

## **Aula 00**

*POLITEC-RO (Perito Criminal - Área 2 -  
Ciências Biológicas/Biomedicina)  
Conhecimentos Específicos III*

Autor:  
**André Vieira Peixoto Davila**

30 de Janeiro de 2023

1 – Conceitos básicos e nomenclatura .....	4
1.1 Populações.....	4
1.2 Comunidades.....	5
1.3 Ecossistemas.....	6
1.4 Biomas e biosfera .....	6
1.5 Habitat e nicho ecológico.....	7
2 – O fluxo de energia e a cadeia alimentar .....	9
2.1 Avaliação quantitativa de cadeias alimentares .....	12
2.2 Produtividade de Ecossistemas e Comunidades.....	16
3 – Ciclos biogeoquímicos .....	17
3.1 – Ciclo da Água.....	17
3.2 – Ciclo do Carbono .....	18
3.3 – Ciclo do Nitrogênio.....	20
3.4 – Ciclo do Oxigênio .....	24
3.5 – Ciclo do Fósforo.....	25
4- Problemas ambientais atuais.....	26
4.1. Poluição, contaminação e suas consequências.....	27
4.2 Chuva ácida.....	29
4.3 Bioacumulação e Biomagnificação.....	29
4.4 A camada de ozônio e sua importância: efeito estufa, aquecimento global e as mudanças climáticas .	31
4.5 Atividades antrópicas rurais e urbanas e suas consequências .....	33
4.6 Impactos antrópicos nas águas continentais.....	34
4.6.1 – Monitoramento das águas e as variáveis usualmente utilizadas .....	37



5 – Dinâmica de populações .....	40
5.1 – Curvas de crescimento populacional .....	41
5.2 – Ciclos populacionais: relação predador-presa .....	43
5.3 Agentes patogênicos e a curva populacional.....	44
5.4 Lei de Gause.....	46
6 – Interações biológicas .....	47
6.1 - Interações interespecíficas .....	47
6.2 Invasão biológica.....	50
6.3 Interações intraespecíficas.....	51
7 – Sucessão Ecológica .....	52
8 – Biomas do Brasil .....	55
8.1 Amazônia (hileia amazônica).....	58
8.2 Cerrado .....	60
8.3 Mata Atlântica .....	62
8.4 Caatinga.....	66
8.5 Pampas .....	69
8.6 Pantanal .....	70
8.7 Biomas de transição .....	73
9 – Exercícios comentados.....	78
10 - Exercícios.....	89
11- Gabarito Comentado.....	107



# INTRODUÇÃO

Prezados alunos, bem-vindos à aula de ecologia geral.

Aqui trataremos de temas que são geralmente cobrados nos concursos nos quais esta disciplina se encontra no edital. Esta aula é também introdutória para temas mais aprofundados na área da ecologia de conservação. Assim, é uma aula coringa, que serve para vários certames.

Dê bastante atenção aos níveis de organização dos seres vivos, aos tipos de interações ecológicas que ocorrem entre eles, aos estudos das cadeias alimentares e aos ciclos dos elementos. Esses temas são muito comuns.

Finalizamos a aula com estudos das características gerais dos ecossistemas brasileiros, que você precisa conhecer.

Bons estudos!



# 1 – CONCEITOS BÁSICOS E NOMENCLATURA

A Ecologia é o estudo das **interações** que determinam a **distribuição** e a **abundância** das espécies, sejam essas relações entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre espécies distintas e fatores abióticos do meio em que vivem. Atividades humanas que causam impactos negativos no meio ambiente também são estudadas pela ecologia, já que se encontram abarcadas no estudo dessas relações.

A palavra *ecologia* advém do grego, na qual *oikós* significa *casa* e *logos*, *estudo*, ou seja, a *Ciência do Habitat*. Alguns conceitos e nomenclaturas de Ecologia são de fundamental importância para entendimento do tema. Sem o seu conhecimento, a interpretação do conteúdo se torna bastante limitada e até mesmo incorreta.

Os conceitos a seguir se relacionam com **o modo como as espécies se organizam no espaço** e como interagem com os fatores presentes nele. Esses conceitos nomeiam espaços e agrupamentos de organismos conforme suas características.

## 1.1 Populações

**População** é o conjunto formado por **indivíduos de uma mesma espécie**, que vivem em um **mesmo local** durante um **mesmo período de tempo**. Desta maneira, o conceito de população depende dos contextos **geográficos e cronológicos** de uma determinada espécie. Assim, uma espécie de peixe que ocupa uma pequena lagoa pode ser considerada uma população. Um grupo de pulgões que ocupa um ramo de uma árvore, também. O conceito de população é amplamente utilizado **nos estudos de evolução**, nos quais o período considerado tem fundamental importância já que a sucessão de espécies (ou no caso das populações) no decorrer do tempo é um dos temas centrais da teoria da evolução. Populações apresentam atributos como **densidade** (quantidade de indivíduos por espaço), **variabilidade genética**, **estrutura etária**, distribuição **espacial** (ou dispersão) e **abundância**. Em relação à dispersão, podemos ter



os indivíduos da população agrupados formando uma população **agregada**; podemos encontrá-los dispersos **aleatoriamente** ou ainda podemos encontrá-los **uniformemente** distribuídos no espaço.

Emerge neste contexto o conceito de **metapopulação**. Metapopulações são populações de indivíduos **separadas no espaço físico**, mas que se **interconectam por processos migratórios**. Importante notar que, consistem em **agrupamento de indivíduos de uma mesma espécie**, portanto de uma **população**, mas **separada** em grupos em geral menores e **distanciados geograficamente (estruturam-se em fragmentos)**. A dinâmica populacional nestes casos pode ocorrer de tal forma que populações cresçam muito em manchas de habitat, aumentando a competição intraespecífica (que estudaremos adiante) e reduzindo os recursos, fato que pode gerar a extinção dessa população localmente. Indivíduos dessa mesma população, podem se encontrar forçados a migrar, colonizando novos habitats. Estas extinções locais e colonização de áreas não habitadas, teoricamente, tendem a atingir um equilíbrio ao longo do tempo.

## 1.2 Comunidades

**Comunidade** é o conjunto de todas as **populações** (espécies) que coexistem em um determinado **biótopo (ambiente/área geográfica, condições físicas e químicas do ambiente)** durante o mesmo período, interagindo direta ou indiretamente.

No caso do exemplo dado no tópico de populações, a **comunidade** inclui todos os peixes, plantas, plâncton e outros animais que vivem na mesma lagoa. A comunidade é a parte **biótica** desse ambiente, e também pode ser chamada de **biota** ou de **biocenose**.

São **atributos** de **comunidades**: **diversidade** de espécies, **abundância** relativa de espécies, **estrutura** trófica e **dominância**. **Diversidade** de **espécies** se relaciona ao conceito de **biodiversidade**, que determina a **riqueza** e a **variedade** da **biota de uma comunidade**. A **abundância relativa** se relaciona com a **quantidade de indivíduos** de cada espécie em uma **comunidade**. Aqui relaciona-se também o conceito de **dominância**, quando temos espécies que se **sobressaem** em quantidade de indivíduos em uma comunidade.



Estudaremos a estrutura trófica mais à frente. Adianta-se que essa estrutura se refere ao modo como o **fluxo de matéria e energia** ocorrem por meio do consumo heterotrófico.

### 1.3 Ecossistemas

**Ecossistema** é o conjunto formado pela interação entre as **comunidades** e o **biótopo** (ou fatores **abióticos**, incluindo água, gases, solo, sais minerais, metais pesados, luz, poluentes, etc.) de uma determinada região.

Seguindo o exemplo que temos usado no início, o **ecossistema** seria o lago em si, todos os seres vivos contidos nele e principalmente a interação entre eles.

Dada a importância das **interações**, muitos autores também consideram o **fluxo de energia e as cadeias tróficas** (discutidas no próximo capítulo) como partes fundamentais dos ecossistemas. Semelhante ao conceito de população, **ecossistemas não possuem um tamanho definido** e o conceito pode ser aplicado tanto a um aquário com peixes e plantas, quanto a rio ou uma floresta.

### 1.4 Biomas e biosfera

**Biomas** são amplas áreas, normalmente de proporções subcontinentais, com semelhantes características de **clima, temperatura, precipitação** (chuva) e **vegetação** (considerando-se o aspecto geral, mesmo que com plantas diferentes, também chamado de **fitofisionomia**). De certa maneira, os **biomas** são regiões com diversos **ecossistemas** semelhantes.

No **Brasil** existem **seis biomas: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa**. Estudaremos suas características no final desta apostila.



Já **biosfera** é o nome dado ao conjunto de **todos os ecossistemas** atualmente existentes na Terra. A **biosfera** abrange todos os biomas e ecossistemas terrestres e aquáticos.

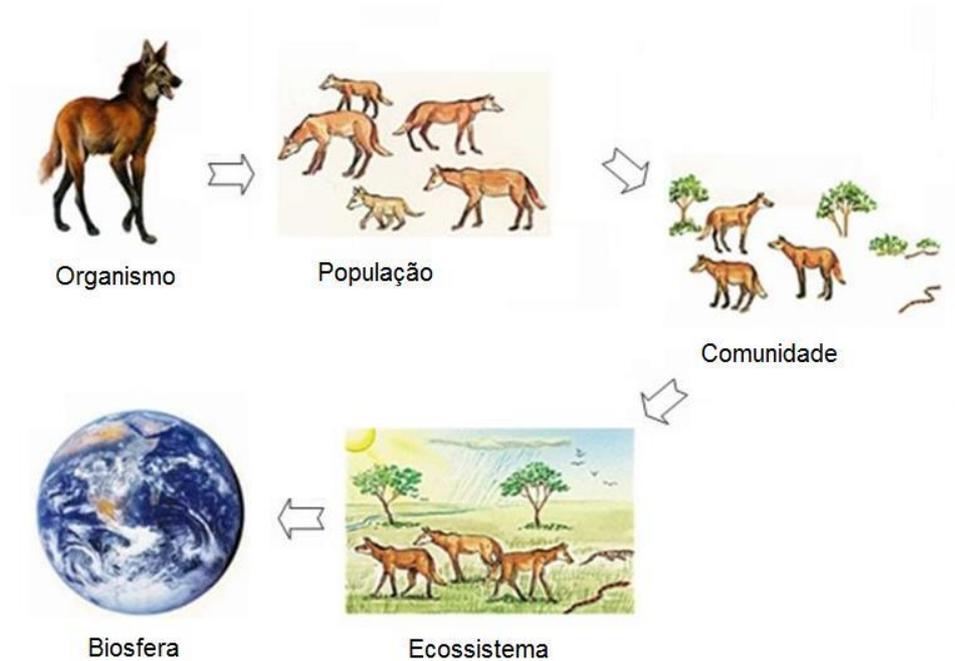


Figura 1. Níveis de organização. Fonte: <https://descomplica.com.br/blog/biologia/metodo-cientifico-niveis-de-organizacao/>

## 1.5 Habitat e nicho ecológico

Cada espécie reside em um **habitat** específico, ou seja, **uma parte do ambiente** onde consegue encontrar **condições ideais para sua sobrevivência**. Um exemplo são as florestas tropicais das Américas Central e do Sul, **habitats** das onças pintadas. Dentro de um **habitat** diferentes espécies coexistem, porém cada uma possui um **modo de vida único** caracterizado **pelos alimentos consumidos, comportamentos de reprodução, moradia, predadores e estratégias de sobrevivência de modo geral**. A relação entre o **habitat** ocupado e as **atividades que definem o modo de vida único de cada espécie** é chamada de **nicho ecológico**.

Seguindo o exemplo anterior do grande felino das américas, o nicho ecológico da onça é definido como a **área** onde o **animal encontra** condições ideais para obter **alimentos**, no caso, áreas de floresta

tropical e seus rios, com abundante presença de **herbívoros**, **aves**, **peixes** e **jacarés**. Importante notar que o **nicho** se relaciona ao **espaço** mas leva em consideração os **recursos** ali disponíveis para atuação das espécies.

É importante ressaltar que diversas espécies podem **coexistir em um mesmo *habitat***, mas os seus ***nichos ecológicos são distintos***. Tomando como exemplo formigas e louva-a-deus, ambos dividem o mesmo *habitat*, porém com funções bastante diferentes: as formigas cortam e recolhem parte da vegetação para levar ao formigueiro e eventualmente utilizá-la no processo de alimentação. Sua reprodução se dá a partir do depósito de ovos da rainha no formigueiro. O louva-a-deus alimenta-se de formigas e outros insetos, e se reproduz por meio do depósito de ovos em cascas e folhas de arbustos. O louva-a-deus serve de alimento para aranhas e pássaros.

Vale também lembrar que ***nicho ecológico e habitat não são imutáveis*** ao longo do ciclo de vida das espécies. Dependendo da **fase da vida**, *habitat* e *nicho ecológico* podem variar consideravelmente: **girinos** (larvas de sapos) vivem em um ecossistema aquático doce. Alimentam-se principalmente de detritos orgânicos e algas, enquanto servem de alimento para peixes, aranhas e insetos aquáticos. Após a metamorfose dos girinos para a fase adulta, **os sapos** passam a viver em ecossistema terrestre úmido, se alimentam de insetos e são predados por cobras, pássaros e outras espécies. Note que o "papel" dos organismos mudou do nascimento até a fase adulta.

Além da interação entre espécies, **ecossistemas inteiros também interagem**. Tais ecossistemas não são isolados. Existe, portanto, uma relação entre o **ecossistema** de um **lago** e de uma **mata** adjacente. Um gavião, por exemplo, poderia pescar um peixe e muitos dos detritos orgânicos provenientes da mata acabam retornando ao lago. A região onde há essa **interação** entre diferentes ecossistemas denomina-se **ecótono**, e pode possuir **espécies de ambos os ecossistemas** (neste caso espécies do lago e a da mata), além de espécies de transição entre ambos.



## 2 – O FLUXO DE ENERGIA E A CADEIA ALIMENTAR

Em ecossistemas a **energia necessária para a manutenção dos organismos flui entre seus componentes**. Observa-se a **transferência de energia e matéria entre organismos da comunidade em relações** que chamamos de **cadeia alimentar (ou cadeias tróficas)**. O estudo das **cadeias alimentares** pode ser entendido como estudo da **estrutura trófica** de um **ecossistema** ou de **comunidades**. De fato, é o atributo **mais importante** dos agrupamentos de populações.

O processo trófico inicia-se quando **energia solar é transformada em energia química por plantas, algas e fitoplâncton (entre outros organismos fotossintetizantes)** por meio da **fotossíntese**. Esses seres **autótrofos** (que produzem o seu próprio alimento) são então a **base da cadeia trófica**, capturando e convertendo a energia solar em compostos orgânicos que serão utilizados por todos os demais seres vivos da cadeia. Esses organismos são também classificados como **fototróficos**.

**Fotossíntese** é o processo metabólico que serve de base para a **entrada de energia** nos ecossistemas.

Portanto, o **Sol é a fonte de energia que garante a vida da maior parte dos organismos do planeta**. Tal energia, produzida pelos autótrofos, é **consumida na forma de compostos químicos por todos os seres vivos da comunidade** (fluxo de matéria). As reações metabólicas realizadas por estes seres (oxidação e "quebra" das moléculas desses alimentos orgânicos: **digestão**) liberam a energia química que é utilizada em processos vitais, porém parte dessa energia é liberada para o ambiente em forma de energia térmica (calor). Essa energia **não volta para a sua fonte, gerando** assim um **fluxo unidirecional** de energia, que é um dos **grandes princípios da ecologia**.

Cada elo da cadeia alimentar é chamado de **nível trófico**, que inclui:

- **Produtores,**



- **Consumidores** primários, secundários, terciários, ou outros,
- **Decompositores**,
- **Detritívoros**.

**Produtores** são representados principalmente pelos **vegetais e fitoplâncton**, incluindo todos os seres **autótrofos fotossintetizantes** que **convertem** a energia solar em energia química contida nos alimentos.

**Consumidores primários** são **herbívoros**, ou seja, todos os seres vivos que se alimentam de **plantas ou fitoplâncton**. Os níveis tróficos seguintes são compostos pelos **consumidores**, que dependendo do ecossistema, podem ser **secundários, terciários** e até mesmo de **quarta ordem ou mais**. A quantidade de níveis tróficos é variável em ambientes distintos, mas **os consumidores primários são sempre predados pelos secundários**, que por sua vez são **predados por terciários** e assim por diante.

Existem **seres vivos que se alimentam de matéria orgânica morta** (plantas e animais mortos, além dos dejetos produzidos por esses), fundamentais no papel de **devolver ao ambiente os nutrientes e minerais** capturados pelos produtores e consumidores. Podem ser divididos em dois tipos diferentes de "**consumidores**", divididos pelo tamanho dos indivíduos e do alimento que consomem: **detritívoros** como **minhocas**, insetos, lesmas, **siris** e pepinos do mar se alimentam de **fragmentos maiores de matéria morta**; e **decompositores**, incluindo **fungos e bactérias**, que se alimentam de **fragmentos microscópicos**, **decompondo a matéria morta em substâncias simples** (CO<sub>2</sub>, água, açúcares simples e sais minerais).

O estudo das relações tróficas em cadeia gera **diagramas** que relacionam os organismos que dela fazem parte, formando as **cadeias alimentares**. Ao conjunto de **cadeias alimentares** se dá o nome de **teia alimentar**, que existe em **todos os ecossistemas**. Teias e cadeias alimentares podem ser **representadas por setas** que interligam diferentes espécies. As setas indicam o **sentido do fluxo de energia**, podendo ser interpretadas como "**...serve de alimento para...**".

**Consumidores** não se alimentam exclusivamente de uma espécie de planta ou mesmo animal, o que faz com que ele possa **predar** tanto um consumidor **primário** quanto um **secundário**, dependendo da cadeia alimentar que estiver sendo analisada. Com isso, **o nível trófico desses consumidores pode variar na teia alimentar**. Pássaros que se alimentam de frutas são consumidores primários, por exemplo. Eles também podem se alimentar de insetos (que podem ser consumidores primários), fazendo assim com que



seu **nível trófico muda** de consumidor primário, ao comer as frutas, para consumidor secundário, ao se alimentar de insetos.

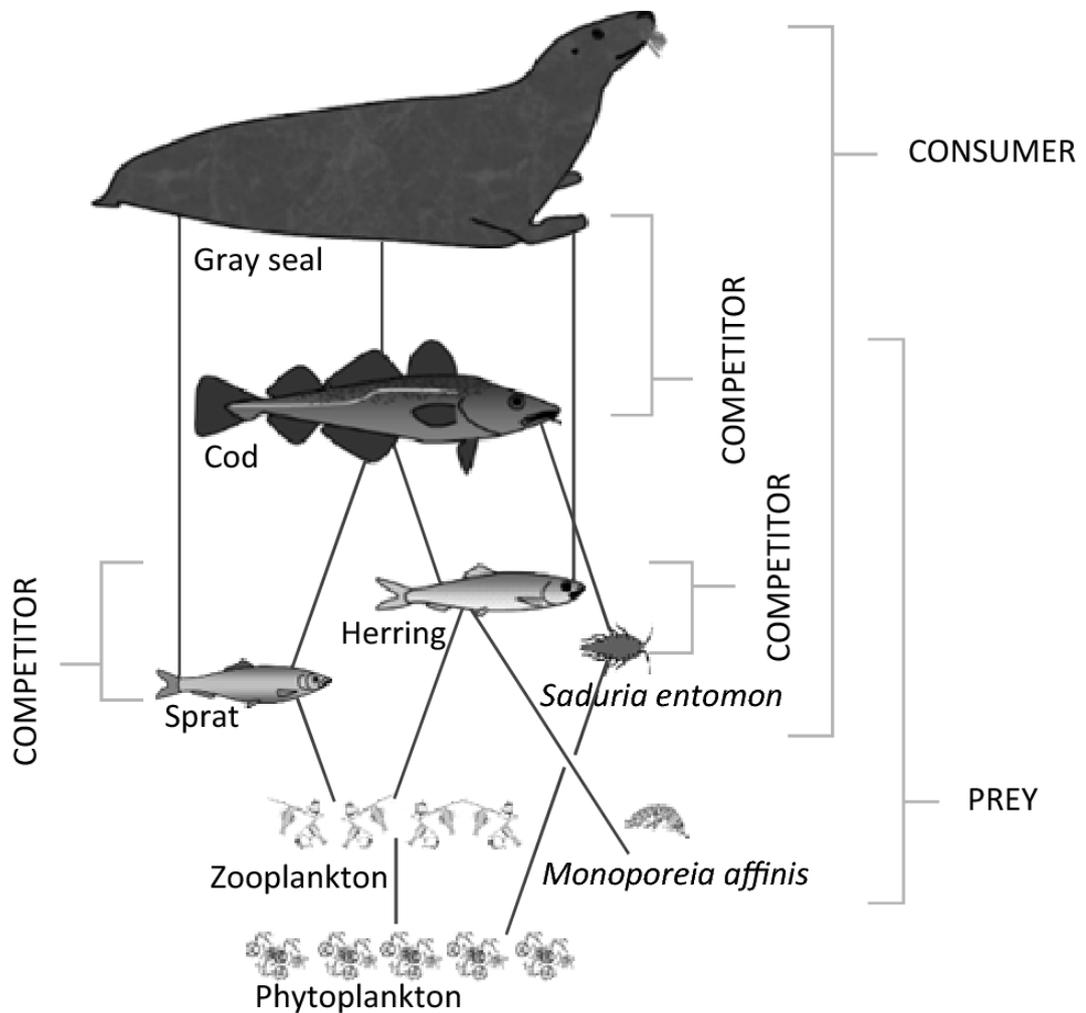


Figura 2: Teia alimentar do mar báltico central. By Agnes M. L. Karlson, Elena Gorokhova, Anna Gårdmark, Zeynep Pekcan-Hekim, Michele Casini, Jan Albertsson, Brita Sundelin, Olle Karlsson & Lena Bergström, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=79652537>

Cada ecossistema possui inúmeras espécies existentes em uma determinada região. Essa **riqueza biológica**, denominada **biodiversidade**, é normalmente mais significativa em **áreas tropicais** visto que a maior incidência solar propicia uma grande quantidade de **energia** para os **produtores**, favorecendo então a prevalência de florestas densas com grande número de espécies. Nos ecossistemas aquáticos, **recifes de corais** possuem **biodiversidade bastante elevada**, igualmente favorecidos pela alta incidência

solar. O Brasil, como majoritariamente tropical, é um dos cinco países com maior biodiversidade no planeta.

Várias espécies presentes nesses tipos de ecossistemas ainda não foram descobertas, e podem apresentar grande potencial industrial, médico e até nutricional, porém o exacerbado crescimento da população humana mundial coloca tais ambientes em risco, pela necessidade crescente de **ocupação dos ambientes** e pelo aumento do **consumo de alimentos**. Inúmeras espécies (conhecidas ou desconhecidas) estão com sua sobrevivência em risco por **influência humana**. Desmatamentos, queimadas e a ocupação desordenada de ambientes florestais constituem grave ameaça à qualidade ambiental e à biodiversidade.

## 2.1 Avaliação quantitativa de cadeias alimentares

A **avaliação quantitativa** de cadeias alimentares é frequentemente representada por **diagramas de pirâmide**. As mais significativas são pirâmides de **números**, de **biomassa**, e de **fluxo energético** ou fluxo de **energia**.

Nas **pirâmides de números**, que são representativas de muitas das cadeias alimentares de **predatismo**, o **número dos produtores é superior ao de consumidores primários**, que por sua vez, são mais abundantes que os consumidores secundários, e assim por diante. Em cadeias alimentares com **participação de parasitas**, porém, a pirâmide de números pode ser parcial ou totalmente **invertida**. Numa situação com parasitas, haveria, por exemplo, um número de plantas - que são produtores - menor que consumidores primários como gafanhotos, que por sua vez seria menor que o número de protozoários parasitas (dos gafanhotos), que são menos abundantes que bactérias parasitas (dos protozoários).



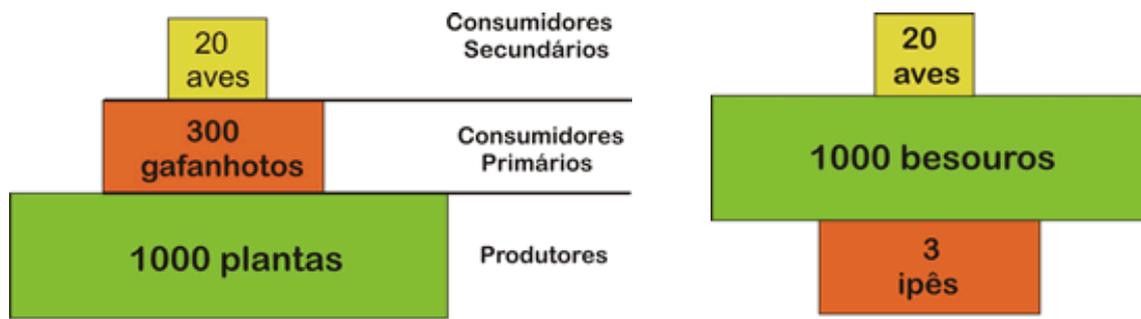


Figura 3. À esquerda, pirâmide de números mais comum, representando a quantidade de indivíduos em cada nível trófico. À direita, uma pirâmide “invertida”: em alguns casos, o produtor é uma planta de grande porte ou até mesmo quando envolve parasitismo, alterando a conformação da pirâmide. Fonte: [https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio\\_ecologia/ecologia7.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia7.php)

As **pirâmides de biomassa** consideram a **massa corpórea** (biomassa) de **todos** os organismos de cada nível trófico, e **não o número total de indivíduos**. O resultado geralmente é **parecido** com o da pirâmide de **números**, havendo maior biomassa de produtores (base da pirâmide) que de consumidores primários, secundários e assim por diante (decrecendo em direção ao topo da pirâmide). Em alguns ambientes aquáticos marinhos, a **proliferação desenfreada de fitoplâncton** (produtores) pode gerar um **crescimento** muito abrupto também na **população de zooplâncton** (consumidores primários), que por sua vez, predam em excesso os produtores, **invertendo assim suas biomassas** em um determinado momento do tempo.

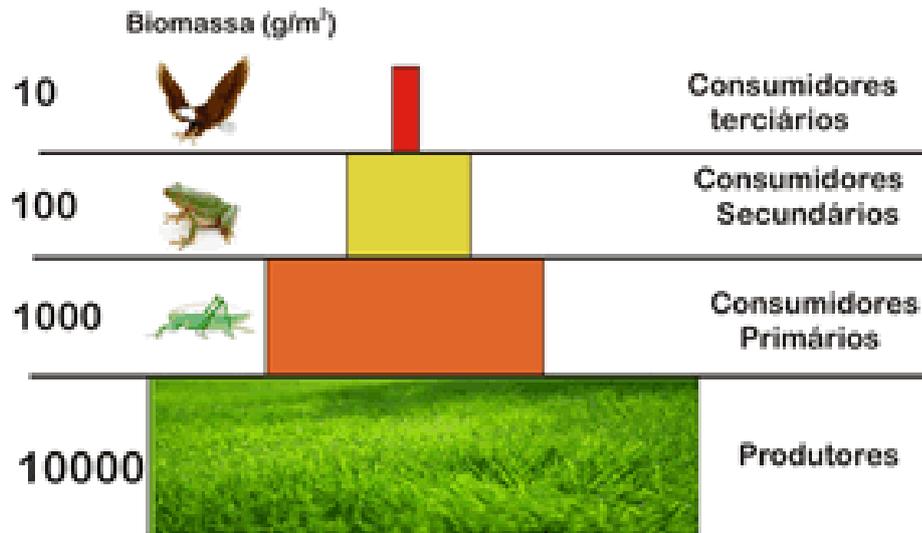


Figura 4. Pirâmide de biomassa. Assim como a pirâmide de números, a pirâmide de biomassa também pode ser invertida. Fonte: [https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio\\_ecologia/ecologia7.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia7.php)

Já as pirâmides de **fluxo de energia jamais podem ser invertidas**. Todos os níveis tróficos apresentam consumo de energia elevado em termos de reações metabólicas. Há perda de energia em forma de calor, que é **dissipado** pelo ecossistema. Essa energia é **unidirecional**, ou seja, não existe a **possibilidade de retorno para os seres vivos**. A energia não dissipada se armazena nos tecidos (exemplo: gordura nos animais, glicogênio nos fungos e nos animais; amido nos vegetais).

