

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO - UFES

CENTRO TECNOLÓGICO - CT

**PROGRAMA DE POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL - PPGEA UFES**

ECOLOGIA: CONCEITOS FUNDAMENTAIS

ATENÇÃO

**Texto Preliminar, sem revisão, apenas para
consulta, preparado por Prof. Sérgio Túlio
Cassini**

VITORIA, ES., 2005

Ecologia

Introdução

.....A palavra ecologia foi empregada pela primeira vez pelo biólogo alemão E. Haeckel em 1866 em sua obra *Generelle Morphologie der Organismen*. Ecologia vem de duas palavras gregas: *Oikós* que quer dizer casa, e *logos* que significa estudo. Ecologia significa, literalmente a Ciência do Habitat. É a ciência que estuda as condições de existência dos seres vivos e as interações, de qualquer natureza, existentes entre esses seres vivos e seu meio.

Os componentes estruturais de um ecossistema

Os ecossistemas são constituídos, essencialmente, por três componentes:

- **Abióticos** - que em conjunto constituem o biótopo: ambiente físico e fatores químicos e físicos. A radiação solar é um dos principais fatores físicos dos ecossistemas terrestres pois é através dela que as plantas realizam fotossíntese, liberando oxigênio para a atmosfera e transformando a energia luminoso em química.
- **Bióticos** - representados pelos seres vivos que compõem a comunidade biótica ou biocenoses, compreendendo os organismos heterótrofos dependentes da matéria orgânica e os autotróficos responsáveis pela produção primária, ou seja, a fixação do CO₂.
- **Energia** - caracterizada pela força motriz que aporta nos diversos ambientes e garante as condições necessárias para a produção primária em um ambiente, ou seja, a produção de biomassa a partir de componentes inorgânicos.

Todos os animais são consumidores. Os animais que se alimentam de produtores são chamados consumidores primários. Os herbívoros, animais que se alimentam de plantas, são, portanto, consumidores primários. Os animais que se alimentam de herbívoros são consumidores secundários, os que se alimentam dos consumidores secundários são consumidores terciários e assim por diante; Decompositores, Organismos heterótrofos que degradam a matéria orgânica contida em produtores e em consumidores, utilizando alguns produtos da decomposição como o alimento e liberando para o meio ambiente minerais e outras substâncias, que podem ser novamente utilizados pelos produtores.

Histórico

A ecologia não tem um início muito bem delineado. Encontra seus primeiros antecedentes na história natural dos gregos, particularmente em um discípulo de Aristóteles, Teofrasto, que foi o primeiro a descrever as relações dos organismos entre si e com o meio. As bases posteriores para a ecologia moderna foram lançadas nos primeiros trabalhos dos fisiologistas sobre plantas e animais. O aumento do interesse pela dinâmica das populações recebeu impulso especial no início do século XIX e depois que Thomas Malthus chamou atenção para o conflito entre as populações em expansão e a capacidade da Terra de fornecer alimento. Raymond Pearl (1920), A. J. Lotka (1925), e Vito Volterra (1926) desenvolveram as bases matemáticas para o estudo das populações, o que levou a experiências sobre a interação de predadores e presas, as relações competitivas entre espécies e o controle populacional. O estudo da influência do

