



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE

# Biologia – 3º ano

---

Professor: **Leonardo Salvalaio Muline**

Ciclos Biogeoquímicos/Impactos Ambientais

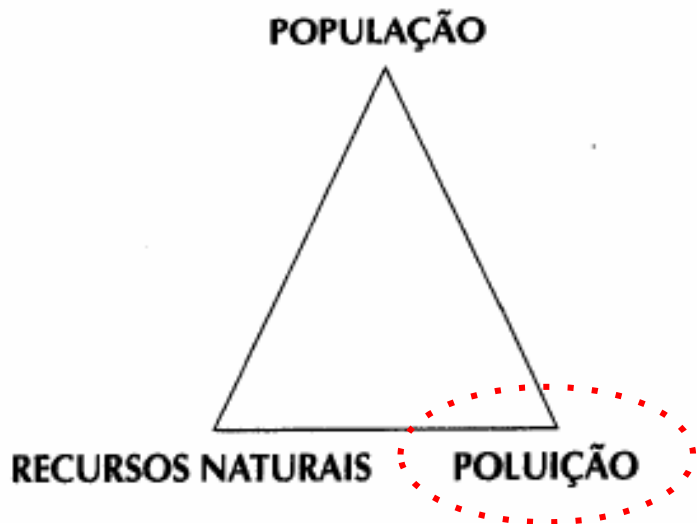
# Tripé do Equilíbrio Ambiental

O equilíbrio ambiental depende basicamente de como a **população** contribui para a **poluição** (resíduos materiais e energéticos) através do uso dos **recursos naturais**.



# Tripé do Equilíbrio Ambiental

O equilíbrio ambiental depende basicamente de como a **população** contribui para a **poluição** (resíduos materiais e energéticos) através do uso dos **recursos naturais**.



# Equilíbrio Ambiental: Visão Termodinâmica

**Lei da Conservação da Massa:** *em qualquer sistema, não se cria matéria, não se perde matéria, a matéria apenas se transforma.*

**Implicação para o Equilíbrio Ambiental?**

# Equilíbrio Ambiental: Visão Termodinâmica

**Lei da Conservação da Massa:** *em qualquer sistema, não se cria matéria, não se perde matéria, a matéria apenas se transforma.*

**Implicação?** Todo processo de consumo de recursos do planeta irá gerar algum tipo de resíduo (podemos chamar de poluição, em alguns casos).

**Poluição:** *alteração antrópica indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas de um ecossistema.*

# Equilíbrio Ambiental: Visão Termodinâmica

**Lei da Conservação da Massa:** *em qualquer sistema, não se cria matéria, não se perde matéria, a matéria apenas se transforma.*

**Implicação?** Todo processo de consumo de recursos do planeta irá gerar algum tipo de resíduo (podemos chamar de poluição, em alguns casos).

**Nem tudo está perdido!** Esses resíduos podem ser reaproveitados e reincorporados ao meio (reciclagem ou Ciclagem dos elementos químicos).

# Equilíbrio Ambiental: Visão Termodinâmica

O importa é: Quanto tempo isso vai levar?

Como alcançar o equilíbrio: consumo x ciclagem?

Desde a Revolução Industrial (séc XIX), com os novos meios de produção e a nova forma de consumo, o acúmulo de resíduos só aumenta e a natureza não dá conta de reciclar esses componentes.

Estamos cada vez mais distante deste equilíbrio.

# Equilíbrio Ambiental: Visão Termodinâmica

**Implicações para o equilíbrio ambiental?** Há a necessidade de um suprimento contínuo de energia de qualidade para manter os sistemas vivos organizados e um aumento da energia de baixa qualidade.

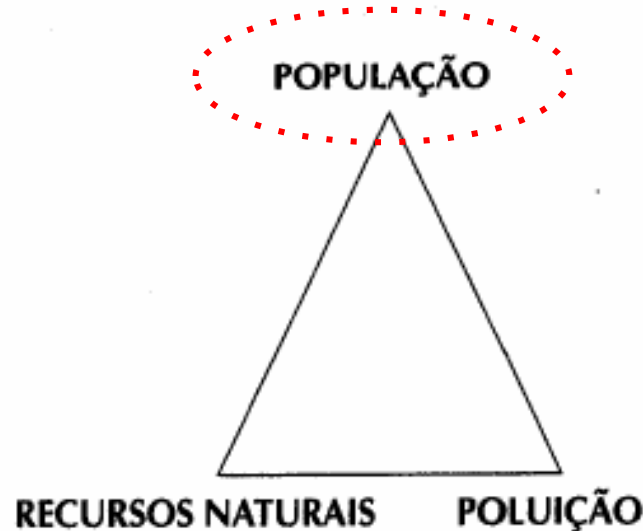
O uso indiscriminado de recursos e energia acarretará em um acúmulo de resíduos e de energia inútil nos sistemas. O que pode resultar em **grandes impactos** para o planeta.

**Resumindo**: o aumento indiscriminado de resíduos de matéria e resíduos energéticos (principalmente na forma de calor) alteram consideravelmente a qualidade e o comportamento do meio ambiente.



# Tripé do Equilíbrio Ambiental

O equilíbrio ambiental depende basicamente de como a **população** contribui para a **poluição** (resíduos materiais e energéticos) através do uso dos **recursos naturais**.



# Crescimento Populacional

Estima-se que a população global chegou a **7,7 bilhões**, em abril de 2019.

As Nações Unidas estimam que a população humana chegará até **11,2 bilhões em 2100!!!**

A população mundial continua a crescer desde o fim da **grande fome de 1315-1317** e da **Peste negra em 1350**, quando chegou a 370 milhões.



# Crescimento Populacional

O planeta aguentará?