A energia armazenada pelos produtores, por exemplo, é **consumida para a sua sobrevivência**, ou seja, da energia solar fixada por eles por meio da fotossíntese, pouca é repassada para o nível trófico superior (de consumidores primários). A energia que os consumidores primários ingerem é utilizada em seu metabolismo, o que faz com que uma **pequena porção** dessa energia total seja repassada ao nível trófico seguinte (consumidores secundários). Portanto, **quanto mais alto o nível trófico, menor a quantidade de energia disponível, já que houve tamanha dissipação**.

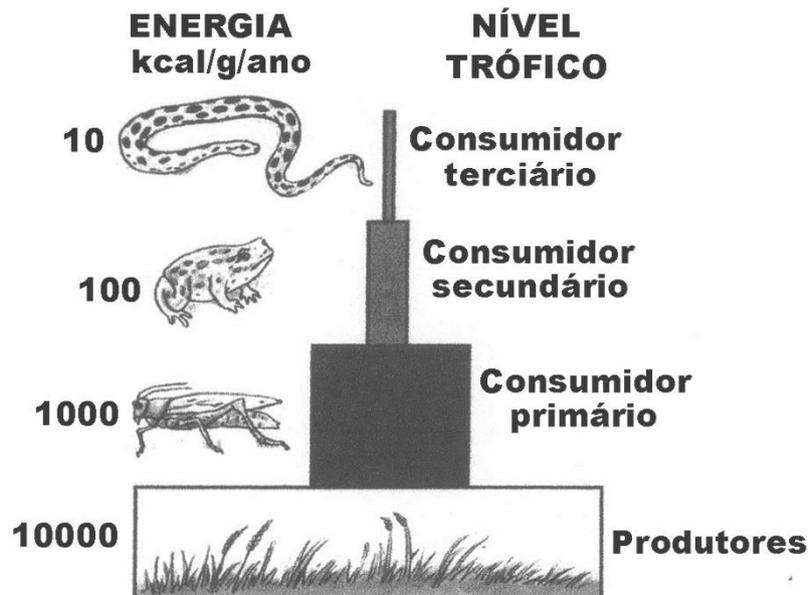


Figura 5. Representação da pirâmide de fluxo de energia. A energia é perdida ao longo da cadeia alimentar, sendo o último nível trófico aquele que recebe menos energia. No exemplo, o gafanhoto ao comer a planta não recebe toda a energia fixada pelo vegetal: a planta usou a energia obtida do Sol para o próprio metabolismo e outra parte foi perdida em forma de calor. O gafanhoto consome o restante da energia ao se alimentar da planta e a utiliza para o funcionamento de seu metabolismo, assim como também perde uma parte sob forma de calor. O restante é transferido para o próximo nível trófico e assim por diante.  
Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/8762586#readmore>

Essa queda na quantidade de energia disponível para os níveis tróficos mais altos é quantificada: **cada nível trófico transfere para o nível seguinte da cadeia alimentar no máximo 10% da energia que recebe**. Esse percentual remete ao conceito de **eficiência ecológica**, no qual cerca de 90% da energia total disponível para cada nível **não é transferido para o nível seguinte**, sendo consumida em atividade metabólica dos indivíduos ou então perdida como energia térmica.

Esses dados têm implicações diretas na análise de ecossistemas. Por exemplo, para que exista **fauna de grande porte** em determinada região do planeta, necessita-se que o nível trófico do qual essa fauna se alimenta exista em abundância para que ela possa ter suprimento energético suficiente para se manter e se reproduzir naquele ambiente específico. Grandes predadores marinhos, como o Megalodonte, podem ter sido extintos devido (**entre outros fatores**) à competição com tubarões brancos. Esses últimos consumiam as mesmas presas que o Megalodonte, aumentando sua população e reduzindo a disponibilidade alimentar para aquele gigante predador. Com a redução da disponibilidade de recursos, a população de Megalodonte reduziu até a extinção da espécie.



## 2.2 Produtividade de Ecossistemas e Comunidades

A atividade de um ecossistema ou comunidade pode ser avaliada pela **Produtividade Primária Bruta (PPB)**, que é equivalente ao total de **matéria orgânica produzida por fotossíntese, medida em gramas**, ao longo de **um período** determinado e em uma **determinada área** ambiental. Se descontarmos dessa PPB a matéria orgânica consumida pela comunidade (na **respiração R**) durante o mesmo período, temos a **Produtividade Primária Líquida (PPL)**, que pode ser representada por:

$$PPL = PPB - R$$

A produtividade de um ecossistema depende de vários fatores, sendo os mais importantes: **luz, água, CO<sub>2</sub> e disponibilidade de nutrientes**. Para os **ecossistemas estáveis**, quaisquer sejam eles, a produtividade e o consumo **se igualam**.

A PPL representa a quantidade de energia que está realmente disponível para o nível trófico seguinte.

Fala-se em **produtividade secundária** quando nos relacionamos a quantidade de energia que é absorvida pelos **consumidores primários**, ou seja, pelos **herbívoros**. Estes organismos não absorvem toda energia dos produtores, conforme já discutimos anteriormente. Ao descontarmos a energia gasta na respiração, teremos a **produtividade secundária líquida**, que estará disponível aos outros níveis tróficos.



## 3 – CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

A vida no planeta terra depende diretamente de substâncias químicas inorgânicas para sua existência. Os **produtores** são os principais responsáveis por essa conversão de substâncias inorgânicas (CO<sub>2</sub>, água, oxigênio e sais minerais) em orgânicas (carboidratos). Quando os organismos morrem sua matéria orgânica é degradada por meio dos decompositores, fazendo com que seus elementos químicos retornem ao ambiente. A essa constante **transição dos elementos químicos** entre os meios *biótico* (vivo) e *abiótico* (não vivo) chamamos **ciclo biogeoquímico** (do grego *bios*, vida, e *geo*, Terra). Em suma, **todos os elementos químicos dos seres vivos provêm do meio abiótico, são utilizados por esses seres durante suas vidas, e inevitavelmente retornam ao meio abiótico ao final do ciclo de vida**. Esse ciclo é fundamental para a **manutenção da vida na Terra**, já que sem o reaproveitamento dos compostos orgânicos de excretas e cadáveres, elementos químicos fundamentais na formação de novos seres vivos poderiam se tornar indisponíveis.

Os principais ciclos biogeoquímicos incluem o **ciclo da água, do carbono, do nitrogênio, do oxigênio e do fósforo** discutidos a seguir.

### 3.1 – Ciclo da Água

O **ciclo da água, ou ciclo hidrológico**, ocorre quando a **evaporação** do solo, rios, lagos e oceanos, e a **transpiração** dos vegetais e animais **enriquecem a atmosfera com vapor de água**, que se **condensa (ou liquefaz)** e **retorna às fontes** sofrendo **precipitação na forma de chuva (ou neve quando a água se solidifica na forma de gelo)**. A grande maioria da precipitação **ocorre nos oceanos**, que cobrem aproximadamente 71% da superfície do planeta, porém a água que precipita sobre os continentes pode ser absorvida por vegetais e ser utilizada no processo de fotossíntese, infiltrar-se no solo, ser consumida por seres vivos e, finalmente, evaporada ou transpirada novamente. A água pode correr por lençóis subterrâneos, armazenar-se em **aquíferos**, unir-se a rios e correr novamente para o mar, para então evaporar novamente e fechar o ciclo.



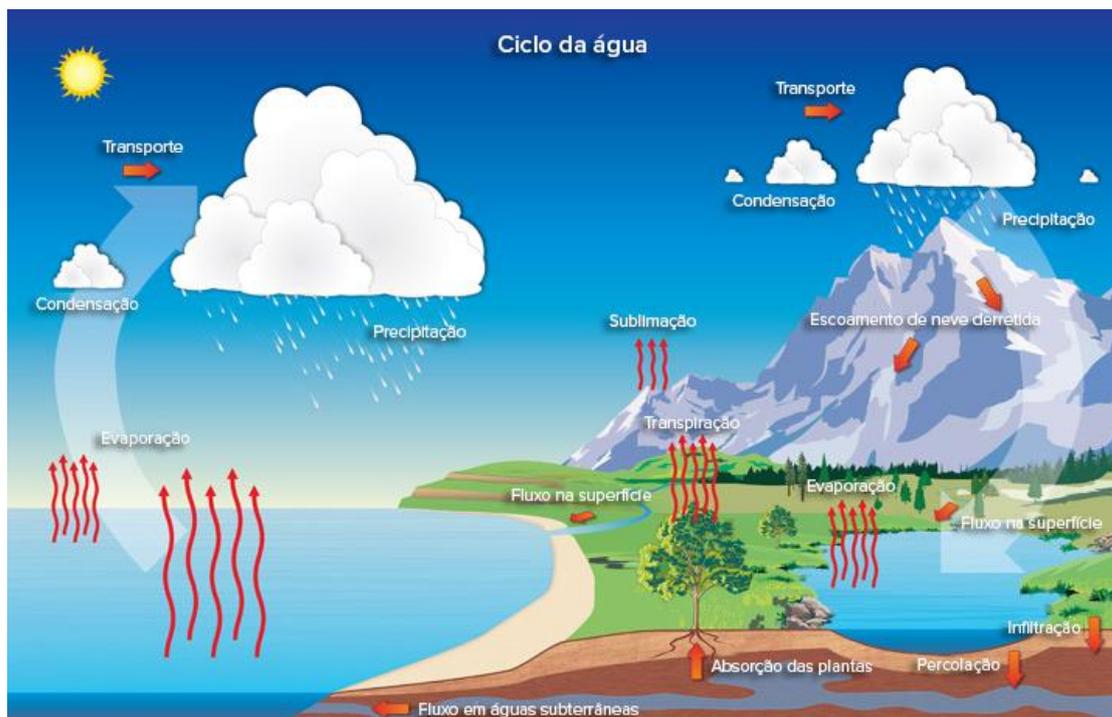


Figura 6. Diferentes etapas do ciclo biogeoquímico da água. Fonte: <https://cdn.kastatic.org/kasperseimages/c122d23861a681dd9c065b473fe5354fd1573db3.png>

### 3.2 – Ciclo do Carbono

O **ciclo do carbono** consiste na conversão do carbono inorgânico, proveniente do **gás carbônico** ( $\text{CO}_2$ ) atmosférico assim como **carbonatos** ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e **hidrogenocarbonatos** ( $\text{HCO}_3^-$ ) dissolvidos em água, em **moléculas orgânicas** (**carboidratos, proteínas, lipídios**) e **vice-versa**. Como discutido no capítulo anterior, a **fotossíntese** é um dos principais processos de conversão de carbono atmosférico e energia solar em moléculas orgânicas (processo também chamado de fixação do carbono). Uma vez **absorvido** pelos **produtores** (plantas, algas e fitoplâncton), o carbono pode ter dois destinos: pode ser **consumido** por um animal ou pode retornar ao meio na forma de **gás carbônico** e **metano** ( $\text{CH}_4$ ) por meio dos **decompositores** após a **morte** do **produtor primário**. O carbono consumido por animais na forma de compostos orgânicos é constantemente **convertido** em  $\text{CO}_2$  **pelos processos oxidativos da respiração aeróbia**, retornando à

**atmosfera** de onde será mais uma vez absorvido por **produtores**. Outros processos como a **decomposição** de **excretas** e dos próprios cadáveres dos animais, além da **combustão** de qualquer matéria orgânica (fóssil ou não) também resultam na **produção de CO<sub>2</sub>**. Em suma, o **carbono captado da atmosfera** passa de um nível trófico a outro, **enquanto, ao mesmo tempo, retorna gradualmente ao meio por meio da respiração aeróbia e da ação dos decompositores em toda a matéria morta**.

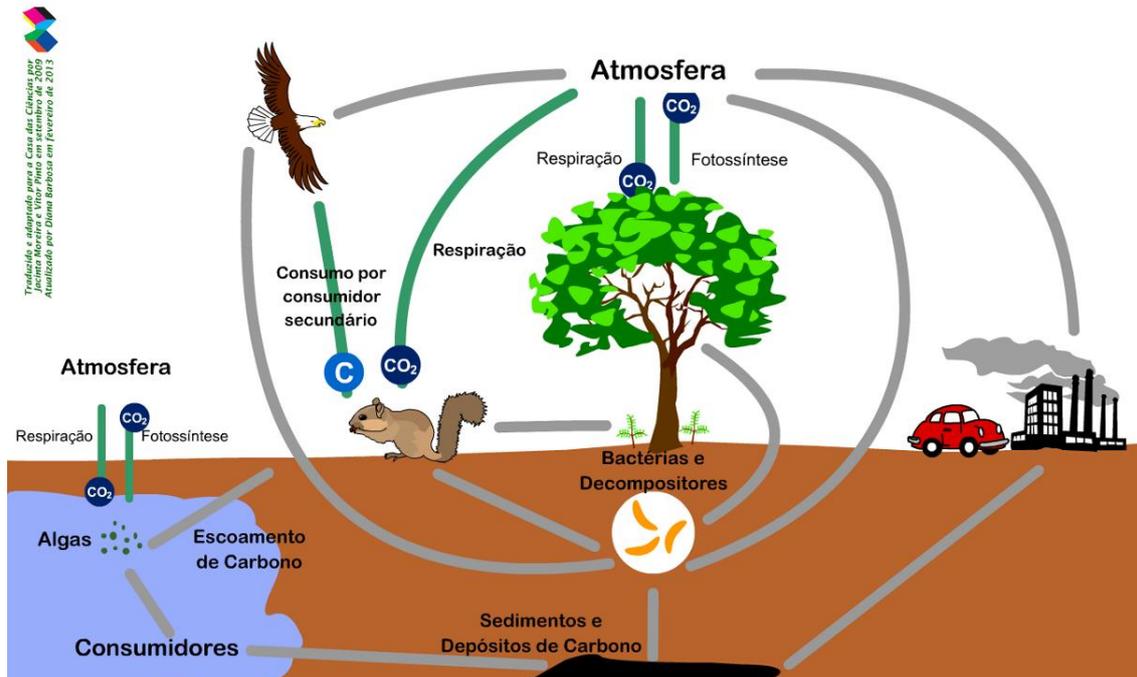


Figura 7. Esquema representativo do ciclo biogeoquímico do carbono. Fonte: <https://www.casadasciencias.org/storage/app/uploads/public/5c8/1b8/04d/5c81b804deffb589487525.png?contador=1>

**Combustíveis fósseis** são formados por um processo natural de decomposição anaeróbia de organismos mortos que, soterrados por milhões de anos, sofrem alterações químicas resultando em compostos inflamáveis. em ambientes redutores, os decompositores que usam a matéria orgânica para oxidação de seus compostos estruturais não conseguem agir. Os compostos formados pela alteração da matéria orgânica nessas condições incluem principalmente o **gás natural, o petróleo e carvão mineral**, todos formados principalmente de carbono e hidrogênio, o que lhes confere o homônimo de **hidrocarbonetos**. Uma vez que o ciclo do carbono se inicia na fotossíntese, os hidrocarbonetos nada mais são do que **energia produzida pelo sol há milhões de anos que foi convertida por produtores e armazenada no subsolo do planeta**. O recente (em termos de tempo geológico) aumento no consumo de combustíveis fósseis pela humanidade desde a revolução industrial associado ao crescente desmatamento são responsáveis por uma enorme liberação de



carbono que se encontrava “fora” do ciclo do carbono, resultando em um crescente aumento de quase 40% na quantidade de CO<sub>2</sub> atmosférico nos últimos 100 anos. Esse aumento é um dos principais responsáveis pelo **aquecimento global (efeito estufa)**, que, se continuar ritmo atual, pode levar a drásticas consequências para a humanidade.

### 3.3 – Ciclo do Nitrogênio

O **nitrogênio** é constituinte importante das subunidades que compõem as **proteínas**, chamadas de **aminoácidos**. Um vegetal pode até "funciona" com CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, mas não cresce sem nitrogênio.

Apesar de compor 79% do ar atmosférico o **nitrogênio molecular (N<sub>2</sub>) não pode ser absorvido pelas plantas**. O nitrogênio precisa ser transformado em outros compostos para que sejam absorvidos e aproveitados pelos vegetais. Assim, podemos afirmar que, diferente do carbono, o nitrogênio será obtido pelos produtores através de **absorção em suas raízes, ou seja, a partir do solo**.

O **ciclo do nitrogênio** consiste na conversão do nitrogênio em diversos compostos químicos possibilitando assim sua **ciclagem entre seres vivos e o ambiente**. O ciclo inclui diversos processos, descritos a seguir.

#### 3.3.1 – Fixação Biológica

Fixação de nitrogênio é o processo pelo qual o **nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) é convertido em amônia (NH<sub>3</sub>) e compostos nitrogenados derivados que podem ser absorvidos pelas raízes das plantas (nitratos)**. A fixação biológica ocorre naturalmente **no solo por microrganismos chamados diazotróficos** que incluem diversas espécies de **bactéria**. Algumas dessas **bactérias**, em especial do **gênero *Rhizobium***, possuem uma relação **simbiótica** (onde duas formas de vida interagem, gerando benefícios a ambas - também chamado de **mutualismo trófico**) com algumas plantas, principalmente **leguminosas** (feijão, soja, ervilha). Assim, essa simbiose permite que as plantas tenham um suprimento de compostos nitrogenados, podendo



sobreviver em solos mais pobres, enquanto as bactérias se alimentam de compostos orgânicos produzidos pela planta.

Além da fixação biológica do nitrogênio, há outras duas maneiras que a fixação pode ocorrer:

**Fixação atmosférica**, que ocorre em eventos de tempestades e raios. A descarga elétrica gerada pelos raios favorece a reação do  $N_2$  atmosférico com o  $O_2$  atmosférico, produzindo **nitratos**. As grandes tempestades de raios favorecem, então, campos agrícolas e florestas, assim como qualquer outro ecossistema afetado por elas.

Já a **fixação industrial** é realizada em indústrias de **fertilizantes**, utilizando-se de processos químicos para produzir fertilizantes químicos.

### 3.3.2 – Nitrificação

**Nitrificação** é um processo **aeróbico** pelo qual bactérias autotróficas e **quimiotróficas transformam a amônia em nitritos ( $NO_2^-$ ) e nitratos ( $NO_3^-$ )**. Essa transformação é fundamental, já que a **amônia é o principal produto da degradação de compostos orgânicos**, porém a maioria das **plantas absorve nitrogênio na forma de nitratos**.

A nitrificação ocorre em duas etapas. Na primeira, chamada **nitrosação**, bactérias do **gênero *Nitrosomonas*** oxidam a **amônia em nitritos**. Na segunda etapa, chamada **nitração**, o nitrito é convertido em **nitrato por bactérias do gênero *Nitrobacter***. A segunda etapa é fundamental já que o nitrito é tóxico para a maioria das plantas.

Em ambas as etapas as **bactérias envolvidas produzem energia através da nitrificação, recebendo assim o nome de organismos quimiotróficos**.

### 3.3.3 – Absorção (ou Assimilação)



Neste processo, os **nitratos formados pelo processo de nitrificação são absorvidos pelas raízes das plantas** e utilizados na **síntese de compostos orgânicos nitrogenados**, que são utilizados nas cadeias alimentares por outros seres vivos, que por sua vez produzem seus próprios compostos orgânicos nitrogenados. A incorporação do nitrogênio em compostos orgânicos ocorre principalmente nas células jovens em crescimento das **raízes**.

### 3.3.4 – Amonificação

A **amonificação consiste na conversão, por bactérias e fungos, de compostos nitrogenados orgânicos provenientes das excretas de animais e de plantas, bom como da decomposição de animais mortos, em amônia** que por sua vez retorna ao ciclo do nitrogênio e volta a participar do processo de nitrificação.

### 3.3.5 – Desnitrificação

**Desnitrificação** ocorre quando os compostos orgânicos nitrogenados (**nitritos e nitratos**) **retornam à atmosfera na forma de nitrogênio molecular ( $N_2$ )**, transformado por **bactérias** que vivem, tanto livres no solo, quanto em ambientes aquáticos. Essa transformação se dá por meio de **respiração anaeróbia**. Esse processo **fecha o ciclo do nitrogênio**.



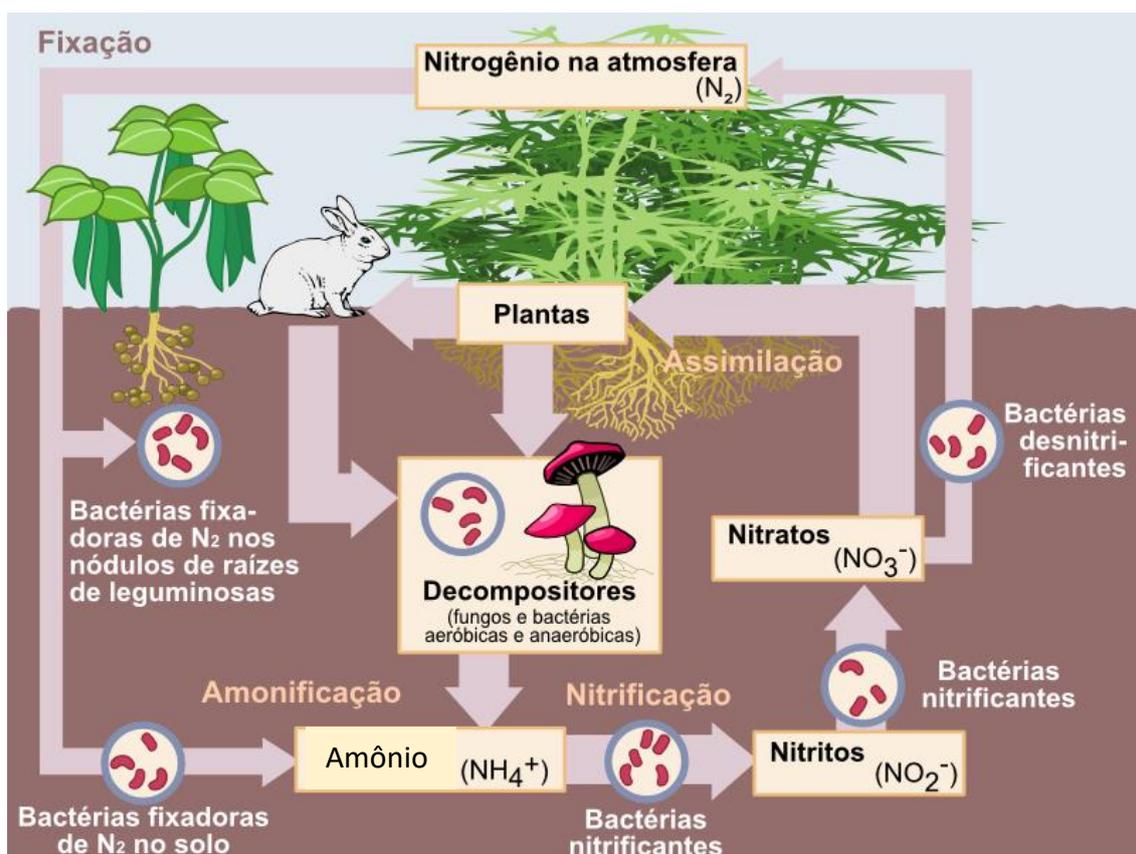


Figura 8. Etapas, agentes e compostos envolvidos no ciclo do nitrogênio ou ciclo do azoto. Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Nitrogen\\_Cycle\\_pt.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Nitrogen_Cycle_pt.png)

Os processos do **ciclo do nitrogênio**, sejam eles biológicos ou não, produzem toneladas de **adubo nitrogenado**, fundamental para a produção mundial de alimentos. Apesar do extenso uso de adubos industriais pela humanidade, outros processos podem ser utilizados na agricultura para enriquecer o solo com nutrientes nitrogenados utilizando espécies de leguminosas por sua associação com bactérias fixadoras. Esses processos são chamados de **Adubação verde** e também incluem:

**Rotação de culturas**, na qual é alternado o plantio de leguminosas, soja ou feijão, que enriquece o solo com o plantio de não leguminosas, como por exemplo, milho. Essa alternância é geralmente feita de forma anual;

**Consórcios de culturas**, no qual são plantadas lado a lado uma leguminosa com uma não leguminosa. A ação das bactérias fixadoras presentes nas leguminosas fertiliza o solo, o que beneficia as não leguminosas.

**Adubação verde** não deve ser confundida com **adubação orgânica**, na qual restos de alimentos e rejeitos de bovinos e aves são utilizados para enriquecer o solo. Esses rejeitos contêm bactérias decompositoras de resíduos nitrogenados orgânicos.



### 3.4 – Ciclo do Oxigênio

O ciclo do oxigênio consiste na passagem do elemento entre **compostos inorgânicos e orgânicos** produzidos por seres vivos e vice-versa. Como o oxigênio é utilizado por todos os seres aeróbicos compondo a maioria das formas de vida do planeta, seu ciclo é extremamente complexo. De maneira geral, o ciclo abrange os processos de **respiração celular e fotossíntese, envolvendo principalmente a utilização do oxigênio ( $O_2$ ) nos processos respiratórios nos quais se libera o gás carbônico ( $CO_2$ ), e tendo a água ( $H_2O$ ) como principal mediador para sua formação no processo de fotossíntese.**

Esses três compostos (água, oxigênio molecular e gás carbônico) são as principais fontes de **oxigênio inorgânico para os seres vivos**, constantemente trocando átomos entre si durante seus processos metabólicos.

O principal reservatório de oxigênio disponível para os seres vivos do planeta é a **atmosfera**, onde é constantemente depositado por **seres fotossintetizantes** e consumido por seres aeróbios.

