

**Centro de Ensino Médio Setor Leste**

**Disciplina:** Biologia

**Professor:** João Couto

**Aluno:** Bruce do Souza Melo

**Turma:** 2° "N"

# **Ecologia**

## **O que é ecologia?**

Nenhum ser vivo ou grupo de seres vivos consegue existir em isolamento. Todos os organismos – plantas ou animais – precisam de energia ou matéria do meio ambiente para sobreviver, e por isso a vida de cada um afeta a dos demais. Ecologia é a ciência que estuda as relações entre os seres vivos – dentro de cada espécie ou entre espécies diferentes – e as relações entre os seres vivos e o meio ambiente. O homem sempre estudou os seres vivos em seu ambiente natural para caçá-los ou produzir alimentos, mas a ecologia, como disciplina científica, é relativamente nova.

## Termos Básicos

A partir do protoplasma (matéria viva), forma-se a célula, daí os tecidos, que constituem os órgãos que se agrupam em sistemas que formam os organismos, espécies, etc. Podemos organizar os termos ecológicos, a partir de espécies, nos seguintes níveis:

Ecologia é a ciência que estuda o relacionamento dos seres vivos entre si e com o meio ambiente. A ecologia se divide em:

**ALELOBIOSE** (subdividida em **CENOBIOSE** e **ALOIOBIOSE**)

**ECOBIOSE**

Entende-se por alelobiose ao relacionamento dos seres vivos entre si. Quando o relacionamento é entre indivíduos de mesma espécie denominamos de cenobiose e quando envolve indivíduos de espécies diferentes usamos o termo aloiobiose. .... Exemplos: -

**CENOBIOSE:** formigas no formigueiro, abelhas na colméia, um casal em um quarto, etc. -

**ALOIOBIOSE:** bactérias no estômago dos ruminantes, parasitas no seu intestino, etc. -

**ECOBIOSE:** é o relacionamento dos seres vivos com o meio ambiente.

**ESPÉCIE** - é o conjunto de indivíduos semelhantes (estruturalmente, funcionalmente e bioquimicamente) que se reproduzem naturalmente, originando descendentes férteis. Ex.: Homo sapiens,

**POPULAÇÃO** - é o conjunto de indivíduos de mesma espécie que vivem numa mesma área e num determinado período. Ex.: população de ratos em um bueiro, em um determinado dia; população de bactérias causando amigdalite por 10 dias, 10 mil pessoas vivendo numa cidade em 1996, etc.

**COMUNIDADE OU BIOCENOSE** - é o conjunto de populações de diversas espécies que habita uma mesma região num determinado período. Ex.: seres de uma floresta, de um rio, de um lago de um brejo, dos campos, dos oceanos, etc.

**ECOSSISTEMA OU SISTEMA ECOLÓGICO** - é o conjunto formado pelo meio ambiente físico ou seja, o **BIÓTOPO** (formado por fatores abióticos -

sem vida - como: solo, água, ar) mais a comunidade (formada por componentes bióticos - seres vivos) que com o meio se relaciona.

**HABITAT** - é o lugar específico onde uma espécie pode ser encontrada, isto é, o seu "ENDEREÇO" dentro do ecossistema. Exemplo: Uma planta pode ser o habitat de um inseto, o leão pode ser encontrado nas savanas africanas, etc.

**NICHO ECOLÓGICO** - é o papel que o organismo desempenha no ecossistema, isto é, a "PROFISSÃO" do organismo no ecossistema. O nicho informa às custas de que se alimenta, a quem serve de alimento, como se reproduz, etc. Exemplo: a fêmea do *Anopheles* (transmite malária) é um inseto hematófago (se alimenta de sangue), o leão atua como predador devorando grandes herbívoros, como zebras e antílopes.

**ECÓTONO** - é a região de transição entre duas comunidades ou entre dois ecossistemas. Na área de transição (ecótono) vamos encontrar grande número de espécies e, por conseguinte, grande número de nichos ecológicos.

**BIOTÓPO** - Área física na qual os biótipos adaptados a ela e as condições ambientais se apresentam praticamente uniformes.

**BIOSFERA** - Toda vida, seja ela animal ou vegetal, ocorre numa faixa denominada biosfera, que inclui a superfície da Terra, os rios, os lagos, mares e oceanos e parte da atmosfera. E a vida é só possível nessa faixa porque aí se encontram os gases necessários para as espécies terrestre e aquáticas: oxigênio e nitrogênio.

Distinguímos em ecologia três grandes subdivisões: a auto-ecologia, a dinâmica das populações e a sinecologia. Estas distinções são um pouco arbitrárias mas têm a vantagem de ser cômodas para uma exposição introdutória.

- **A auto-ecologia** (Schroter, 1896) estuda as relações de uma única espécie com seu meio. Define essencialmente os limites de tolerância e as preferências das espécies em face dos diversos fatores ecológicos e examina a ação do meio sobre a morfologia, a fisiologia e o comportamento. Desprezam-se as interações dessa espécie com as outras, mas freqüentemente ganha-se na precisão das informações. Assim definida, a auto-ecologia tem evidentemente correlacionamentos com a fisiologia e a morfologia. Mas tem também seus próprios problemas. Por exemplo, a determinação das

preferências térmicas de uma espécie permitirá explicar (ao menos em parte) sua localização nos diversos meios, sua repartição geográfica, abundância e atividade.

- **A dinâmica das populações** (ou Demòkologie dos autores alemães, Schwertfeger, 1963) descreve as variações da abundância das diversas espécies e procura as causas dessas variações.

- **A sinecologia** (Schroter, 1902) analisa as relações entre os indivíduos pertencentes às diversas espécies de um grupo e seu meio. O termo biocenótica (Gams, 1918) é praticamente um sinônimo. O estudo sinecológico pode adotar dois pontos de vista:

1. O ponto de vista estático (sinecologia descritiva), que consiste em descrever os grupos de organismos existentes em um meio determinado. Obtém-se assim conhecimentos precisos sobre a composição específica dos grupos, a abundância, freqüência, constância e distribuição espacial das espécies constitutivas.

2. O ponto de vista dinâmico (sinecologia funcional), com dois aspectos. Parte-se descrever a evolução dos grupos e examinar as influências que os fazem suceder-se em um lugar determinado. Pode-se também estudar os transportes de matéria e de energia entre os diversos constituintes de um ecossistema, o que conduz às noções de cadeia alimentar, de pirâmides dos números, das biomassas e das energias, de produtividade e de rendimento. Esta última parte constitui o que se chama a sinecologia quantitativa.

Outras subdivisões da ecologia levam em consideração a natureza do meio e correspondem aos três grandes conjuntos da biosfera: a ecologia marítima, a ecologia terrestre e a ecologia límnic. A natureza dos organismos e os métodos de estudo são geralmente muito diferentes nesses três meios, embora em muitos casos os princípios gerais sejam os mesmos. É preciso abandonar a divisão antiga entre ecologia animal e ecologia vegetal, que separava arbitrariamente organismos que guardam entre si estreitas inter-relações. Se um pesquisador se limita ao estudo dos vegetais ou ao dos animais é unicamente por motivo da impossibilidade material que uma só pessoa tem de abordar os dois campos.

# **Ecossistemas**

## **Biosfera**

A biosfera refere-se a região do planeta ocupada pelos seres vivos. É possível encontrar vida em todas as regiões do planeta, por mais quente ou frio que elas sejam.