comportamento sobre as populações foi incentivado pelo reconhecimento, em 1920, da territorialidade dos pássaros. Os conceitos de comportamento instintivo e agressivo foram lançados por Konrad Lorenz e Nikolaas Tinbergen, enquanto V. C. Wynne-Edwards estudava o papel do comportamento social no controle das populações. No início e em meados do século XX, dois grupos de botânicos, um na Europa e outro nos Estados Unidos, estudaram comunidades vegetais de dois diferentes pontos de vista. Os botânicos europeus se preocuparam em estudar a composição, a estrutura e a distribuição das comunidades vegetais, enquanto os americanos estudaram o desenvolvimento dessas comunidades, ou sua sucessão. As ecologias animal e vegetal se desenvolveram separadamente até que os biólogos americanos deram ênfase à inter-relação de comunidades vegetais e animais como um todo biótico. Alguns ecologistas se detiveram na dinâmica das comunidades e populações, enquanto outros se preocuparam com as reservas de energia. Em 1920, o biólogo alemão August Thienemann introduziu o conceito de níveis tróficos, ou de alimentação, pelos quais a energia dos alimentos é transferida, por uma série de organismos, das plantas verdes (produtoras) aos vários níveis de animais (consumidores). Em 1927, C. S. Elton, ecologista inglês especializado em animais, avançou nessa abordagem com o conceito de nichos ecológicos e pirâmides de números. Dois biólogos americanos, E. Birge e C. Juday, na década de 1930, ao medir a reserva energética de lagos, desenvolveram a idéia da produção primária, isto é, a proporção na qual a energia é gerada, ou fixada, pela fotossíntese. A ecologia moderna atingiu a maioridade em 1942 com o desenvolvimento, pelo americano R. L. Lindeman, do conceito trófico-dinâmico de ecologia, que detalha o fluxo da energia através do ecossistema. Esses estudos quantitativos foram aprofundados pelos americanos Eugene e Howard Odum. Um trabalho semelhante sobre o ciclo dos nutrientes foi realizado pelo australiano J. D. Ovington. O estudo do fluxo de energia e do ciclo de nutrientes foi estimulado pelo desenvolvimento de novas técnicas -- radioisótopos, microcalorimetria, computação e matemática aplicada -- que permitiram aos ecologistas rotular, rastrear e medir o movimento de nutrientes e energias específicas através dos ecossistemas. Esses métodos modernos deram início a um novo estágio no desenvolvimento dessa ciência -- a ecologia dos sistemas, que estuda a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas.

Conceito unificador

Até o fim do século XX, faltava à ecologia uma base conceitual. A ecologia moderna, porém, passou a se concentrar no conceito de ecossistema, uma unidade funcional composta de organismos integrados, e em todos os aspectos do meio ambiente em qualquer área específica. Envolve tanto os componentes sem vida (abióticos) quanto os vivos (bióticos) através dos quais ocorrem o ciclo dos nutrientes e os fluxos de energia. Para realizá-los, os ecossistemas precisam conter algumas inter-relações estruturadas entre solo, água e nutrientes, de um lado, e entre produtores, consumidores e decomponentes, de outro. Os ecossistemas funcionam graças à manutenção do fluxo de energia e do ciclo de materiais, desdobrado numa série de processos e relações energéticas, chamada cadeia alimentar, que agrupa os membros de uma comunidade natural. Existem cadeias alimentares em todos os habitats, por menores que sejam esses conjuntos específicos de condições físicas que cercam um grupo de espécies. As cadeias alimentares costumam ser complexas, e várias cadeias se entrecruzam de diversas maneiras, formando uma teia alimentar que reproduz o equilíbrio natural entre plantas, herbívoros e carnívoros. Os ecossistemas tendem à maturidade, ou estabilidade, e ao atingi-la passam de um estado menos complexo para um mais complexo. Essa mudança direcional é chamada sucessão. Sempre que um ecossistema é utilizado, e que a exploração se mantém, sua maturidade é

adiada. A principal unidade funcional de um ecossistema é sua população. Ela ocupa um certo nicho funcional, relacionado a seu papel no fluxo de energia e ciclo de nutrientes. Tanto o meio ambiente quanto a quantidade de energia fixada em qualquer ecossistema são limitados. Quando uma população atinge os limites impostos pelo ecossistema, seus números precisam estabilizar-se e, caso isso não ocorra, devem declinar em consequência de doença, fome, competição, baixa reprodução e outras reações comportamentais e psicológicas. Mudanças e flutuações no meio ambiente representam uma pressão seletiva sobre a população, que deve se ajustar. O ecossistema tem aspectos históricos: o presente está relacionado com o passado, e o futuro com o presente. Assim, o ecossistema é o conceito que unifica a ecologia vegetal e animal, a dinâmica, o comportamento e a evolução das populações.

