular

Enem 2023 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.



Bons estudos!
Prof. Dr. Shesterson Aguiar