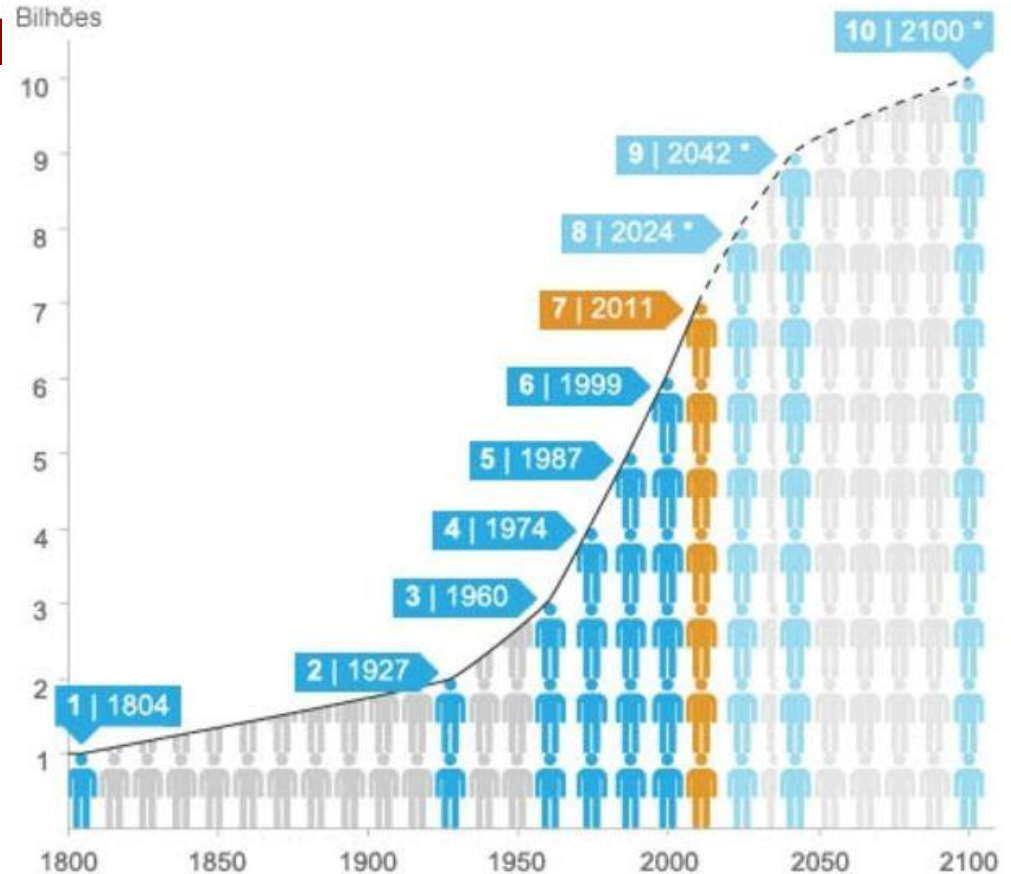
Haverá comida, água e recursos energéticos para todos?



# Crescimento Populacional

Houve um aumento acelerado a partir de 1960.

Crescimento Mundial da População:  
Chegando aos sete bilhões

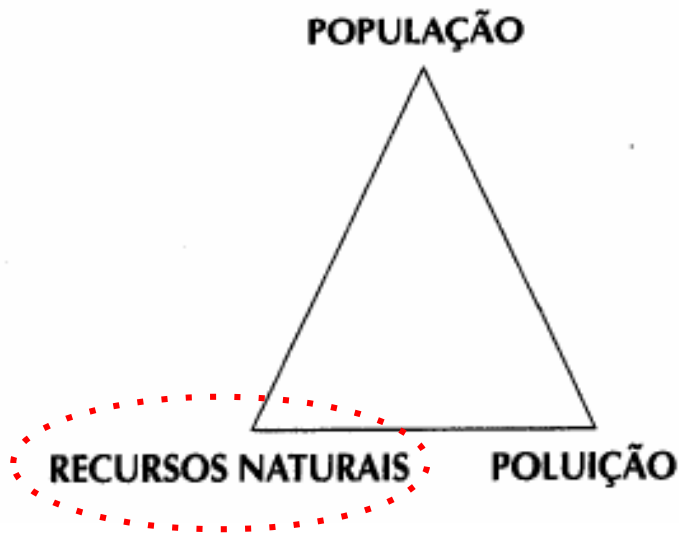


\* As populações futuras são baseadas em variações médias calculadas pela ONU

Fonte: Fundo de População das Nações Unidas

# Tripé do Equilíbrio Ambiental

O equilíbrio ambiental depende basicamente de como a **população** contribui para a **poluição** (resíduos materiais e energéticos) através do uso dos **recursos naturais**.



# Recursos Naturais

**Recurso:** qualquer insumo que uma população necessite, seja para sua manutenção, para o desenvolvimento da civilização, ou para seu conforto.

Nem todo componente natural é um recurso, mas pode vir a ser.

- Ex: Magnésio. Não era recurso natural e passou a sê-lo quando se descobriu como utilizá-lo na confecção de ligas metálicas de aviões.

Recursos naturais e economia interagem de modo bastante evidente quando a exploração é economicamente viável.

# Recursos Naturais

**Recurso:** qualquer insumo que uma população necessite, seja para sua manutenção, para o desenvolvimento da civilização, ou para seu conforto.

- **Renováveis:**
- **Não-renováveis:**

# Recursos Naturais

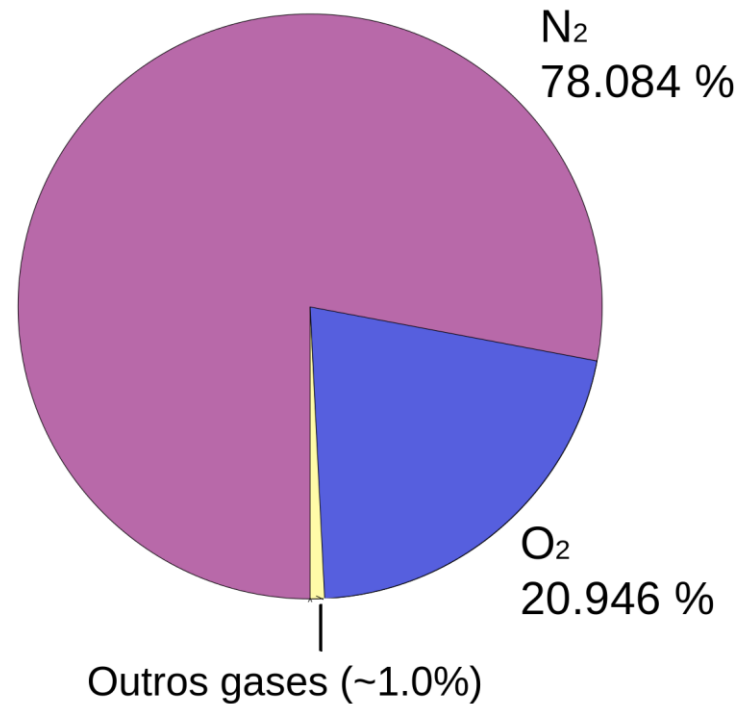
**Recurso:** qualquer insumo que uma população necessite, seja para sua manutenção, para o desenvolvimento da civilização, ou para seu conforto.

- **Renováveis:** elementos naturais que, se usados da forma correta, podem se renovar através dos **ciclos naturais**. Exemplos: biomassa, água, ar, luz solar, vento.
- **Não-renováveis:** São aqueles que **não se renovam** de maneira alguma, ou **demoram muito tempo** para se produzir. Não pode ser regenerado ou reutilizado em uma escala que possa sustentar a sua taxa de consumo. Exemplos: petróleo, ferro, ouro, carvão, gás natural, minérios.



