

Objetivos da unidade:

- Compreender as variáveis físicas em Ecologia.
- Reconhecer as variáveis físicas de base de biologia de campo.
- Identificar as variáveis físicas em ecologia e a importância de cada uma.
- Analisar como ocorre o fluxo de energia nos ecossistemas.

Conceitos básicos em Ecologia

Questão de 4 horas de aula fundamentada em Ecologia de Populações, de Robert May e Robert May, disponível para a primeira edição.

O termo ecologia foi criado pelo cientista alemão Ernst Haeckel em 1866 para descrever a ciência que estuda as relações entre os seres vivos e o ambiente em que vivem. Essa definição do conceito está afortunadamente em sintonia com o conceito de sobrevivência, a ideia de que a vida é uma luta por uma posição favorável na luta pela sobrevivência e reprodução.

Atualmente, o estudo em ecologia é dividido em dois grandes campos: a ecologia de populações, que estuda as variáveis físicas que afetam a sobrevivência e a reprodução de indivíduos de uma espécie, e a ecologia de comunidades, que estuda as variáveis físicas que afetam a sobrevivência e a reprodução de indivíduos de diferentes espécies.

De modo geral, o estudo em ecologia é dividido em dois grandes campos: a ecologia de populações, que estuda as variáveis físicas que afetam a sobrevivência e a reprodução de indivíduos de uma espécie, e a ecologia de comunidades, que estuda as variáveis físicas que afetam a sobrevivência e a reprodução de indivíduos de diferentes espécies.

Os níveis de organização biológica formam sistemas ecológicos, que vão do nível celular até o nível global. Cada nível de organização biológica constitui uma população, que estabelece relações com outras populações, formando comunidades. A comunidade depende das condições ambientais para formar ecossistemas, que são compostos por plantas e animais.



• O estudo em ecologia é dividido em dois grandes campos: a ecologia de populações, que estuda as variáveis físicas que afetam a sobrevivência e a reprodução de indivíduos de uma espécie, e a ecologia de comunidades, que estuda as variáveis físicas que afetam a sobrevivência e a reprodução de indivíduos de diferentes espécies.



Biosfera
Nível de organização biológica global.



Comunidade
Nível de organização biológica que envolve as relações entre as espécies de uma área.



População
Nível de organização biológica que envolve as relações entre os indivíduos de uma espécie.



Organismo
Nível de organização biológica que envolve as relações entre as partes de um organismo.



Sistema
Nível de organização biológica que envolve as relações entre as partes de um organismo.

Especte

Este grup este un grup de canta vocali aparținând grupurilor multilinguale, a căror vorbire este fonologică, gramaticală și semantică. Este cunoscut și faptul că în unele limbi există cuvinte care sunt deosebit de interesante din punct de vedere al limbii.

Populație

Comunitățile sunt compuse din indivizi aparținând a două sau mai multe grupuri etnice care trăiesc într-o zonă geografică bine delimitată. De exemplu, în grupul de limbă bantua din Africa de Sud, vorbitorii de limbă bantua formează o populație în jurul de orașul Johannesburg, în timp ce vorbitorii de limbă xhosa trăiesc în jurul orașului Cape Town.

Comunitate

Limba este un element cheie în formarea și dezvoltarea unei comunități. Este o modalitate de comunicare care permite membrilor unei comunități să se conecteze și să interacționeze. De exemplu, în unele zone rurale din Africa de Sud, vorbitorii de limbă bantua și vorbitorii de limbă xhosa trăiesc împreună în aceeași comunitate și vorbesc ambele limbi.

O vorbire este un grup de vorbitori care trăiesc în aceeași zonă geografică și vorbesc aceeași limbă. Este o modalitate de comunicare care permite membrilor unei comunități să se conecteze și să interacționeze.

Idioma

Comunitățile vorbesc în general în aceeași limbă, dar unele comunități vorbesc în mai multe limbi. De exemplu, în unele zone rurale din Africa de Sud, vorbitorii de limbă bantua și vorbitorii de limbă xhosa trăiesc împreună în aceeași comunitate și vorbesc ambele limbi. Unele comunități vorbesc în mai multe limbi și acestea sunt cunoscute ca fiind comunități multilinguale. În unele comunități, vorbitorii de limbă bantua și vorbitorii de limbă xhosa trăiesc împreună în aceeași comunitate și vorbesc ambele limbi.

Habitat

Comunitățile trăiesc în medii diferite și acestea sunt determinate de condițiile climatice, geografice și culturale. De exemplu, în unele zone rurale din Africa de Sud, vorbitorii de limbă bantua și vorbitorii de limbă xhosa trăiesc împreună în aceeași comunitate și vorbesc ambele limbi. Unele comunități trăiesc în zone montane și acestea sunt cunoscute ca fiind comunități montane.

Habitatul este un mediu în care o comunitate trăiește și interacționează. Este o modalitate de comunicare care permite membrilor unei comunități să se conecteze și să interacționeze.

Idioma ecologic

Comunitățile vorbesc în general în aceeași limbă, dar unele comunități vorbesc în mai multe limbi. De exemplu, în unele zone rurale din Africa de Sud, vorbitorii de limbă bantua și vorbitorii de limbă xhosa trăiesc împreună în aceeași comunitate și vorbesc ambele limbi. Unele comunități vorbesc în mai multe limbi și acestea sunt cunoscute ca fiind comunități multilinguale.

Unele comunități vorbesc în mai multe limbi și acestea sunt cunoscute ca fiind comunități multilinguale. În unele comunități, vorbitorii de limbă bantua și vorbitorii de limbă xhosa trăiesc împreună în aceeași comunitate și vorbesc ambele limbi.

Unele comunități vorbesc în mai multe limbi și acestea sunt cunoscute ca fiind comunități multilinguale.

Ecossistemas e biomas

Os ecossistemas são formados pelo conjunto de fatores bióticos e abióticos. Os organismos que vivem no ecossistema possuem características em conjunto que permitem a sobrevivência em um determinado ambiente. Assim, os organismos de um ecossistema possuem características que os permitem sobreviver no ambiente em que vivem.

Como são biomas são definidos pela soma de ecossistemas que se encontram em uma determinada área e a unidade de conservação de ecossistemas que está relacionada à sua diversidade, podendo apresentar uma diversidade ou grande, como uma floresta. Isso ocorre em decorrência de fatores como clima, latitude e altitude, que influenciam na distribuição dos organismos e na formação dos ecossistemas. Assim, os biomas são definidos pela combinação de fatores como clima, latitude, altitude, etc. Os ecossistemas bióticos são formados por plantas, animais, fungos, bactérias, vírus e protozoários. Os abióticos são formados por fatores físicos, químicos, e biológicos.

Os biomas podem ser definidos como áreas de espaço geográfico caracterizadas por um conjunto de ecossistemas com vegetação própria e que se formam devido às condições climáticas. De maneira mais ampla, um bioma pode ser definido como uma grande área formada por um conjunto de ecossistemas.

A distribuição dos biomas e a vegetação é moldada pela interação entre o clima e o relevo. Assim, a distribuição dos biomas é influenciada pelo clima e pelo relevo. Assim, a distribuição dos biomas é influenciada pelo clima e pelo relevo.

Observe o mapa e localize os principais biomas da Terra.

PRINCIPAIS BIOMAS DA TERRA



Fonte: IBGE, Atlas do Brasil, 2010. Disponível em: <http://atlas.ibge.gov.br/>.

Floresta pluvial tropical

Localizada nas regiões equatoriais e tropicais, a floresta pluvial tropical é caracterizada por uma alta biodiversidade. O solo é fértil e a vegetação é densa, com muitas espécies de plantas e animais. A floresta pluvial tropical é formada por uma grande diversidade de espécies. Exemplos: Floresta Amazônica e Floresta da Mata Atlântica.



Floresta pluvial tropical, região da Amazônia.

Savana ou floresta sazonal tropical



■ Savana, Área de Conservação Ngorongoro, Tanzânia – África

Compreende regiões de clima tropical e subtropical com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. Nesse bioma, predominam árvores **decíduas**, gramíneas e arbustos, a maioria com raízes adaptadas à captação de água nas partes mais profundas do solo. O solo é pouco fértil e, no período de seca, os animais migram em busca de água e comida. Exemplos: Savana africana e Cerrado brasileiro.

As plantas denominadas **decíduas** ou **caducifólias** perdem suas folhas durante a estação de seca, como no inverno em locais com neve, em que a água do solo congela, não podendo ser absorvida pelas raízes. Já as plantas **perenifólias** não perdem as folhas em períodos de estiagem.

Deserto subtropical

Abrange regiões com altas temperaturas e chuvas muito esparsas. Os solos são rasos e com pouquíssima matéria orgânica, sendo pouco férteis. Nas regiões de solo mais úmido, crescem pequenas árvores, arbustos e cactos. Nos períodos em que ocorrem chuvas, as sementes dormentes presentes no solo brotam e a vegetação se desenvolve rapidamente. Exemplos: Grande Deserto Australiano e Deserto do Saara.