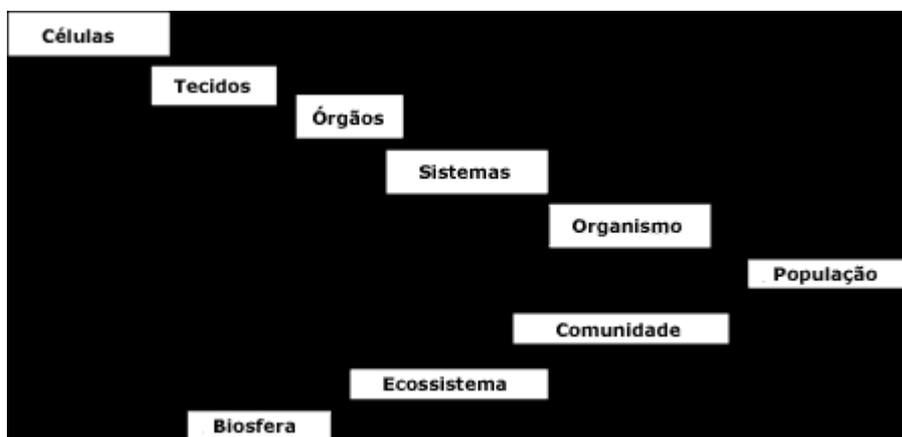
O conceito de biosfera foi criado por analogia a outros conceitos empregados para designar parte de nosso planeta. De modo qual, podemos dizer que os limites da biosfera se estendem desde às altas montanhas até as profundezas das fossas abissais marinhas.

O aparecimento da espécie humana na Terra dada uns 100 mil anos, e a grande expansão das populações humanas aconteceu durante o último milênio. A presença tem interferido profundamente no mundo natural.

É necessário preservar as harmonias da biosfera, se nós não nos concretizarmos que as espécies de seres vivos, inclusive a humana mantém várias inter-relações e que a influência no mundo pode criar vários desequilíbrios.

## **Organização do mundo vivo**

Podemos dividir o mundo vivo em estratos para um melhor entendimento da gradação da complexidade e por isto existem níveis de organização segundo os quais podemos entender o mundo vivo. Partindo do mais simples ao mais completos teremos:



## **Ecosistemas**

Conjunto formado por uma biocenose ou comunidade biótica e fatores abióticos que interatuam, originando uma troca de matéria entre as partes vivas e não vivas. Em termos funcionais, é a unidade básica da Ecologia, incluindo comunidades bióticas e meio abiótico influenciando-se mutuamente, de modo a atingir um equilíbrio. O termo "ecossistema" é, pois, mais geral do que "biocenose", referindo a interação dos fatores que atuam sobre esta e de que ela depende.



### **Componentes básicos de um ecossistema**

Os organismos vivos e o seu ambiente inerte (abiótico) estão inseparavelmente ligados e interagem entre si. Qualquer unidade que inclua a totalidade dos organismos (isto é, a "comunidade") de uma área determinada interagindo com o ambiente físico por forma a que uma corrente de energia conduza a uma estrutura trófica, a uma diversidade biótica e a ciclos de materiais (isto é, troca de materiais entre as partes vivas e não vivas) claramente definidos dentro do sistema é um sistema ecológico ou ecossistema. Do ponto de vista trófico (de trophe = alimento), um ecossistema tem dois componentes (que como regra costumam estar separados no espaço e no tempo), um componente autotrófico (autotrófico = que se alimenta a si mesmo), no qual predomina a fixação da energia da luz, a utilização de substâncias inorgânicas simples e a elaboração de substâncias complexas, e um componente heterotrófico (heterotrófico = que é alimentado por outro), no

qual predominam o uso, a nova preparação e a decomposição de materiais complexos.

Os ecossistemas são formados pela união de dois fatores:

**Fatores abióticos** - o conjunto de todos os fatores físicos que podem incidir sobre as comunidades de uma certa região.

**Fatores bióticos** - conjunto de todos seres vivos e que interagem uma certa região e que poderão ser chamados de biocenose, comunidade ou de biota.

Exemplo: chamava-se de micro flora, flora autóctone ou ainda fora normal todo o conjunto de bactérias e seres, os corpos que viviam no interior do corpo humano ou sobre a pele. Hoje o termo melhor usado em consonância com os termos ecológicos seria microbiota normal.

### **Dimensão**

É muito variável a dimensão de um ecossistema. Tanto é um ecossistema uma floresta de coníferas, como um tronco de árvore apodrecido em que sobrevivem diversas populações de seres minúsculos. Assim como é possível associar todos os ecossistemas existentes num só, muito maior, que é a ecosfera, é igualmente possível delimitar em cada um, outros mais pequenos, por vezes ocupando áreas tão reduzidas que recebem o nome de microecossistemas.

### **Constituintes e Funcionamento**

Segundo a sua situação geográfica, os principais ecossistemas são classificados em terrestres e aquáticos. Em qualquer dos casos, são quatro os seus constituintes básicos: - substâncias abióticas - compostos básicos do meio ambiente; - produtores - seres autotróficos, na maior parte dos casos plantas verdes, capazes de fabricar a sua própria substância a partir de substâncias inorgânicas simples; - consumidos - organismos heterotróficos, quase sempre animais, que se alimentam de outros seres ou de partículas de matéria orgânica, - decompositores - seres heterotróficos, na sua maioria bactérias e fungos que, decompondo as complexas substâncias dos organismos mortos, ingerem partes destes materiais libertando, em contrapartida, substâncias simples que, lançadas no ambiente. podem ser assimiladas pelos produtores.

Há grande diversidade de ecossistemas:

**Ecossistemas naturais** - bosques, florestas, desertos, prados, rios, oceanos, etc.

**Ecossistemas artificiais** - construídos pelo Homem: açudes, aquários, plantações, etc.

Atendendo ao meio físico, há a considerar:

Ecossistemas terrestres

Ecossistemas aquáticos

Quando, de qualquer ponto, observamos uma paisagem, apercebemo-nos da existência de descontinuidades - margens do rio, limites do bosque, bordos dos campos, etc. que utilizamos freqüentemente para delimitar vários ecossistemas mais ou menos definidos pelos aspectos particulares da flora que aí se desenvolve. No entanto, na passagem, por exemplo, de uma floresta para uma pradaria, as árvores não desaparecem bruscamente; há quase sempre uma zona de transição, onde as árvores vão sendo cada vez menos abundantes. Sendo assim, é possível, por falta de limites bem definidos e fronteiras intransponíveis, considerar todos os ecossistemas do nosso planeta fazendo parte de um enorme ecossistema chamado ecosfera. Deste gigantesco ecossistema fazem parte todos os seres vivos que, no seu conjunto, constituem a biosfera e a zona superficial da Terra que eles habitam e que representa o seu biótopo. Ou seja:

### **BIOSFERA + ZONA SUPERFICIAL DA TERRA = ECOSFERA**

Mas assim como é possível associar todos os ecossistemas num só de enormes dimensões - a ecosfera - também é possível delimitar, nas várias zonas climáticas, ecossistemas característicos conhecidos por biomas. Por sua vez, em cada bioma, é possível delimitar outros ecossistemas mais pequenos. Diferentes tipos de ecossistemas:

**Tundra** - Característica das regiões de clima frio. Predominam musgos, líquenes, gramíneas e algumas árvores anãs.

**Taiga** - Clima frio, mas menos frio que o da tundra. Há mais água no estado líquido. Árvores com copas em forma de cone e com folhagem persistente. Deste modo, há melhor aproveitamento da fraca energia luminosa: os ramos superiores não fazem sombra sobre os inferiores e a fotossíntese realiza-se todo o ano (folhagem persistente).

**Deserto** - Clima seco e grandes amplitudes térmicas diurnas: Vegetação pouco desenvolvida e pouco variada. Animais capazes de suportar estas condições adversas.

**Floresta temperada** - Floresta de árvores de folhagem caduca, característica das zonas temporadas.

**Savana** - Pradaria característica das regiões tropicais, com algumas árvores espalhadas. Locais de pastagem para muitos herbívoros.

**Floresta equatorial** - Floresta luxuriante, com variadíssimas espécies de árvores de grande porte.

Alguns ocupam áreas tão reduzidas que merecem o nome de microecossistemas. Numa floresta, por exemplo, as clareiras e as zonas densas, a face voltada a norte ou a sul de um tronco de árvore, etc., apresentam comunidades bióticas distintas. Constituem pequenos ecossistemas no grande ecossistema que é a floresta - são os microecossistemas.