Áreas de estudo

A ecologia é uma ciência multidisciplinar, que envolve biologia vegetal e animal, taxonomia, fisiologia, genética, comportamento, meteorologia, pedologia, geologia, sociologia, antropologia, física, química, matemática e eletrônica. Quase sempre se torna difícil delinear a fronteira entre a ecologia e qualquer dessas ciências, pois todas têm influência sobre ela. A mesma situação existe dentro da própria ecologia. Na compreensão das interações entre o organismo e o meio ambiente ou entre organismos, é quase sempre difícil separar comportamento de dinâmica populacional, comportamento de fisiologia, adaptação de evolução e genética, e ecologia animal de ecologia vegetal. A ecologia se desenvolveu ao longo de duas vertentes: o estudo das plantas e o estudo dos animais. A ecologia vegetal aborda as relações das plantas entre si e com seu meio ambiente. A abordagem é altamente descritiva da composição vegetal e florística de uma área e normalmente ignora a influência dos animais sobre as plantas. A ecologia animal envolve o estudo da dinâmica, distribuição e comportamento das populações, e das inter-relações de animais com seu meio ambiente. Como os animais dependem das plantas para sua alimentação e abrigo, a ecologia animal não pode ser totalmente compreendida sem um conhecimento considerável de ecologia vegetal. Isso é verdade especialmente nas áreas aplicadas da ecologia, como manejo da vida selvagem. A ecologia vegetal e a animal podem ser vistas como o estudo das inter-relações de um organismo individual com seu ambiente (auto-ecologia), ou como o estudo de comunidades de organismos (sinecologia). A auto-ecologia, ou estudo clássico da ecologia, é experimental e indutiva. Por estar normalmente interessada no relacionamento de um organismo com uma ou mais variáveis, é facilmente quantificável e útil nas pesquisas de campo e de laboratório. Algumas de suas técnicas são tomadas de empréstimo da química, da física e da fisiologia. A auto-ecologia contribuiu com pelo menos dois importantes conceitos: a constância da interação entre um organismo e seu ambiente, e a adaptabilidade genética de populações às condições ambientais do local onde vivem. A sinecologia é filosófica e dedutiva. Largamente descritiva, não é facilmente quantificável e contém uma terminologia muito vasta. Apenas recentemente, com o advento da era eletrônica e atômica, a sinecologia desenvolveu os instrumentos para estudar sistemas complexos e dar início a sua fase experimental. Os conceitos importantes desenvolvidos pela sinecologia são aqueles ligados ao ciclo de nutrientes, reservas energéticas, e desenvolvimento dos ecossistemas. A sinecologia tem ligações estreitas com a pedologia, a geologia, a meteorologia e a antropologia cultural. A sinecologia pode ser subdividida de acordo com os tipos de ambiente, como terrestre ou aquático. A ecologia terrestre, que contém subdivisões para o estudo de florestas e desertos, por exemplo, abrange aspectos dos ecossistemas terrestres como microclimas, química dos solos, fauna dos solos, ciclos hidrológicos, ecogenética e

produtividade. Os ecossistemas terrestres são mais influenciados por organismos e sujeitos a flutuações ambientais muito mais amplas do que os ecossistemas aquáticos. Esses últimos são mais afetados pelas condições da água e possuem resistência a variáveis ambientais como temperatura. Por ser o ambiente físico tão importante no controle dos ecossistemas aquáticos, dá-se muita atenção às características físicas do ecossistema como as correntes e a composição química da água. Por convenção, a ecologia aquática, denominada limnologia, limita-se à ecologia de cursos d'água, que estuda a vida em águas correntes, e à ecologia dos lagos, que se detém sobre a vida em águas relativamente estáveis. A vida em mar aberto e estuários é objeto da ecologia marinha. Outras abordagens ecológicas se concentram em áreas especializadas. O estudo da distribuição geográfica das plantas e animais denomina-se geografia ecológica animal e vegetal. Crescimento populacional, mortalidade, natalidade, competição e relação predador-presa são abordados na ecologia populacional. O estudo da genética e a ecologia das raças locais e espécies distintas é a ecologia genética. As reações comportamentais dos animais a seu ambiente, e as interações sociais que afetam a dinâmica das populações são estudadas pela ecologia comportamental. As investigações de interações entre o meio ambiente físico e o organismo se incluem na ecoclimatologia e na ecologia fisiológica. A parte da ecologia que analisa e estuda a estrutura e a função dos ecossistemas pelo uso da matemática aplicada, modelos matemáticos e análise de sistemas é a ecologia dos sistemas. A análise de dados e resultados, feita pela ecologia dos sistemas, incentivou o rápido desenvolvimento da ecologia aplicada, que se ocupa da aplicação de princípios ecológicos ao manejo dos recursos naturais, produção agrícola, e problemas de poluição ambiental.

Glossário ecológico

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.

Distinguimos 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. E' 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.