# Composição do Ar Atmosférico

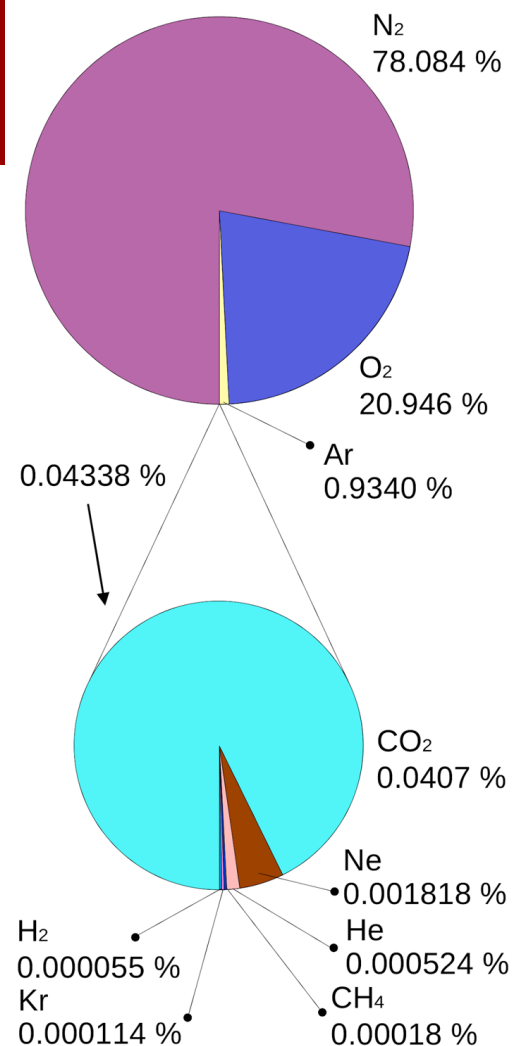
- A atmosfera da Terra, na composição atual, é fruto de processos físico-químicos e biológicos iniciados **há milhões de anos**.
- No início, as concentrações de gás Oxigênio ( $O_2$ ) eram mínimas. Esse gás ( $O_2$ ) só passou a estar presente após o surgimento de bactérias fotossintetizantes ([cianobactérias](#)) e de outros seres vivos fotossintetizantes.
- A porcentagem de **vapor d'água** pode variar de 1% a 4%, dependendo da temperatura, da pressão e de outros fatores.
- **$N_2$  e  $O_2$  são os gases mais abundantes.**



# Composição do Ar Atmosférico

Gás
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )
Oxigênio (O <sub>2</sub> )
Argônio (Ar)
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )
Neônio (Ne)
Hélio (He)
Metano (CH <sub>4</sub> )
Criptônio (Kr)

Gás
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )
Óxido nítrico (N <sub>2</sub> O)
Xenônio (Xe)
Ozônio (O <sub>3</sub> )
Dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )
Iodo (I)
Monóxido de carbono (CO)
Amônia (NH <sub>3</sub> )



# Ciclos Biogeoquímicos

- Corresponde ao trajeto percorrido por um elemento químico dentro da biosfera.
- Permitem a **reciclagem constante dos elementos químicos** na natureza, garantindo a manutenção da vida na Terra.
- Através destes ciclos, os elementos circulam entre as formas inorgânicas e orgânicas.

**Ações antrópicas** acabam por interferir nesses ciclos e resultam em **impactos ambientais**.

# Ciclo do Nitrogênio (N)

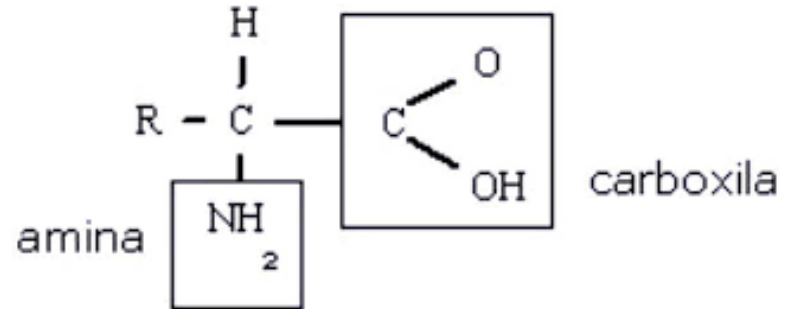
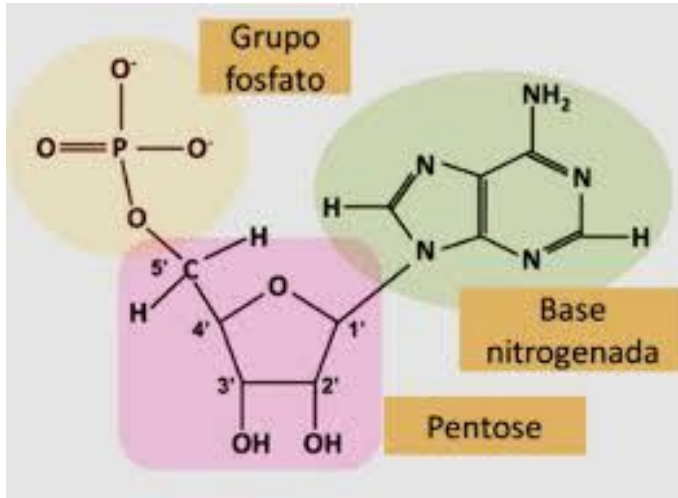
# Ciclo do Nitrogênio (N)

Qual o papel do Nitrogênio nos seres vivos?

# Ciclo do Nitrogênio (N)

Qual o papel do Nitrogênio nos seres vivos?

- Composição dos ácidos nucleicos e dos aminoácidos formadores das proteínas.



# Ciclo do Nitrogênio (N)

Apesar do nitrogênio ser o elemento mais abundante da atmosfera, apenas um pequeno grupo (algumas bactérias) de seres vivos consegue utilizar o nitrogênio gasoso.

- **Plantas**: absorvem N apenas nas formas de **Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )** e algumas também são capazes de absorver íon **amônio ( $\text{NH}_4^+$ )**.
- **Animais**: absorvem N através da alimentação.

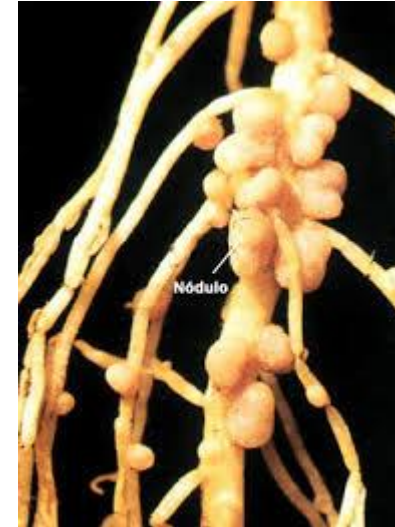
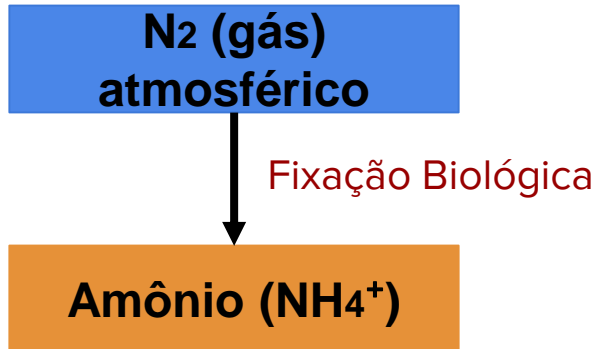
# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Fixação Biológica**: o  $N_2$  é fixado diretamente da atmosfera em sais nitrogenados (ex: amônio  $NH_4^+$ ).