### **Fatores Abióticos**

Existem elementos componentes do ambiente físico e químico que agem sobre quase todos os aspectos da vida dos diferentes organismos, constituindo o fatores abióticos. Estes influenciam o crescimento, atividade e as características que os seres apresentam, assim como a sua distribuição por diferentes locais. Estes fatores variam de valor de local para local, determinando uma grande diversidade de ambientes. Os diferentes fatores abióticos podem agrupar-se em dois tipos principais - os fatores climáticos, como a luz, a temperatura e a umidade, que caracterizam o clima de uma região - e os fatores edáficos, dos quais se destacam a composição química e a estrutura do solo.

### **Luz**

A luz é uma manifestação de energia, cuja principal fonte é o Sol. É indispensável ao desenvolvimento das plantas. De fato, os vegetais produzem a matéria de que o seu organismo é formado através de um processo - a fotossíntese - realizado a partir da captação da energia luminosa. Praticamente

todos os animais necessitam de luz para sobreviver. São exceção algumas espécies que vivem em cavernas - espécies cavernícolas - e as espécies que vivem no meio aquático a grande profundidade - espécies abissais. Certos animais como, por exemplo, as borboletas necessitam de elevada intensidade luminosa, pelo que são designadas por espécies lucífilas. Por oposição, seres como o caracol e a minhoca não necessitam de muita luz, evitando-a, pelo que são denominadas espécies lucífugas. A luz influencia o comportamento e a distribuição dos seres vivos e, também, as suas características morfológicas.

### **A Luz e os Comportamentos dos Seres Vivos**

Os animais apresentam fototatismo, ou seja, sensibilidade em relação à luz, pelo que se orientam para ela ou se afastam dela. Tal como os animais, as plantas também se orientam em relação à luz, ou seja, apresentam fototropismo. Os animais e as plantas apresentam fotoperiodismo, isto é, capacidade de reagir à duração da luminosidade diária a que estão submetidos - fotoperíodo. Muitas plantas com flor reagem de diferentes modos ao fotoperíodo, tendo, por isso, diferentes épocas de floração. Também os animais reagem de diversos modos ao fotoperíodo, pelo que apresentam o seu período de atividade em diferentes momentos do dia.

## **Eco Relações**

Nas comunidades bióticas encontram-se várias formas de interações entre os seres vivos que as formam. Essas interações se diferenciam pelos tipos de dependência que os organismos vivos mantêm entre si. Algumas dessas interações; se caracterizam pelo benefício mútuo de ambos os seres vivos, ou de apenas um deles, sem o prejuízo do outro. Essas relações são denominadas harmônicas ou positivas.

Outras formas de interações; caracterizadas pelo prejuízo de um de seus participantes em benefício do outro. Esses tipos de relações recebem o nome de desarmônicas ou negativas.

Tanto as relações harmônicas como as desarmônicas podem ocorrer entre indivíduos da mesma espécie e indivíduos de espécies diferentes. Quando as interações ocorrem entre organismos da mesma espécie, são

denominadas relações intra-específicas ou homotípicas. Quando as relações acontecem entre organismos de espécies diferentes, recebem o nome de interespecíficas ou heterotípicas.

### **Relações harmônicas intra-específicas**

**Colônias** - colônias são associações harmônicas entre indivíduos de uma mesma espécie, anatomicamente ligados, que em geral perderam a capacidade de viver isoladamente. A separação de um indivíduo da colônia determina a sua morte.

Quando as colônias são constituídas por organismos que apresentam a mesma forma, não ocorre divisão de trabalho. Todos os indivíduos são iguais e executam todas as funções vitais. Essas colônias são denominadas homomorfas ou isomorfas. Como exemplo, podem ser citadas as colônias de corais (celenterados), de crustáceos do gênero *Balanus* (as cracas), de certos protozoários, bactérias, etc.

Quando as colônias são formadas por indivíduos com formas e funções distintas, ocorre uma divisão de trabalho. Essas colônias são denominadas heteromorfas. Um ótimo exemplo é o celenterado da espécie *Physalia caravela* popularmente conhecida por "caravelas". Elas formam colônias com indivíduos especializados na proteção e defesa (os dactilozóides), na reprodução (os gonozóides), na natação (os nectozóides), na flutuação (os pneumozóides), e na alimentação (os gastrozóides).

**Sociedades** - as sociedades são associações entre indivíduos da mesma espécie, organizados de um modo cooperativo e não ligados anatomicamente. Os indivíduos componentes de uma sociedade se mantêm unidos graças aos estímulos recíprocos. Ex: alcatéia, cardume, manada de búfalos, homem, térmitas (cupins), formigas, abelhas.

Abelhas:

A sociedade formada pelas abelhas melíferas (*Apis mellifera*) comporta três castas distintas: as operárias, a rainha e os machos ou zangões.

Uma colméia de abelhas melíferas pode conter de 30 mil a 40 mil operárias. São elas as grandes responsáveis por todo o trabalho executado na

colméia. As operárias transportam o mel e o pólen das celas de armazenamento para a rainha, zangões e larvas, alimentando-os. Produzem a cera para ampliar a colméia, limpam-na dos detritos e de companheiras mortas e doentes. Procuram, no exterior da colméia, o néctar e o pólen. Além disso, guardam e protegem a colméia. As operárias vivem, em média, seis semanas. São todas fêmeas estéreis.



A rainha apresenta a mesma constituição genética que as operárias. A diferenciação entre elas se faz pelo tipo de alimento recebido na fase de larva. Enquanto as larvas das futuras operárias recebem apenas mel e pólen, as larvas que se desenvolverão em rainhas são também alimentadas com secreções glandulares de operárias adultas. Essas secreções recebem o nome de geléia real.

Cada colméia de abelhas melíferas só tem uma rainha adulta. Esta controla as operárias graças a secreção de uma substância denominada feromônio. Essa substância se espalha por toda a colméia, passando de boca em boca. O feromônio inibe o desenvolvimento do ovário das operárias, impossibilitando-as de se tornarem rainhas.

Quando a rainha adulta abandona a sua colméia para construir uma nova, ela é seguida por cerca de metade das operárias. Inicialmente, esse novo grupo permanece enxameado durante alguns dias, em torno da rainha, num local ainda não definitivo. A seguir, o enxame se fixa em um abrigo apropriado. Uma nova colméia surgirá graças à produção de cera pelas operárias.

Na colméia antiga, aparece uma nova rainha e as que estavam em desenvolvimento são destruídas. Essa nova rainha, ao sair para o "vôo nupcial", libera o feromônio, que estimula os zangões a segui-la. Durante o vôo nupcial, a rainha é fecundada. Dependendo da espécie de abelha, a rainha poderá ser fecundada por apenas um zangão ou por vários.

A rainha, uma vez fecundada, volta à colméia, onde, após algum tempo, reiniciará a postura de ovos. Esta se prolongará por 5 a 7 anos. Os ovos fecundados originarão rainhas e operárias e os não fecundados, os zangões. Enquanto as rainhas e operárias são diplóides; ou  $2n$  pois resultam de óvulos fecundados, os zangões são haplóides ou  $n$ .

Os zangões são alimentados da mesma forma que as operárias. Delas diferem por serem haplóides ou  $n$ . Os zangões originam-se de óvulos não fecundados, portanto, partenogeneticamente. São importantes no vôo nupcial, pois fertilizam a rainha nessa ocasião. Essa é a única atividade realizada pelos zangões; terminado o vôo nupcial, voltam também à colméia. Como são incapazes de se alimentar sozinhos, são mortos a picadas pelas operárias ou expulsos da colméia, morrendo conseqüentemente, de inanição.