■ Deserto do Saara, Marrocos – África

Campo ou deserto temperado



■ Pradaria, Kansas – EUA

O nome desse bioma varia de acordo com o continente. Na América do Norte, denomina-se **pradaria**; na Ásia, **estepe**. Nessas regiões, o clima é temperado e seco – um pouco mais úmido nas estepes. Os solos são secos e apresentam baixa acidez, e a vegetação predominante são as gramíneas. Quando transformado em pastagens, esse bioma pode sofrer processo de desertificação.

Bosques ou arbustos

Esse bioma, também denominado **chaparral**, localiza-se principalmente em regiões de clima mediterrâneo, caracterizado por chuvas e temperaturas amenas no inverno e secas no verão. A vegetação é formada por arbustos com folhas resistentes a secas e raízes profundas para a absorção de água nas camadas mais profundas do solo. Exemplos: regiões do sul da Europa e área central do Chile.



■ Arbustos – Chile

Floresta sazonal temperada



Floresta sazonal temperada, Califórnia - EUA

Caracteriza-se por apresentar inverno gelado, com neve. Ocorre predominantemente no Hemisfério Norte, onde o solo é rico em matéria orgânica e drena bem a água da chuva, que se acumula em lençóis freáticos e córregos. A vegetação é formada por árvores decíduas e plantas herbáceas. Contudo, nos locais com solo arenoso, pobre em nutrientes, e clima mais quente e seco, predominam os pinheiros.

Floresta pluvial temperada

Compreende as florestas com árvores bastante altas, como as sequoias na América do Norte. Essas regiões apresentam invernos amenos com chuvas intensas e verão com nevoeiros, além de baixa biodiversidade.



Sequoias, Parque Nacional da Sequoia, Califórnia - EUA

Taiga ou floresta boreal



Taiga, Península de Kola - Rússia

Também chamada de **floresta de coníferas**, é encontrada em regiões do Hemisfério Norte com invernos rigorosos e neve. O solo é úmido, ácido e pouco fértil, e a vegetação predominante são os pinheiros e abetos, que resistem às baixas temperaturas. A biodiversidade é baixa e a **serrapilheira** desse bioma constitui um importante reservatório de carbono da Terra.

Tundra

Presente em locais de clima polar, não apresenta árvores. O solo é permanentemente gelado ou **permafrost**, com poucos nutrientes. Ocorrem poucas chuvas e o clima frio e seco influencia a ocorrência de vegetação predominante de arbustos lenhosos e líquens. Aves e mamíferos que habitam esse bioma estão adaptados ao frio, apresentando pele grossa, com vasto revestimento de pelos, e camada de gordura corporal mais espessa.



Tundra, norte da Rússia

Biomias aquáticos

Como grande parte da superfície terrestre é coberta por água, a maior área da biosfera corresponde aos biomias aquáticos, os quais são divididos em **marinhos** e de **água doce**. Dependendo da área em que se encontram, esses biomias apresentam grande variação de temperatura da água, oferta de nutrientes, salinidade, luminosidade, entre outras características, afetando diretamente a fauna local.

serrapilheira: camada constituída por restos de folhas, caules, cascas, frutos, entre outras partes vegetais, e restos de animais e suas excretas que recobre o solo. Essa matéria orgânica entra em decomposição e, com isso, ocorre a devolução de nutrientes ao solo, mantendo sua fertilidade.

permafrost: do inglês *permanent*, permanente; *frost*, congelado, solo permanentemente congelado.

3 Sugestão de encaminhamento sobre a classificação dos biomias.

- **Lagos:** caracterizam-se por constituir corpos de água parada, podendo ser grandes ou pequenos, como as lagoas.
- **Córregos e rios:** compreendem os cursos naturais de água doce, com canais definidos e fluxo permanente para um oceano, lago ou outro rio.
- **Recifes de corais:** encontrados em água salgada, são formados pelo acúmulo do esqueleto dos corais (carbonato de cálcio) em águas rasas com temperatura entre 18 °C e 30 °C. Apresentam grande diversidade de animais, algas e outros seres vivos.
- **Zonas bênticas e pelágicas oceânicas:** as **zonas bênticas** correspondem ao fundo do mar. Com exceção das áreas próximas da costa, de profundidade menor, essas regiões são profundas e não recebem luz solar. As **zonas pelágicas** compreendem as áreas de mar-aberto, com águas que se misturam constantemente por meio das correntes oceânicas.
- **Estuários:** são áreas de transição entre os rios e o mar que sofrem o impacto das marés. Esses biomas recebem diversos nutrientes dos rios e do mar e abrigam grande biodiversidade.
- **Zonas entremarés:** também chamadas de zonas intertidais, são regiões que sofrem diretamente a ação das marés, ficando sem cobertura de água em alguns momentos do dia. Seu substrato geralmente é composto de rochas e areia, onde espécies de algas e animais se fixam.

Biomas brasileiros

Existem vários sistemas de classificação dos biomas brasileiros. A classificação reconhecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) inclui seis grandes biomas continentais – Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa (Campo Sulino) e Pantanal – e os biomas costeiros.



Fonte: IBGE. Mapa de biomas e de vegetação. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.html>>. Acesso em: 26 nov. 2015. Adaptação

Sugestão de encaminhamento sobre a classificação dos biomas brasileiros.

Amazônia

Constitui o maior bioma brasileiro, com uma enorme biodiversidade. Localiza-se na Região Norte, estendendo-se pelos estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Pará, Amapá, Roraima, Tocantins, partes do norte de Mato Grosso e oeste do Maranhão. Apresenta alta incidência de chuvas, bem distribuídas ao longo do ano, e a temperatura média anual fica entre 25 °C e 28 °C. A maior parte de seu relevo é plana, com solo pobre em nutrientes em virtude da rápida decomposição da matéria orgânica e da absorção dos sais minerais pelas raízes das plantas.



Na Floresta Amazônica, localiza-se a Bacia Amazônica, maior bacia hidrográfica do mundo. Rio Tapajós, Barra de São Manuel – AM.

Cerrado



A vegetação do Cerrado desenvolve-se sobre solo ácido, pobre em minerais, mas rico em alumínio. São Gonçalo do Rio Preto – MG.

Localizado nos estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí, Bahia, São Paulo e Paraná, compreende o segundo maior bioma brasileiro. É considerado um dos **hotspots** mundiais de biodiversidade. Apresenta duas estações bem definidas: uma seca (inverno) e uma chuvosa (verão), e o clima é tropical quente, com temperatura média anual de 26 °C. A formação vegetal é semelhante à da Savana, com árvores de troncos tortuosos e casca grossa e gramíneas na estação chuvosa. Na época da seca, queimadas naturais têm grande importância na quebra da dormência de sementes, propiciando sua germinação.

Mata Atlântica

Abrange a região litorânea do país, além de planaltos e serras do interior de diversos estados brasileiros. O clima é quente e úmido, com grande ocorrência de chuvas durante todo o ano. Por compreender a região primeiramente colonizada e explorada, onde atualmente está localizada grande parte das cidades brasileiras, esse bioma apresenta apenas uma pequena parcela de sua área original. É uma das áreas mais ricas em biodiversidade do planeta (**hotspot** mundial) e também uma das mais ameaçadas.

Em virtude da grande variação de altitude e latitude das áreas pelas quais se estende, a Mata Atlântica é formada por variados subtipos florestais, como floresta **ombrófila** densa, floresta ombrófila mista ou Mata de Araucárias, restingas e manguezais.

hotspots: áreas ricas em biodiversidade, com predomínio de espécies endêmicas, e que apresentam alto grau de degradação ambiental
ombrófila: vegetação adaptada a longos períodos de chuva, típica dos biomas Amazônia e Mata Atlântica.

- **Floresta ombrófila densa** também chamada de floresta pluvial tropical, localiza-se próximo às regiões litorâneas e apresenta altas temperaturas e alto índice de precipitação. É a mais importante e vasta formação vegetal, com árvores de médio e grande portes e folhas largas e perenes.

- **Floresta ombrófila mista ou Mata de Araucárias:** localiza-se em áreas de maior altitude e clima temperado, estendendo-se pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e pontos isolados de São Paulo e Minas Gerais. A espécie mais característica é o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).



Desde o início da colonização do Brasil, a Mata Atlântica vem sendo desmatada para o estabelecimento de cidades, restando apenas cerca de 7% de sua cobertura original, Salvador - BA.

- **Restingas:** formações vegetais costeiras extremamente adaptadas a condições adversas, como ventos, terrenos arenosos, baixos níveis de fertilidade do solo e elevado grau de salinidade, situando-se na transição entre as praias e a floresta ombrófila densa.

- **Manguezais:** presentes nas áreas onde as águas dos rios deságuam no mar, constituem um ambiente de reprodução para inúmeras espécies de animais aquáticos. A vegetação característica é formada por plantas, que sobrevivem no solo lodoso, com baixa quantidade de oxigênio.