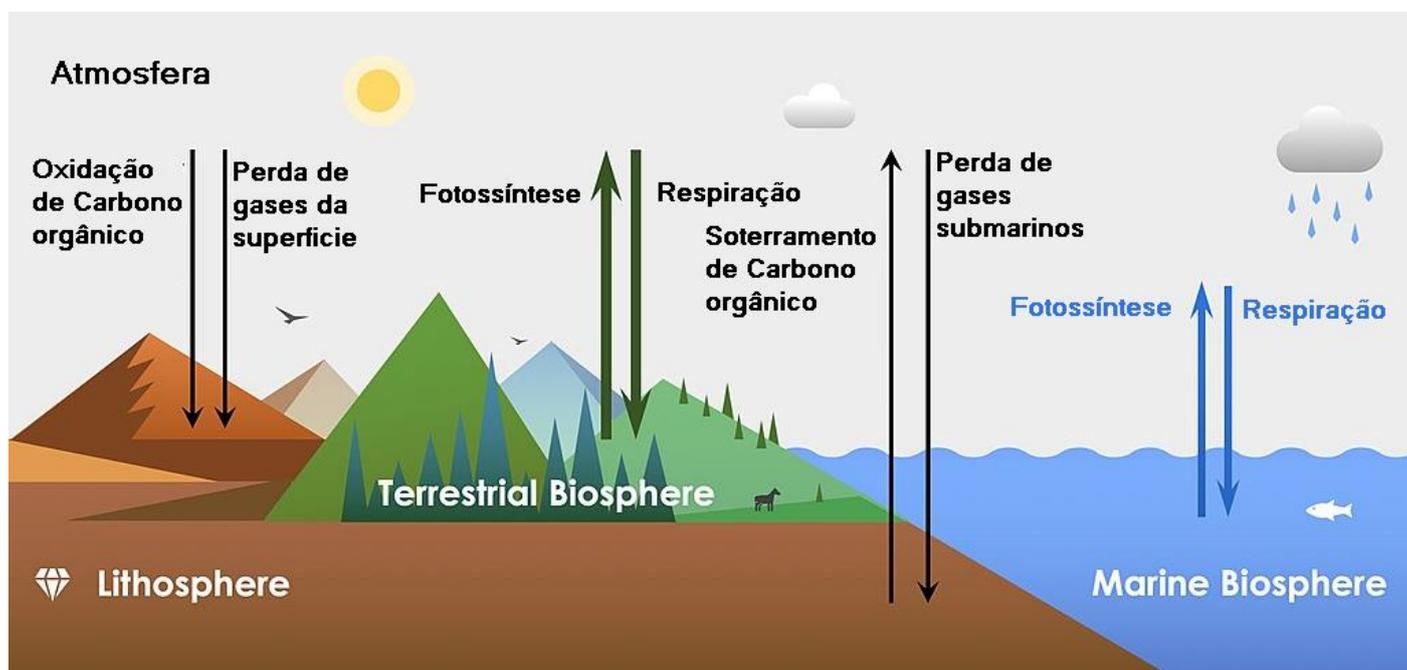


Figura 9 O ciclo do Oxigênio no planeta Terra. Adaptado de: Pengxiao Xu - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=77951409>

### 3.5 – Ciclo do Fósforo

Da mesma maneira que os outros elementos citados aqui, o fósforo tem um papel fundamental na manutenção da vida no planeta Terra, já que é importante **componente do ATP**, a "bateria" molecular das células. O ciclo do fósforo é mais simples que os demais, já que sua principal forma química utilizada pelos seres vivos, **o íon fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**, não é volátil e, portanto, é **encontrado dissolvido no solo e na água**. **Plantas absorvem fósforo dissolvido em água e no solo, enquanto animais o obtêm da água assim como das plantas e animais consumidos.**

O fósforo retorna ao meio pela **decomposição dos seres vivos**, se incorporando ao solo e a água, gradativamente sendo carregado pela água para lagos e mares, onde acaba **sendo incorporado às rochas**. **O fósforo inorgânico só se torna disponível para os animais após milhões de anos, quando atividades tectônicas expõem os fundos dos corpos d'água onde o fosforo se acumulou, permitindo que seja erodido e mais uma vez dissolvido em água**. A esse processo se dá o nome de **ciclo de tempo geológico**.

Entretanto, **o fósforo pode ser absorvido pelos seres vivos localmente, enquanto ainda está dissolvido na água e no solo**. Esse processo, chamado **ciclo de tempo ecológico**, é bastante mais curto já que não depende da incorporação e erosão de rochas.



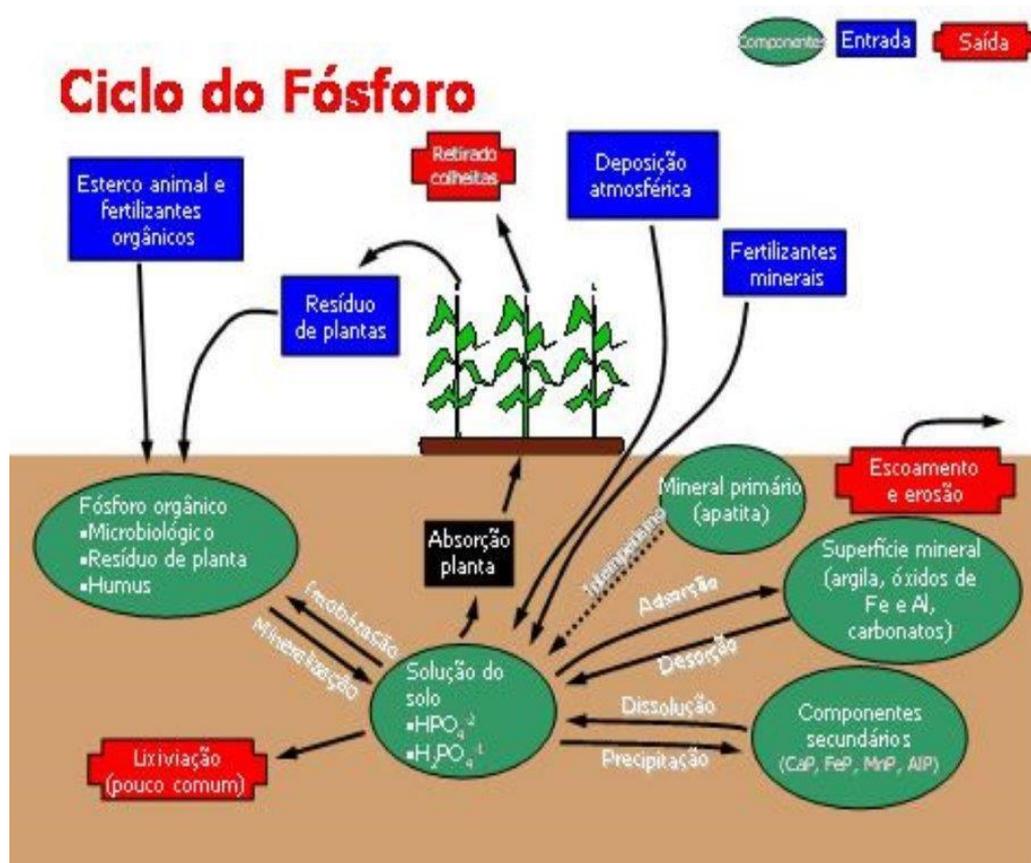


Figura 10 O Ciclo do fósforo. Baseado em imagem por Welcome1To1The1Jungle at English Wikipedia, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48498089>

## 4- PROBLEMAS AMBIENTAIS ATUAIS

Devido a diversos fatores naturais, mas, principalmente, **antrópicos**, a Terra tem apresentando inúmeras alterações ambientais, que vêm transformando a dinâmica de diversos fenômenos naturais – **tempestades de areia, ciclones, frentes frias, ondas de calor, secas e chuvas intensificadas nas mais diversas regiões do planeta**. Essas alterações afetam o cotidiano humano e mudam os ecossistemas de um modo geral, intervindo em relações interespecíficas e intraespecíficas e na disponibilidade de recursos naturais.



## 4.1. Poluição, contaminação e suas consequências

Existem diversas formas de **poluição**, sendo a ambiental, a hídrica, e a atmosférica, as de grande interesse para nossos estudos. O termo poluição faz referência diretamente à **introdução ou eliminação de substâncias (os poluentes) no meio ambiente**, implicando diretamente na deterioração das características de um ecossistema, provocando diversas alterações. Já a **contaminação**, diz respeito à **introdução de agentes biológicos ou substâncias indesejáveis num meio, anteriormente, não contaminado**, implicando diretamente em uma série de efeitos danosos ao meio ambiente e interferindo, conseqüentemente, na saúde e bem-estar humano.

Atente-se que nem todo meio que está **poluído**, **necessariamente está contaminado**, mas tudo aquilo que está **contaminado**, a ponto de causar graves efeitos (deletérios ou prejudiciais) em organismo vivos, **está poluído**. Por exemplo: um rio contaminado com metal pesado, está poluído, impossibilitando a utilização da água para quaisquer fins e o consumo de peixes impróprio para o ser humano.

Em se tratando de **poluição atmosférica**, podemos citar entre os principais poluentes, os compostos:

- De **enxofre**:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , sulfatos;
- De **nitrogênio**:  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , nitratos;
- **Orgânicos**: hidrocarbonetos, aldeídos, cetonas;
- **Halogenados**:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ , cloretos, fluoretos;
- **Monóxido de carbono**:  $\text{CO}$ ;
- **Metais pesados**: **Pb (chumbo), Cd (cádmio), Ni (níquel)**;
- **Oxidantes fotoquímicos**:  $\text{O}_3$ , formaldeído;
- **Materiais particulados**: partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, fumaça.



Esses, são classificados como **poluentes primários** - emitidos **diretamente** de diversas fontes de emissão- e **poluentes secundários** - formados por meio de **modificações** de **poluentes primários** reativos na atmosfera.

Entre os principais compostos utilizados para indicar a **qualidade do ar** estão: materiais particulados, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono; em especial devido à sua ocorrência atmosférica associada às consequências danosas que podem acarretar (envolvendo em grande parte crises respiratórias em seres humanos).

As principais fontes de **poluição atmosférica** derivam da **combustão de combustíveis fósseis e de biomassa**, principalmente por meio:

- das **queimadas**;
- veículos automotores;
- indústrias - eletroeletrônica, petrolífera, química e têxtil - contribuem por meio dos mais diversos processos de obtenção e fabricação de matérias primas.

Em se tratando de **fontes de poluição hídrica** podemos citar a contaminação por **agrotóxicos e fertilizantes** utilizados de maneira indiscriminada e irregular, além de atividades mineradoras (garimpo) ilegais, aterros sanitários e lixões mal operados, e o despejo irregular de resíduos industriais.



Figura 11: Foto aérea da região sudoeste do Pará (PA), avistando focos de incêndio e garimpo ilegal numa área de unidade de conservação ambiental (Flona do Trairão). Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sobrevoe\\_no\\_Par%C3%A1\\_\(Foto\\_Marizilda\\_Cruppe\\_Amaz%C3%B4nia\\_Real\\_17\\_09\\_2020\)\\_50445267483.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sobrevoe_no_Par%C3%A1_(Foto_Marizilda_Cruppe_Amaz%C3%B4nia_Real_17_09_2020)_50445267483.jpg)

## 4.2 Chuva ácida

Um dos fenômenos consequentes da poluição do ar é a **chuva ácida**. Ocorre por meio da reação entre a **água** e diferentes **óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>)** e **enxofre**, sendo o mais comum o SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre). A partir dessa reação, precipitam-se **chuvas com acidez elevada**, causando diversos problemas ambientais como **degradação do solo e da água**, além de problemas estruturais como **corrosão de estruturas** em áreas urbanas e rurais.

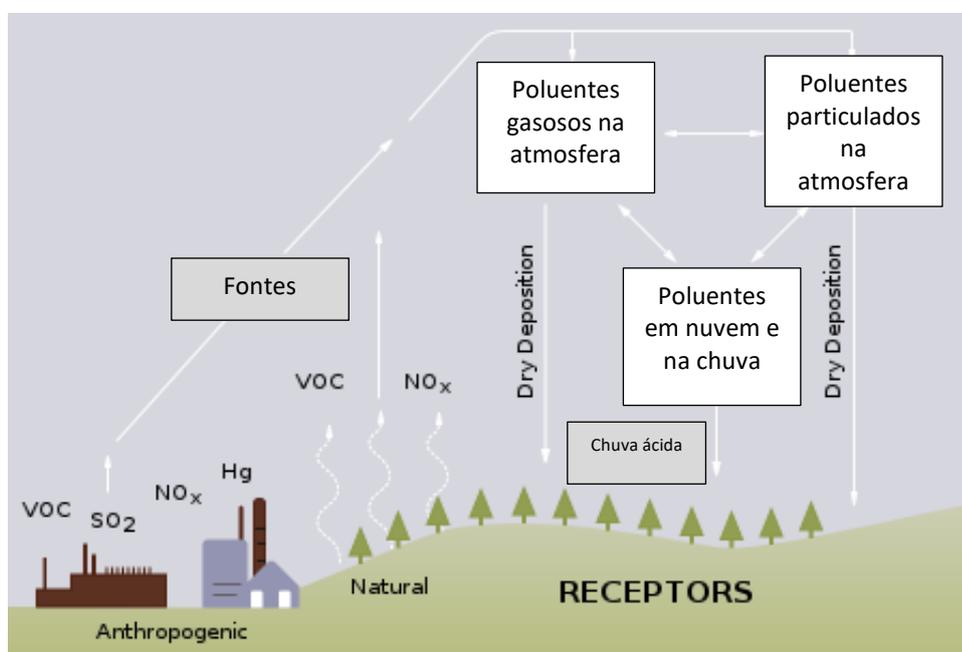


Figura 12: Formação da chuva ácida esquematizada. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Origins\\_of\\_acid\\_rain.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Origins_of_acid_rain.svg)

## 4.3 Bioacumulação e Biomagnificação

**Bioacumulação** e **biomagnificação** são termos que estão relacionados e se referem, respectivamente, ao **acúmulo de substâncias ou compostos em organismos (indivíduos)** e ao **acúmulo progressivo em níveis tróficos ao longo da teia alimentar**. Essas substâncias são absorvidas de forma direta a partir do meio ambiente e de forma indireta, pela sua ingestão. Elas podem ser lipossolúveis



permitindo sua fixação em órgãos e tecidos. Não são metabolizadas pelos organismos, não sendo classificadas como **biodegradáveis**, gerando apenas **seu acúmulo e não sua excreção**.

Alguns exemplos de substâncias e compostos que podem se bioacumular são: **DDT** (diclorodifeniltricloroetano), **mercúrio** (Hg) e, atualmente um problema de grande impacto ambiental os **microplásticos**.

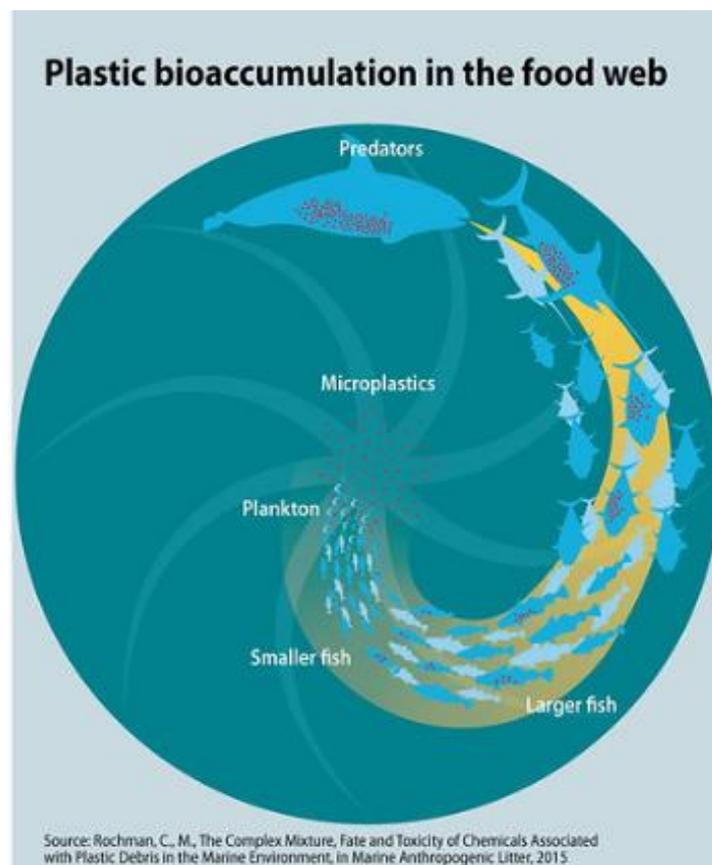


Figura 13: Bioacumulação e biomagnificação de micro plástico no ambiente marinho. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/gridarendal/32361772425>

#### 4.4 A camada de ozônio e sua importância: efeito estufa, aquecimento global e as mudanças climáticas

A **camada de ozônio** é uma região localizada entre a **troposfera e a estratosfera**, situada entre 20 e 35 km de altitude. É nela que **se acumulam moléculas de O<sub>3</sub>** (ozônio) da atmosfera, o que a torna tão importante pois esse gás é responsável pela **filtragem de raios ultravioletas tipo B**, que incidem sobre o planeta e são **extremamente danosos** às vidas dos inúmeros organismos (fungos, plantas, animais) que aqui habitam.

Toda essa radiação solar que entra no planeta **atravessa a atmosfera** antes de atingir a superfície terrestre. Parte dessa radiação é **absorvida pela camada de ozônio** e outra parte é refletida pela superfície terrestre. Parte da energia absorvida é **irradiada** na forma de **radiação infravermelha** para a atmosfera, que se converte em **calor** ao interagir com a matéria. Entretanto, o **vapor de água** e certos gases como o **gás carbônico (CO<sub>2</sub>)**, **gás metano (CH<sub>4</sub>)**, **óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>)** incluindo o **óxido nítrico (NO)**, **dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)** e o **óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)**, retém o calor irradiado pela Terra e a mantém **aquecida** como uma **estufa**, causando o que conhecemos como **efeito estufa**. De acordo com pesquisas, a **emissão excessiva** de tais gases nas últimas décadas **tem acentuado esse efeito**, o que acaba aquecendo **demasiadamente** a superfície terrestre, aumentando a temperatura **média global** e intensificando o **aquecimento global** e suas **consequências**, atualmente conhecidas como **mudanças climáticas**.

Não podemos esquecer que o **efeito estufa é fundamental para a existência da vida** na Terra; sem ele o planeta **congelaria**. Mas a recente **intensificação** desse processo é danosa para o planeta

Entre as principais **mudanças climáticas** podemos citar:

- O **regime de chuvas** já não é o mesmo. Em algumas áreas, as chuvas são cada vez mais frequentes e intensas que anos anteriores, acarretando cada vez mais consequências, como enchentes e deslizamentos de terra;
- Da mesma maneira que o regime de precipitações se intensifica em partes do globo, em outras partes, o **regime de secas se torna cada vez mais intenso** e duradouro.



- A produção agrícola sofre bastante nos dois extremos, e os dados científicos sugerem que é possível a **desertificação de florestas tropicais**. Há também como decorrência desses regimes, o **aumento na incidência de doenças tropicais transmitidas por mosquitos como dengue, Zika, Chikungunya, febre amarela e malária**;
- O aumento da **temperatura média da superfície dos oceanos** eleva o nível da água, seja por derretimento de calotas polares ou pela expansão térmica em função da temperatura, e aumenta a **acidez da água**, o que é **nocivo** para os **recifes de corais**, regiões com biodiversidade extremamente diversa, que vêm sofrendo com um fenômeno que acarreta o **branqueamento desses organismos e sua consequente morte**;

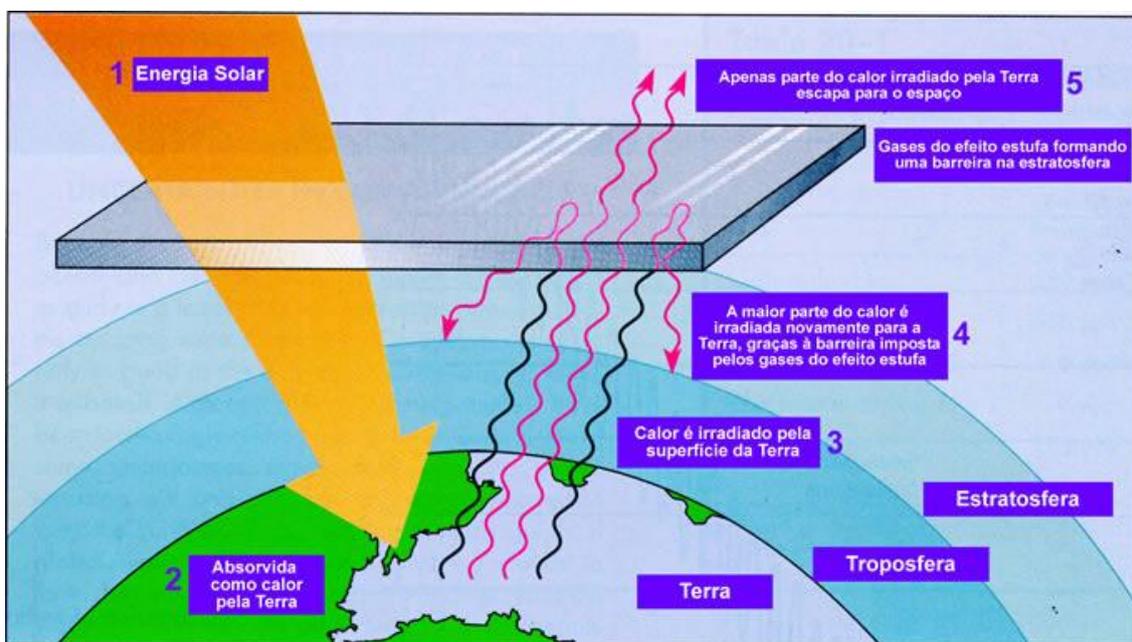


Figura 14: Efeito estufa. Fonte: [http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/es\\_efeitoestufa.htm](http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/es_efeitoestufa.htm)

As medidas para atenuar as consequências do efeito estufa envolvem a **diminuição na emissão dos gases** de efeito estufa, principalmente o **gás carbônico** amplamente **produzido pela humanidade** nos últimos séculos.

A **redução do desmatamento**, o **controle das queimadas** e o **reflorestamento das florestas nativas** tem um papel fundamental na diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>, e aumento na captação desse gás,



uma vez que as **florestas são fundamentais no aprisionamento de carbono atmosférico por meio da fotossíntese.**

As queimadas causam um dano duplo: inicialmente causam a **liberação imediata do carbono** aprisionado pela floresta com a queima da matéria orgânica, e em seguida **diminuem o aprisionamento de carbono**, já que há menos plantas. Da mesma maneira, a diminuição do uso de combustíveis fósseis é fundamental uma vez que a combustão desses compostos insere na atmosfera o carbono que estava confinado no subsolo da Terra e, portanto, "fora" do ciclo do carbono (como discutido em capítulo anterior). Por isso é tão importante que a humanidade **intensifique a utilização de fontes renováveis de energia, mais sustentáveis e menos poluentes**, como energia **eólica** e **solar**. Porém, mesmo que cortemos as emissões de tais gases estufa a zero a **recuperação não é imediata**. Pelo contrário, é lenta e gradativa, uma vez que vivemos no presente as consequências de um processo continuado que se iniciou há quase três séculos.

#### 4.5 Atividades antrópicas rurais e urbanas e suas consequências

Atividades antrópicas são aquelas **realizadas pelo homem**; tratando-se de Ecologia, são as que **causam desequilíbrios no ecossistema**. Viu-se necessária sua discussão, a partir do momento em que essas ações começaram a **acelerar processos anteriormente causados naturalmente**, o que vem atualmente resultando em diversos impactos ambientais e constituindo grave ameaça à qualidade do meio ambiente e à biodiversidade.

Entre as atividades antrópicas rurais e seus impactos ao meio ambiente podemos citar:

- **Agroindústria e pecuária:** gera degradação do solo ocasionada pela expansão do território agropecuário, por meio de desmatamentos, queimadas, erosão e compactação, contaminação, alteração de pH e dos teores de fósforo (P) do meio, para produção de commodities - **soja e gado**, principalmente - uso indiscriminado de **agrotóxicos** ou defensivos agrícolas, que contaminam lençóis freáticos e conseqüentemente a **água**, um recurso que, nessas atividades, também tem sido usado de maneira excessiva;



- **Extrativismo mineral e vegetal:** gera degradação e contaminação de solo e corpos d'água, além dos periódicos conflitos por terras protegidas, normalmente indígenas ou de unidades de conservação ambiental, para exploração desses recursos. Essas atividades normalmente estão atreladas à prática ilegal, o garimpo de pedras preciosas e o tráfico de madeiras, por exemplo.

Já entre as **atividades antrópicas urbanas** e seus impactos ao meio ambiente podemos citar:

- **Expansão da área urbana:** devido ao aumento populacional há a ocupação desordenada do território, impactando diretamente os recursos naturais como água, solo, vegetação.
- **Ausência do tratamento de esgoto e de lixo:** o despejo de esgoto em corpos d'água e os lixões a céu aberto são grandes poluidores do ambiente. A falta de tratamento do esgoto e do lixo geram poluição de solo, água e indiretamente do ar.

#### 4.6 Impactos antrópicos nas águas continentais

Apesar da maior parte da água de nosso planeta ser salgada, o pequeno restante de água doce apresenta grande importância para os ecossistemas, apresentando-se como **águas continentais**. Presentes na superfície terrestre, as águas continentais estão distribuídas em diversos modelos como em **rios** e **lagos** e podem ser classificadas em dois grupos: **lênticos** e **lóticos**.

Os ecossistemas **lênticos** abrangem todos os corpos de água não turbulentos, como **pântanos**, **lagos**, **mangues** e **represas**, enquanto os ecossistemas **lóticos** são formados por água **corrente**, como **córregos** e **rios**.

A poluição atinge de maneira expressiva as águas continentais, tornando-as inapropriadas ao consumo humano e ambiental. Diversas **indústrias** são as responsáveis por este fenômeno, uma vez que utilizam essas águas para **escoar seus resíduos e rejeitos de produção**. A **agricultura** também marca presença frente a este impacto, com o **uso exagerado** de inseticidas, fertilizantes e demais produtos, contaminando os corpos d'água e depositando **excessiva carga de matéria orgânica**, desencadeado outro impacto: a **eutrofização**. A **mineração** despeja **elementos químicos** diretamente em lagos e rios, prejudicando a diversidade biológica ali presente. Além disso, a crescente **urbanização** descontrolada é



responsável pela **falta de saneamento básico da população**, obrigando-a a **despejar todo o esgoto nas águas continentais, sem qualquer tratamento**.

A poluição da **hidrografia continental** ultrapassa a superfície terrestre e pode atingir outros níveis aquáticos, como ocorre com o **chorume** produzido pelo lixo que infiltra no solo afetando **águas subterrâneas**, que em contato com **rios e lagos volta a contaminar a superfície**. O acúmulo de lixo em ruas e praças também contribui para este processo, gerando a contaminação do **leito dos rios que cortam a cidade**. A **eutrofização** ocorre devido a **excessiva quantidade de matéria orgânica e nutrientes** oriundos de produtos químicos e dejetos, ocasionando uma intensa **proliferação de algas e cianobactérias**. Com o excesso de materiais na superfície de rios e lagos e o intenso consumo de oxigênio por parte de algas e microrganismos, a **disponibilidade do oxigênio diminui**, prejudicando outras espécies aquáticas. Com isso, diversas mortes ocorrem, **reduzindo a biodiversidade** e, em última análise, prejudicando a saúde humana.

Diversas substâncias **tóxicas** e com grau de perigo elevado podem ser encontradas em nossas águas, como: **pesticidas, detergentes aniônicos, elementos radioativos, hidrocarbonetos, fluoretos, nitratos e metais tóxicos**.