**Quem realiza?** Bactérias.

- Associadas (simbiose) às raízes das **leguminosas**: gênero *Rhizobium*.
- Livres no solo: *Clostridium* (anaeróbica) e *Azotobacter* (aeróbica).
- Cianobactérias: fixadoras em ambientes aquáticos.

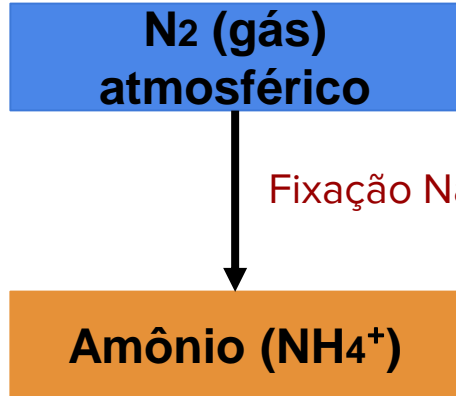




# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Fixação Não-biológica**: o  $N_2$  é fixado diretamente da atmosfera em sais nitrogenados (ex: amônio  $NH_4^+$ ).

**Quem realiza?** Raios (descargas elétricas), vulcão, indústrias (fertilizantes).



# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Amonificação**: processo de geração de íon amônio a partir da **decomposição** de matéria orgânica morta.

**Quem realiza?** Bactérias e Fungos.

Compostos  
Nitrogenados na Matéria  
Orgânica Morta

Decomposição /  
Amonificação

Amônio ( $\text{NH}_4^+$ )



# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Nitrificação**: processo de transformação de íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

Assim, os nitratos podem ser absorvidos pelas plantas.

**Quem realiza?** Bactérias **quimiossintetizantes**.

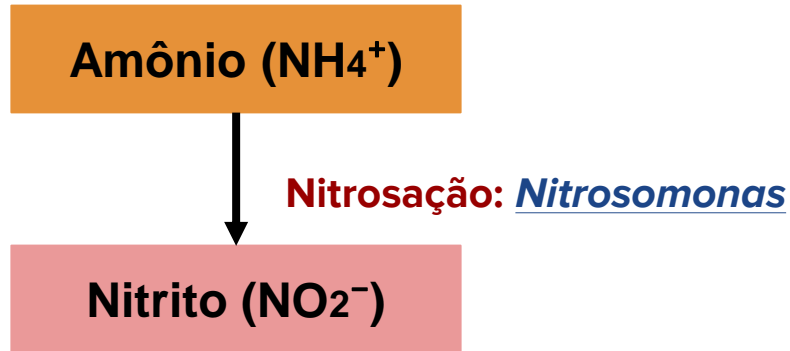
**Amônio ( $\text{NH}_4^+$ )**

# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Nitrificação**: processo de transformação de íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

Assim, os nitratos podem ser absorvidos pelas plantas.

**Quem realiza?** Bactérias **quimiossintetizantes**.

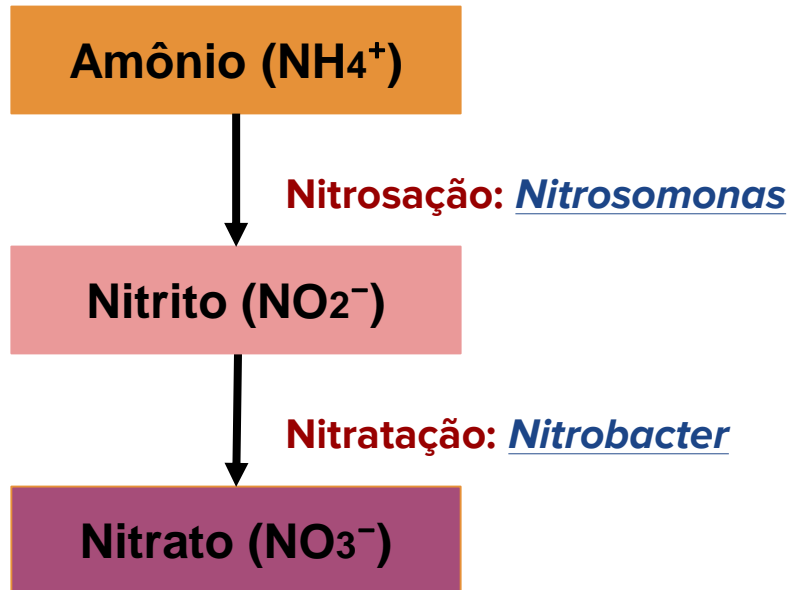


# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Nitrificação**: processo de transformação de íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

Assim, os nitratos podem ser absorvidos pelas plantas.

**Quem realiza?** Bactérias **quimiossintetizantes**.

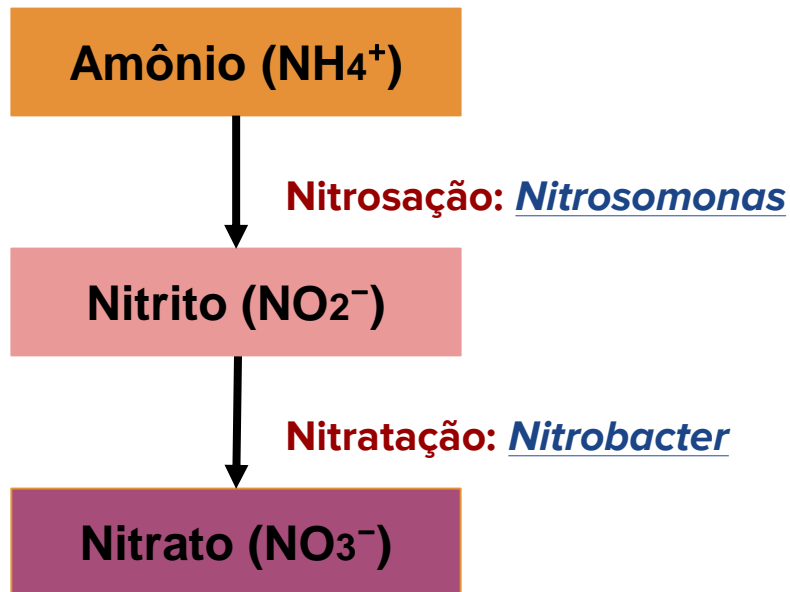


# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Nitrificação**: processo de transformação de íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) em nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

Assim, os nitratos podem ser absorvidos pelas plantas.

**Quem realiza?** Bactérias **quimiossintetizantes**.



As bactérias utilizam tais compostos como substrato para fazer **Quimiossíntese** e obter energia ao oxidá-los.