Ecologia Humana

Este ramo da ecologia estuda as relações existentes entre os indivíduos e entre as diferentes comunidades da espécie humana, bem como as suas interações com o ambiente em que vivem, a nível fisiográfico, ecológico e social. Descreve a forma como o homem se adapta ao ambiente nos diferentes locais do planeta, como obtém alimento, abrigo e água. Tende a encarar o ser humano do ponto de vista biológico e ecológico, uma espécie animal adaptada para viver nos mais diversos ambientes. A ecologia urbana, estuda detalhes da vida humana nas cidades, do ponto de vista ambiental, sua relação com os recursos naturais, o ar, a água, a fauna e flora, bem como as relações entre indivíduos.

Problemas sociais como o êxodo rural, o crescimento descontrolado das cidades, infraestrutura urbana, bem como características das populações (taxa de crescimento, densidade, índices de nascimento e mortalidade e idade média) são abordados nesta especialidade. Doenças, epidemias, problemas de saúde pública e de qualidade ambiental também pertencem ao campo da ecologia humana.

A ecologia humana tem o desafio, de auxiliar no reconhecimento das causas dos desequilíbrios ambientais existentes na sociedade humana e propor soluções alternativas ou minimizadoras. Este ramo da ecologia, associado à conscientização e educação ambiental, pode transformar as grandes cidades em locais mais habitáveis e saudáveis, onde o uso dos recursos naturais é racional e otimizado. Para isso, a ecologia humana e urbana precisa estar integrada ao desenvolvimento de ciência e tecnologia, bem como vinculada a programas prioritários dos governos

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:



Ecossistemas

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 dos Ecossistemas

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, caracterizados por meio do **fator Latitude**. Por sua vez, em cada bioma, é possível delimitar outros ecossistemas menores. Principais BIOMAS:

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 temperadas.

Savana - Pradaria característica das regiões tropicais, com algumas árvores espalhadas. Locais de pastagem para muitos herbívoros (equivalente a cerrados).

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.

Temperatura

Cada espécie só consegue sobreviver entre certos limites de temperatura, o que confere a este factor uma grande importância. Cada ser sobrevive entre certos limites de temperatura - amplitude térmica de existência -, não existindo acima de um determinado valor - temperatura máxima - nem abaixo de outro - temperatura mínima. Cada espécie possui uma temperatura ótima para a realização das suas atividades vitais. Alguns seres têm grande amplitude térmica de existência - seres euri-térmicos - enquanto outros só sobrevivem entre limites estreitos de temperatura - seres estenotérmicos.

A Temperatura e os Comportamentos dos Animais

Alguns animais, nas épocas do ano em que as temperaturas se afastam do valor ótimo para o desenvolvimento das suas atividades, adquirem comportamentos que lhes permitem sobreviver: animais que não têm facilidade em realizar grandes deslocações como, por exemplo, lagartixas, reduzem as suas atividades vitais para valores mínimos, ficando num estado de vida latente; animais que se podem deslocar com facilidade como, por exemplo, as andorinhas, migram, ou seja, partem em determinada época do ano para outras regiões com temperaturas favoráveis.

A Temperatura e as Características dos Animais

Ao longo do ano, certas plantas sofrem alterações no seu aspecto, provocados pelas variações de temperatura. Os animais também apresentam características próprias de adaptação aos diferentes valores de temperatura. Por exemplo, os que vivem em regiões muito frias apresentam, geralmente, pelagem longa e uma camada de gordura sob a pele.

Interações

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.

Abaixo, temos uma figura com o resumo das relações ecológicas, basta clicar em um dos tipos de relações para saber mais sobre elas.

Relações Ecológicas	Intra-específicas	Harmônica	Colônia Sociedade
		Desarmônica	Canibalismo Competição
	Interespecíficas	Harmônica	Comensalismo o Inquilinismo Mutualismo Simbiose Foresia
		Desarmônica	Amensalismo Competição Esclavagismo Parasitismo Predatismo

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.

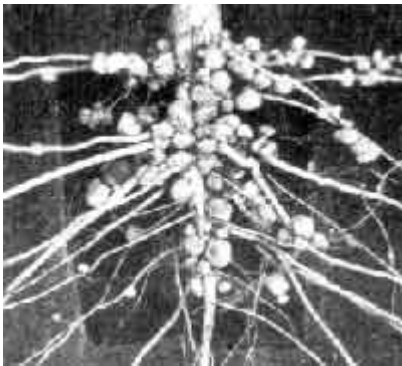
Como exemplos de mutualismo vamos analisar, entre outros, os líquens, a bacteriorrizo, a micorriza, e as associações entre cupins e protozoários e entre herbívoros com bactérias e protozoários.