O **descarte inadequado de pilhas e baterias** é nocivo à saúde humana e de diversos animais, já que metais contaminantes fazem parte das estruturas destes objetos. A poluição causada por estes metais tóxicos pode ser oriunda de grandes indústrias e da população ao descartar esses objetos no meio ambiente, por isso, seu **descarte deve ser realizado em pontos de coletas específicos para tal**.

Alguns componentes plásticos também possuem metais tóxicos em sua composição e merecem atenção.

A **metaemoglobinemia infantil** prejudica a oxidação sanguínea e é ocasionada pela contaminação por **nitrato**, mesmo que em quantidades mínimas. Dores de cabeça, diarreia e hipotensão postural podem ser relatadas pelo consumo direto de nitratos, uma vez que este composto é muito solúvel em água, facilitando a contaminação.

O **segundo maior responsável pela contaminação de rios** são os **pesticidas**, muito utilizados na agricultura; prejudicam diretamente a fauna e flora aquática e pode trazer riscos à saúde humana. Controlar os níveis de sua utilização e incentivar a práticas orgânicas de plantio pode auxiliar no combate a este problema.



Muito utilizado na manutenção e qualidade da água potável, os **fluoretos** em altas concentrações **podem acarretar doenças a saúde e desequilíbrio ecológico**. Manchas amareladas pelo corpo e dentes escurecidos em crianças são os principais sintomas da **fluorose**, doença ocasionada por **níveis elevados de fluoreto no sangue**.

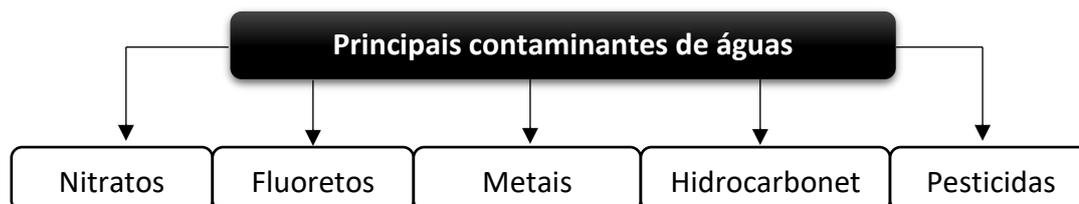


Figura 15: Principais contaminantes de águas continentais.

As **queimadas** podem apresentar-se como um fator antrópico importante para **contaminação das águas**, causando a destruição da biodiversidade terrestre e deixando resíduos em seu término, como calor, fumaça e **cinzas**. **Com a ação das chuvas, estes componentes são carregados para rios e lagos, modificando o ecossistema aquático da região**. As **cinzas** carregam elementos químicos remanescentes da vegetação presente na área em que ocorreu a queimada, deste modo, faz-se necessário o **conhecimento a respeito da composição do solo local e da vegetação**.

A **mudança de temperatura** afeta diretamente os organismos **aquáticos** e a biodiversidade **terrestre**. O **aquecimento global** está diretamente ligado a este fenômeno, visto sua intensificação pelo efeito estufa. Sua principal característica é o **acúmulo de gases** (gás carbônico, óxido nitroso e metano) na atmosfera ocasionados principalmente pela queima de combustíveis fósseis, como já bastante discutido nesta aula. Nas águas continentais a **concentração de oxigênio e fósforo é reduzida**, devido ao aumento da **temperatura aquática**, ocasionando instabilidade nas populações de diversos organismos, além de **acelerar o processo de eutrofização**.



#### 4.6.1 – Monitoramento das águas e as variáveis usualmente utilizadas

Como mencionado anteriormente, diversos impactos podem modificar a qualidade e percurso da água, tornando necessária vigilância sobre os processos que podem afetá-la. O monitoramento das águas é um complexo de atividades que visam **acompanhar as características de um sistema aquático**. Essas características podem ser **físicas, químicas e biológicas** e são decorrentes de processos naturais ou de ação humana. Para um monitoramento de qualidade deve-se **planejar** como o processo será realizado, além de **coletar** dados e **amostras** dos locais determinados, com o auxílio de **georreferenciamento em espaços de tempo específicos**, obtendo o máximo grau **de confiabilidade e informação** sobre as condições daquela amostra e da área de análise.

As **estações de monitoramento** referem-se aos **pontos de realização de coleta** e compreendem parte do sistema de monitoramento da qualidade de água. Como já mencionado, o ponto de coleta possui **identificação traçada por coordenadas geográficas** e as amostragens são realizadas por instrumentos específicos, como baldes, frascos, cordas, caixas térmicas, barcos, garrafa de **Van Dorn** (medem a profundidade local) e entre outros instrumentos, de acordo com o objetivo a ser atingido. Deve-se utilizar **protocolos** para uma melhor **eficácia e qualidade**, identificando os parâmetros de coleta, identificação e preservação de amostras, além da estrutura adequada a transporte, garantindo uma boa logística e qualidade nas análises laboratoriais.



Figura 15: Garrafa de Van Dorn. Utilizada em coleta de água. Fonte: <https://www.interjet.com.br/produto/garrafa-vandorn>

O monitoramento pode ser classificado de acordo com seus parâmetros e localização como: **monitoramento básico, inventários, vigilância e de conformidade.**

O **monitoramento básico** adota pontos **estratégicos** de monitoramento para avaliar a **qualidade** das águas, sempre identificando as regiões que precisam de uma observação mais cautelosa. O tempo de acompanhamento varia com o ciclo aquático da região, podendo variar de **semanas a meses.**

Os **inventários** delimitam um **trecho específico** do local para avaliação, utilizando-se de **períodos frequentes de observação**, como **diariamente** ou **mensalmente.**

Já a modalidade **de vigilância** é responsável por observar uma região cuja qualidade da água é necessária para **uso específico, principalmente utilização humana.** Adota-se um **monitoramento em tempo real** para esta atividade.

O **automonitoramento** é utilizado na classificação **de conformidade**, ou seja, **o próprio usuário da água é responsável por sua avaliação.** O usuário detém uma **licença ambiental** informando os parâmetros a serem utilizados e a periodicidade de análise.

As **variáveis de um percurso aquático** indicam a qualidade do local, e são classificadas em diversos aspectos. As variáveis **físicas** da água compreendem a **cor, condutividade, presença de partículas sólidas, temperatura, transparência e turbidez.** A presença de **sólidos**, principalmente em estado **coloidal** dissolvidos em água determina sua **cor.** **Ácidos húmicos e fúlvicos são coloides orgânicos** decorrente da **decomposição** parcial de vegetais. Dentre os **coloides inorgânicos**, encontramos **óxido de ferro e manganês do solo** responsáveis por alterarem a **tonalidade das águas.** A **condutividade** é a capacidade de **conduzir corrente elétrica** e está associada a **dissolução de diversos íons na água.** Em concentrações superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indica-se algum impacto na qualidade da água.

A **temperatura** sofre variação diante da **latitude, altitude e estações do ano.** Em ambientes aquáticos, a elevação de temperatura pode estar relacionada a dejetos industriais, aquecimento global e usinas. A temperatura influencia diretamente no meio aquático, atuando sobre os limites de tolerância de diversos organismos, contribuindo para **limitar taxas reprodutivas, migração e incubações.**



A **zona de transparência** é medida utilizando um disco de **Secchi**, um disco circular e branco mergulhado em água até seu desaparecimento. A profundidade de transparência é medida com base nesse sumiço, indicando a **taxa fotossintética do local**.

A **turbidez** indica a presença de matéria e sedimentos em excesso, relacionando com a poluição. **Quanto mais alta a taxa de turbidez, menor é a produtividade fotossintética.**

Os **parâmetros químicos** compreendem a **salinidade, alcalinidade e a concentração de elementos químicos**. A salinidade é muito importante na caracterização das propriedades da água, como a densidade. Dentre os íons mais recorrentes na água, estão o **sódio, cálcio, magnésio, bicarbonato, sulfatos e cloro**.

O oxigênio participa do processo de caracterização dos ecossistemas e é essencial no metabolismo de diversos organismos. A **concentração de oxigênio dissolvido em água depende da temperatura e da pressão atmosférica local**, que são variáveis indiretamente proporcionais, ou seja, quanto maior a temperatura em um sistema aquático, menor será a pressão. Desta forma, para se obter a saturação do oxigênio (expressa em porcentagem) deve-se sempre relacionar os teores absolutos de oxigênio com a temperatura e a pressão atmosférica.

A **vida terrestre e seus produtos** também atuam como variáveis de qualidade da água. Neste contexto, as variáveis **biológicas** compreendem a disponibilidade de **clorofila**, presença de **coliformes, fitoplâncton** e associados, **ictiofauna, zooplâncton** e **microrganismos**.

A **clorofila** participa do processo de foto recepção da luz e indica o **estado trófico da água**, juntamente com outros parâmetros já mencionados, como o **fósforo** e **transparência** da água.

**Os coliformes bacterianos** estão presentes nas fezes animais e sangue e indicam a qualidade da água em questão, uma vez que habitam dejetos fecais e são de fácil diagnóstico.

O **fitoplâncton** compreende os conjuntos de microrganismos aquáticos (**microalgas**) flutuantes e com capacidade fotossintética (devido a esta capacidade, são considerados os produtores primários em ecossistemas aquáticos, representando **90% do oxigênio atmosférico produzido**), indicados como **bioindicadores**.

A diversidade de peixes é analisada pela **Ictiofauna**, responsável por mensurar a biodisponibilidade de recursos utilizadas por estes animais, bem como caracterizar o ambiente, por intermédio das relações



ecológicas e estrutura da comunidade. A **diversidade microscópica** indica características específicas de um ambiente, as **cianobactérias** são exemplos clássicos deste modelo e podem produzir toxinas prejudiciais aos organismos.

Portanto, **diversos são os parâmetros mencionados** para regular e controlar a qualidade das águas. Com o avanço da tecnologia, associar os bioindicadores e componentes físicos e químicos garante uma **análise confiável**.

## 5 – DINÂMICA DE POPULAÇÕES

O **tamanho de uma população de organismos** pode ser avaliado pela **densidade populacional**, ou seja, pelo **número de indivíduos** da população **dividido pela área (ou volume) ocupado**. As taxas (variações no tempo) que alteram esse tamanho são principalmente as taxas de **mortalidade (M)** e **natalidade (N)**. Outras taxas que também alteram o tamanho populacional são as taxas de **emigração (E)** e **a taxa de imigração (I)**. Tendo em vista essas variáveis, podemos inferir que:

- A população está em **crescimento** quando:
  - $N + I > M + E$
- A população está **diminuindo** quando:
  - $N + I < M + E$
- A população está **estável** quando:
  - $N + I = M + E$

Quando a área de distribuição é fixa, a população somente se altera quando há nascimentos e imigrações (**aumento populacional**) ou mortes e emigrações (**diminuição populacional**).



## 5.1 – Curvas de crescimento populacional

Curvas de crescimento são meios gráficos de análise de variação populacional ao longo do tempo. As curvas observadas nesses gráficos podem adquirir diferentes conformações, a depender da dinâmica apresentada.

A **curva S** representa o crescimento populacional **padrão**, sendo **esperada para a maioria das populações existentes na natureza**. Ela é caracterizada por uma fase inicial de **crescimento lento**, em que ocorre o **ajuste dos organismos ao meio de vida**, também conhecida como **fase lag (atraso em inglês)**. A seguir, ocorre um **rápido crescimento, do tipo exponencial, fase log (logaritmo, dado o crescimento exponencial)**, que culmina com uma **fase de estabilização**, na qual a população não mais apresenta crescimento. Nessa fase, a população está sujeita aos **limites impostos pelo ambiente**: a resistência ambiental (**resistência do meio**) é maior sobre a população. Pequenas oscilações em torno de um valor numérico máximo acontecem, e a população permanece em estado de **equilíbrio**. Aqui, descreve-se que a população atingiu seu **máximo no limite imposto pelo meio, chamado de capacidade de carga ou capacidade suporte do meio**. Assim, o tamanho populacional nessa fase representa o **máximo suportado por aquele meio, naquelas condições**.

A **curva J** é típica de **populações de algas**, por exemplo, na qual há um **crescimento explosivo, geométrico**, em função do aumento das disponibilidades de nutrientes do meio. Esse crescimento explosivo é seguido de queda brusca do número de indivíduos, pois em decorrência do esgotamento dos recursos do meio, a **taxa de mortalidade é alta**, podendo, inclusive, acarretar a extinção da população do local. Os impactos dessa explosão populacional de algas (**eutrofização**) também atingem as demais populações da comunidade, já que a decomposição bacteriana das algas mortas retira grande parte do oxigênio da água, causando um evento de mortandade em massa. A curva em J pode também ser observada em comunidades bacterianas que se reproduzem por **bipartição**, dobrando a quantidade de indivíduos a cada geração, até que se atinja a capacidade suporte do meio, momento no qual não há mais recursos que sustentem o crescimento dessa população.



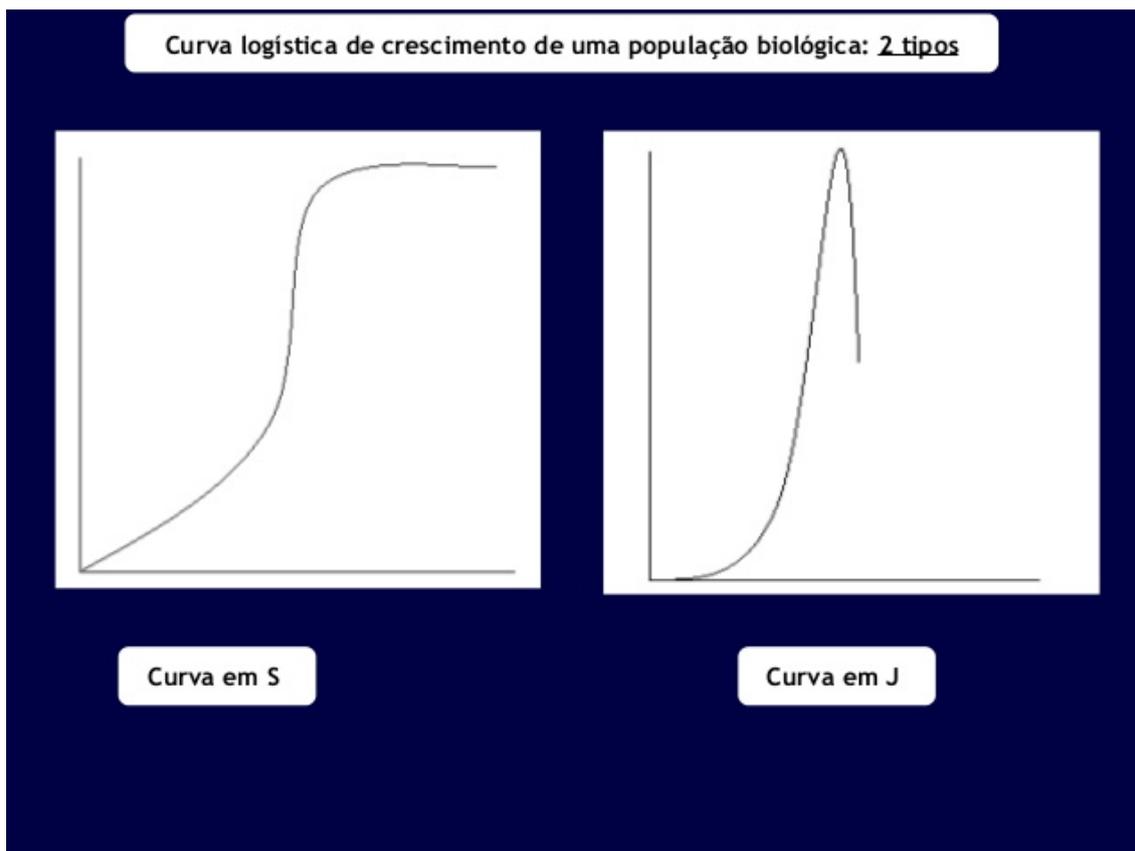


Figura 16. Tipos de curva de crescimento de populações. Fonte: <https://pt.slideshare.net/turma-olimpica/dinamica-de-populacoes>

A **fase geométrica** do crescimento tende a ser limitada em função do **potencial biótico** da espécie, ou seja, da **capacidade que possuem os indivíduos de se reproduzir e gerar descendentes em quantidade ilimitada**.

Há, porém, **barreiras naturais** a esse **crescimento desenfreado**. A disponibilidade de espaço e alimentos, o clima e a existência de predatismo e parasitismo, além de competição, são fatores de **resistência ambiental, ou resistência do meio**, que **regulam o crescimento populacional**. O tamanho populacional acaba atingindo um valor **numérico máximo permitido pelo ambiente (capacidade limite, capacidade de carga ou capacidade de suporte)**; quando isso ocorre a população deixa de crescer e se estabiliza.

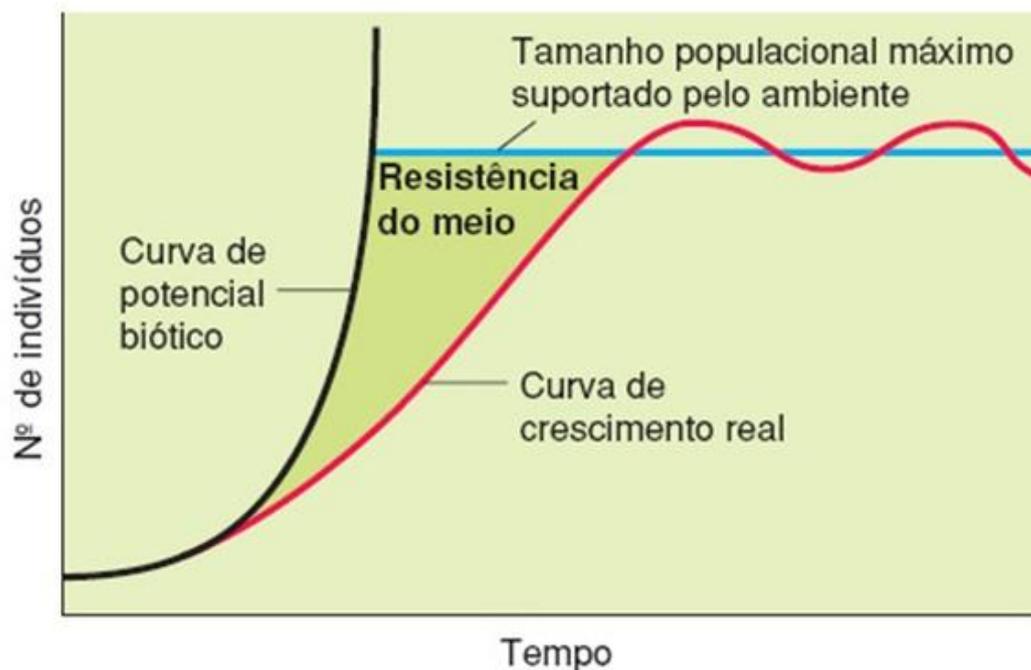


Figura 17. Dinâmica de crescimento populacional com resistência do meio impedindo que o potencial biótico seja exercido, até que a população atinge a capacidade de carga ou limite, ou suporte do meio. Fonte: <https://descomplica.com.br/blog/biologia/biologia-relacoes-ecologicas-e-dinamicas-de-populacoes/>

## 5.2 – Ciclos populacionais: relação predador-presa

Curvas de populações podem apresentar **variações no tempo** indicando aumento e redução cíclicos. Essas curvas se apresentam como uma "**sequência de marolas**", sendo em geral consequência de interação interespecífica do tipo **predação**.

Um clássico exemplo dessa relação **predador-presa** é o caso das **lebres e lincês canadenses**. O tamanho populacional dos lincês oscila em função do tamanho populacional da sua presa, no caso, as lebres: **quanto mais lebres, mais lincês**. Porém, como há um aumento na predação das lebres por haver mais lincês, as lebres têm uma queda considerável no seu tamanho populacional, o que deixa os lincês sem alimento, e, conseqüentemente, diminui a população dos lincês.



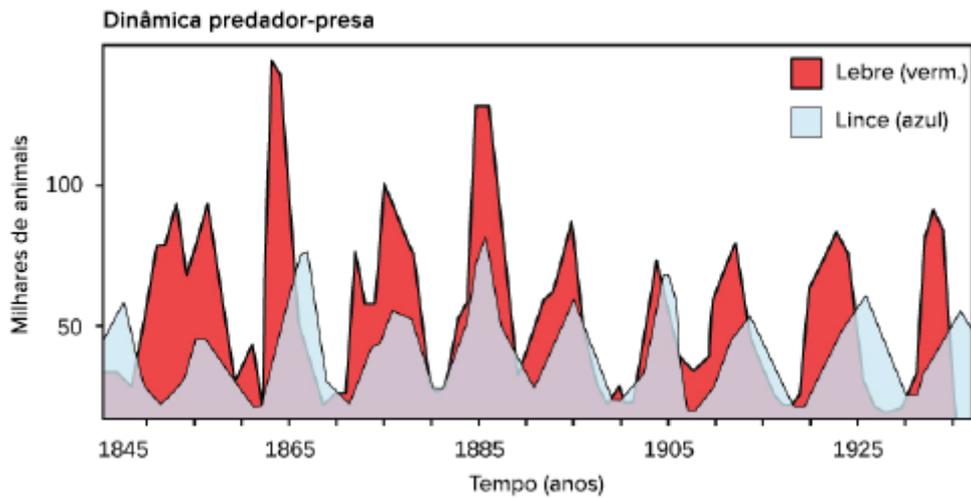


Figura 18. Relação predador-presa: lebre e linco. Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/ecology/community-ecosystem-ecology/a/predation-herbivory>

Há indícios que o aumento na quantidade de lebres provoca danos nos vegetais que servem de alimento para elas, diminuindo os nutrientes e produzindo certos defensivos químicos pelas plantas, que são tóxicos para herbívoros (como as lebres). Em suma, o tamanho da população de presa e predador tende a seguir um **padrão cíclico**, no qual quando há a diminuição da disponibilidade das presas, o número de predadores tende a cair como consequência. Diminuindo a pressão dos predadores, as presas podem voltar a se multiplicar, aumentando sua população e dando suporte para o aumento da população dos predadores novamente.

### 5.3 Agentes patogênicos e a curva populacional

No caso de **agentes patogênicos** que interferem negativamente em populações humanas, termos como **endemia**, **epidemia** e **pandemia** devem também ser considerados em estudos populacionais.

- **Endemia** é a situação na qual uma determinada doença acomete um número constante de indivíduos de uma população ao longo do tempo. São as doenças causadas por vermes



(como esquistossomose, teníase e ascaridíase) e por protozoários (doença de Chagas, malária, etc.). Endemias tem pouco efeito sobre a curva populacional.

- **Epidemia** é a situação quando há **um aumento brusco de número** de casos de alguma doença específica em uma população em uma certa época. Geralmente causadas por vírus ou bactérias, que provocam surtos em uma região específica como dengue, febre amarela, Zika, Chikungunya, gripe, HIV, ebola, entre outras viroses. Esses surtos podem ter um efeito sobre a população, reduzindo-a.
- **Pandemia** corresponde a situação de **epidemia generalizada**, que afeta várias regiões ou países simultaneamente, atingindo uma escala global. É o caso do HIV e atualmente do SARS-CoV-2.

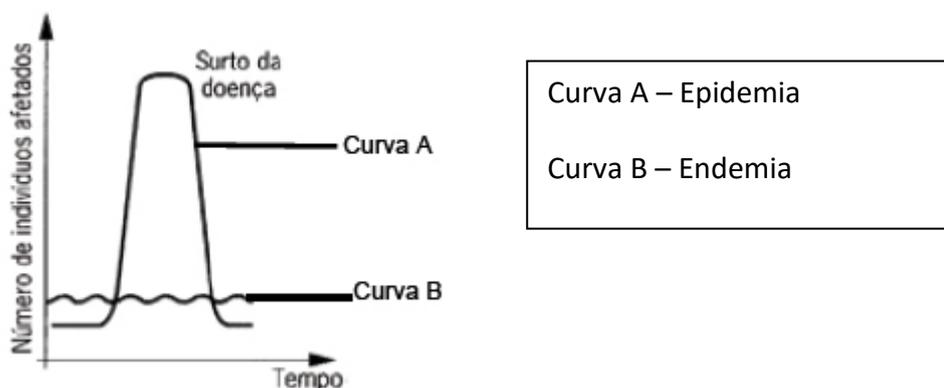


Figura 19. Curva de comparação entre epidemia e endemia. Fonte: Vestibular Mackenzie, 2015.

## 5.4 Lei de Gause

No início do século XX, a partir de cálculos relacionados às curvas de crescimento populacional, dois biólogos matemáticos (A. J. Lotka e V. Volterra) levantaram a hipótese: duas espécies com necessidades similares não poderiam coexistir na mesma comunidade. Uma delas acabaria por ser mais eficiente do que a outra no aproveitamento de recursos do ambiente, e conseqüentemente se reproduziria com mais intensidade, ou seja, **duas espécies do mesmo nicho ecológico não podem coexistir, sob o risco de uma ser eliminada desse ambiente.**

Em 1934, G. F. Gause, um russo, testou a hipótese de Lotka e Volterra com experimentos de laboratório utilizando-se de duas espécies de paramécios (protozoários) no mesmo meio. Houve realmente a **competição e uma delas foi eliminada**. Esse resultado conduziu ao **Princípio da exclusão competitiva de Gause**, que veio a ser confirmado por inúmeros outros experimentos.

Assim, a **Lei de Gause** afirma que em ambientes estáveis e com distribuição populacional homogênea, **duas espécies não podem coexistir se ocuparem o mesmo nicho devido à pressão exercida pela competição.**

Observamos na natureza uma grande biodiversidade, o que não poderia ocorrer de acordo com a lei exposta. Essa biodiversidade, na verdade, é resultado de ambientes instáveis em níveis locais, apresentando processos dinâmicos de especiação, extinção e adaptação, além de alguns recursos não serem limitados como o CO<sub>2</sub> atmosférico. Neste contexto, podemos definir mecanismos **estabilizadores** que atuam sobre as espécies reduzindo a sobreposição de nichos e mecanismos **equalizadores** que reduzem a competitividade entre as espécies.

Aqui misturam-se conceitos de dinâmica de populações com um importante conceito das interações biológicas. Vamos estudar esses processos adiante.



## 6 – INTERAÇÕES BIOLÓGICAS

**Interações biológicas** (também chamado de **relações ecológicas**) é o nome dado as interações entre os diversos organismos que constituem as comunidades ecológicas. Há dois principais tipos de interações biológicas: as **interespecíficas** e as **intraespecíficas**.