### **Relações harmônicas inter-específicas**

**Mutualismo** - é a associação entre indivíduos de espécies diferentes na qual ambos se beneficiam. Esse tipo de associação é tão íntima, que a sobrevivência dos seres que a formam torna-se impossível, quando são separados.

Alguns autores usam o termo simbiose para caracterizar o que definimos como mutualismo. Como a tendência atual é considerar simbiose uma associação entre indivíduos de espécies diferentes, não importando o tipo de relação entre eles, devemos usar o termo mutualismo para caracterizar a simbiose entre indivíduos de espécies diferentes, em que ambos se beneficiam.

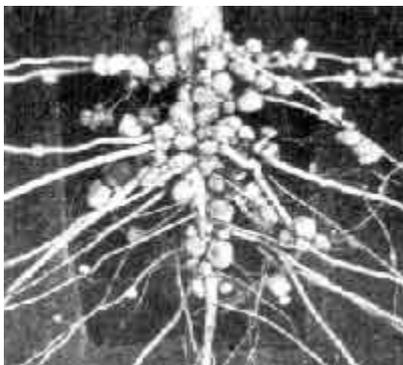
Como exemplos de mutualismo vamos analisar, entre outros, os líquens, a bacteriorriza, a micorriza, e as associações entre cupins e protozoários e entre herbívoros com bactérias e protozoários.

**Líquens** - são constituídos pela associação mutualística entre algas e fungos. A alga realiza a fotossíntese e cede ao fungo parte da matéria orgânica sintetizada. O fungo, além de proteger a alga, cede-lhe umidade e sais minerais

que absorve. Esse tipo de relação é benéfico para ambos. Permite a sobrevivência do líquen em lugares onde, isoladamente, a alga e o fungo não teriam chance. Os líquens podem ser encontrados em troncos de árvores, nas rochas nuas, nos desertos e no Ártico.



**Bacteriorriza** - é o nome que se dá à associação formada pelas bactérias do gênero *Rhizobium* com as células das raízes de leguminosas, onde se originam as nodosidades. O esquema que segue mostra uma leguminosa, evidenciando em suas raízes as nodosidades; provocadas pelas bactérias do gênero *Rhizobium*. Como veremos no ciclo do nitrogênio, as bactérias do gênero *Rhizobium* fixam o nitrogênio atmosférico. Transformam esse nitrogênio em compostos nitrogenados, que cedem às plantas leguminosas. Estas usam o nitrogênio desses compostos na síntese de seus aminoácidos e proteínas. Em troca, as leguminosas cedem, às bactérias, substâncias orgânicas que sintetizam. Raiz de leguminosa, com nódulos portadores de bactérias do gênero *Rhizobium*



**Micorriza** - é um tipo de associação mutualística que ocorre entre fungos e as raízes de certas orquídeas e da maioria das árvores florestais. O fungo, ao decompor as substâncias orgânicas, fornece à planta o nitrogênio e outros nutrientes minerais na forma assimilável. As plantas, em troca, cedem ao fungo compostos orgânicos por elas sintetizados.

**Cupins ou térmitas e protozoários** - os cupins ou térmitas utilizam em sua alimentação produtos ricos em celulose, como a madeira, o papel e certos tecidos. Contudo são incapazes de digerir a celulose, por não fabricarem a enzima celulase. Por isso, abrigam em seu intestino um protozoário flagelado

denominado Trypanosoma. A celulose, uma vez digerida, serve de alimento para ambos. Os cupins fornecem ao protozoário abrigo e nutrição e, em troca, recebem os produtos da degradação da celulose.

Ruminantes e microrganismos - os animais ruminantes, do mesmo modo que os cupins, não fabricam a enzima celulase. Como os alimentos que ingerem são ricos em celulose, também abrigam em seu estômago grande número de protozoários e bactérias capazes de fabricar a enzima celulase. A celulose serve de alimento para os herbívoros, as bactérias e os protozoários. A partir daí estabelece-se uma relação mutualística, em que as bactérias e os protozoários fornecem aos herbívoros produtos da digestão da celulose. Os herbívoros, por sua vez, fornecem abrigo e nutrição a esses microrganismos.

**Protocooperação** - protocooperação ou simplesmente cooperação é a associação entre indivíduos de espécies diferentes em que ambos se beneficiam, mas cuja coexistência não é obrigatória. Como exemplos de protocooperação vamos destacar as associações entre o paguro-eremita e as anêmonas-do-mar, o pássaro anu e certos mamíferos, o pássaro-palito e os crocodilos e a polinização feita por animais.

**O paguro-eremita e as anêmonas-do-mar** - o paguro-eremita, também conhecido com bernardo-eremita, é um crustáceo marinho que apresenta abdômen mole e desprotegido. Vive normalmente no interior de uma concha vazia de molusco, como a do caramujo, por exemplo. Presas a essa concha, podem ser encontradas as anêmonas-do-mar ou actínias, celenterados popularmente conhecidos por flores-das-pedras. As anêmonas, graças aos seus tentáculos que elaboram substâncias urticantes, afugentam os possíveis predadores do paguro. Este, ao se locomover, transporta a concha com anêmonas, aumentando muito a área de sua alimentação. Trata-se de um caso de protocooperação, porque tanto o paguro como a anêmona podem viver isoladamente. Como conceituamos, a coexistência de ambos não é obrigatória.

**O pássaro anu e certos mamíferos** - os pássaros conhecidos por anus alimentam-se de carrapatos e outros parasitas encontrados no pelo de certos mamíferos, como o gado, o búfalo, o rinoceronte, etc. Os anus, ao retirarem os parasitas (carrapatos) da pele desses mamíferos, estão se alimentando e, ao mesmo tempo, livram os mamíferos desses indesejáveis parasitas. Como no

exemplo anterior, a coexistência de ambos não é obrigatória, daí falarmos em protocooperação.

**O pássaro-palito e o crocodilo** - os crocodilos que vivem do rio Nilo, ao dormirem, podem deixar a boca aberta. O pássaro-palito aproveita essa oportunidade para se alimentar dos parasitas (sanguessugas) e restos de alimentos encontrados entre os dentes e na boca do crocodilo. Dessa forma, o pássaro-palito livra o crocodilo dos parasitas indesejáveis e, ao mesmo tempo, alimenta-se. Polinização por animais - pode-se também considerar protocooperação, pois ao se alimentar de vegetais, os pássaros ou insetos podem promover a disseminação de sementes ou pólen.

**Comensalismo** - é a associação entre indivíduos de espécies diferentes na qual um deles aproveita os restos alimentares do outro sem prejudicá-lo. O animal que aproveita os restos alimentares é denominado comensal. Exemplo de comensalismo muito citado é o que ocorre entre a rêmora e o tubarão. A rêmora ou peixe-piolho é um peixe ósseo que apresenta a nadadeira dorsal transformada em ventosa, com a qual se fixa ao corpo do tubarão. A rêmora além de ser transportada pelo tubarão, aproveita os restos de sua alimentação. O tubarão não é prejudicado, pois o peso da rêmora é insignificante. Os alimentos ingeridos pela rêmora correspondem aos desprezados pelo tubarão. Como exemplo também, as hienas se aproveitando de restos deixados pelo leão, ou *Entamoeba coli* se aproveitando de restos alimentares em nosso intestino e, até mesmo, a ave-palito comendo restos alimentares na boca do crocodilo.

**Inquilinismo** - é a associação entre indivíduos de espécies diferentes em que um deles procura abrigo ou suporte no corpo do outro, sem prejudicá-lo. O inquilinismo é uma forma de associação muito parecida com o comensalismo. Desta difere por não haver cessão de alimentos ao inquilino. Como exemplos de inquilinismo vamos destacar as associações do peixe-agulha com a holotúria e das orquídeas e bromélias com troncos de árvores.