Caatinga

Localiza-se em áreas dos estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Paraíba, Sergipe, Alagoas, Bahia e norte de Minas Gerais. De todos os biomas brasileiros, é o único cujos limites são restritos ao território nacional.



Caatinga, com vegetação típica de solo e ambiente secos. Sertão de Canudos - BA.

Apresenta clima semiárido, quente e seco, com temperatura média anual entre 24 °C e 26 °C e baixa incidência de chuvas, com longos períodos de estiagem.

Sua formação vegetal apresenta adaptações xeromórficas, como perda das folhas durante a seca, modificações das folhas em espinhos, parênquima aquifer desenvolvido e cutículas altamente impermeáveis. Caatinga vem sendo rapidamente desmatada em virtude de atividades humanas, como extração ilegal de madeira, pastagens e mineração.

5 Sugestão de encaminhamento sobre a Caatinga.

Na área de transição entre a Amazônia e a Caatinga, existe um tipo de vegetação denominado **Floresta de Coccoloba**, que abrange áreas dos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. Sua característica principal são os solos secos e a presença de palmeiras, como o babaçu (*Orbignya martiana*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*). Por ser um local de transição, apresenta características tanto da Floresta Amazônica quanto do Cerrado e da Caatinga.

Pampa (Campo Sulino)

Localiza-se principalmente no Rio Grande do Sul, ocupando áreas de planície, onde predominam gramíneas, arbustos e áreas com vegetação arbórea. Apresenta clima chuvoso e temperaturas bastante baixas no inverno. A fauna é expressiva, com diversas espécies de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados. A agricultura e a pecuária provocaram uma drástica redução desse bioma, descaracterizando sua paisagem.



■ Pampa com relevo que apresenta planícies, morros e afloramentos rochosos. Quaraí - RS.

Pantanal

Situa-se na região oeste dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul formando uma grande planície. Apresenta clima predominantemente quente e úmido e é considerado uma das maiores áreas úmidas da Terra. O solo é pouco permeável, o que favorece a ocorrência das inundações anuais, geralmente entre os meses de outubro e abril, formando baias (lagoas pantaneiras). Essas baias misturam-se a rios tortuosos, campos alagadiços, matas ciliares, capões de matas e riachos da planície compondo os diferentes habitats pantaneiros.



■ Lagoas pantaneiras durante a época da cheia. Corumbá - MS.

O ciclo das águas, ou seja, a alternância entre períodos de cheia e seca, causa intensas alterações nessa paisagem, influenciando o cotidiano das populações regionais e a vida silvestre.

Sua cobertura vegetal vem sendo constantemente ameaçada pela pecuária e pela agricultura.

Biomass costeiras

O Brasil apresenta uma extensa costa litorânea, onde podem ser encontrados diversos ecossistemas, como manguezais, restingas, dunas, praias, ilhas, costões rochosos, baias, falésias e recifes de corais, que, em conjunto, formam os biomass costeiras. Essa diversificação se deve às diferenças climáticas, geológicas e de constituição do solo, à variação de marés, entre outros fatores.

Esses ecossistemas, como os manguezais e os recifes de corais, são imprescindíveis para a alimentação, a reprodução e o desenvolvimento dos estágios iniciais de vida de diferentes espécies marinhas. Ilhas, costões, restingas, baias e falésias servem de abrigo e local para captura de alimento. Assim, o equilíbrio de diversas populações de aves, peixes, répteis e mamíferos depende da conservação dos biomass costeiras.

Principais domínios morfoclimáticos do Brasil

O Brasil apresenta um extenso território com diferentes tipos de clima e relevo. Para facilitar a compreensão da dinâmica e da extensão dessas diferentes paisagens, o geógrafo brasileiro Aziz Ab'Sáber classificou-as em **domínios morfoclimáticos**, os quais consideram as características morfológicas do relevo, o clima, os aspectos hidrológicos, geográficos e do solo, entre outros.

Aziz Ab'Sáber também definiu as áreas de transição, que ficam entre os domínios morfoclimáticos. É importante salientar que cada domínio pode apresentar vários tipos de biomass.

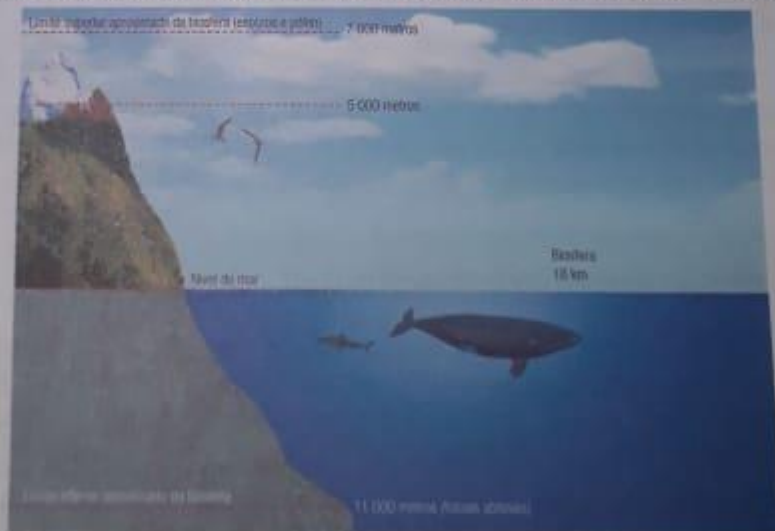
Observe, no mapa, os seis domínios morfoclimáticos brasileiros



Biosfera

A biosfera (do grego *bios*, vida; *sphaira*, esfera, globo) constitui o conjunto de todos os ecossistemas da Terra, ou seja, todos os ambientes com seres vivos. Esse termo foi utilizado pela primeira vez pelo geólogo austriaco Eduard Suess (1831-1914), e os limites da biosfera vão desde as proximidades do topo das mais altas montanhas até as regiões mais profundas dos oceanos.

A maioria dos seres vivos terrestres vive em regiões localizadas até 5000 m acima do nível do mar. Nos oceanos, podem ser encontrados alguns organismos vivendo a mais de 9000 m de profundidade, como as arqueas. No entanto, grande parte dos seres vivos marinhos vive até 150 m de profundidade.



■ Representação esquemática dos limites da biosfera

por fungos e bactérias. Sua atividade impede que a biosfera fique inteiramente coberta por matéria orgânica morta, fato que inviabilizaria a existência da vida na Terra.

Os organismos que obtêm alimento de uma fonte comum, ou seja, apresentam o mesmo tipo de nutrição, constituem um **nível trófico** ou **alimentar**, e esse sistema de transferência de energia por meio dos alimentos forma as **cadeias** e **teias alimentares**. Os organismos produtores ocupam o **primeiro nível trófico**, os consumidores primários, o **segundo nível trófico**, e assim sucessivamente.

Muitos animais apresentam hábitos alimentares **onívoros** (do latim omni, tudo, vorare, devorar, comer), ou seja, atuam ora como herbívoros, ora como carnívoros. Essa característica é uma estratégia adaptativa ao ambiente. Nesses casos, um mesmo animal pode ocupar mais de um nível trófico, dependendo do tipo de alimento que está ingerindo. Entre os animais onívoros, estão porcos, galinhas, macacos e seres humanos.

ATUAÇÃO DOS ORGANISMOS E SEU NÍVEL TRÓFICO NA CADEIA ALIMENTAR

Atuação na cadeia alimentar		Nível trófico	
Autótrofos	Produtores		Primeiro
Heterótrofos	Consumidores	Primário	Segundo
		Secundário	Terceiro
		Terciário	Quarto
		Quaternário	Quinto
	Decompositores		Último

Ciclo da matéria e fluxo de energia

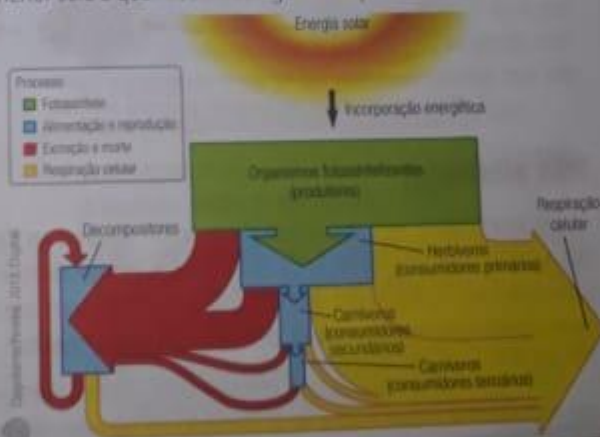
As cadeias e teias alimentares possibilitam que, por meio da alimentação, ocorram dois fenômenos básicos à sobrevivência das espécies: o **fluxo de energia** e a **ciclagem da matéria**.