**Nitrosação:**



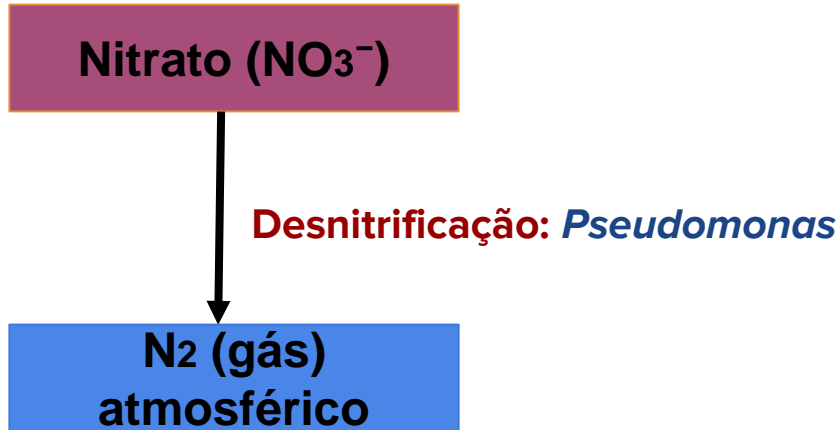
**Nitratação:**



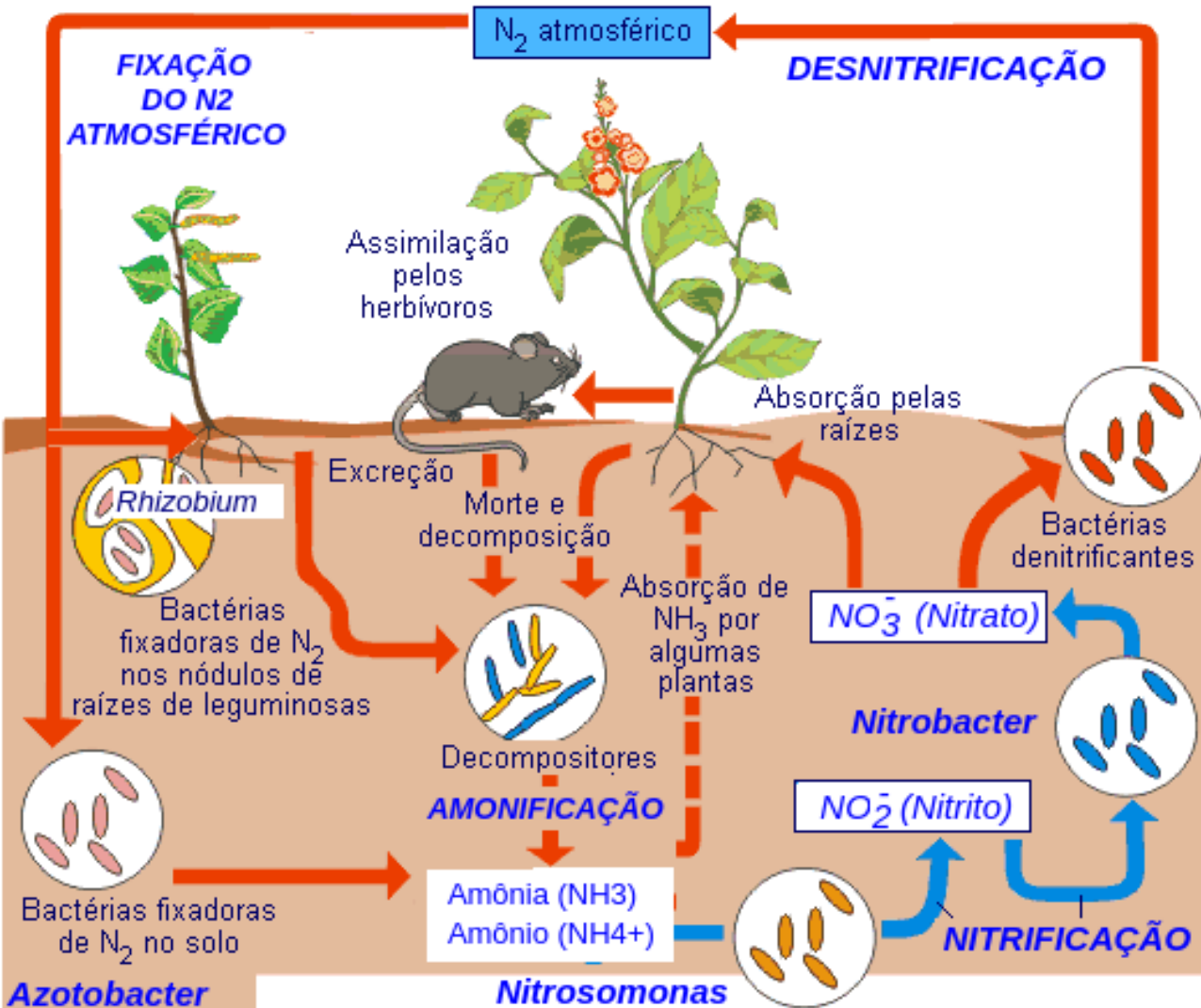
# Ciclo do Nitrogênio (N): Etapas

**Desnitrificação**: processo de transformação de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em  $\text{N}_2$ , que retorna para a atmosfera.

**Quem realiza?** Bactérias.



# Ciclo do Nitrogênio





# Enriquecimento do Solo com Nitrogênio

Alternativas?