### 6.1 - Interações interespecíficas

No caso das **interespecíficas**, essas interações ocorrem entre **indivíduos de diferentes espécies**. Algumas são benéficas para ambas as espécies, outras prejudiciais a ambas, e há ainda outras que beneficiam somente uma das espécies, podendo ou não prejudicar a outra. Elas podem ser **harmônicas ou não (desarmônicas)**. Entre as **harmônicas**, temos:

- **Comensalismo**, no qual há **benefício para apenas uma das espécies**. Para a outra, não há nem benefício nem prejuízo. Um exemplo bastante comum é o comensalismo nos pastos entre bois/cavalos e as garças-vaqueiras. Ao caminhar para se alimentar diariamente, bois e cavalos causam o deslocamento de animais pequenos, insetos, aranhas e pequenos vertebrados, que servem de alimentos para as garças, as beneficiadas nesse cenário. Já para os bois e cavalos, esse cenário não representa benefício ou prejuízo. As rêmoras que vivem "presas" a tubarões e comem seus restos de comida, ou urubus que devoram carcaças mortas por outros animais também são bons exemplos;
- **Inquilinismo** é uma **modalidade de comensalismo**, na qual o comensal **costuma viver no corpo do hospedeiro**, novamente **sem nenhum tipo de benefício ou malefício** ao hospedeiro. Um exemplo comum é a presença de pequenos peixes (*Fieraster*), que vivem no interior do intestino de pepinos-do-mar;
- **Epifitismo**, um **tipo de comensalismo vegetal**, ocorre quando **plantas como orquídeas e bromélias**, se **apoiam em outras** plantas, geralmente em regiões mais elevadas de troncos



de árvores, onde se beneficiam pela maior **disponibilidade** de **luz** (para realizar a fotossíntese). As árvores não são beneficiadas, mas também não são prejudicadas;

- **Protocooperação**, também conhecida como **mutualismo facultativo** ou **cooperação**, na qual há **benefício para ambas as espécies** que interagem entre si. Essa **interação não é obrigatória**; ocorre entre pulgões que vivem em brotos de laranjeiras e formigas que se beneficiam de secreções liberadas do intestino dos pulgões, que por sua vez protegem os pulgões do ataque de joaninhas. No Brasil, a cooperação entre árvores **embaúbas** e **formigas** é bastante comum. Essas formigas vivem no interior dos pecíolos ocios das folhas e atacam animais que tocam na planta. Em troca, as formigas "recebem" um alimento proteico produzido nas glândulas que existem na base do pecíolo. O caranguejo eremita (*ermitão*), que vive no interior de conchas vazias de caramujos e se camufla em anêmonas, o que aumenta sua capacidade predatória, por estar escondido, o ermitão consegue pegar a presa de surpresa. As anêmonas, por sua vez, recebem os restos da alimentação do caranguejo;
- **Mutualismo (obrigatório)** é um tipo de interação **semelhante à protocooperação**, porém há uma **interdependência fisiológica** entre ambas as espécies e sua separação resulta em desequilíbrios metabólicos para ambas, até mesmo levando-as à morte (alguns autores consideram o uso do termo **simbiose**). **Líquens**, que são associações entre fungos e algas (cianobactérias), auxiliam-se dessa forma: a alga realiza fotossíntese, que fornece oxigênio e alimento orgânico para o fungo, que, por sua vez, fornece substâncias inorgânicas fundamentais para a sobrevivência das algas. Há bactérias no tubo digestório de ruminantes que produzem substâncias que digerem a celulose da grama ingerida pelos animais, que por sua vez fornecem amônia, produzida no metabolismo das células, a partir da qual as bactérias sintetizam os aminoácidos necessários para sobreviver. Outro exemplo bastante clássico é o dos **cupins**, que se utilizam do **protozoário** *Thiconympha collaris* que **vive em seus intestinos** e é capaz de **digerir a celulose** da madeira. Sem esse protozoário os cupins não sobreviveriam.

As interações **interespecíficas** podem também ser **desarmônicas**, ou seja, prejudiciais para uma das espécies, ou até mesmo para ambas. São elas:



- **Predação e herbivorismo**, que são as relações nas quais **uma espécie predadora**, utiliza-se da outra, a **presa**, e **provoca a sua morte**. É o tipo de **relação mais comum na teia alimentar**, transferindo matéria orgânica para os níveis tróficos mais elevados. O **herbivorismo** é considerado por alguns autores como um **tipo de predação**, como por exemplo vacas e bois que se alimentam de pasto. Nessa situação há benefício para o predador e prejuízo para a presa; outros autores somente irão considerar a relação de herbivorismo como predação caso ocorra a **morte do vegetal**.
- No **parasitismo**, diferentemente de predação, na qual o predador mata a presa ao alimentar-se dela, o **parasita explora o hospedeiro** e garante que este se mantenha vivo durante o seu ciclo vital. **As lesões provocadas pelo parasita** podem eventualmente levar o hospedeiro à morte, o que pode, ou não, causar também a morte do parasita. **Há benefício para o parasita e prejuízo para o hospedeiro nesse tipo de interação**. O parasitismo é muito sentido no meio agrícola, no qual pragas causadas por insetos e fungos prejudicam os vegetais e causam prejuízo aos produtores rurais. Para evitar esse tipo de parasitismo, utilizam-se de métodos de controle, como defensivos agrícolas, ou de **controle biológico**, como por exemplo, a utilização de joaninhas para predação de pulgões;
- **Competição interespecífica** geralmente é relacionada à **disputa por alimento, espaço e luz para a realização de fotossíntese**. Esse tipo de **competição é prejudicial para ambas as espécies**, porque em condições ideais, ambas teriam um padrão de crescimento populacional equivalente, mas em ambientes nos quais ambas estão presentes, o **crescimento é reduzido** nas duas;
- **Esclavagismo** é relação na qual um organismo se aproveita do "trabalho" ou de produtos produzidos por outro. Um exemplo clássico de **esclavagismo** é quando **pássaros chupins botam ovos nos ninhos do tico-tico**, que passa a chocá-los como se fossem seus. A espécie exploradora, por muitas vezes, chega a jogar fora os ovos da espécie explorada; outro exemplo é a relação de **apicultura** na qual **humanos** que usam **mel** de **abelhas**. Essa modalidade de interação pode ocorrer **intraespecificamente**, quando machos alfa se aproveitam do trabalho de caça de outros indivíduos da população, como em bandos de leões nos quais as leas caçam e o macho alfa se aproveita do alimento adquirido.
- **Amensalismo** é uma forma de interação na qual uma espécie **inibe o desenvolvimento da outra por meio da liberação de substâncias tóxicas**, como por exemplo, na **maré vermelha**, onde uma espécie de **dinoflagelado** se prolifera de maneira excessiva e libera



**toxinas** que **matam** ou contaminam **crustáceos, moluscos e peixes**, sendo por diversas vezes prejudiciais até mesmo ao homem. Esse tipo de interação não oferece benefícios para as algas, mas severos prejuízos às outras espécies;

- **Antibiose e alelopatia (formas de amensalismo)** são interações semelhantes, já que ambas **inibem o crescimento de uma espécie por liberação de substâncias a partir de outra**. O exemplo mais clássico é dos fungos do gênero *Penicillium*, que ao crescerem no mesmo meio que bactérias, liberam a penicilina que inibe o crescimento bacteriano. Na **alelopatia**, que é bastante comum em **espécies vegetais**, a liberação das substâncias inibidoras por folhas em decomposição, ou por raízes, impede o desenvolvimento de outras plantas nas proximidades, o que beneficia a espécie inibidora e prejudica as espécies inibidas.

## 6.2 Invasão biológica

O estudo das invasões biológicas pode ser encaixado no campo das **interações ecológicas**, já que o **sucesso de uma espécie ao ser introduzida** em um **habitat** distinto do seu natural depende de fatores abióticos, mas depende também das **relações que serão estabelecidas com a biota local**.

Relaciona-se à presença de **espécies exóticas**, ou **invasoras**, que geralmente provém de lugares **distantes ou de ecossistemas distintos**, e são inseridas de maneira antrópica em um meio onde **não há predadores naturais** para essa espécie. Um exemplo é o do **caramujo africano** *Achatina fulica*, que foi introduzido no Brasil por criadores nos anos 1980 como alternativa ao consumo de *escargot*. Essa espécie **competiu** com sucesso por espaço e alimento com espécies nativas, e devido à falta de predadores, teve um aumento populacional assustador por todo o país. Hoje, essa **espécie exótica** é considerada **uma praga agrícola**, e já destruiu grandes áreas de vegetação nativa e plantas consumidas na alimentação dos seres humanos.

Importante notar que este conceito se atribui a espécies de **ecossistemas diferentes**, não necessariamente de localidades muito distantes como se pode imaginar. A título de exemplo, podemos ter saguis (*Callithrix penicillata*) típicos de cerrado e da região nordeste, que "invadem" ecossistemas de mata atlântica da região sudeste devido a introdução antrópica ou degradação de seu habitat, competindo com



outras espécies nativas (*C. auritas* e *C. flaviceps*) deste bioma e podendo levar a redução de suas populações. Estudos já demonstraram que há cruzamentos entre espécies nativas e as espécies invasoras, gerando híbridos. Isso pode levar à extinção das espécies nativas, num período curto.

### 6.3 Interações intraespecíficas

Nas interações **intraespecíficas**, as espécies **interagem somente com elas mesmas**, e essas interações podem ser:

- **Sociedade**, na qual os organismos se **reúnem em grandes grupos com uma hierarquia bastante definida**, uso de comunicação entre os indivíduos e também uma clara **divisão de trabalho**. Essas espécies incluem **formigas, cupins e abelhas**. Nesses casos, a comunicação é feita através de substâncias conhecidas como **feromônios**, que agem como hormônios sociais e atuam como reguladores das castas da sociedade; é uma relação **harmônica**.
- **Colônias** são interações harmônicas nas quais organismos da mesma espécie **se fundem uns aos outros fisicamente, formando um conjunto coeso**, às vezes repartindo funções, mas sempre favorecendo os envolvidos. Há colônias móveis como os **cnidários que formam a Caravela** e como as algas filamentosas, e **colônias fixas como esponjas e pólipos de recifes de corais**; é uma relação **harmônica**.
- **Competição intraespecífica** é o tipo de interação na qual os organismos de uma espécie **disputam por espaço, alimento e parceiro sexual**. Plantas podem competir entre si, assim como animais. Cães costumam urinar ao redor de postes e árvores, para "marcar" seu território. Sapos machos coaxam para delimitar território e atrair a parceira. Pássaros cantam ao pousar em árvores ou cercas na região onde vivem. Com isso, os machos têm por objetivo deixar claro para os outros machos da mesma espécie a **territorialidade**, ou seja, que são os *donos* do local. Essa demarcação ocorre para evitar a competição e **desgaste energético** por espaço, alimento e parceira sexual, para, em teoria, facilitar a reprodução e a proteção aos filhotes. Tal demarcação não é infalível, mas tende a funcionar em grande parte das vezes. É uma relação **desarmônica**.



- O **canibalismo** geralmente ocorre em ocasiões com **escassez de alimentos** e/ou espaço, na qual animais da **mesma espécie** se devoram para garantir a sobrevivência. Essa interação é bastante rara na natureza. É uma relação **desarmônica**.

## 7 – SUCESSÃO ECOLÓGICA

As comunidades, a partir de sua formação passam por diversos **processos de mudanças** ao longo do tempo, de forma ordenada e progressiva, até atingirem o estágio de **complexidade máxima**. Esses processos são chamados de **sucessão ecológica**. Eles têm sido bastante afetados pelo homem em função, por exemplo, da abertura de estradas, ou por fenômenos naturais como: **terremotos, tsunamis, inundações, incêndios florestais e deslizamentos de terrenos**.

A sucessão se dá em qualquer tipo de ambiente. Seria possível uma rocha vulcânica um dia abrigar uma floresta? Partindo da teoria da sucessão ecológica, sim, poderia.

A sucessão ecológica **primária** é um fenômeno de **ocupação progressiva do espaço anteriormente desabitado como superfícies de rochas, lava vulcânica e depósitos de areia**; ocorre em três etapas:

1. **Ecese** é a **invasão de um determinado meio por organismos pioneiros**. No caso de rochas, esses organismos são geralmente líquens, que produzem substâncias ácidas que lentamente vão desfazendo as rochas, o que forma um tipo de solo rudimentar, propício para a instalação de outras espécies, como musgos e samambaias;
2. Segue-se então um período de **rápidas alterações na composição da comunidade**, denominado de **seres (ou estágio seral)**. Os organismos da comunidade modificam o meio ao penetrar e destruir porções da rocha, que juntamente com os ventos, variações de temperatura e disponibilidade de água (microclima) contribuem para a instalação de novos grupos de seres vivos. Essa nova comunidade biológica contribui para a formação e enriquecimento do solo quando membros dela morrem e seus corpos e estruturas são decompostos, disponibilizando assim os nutrientes para outros organismos.



3. Já a fase final desse processo é chamada de **clímax**, e pode ser representada pela formação de uma **comunidade florestal**, por um **campo** ou por um **deserto**. No clímax a **produção (P)** e o **consumo (R)** são equivalentes. Florestas em fase de clímax tendem a consumir a mesma quantidade de oxigênio que produzem no processo de fotossíntese. Por esse motivo é **errado dizer que a floresta Amazônica é o pulmão do mundo**.

No caso de **sucessão ecológica secundária** (que pode ocorrer em um campo de cultivo abandonado, uma floresta queimada ou um lago constantemente erodido, por exemplo), o solo é invadido por **espécies pioneiras** que encontram um substrato (solo) na qual podem se instalar e iniciar o processo. Essas espécies pioneiras têm suas sementes dispersadas pelo vento, água ou animais, para dar início ao processo de **colonização**. Pioneiras tem um **ciclo de vida rápido**, e incluem desde gramíneas de ciclo anual até espécies arbóreas de médio porte que se desenvolvem rápido, porém tem um ciclo de vida relativamente curto. Assim, a sucessão ecológica secundária ocorre em localidades que **já foram ocupadas** por comunidades biológicas.

Após **vários anos sem outras perturbações**, há a gradual substituição das espécies pioneiras por uma **nova cobertura florestal**, que pode ser semelhante à formação vegetal que existia anteriormente na região. Caso não haja novas interferências, os estágios de substituições de comunidades que se sucedem ao longo do tempo podem **culminar em um clímax**, cujas características **dependem do solo da região**. O clímax **não é necessariamente** uma floresta; em um campo, por exemplo, uma vegetação rasteira também pode representar o clímax.

Em um **lago**, a sucessão secundária pode ocorrer quando este é ocupado por material proveniente das margens ou por barreiras erodidas de mineração, por exemplo. **O lago vai sendo soterrado** e um solo vai aos poucos sendo invadido por sementes de plantas pioneiras advindas de matas adjacentes. Começa, novamente, o processo de alterações frequentes da composição da comunidade, culminando em um clímax, semelhante aos casos de sucessão primária.

Durante o processo de sucessão ecológica, diversos parâmetros se alteram, havendo uma tendência de **aumento**:

- Da **biomassa** total da comunidade;
- Da **diversidade de espécies** e, conseqüentemente, da **quantidade de nichos ecológicos**;



- Da **Produtividade Primária Bruta (PPB)**;
- Da **taxa respiratória da comunidade**.

Vemos, no entanto, a **diminuição**:

- Da **disponibilidade de nutrientes**, visto que esses são retidos nos corpos dos organismos componentes da comunidade;
- Da **Produtividade Primária Líquida (PPL)**, que tende a zero no **estágio clímax**, já que há um elevado consumo energético na comunidade.

**Os processos sucessivos podem ser alogênicos ou autogênicos.** Sucessão ecológica **autogênica** é gerada por alterações originadas por processos biológicos **internos** ao ecossistema. Sucessão ecológica **alogênica** é gerada por alterações resultantes da ação de fatores externos como tempestades e processos geológicos.



## 8 – BIOMAS DO BRASIL

De acordo com o **WWF Global**, os biomas terrestres se distribuem da maneira mostrada na figura abaixo:

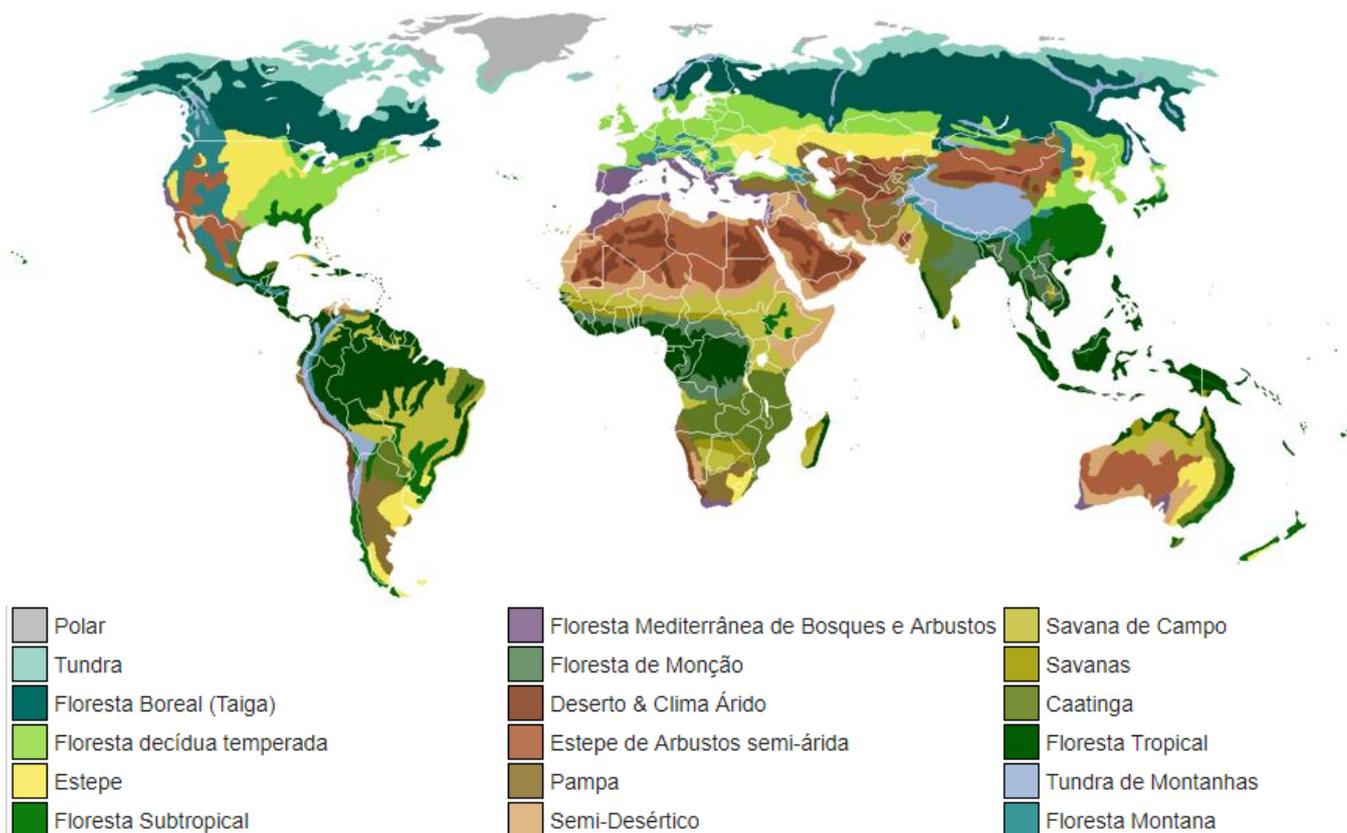


Figura 20. Tipos de biomas e sua localização. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Vegetation-no-legend.PNG>

Os biomas do planeta são determinados de acordo com **fatores ambientais**, incluindo **regime de chuvas, solo e umidade**, mas principalmente com a **latitude**, já que suas variações são fundamentais na quantidade de **luz disponível, temperatura e sazonalidade**. Assim, áreas tropicais adjacentes ao equador são compostas principalmente por florestas densas, savanas e desertos; enquanto que áreas subtropicais contêm campos, estepes, florestas decíduas (onde há queda de folhas no inverno) e menos densas; e áreas polares e subpolares apresentam apenas tundra e floresta boreal.

No Brasil, seguindo a divisão **do Ministério do Meio Ambiente**, há **seis biomas** com diferentes características: **Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal**. Com exceção do Pampa, o único subtropical, **todos os biomas do Brasil são tropicais**. Cada um desses ambientes apresenta regimes de chuva, solo, e, portanto, coberturas vegetais únicas. Como a vegetação é um dos componentes mais importantes da biota, seu estado de conservação e de continuidade definem a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção de serviços ambientais e o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas.

O geógrafo Aziz Ab'Saber, baseando-se em características **bióticas, climáticas e abióticas**, como **fitofisionomia, topografia**, tipos de **solos** e regime **hídrico** determinou a existência de **seis domínios morfoclimáticos no Brasil**, que sobrepõem geograficamente grande parte dos biomas existentes no território nacional. São eles:

- **Amazônico**: encontramos o bioma de floresta tropical de terra firme, floresta de igapó inundável, caatingas do rio negro, entre outros;
- **Cerrado**: predomínio de vegetação de cerrado;
- **Mares de Morros**: também chamado de domínio atlântico, apresentam-se biomas de floresta pluvial costeira, restinga e manguezais;
- **Caatinga**: bioma de savana semiárido e carnaubais;
- **Araucárias**: florestas de araucária;
- **pradarias**: campos do sul.

Ele considera áreas de transição presentes entre estes domínios onde as características dos ecossistemas se misturam formando **faixas de transição**. Interessantemente, **os biomas podem abranger mais de um domínio**, como ocorre com o **bioma cerrado** na região centro-norte do Estado de São Paulo, onde há domínio de Mares de Morros. O bioma de mata atlântica é outro exemplo de bioma que ocorre nos domínios de Mares de Morros e Araucárias.





Figura 21. Biomas brasileiros. Fonte [https://pt.wikipedia.org/wiki/Biomias\\_do\\_Brasil#/media/File:Biomas\\_do\\_Brasil.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Biomias_do_Brasil#/media/File:Biomas_do_Brasil.svg)

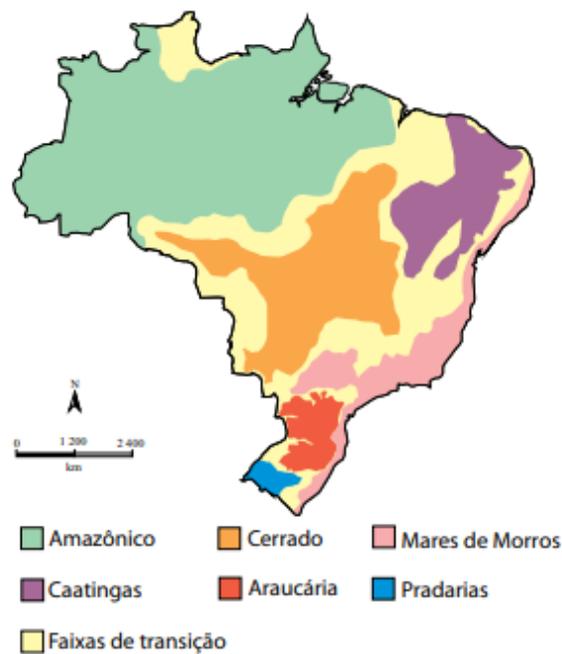


Figura 22: Os domínios morfoclimáticos de Aziz Ab'Saber. Fonte Vunesp 2013.

## 8.1 Amazônia (hileia amazônica)

A **Amazônia** é quase mítica: um verde e vasto mundo de águas e florestas, onde as copas de árvores imensas escondem o nascimento, reprodução e morte de mais de um terço das espécies que vivem sobre a Terra (Ministério do M.A., Brasil).

É o **maior bioma do Brasil**: num território de 4.196.943 de km<sup>2</sup> há ao menos 2.500 espécies de árvores e 40 mil espécies de plantas (das 100 mil da América do Sul). Inclui os estados de Amazonas, Pará, Amapá, Roraima, Mato Grosso (norte), Rondônia, Tocantins, oeste do Maranhão e Acre; se estendendo também para outros países da América do Sul. O bioma contém a maior bacia hidrográfica mundo, cobrindo cerca de 6 milhões de km<sup>2</sup> e com mais de 1.100 afluentes. O Rio Amazonas nasce na cordilheira dos Andes de onde percorre 6992 km, cortando o continente Sul-Americano em sua maior extensão até desaguar no Oceano Atlântico, onde lança ao mar cerca de 209 milhões de litros de água a cada segundo. Isso corresponde a 20% de toda a água doce que chega aos oceanos do planeta. O rio Amazonas lança uma quantidade enorme de sedimento (o "barro" dissolvido na água) no oceano. O relevo da região apresenta a mais baixa planície do país (amazônica) e o mais alto planalto (guianas), onde encontramos o pico da neblina, um elevado a mais de 3000m, sendo o maior do Brasil. Seus rios podem se apresentar com águas barrentas (Rio Madeira), ricas em sedimentos, pretas (Rio Negro), ricas em matéria orgânica e claras que passam por cachoeiras e corredeiras, apresentando poucos sedimentos (Rio Tapajós).

Diferente do que se pensa, o bioma amazônico é formado por diferentes ecossistemas como florestas densas de terra firme, florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos e formações pioneiras.

Mesmo sendo o bioma brasileiro mais preservado, cerca de 16% de sua área já foi degradada. O percentual parece pequeno, mas equivale a duas vezes e meia a área do estado de São Paulo.

As chuvas (regime pluviométrico) ultrapassam 1800mm anuais e a temperatura é estável, variando entre 25 e 28°C.

O solo da região é bastante pobre, apresentando-se como uma fina camada de matéria orgânica (humus) sobre um solo arenoso. A floresta apresenta pouca vegetação rasteira ou arbustiva já que a luz é pouco acessível devido à organização das copas das árvores que podem atingir até 50m de altura. Neste



contexto, encontram-se espécies bastante típicas como a *Bertholletia excelsa* (castanheira do para), *Virola sp.* e *Pterocarpus sp.* que apresentam raízes tabulares (grandes raízes que sustentam os enormes troncos das árvores) e *Hevea brasiliensis*, a **seringueira**, que durante anos foi responsável pela matéria prima da **borracha**, o que levou desenvolvimento econômico à região. A vegetação pode ser caracterizada em três grupos:

- Mata de terra firme: regiões mais elevadas, não inundadas, e com árvores de grande porte.
- Mata de várzea: sofrem inundações que perduram por um período que depende da elevação topográfica do local.
- Mata de igapó: quase sempre inundadas; encontram-se arbustos, cipós, musgos e a vitória régia, símbolo da Amazônia.

A fauna da região é muito rica. Especial atenção é dada à ictiofauna, ou seja, aos peixes das águas da região. Cerca de 85% das espécies de peixes da América do Sul estão na região. Na região ocorre a **piracema**, que é a migração de milhares de peixes para reprodução e desova.

A região sofre com **queimadas** que visam **desgastar a vegetação** dando acesso a pastagens. O fato do solo ser pobre torna pouco viável a agricultura de larga escala na região. Assim, é comum que regiões sejam invadidas e após esgotar-se o solo, sejam abandonadas provocando novas invasões para realizações de novos plantios. O desmatamento da floresta gera **lavagem da fina** camada de solo (humus) presente sobre a camada arenosa quando ocorrem as chuvas fortes, num processo chamado de **lixiviação**.

A terra sofre ainda com invasões para prática da **grilagem**, quando se forjam documentos para simular a posse de terrenos antes públicos, no caso, protegidos por leis de conservação ambiental. Outros problemas ambientais são gerados por garimpagem, pastoreio e biopirataria.

A questão das queimadas amazônicas tem tomado grande parte na mídia, que considera o bioma um grande *resfriador* global.