O Peixe-agulha e a Holotúria - o peixe-agulha (*Fierasfer*) possui um corpo fino e alongado. Ele penetra no corpo da holotúria, conhecida popularmente como pepino-do-mar, para se abrigar. Do corpo da holotúria, o peixe-agulha só sai para procurar alimento, voltando logo em seguida. O peixe

agulha apenas encontra abrigo no corpo da holotúria, não a prejudicando em qualquer sentido.

Orquídeas e bromélias que vivem sobre troncos - a associação entre as orquídeas e as bromélias com troncos de árvores recebe o nome de epifitismo. Por isso, orquídeas e bromélias são denominadas epífitas. Essas plantas conseguem, vivendo sobre os troncos de árvores, o suprimento ideal de luz para realizarem a fotossíntese. Uma observação muito importante, aqui, é não confundir as orquídeas e bromélias com plantas parasitas. As epífitas são plantas que apenas procuram abrigo, proteção e luz ideal ao crescer sobre outras plantas, mas sem prejudicá-las. As parasitas, como veremos, prejudicam a hospedeira.

**Foresia** - é a associação entre indivíduos de espécies diferentes em que um se utiliza do outro para transporte, sem prejudicá-lo. Como exemplo temos a rêmora ou peixe-piolho no tubarão ou, até mesmo, o transporte de sementes por pássaros e insetos.

### **Relações desarmônicas inter-específicas**

**Predatismo** - é a interação desarmônica na qual um indivíduo (predador) ataca, mata e devora outro (presa) de espécie diferente. A morte da presa pode ocorrer antes ou durante a sua ingestão.

Os predadores, evidentemente, não são benéficos aos indivíduos que matam. Todavia, podem sê-lo à população de presas. Isso porque os predadores eliminam os indivíduos menos adaptados, podendo, influir no controle da população de presas.

Tanto os predadores como as presas mostram uma série de adaptações que permitem executar mais eficazmente as suas atividades. Assim, os dentes afiados dos tubarões, os caninos desenvolvidos dos animais carnívoros, as garras de águia, a postura e o primeiro par de patas do louva-a-deus, o veneno das cobras, as telas de aranha são exemplos de algumas adaptações apresentadas pelos predadores.



Por outro lado, as presas favorecidas pela seleção natural também evidenciam um grande número de adaptações que as auxiliam a evitar seus predadores.

A produção de substâncias de mau cheiro ou de mau gosto, as cores de animais que se confundem com o meio ambiente, os espinhos dos ouriços, as corridas dos cavalos, veados e zebras são exemplos de processos utilizados pelas presas para ludibriar seus predadores.

Entre as adaptações apresentadas por predadores e presas merecem destaque a camuflagem e o mimetismo.

***Camuflagem:***

Ocorre quando uma espécie possui a mesma cor (homocromia) ou a mesma forma (homotipia) do meio ambiente.

Exemplos:



- aves e insetos de cor verde
- inseto bicho-pau
- urso polar (branco como neve)
- leão no capim seco
- mariposas iguais a folhas

### **Mimetismo:**

Ocorre quando uma espécie possui o aspecto de outra. Exemplos:

- cobra-coral falsa (não venenosa) imitando a cobra-coral verdadeira (venenosa);

- borboleta vice-rei, que é pequena e comestível por pássaros, imitando a borboleta monarca que é maior e de sabor repugnante aos pássaros.

- mariposas imitando vespas;

- moscas inócuas imitando abelhas;

- borboleta-coruja com asas abertas lembram a cabeça de coruja.

Observe um gráfico mostrando o número de predadores (lince) e de presas (lebres) em função do tempo.

**Parasitismo** - é a associação desarmônica entre indivíduos de espécies diferentes na qual um vive à custa do outro, prejudicando-o . O indivíduo que prejudica é denominado parasita ou bionte. O prejudicado recebe o nome de hospedeiro ou biosado. Os parasitas podem ou não determinar a morte do hospedeiro. No entanto, os parasitas são responsáveis por muitos tipos de doenças ou parasitoses ainda hoje incuráveis. O parasitismo ocorre tanto no reino animal como no vegetal.

### **Classificação dos parasitas**

Os parasitas podem ser classificados segundo vários critérios:

#### **Quanto ao número de hospedeiros**

Quanto ao número de hospedeiros, os parasitas podem ser classificados em monoxenos ou monogenéticos e heteroxenos ou digenéticos.

Monoxenos ou monogenéticos são os parasitas que realizam o seu ciclo evolutivo em um único hospedeiro. Exemplos: *Ascaris lumbricoides* (lombriga) e o *Enterobius vermicularis* (oxiúrio).

Heteroxenos ou digenéticos são os parasitas que só completam o seu ciclo evolutivo passando pelo menos em dois hospedeiros. São exemplos o esquistossomo e o tripanossoma.

#### **Quanto à localização nos hospedeiros**

Quanto à localização nos hospedeiros, os parasitas podem ser ectoparasitas ou endoparasitas.

*Ectoparasitas* são os que se localizam nas partes externas dos hospedeiros. Exemplos: a sanguessuga, o piolho, a pulga, etc.



*Endoparasitas* são os que se localizam nas partes internas dos hospedeiros. Exemplos: as tênias (solitárias), a lombriga, o esquistossomo, etc.

### **Holoparasitas e Hemiparasitas**

Os parasitas vegetais podem ser de dois tipos: holoparasitas e hemiparasitas.

Holoparasitas são os vegetais que não realizam a fotossíntese ou a quimiossíntese. São os verdadeiros vegetais parasitas. Parasitam os vegetais superiores, roubando-lhes a seiva elaborada.

É o caso do cipó-chumbo, vegetal superior não clorofilado. O cipó-chumbo possui raízes sugadoras ou haustórios que penetram no tronco do hospedeiro, retirando deles a seiva elaborada.

Hemiparasitas são os vegetais que, embora realizando a fotossíntese, retiram do hospedeiro apenas a seiva bruta. Como exemplo temos a erva-de-passarinho, vegetal superior clorofilado, que rouba de seu hospedeiro a seiva bruta.

Os vegetais hemiparasitas apresentam, portanto, nutrição autótrofa e heterótrofa.

**Antibiose ou Amensalismo** - é a interação desarmônica onde uma espécie produz e libera substâncias que dificultam o crescimento ou a reprodução de outras podendo até mesmo matá-las.

Como exemplos temos:

- certas algas planctônicas dinoflageladas (do tipo Pirrófitas), quando em superpopulação (ambiente favorável) liberam substâncias tóxicas na água

causando o fenômeno da maré vermelha onde ocorre a morte de vários seres aquáticos intoxicados por tais substâncias;

- raízes de algumas plantas que liberam substâncias tóxicas, que inibem o crescimento de outras plantas.

- folhas que caem no solo (ex.: pinheiros) liberam substâncias que inibem a germinação de sementes.

- fungos do gênero *Penicillium* produzem penicilina, antibiótico que mata bactérias.

**Esclavagismo ou Escravismo** - é a interação desarmônica na qual uma espécie captura e faz uso do trabalho, das atividades e até dos alimentos de outra espécie. Certas formigas amazonas e formigas foscas, são exemplos.

Um exemplo é a relação entre formigas e os pulgões (Afídeos).

Os pulgões são parasitas de certos vegetais. Alimentam-se da seiva elaborada que retiram dos vasos liberianos de plantas como a roseira, a orquídea, etc.

A seiva elaborada é rica em açúcares e pobre em aminoácidos. Por absorverem muito açúcar, os pulgões eliminam o seu excesso pelo ânus.

Esse açúcar eliminado é aproveitado pelas formigas, que chegam a acariciar com suas antenas o abdômen dos pulgões, fazendo-os eliminar mais açúcar.

As formigas transportam os pulgões para os seus formigueiros e os colocam sobre raízes delicadas, para que delas retirem a seiva elaborada.

Muitas vezes as formigas cuidam da prole dos pulgões para que no futuro, escravizando-os, obtenham açúcar.

Alguns autores consideram esse tipo de interação como uma forma de cooperação, particularmente denominada sinfilia.