- **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.



- **Bacteriorrizo** - 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 protocooperação, particularmente denominada sinfilia.

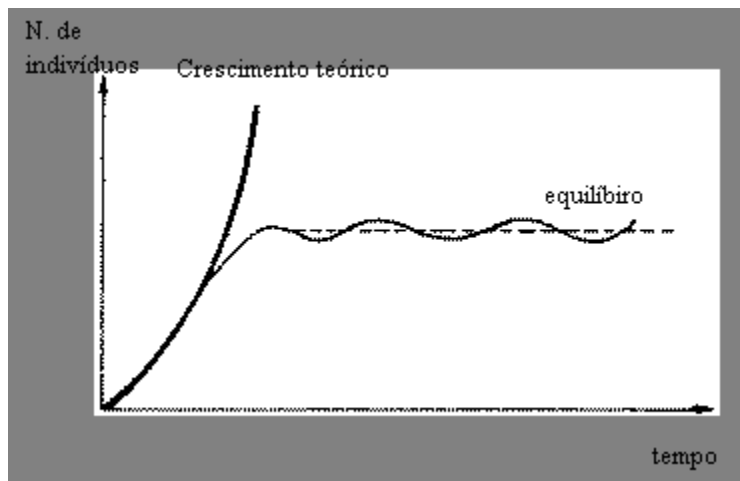
Competição - a competição compreende a interação ecológica em que indivíduos da mesma espécie ou indivíduos de espécies diferentes disputam alguma coisa, como por exemplo, alimento, território, luminosidade etc. Logo, a competição pode ser intra-específica (quando estabelecida dentro da própria espécie) 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

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, à 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 espécies 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

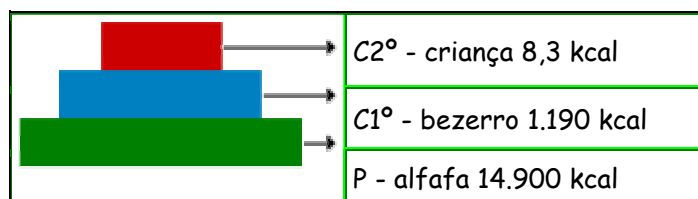
mülleriano), seja para "dar a impressão" de possuírem esse dispositivo embora na verdade não o possuam (mimetismo batesiano).

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

Pirâmides Ecológicas

PIRÂMIDE DE ENERGIA

A pirâmide de energia expressa a quantidade de energia acumulada em cada nível da cadeia alimentar.



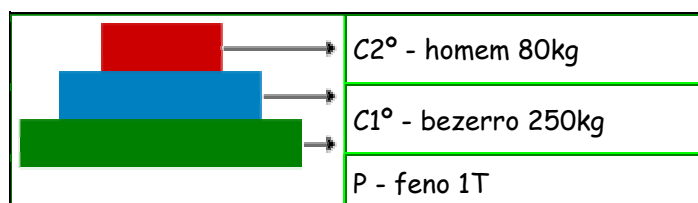
O fluxo decrescente de energia da cadeia alimentar justifica o fato de a pirâmide apresentar o vértice voltado para cima. O comprimento do retângulo (tamanho das palavras) indica o conteúdo energético presente em cada elo da cadeia. Estima-se que cada nível trófico transfira apenas 10% da capacidade energética para o nível trófico seguinte, por isso, que uma pirâmide dificilmente apresentara mais que cinco níveis tróficos. Assim, podemos presumir o seguinte:

Se em uma área de plantio que durante o ano alimenta 100 pessoas, se for utilizada para engorda do gado, o número de gado, será tão pequeno, que não alimentara mais que cinco pessoas durante o ano..

Vemos então, que a quantidade de energia que se perdeu de um nível trófico para outro foi muito grande. Concluímos assim, que os consumidores primários estão muito mais servido energeticamente que os demais níveis tróficos da pirâmide energética.