Figura 23. Vegetação latifoliada (folhas largas) do Bioma Amazônia. Típico clima equatorial, abriga milhões de espécies animais e vegetais. É classificado como uma formação florestal latifoliada, pois suas folhas são largas e agrupam-se densamente, geralmente atingindo grandes alturas. Fonte: [https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio\\_ecologia/ecologia11\\_3.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia11_3.php)

## 8.2 Cerrado

O **Cerrado** é o **segundo maior bioma da América do Sul** (2.036.448 km<sup>2</sup>). Contém em sua área os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além de partes do Amapá, Roraima e Amazonas. Neste espaço territorial encontram-se as **nascentes das três maiores bacias hidrográficas** da América do Sul: a Amazônica (em parte), Tocantins, São Francisco e Prata, o que resulta em um elevado **potencial aquífero** e favorece a sua **biodiversidade**. Considerado um dos **hotspots** mundiais de biodiversidade, o Cerrado possui **diversas espécies endêmicas**. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a **savana mais rica do mundo**, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas, 199 espécies de mamíferos, 837 espécies de aves. Os números de peixes (1200 espécies), répteis (180 espécies) e anfíbios (150 espécies) são elevados. O número de peixes endêmicos não é conhecido, porém os valores são bastante altos para anfíbios e répteis: 28% e 17%, respectivamente. De acordo com estimativas recentes, o Cerrado é o refúgio de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos.

Sua vegetação arbórea é formada por pequenas árvores e arbustos, muitos deles com troncos retorcidos e cascas espessas. O solo nas estações chuvosas é rico em gramíneas. São comuns os ipês (*Tabebuia sp.*) a peroba do campo (*Aspidosperma sp.*) e a caviúna (*Dalbergia sp.*). A média de temperatura é de 26° e as chuvas se concentram no verão, variando entre 1100 e 2000mm anuais.

Sua fisionomia varia apresentando desde formas campestres bem abertas (campos limpos), até formas florestais (cerradões) havendo entre esses dois extremos uma variedade de aspectos fisionômicos.

A região sofre com **queimadas sazonais** e grande parte dos ecossistemas que compõem esse bioma apresentam **adaptações a essas queimadas** (gemas subterrâneas, periderme grossa, indução da germinação de sementes por calor) quando ocorrem naturalmente. Muitas queimadas, no entanto, ocorrem de modo criminoso, com objetivo de suprimir as condições naturais e substituí-las por **pastagens** ou pelo cultivo de cana e de soja.

O cerrado é o **segundo bioma mais afetado pela atividade humana no Brasil**, perdendo somente para a Mata Atlântica. Historicamente foi alvo de atividades do **garimpo** que veio a contaminar e assorear importantes rios. Atualmente sofre com **invasões de áreas preservadas** e degradação ambiental para formação de **pastagens**. Previsões alarmistas alertam para o perigo iminente de extinção deste bioma o que pode acarretar graves problemas hídricos nas principais bacias hidrográficas que abastecem o sudeste e o centro oeste.

Devido a ocupação humana, observa-se **intenso problema com espécies invasoras** como o capim gordura, o capim jaraguá e as **braquiárias**, utilizados na composição de pastagens para pecuária, além de pinheiros, eucaliptos e samambaia brava.





Figura 24. Vegetação do Cerrado, considerada a segunda maior formação vegetal do Brasil. Típica do Planalto Central Brasileiro e de clima tropical semiúmido. É uma vegetação composta por árvores baixas e retorcidas, porém comporta a maior biodiversidade do planeta. Nos últimos se tornou motivo de preocupação dos ambientalistas, pois que sofre vários danos ambientais causados pela plantação de soja e cana-de-açúcar e pela pecuária. Fonte: [https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/noticias/cerrado/image/image\\_view\\_fullscreen](https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/noticias/cerrado/image/image_view_fullscreen)

### 8.3 Mata Atlântica

A **Mata Atlântica** é composta por formações florestais nativas e ecossistemas associados, como manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Ocupava 1,3 milhões de km<sup>2</sup> em 17 estados do território brasileiro, estendendo-se por grande parte da **costa do país**. Porém, devido à ocupação e atividades humanas na região, hoje possui apenas **aproximadamente 12% de sua cobertura original**. Ainda assim, estima-se que existam na Mata Atlântica cerca de 20 mil espécies vegetais, aproximadamente 35% das espécies existentes no Brasil, incluindo diversas **espécies endêmicas (cerca de 60%) e ameaçadas de extinção**, dentre eles o mico leão dourado.

São outras espécies conhecidas a **onça pintada**, a **capivara** e o **bicho preguiça**. Em relação à fauna, a Mata Atlântica abriga por volta de 850 espécies de aves, 370 de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e 350 de peixes. É considerada **hotspot mundial**, ou seja, uma área rica em biodiversidade e bastante ameaçada. Mais de 50% dos animais ameaçados de extinção do Brasil se encontram neste bioma.

A mata sofreu com a colonização do país, sendo devastada em várias regiões devido à ocupação humana, ao extrativismo de madeira (historicamente a primeira espécie a ser explorada foi o **pau-brasil** - *Caesalpinea echinata* - no século XVI, que tem esse nome devido à coloração vermelha do tronco, semelhante à brasa), à agricultura de cana-de-açúcar e de café. Importante ressaltar que cerca de 70% da população brasileira vive em regiões de domínio de mata atlântica. Daí a sua importância.

As espécies encontradas nos ecossistemas de mata atlântica são bastante adaptadas à **umidade**. O regime de chuvas de grande parte da mata é **orográfico**, ou seja, influenciado pelo relevo em função dos **planaltos e serras**. São ecossistemas da mata atlântica:

- Floresta Ombrófila Densa;
- Floresta Ombrófila Aberta;
- Floresta Ombrófila Mista;
- Floresta Estacional Decidual;
- Floresta Estacional Semidecidual;
- Mangues;
- Restingas.

É um bioma que **contém sete das nove grandes bacias hidrográficas do Brasil**. Isso, associado à urbanização sofrida no bioma, resulta em **crises hídricas** que se acumulam na história do país e que tem piorado com o passar dos anos devido à **degradação das matas ciliares** e florestas que mantêm o regime pluviométrico equilibrado, bem como da poluição de mananciais e rios da região.

Mais de 500 unidades de conservação federais, estaduais e municipais já foram criadas com o objetivo de se preservar os remanescentes de mata atlântica.





*Figura 25. Vegetação típica do bioma Mata Atlântica. Essa vegetação pode ser chamada de Floresta Tropical ou Floresta Atlântica, presente em grande parte do litoral brasileiro. Com predominância do clima tropical úmido (quente e úmido), pode também apresentar microclimas (tropical de altitude e subtropical úmido), na medida que é formada por planaltos e serras. A Mata Atlântica reúne grande diversidade vegetal, com presença de árvores de médio e grande porte, as quais formam densas florestas. Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/mata-atlantica.htm>*



Figura 26. Mangue, uma das vegetações típicas da Mata Atlântica. Além dele, outras formações vegetais são comuns desse bioma: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Restingas e Campos de altitude, demonstrando a variedade e a importância desse bioma. Fonte: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/estudo-inedito-revela-perfil-dos-ambientes-costeiros-da-mata-atlantica/>



Figura 27. Floresta Ombrófila Mista, típica da Mata Atlântica. Fonte: <http://www.justicaeco.com.br/opiniao/floresta-ombrofila-mista-a-floresta-perdida/>



Figura 28 : A Mata Atlântica destaca-se por sua grande biodiversidade e por suas espécies endêmicas, como o mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia*. Fonte: [http://www.itajaionline.com.br/upload/variedades/1522247361/micoleaodourado\\_10.jpg](http://www.itajaionline.com.br/upload/variedades/1522247361/micoleaodourado_10.jpg)

## 8.4 Caatinga

A **Caatinga** ocupa uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados. Engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais. É um bioma bastante **rico em biodiversidade**, abrigando 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas. Muitos desses animais realizam **recorrentes migrações nos períodos de estiagem**, devido ao clima tropical semiárido. Por essa razão, a vegetação também precisou desenvolver mecanismos de sobrevivência em razão da **pouca disponibilidade de água, sendo comuns espécies suculentas e cactáceas (xeromorfismo)**. Entre as cactáceas encontramos o mandacaru (*Cereus sp.*) e o xiquexique (*Pilocereus sp.*). Dentre árvores típicas temos o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), uma das poucas que não perde as folhas na seca, diferente da maioria das árvores que são **caducifólias** (ou decíduas).

A região apresenta baixos índices pluviométricos (500 a 700mm anuais), apresentando ventos secos que pioram a situação da umidade, contribuindo para a aridez.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o bioma tem sido **desmatado de forma acelerada**, apesar de sua importância, principalmente nos últimos anos devido: ao **consumo de lenha nativa**, explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e indústrias; ao **pastoreio** e à conversão para **pastagens** e **agricultura**. Frente ao avançado desmatamento que chega a 46% da área do bioma, o governo busca concretizar uma agenda de criação de mais unidades de conservação federais e estaduais no bioma, além de promover alternativas para o uso sustentável da sua biodiversidade.



Figura 29. Vegetação típica da Caatinga: árvores baixas com troncos tortuosos e muitas vezes apresentam espinhos. Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/caatinga.htm>



Figura 30. Carnaúba, uma exceção entre as plantas comuns da Caatinga, que normalmente são mais baixas. Essa palmeira da região Nordeste apresenta como principal característica sua altura, que pode chegar 15 m. A cera produzida na folha é uma proteção para evitar a perda de água e é também utilizada na indústria de diversos produtos e cosméticos, como sabonetes e batons. Fonte: <https://www.todamateria.com.br/flora-da-caatinga/>



Figura 31. Onça parda (*Puma concolor*), espécie ameaçada de extinção presente na Caatinga. Fonte: <https://www.infoescola.com/biomas/fauna-da-caatinga/>

## 8.5 Pampas

O **Pampa** ("planície" ou "região plana" em quéchua), o **único bioma subtropical do Brasil**, está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa uma área de 176.496 km<sup>2</sup>. Isto corresponde a 63% do território estadual e a 2,07% do território brasileiro. As paisagens naturais do Pampa são variadas, de serras a planícies, de morros rupestres a coxilhas. As paisagens se caracterizam pelo predomínio dos **campos nativos**, mas há também a presença de **matas ciliares**, matas de encosta, matas de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados, afloramentos rochosos, etc. Há uma grande diversidade, ainda não completamente descrita pela ciência. Estimativas indicam valores em torno de 3000 espécies de plantas (principalmente gramíneas, com mais de 450 espécies). A fauna é expressiva, com quase 500 espécies de aves e também mais de 100 espécies de mamíferos terrestres. **Seu clima típico é o temperado.**

É um bioma representativo do domínio mundial das pradarias. Apresenta temperaturas que variam de 10 a 23°C e um regime de chuvas entre 500 e 1000mm. A vegetação é tipicamente de gramíneas, mas grande parte já foi substituída por pastagens. O Pampa gaúcho da Campanha Meridional encontra-se dentro da área de maior proporção de campos naturais preservados do Brasil, sendo um dos ecossistemas mais importantes do mundo.





Figura 32. Pampa gaúcho. Os campos têm uma importante contribuição no sequestro de carbono e no controle da erosão. Também são fonte de variabilidade genética para diversas espécies que estão na base de nossa cadeia alimentar. Fonte: <https://www.oeco.org.br/reportagens/soja-e-silvicultura-tornam-o-pampa-o-2o-bioma-mais-ameacado-do-pais/>

## 8.6 Pantanal

O **Pantanal** é considerado uma das maiores **extensões úmidas contínuas do planeta**. Esta região é formada por um complexo de biomas continentais, sendo uma das principais áreas de transição entre os domínios morfoclimáticos do Brasil.

É considerado o complexo de biomas de menor extensão territorial no Brasil, com aproximadamente 150.355 km<sup>2</sup>. O Pantanal é uma **planície aluvial**, influenciada por rios que drenam a bacia do Alto Paraguai. Sofre influência direta de três importantes biomas brasileiros: **Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica**. Além disso, sofre influência do bioma **chaco**, nome dado ao Pantanal localizado no norte do Paraguai e leste da Bolívia.

Estudos indicam que o bioma abriga 263 espécies de peixes, 41 espécies de anfíbios, 113 espécies de répteis, 463 espécies de aves e 132 espécies de mamíferos sendo 2 endêmicas. Sua vegetação típica é de savana estépica. O Pantanal é altamente ameaçado pela expansão da **fronteira pecuária**, muito utilizado na **criação de gado tendo em vista o solo arenoso e pobre**. No ano de 2020 esse bioma sofreu queimadas por grande parte de sua extensão, impactando profundamente a fauna e flora local.

O clima da região é marcado por verões chuvosos e quentes e por invernos secos e frios.



*Figura 33. Pantanal, considerado a maior planície alagável do mundo. Tanto a fauna quanto a flora da região são diversas, e é necessário destacar a rica presença das comunidades tradicionais como as indígenas, quilombolas, os coletores de iscas ao longo do Rio Paraguai, comunidade Amolar e Paraguai Mirim, dentre outras. No decorrer dos anos essas comunidades influenciaram diretamente na formação cultural da população pantaneira. Fonte: <https://gigantesdomundo.blogspot.com/2012/01/pantanal-maior-area-alagada-do-mundo.html>*



Figura 34. Onça pintada (*Panthera onca*), ameaçada de extinção. O Pantanal abriga uma das maiores densidades registradas da espécie. Fonte: <https://www.infoescola.com/mamiferos/onca-pintada/>



Figura 35. Tuiuiú (*Jabiru mycteria*), ave símbolo do Pantanal. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o Bioma mantém 86,77% de sua cobertura vegetal nativa, o que permite a sobrevivência de diversas espécies animais. Fonte: <https://animais.culturamix.com/informacoes/aves/tuiuiu-ou-jaburu-o-simbolo-do-pantanal>

## 8.7 Biomas de transição

Há alguns **biomas de transição** no Brasil, não menos importantes que os seis descritos acima:

O **Manguezal** é um bioma distribuído do Amapá até Santa Catarina em regiões litorâneas. O manguezal é uma transição entre o mar e a terra. Apresenta uma vegetação bem característica, seus arbustos possuem raízes altas, acima do solo, já que seu solo é lodoso e com pouca quantidade de oxigênio. O manguezal é conhecido como **berçário da vida marinha**, com diversas espécies de animais marinhos utilizando esse bioma para se reproduzir.



*Figura 36. Manguezal. O solo dos manguezais caracteriza-se por ser úmido, salgado e muito rico em nutrientes. Possui grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, apresentando odor característico. Essa matéria orgânica serve de alimento à base de uma extensa cadeia alimentar, como por exemplo, crustáceos e algumas espécies de peixes. Fonte: <http://cananeiaolhar.blogspot.com/2010/11/manguezal.html>*



*Figura 37. Os manguezais desempenham um importante papel de exportador de matéria orgânica para os estuários, contribuindo para a produtividade primária na zona costeira. Sua biodiversidade faz com que essas áreas se constituam em grandes "berçários" naturais, principalmente para os caranguejos. Fonte: <https://vidanimal.com.br/wp-content/uploads/caranguejo3.jpeg>*

O **Marisma** ou **pântano salgado** é um pântano formado pela água do mar, um ecossistema úmido com plantas herbáceas que crescem na água. Os marismas estão sujeitos aos mesmos extremos de salinidade, temperatura e marés que afetam as planícies de maré. Eles têm fundo lamacento, mas a lama fica afixada pelas raízes de plantas, por isso são relativamente estáveis. A vegetação dos marismas compreende poucas gramíneas e plantas terrestres tolerantes ao sal. Localiza-se em regiões costeiras principalmente ao sul de Santa Catarina e por todo o Rio Grande do Sul.



*Figura 38. Marisma. Ambiente com uma grande quantidade de matéria orgânica que dá suporte a uma alta produtividade primária. Além disso, as marismas têm importante papel na atenuação dos processos erosivos costeiros e na oferta de abrigo para juvenis de diversas espécies de crustáceos, moluscos e peixes comerciais que utilizam esse ambiente para a reprodução, além de servir de local de repouso para aves migratórias. Fonte: <http://rede globo.globo.com/globoecologia/noticia/2012/02/ecossistema-sofisticado-marisma-cumpre-papel-importante-na-natureza.html>*

A **Mata dos Cocais** é distribuída entre os estados do Maranhão e Piauí. É um bioma de transição, dessa forma apresenta características da **Floresta Amazônica, Cerrado e da Caatinga**. Possui alto índice de chuvas. A flora inclui palmeiras com folhas grandes e finas, como a carnaúba, buriti e o babaçu, já a fauna inclui répteis, aves e mamíferos roedores. Esse ambiente está sendo prejudicado pelo **desmatamento** desordenado para desenvolvimento da pecuária e cultura de soja. Além disso, a extração de minerais que ocorre nesse ambiente acaba por fragilizá-lo ainda mais.



Figura 39. Mata dos Cocais. Fonte: <https://conhecimentocientifico.r7.com/mata-dos-cocais-o-que-e-onde-fica-saiba-tudo-sobre-a-vegetacao/>

Temos, por fim, a **Mata de Araucárias**, localizada principalmente na Região Sul, no Estado do Paraná e Santa Catarina, também atingindo parte de São Paulo e do Rio Grande do Sul. Assim como o Pampa, a Mata de Araucárias é **também uma formação subtropical**. A vegetação predominantemente composta pelo pinheiro-do-paraná (ou araucária), além da canela e imbuia. Por conta do desmatamento, hoje essa mata possui apenas 2% da área original. Essa formação é também chamada de Floresta Ombrófila Mista, que se caracteriza pela mistura entre árvores angiospermas (produzem frutos) e gimnospermas, que é o caso da araucária (não produzem frutos, suas sementes são nuas). O clima dessa região é caracterizado pela ocorrência de chuvas o ano inteiro, oscilando entre períodos mais e menos chuvosos. O inverno normalmente é frio, com geadas frequentes e até neve. O verão é razoavelmente quente. A fauna, principalmente, as aves e os roedores, constituem um elemento importante na dispersão das sementes. Entre os animais que habitam essa floresta podemos destacar a gralha-azul, ave símbolo do Paraná, gato-mourisco, cutia, jararaca, capivara, macaco-prego, jaguatirica, tamanduá, preguiça-de-coleira e o mico-leão-dourado.



Figura 40. Mata de Araucárias. É um dos ecossistemas mais ricos em relação à biodiversidade, contando com espécies endêmicas, raras, ameaçados de extinção, espécies migratórias e de interesse econômico.



Figura 41. Gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*), ave encontrada na formação vegetal Mata de Araucárias. Fonte: <https://casadospassaros.net/gralha-azul/>

## 9 – EXERCÍCIOS COMENTADOS

1. (PUC PR-2007) Em uma floresta ocorrem três espécies de árvores, igualmente bem sucedidas e numerosas. Essas árvores constituem:
- Três populações.
  - Um ecossistema.
  - Duas comunidades.
  - Três comunidades.
  - Uma população.

### Comentário

**Resp. A** – Considerando somente as três espécies distintas e sendo elas bem-sucedidas, poderiam constituir uma comunidade (opção inexistente dentre as alternativas dadas). Sendo assim, é somente possível classificá-las somente como três populações diferentes;

2. (VUNESP) - 2013 - Ministério Público Estadual - MPE/ES - Agente Técnico) A vespa *Cotesia flavipes* atualmente é um dos insetos mais utilizados em programas de controle biológico na cultura da broca *Diatraea saccharalis* da cana-de-açúcar e do milho.

A fêmea adulta da vespa coloca seus ovos no interior do corpo da broca. Esses ovos eclodem originando larvas que se alimentam e se desenvolvem dentro do corpo da praga. Em poucos dias a lagarta morre e formam-se casulos, de onde eclodirão novas vespas.



(<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>)

A interação ecológica utilizada no controle biológico e os tipos de desenvolvimento biológico da vespa e da broca são, respectivamente:

- a. Parasitismo; holometábolo; holometábolo.
- b. Predatismo; hemimetábolo; ametábolo.
- c. Parasitismo; ametábolo; holometábolo.
- d. Comensalismo; holometábolo; hemimetábolo.
- e. Predatismo; hemimetábolo; hemimetábolo.

### Comentário

**Resp. A** – A interação entre as espécies é de parasitismo, beneficiando as larvas da vespa e danificando o hospedeiro (broca). Em ambos o desenvolvimento é holometábolo, devido a metamorfose completa durante o seu desenvolvimento (fase de ovo, larva, pupa, adulto);

---

**3. (VUNESP - 2013) O lobo-guará é um animal encontrado no cerrado brasileiro e tem hábito alimentar onívoro, ou seja, ingere alimentos de origem vegetal e animal, como, por exemplo, uma goiaba ou um tatu. Supondo uma teia alimentar em que o lobo-guará tenha ingerido uma goiaba e também um tatu e este tenha comido insetos herbívoros, é correto afirmar que o lobo-guará**

- a. Ocupou o nível trófico decompositor quando consumiu o tatu e, consumidor primário, quando consumiu a goiaba.
- b. Obteve mais energia quando consumiu o tatu do que quando consumiu a goiaba.
- c. Ocupou o nível trófico consumidor primário quando consumiu a goiaba e, terciário, quando consumiu o tatu.
- d. Ocupou o nível trófico consumidor primário quando consumiu a goiaba e, secundário, quando consumiu o tatu.
- e. Obteve mais energia do que quaisquer seres vivos existentes nessa teia.

### Comentário



**Resp. C** – Ao consumir a goiaba (vegetal que realiza fotossíntese e tem papel de produtor), o lobo ocupou o nível trófico de consumidor primário. Ao se alimentar do tatu, ocupa o nível trófico de consumidor terciário, dado que o tatu (consumidor secundário) se alimenta de insetos (consumidores primários de plantas produtoras);

---

**4. (VUNESP - 2013) Um corpo humano foi encontrado em decomposição em uma lagoa, ambiente no qual foram identificados os seguintes organismos: bactérias, fungos, algas, larvas, que se alimentam exclusivamente de algas, e uma espécie de peixe, herbívora. Sabe-se também que essa espécie de peixe constitui o único alimento de uma ave na região. Considerando uma cadeia alimentar, pode-se afirmar corretamente que as bactérias e os fungos e a ave representam, respectivamente,**

- a. Consumidores de primeira e de segunda ordens.
- b. Produtores e consumidores de primeira ordem.
- c. Decompositores e consumidores de segunda ordem.
- d. Produtores e consumidores de segunda ordem.
- e. Decompositores e consumidores de terceira ordem.

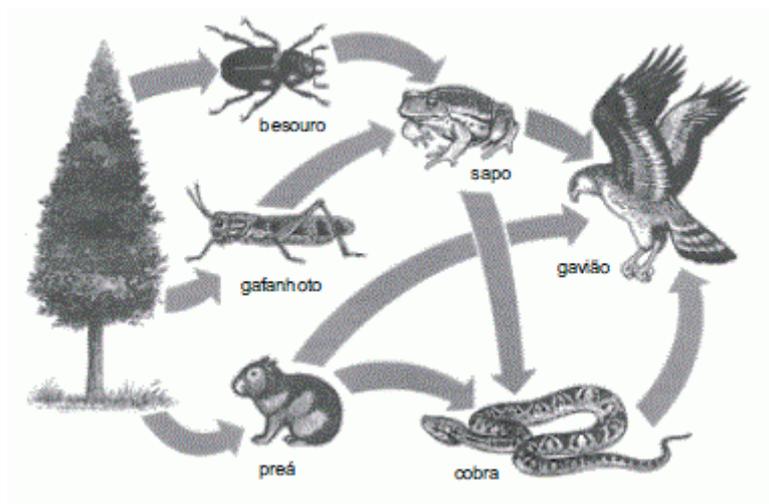
### **Comentário**

**Resp C** – Bactérias e fungos desempenham papéis de decompositores na cadeia alimentar. O peixe herbívoro, considerado consumidor primário, é alimento da ave, sendo assim, a ave ocupa o nível trófico de consumidora secundária;

---

**5. (VUNESP - 2012) Observe a representação simplificada de uma teia alimentar.**





Sobre a teia alimentar apresentada, é correto afirmar:

- a. A cobra pode ser classificada tanto como consumidor secundário quanto terciário ou quaternário, dependendo da cadeia alimentar considerada.
- b. Besouro, gafanhoto e preá são os consumidores secundários dessa teia.
- c. Besouro, gafanhoto e preá são os organismos produtores dessa teia.
- d. O gavião pode ser classificado tanto como consumidor secundário quanto terciário ou quaternário, dependendo da cadeia alimentar considerada.
- e. Os microrganismos decompositores não foram representados, pois não são parte importante dessa teia alimentar.

### Comentário

**Resp. D** – O gavião pode ser classificado tanto como consumidor secundário na cadeia **planta – preá – gavião**. Como consumidor terciário na cadeia **planta – gafanhoto – sapo – gavião** ou **planta – preá – cobra – gavião**. Já como consumidor quaternário somente na cadeia **planta – besouro – sapo – cobra – gavião**;

---

6. (ENEM – 2015) *O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de N<sub>2</sub>, é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são micro-organismos fixadores de N<sub>2</sub>, 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 micro-organismos fixadores de nitrogênio.

**Comentário**

**Resp. D** – Algumas bactérias são capazes de fixar o nitrogênio em plantas, outras, no entanto, oxidam o nitrogênio em nitritos e nitratos, que são utilizados por plantas, algas e bactérias. Quando um animal faz usos dessas plantas para a alimentação, o nitrogênio é absorvido por ele. O mesmo ocorre quando um animal se alimenta de um herbívoro;

---

**7. (FATEC) Com a introdução de uma espécie A de peixe em um lago onde normalmente ela não ocorre, o equilíbrio das populações de peixes ali existentes poderá ser alterado. Sobre esse fato considere as afirmações seguintes:**

- I. O equilíbrio poderá ser alterado se houver competição por alimento.
- II. O equilíbrio poderá ser alterado se a espécie for predadora dos peixes nativos.
- III. O equilíbrio poderá ser alterado se espécie introduzida apresentar altas taxas de reprodução e cuidado com a prole.
- IV. A espécie A morrerá, pois, espécies introduzidas não conseguem sobreviver em ambientes que não sejam os seus.

Sobre as afirmações anteriores, assinale a alternativa correta.

- a. Somente a II está correta.
- b. Somente a IV está correta.
- c. Somente a I e a IV estão corretas.
- d. Somente a II e a III estão corretas.
- e. Somente a I, a II e a III estão corretas.

**Comentário**



**Resp.E** – Apenas a afirmativa IV está incorreta. A espécie A morrerá somente se as condições forem desfavoráveis e ela não puder competir com outras espécies de peixes ali já existentes;

---

**8. (FUVEST-SP) Qual das alternativas distingue organismos heterotróficos de organismos autotróficos?**

- a. Somente organismos heterotróficos necessitam de substâncias químicas do ambiente.
- b. Somente organismos heterotróficos fazem respiração celular.
- c. Somente organismos heterotróficos possuem mitocôndrias.
- d. Somente organismos autotróficos podem viver com nutrientes inteiramente inorgânicos.
- e. Somente organismos autotróficos não requerem gás oxigênio.