**Competição** - a competição compreende a interação ecológica em que indivíduos da mesma espécie ou indivíduos de espécies diferentes disputam alguma coisa, como por exemplo, alimento, território, luminosidade etc. Logo, a competição pode ser intra-específica (quando estabelecida dentro da própria espécie) ou inter específica (entre espécies diferentes). Em ambos os casos, esse tipo de interação favorece um processo seletivo que culmina, geralmente, com a preservação das formas de vida mais bem adaptadas ao meio ambiente e com a extinção dos indivíduos com baixo poder adaptativo. Assim, a

competição constitui um fator regulador da densidade populacional, contribuindo para evitar a superpopulação das espécies.

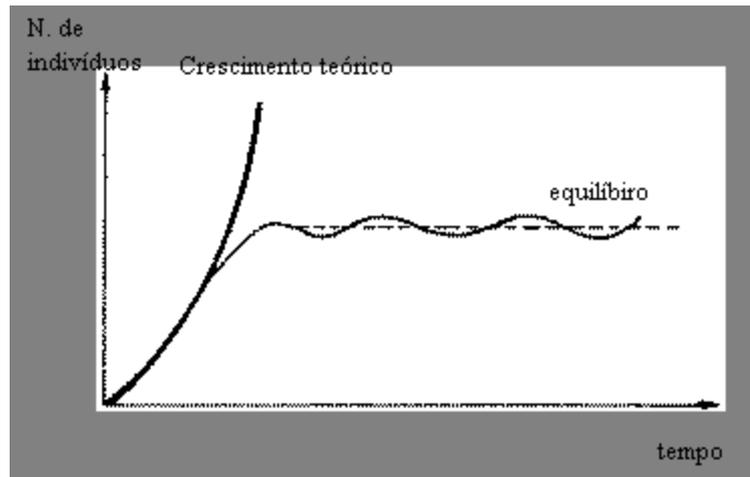


Competir significa concorrer pela obtenção de um mesmo recurso do ambiente (luz, abrigo, alimento, água, território, etc). As relações de competição entre indivíduos de espécies diferentes verificam-se, essencialmente, quando têm preferências alimentares idênticas.

## **Populações**

### **Espaço ocupado**

A população de um ecossistema pode crescer infinitamente em teoria, mas existe uma curva real de crescimento de uma população que é determinada pelo aumento dos indivíduos, modificada pela chamada resistência do ambiente. Esta resistência é composta por todos os fatores abióticos que podem influenciar no crescimento da população. O gráfico abaixo representa a curva normal de crescimento de uma população com a linha mais espessa representando o crescimento potencial e a linha sinuosa o equilíbrio atingido pela população que é chamado equilíbrio dinâmico. Este equilíbrio tem flutuações. Este número de indivíduos relativamente constante será o número de indivíduos máximo ou capacidade limite deste ambiente em relação a essa população.



### **Variações da população dentro do ecossistema**

O número de indivíduos de um ecossistema pode variar modificando o tamanho das populações que o compõe. Os principais fatores que promovem modificações em uma população são:

- emigração
- imigração
- natalidade
- mortalidade

Esses fatores podem modificar a chamada densidade populacional que pode ser descrita pela fórmula:

$$D = n. \text{ de indivíduos/área}$$

### **COMUNIDADES**

População é um grupo de organismos da mesma espécie ocupantes de uma determinada área em um determinado tempo. Uma comunidade consiste no conjunto de todas as populações de uma certa área.

A posição, ou função, de uma população dentro de uma comunidade é chamada seu nicho ecológico. A hipótese da exclusão competitiva prevê que somente uma espécie possa ocupar o mesmo nicho ecológico em um dado momento e que, quando duas espécies competem pelo mesmo nicho, uma é eliminada.

O tamanho de qualquer população é determinado pelas taxas de natalidade e de mortalidade. A taxa de natalidade teórica de uma população –

seu potencial reprodutivo - é exponencial (isto é, 2, 4., 8, 16, 32); quanto maior for o número de indivíduos de uma população, tanto mais rapidamente ela crescerá. A taxa de crescimento de uma população que se expande pode geralmente ser tabulada por uma curva sigmóide, que começa lentamente, aumenta de modo exponencial durante um certo tempo, e depois se nivela, á medida que a população atinge os limites de algum recurso disponível, como alimento, espaço, ou, no caso de organismos aquáticos, oxigênio. Na maioria das comunidades, a taxa de mortalidade de uma espécie é aproximadamente igual à taxa de natalidade, e a população permanece relativamente estável de uma geração para a seguinte.

Fatores bióticos e abióticos desempenham um papel na regulação natural da abundância dos organismos. Esses fatores podem ser independentes de densidade (temperatura ou duração do dia) ou dependentes de densidade (fonte de alimento ou predação).

Os tipos e a abundância dos organismos em uma comunidade dependem não somente dos fatores abióticos, como os descritos no capítulo anterior, mas também de fatores bióticos, das interações entre as várias populações.

Entre os tipos de interação está a competição, que pode resultar na eliminação de uma espécie (caso das angiospermas do gênero *Lemna*) ou sua conformidade a um quadro não competitivo (cracas e icterídeos). As plantas-competem às vezes uma com a outra produzindo substâncias tóxicas que limitam o crescimento de espécies próximas; esse fenômeno é chamado alelopatia. A simbiose é a associação estreita entre organismos de espécie> diferentes. A associação pode ser benéfica a ambos os organismos (mutualismo), benéfica a um e inócua ao outro (comensalismo), ou benéfica a um e prejudicial ao outro (parasitismo). Em alguns casos de simbiose, como no dos líquens e das formigas cultivadoras de fungos, as formas associadas não podem viver separadas.

A maioria das doenças nos organismos é causada por parasitas. A maior parte dos parasitas não mata o hospedeiro e quase nunca extermina populações inteiras. Os parasitas tendem a adaptar-se tão completamente aos seus hospedeiros que passam a depender completamente desses.

Os níveis tróficos de um ecossistema estão ligados por associações predador-presa. Essas associações exercem papel regulador no tamanho das populações e profundos efeitos evolutivos nas diversas espécies implicadas.

As plantas e os animais desenvolveram uma variedade de processos de defesa contra a predação. Esses tipos de defesa incluem a "armadura" e outras formas de proteção física, como as observada; nos cactos, tatus, tartarugas e numerosos organismos, e armas químicas, tais como venenos de plantas e secreções aversivas de insetos. Muitos organismos se camuflam.

Alguns insetos vieram a assemelhar-se a organismos de outra espécie, seja para exibir um dispositivo protetor eficaz que tenham em comum com essa outra espécie (mimetismo mülleriano), seja para "dar a impressão" de possuírem esse dispositivo embora na verdade não o possuam (mimetismo batesiano).

Todas essas associações contribuem para determinar o caráter da comunidade e dos organismos que nela vivem.

## **Biodiversidade**

Diversidade Biológica, ou Biodiversidade, refere-se à variedade de vida no planeta terra, incluindo: a variedade genética dentro das populações e espécies; a variedade de espécies da flora, da fauna e de microrganismos; a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos. Biodiversidade refere-se tanto ao número (riqueza) de diferentes categorias biológicas quanto à abundância relativa (equitabilidade) dessas categorias; e inclui variabilidade ao nível local (alfa diversidade), complementaridade biológica entre habitats (beta diversidade) e variabilidade entre paisagens (gama diversidade). Biodiversidade inclui, assim, a totalidade dos recursos vivos, ou biológicos, e dos recursos genéticos, e seus componentes.

A Biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, e fonte de imenso potencial de uso econômico. A Biodiversidade é a base das atividades agrícolas, pecuárias, pesqueiras e florestais e, também, a base para a estratégica indústria da biotecnologia. As funções ecológicas desempenhadas pela Biodiversidade são ainda pouco compreendidas, muito embora considere-se que ela seja responsável pelos processos naturais e produtos fornecidos pelos ecossistemas e espécies que sustentam outras formas de vida e modificam a biosfera, tornando-a apropriada e segura para a vida. A diversidade biológica possui, além de seu valor intrínseco, valores ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético.