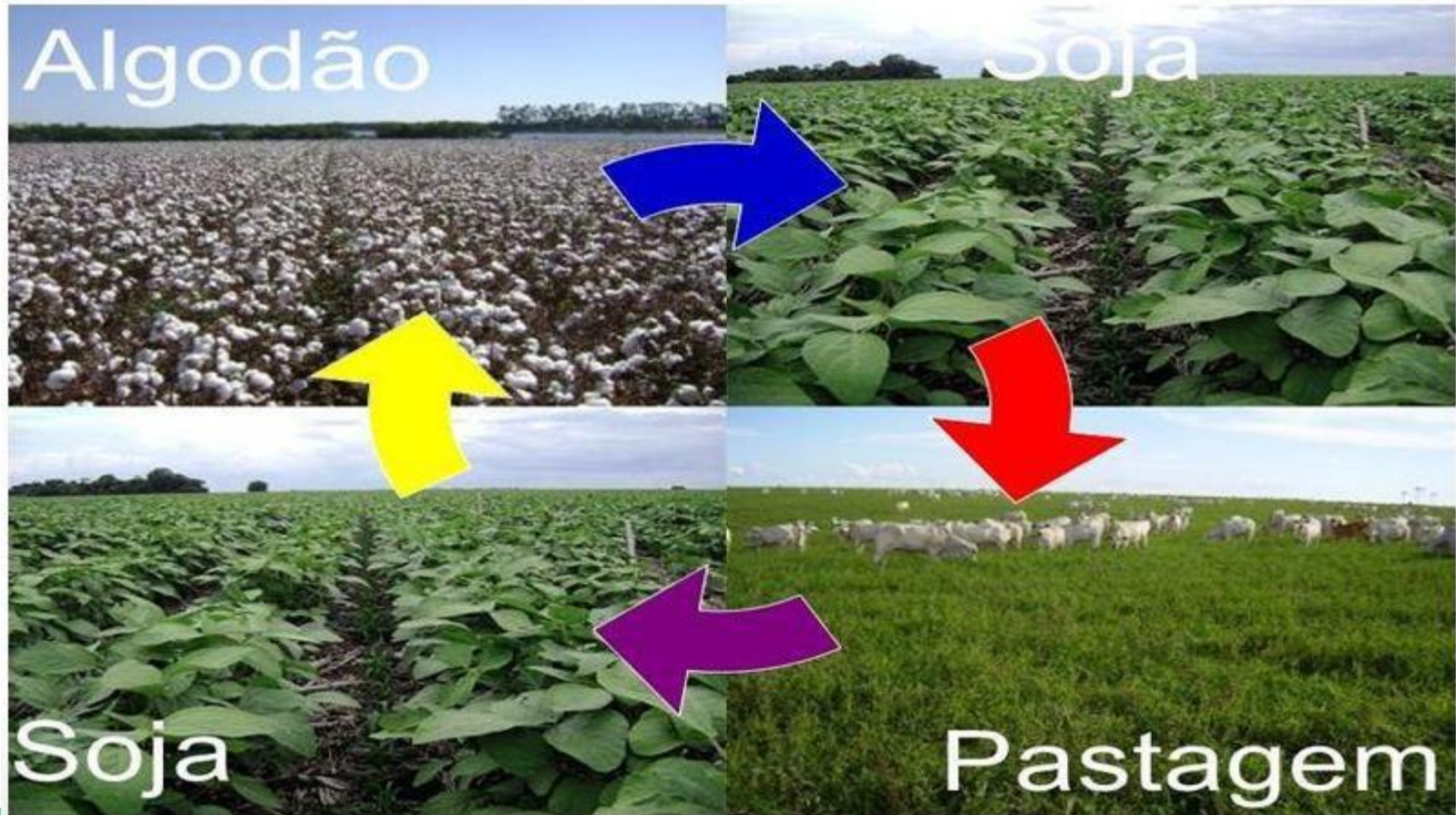
# Enriquecimento do Solo com Nitrogênio

**Adubação Verde**: adicionar plantas leguminosas na superfície do solo buscando enriquecê-lo nutricionalmente com nitrogênio. Após a **decomposição** da biomassa destas leguminosas, os nutrientes serão disponibilizados para as plantas de agricultura.

**Cultivo Consorciado**: cultivo simultâneo de duas ou mais espécies agrícolas na mesma área, em que, não necessariamente, a semeadura ou plantio ocorram na mesma época. Uma das espécies deve ser capaz de fixar nitrogênio.

**Rotação de Culturas**: alternar o plantio de não-leguminosas (o milho, por exemplo), que retiram do solo os nutrientes nitrogenados, com leguminosas (feijão), que devolvem esses nutrientes para o meio.

# Enriquecimento do Solo com Nitrogênio



# Ciclo do Fósforo (P)

# Ciclo do Fósforo (P)

2º mineral mais presente (logo atrás do cálcio) nos tecidos humanos.

**Funções:** ??

# Ciclo do Fósforo (P)

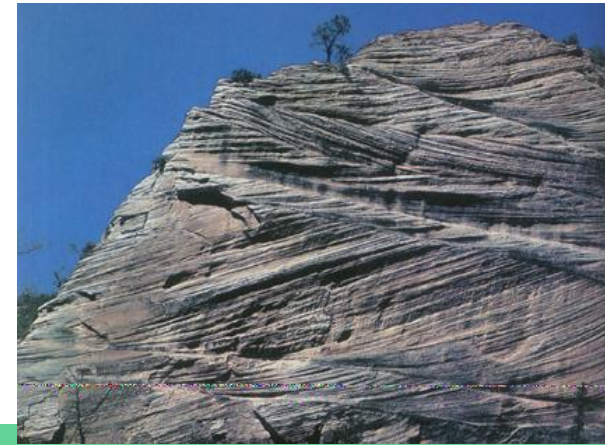
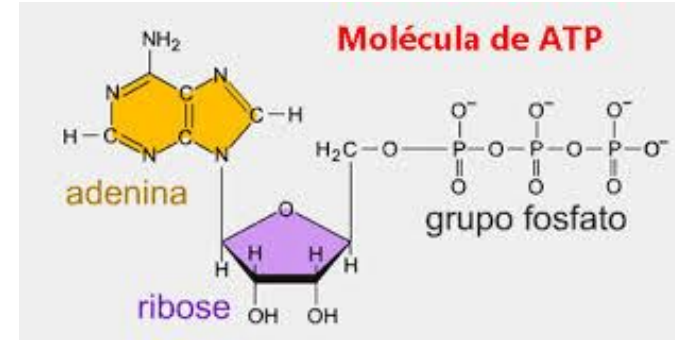
2º mineral mais presente (logo atrás do cálcio) nos tecidos humanos.

**Funções:** O fósforo é componente dos:

- Ácidos nucleicos (**DNA e RNA**)
- **ATP** (moeda energética da célula)
- **Fosfolipídeos** das membranas celulares
- **Ossos e dentes**.

Principal reservatório de fósforo na natureza são as **rochas**.