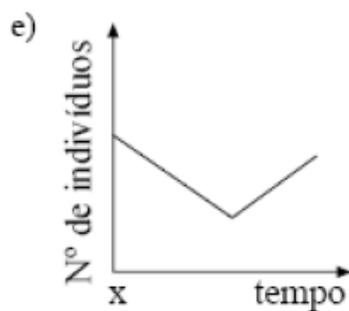
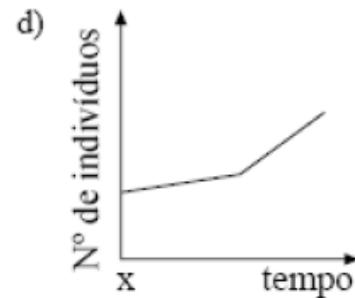
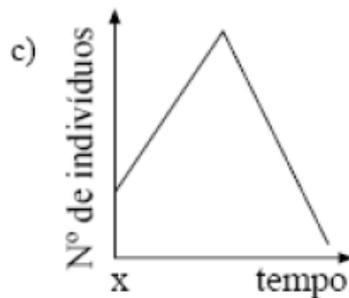
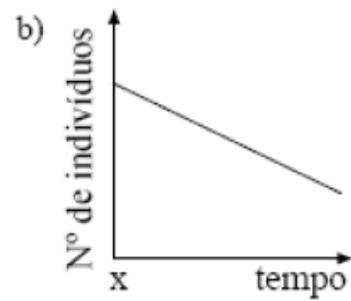
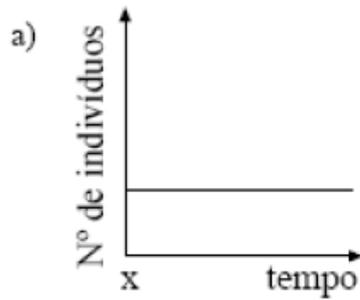
**Comentário**

**Resp. D** – Organismos heterotróficos são aqueles que não produzem o próprio alimento, portanto precisam ingerir outros organismos que já fizeram o processo de transformação de nutrientes inorgânicos em alimento, tais organismos são os autotróficos, que utilizam CO<sub>2</sub> e luz para gerar alimento;

---

**9. (FUVEST-SP) Numa comunidade interagem três populações, constituindo uma cadeia alimentar: produtores, consumidores primários e consumidores secundários. Um fator externo provocou o extermínio da população carnívora no tempo X. O gráfico que representa o comportamento da população de herbívoros, a partir de X, é:**





### Comentário

**Resp C** – A população carnívora representa os consumidores secundários, visto que os consumidores primários são sempre herbívoros. A população dos herbívoros X deixou de ser predada e com isso não teve sua população controlada. A partir desse momento, se reproduziram desenfreadamente e fizeram pressão extrema nos produtores dos quais se alimentavam, diminuindo assim a disponibilidade de alimento para uma população tão grande, que acaba colapsando. Com isso, a população aumenta consideravelmente em um curto espaço de tempo e depois diminui rapidamente por falta de alimento;

**10. (VUNESP-2009)** Suponha que em determinado lugar haja oito casais de pássaros e apenas quatro pares deles procriem, por ano, somente quatro descendentes, e que estes continuem procriando a sua prole na mesma proporção; então, ao final de sete anos (uma vida curta, excluindo mortes violentas, para qualquer pássaro) haverá 2048 pássaros ao invés dos dezesseis originais. Como este aumento é quase impossível, devemos concluir que ou esses pássaros não criam nem metade da sua prole, ou a média de vida de um pássaro não chega, devido a acidentes, a sete anos. Ambas as formas de controle provavelmente ocorrem. Esse texto está nas páginas iniciais do manuscrito de Charles Darwin, *A Respeito da Variação de Seres Orgânicos na Natureza*, lido em reunião da Sociedade Lineana, em Londres, no dia 1.º de julho de 1858. No texto, Darwin utiliza-se da hipótese de

- Malthus sobre a velocidade de crescimento das populações, e demonstra que esta hipótese está errada, pois nas populações de animais silvestres a seleção natural impede o crescimento populacional.
- Malthus sobre a velocidade de crescimento das populações, e conclui que a tendência ao crescimento exponencial das populações não se aplica às populações de animais silvestres.
- Malthus sobre a velocidade de crescimento das populações e conclui que, apesar da tendência ao crescimento exponencial, fatores que causam a morte de filhotes e adultos controlam o crescimento populacional.
- Hardy e Weinberg, segundo a qual o tamanho da população mantém-se constante ao longo das gerações, uma vez que é controlado por fatores como a morte acidental ou não sobrevivência da prole.
- Hardy e Weinberg, segundo a qual, na ausência de fatores como seleção e mutação, a população manter-se-á em equilíbrio, uma vez que a taxa de natalidade será igual à de mortalidade.

### Comentário

**Resp. C** – As espécies estão sempre inseridas em um ambiente com interações com outras espécies, portanto o crescimento populacional depende de como essas espécies interagem entre si. Em uma situação ideal, a espécie crescerá exponencialmente, porém os fatores externos que causam a morte (predação, competição) acabam controlando o crescimento populacional;

---

**11. (VUNESP-2007)** A capacidade de certos organismos realizarem a fotossíntese possibilita

- A ocorrência de vida no fundo escuro dos oceanos, uma vez que as algas ali existentes realizam a fotossíntese.
- O acúmulo de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, uma vez que a fotossíntese é um processo produtor desse gás.
- Existência dos vários ecossistemas, uma vez que os níveis tróficos das cadeias alimentares dependem direta ou indiretamente dos produtores.
- Liberação de  $\text{O}_2$  durante a noite, pois é na fase escura da fotossíntese que esse gás é produzido.



## Comentário

**Resp C** – Os produtores são essenciais em uma cadeia alimentar pois são autótrofos (produzem seu próprio alimento) e os que detêm maior quantidade de energia em toda a cadeia alimentar;

---

**12. (UFMG)** O fungo *Penicillium*, por causar apodrecimento de laranjas, acarreta prejuízos pós-colheita. Nesse caso, o controle biológico pode ser feito utilizando-se a levedura *Saccharomyces*, que mata esse fungo, após perfurar sua parede e absorver seus nutrientes. É CORRETO afirmar que esse tipo de interação é conhecido como

- a) comensalismo.
- b) mutualismo.
- c) parasitismo.
- d) predatismo.

## Comentário

**Resp. D** – A interação entre a levedura e o fungo é de parasitismo, dado que a levedura perfura a parede do fungo e absorve seus nutrientes para benefício próprio, prejudicando-o;

---

**13. (VUNESP-2006)**

Nasceu no meu jardim um pé de mato

que dá flor amarela.

Toda manhã vou lá pra escutar a zoeira

da insetaria na festa.



Tem zoado de todo jeito:

tem do grosso, do fino, de aprendiz e de mestre.

É pata, é asa, é boca, é bico,

É grão de poeira e pólen na fogueira do sol.

Parece que a arvorinha conversa.

(Anímico. Adélia Prado.)

O poema faz referência a alguns elementos e fenômenos biológicos. Sobre eles, um estudante afirmou:

I. O grão de pólen se constitui em uma das bases da interação entre o “pé de mato que dá flor amarela” e a “insetaria” que visita essa flor pela manhã.

II. A interação descrita envolve benefício mútuo, uma vez que o transporte de pólen promovido pelos insetos contribui para aumento da variabilidade genética da planta, ao mesmo tempo em que parte do pólen pode ser utilizada como alimento pelos insetos.

III. Trata-se de uma relação de comensalismo porque, embora a planta se beneficie da dispersão do pólen, este não pode ser utilizado pelos insetos, uma vez que contém gametas masculinos de origem vegetal.

São corretas as afirmações:

- a. I, apenas.
- b. II, apenas.
- c. III, apenas.
- d. I e II, apenas.
- e. I e III, apenas.

### Comentário

**resp D** – O comensalismo é uma relação ecológica entre espécies diferentes em que uma é beneficiada e a outra não é beneficiada, nem prejudicada. A relação que ocorre no texto é de mutualismo, já que ambas espécies são beneficiadas, como descrito na afirmação II;



**14.** (ENEM - 2015) *Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um habitat, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características mais relevantes quanto ao seu grau de importância para essa função: quanto mais baixo o nível trófico do organismo, maior é a sua utilidade, pois pressupõe-se que toda a cadeia trófica é contaminada a partir dele.*

*ANDRÉA, M. M. Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. Disponível em: [www.biologico.sp.gov.br](http://www.biologico.sp.gov.br). Acesso em: 11 mar. 2013 (adaptado).*

*O grupo de organismos mais adequado para essa condição, do ponto de vista da sua posição na cadeia trófica, é constituído por*

- a. Algas.
- b. Peixes.
- c. Baleias.
- d. Camarões.
- e. Anêmonas.

#### **Comentário**

**Resp A** – Os produtores constituem o nível trófico mais básico em uma cadeia;

---

**15.** (PUC-RS-1999) Quando se estuda o ciclo do nitrogênio, verifica-se que os seres que devolvem este elemento à atmosfera são bactérias particularmente denominadas

- a. Nitrificantes.
- b. Ferrosas.
- c. Sulfurosas.
- d. Denitrificantes.
- e. Simbiontes.

#### **Comentário**

**Resp D** – Quando os compostos orgânicos nitrogenados (nitritos e nitratos) retornam à atmosfera na forma de nitrogênio  $N_2$ , transformado por bactérias que vivem tanto livres no solo ou em ambientes aquáticos, se dá a esse processo o nome de desnitrificação;



## 10 - EXERCÍCIOS

1. (PUC-Campinas) Uma grande área de vegetação foi devastada e esse fato provocou a emigração de diversas espécies de consumidores primários para uma comunidade vizinha em equilíbrio. Espera-se que, nesta comunidade, em um primeiro momento:

- a. Aumente o número de consumidores secundários e diminua a competição entre os herbívoros.
- b. Aumente o número de produtores e diminua a competição entre os carnívoros.
- c. Aumente o número de herbívoros e aumente a competição entre os carnívoros.
- d. Diminua o número de produtores e não se alterem as populações de consumidores.
- e. Diminua o número de produtores e aumente a competição entre os herbívoros.

---

2. (VUNESP-2007) O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, localizado em uma grande área do Brasil Central. Por fazer fronteira com outros importantes biomas (a Amazônia ao norte, a Caatinga a nordeste, o Pantanal a sudoeste e a Mata Atlântica a sudeste), a fauna e flora do Cerrado são extremamente ricas. (...) Apesar do seu tamanho e importância, o Cerrado é um dos ambientes mais ameaçados do mundo. Dos mais de 2 milhões de km<sup>2</sup> de vegetação nativa restam apenas 20% e a expansão da atividade agropecuária pressiona cada vez mais as áreas remanescentes. ([www.conservacao.org.br](http://www.conservacao.org.br)) Qual das alternativas caracterizaria este bioma?

- a. Árvores com caules tortuosos e raízes longas; animais, como tamanduá-bandeira, tatu-canastra e lobo-guará.
- b. Muitas gramíneas e poucos arbustos; animais, como tatu, marreco e quero-quero.
- c. Muitos cactos, como o mandacaru, e árvores, como o umbuzeiro; animais, como tatupeba, caititu e calango.
- d. Gramíneas, aguapé, ipê e imbaúbas; animais, como onça parda, cervo, lontra, garça e socó.
- e. Muitos pinheiros, como a araucária, além de cedro, imbuia e gameleira; animais, como tatu, gralha-azul e sabiá.

---

3. (Vunesp-2004) Observe o mapa, onde estão delimitadas as áreas de distribuição de três importantes ecossistemas brasileiros, I, II e III.





Leia os três textos seguintes, 1, 2 e 3, que descrevem características de ecossistemas diferentes.

1. Vegetação composta por árvores de pequeno porte e arbustos esparsos, tortuosos, de casca grossa, e por plantas herbáceas, com predominância de gramíneas. Fauna representada por alguns animais como o lobo guará, a ema, o tatu-canastra e o tamanduá-bandeira.

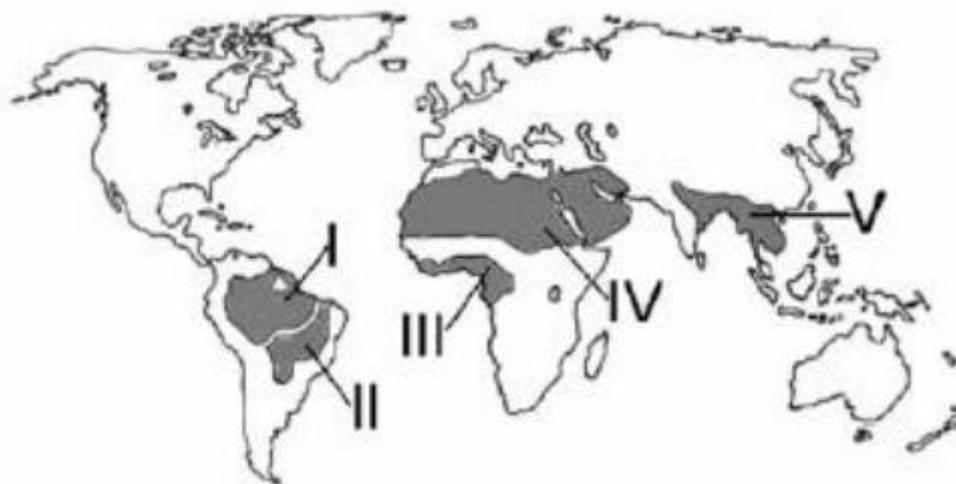
2. Vegetação densa, predominantemente composta por árvores de grande porte, medindo até 20m de altura, com presença marcante de pteridófitas no sub-bosque. Fauna representada por alguns animais como o monocarvoeiro, a jaguatirica, os micos-leões-dourados e dacara-preta, e a jacutinga.

3. Vegetação composta por árvores baixas e esparsamente distribuídas, arbustos tortuosos com muitos espinhos e presença marcante de cactáceas. Fauna representada por pequenos roedores como o preá e o mocó e aves como as avoantes. A alternativa que relaciona corretamente o nome dos ecossistemas representados no mapa pelos algarismos I, II e III, respectivamente, com as características apresentadas em 1, 2 e 3, é:

- a. Cerrados, 2; Manguezais, 3; Caatinga, 1.
- b. Cerrados, 1; Mata Atlântica, 2; Caatinga, 3.
- c. Caatinga, 1; Mata Atlântica, 2; Cerrados, 3.
- d. Caatinga, 1; Manguezais, 2; Cerrados, 3.
- e. Pantanal, 1; Mata Atlântica, 2; Caatinga, 3.

---

4. 19. (Fuvest-2005) Qual das alternativas indica corretamente o tipo de bioma que prevalece nas regiões assinaladas?



- a. Floresta tropical em I, III e IV.
- b. Floresta tropical em I, III e V.
- c. Savana em I, III e IV.
- d. Savana em II, III e IV.
- e. Savana em II, IV e V.

---

5. (ENEM 2009) Suponha que o chefe do departamento de administração de uma empresa tenha feito um discurso defendendo a ideia de que os funcionários deveriam cuidar do meio ambiente no espaço da empresa. Um dos funcionários levantou-se e comentou que o conceito de meio ambiente não era claro o suficiente para se falar sobre esse assunto naquele lugar. Considerando que o chefe do departamento de administração entende que a empresa é parte do meio ambiente, a definição que mais se aproxima dessa concepção é:

- a. Região que inclui somente cachoeiras, mananciais e florestas.
- b. Apenas locais onde é possível o contato direto com a natureza.
- c. Locais que servem como áreas de proteção onde fatores bióticos são preservados.
- d. Apenas os grandes biomas, por exemplo, Mata Atlântica, Mata Amazônica, Cerrado e Caatinga.
- e. Qualquer local em que haja relação entre fatores bióticos e abióticos, seja ele natural ou urbano.

---

6. (VUNESP - 2016) Espécies exóticas invasoras têm um significativo impacto na vida e no modo de vida das pessoas. Sobre essas espécies, é correto afirmar que

- a. Sua disseminação leva à heterogeneização dos ambientes, com a ampliação de características que a biodiversidade local proporciona, e à manutenção das propriedades ecológicas essenciais.



- b. Ao contrário de alguns problemas ambientais que se amenizam com o tempo, a contaminação biológica tende a se multiplicar e se espalhar, causando problemas de longo prazo que se agravam.
- c. Em ecossistemas ricos em nutrientes, a presença dessas espécies cria, muitas vezes, condições favoráveis para o estabelecimento de outras espécies invasoras, que agora podem se fixar.
- d. As plantas invasoras, em seu processo de ocupação, diminuem sua área de ocorrência e convivem com a flora nativa de modo geral com relações tipo inquilinismo e cooperação.
- e. Espécies introduzidas no país no passado e que não aparentam ser problemáticas no presente podem ser cultivadas em larga escala, sem que causem alterações ambientais no futuro.

**7. (VUNESP 2013) - Observe a seguinte cadeia alimentar e as informações a seguir:**

fitoplâncton → zooplâncton → sardinha  
→ atum → ser humano

*“A contaminação por grandes doses de I pode causar problemas neurológicos, dores de cabeça, déficit de atenção e outros efeitos, além de ser prejudicial para grávidas e poder afetar bebês em formação no útero.”*

*“A exposição ao I é feita em grande parte pelo consumo de alimentos vindos do mar; afirma a pesquisa. Estudos recentes apontam problemas de saúde nos seres humanos, mesmo em concentrações cada vez menores.”*

(<http://g1.globo.com> (modificado))

estudegratis.com.br

O I é uma substância com propriedade altamente II ao ser humano, e com tendência a III.

Assinale a alternativa cujos termos e/ou orações substituem, correta e respectivamente, os numerais I, II e III.

- a. Mercúrio; tóxica; se acumular nos tecidos biológicos dos níveis tróficos superiores.
- b. Chumbo; cancerígena; induzir divisões celulares descontroladas principalmente nos organismos do topo da cadeia alimentar.
- c. Césio; cumulativa; se acumular principalmente nos níveis tróficos planctônicos da cadeia alimentar.
- d. DDT; mutagênica; gerar malformações congênitas nos embriões de todos os níveis tróficos.
- e. Cádmio; degenerativa; causar lesões irreparáveis nas células e tecidos de todos os níveis tróficos.



8. (VUNESP - 2013) Um centro comercial de uma grande cidade brasileira vem aproveitando os restos alimentares descartados em sua praça de alimentação para produção de adubo orgânico, utilizado no mesmo local, para o plantio direto de hortaliças.

Para acelerar a decomposição, os restos alimentares são triturados e acrescentam-se duas enzimas para produção do composto biológico.

É correto dizer que, em uma floresta, esta reciclagem ocorre pela ação de

- a. Fungos e bactérias, os quais não produzem enzimas catalisadoras.
- b. Animais detritívoros e micro-organismos, os quais produzem enzimas catalisadoras.
- c. Animais detritívoros, os quais não produzem enzimas catalisadoras.
- d. Microrganismos, os quais não produzem enzimas catalisadoras.
- e. Animais detritívoros e micro-organismos, os quais não produzem enzimas catalisadoras.

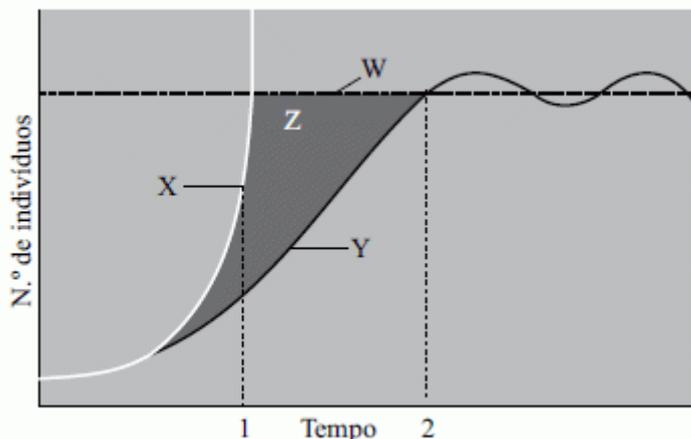
- 
9. (VUNESP- 2012 ) Uma das características dos ecossistemas naturais é a circulação da matéria entre os níveis tróficos de uma cadeia alimentar. Os organismos estão constantemente retirando da natureza os elementos químicos de que necessitam e retornando de uma forma ou outra ao ambiente, formando um ciclo.

Analisando essas trocas, conclui-se o seguinte:

- a. Ocorre no ciclo da água; ela deve entrar obrigatoriamente nos seres vivos e depois voltar à atmosfera por evapotranspiração e excreção.
- b. O gás carbônico é liberado por seres autótrofos e heterótrofos e somente os autótrofos o reutilizam na fotossíntese.
- c. O gás oxigênio é sintetizado por seres heterótrofos e, depois, tanto os heterótrofos quanto os autótrofos o utilizam na respiração celular.
- d. Ocorre no ciclo do carbono; o fitoplâncton realiza a fixação para a produção de matéria orgânica, transformando quimicamente o gás carbônico em gás oxigênio.
- e. A decomposição e a fotossíntese consomem gás carbônico, e a combustão e a respiração celular liberam-no para a atmosfera.

- 
10. (VUNESP - 2013) A partir da análise do gráfico, o qual representa um exemplo de crescimento populacional, assinale a alternativa correta.





- A curva Y a partir do momento 2 representa o crescimento de uma população cuja quantidade de recursos é ideal para todos seus componentes.
- A curva X a partir do momento 1 representa o crescimento de uma população na qual a seleção natural pouco atua.
- O espaço Z representa o tamanho populacional máximo suportado pelo ambiente em condições ideais de crescimento.
- O momento 1 representa a maior intensidade de atuação do mecanismo de seleção natural para a curva Y.
- A reta W representa o potencial de crescimento populacional esperado pelos criadores de animais.

11. (ENEM - 2015) A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático.

Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a)

- Eutrofização.
- Proliferação de algas.
- Inibição da fotossíntese.
- Fotodegradação da matéria orgânica.
- Aumento da quantidade de gases dissolvidos.

12. (PUC-MG) Muitas vezes, as relações dos organismos vivos de uma comunidade surpreendem pela sua complexidade. As folhas jovens do maracujazeiro produzem substâncias tóxicas, que as protegem das larvas de insetos, exceto de uma espécie de borboleta que as consegue comer, por conseguir digerir suas substâncias tóxicas. Essa borboleta deposita seus ovos amarelos brilhantes nas folhas do maracujazeiro. Evitam, porém, depositar ovos onde já



existem outros depositados, dificultando sua alimentação. Há vegetais com manchas amarelas nas folhas, o que evita novos depósitos de ovos nas folhas. São os nectários, que por sua vez atraem formigas e vespas, que também comem ovos de borboletas. A simples presença das formigas desencoraja as borboletas de botar ovos nas folhas. No caso, as borboletas ficam mais eficientes no ataque ao maracujazeiro que se tornou mais resistente ao parasita. O texto **NÃO** apresenta caso de:

- a. Coevolução.
- b. Adaptação.
- c. Comensalismo.
- d. Competição.

---

13. (Enem-2009) O mar de Arai, um lago de água salgada localizado em área da antiga União Soviética, tem sido explorado por um projeto de transferência de água em larga escala desde 1960. Por meio de um canal com mais de 1.300 km, enormes quantidades de água foram desviadas do lago para a irrigação de plantações de arroz e algodão. Aliado às altas taxas de evaporação e às fortes secas da região, o projeto causou um grande desastre ecológico e econômico, e trouxe muitos problemas de saúde para a população. A salinidade do lago triplicou, sua área superficial diminuiu 58% e seu volume, 83%. Cerca de 85% das áreas úmidas da região foram eliminadas e quase metade das espécies locais de aves e mamíferos desapareceu. Além disso, uma grande área, que antes era o fundo do lago, foi transformada em um deserto coberto de sal branco e brilhante, visível em imagens de satélite.

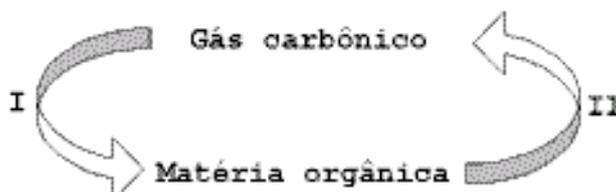
MILLER JR.GT. Ciência Ambiental. São Paulo: Editora Thomson, 2007 (adaptado).

Suponha que tenha sido observada, em uma vila rural localizada a 100 km de distância do mar de Arai, alguns anos depois da implantação do projeto descrito, significativa diminuição na produtividade das lavouras, aumento da salinidade das águas e problemas de saúde em sua população. Esses sintomas podem ser efeito

- a. Da perda da biodiversidade da região.
- b. Da seca dos rios da região sob a influência do projeto.
- c. Da perda de áreas úmidas nos arredores do mar de Arai.
- d. Do sal trazido pelo vento, do mar de Arai para a vila rural.
- e. Dos herbicidas utilizados nas lavouras de arroz e algodão do projeto.

---

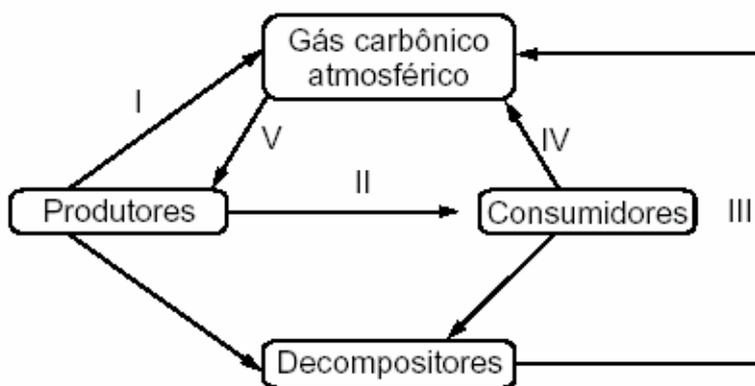
14. (FUVEST) O ciclo do carbono pode ser resumido no esquema:



As etapas I e II podem ser, respectivamente:

- a. Fotossíntese e quimiossíntese.
- b. Decomposição e queima de combustíveis.
- c. Fotossíntese e queima de combustíveis.
- d. Quimiossíntese e fotossíntese.
- e. Fermentação e respiração.

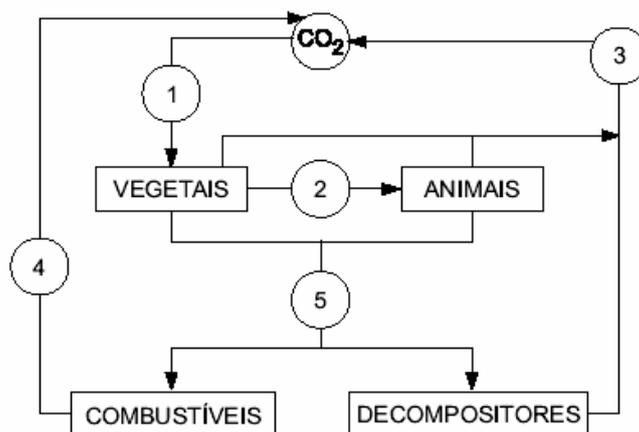
15. (FUVEST) O esquema abaixo representa o ciclo do carbono.



A utilização do álcool como combustível de automóveis intensifica, principalmente, a passagem representada em

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

16. (VUNESP) Os números de 1 a 5 indicam, respectivamente,



- a. Fotossíntese, nutrição, respiração, combustão e morte.
- b. Respiração, nutrição, fotossíntese, morte combustão.
- c. Nutrição, combustão, fotossíntese, morte respiração.
- d. Fotossíntese, combustão, respiração, morte e nutrição.
- e. Fotossíntese, respiração, nutrição, combustão e morte.