Um elemento que ganha crescente destaque dentro da questão ambiental é a biodiversidade, ou diversidade biológica (de espécies animais e vegetais, de fungos e microrganismos). Preservar a biodiversidade é condição básica para manter um meio ambiente sadio no planeta: todos os seres vivos são interdependentes, participam de cadeias alimentares ou reprodutivas, e sabidamente os ecossistemas mais complexos, com maior diversidade de espécies, são aqueles mais duráveis e com maior capacidade de adaptação às mudanças ambientais. Além disso, a biodiversidade é fundamental para a biotecnologia que, como já vimos, é uma das indústrias mais promissoras na Terceira Revolução Industrial que se desenvolve atualmente.

A humanidade já catalogou e definiu quase 1,5 bilhão de organismos, mas isso é muito pouco: calcula-se que o número total deles na Terra chegue a no mínimo 10 bilhões e talvez até a 100 bilhões! E a cada ano milhares de espécies são exterminadas para sempre, numa proporção que pode atingir 30% das espécies totais dentro de três décadas, se o atual ritmo de queimada e desmatamentos nas florestas tropicais (as mais ricas em biodiversidade), de poluição nas águas, etc. continuar acelerado. Isso é catastrófico, pois essas espécies foram o resultado de milhões de anos de evolução no planeta, e com essa perda a biosfera vai ficando mais empobrecida em diversidade biológica, o que é perigoso para o sistema de vida como um todo.

Não podemos esquecer a importância econômica e até medicinal de cada espécie. Por exemplo: as flores que cultivamos em jardins e os frutos e

hortaliças que comemos são todos derivados de espécies selvagens. O processo de criar novas variedades, com cruzamentos ou com manipulação genética, produz plantas híbridas mais frágeis que as nativas, mais suscetíveis a doenças ou ao ataque de predadores, que necessitam portanto de mais proteção para sobreviverem e, de tempos em tempos, precisam de um novo material genético para serem corrigidas e continuarem produzindo colheitas. Por isso, precisamos ter a maior diversidade possível, principalmente das plantas selvagens ou nativas, pois são elas que irão fornecer esse novo material genético.

Os organismos constituem a fonte original dos princípios ativos\* dos remédios, mesmo que estes posteriormente sejam produzidos artificialmente em laboratórios. Os antibióticos, por exemplo, foram descobertos a partir do bolor ( fungos que vivem em matéria orgânica por eles decomposta); e a aspirina veio originalmente do chá de uma casca de árvore da Inglaterra. É por isso que há tanto interesse atualmente em pesquisas de florestas tropicais ou dos oceanos, em mapeamento genético de organismos. A grande esperança de um novo tipo de desenvolvimento, menos poluidor que o atual, está principalmente na biotecnologia: produzir fontes de energia ou plásticas a partir de bactérias, alimentos em massa a partir de algas marinhas, remédios eficazes contra doenças que matam milhões a cada ano originados de novos princípios ativos de microrganismos ou plantas, etc.

A biodiversidade, assim, é também uma fonte potencial de imensas riquezas e o grande problema que se coloca é saber quem vai lucrar com isso: se os países ricos, que detêm a tecnologia essencial para descobrir novos princípios ativos e fabricá-los , ou se os países detentores das grandes reservas de biodiversidade, das florestas tropicais em especial. O mais provável é um acordo para compartilhar por igual as descobertas e os lucros, mas ainda estamos longe disso. Os países desenvolvidos, como sempre, têm um trunfo na mão, a tecnologia; mas alguns países subdesenvolvidos, os que têm grandes reservas de biodiversidade, têm agora outro trunfo, uma nova forma de matéria-prima que não está em processo de desvalorização, como as demais (os minérios e os produtos agrícolas).

### **Brasil: o País da Megadiversidade**

O Brasil é o país com maior Biodiversidade (é o maior dos "países de Megadiversidade"), contando com um número estimado entre 10 e 20% do número total de espécies do planeta. O Brasil conta com a mais diversa flora do mundo, com mais de 55.000 espécies descritas (22% do total mundial). O país possui, por exemplo, a maior riqueza de espécies de palmeiras (390 espécies) e de orquídeas (2300 espécies). Diversas espécies de plantas de importância econômica mundial são originárias do Brasil, destacando-se dentre elas o abacaxi, o amendoim, a castanha do Pará, a mandioca, o caju e a carnaúba.

Os animais vertebrados são amplamente representados na fauna brasileira. Foram registradas no país 394 espécies de mamíferos, 1.573 espécies de aves, 468 espécies de répteis, 502 espécies de anfíbios e mais de 3000 espécies de peixes. Esta riqueza de espécies corresponde a pelo menos 10% dos anfíbios e mamíferos, e 17% das aves de todo o planeta. O Brasil conta ainda com a maior diversidade de primatas do planeta, com 55 espécies, sendo 19 endêmicas. Como evidência da riqueza da fauna brasileira e de seu desconhecimento, cinco novas espécies de macacos foram descritas no país.

O tamanho total da Biodiversidade brasileira não é conhecido e talvez nunca venha a ser conhecido precisamente tal a sua complexidade. Estima-se, entretanto, que existam mais de dois milhões de espécies distintas de plantas, animais e microrganismos no território sob a jurisdição brasileira, uma diversidade genética inestimável e uma imensa diversidade ecológica dadas as dimensões continentais do país e de sua plataforma marinha.

### **Biodiversidade da Amazônia**

A riqueza da biodiversidade na Amazônia é famosa, apesar de ter poucas informações concretas sobre a mesma. Os pressupostos desta riqueza são, no entanto, válidos tendo em vista o processo evolutivo das plantas e animais amazônicos. As árvores dominam a paisagem e a estrutura física da floresta, mas não são os organismos com a maior contribuição à biodiversidade da região. A biodiversidade não representa apenas os extremos exóticos da

diversificação evolucionária e da variedade excepcional de espécies aproveitadas pelo ser humano.

A biodiversidade da Amazônia é a variação genética que ocorre na natureza deste bioma e pode ser observada em três diferentes níveis: genes, espécies e ecossistemas. A diversidade genética é a montagem da informação genética existente na espécie que constitui a flora, fauna e a microbiota. A diversidade de espécies é o número de tais espécies usualmente relacionadas aos diferentes graus de adaptabilidade que os organismos apresentam em relação aos diferentes habitats ou ecossistemas existentes. A diversidade de ecossistemas não leva em conta apenas o número e a frequência, mas também a variedade dos habitats, comunidades bióticas e os processos ecológicos. Além da alta biodiversidade e da alta diferenciação de habitats, há também a complexidade das interações entre espécies e habitats.

A existência de um ecossistema depende da interação entre as plantas e animais que polinizam as flores e propagam as sementes. Muitas destas interações são extremamente específicas e a perda de apenas uma espécie, que é um agente de polinização ou uma condição obrigatória para a reprodução, pode afetar muitas outras espécies, indiretamente. Esta complexidade tem implicações para o desenvolvimento da região amazônica.

Em termos de diversidade animal, o Brasil apresenta as seguintes estimativas:

- 428 espécies de mamíferos, sendo, portanto, o terceiro no mundo, perdendo para o Peru e Equador;
- 1.622 espécies de pássaros, perdendo apenas para o Peru e Colômbia;
- 516 espécies de anfíbios, estando em primeiro lugar;
- 467 espécies de répteis, quarto lugar no mundo;
- 1.300 espécies de peixes (podendo chegar a 3.000), em contraste, a Europa tem apenas 300 espécies.