A energia solar capturada pelos seres autótrofos possibilita o início do **fluxo de energia** nas cadeias alimentares. No processo de fotossíntese realizado por esses organismos, a energia luminosa é convertida em energia química e armazenada em moléculas orgânicas. Essas moléculas são, em parte, consumidas pelos próprios seres que as fabricam; a outra parte é transferida, por meio da alimentação, para os demais componentes da cadeia alimentar.

Como as moléculas orgânicas apresentam ligações altamente energéticas, ao romper tais ligações, os seres vivos obtêm energia, que é utilizada em seus processos fisiológicos, inclusive na síntese de suas próprias substâncias, como no caso das proteínas. Desse modo, a energia que entra na cadeia alimentar apresenta **fluxo unidirecional**, ou seja, entra por meio dos produtores, passa pelos consumidores até chegar aos decompositores.

Contudo, a quantidade de energia em um nível trófico é sempre maior que a transferida para o nível seguinte, pois os seres vivos utilizam parte da energia em seu próprio metabolismo, liberando-a na forma de calor. Assim, quanto mais afastado dos produtores estiver um nível trófico, menor será a quantidade energética disponível.

No caso da **matéria**, verifica-se uma **dinâmica cíclica**, pois os elementos químicos passam por todos os seres e são devolvidos ao ambiente no processo de decomposição de excretas e organismos mortos. Desse modo, a matéria é sempre reaproveitada.



■ Representação das transformações energéticas ao longo das cadeias alimentares

Conexões

1.1

Deline-se energia como a capacidade de produzir trabalho. O comportamento da energia é definido pelas seguintes leis. A *Primeira Lei da Termodinâmica* afirma que a energia pode transformar-se de um tipo noutro, embora nunca seja criada ou destruída. A luz, por exemplo, é uma forma de energia, dado poder de transformar-se em trabalho, calor, ou energia potencial de alimentos, conforme a situação, embora nenhuma porção dela possa ser destruída. A *Segunda Lei da Termodinâmica* pode ser enunciada de diversos modos, incluindo o seguinte: nenhum processo envolvendo uma transformação de energia ocorrerá espontaneamente a menos que haja uma degradação de energia de uma forma concentrada para uma forma dispersa. Por exemplo, o calor de um objeto quente tende a dispersar-se espontaneamente pelo ambiente envolvente mais frio. [...] Em Ecologia, ocupamo-nos fundamentalmente da forma como a luz está relacionada com os sistemas ecológicos, e com o modo como a energia é transformada no interior do sistema. Assim, as relações entre plantas produtoras e animais consumidores, entre predador e presa, para não falar do número e dos tipos de organismos existentes num dado meio, estão limitadas e são regidas todas elas pelas mesmas leis básicas que regem os sistemas não vivos [...].

ODUM, Eugene P. *Fundamentos de Ecologia*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p. 55-56

Cadeia alimentar

Após a captação de energia realizada pelos seres autótrofos, inicia-se um conjunto de modificações que possibilita as transformações energéticas e a passagem da matéria para os níveis tróficos.

As transformações energéticas e os caminhos percorridos pela matéria pelos níveis tróficos formam uma **cadeia alimentar**, ocorrendo, por último, a decomposição da matéria para que possa retornar ao ambiente e ser reutilizada pelos seres vivos.



Teia alimentar

De modo geral, as comunidades interagem de diversas formas entre as cadeias alimentares, pois a maior parte dos animais consome vários tipos de alimentos, ocupando mais de um nível trófico. Por isso, cada cadeia alimentar se sobrepõe e se entrelaça com diversas outras, e isso faz com que o fluxo energético ocorra em vários sentidos, formando uma organização mais complexa, denominada **teia alimentar**.

É a teia ou rede alimentar que, efetivamente, melhor demonstra toda a interdependência de uma comunidade em seu ecossistema. Desse modo, uma alteração no número de espécies em um dos elos afeta toda a teia.



Representação esquemática de uma teia alimentar

Ao se alimentar do cervo-do-pantanal, o gavião-real ocupa o terceiro nível trófico (consumidor secundário) e, ao comer a jararaca, posiciona-se no quarto nível trófico (consumidor terciário). Esse comportamento rompe a linearidade de uma cadeia alimentar e caracteriza uma teia ou rede alimentar, mostrando as relações alimentares tais como acontecem nos ecossistemas.

6 Sugestão de atividade sobre cadeias e teias alimentares.



Atividades

Os ecossistemas apresentam diferentes níveis tróficos, em que se estabelece uma rede de consumo de energia entre os seres vivos. Em relação a esse processo, explique a importância dos produtores para a manutenção dos ecossistemas.

Por meio dos produtores, a energia solar, pelo processo de fotossíntese, e a energia de substâncias inorgânicas, no caso da quimiossíntese, podem ser convertidas em energia química em moléculas orgânicas, possibilitando o fluxo de energia e a ciclagem de nutrientes nas cadeias e teias alimentares.

2. No estudo do fluxo energético nos ecossistemas, é possível aplicar as leis da Física relacionadas à Termodinâmica. Uma das consequências da 1ª lei é que em um sistema fechado a energia não se perde, mas se transforma. E da 2ª lei, podemos concluir que nas transformações de energia, há liberação de calor.

Sobre essas duas importantes leis da Física associadas à Ecologia, avalie as afirmativas a seguir.

- I. Em um ecossistema, a energia luminosa é transformada e passa de um ser vivo para outro na forma de energia química.
- II. No fluxo energético, há transferência de energia em cada elo da cadeia alimentar.

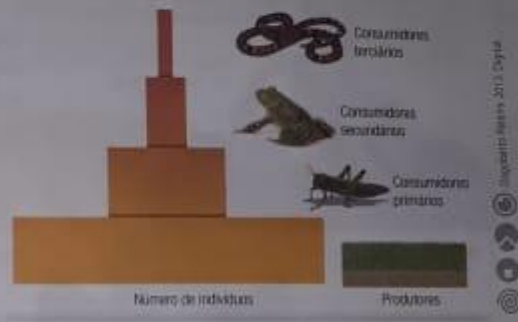
Pirâmides ecológicas

Para avaliar de forma quantitativa o que ocorre durante o fluxo de energia e o ciclo da matéria nas cadeias alimentares, são montadas as **pirâmides ecológicas**, representações gráficas do tipo pirâmide ou com retângulos superpostos que indicam os diversos níveis tróficos da cadeia alimentar, sendo que os produtores ficam sempre na base da pirâmide. O comprimento de cada nível indica a quantidade de uma das variáveis utilizadas. As pirâmides ecológicas mais usadas são as de **números, biomassa e energia**.

biomassa: corresponde à massa total de matéria orgânica de um ser vivo, ou de um conjunto de seres vivos, e reflete a quantidade de energia química potencial presente naquela quantidade de matéria orgânica.

Pirâmide de números

Indica a quantidade de seres vivos em cada nível trófico de uma cadeia alimentar em certo intervalo de tempo. Nas cadeias alimentares em que se observa o predatismo, ou seja, um ser vivo (predador) se alimenta de outro (presa), e as plantas apresentam pequeno porte, geralmente o número de produtores é maior que o de consumidores primários. Estes, por sua vez, são mais abundantes que os consumidores secundários, e assim sucessivamente. Desse modo, o número de seres vivos é decrescente, pois a energia é dissipada ao longo da cadeia alimentar.



■ Representação esquemática de uma pirâmide de números.

Copyright Pearson 2013. Digite

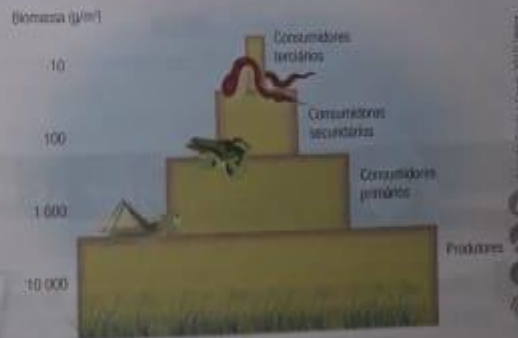


■ Representação esquemática de uma pirâmide de números com a base menor

Em outros casos, como em cadeias alimentares em que o produtor apresenta grande porte, a figura formada não se assemelha a uma pirâmide perfeita. Por exemplo, uma árvore pode sustentar um grande número de herbívoros, que servem de alimento para um pequeno número de carnívoros.

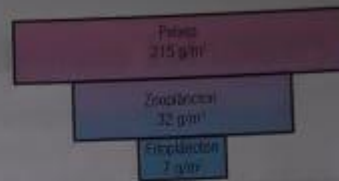
Pirâmide de biomassa

Representa a massa de matéria orgânica, denominada **massa seca**, presente em cada nível trófico em certo período, podendo ser expressa pela unidade que estabelece relação entre massa e área, por exemplo: g/m^2 e kg/km^2 . De modo geral, a pirâmide de biomassa é **direta** nos ecossistemas terrestres, que apresentam produtores com biomassa muito maior que a dos consumidores.