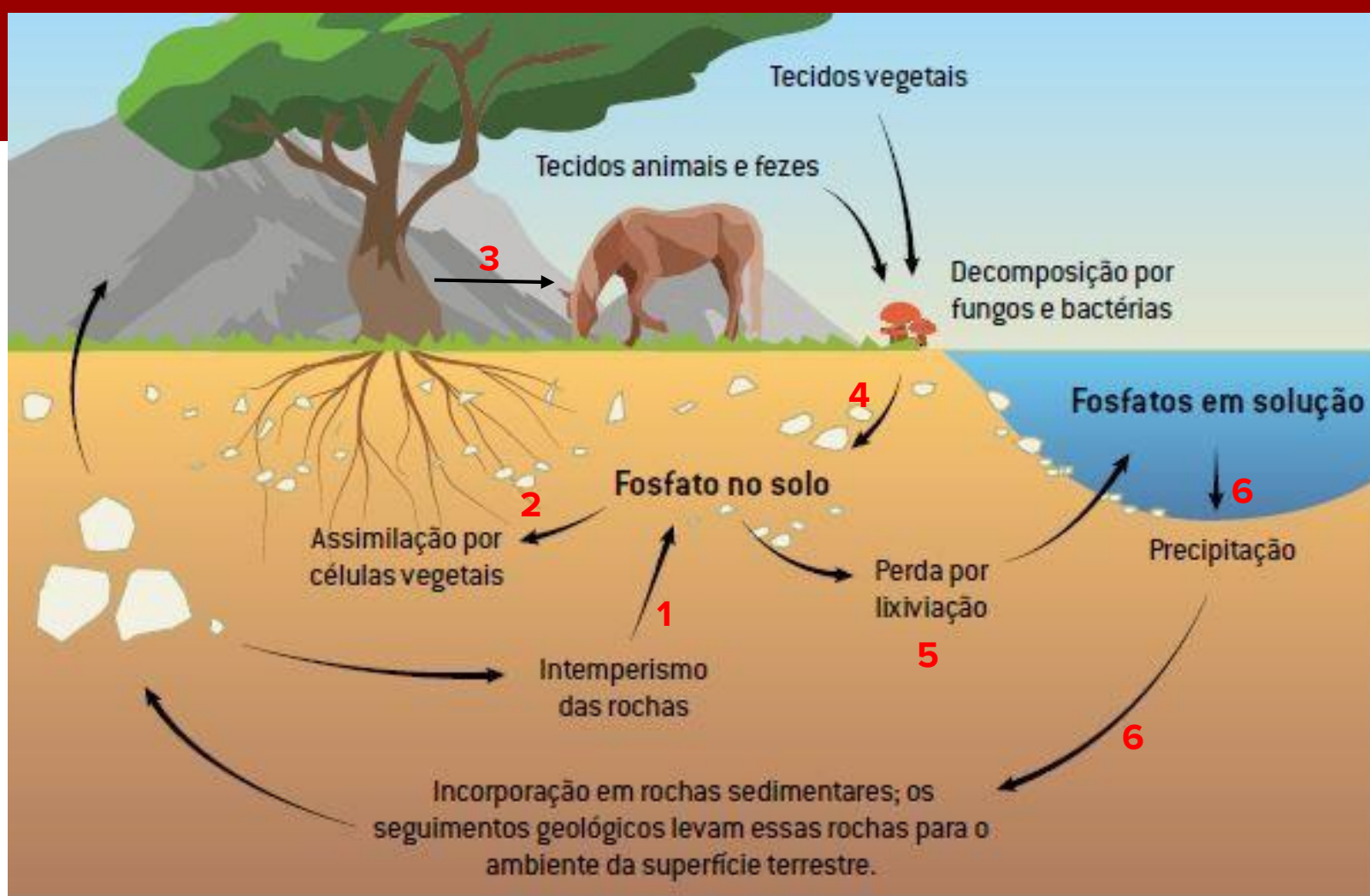
Ciclo é classificado como sedimentar.



# Ciclo do Fósforo (P): Etapas

- 1º. Intemperismo (degradação da rocha): o fósforo é liberado das rochas para solo e água.
- 2º. Fixação pelas plantas: o fósforo é incorporado em fosfatos orgânicos nas plantas.
- 3º. Bioacumulação: os fosfatos são transmitidos para outros organismos via cadeia alimentar. Animais também podem absorver fosfatos pela água.
- 4º. Decomposição: **bactérias fosfolizantes** atuam na decomposição da matéria orgânica e tornam o fósforo disponível no solo em sua forma inorgânica.
- 5º. Lixiviação do solo: o fósforo, por ser um composto solúvel, é levado pela chuva para rios, lagos e mares.
- 6º. Sedimentação: em ambientes aquáticos, o fósforo sedimenta-se e é incorporado nas rochas que estão em formação.

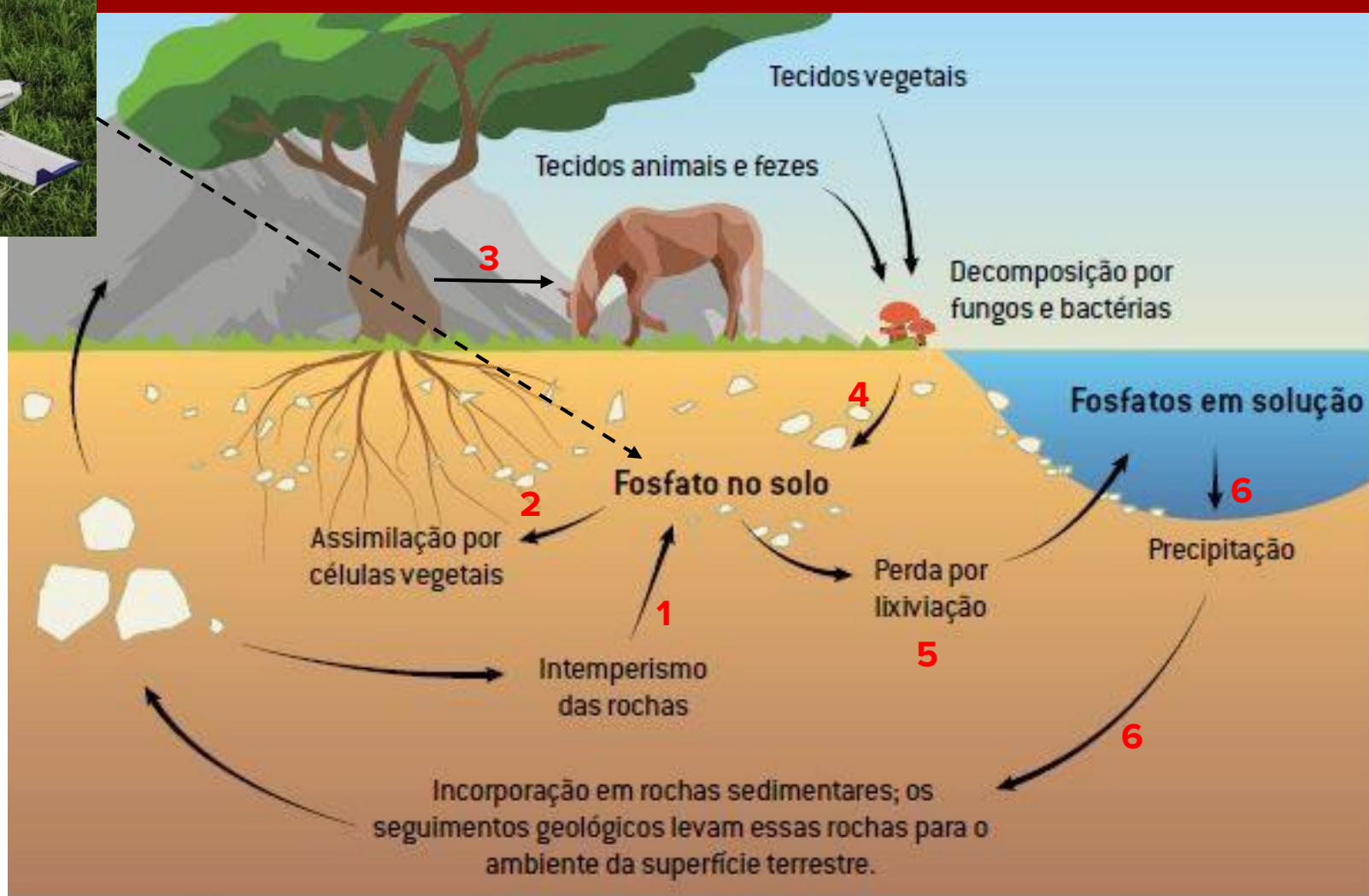








Fertilizantes



# Ciclos do Nitrogênio e Fósforo: Fertilizantes

- O nitrogênio, juntamente com o fósforo, são **fatores limitantes** para o crescimento das plantas.
- A síntese de **fertilizantes** começou a ser desenvolvida na Primeira Guerra Mundial, com a síntese de amônia a partir de nitrogênio atmosférico.
- Desde então, o aumento do uso de tais compostos foi **crescente**, tendo como justificativa possibilitar o **aumento da produção agrícola**, que seria necessário para sustentar o aumento da população mundial.
- A atividade humana tem alterado o **ciclo** natural destes elementos, seja por meio de atividades como mineração ou pelo amplo uso de fertilizantes.