Os invertebrados são os principais agentes na avaliação quantitativa da biodiversidade da Amazônia. Estudos sobre insetos do dossel da floresta, conduzidos em Manaus, Peru e Panamá, indicam que nestas regiões foram encontrados o triplo de insetos existentes em outras regiões do planeta. O Brasil sozinho fornece habitats para 74 espécies de borboletas. Os artrópodes são estimados em 2.500.000 espécies.

## **A Importância da Biodiversidade para o Brasil**

O setor da Agroindústria responde por cerca de 40% do PIB brasileiro, o setor florestal responde por 4% do PIB e o setor pesqueiro responde por 1% do PIB. Produtos da Biodiversidade respondem por 31% das exportações brasileiras, especialmente através do café, soja e laranja. As atividades de extrativismo florestal e pesqueiro empregam mais de três milhões de pessoas. A biomassa vegetal, através do álcool da cana-de-açúcar e da lenha e carvão derivados de florestas nativas e plantadas respondem por 17% da matriz energética nacional e em determinadas regiões, como o Nordeste, atendem a mais da metade da demanda energética industrial e residencial. Grande parte da população brasileira utiliza-se de plantas medicinais na solução de problemas corriqueiros de saúde.

O potencial de utilização sustentável da Biodiversidade é fruto da disponibilidade de matéria prima, tecnologia e mercado. Exemplificando, um parente silvestre do trigo originário da Turquia proporcionou genes resistentes a doenças para as variedades comerciais de trigo resultando num ganho anual no valor de US\$ 50 milhões, somente nos Estados Unidos. Uma variedade de cevada da Etiópia forneceu um gene que protege atualmente a cultura da cevada na Califórnia contra um vírus fatal, proporcionando economia de US\$ 160 milhões. Nos Estados Unidos, 25% dos produtos farmacêuticos receitados atualmente contêm ingredientes ativos derivados de plantas e existem mais de 3000 antibióticos derivados de microrganismos. A exploração farmacológica da Biodiversidade brasileira está em seu início e, a julgar pelos resultados obtidos em outros países, acredita-se que exista um vasto campo para a produção de fármacos ainda desconhecidos.

Apesar dessa riqueza de espécies nativas, a maior parte de nossas atividades econômicas está baseada em espécies exóticas: nossa agricultura está baseada na cana-de-açúcar proveniente da Nova Guiné, no café da Etiópia, no arroz das Filipinas, na soja da China, no cacau do México, na laranja da China, trigo da Ásia Menor etc.; nossa silvicultura depende de eucaliptos da Austrália e de pinheiros da América Central; nossa pecuária depende de capins Africanos, bovinos da Índia, eqüinos da Ásia Central etc.;

nossa piscicultura depende de carpas da China e tilápias da África Oriental; nossa apicultura está baseada em variedades da abelha-europa provenientes da Europa e da África Tropical, e assim por diante. É fundamental que o país continue a ter acesso aos recursos genéticos exóticos essenciais para o melhoramento da agricultura, pecuária, silvicultura e piscicultura nacional.

### **O Problema da Perda da Biodiversidade**

Tanto a comunidade científica internacional quanto governos e entidades não-governamentais ambientalistas vêm alertando para a perda da diversidade biológica em todo o mundo, e, particularmente nas regiões tropicais. A degradação biótica que está afetando o planeta encontra raízes na condição humana contemporânea, agravada pelo crescimento explosivo da população humana e pela distribuição desigual da riqueza. A perda da diversidade biológica envolve aspectos sociais, econômicos, culturais e científicos.

Os principais processos responsáveis pela perda da Biodiversidade são:

Perda e fragmentação dos habitats;

Introdução de espécies e doenças exóticas;

Exploração excessiva de espécies de plantas e animais;

Uso de híbridos e monoculturas na agroindústria e nos programas de reflorestamento;

Contaminação do solo, água, e atmosfera por poluentes e

Mudanças climáticas. As inter-relações das causas de perda de Biodiversidade com a mudança do clima e o funcionamento dos ecossistemas apenas agora começam a ser vislumbradas.

Três razões principais justificam a preocupação com a conservação da diversidade biológica: Primeiro porque se acredita que a diversidade biológica seja uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas; Segundo porque se acredita que a diversidade biológica representa um imenso potencial de uso econômico, em especial através da biotecnologia; Terceiro porque se acredita que a diversidade biológica esteja se deteriorando, inclusive com aumento da taxa de extinção de espécies, devido ao impacto das atividades antrópicas.

O Princípio da Precaução, aprovado na Declaração do Rio durante a UNCED (Rio-92), estabelece que devemos agir já e de forma preventiva ao invés de continuarmos acomodados aguardando a confirmação das previsões para então tomarmos medidas corretivas, em geral caras e ineficazes.

### **EXTINÇÃO DE ESPÉCIES**

Assim como a introdução de novas espécies, a extinção também pode causar sérios distúrbios ao equilíbrio de um ecossistema. Embora o fenômeno da extinção de espécies seja comum na natureza, a extinção recente de um grande número de espécies é consequência da atividade humana.

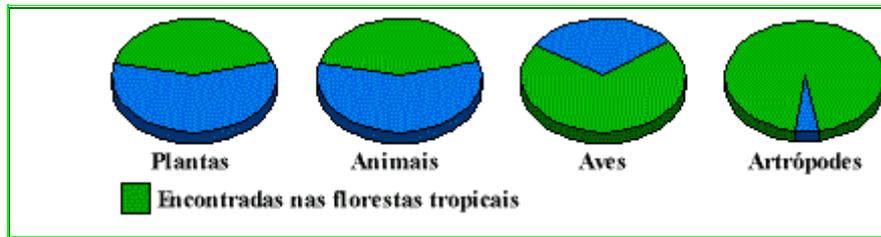
A destruição de seus habitats e a caça e a pesca excessivas, denominadas caça e pesca predatórias, têm levado inúmeras espécies à extinção. O tamanho mínimo que uma população tem de atingir para não se extinguir varia de espécie para espécie. Ele depende da sua capacidade reprodutiva, da sua vulnerabilidade às influências do meio e da duração de seu ciclo vital, entre outras coisas. Das espécies que o homem caça atualmente, muitas estão ameaçadas de extinção, uma vez que suas populações já estão atingindo o limite de tamanho mínimo necessário para sua manutenção. Outras, mesmo que a caça para imediatamente, já não terão capacidade de se recuperar e, fatalmente, se extinguirão.



### **O homem e a diversidade biológica**

A diversidade biológica está presente em todo lugar, no meio dos desertos, nas tundras congeladas ou nas fontes de água sulfurosas. A diversidade genética possibilitou a adaptação da vida nos mais diversos pontos da Terra. As plantas, por exemplo, estão na base dos ecossistemas. Como elas florescem com mais intensidade nas áreas úmidas e quentes, a maior

diversidade é detectada nos trópicos, como é o caso da Amazônia e sua excepcional vegetação. Dois terços da vasta bacia amazônica estão no Brasil, que também abriga o maior sistema fluvial do planeta.



*Percentual estimado das espécies mundiais nas florestas tropicais*

Entre os cientistas, o Brasil é considerado o país da "megadiversidade". Aproximadamente 20% das espécies conhecidas no mundo estão aqui. É bastante conhecido, por exemplo, o potencial terapêutico das plantas encontradas na Amazônia. Além do uso medicinal de algumas plantas, elas também são importantes na alimentação humana.

A despeito da diversidade biológica disponível, mais de 50% da base alimentar do homem concentra-se somente no trigo, no arroz e no milho. As plantações que formam essa limitada fonte de alimentos são, geralmente, monoculturas e, por isso, suscetíveis a pestes. Na década de 70 uma praga atacou os campos de arroz asiáticos, ameaçando milhões de pessoas com a fome. Tempos depois os cientistas descobriram que cruzando uma espécie não cultivada os agricultores chegariam a um arroz resistente à doença. Este fato mostrou que à medida que um número crescente de espécies forem extintas, será mais difícil proteger as culturas existentes das pragas.