■ Representação esquemática de uma pirâmide de biomassa direta

Nos ecossistemas aquáticos, em que os produtores são bem menores, como as algas fitoplanctônicas, que são consumidas em grande quantidade pelo zooplâncton, a pirâmide de biomassa pode ser **invertida** (pelo menos em parte). Esse tipo de ecossistema somente consegue se manter porque as algas apresentam alta produtividade, rápida capacidade de reprodução e são consumidas em grande velocidade pelos herbívoros zooplancônicos.



Esquema representativo de uma pirâmide de biomassa invertida de cadeia alimentar aquática

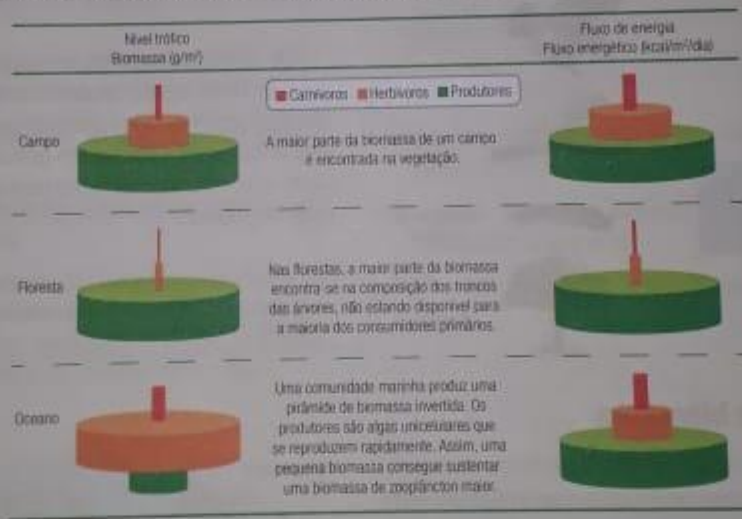
Pirâmide de energia

Uma das principais representações gráficas das cadeias alimentares é a pirâmide de energia, pois indica as transformações de energia em cada nível trófico.



Como existe uma grande demanda de energia para a execução das reações metabólicas dos seres vivos, com conversão energética na forma de calor, a quantidade de energia calorífica reduz a cada passagem de nível. Isso restringe o número dos níveis tróficos a quatro ou, no máximo, cinco e explica o número e a biomassa, geralmente decrescente, ao longo das cadeias alimentares. Por isso, uma pirâmide de energia não pode ser invertida, pois há uma quantidade maior de energia nos produtores e menor nos demais níveis.

Os ecossistemas podem ser comparados de acordo com a quantidade de matéria (biomassa) presente nos seres vivos em diferentes níveis tróficos e também com base no fluxo energético. Observe o esquema a seguir.



7 Sugestão de atividade sobre pirâmides ecológicas.

Organize as ideias

8 Sugestão de resposta.

Elabore um resumo elencando o que cada tipo de pirâmide ecológica expressa e se ela pode ou não ser invertida e em quais circunstâncias isso ocorre.

Produtividade nos ecossistemas

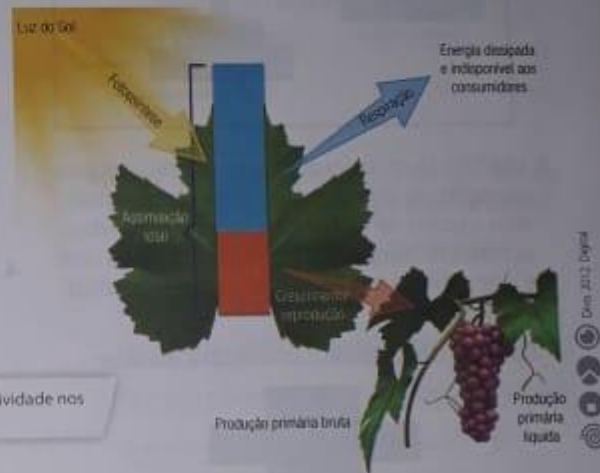
A produtividade de um ecossistema corresponde à quantidade de energia que os organismos de determinado nível trófico conseguem aproveitar da energia recebida de um alimento para produzir biomassa. Essa produtividade pode ser avaliada por meio da **produtividade primária bruta (PPB)**, que equivale, em gramas, ao total de matéria orgânica produzida pela fotossíntese e acumulada pelas plantas ou algas em certo intervalo de tempo e em determinada área (ou volume).

No entanto, deve-se subtrair desse total o volume de matéria orgânica consumida pela comunidade durante a respiração. Assim, obtém-se a **produtividade primária líquida (PPL)**, que corresponde à biomassa excedente do total adquirido com a alimentação, depois de descontados os gastos com as atividades metabólicas e a reprodução. Além da biomassa, a produção líquida indica a quantidade de energia disponível nas cadeias alimentares.

$$\text{Produção líquida} = \text{produção bruta} - \text{consumo}$$

(Alimento disponível) (Fotossíntese) (Respiração celular)

Alguns ecossistemas marinhos independentes de luz produzem energia por meio da ação de micro-organismos quimioautotróficos, como as bactérias **quimiossintetizantes** que vivem ao redor de fontes hidrotermais. Essas bactérias obtêm energia ao oxidar o sulfeto de hidrogênio (H_2S) presente na água quente dessas fontes. A maioria dos indivíduos consumidores desses ecossistemas, como moluscos, crustáceos, poliquetas e peixes, depende direta ou indiretamente dos nutrientes produzidos por essas bactérias.



■ Representação esquemática de um exemplo de produtividade em ecossistemas

Atividades

1. Leia o texto e responda às questões.

[...] Tome como exemplo um roedor silvestre de 40 g e um grilo ou esperança com cerca de 1 g cada. Para cada roedor consumido pela coruja, seria preciso 40 insetos desses para haver igualdade de biomassa. Essa diferença no tamanho das presas também pode ser observada mesmo entre insetos: operárias de cupins [...] pesam em média apenas 0,06 g, e seria necessário, portanto, 17 cupins para haver equivalência em biomassa para cada grilo ou esperança. Ainda, seriam necessárias 667 operárias de cupins para igualar em biomassa a um rato.

As corujas, juntamente com outros predadores de topo de cadeia alimentar, desempenham importante papel no controle populacional de presas como os roedores. Portanto, os predadores naturais ajudam a evitar explosões populacionais desses organismos, que trariam consequências indesejáveis, tanto em áreas naturais como em ambientes modificados como plantações, cidades, etc.

[...]

MOTTA-JUNIOR, José Carlos; BUENO, Adriana de Arruda; BRAGA, Ana Cláudia Rocha. *Corujas brasileiras*. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/corujas_brasileiras_2.html>. Acesso em: 15 ago. 2015.

Sucessão ecológica

De modo geral, as comunidades existem em um estado de fluxo contínuo, em que alguns organismos morrem e outros nascem para ocupar seus lugares. Os lagos e as lagoas, por exemplo, constituem ecossistemas que sofrem diversas mudanças ao longo do tempo. Os detritos trazidos pela ação das chuvas e pela deposição de animais e vegetais mortos propiciam o aterro desses locais, que se tornam rasos. Com as contínuas modificações da paisagem, pode ocorrer a formação de um ambiente pantanoso e, até mesmo, de uma floresta. Nesse processo de mudanças, os seres vivos são gradativamente substituídos até a implantação de uma última comunidade, denominada **comunidade clímax**, que apresenta grande estabilidade e equilíbrio.

Esse conjunto de modificações que ocorre nas comunidades denomina-se **sucessão ecológica**, a qual pode ser descrita como uma alteração em direção a uma grande diversidade e, conseqüentemente, a um aumento do número de nichos ecológicos. No estágio clímax, verifica-se uma comunidade estável, com tendência a manter constantes a biodiversidade, a biomassa e as condições climáticas onde ocorre.

Objetivos da unidade:

- compreender as etapas e os tipos de sucessão ecológica e sua importância para a manutenção da biodiversidade;
- identificar os diferentes tipos de interações ecológicas e a maneira como estas influenciam na dinâmica das populações;
- entender como os nutrientes são reutilizados nos ecossistemas por meio dos ciclos biogeoquímicos.



1950 Lagos, lagoas e nos podem sofrer diversas mudanças com o tempo.



1970 Detritos e fragmentos de solo trazidos pela ação da água das chuvas deixam esses locais mais rasos.



1990 Com isso, muitas espécies de peixes deixam de se estabelecer nessas áreas.



2010 Com o tempo, pode ocorrer a formação de um ambiente pantanoso ou de uma floresta.

■ Representação esquemática hipotética de mudanças que podem ocorrer ao longo dos anos em uma área, caracterizando a sucessão ecológica

a instalação de plantas pequenas. Essas plantas continuam a alterar o ambiente e vão sendo substituídas por outras maiores, até o estabelecimento de uma comunidade clímax.