# **Impacto Associado: Eutrofização**

# Eutrofização

- O excesso de nutrientes (principalmente, fósforo e nitrogênio) no ambiente aquático pode desencadear um processo denominado Eutrofização.



# Eutrofização

- **Início / Causa:** Aumento da disponibilidade de nutrientes no ambiente aquático.

Por quem?

# Eutrofização

- **Início / Causa:** Aumento da disponibilidade de nutrientes no ambiente aquático.

Por quem?

- **Lixiviação de lavouras e pastos** arrasta fertilizantes e agrotóxicos ricos em P e N para os corpos d'água;
- **Lançamento direto de esgoto** (doméstico e industrial) nos corpos d'água;
- **Lançamento de lixo** (rico em matéria orgânica) nos corpos d'água;
- **Destruição de matas ciliares** facilitam o transporte de nutrientes para os corpos d'água.

# Eutrofização

**Quais as consequências do aumento de nutrientes em um corpo d'água?**

# Eutrofização: passo a passo

**0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.**





# Eutrofização: passo a passo

0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.

1º. Explosão no desenvolvimento de algas. Surge uma cortina verde na superfície da água!



# Eutrofização: passo a passo

**0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.**

**1º. Explosão no desenvolvimento de algas.** Surge uma cortina verde na superfície da água!

**2º. Redução da quantidade de luz** que penetra neste ambiente.

# Eutrofização: passo a passo

**0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.**

**1º. Explosão no desenvolvimento de algas.** Surge uma cortina verde na superfície da água!

**2º. Redução da quantidade de luz** que penetra neste ambiente.

**3º. Redução das taxas de fotossíntese!** Logo, redução dos níveis de oxigênio dissolvido!

# Eutrofização: passo a passo

**0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.**

**1º. Explosão no desenvolvimento de algas.** Surge uma cortina verde na superfície da água!

**2º. Redução da quantidade de luz** que penetra neste ambiente.

**3º. Redução das taxas de fotossíntese!** Logo, redução dos níveis de oxigênio dissolvido!

**4º. Morte** dos organismos que usam oxigênio, como peixes, por exemplo



# Eutrofização: passo a passo

**0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.**

1º. Explosão no desenvolvimento de algas. Surge uma cortina verde na superfície da água!

2º. Redução da quantidade de luz que penetra neste ambiente.

3º. Redução das taxas de fotossíntese! Logo, redução dos níveis de oxigênio dissolvido!

4º. Morte dos organismos que usam oxigênio, como peixes, por exemplo.

5º. Ação de decompositores aeróbios acelera e terminam de usar o oxigênio restante.

# Eutrofização: passo a passo

**0º. Aumento da matéria orgânica (nutrientes) no corpo d'água.**

1º. Explosão no desenvolvimento de algas. Surge uma cortina verde na superfície da água!

2º. Redução da quantidade de luz que penetra neste ambiente.

3º. Redução das taxas de fotossíntese! Logo, redução dos níveis de oxigênio dissolvido!

4º. Morte dos organismos que usam oxigênio, como peixes, por exemplo.

5º. Ação de decompositores aeróbios acelera e terminam de usar o oxigênio restante.

6º. Surgem decompositores anaeróbios, que liberam **substâncias tóxicas** na água, que agravam ainda mais a situação dos ambientes afetados, comprometendo toda a cadeia alimentar, além de deixar a água imprópria para consumo. Agora, o corpo d'água está totalmente **Eutrofizado**.

# Eutrofização: Consequências

- **Impacto econômico:** redução do pescado e de outros alimentos.
- **Impacto ecológico:** redução do número e biodiversidade de organismos.
- **Impacto social / recreativo:** alteração na transparência, cor e odor da água. Produção de mau cheiro.
- **Impacto na saúde:** substâncias tóxicas liberadas por parte de algumas algas levam à incapacidade do uso da água para fins de consumo.

# Eutrofização: Como evitar?

- Redução do uso de fertilizantes e agrotóxicos;
- Tratamento de esgoto e efluentes;
- Destino correto ao lixo urbano;
- Proteção e reconstrução das matas ciliares;

**Sabem como funciona uma ETE?**





# Eutrofização em Oceanos: Maré Vermelha



Maré vermelha causada pelo dinoflagelado *Noctiluca* na praia de Clovelly, em Sydney, Dezembro de 2012.

# Eutrofização em Oceanos: Maré Vermelha

- Floração acelerada de pequenas algas, chamadas dinoflagelados, causando grandes manchas vermelhas em mares.
- Representa um dos grupos mais abundantes no plâncton marinho. Cianobactérias também podem estar presentes.



# Eutrofização em Oceanos: Maré Vermelha

- Floração acelerada de pequenas algas, chamadas dinoflagelados, causando grandes manchas vermelhas em mares.
- Representa um dos grupos mais abundantes no plâncton marinho. Cianobactérias também podem estar presentes.
- **Causas**: fatores como a temperatura, luminosidade e salinidade associados a **altos níveis de nutrientes dissolvidos no mar** (matéria orgânica), contribuem para que haja uma proliferação excessiva dos dinoflagelados.
- **Consequências?**

# Eutrofização em Oceanos: Maré Vermelha

- Floração acelerada de pequenas algas, chamadas dinoflagelados, causando grandes manchas vermelhas em mares.
- Representa um dos grupos mais abundantes no plâncton marinho. Cianobactérias também podem estar presentes.
- **Causas:** fatores como a temperatura, luminosidade e salinidade associados a **altos níveis de nutrientes dissolvidos no mar** (matéria orgânica), contribuem para que haja uma proliferação excessiva dos dinoflagelados.
- **Consequências:** Tais algas produzem e liberam toxinas que degradam o ambiente aquático, provocando a morte de peixes e, em consequência, diminuindo a atividade pesqueira. Além de impedir a utilização do meio aquático para esporte e lazer.

# Fertilizantes

- **O que são fertilizantes?** São compostos químicos utilizados na agricultura convencional para aumentar a quantidade de nutrientes do solo e, consequentemente, conseguir um ganho de produtividade.
  - **Orgânicos**: feitos a partir de produtos naturais, como húmus, farinha de osso, mamona, algas e esterco.
  - **Inorgânicos**: levam nitrogênio, fosfatos, potássio, magnésio ou enxofre. Contêm grandes concentrações de nutrientes que podem ser absorvidos quase que instantaneamente pelas plantas.