17. (VUNESP) O aquífero Guarani é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul e um dos maiores sistemas aquíferos do mundo. (...) Sua recarga natural anual (principalmente pelas chuvas) é de 160 km<sup>3</sup>, sendo que desta, 40 km<sup>3</sup>/ano constituem o potencial explorável sem riscos para o sistema aquífero. Sua área de recarga (...) é a mais vulnerável e deve ser objeto de programas de planejamento e gestão ambiental permanentes para se evitar a contaminação da água subterrânea e sobreexploração do aquífero. ([www.ambiente.sp.gov.br](http://www.ambiente.sp.gov.br)).

Sobre o aquífero e o ciclo da água, pode-se dizer que:

- a. Água acumulada no aquífero Guarani, se não extraída pelo homem, permanece indisponível para a realização do ciclo da água.
- b. Sendo reabastecido continuamente com água da chuva, o aquífero Guarani é uma fonte inesgotável de água, sendo desnecessário o controle de sua exploração.
- c. Quando a água do aquífero Guarani é utilizada para irrigação da lavoura, passa a compor o ciclo longo da água.
- d. As águas do aquífero Guarani são de excelente qualidade para o consumo doméstico, pois esse depósito é abastecido por rios ainda não poluídos.
- e. Assim como o petróleo, as águas do aquífero Guarani constituem um recurso subterrâneo não renovável.

18. (UFPB) As afirmativas, a seguir, sobre os ciclos biogeoquímicos apresentam lacunas que devem ser corretamente preenchidas.



O processo de conversão de amônia em nitrato, denominado \_\_\_\_\_, é o resultado da ação de dois grupos de bactérias do solo e é parte do ciclo do nitrogênio.

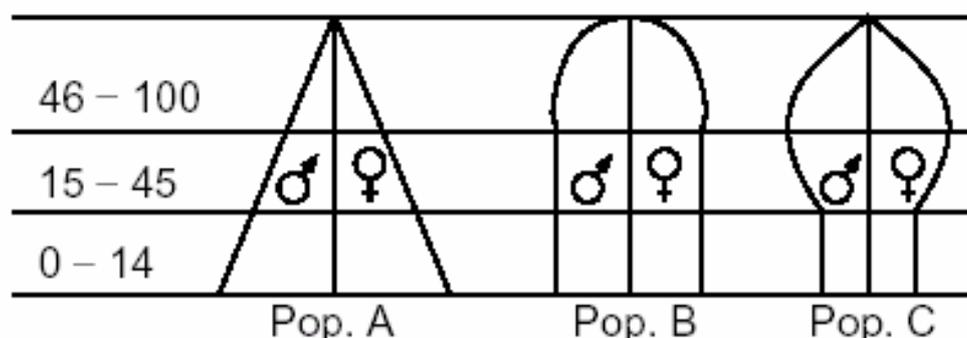
O ciclo do \_\_\_\_\_ é o único a ocorrer apenas através da via: solo - água – organismo – organismo - solo.

A via de entrada do carbono no ciclo do carbono é a \_\_\_\_\_.

As lacunas são preenchidas, respectivamente, por:

- Nitrificação / nitrogênio / fixação
- Desnitrificação / nitrogênio / alimentação
- Fosforilação / carbono / respiração
- Nitrificação / fósforo / fotossíntese
- Fosforilação / carbono / alimentação

19. (FUVEST) Os gráficos seguintes representam diferentes estruturas etárias de populações humanas. O eixo vertical indica idade e o eixo horizontal, número de indivíduos.

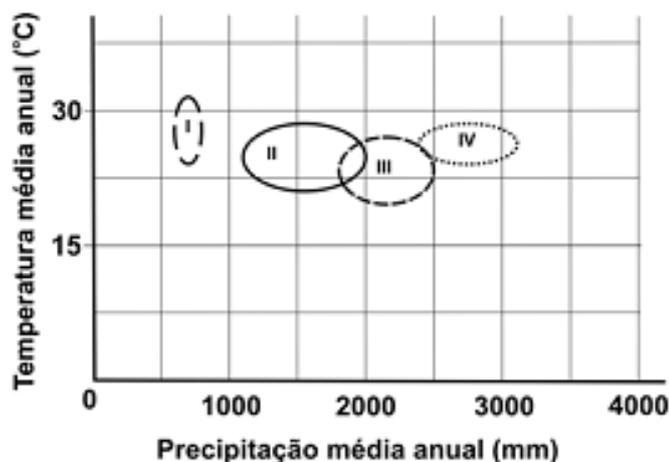


A população em expansão é:

- A, já que os adultos em idade reprodutiva e os idosos são mais numerosos do que as crianças.
- A, já que o número de crianças é maior do que o de adultos em idade reprodutiva.
- B, já que o número de adultos em idade reprodutiva e de crianças é praticamente igual.
- C, já que os adultos em idade reprodutiva são mais numerosos do que as crianças.
- C, já que o número de pessoas idosas é maior do que o de adultos em idade reprodutiva.

20. (FUVEST)





Os biomas do Brasil, cujas condições ambientais estão representadas no gráfico pelas regiões demarcadas I, II, III e IV, correspondem, respectivamente, a

- a. Cerrado, caatinga, floresta amazônica e floresta atlântica.
- b. Pampa, cerrado, floresta amazônica e complexo pantaneiro.
- c. Cerrado, pampa, floresta atlântica e complexo pantaneiro.
- d. Caatinga, cerrado, pampa e complexo pantaneiro.
- e. Caatinga, cerrado, floresta atlântica e floresta amazônica

---

21. (FGV) Considere uma população de vertebrados ocorrendo em determinada área. Esta população já atingiu seu ponto de equilíbrio, onde o potencial biótico (tendência ao crescimento populacional) equivale à resistência ambiental. Porém, a distribuição de indivíduos ao longo da área não é a mesma: quanto mais próximo dos limites da área de distribuição, menos frequentemente são encontrados indivíduos dessa espécie.

Pode-se afirmar corretamente que a densidade populacional decresce em direção às áreas periféricas devido à

- a. Crescente descaracterização das condições ambientais requeridas pela espécie.
- b. Diminuição progressiva dos fatores reguladores da densidade populacional.
- c. Ausência de resistência ambiental.
- d. Crescente imigração de indivíduos para as áreas periféricas.
- e. Competição intraespecífica.

---

22. (VUNESP) Sr. José Horácio, um morador de Ipatinga, MG, flagrou uma cena curiosa, filmou-a e mandou-a para um telejornal. Da ponte de um lago no parque da cidade, pessoas atiravam migalhas de pão aos peixes. Um socozinho (*Butorides striata*), ave que se alimenta de peixes, recolhia com seu bico algumas migalhas de pão e as levava para um lugar mais calmo, à beira do lago e longe das pessoas. Atirava essas migalhas “roubadas” no lago e, quando os peixes



**vinham para comê-las, capturava e engolia esses peixes. Sobre os organismos presentes na cena, pode-se afirmar que**

- a. O socozinho é um parasita, os homens e os peixes são os organismos parasitados.
- b. O socozinho é um predador, que pode ocupar o terceiro nível trófico dessa cadeia alimentar.
- c. O homem é produtor, os peixes são consumidores primários e o socozinho é consumidor secundário.
- d. Os peixes e o socozinho são consumidores secundários, enquanto o homem ocupa o último nível trófico dessa cadeia alimentar.
- e. Os peixes são detritívoros e o socozinho é consumidor primário.

---

**23. (VUNESP-2006) No intervalo da aula de Biologia, um aluno contou a seguinte piada:**

Dois cervos conversavam e passeavam pela mata quando um deles gritou:

- Uma onça!!! Vamos correr!!!

Ao que o outro respondeu:

- Não adianta correr, ela é mais veloz que qualquer um de nós.

- Eu sei. Mas a mim basta ser mais veloz que você.

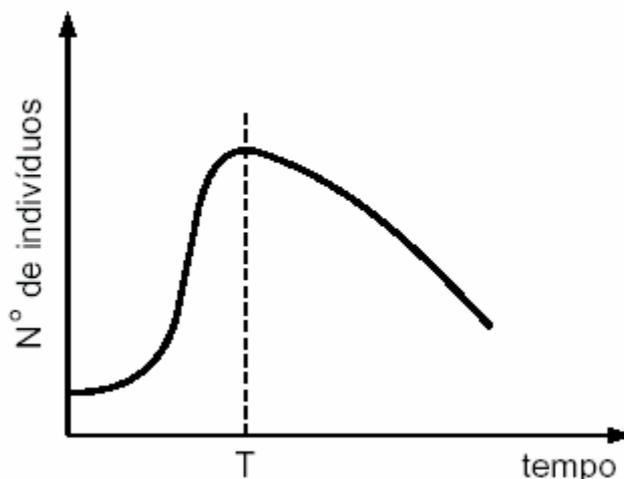
O diálogo entre os cervos exemplifica um caso de

- a. Competição interespecífica.
- b. Competição intraespecífica.
- c. Seleção natural.
- d. Irradiação adaptativa.
- e. Mimetismo.

---

**24. (FUVEST) Uma pequena quantidade de levedura *Saccharomyces cerevisiae* foi inoculada em um tubo de ensaio, contendo meio apropriado. O desenvolvimento dessa cultura está representado no gráfico.**





Para explicar o comportamento da população de leveduras, após o tempo T, foram levantadas três hipóteses:

- 1 - A cultura foi contaminada por outro tipo de microorganismo originando competição, pois o esperado seria o crescimento contínuo da população de leveduras.
- 2 - O aumento no número de indivíduos provocou diminuição do alimento disponível, afetando a sobrevivência.
- 3 - O acúmulo dos produtos excretados alterou a composição química do meio, causando a morte das leveduras.

Entre as três hipóteses, podemos considerar plausível (eis) apenas

- a. 1.
- b. 2.
- c. 3.
- d. 1 e 2.
- e. 2 e 3.

---

**25. (UFSCar) Mais de 500 variedades de plantas estão sendo atacadas na Califórnia, Estados Unidos, por minúsculos insetos, originários do Oriente Médio. Os técnicos americanos não têm obtido sucesso no controle dessa praga. Quatro causas que poderiam favorecer a ocorrência de tal praga foram apresentadas:**

- I. Inexistência de inimigos naturais desses insetos na Califórnia.
- II. Deficiência de defesas naturais das plantas.
- III. Uso inadequado de determinados defensivos agrícolas.
- IV. Fatores abióticos favoráveis ao desenvolvimento desses insetos na Califórnia.

Para a situação descrita, é possível aceitar

- a. A causa I, apenas.
- b. As causas I e II, apenas.



- c. As causas I, III e IV, apenas.
- d. As causas I, II e III, apenas.
- e. As causas I, II, III e IV.

---

**26. (AOCP 2019) O Brasil é formado por seis biomas de características distintas. Cada um desses ambientes abriga diferentes tipos de vegetação e de fauna e são extremamente importantes, pois são fontes de vida. Sobre o assunto, assinale a alternativa correta.**

A.O bioma Mata Atlântica abriga a grande maioria dos animais e plantas ameaçada de extinção do Brasil e apresenta um grande número de espécies endêmicas, tendo sido, juntamente com o bioma Cerrado, enquadrado entre os hotspots de biodiversidade do mundo.

B.O bioma que utiliza o termo “caatinga”, na língua indígena tupi-guarani, quer dizer “Mata Verde”, com base em um fenômeno que acontece nos períodos úmidos, típicos de climas subtropicais, pois, ao chover, imediatamente, a vegetação se torna bastante verde.

C. O bioma Campos Sulinos é, muitas vezes, confundido com os “pampas”, termo de origem indígena para “região montanhosa”, tendo representação entre os estados de São Paulo e o norte do estado de Santa Catarina.

D. Em seu espaço territorial, o bioma Pantanal, que é uma planície costeira, é influenciado por rios que drenam a bacia do Alto Araguaia.

**27. (AOCP 2019) A Caatinga apresenta uma grande biodiversidade e um número expressivo de espécies endêmicas. Devido à exploração irracional dos seus recursos, esses atributos estão cada vez mais ameaçados, uma vez que a atual condição de degradação da Caatinga abre fronteiras para as invasões biológicas. Sobre as espécies invasoras, é correto afirmar que**

- A. sempre chegam ao novo habitat de maneira totalmente natural.
- B. não representam uma ameaça ao novo ecossistema.
- C. apresentam baixo potencial de adaptação.
- D. promovem o aumento da biodiversidade.



E. normalmente não têm inimigos naturais e por isso aumentam o tamanho da sua população rapidamente.

**28. (AOCPC 2019) Sobre as relações ecológicas existentes entre os indivíduos que compõem uma comunidade biológica, é correto afirmar que**

- A. a protocooperação é uma relação interespecífica com benefício recíproco e dependência obrigatória.
- B. os indivíduos de uma sociedade têm independência física uns dos outros, mas preferem viver na coletividade, cooperando.
- C. no parasitismo, um organismo deve viver obrigatoriamente no interior do hospedeiro para ser considerado parasita.
- D. o mutualismo é uma relação intraespecífica na qual as duas espécies envolvidas são beneficiadas.
- E. a competição é a disputa pelos mesmos recursos ambientais, como alimento, espaço ou parceiro sexual e acontece exclusivamente entre indivíduos da mesma espécie.

**29. (AOCPC 2019) Dentro de um ecossistema, os seres vivos se relacionam com o ambiente físico e também entre si, formando relações ecológicas. Assinale a alternativa que apresenta um exemplo de relação harmônica e um de desarmônica, respectivamente.**

- A. Colônia e Sociedade.
- B. Predatismo e Mutualismo.
- C. Mutualismo e Parasitismo.
- D. Parasitismo e Canibalismo.



E. Sociedade e Mutualismo.

**30. (CEBRASPE 2019) Acerca dos desafios relacionados à educação ambiental e às condições de sobrevivência das diversas espécies da Terra, julgue o próximo item.**

**O nitrogênio, após ser absorvido por certas bactérias a partir do gás nitrogênio atmosférico, se torna fundamental à vida de diversos seres vivos.**

Certo.

Errado.

**31. (FGV 2019) A grota inteira tá chorando de saudade da umidade que fecunda a terra seca. Vital retalho do céu que manda pro solo divino orvalho, gozo que nos eterniza. Intimidade que pertence à natureza. Jatobá**

**A mudança de estado diretamente relacionada à formação das nuvens é a**

A. evaporação, que dá origem às gotículas que as formam.

B. condensação, que dá origem ao estado gasoso da água.

C. fusão, que dá origem ao vapor de água.

D. liquefação, que dá origem às gotículas de água.

E. calefação, que dá origem à rápida vaporização da água.

**32. (CESPE 2019) À medida que o conhecimento sobre gestão de resíduos sólidos avança, muitos aterros sanitários encerrados no mundo estão sendo transformados em lindos parques públicos e reservas naturais. Esse é o caso do Washington Arboretum Park, nos Estados Unidos da América, onde antes havia o aterro sanitário Miller Street Dump, desativado em 1936. A área foi impermeabilizada e recebeu uma camada de solo e grama, e hoje abriga mais**

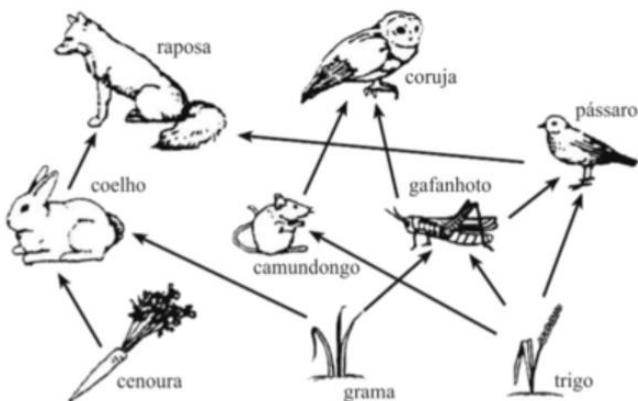


de 40.000 mil árvores e arbustos. Para viabilizar essa transformação no espaço urbano, alguns cuidados são necessários durante a operação do aterro e após a sua desativação. Considerando as informações apresentadas no texto e aspectos relacionados à gestão ambiental, à ecologia de população e comunidades e à legislação ambiental brasileira, julgue o item a seguir.

O processo de sucessão ecológica iniciado com o encerramento de um aterro é definido como sucessão alogênica, uma vez que as mudanças provocadas na área são decorrentes de forças externas ao sistema.

Certo.

Errado.



Internet: <www.thenashvillefoodproject.org> (com adaptações)

33. (CEBRASPE 2018) Na ilustração anteriormente apresentada, a grama e o trigo ocupam a posição de decompositores, uma vez que servem de alimento para diferentes espécies.

Certo.

Errado.

34. (CEBRASPE 2018) Ainda acerca da ilustração anteriormente apresentada, a coruja é o organismo que recebe a maior quantidade de energia por meio da dieta, pois ela se alimenta de camundongos e gafanhotos.

Certo.



Errado.

**35. (CEBRASPE 2018) Julgue o item seguinte, no que se refere à fragmentação e à conservação do bioma Cerrado.**

**O uso de espécies exóticas adaptadas ao bioma Cerrado em sistemas agropastoris, como, por exemplo, a braquiária, raramente interfere nas relações ecológicas de áreas de Cerrado preservadas subjacentes a esses sistemas.**

Certo.

Errado.



## 11- GABARITO COMENTADO

1. Alternativa E – No enunciado foi dito que após uma grande devastação, algumas espécies de consumidores primários fugiram para uma comunidade vizinha. Se essas espécies eram consumidores primários, sabemos então que eles eram organismos herbívoros. Como os organismos herbívoros se alimentam somente de plantas e as plantas são os produtores, é certo que o número de produtores iria decair, aumentando assim a competição entre os herbívoros em busca de alimento;
2. Alternativa A – A alternativa B se refere ao Pampa e as alternativas C e D referem-se a Caatinga. A alternativa E se refere a Mata das Araucárias;
3. Alternativa B – O bioma representado pelo número 1 é o Cerrado, pelo número 2 a Mata atlântica e pelo número 3 a Caatinga;
4. Alternativa B – As regiões assinaladas em I, III e V pertencem ao bioma Floresta Tropical. A área II contém regiões abrangidas principalmente pelo Cerrado (um tipo de Savana) e pela Caatinga. A região IV pertence ao bioma Deserto;
5. Alternativa E – A definição de meio ambiente se dá por “Conjunto de condições físicas, biológicas e químicas que rodeiam os seres vivos e as coisas. Dentre as alternativas apresentadas, A, B, C e D consideram somente alguns elementos do meio ambiente, enquanto a alternativa E engloba todo o conceito de meio ambiente;
6. Alternativa B – A propagação das espécies exóticas é uma das grandes causas da perda de biodiversidade na natureza. Os efeitos dessa disseminação são avassaladores do ponto de vista ambiental, econômico e de saúde. A transposição das barreiras naturais (mares, montanhas, desertos) pelo o avanço tecnológico do homem facilitou o aumento do problema. Espécies exóticas invasoras pressionam e competem diretamente (ex. habitat) ou indiretamente (ex. mudanças nas cadeias tróficas) com as espécies nativas. Sem predadores naturais, as populações dessas espécies crescem sem controle;
7. Alternativa A – O mercúrio é um metal pesado que mesmo em concentrações baixas pode causar câncer em seres vivos. Ele acumula em tecidos biológicos, principalmente em níveis mais altos, pois sua concentração é mais elevada a cada nível da cadeia trófica. Organismos filtradores, como o fitoplâncton, absorvem mercúrio em concentrações baixíssimas na água e vão acumulando em seus



tecidos. Os níveis tróficos superiores vão consumindo animais com concentração mais elevada de mercúrio e em grande quantidade, e acabam acumulando-o em seus próprios tecidos;

8. Alternativa B – Os animais detritívoros (conhecidos também como saprófagos ou necrófagos) se alimentam de material em decomposição e reciclam essa matéria e retornando-a para a cadeia alimentar. Além deles, a ação dos decompositores (fungos e bactérias) auxiliam no processo de decomposição por meio da produção de enzimas catalisadoras;
9. Alternativa B – Somente os seres autótrofos realizam fotossíntese e usam carbono no processo;
10. Alternativa B – A curva X representa o potencial biótico da espécie. A curva Y, o crescimento populacional padrão. W é a capacidade limite do meio e Z a resistência do ambiente;
11. Alternativa C – Uma vez que o escurecimento da água impede a passagem dos raios solares e, conseqüentemente, ocasiona a diminuição da fotossíntese;
12. . Alternativa C – O texto não apresenta caso de comensalismo. Comensalismo é uma relação ecológica interespecífica, ou seja, acontece entre duas espécies diferentes. No comensalismo, essas duas espécies vivem normalmente associadas. É a interação que consiste no beneficiamento de uma das espécies ou população, não afetando a outra espécie em grau considerável, ou seja, a outra espécie não é significativamente prejudicada ou favorecida. O comensalismo representa um tipo de relação positiva, levando ao desenvolvimento de interações benéficas. No texto, isso não ocorre. Adaptação se dá quando a borboleta consegue comer folhas com substâncias tóxicas, a competição ocorre entre as formigas e as borboletas e a coevolução, quando as borboletas ficam mais eficientes no ataque ao maracujazeiro que se tornou mais resistente ao parasita;
13. Alternativa D – Devido as secas na região, o sal, que é um mineral bastante fino, é carregado pelos ventos a enormes distâncias, acarretando um aumento de salinidade nas águas e diminuição de produtividade das lavouras;
14. Alternativa C – A fotossíntese e a quimiossíntese são os processos que, na natureza, transformam gás carbônico em matéria orgânica. A devolução desse gás para a atmosfera se dá através da respiração celular, da decomposição e da queima de combustíveis;
15. Alternativa A – O álcool combustível é extraído da cana-de-açúcar (produtor). Ao ser queimado, libera água e gás carbônico para a atmosfera. Portanto, no esquema intensifica a passagem representada em I;
16. . Alternativa A – Os vegetais absorvem carbono sob a forma de  $\text{CO}_2$  no processo da fotossíntese. O carbono vai de vegetais para animais no processo de nutrição. Vegetais, animais e decompositores devolvem o carbono para a atmosfera nos processos respiratórios, sob a forma de  $\text{CO}_2$ . A queima de



combustíveis fósseis também devolve carbono para a atmosfera sob a forma de  $\text{CO}_2$ . A decomposição de vegetais e animais mortos transfere carbono para os organismos decompositores (fungos e bactérias), ou eventualmente pode ser armazenado por milhares de anos em organismos fossilizados;

17. Alternativa C – O aquífero Guarani é uma grande reserva de água doce, utilizada por humanos e outros animais, logo a água se torna parte do ciclo longo da água (aquele em que a água passa pelo corpo dos seres vivos antes de voltar ao ambiente: água é retirada do solo através das raízes das plantas, sendo utilizada para a fotossíntese ou passada para outros animais através da cadeia alimentar; volta à atmosfera através da respiração, transpiração, fezes e urina);
18. Alternativa D – A nitrificação é um processo químico-biológico de formação de nitrito no solo pela ação conjunta de bactérias quimiossintetizantes nitrificantes, pela ação de conversão da amônia em nitrato, ocorrendo em duas etapas, sendo elas a nitrosação, onde a maior parte da amônia não é absorvida pelas plantas, sendo oxidadas em nitrito pelas bactérias nitrosas, que pertencem aos gêneros: *Nitrossomonas*, *Nitrosococcus* e *Nitrosolobus*, utilizando a energia liberada nessa oxidação para produzir compostos orgânicos e a nitratação, onde os nitratos formados pelas bactérias nitrosas são liberados no solo e oxidados por outras bactérias quimiossintéticas chamadas nítricas, do gênero *Nitrobacter*. Já o ciclo do carbono tem início quando as plantas e outros organismos autótrofos absorvem o gás carbônico da atmosfera para utilizá-lo na fotossíntese. No ciclo do fósforo não há passagem desse elemento pela atmosfera: o fósforo é o único macronutriente que não existe na atmosfera. É encontrado apenas em sua forma sólida nas rochas. É importante pois influencia no crescimento e sobrevivência de seres vivos;
19. Alternativa B – A população em expansão, entre as citadas, é a A. Isso porque o número de crianças é maior do que o dos adultos em idade reprodutiva;
20. Alternativa E – A região I apresenta baixa precipitação média e elevada temperatura, características do bioma Caatinga, a região II com precipitação maior e temperaturas médias anuais menores, mostra as características do Cerrado. A região III apresenta menores temperaturas entre os biomas apresentados e maior precipitação média em relação aos biomas I e II, correspondendo à Mata Atlântica. Com temperatura maior que a apresentada pela região III e maior precipitação dentre todos os biomas apresentados, a região IV corresponde à Floresta Amazônica;
21. Alternativa A – A crescente descaracterização das condições ambientais requeridas pela espécie ocorre devido ao fato da população já ter atingido seu ponto de equilíbrio;



22. Alternativa B. O socozinho é um predador, utiliza o pão como isca para os peixes e ocupa o terceiro nível trófico pois ele se alimenta do peixe, segundo nível trófico, consumidor primário, que se alimentará das migalhas de pão, que tem como matéria prima espécies vegetais produtoras, primeiro nível trófico;
23. Alternativa C – O conceito básico de seleção natural é que características favoráveis que são hereditárias tornam-se mais comuns em gerações sucessivas de uma população de organismos que se reproduzem, e que características desfavoráveis que são hereditárias tornam-se menos comuns. A seleção natural age no fenótipo, ou nas características observáveis de um organismo, de tal forma que indivíduos com fenótipos favoráveis têm mais chances de sobreviver e se reproduzir do que aqueles com fenótipos menos favoráveis. Na questão, o fato de um dos cervos ter a capacidade de correr mais rápido que o outro, permite que ele sobreviva enquanto o outro poderia ser capturado;
24. Alternativa E – Apenas as hipóteses 2 e 3 são plausíveis. O aumento do número de indivíduos certamente pode provocar a diminuição da quantidade de alimento disponível. A atividade metabólica produz resíduos cujo acúmulo pode alterar a composição do meio e causar a morte das leveduras;
25. Alternativa E – Todas as frases representam, realmente, possíveis causas que favoreceriam a ocorrência e proliferação da praga.
26. Alternativa A – Caatinga significa mata branca. Pampa significa região plana. Pantanal não é planície costeira.
27. Alternativa E – Invasoras podem chegara novos habitats por ação antrópica, apresentando impactos e representando uma ameaça ao habitat invadido, com elevado potencial de adaptação e promovendo em última análise a redução da biodiversidade.
28. Alternativa B – na protocooperação não há dependência obrigatória; não é necessário que parasitas vivam no interior dos hospedeiros; mutualismo é interespecífico; competição pode ocorrer entre diferentes espécies.
29. Alternativa C – colônia e sociedade são harmônicos; predatismo é desarmônico assim como parasitismo e canibalismo; mutualismo também é relação harmônica.
30. Certo. Nitrogênio gasoso é fixado por bactérias, formando amônia que é metabolizada por outros microrganismos, tornando-se disponível para absorção pelas plantas.



31. Alternativa D – condensação ou liquefação é o nome dado ao processo no qual o vapor de alguma substância adquire a forma líquida. Trata-se de uma alteração no estado físico. Esse processo gera as nuvens e a chuva.
32. Certo – sucessão alogênica inicia-se por atuação de fator abiótico externo, ou antropogênico. Sucessão autogênica se inicia por perturbações internas.
33. Errado – vegetais são produtores, servindo de alimento para consumidores primários.
34. Errado – A maior quantidade de energia é encontrada nos produtores e reduz nos demais níveis tróficos.
35. Errado – introdução de espécies exóticas geralmente promove a invasão dos ecossistemas.



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.