Outro exemplo é o caso das dunas recém-formadas, em que as gramíneas arenárias são as pioneiras. Depois que elas ocupam a duna e os nutrientes orgânicos se acumulam, os vegetais intermediários se estabelecem. Em seguida, surge a comunidade clímax.



■ Representação esquemática do processo de sucessão ecológica primária em uma duna recém-formada.

Sucessões secundárias

Ocorrem em locais anteriormente explorados e que foram destruídos por agentes climáticos naturais, como inundações, tsunamis e terremotos, ou atividades humanas (queimadas, desmatamentos, minerações, campos de cultivo abandonados, entre outras). Trata-se de um processo que ocorre mais rapidamente, pois, nesse tipo de sucessão, já houve a formação do solo ou sedimento de fundo permanente. Além disso, em virtude dessas condições ambientais diferenciadas, novas espécies podem surgir no local, resultando em uma comunidade clímax diferente daquela encontrada na formação primária.



■ Representação esquemática do processo de sucessão ecológica secundária em uma região florestal.

Fases da sucessão ecológica

A sucessão ecológica é um processo que se estende por um período de tempo considerável e apresenta fases com características distintas. Ela inicia-se com a colonização de uma região a partir do estabelecimento das espécies **pioneiras**, que correspondem aos primeiros seres vivos que se instalam no local. Em geral, são seres resistentes a ambientes hostis – com calor excessivo, escassez de água e nutrientes e solo pouco estável – que constituem uma **comunidade pioneira**, como líquens, musgos, samambaias e gramíneas. A presença dessas espécies de pequeno porte é fundamental no processo de sucessão, pois suas atividades biológicas, bem como a decomposição de seus corpos, enriquecem o solo de nutrientes e umidade, criando condições adequadas para o estabelecimento de animais e outras plantas.

As comunidades pioneiras apresentam produtividade bruta (fotossíntese) maior que o consumo da atividade respiratória. Assim, diz-se que a relação entre elas é maior que 1. A produção líquida é alta e a maior parte da energia obtida destina-se à sua dispersão reprodutiva. Depois da instalação da comunidade pioneira, inicia-se o aparecimento da **comunidade intermediária**, composta de plantas herbáceas e arbustivas localizadas em regiões próximas que aproveitam as melhores condições criadas pelos pioneiros. Suas sementes são trazidas por pássaros, pela água ou pelo vento. Na comunidade intermediária, a produção líquida é inferior à da comunidade pioneira.

Sucessivas gerações de plantas e animais passam a se estabelecer nesse ambiente e, após determinado tempo, a comunidade atinge o limite de desenvolvimento compatível com as condições físico-químicas do ecossistema a que pertence, tornando-se relativamente estável. Essa etapa caracteriza o último estágio de intensas modificações na paisagem, constituindo a **comunidade clímax**.

Uma comunidade biológica em clímax apresenta diversas espécies mais complexas, como árvores e animais maiores que ali se instalam. Sua biomassa é grande e constante e sua produção líquida é pequena, pois apresenta um consumo energético muito intenso. Há uma maior diversidade de espécies, as quais são mais estáveis. Além disso, o ambiente apresenta maior quantidade de nichos ecológicos.

A comunidade clímax ocorre em qualquer ecossistema, e não apenas nas florestas. Por exemplo, as comunidades que habitam os desertos estão perfeitamente adaptadas e em equilíbrio. Por isso, encontram-se no estágio clímax de uma sucessão ecológica.



■ Representação esquemática das etapas de uma sucessão ecológica

Sucessões primárias

Esse tipo de sucessão ocorre em ambientes nunca habitados (estéreis). A superfície de um rochedo inicialmente inabitado, uma rocha vulcânica nua ou uma duna recém-formada podem vir a abrigar uma comunidade clímax.

Quando os líquens (espécies pioneiras) se instalam em uma rocha, eles passam a liberar ácido líquênico, que degrada pedaços da rocha. Esses pedaços se desagregam e, com o tempo, formam um solo simples, que proporciona

Quando uma comunidade climax é destruída, a nova sucessão ecológica geralmente não desenvolve um climax semelhante ao anterior. No caso das florestas, as formações florestais secundárias denominam-se **capoeiras**, que se restabelecem aos poucos rumo à composição original. No entanto, além das diferenças na composição vegetal em relação à floresta primária (antes da devastação), a secundária geralmente apresenta árvores com copas mais baixas, maior oscilação da temperatura ambiente e menos umidade.

Conexões

A Ilha de Cracatoa

Em 27 de agosto de 1883, a Ilha de Cracatoa, no Estreito de Sunda da atual Indonésia, explodiu após meses de atividade vulcânica. A maior parte da ilha foi jogada longe, e toda a vida foi apagada. Enormes tsunamis varreram as costas das vizinhas Sumatra e Java, matando dezenas de milhares de pessoas. Imensas quantidades de cinza encheram a atmosfera, reduzindo a luz solar e criando espetaculares pores do sol avermelhados em todo o globo, enviando as temperaturas para os níveis mais baixos em anos.

Uma vez que os fantásticos efeitos da enorme catástrofe desvaneceram-se, os cientistas reconheceram o imenso valor de Cracatoa como um laboratório natural para estudar o desenvolvimento das comunidades biológicas numa terra nua e recentemente formada de cinza vulcânica. [...]

Como se poderia esperar, diversas plantas dispersadas pelo mar nas costas tropicais por toda a região foram as primeiras espécies a aparecer na ilha, formando 10 das 24 espécies que tinham colonizado Cracatoa em 1886 [...]. Entre as pioneiras estavam as gramíneas e samambaias dispersadas pelo vento, cujas sementes e esporos poderiam voar através do oceano. [...]

À medida que as florestas se desenvolveram, aves e morcegos foram atraídos para a ilha. [...]

Cracatoa continuará a ser um importante laboratório de estudo para a dinâmica da mudança das comunidades.

RICKLEFS, Robert E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. p. 349-350.

Organize as ideias

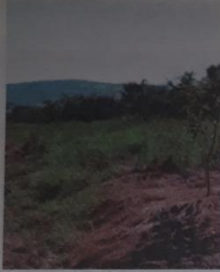
2 Com base na imagem de abertura da unidade, que mostra o fogo no Cerrado, responda às questões.

1. Após o processo de queimada, a sucessão ecológica que ocorre na área afetada desse bioma se caracteriza por ser primária ou secundária? Justifique sua resposta.
2. Conforme o ambiente se recupera após a queimada, a biodiversidade se restabelece na área degradada. Os organismos que passam a habitar o local são necessariamente os mesmos que a ocupavam antes de ela ser afetada pelo fogo? Justifique sua resposta. 2 Sugestão de respostas.

Ecótono

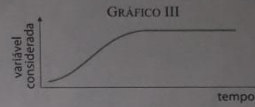
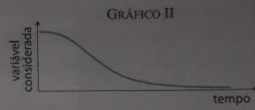
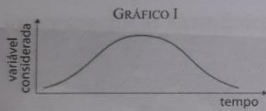
Ao analisar ecossistemas vizinhos, como uma floresta e um campo, torna-se difícil estabelecer o limite preciso entre eles. A dispersão natural que ocorre tanto no campo quanto na floresta faz com que ambos se invadam mutuamente criando uma linha de **transição** entre os dois ecossistemas ou entre duas comunidades climax.

6. (UNESP – SP) A figura mostra uma antiga área de cultivo em processo de recuperação ambiental.



(www.google.com.br)

Já os gráficos representam alterações que ocorrem nessa área durante o processo de recuperação.



Durante o processo de sucessão secundária da área, em direção ao estabelecimento de uma comunidade clímax florestal, os gráficos que representam o número de espécies de gramíneas, a biomassa, o número de espécies de arbustos e a diversidade de espécies são, respectivamente,

- a) II, I, III e II.
- b) III, I, III e II.
- c) I, III, II e I.
- d) II, III, III e II.
- x e) I, III, I e III.

Sugestão de atividades: questões 1 a 4 da seção **Hora de estudo**.

Relações ecológicas

Nas diversas comunidades bióticas, existem diferentes formas de relações ou interações entre os organismos. O próprio conceito de Ecologia destaca as interações entre os seres vivos e as relações entre eles e o ambiente, genericamente denominadas **relações ecológicas**.

As interações que se estabelecem entre indivíduos de uma mesma espécie denominam-se **relações intraespecíficas**; e as entre indivíduos de espécies diferentes, **relações interespecíficas**.

Algumas interações podem proporcionar benefícios recíprocos ou beneficiar apenas um dos seres envolvidos, sem prejudicar o outro. Nesse caso, são denominadas **harmônicas** ou positivas. Já outras beneficiam apenas um dos organismos, causando prejuízo ao outro, sendo chamadas de **desarmônicas** ou negativas. As relações ecológicas harmônicas e desarmônicas podem ocorrer entre seres vivos de uma mesma espécie ou de espécies diferentes.

³ Sugestão de encaminhamento sobre as relações ecológicas.

Relações intraespecíficas

Relações intraespecíficas harmônicas

Colônia

Associação de indivíduos de uma mesma espécie que vivem unidos e atuam em conjunto, garantindo o desenvolvimento de toda a colônia. Esse tipo de interação pode apresentar diferentes níveis de complexidade e divisão de funções entre os indivíduos. Em relação a essas características, as colônias são classificadas em **isomorfas**, quando

os organismos são semelhantes e executam funções muito parecidas, sem divisão de trabalho, como as bactérias, as cianobactérias e os corais, ou **heteromorfas**, quando os indivíduos são diferentes e apresentam divisão de trabalho, executando funções bastante distintas, como as caravelas (*Physalia physalis*) e as algas do gênero *Volvox*.



■ Colônias isomorfas de cianobactérias. Micrografia óptica, sem informação de aumento.



■ Colônia heteromorfa de cnidários formando a caravela

Sociedade

Sugere-se indicar para os alunos a leitura da reportagem "Somos 7 bilhões de pessoas no mundo", de Robert Kunzig (ver Sugestão para os alunos).

Associação de organismos que não se encontram unidos fisicamente, mas apresentam uma organização social em que cada um executa determinada função, havendo, assim, cooperação e divisão de trabalho. Inúmeras espécies vivem em sociedade, por exemplo: abelhas, cupins, formigas, macacos, pássaros e seres humanos.



■ Formigas são insetos sociais que apresentam, em seu grupo, operárias, rainhas e machos.

Relações intraespecíficas desarmônicas

Competição intraespecífica

Caracteriza-se pela relação entre indivíduos da mesma espécie que competem por um ou mais recursos do ambiente. Nesse caso, os organismos apresentam o **mesmo nicho ecológico**, disputando alimento, espaço, luminosidade (plantas) ou parceria sexual. Essa forma de interação possibilita que o crescimento populacional da espécie seja regulado, determinando quais indivíduos podem coexistir no mesmo hábitat.

A competição também apresenta grande importância evolutiva, pois um indivíduo mais eficiente em ocupar determinado nicho terá maior chance de reprodução e seus descendentes poderão ser mais adaptados, aumentando a capacidade competitiva da população. Um exemplo é a luta entre machos de mamíferos pelo território e por fêmeas na época da reprodução.



■ Elefantes-marinhos machos em uma disputa por território

Canibalismo

Interação em que alguns indivíduos se alimentam de outros da mesma espécie. Esse comportamento poderia provocar a extinção da maioria das espécies e, geralmente, ocorre em função da falta de recursos alimentares ou quando a competição é muito intensa em um mesmo território. Sapos, ratos, leões e macacos são exemplos de seres vivos que podem se alimentar de indivíduos de sua própria espécie. Em cada caso e espécie, os motivos para o canibalismo são diferentes.

O canibalismo também pode ocorrer para a garantia da perpetuação da espécie, sendo chamado de canibalismo sexual. Isso ocorre, por exemplo, com o louva-a-deus e a aranha viúva-negra, cujas fêmeas, após a reprodução, alimentam-se do macho. Na verdade, os próprios machos facilitam esse procedimento, garantindo que a fêmea tenha alimento e nutrientes para o desenvolvimento dos ovos.



■ Casal de insetos louva-a-deus realizando a reprodução. O macho é menor que a fêmea, e esta se alimenta dele ao final da cópula.

Relações interespecíficas

Relações interespecíficas harmônicas

Protocooperação

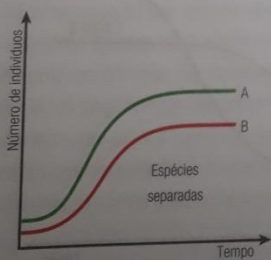


■ Caranguejo paguro com anêmona-do-mar fixa em sua concha

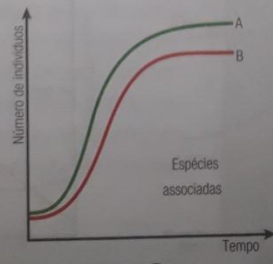
Relação ecológica em que os dois indivíduos envolvidos se beneficiam sem que haja dependência entre eles, ou seja, eles podem viver separadamente. No entanto, é mais vantajoso para ambos que estejam juntos, ou próximos, para obter mais facilmente abrigo, alimento ou outro recurso. Por isso, essa relação também é denominada **mutualismo facultativo**. São exemplos de protocooperação as relações entre plantas e seus polinizadores, pássaros que se alimentam de carrapatos e o gado, pássaro paliteiro e jacaré, **caranguejo paguro** (*Pagurus prideaux*) e anêmona-do-mar.

Os gráficos a seguir ilustram os efeitos da

protocooperação na população de duas espécies (A e B). O gráfico I retrata o desenvolvimento das duas espécies vivendo separadamente; e o gráfico II, o desenvolvimento dessas mesmas espécies vivendo em associação. É possível observar que as populações das duas espécies sofreram um aumento no número de indivíduos quando passaram a viver associadas, ou seja, o benefício para ambas é maior quando vivem juntas.



I



II

O **caranguejo paguro** apresenta o abdômen amolecido e, para protegê-lo, insere sua região abdominal no interior de uma concha vazia de molusco gastrópode e passa a viver e a se deslocar dessa maneira. Para evitar ataques de predadores, ele coloca uma ou mais anêmonas-do-mar sobre a concha. Assim, os tentáculos urticantes da anêmona afastam predadores, e a anêmona se beneficia com a movimentação do caranguejo, pois amplia sua possibilidade de conseguir alimentos.

Mutualismo

Esse tipo de relação ocorre com benefício mútuo para os dois indivíduos envolvidos, contudo existe uma **dependência obrigatória** entre eles. Por exemplo, os cupins, apesar de se alimentarem de madeira, não são capazes de digeri-la. Assim, dependem das bactérias e dos protozoários que habitam seu tubo digestório para realizar esse processo. Os protozoários, por sua vez, recebem proteção e nutrientes no intestino dos cupins, sobrevivendo apenas nesse ambiente. Outros exemplos são os líquens, formados pela associação de algas e fungos, e as micorrizas, formadas pela associação de fungos e raízes de plantas.



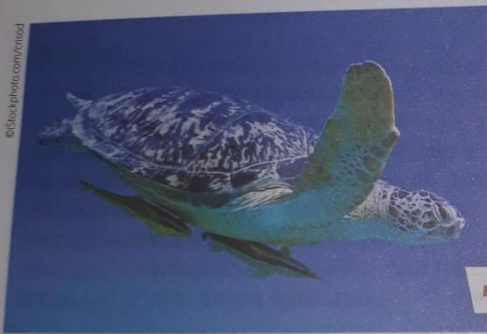
Fungos e algas apresentam relação mutualística, formando os líquens.

Comensalismo

Nesse tipo de associação, um dos organismos é beneficiado sem prejudicar ou beneficiar o outro. O recurso mais buscado pelo comensal é o alimento. Um exemplo é a relação entre o tubarão (ou a tartaruga) e a rêmora. Esse peixe apresenta uma nadadeira dorsal modificada que

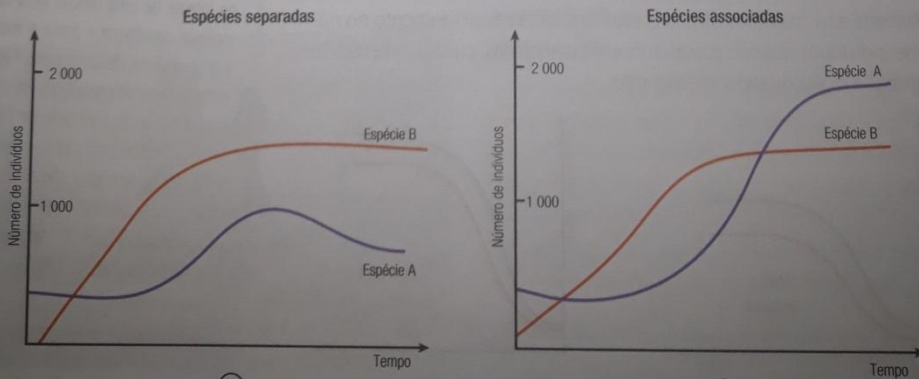
funciona como ventosa, possibilitando que se mantenha aderido ao corpo do tubarão ou da tartaruga. Quando esses animais capturam suas presas, a rêmora se desprende e come os restos de alimento que caem na água.

Para o animal em que a rêmora se fixa, essa relação é indiferente, uma vez que não lhe traz nem benefícios nem prejuízos. Já a rêmora se beneficia com esse convívio.



Tartaruga com rêmoras aderidas a seu corpo

Os efeitos desse tipo de relação no desenvolvimento de duas espécies (A e B) podem ser observados nos gráficos a seguir. Analisando-os, é possível perceber que somente a espécie A é beneficiada quando as duas espécies passam a viver em associação, pois o número de indivíduos dessa população aumenta. Já o número de indivíduos da espécie B se mantém praticamente o mesmo.



Inquilinismo

Trata-se de uma relação em que um organismo obtém abrigo e proteção no corpo de outro, o qual não é prejudicado. Como exemplos, podem-se citar certos crustáceos, equinodermos e poliquetos, que se abrigam nos poros de poríferos marinhos (esponjas), e as epífitas (do grego *epi*, sobre; *phyton*, planta), como as bromélias e as orquídeas, que se desenvolvem em troncos de árvores de florestas tropicais e subtropicais. Desse modo, tais plantas conseguem melhor iluminação para a realização da fotossíntese. Suas raízes absorvem a água da chuva e da umidade atmosférica sem retirar a seiva do interior da árvore. O epifitismo também ocorre quando musgos e samambaias se apoiam em troncos.

©iStockphoto.com/Rodrigo Cuel



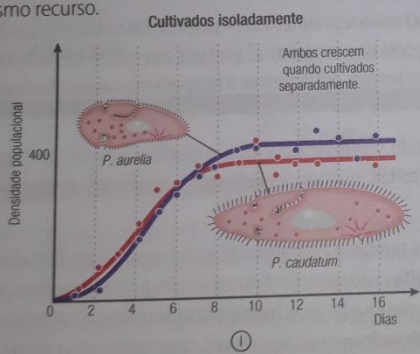
■ Espécie de bromélias e sua relação de inquilinismo com as árvores

Relações interespecíficas desarmônicas

Competição interespecífica

Ocorre quando indivíduos de espécies diferentes disputam os mesmos recursos ambientais, pois apresentam nichos ecológicos semelhantes. Assim, quanto mais parecidos forem esses nichos, maior será a competição entre os organismos. Como exemplo, podem-se mencionar leões, hienas e guepardos que vivem em determinada região e apresentam as mesmas fontes de alimento, que são gnus e zebras.

As oscilações no número de indivíduos das populações de duas espécies de protozoários do gênero *Paramecium*, (*P. aurelia* e *P. caudatum*), mostradas no segundo gráfico, indicam que ambas apresentam nichos ecológicos semelhantes, pois sofrem queda populacional quando cultivadas juntas. Assim, diz-se que essas duas espécies competem pelo mesmo recurso.



Jack Art: 2012. Digital

Predatismo

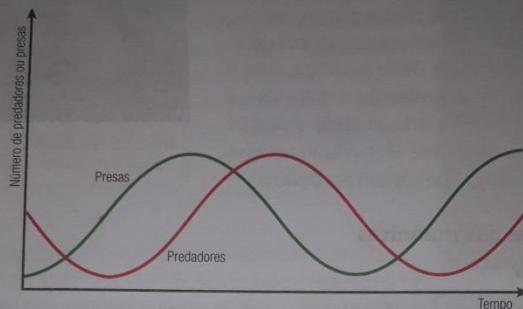
Ocorre quando um animal (**predador**) mata outro de espécie diferente (**presa**) para alimentar-se. Esse tipo de interação é facilmente encontrado nas cadeias alimentares, em que, com frequência, os organismos desempenham duplo papel, sendo ora predadores, ora presas. Com esse tipo de interação, as populações mantêm o número de indivíduos controlado, resultando, com outros fatores, em uma dinâmica populacional.

©iStockphoto.com/Weynerd



■ Ave (predador) alimentando-se de um peixe (presa)

No gráfico, são apresentadas oscilações periódicas e sincronizadas na densidade de duas populações (predadores e presas), o que revela a existência de um controle mútuo. Assim, quando o número de presas aumenta, a quantidade de predadores também aumenta em virtude da maior oferta de alimento. Entretanto, com o aumento da população de predadores, o número de presas diminui em decorrência da predação, o que acaba diminuindo também a população de predadores pela menor oferta de alimento. Com menos predadores, a população de presas volta a crescer.



Existe uma variação do predatismo denominada **herbivorismo**, em que um animal (consumidor primário) se alimenta de determinada planta ou de suas partes.

Parasitismo

Esse tipo de interação ocorre quando uma espécie (parasita) retira nutrientes do organismo de outra espécie (hospedeiro). Em geral, os parasitas não matam seus hospedeiros, pois isso também acarretaria sua morte em virtude da falta de abrigo e alimento. Contudo, os parasitas podem, com o tempo, enfraquecer o hospedeiro, causando doenças e reduzindo seu tempo de vida.

Os parasitas podem ser de dois tipos: **ectoparasitas**, quando vivem associados à superfície externa dos hospedeiros, como carrapatos, piolhos e sanguessugas; e **endoparasitas**, quando se desenvolvem dentro do organismo hospedeiro, como vermes e protozoários.

Algumas plantas dotadas de raízes sugadoras ou haustórios também mantêm interações parasíticas (fitoparasitismo), podendo ser holoparasitas ou hemiparasitas. As **holoparasitas** não realizam fotossíntese e, por esse motivo, penetram suas raízes no caule da planta hospedeira sugando a seiva elaborada. Já as **hemiparasitas** realizam fotossíntese e, por isso, penetram suas raízes no caule da planta hospedeira, retirando apenas água e sais, que compõem a seiva bruta.

Amensalismo ou antibiose

Nessa relação, uma das espécies libera substâncias que inibem o crescimento ou a reprodução de outra espécie, que pode competir por espaço ou alimento. Como exemplos, podem-se citar as bactérias patogênicas, que têm sua reprodução inibida pelo antibiótico penicilina produzido pelo fungo do gênero *Penicillium*, e algumas plantas, como eucalptos, pinheiros e cedros, os quais liberam substâncias nocivas que inibem a germinação de sementes de outras plantas.

As relações ecológicas interespecíficas, como mutualismo, comensalismo, inquilinismo e parasitismo, são agrupadas no conceito de **simbiose** (do grego *syn*, juntos; *bios*, vida). Esse conceito, criado pelo biólogo Heinrich Anton de Bary (1831-1888), agrupa relações ecológicas estabelecidas entre espécies interdependentes, as quais podem ser vantajosas ou desvantajosas para pelo menos um dos indivíduos.

Organize as ideias

As relações ecológicas podem ser caracterizadas por meio de convenções ou sinais, que indicam o que pode ocorrer com as espécies que participam das interações. As convenções utilizadas são as seguintes:

- (0) a relação é indiferente para a espécie;
- (-) a relação é negativa – dependendo do caso, pode prejudicar uma ou ambas as espécies envolvidas;
- (+) a relação é positiva – nesse caso, também pode ser que apenas uma ou ambas as espécies sejam beneficiadas.

Sobre as relações ecológicas, preencha o quadro utilizando esses símbolos e, em seguida, classifique-as em intraespecíficas ou interespecíficas e harmônicas ou desarmônicas.

Relação ecológica	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Classificação
Competição	+	-	Intra/interespecífica desarmônica
Canibalismo	+	-	Intraespecífica desarmônica
Protocooperação	+	+	Interespecífica harmônica
Comensalismo	+	0	Interespecífica harmônica
Mutualismo	+	+	Interespecífica harmônica
Inquilinismo	+	0	Interespecífica harmônica
Parasitismo	+	-	Interespecífica desarmônica
Predatismo	+	-	Interespecífica desarmônica
Colônia	+	+	Intraespecífica harmônica
Sociedade	+	+	Intraespecífica harmônica
Amensalismo	+	-	Interespecífica desarmônica

CEAB

Dinâmica das populações

De modo geral, o tamanho das populações apresenta variações em determinados períodos de tempo, as quais resultam de diversos fatores que atuam no crescimento e na distribuição populacional. A identificação desses fatores é o principal objeto de estudo da **dinâmica populacional**, por meio da qual é possível obter informações sobre o comportamento, o crescimento e a distribuição de uma espécie ou de um conjunto de espécies em determinada comunidade.

Densidade das populações

A relação estabelecida entre o número de organismos de uma população e o espaço ocupado por eles, expresso em área ou volume, denomina-se **densidade populacional**. Por exemplo, em certa área de um brejo, existem trinta girinos por metro quadrado ($30/m^2$); em um aquário, há cinco peixes por metro cúbico de água ($5/m^3$).

$$\text{Densidade (D)} = \frac{\text{Número de indivíduos da população (N)}}{\text{Unidade de área ou volume (A)}}$$

No caso das populações humanas, a **densidade populacional** é chamada de **densidade demográfica** e é calculada com base nos censos demográficos. No Brasil, esse trabalho é realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que contabiliza o número de pessoas e o divide pelo tamanho do território brasileiro (8,5 milhões de quilômetros quadrados). Segundo o IBGE, em 2000, a densidade demográfica brasileira era de $19,92 \text{ hab./km}^2$. Em 2010, esse número aumentou para $22,43 \text{ hab./km}^2$, demonstrando crescimento da população.