PIRÂMIDE DE BIOMASSA

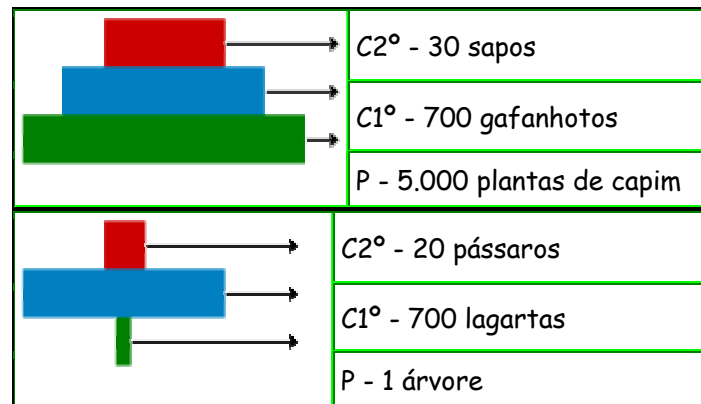
Este tipo de gráfico expressa a quantidade de matéria orgânica acumulada em cada nível trófico da cadeia alimentar.



Sabemos que apenas uma pequena quantidade de biomassa adquirida é utilizada na formação de matéria viva. A maior parte dessa biomassa é utilizada como fonte de energia e depois eliminada para o meio ambiente na forma de resíduos respiratórios (CO_2 e H_2O) e excreções (como urina e fezes). Como no caso anterior (pirâmide de energia) apenas 10% dessa matéria é transferida para o nível trófico seguinte.

PIRÂMIDE DOS NÚMEROS

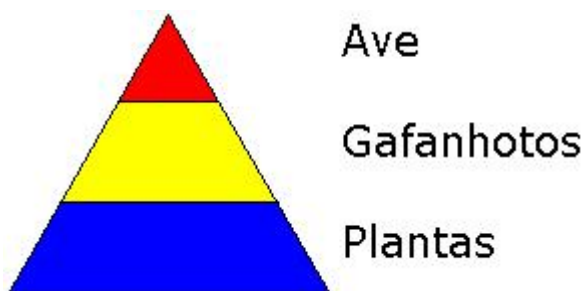
A pirâmide de número expressa a quantidade de indivíduos presente em cada nível trófico da cadeia alimentar.

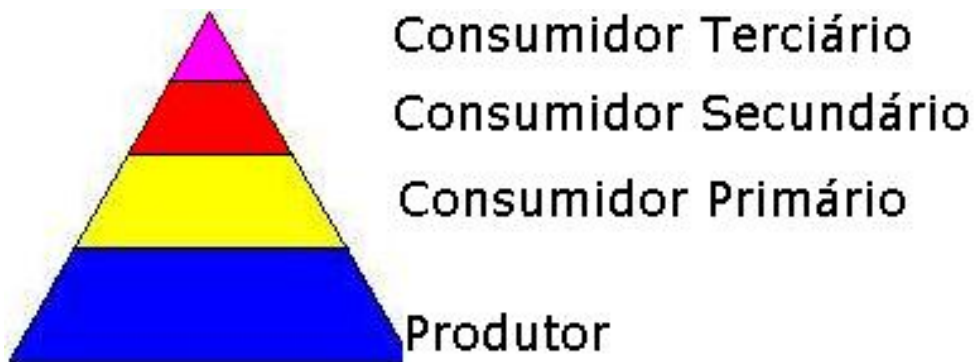
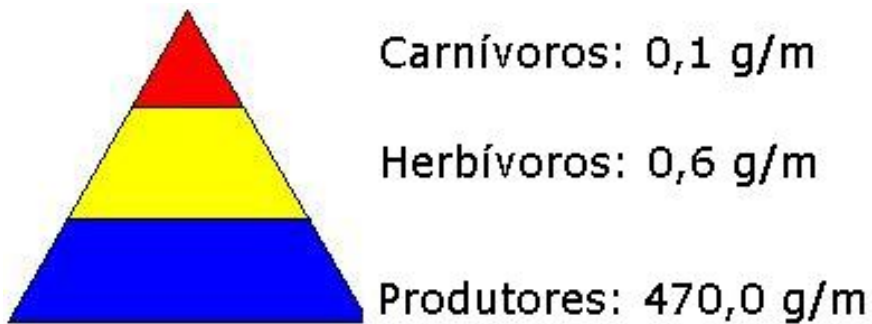


Como o número de indivíduos diminui ao longo dos sucessivos elos de uma cadeia alimentar, a pirâmide de número é representada com o vértice voltado para cima. Entretanto, existem inúmeros exemplos que contrariam esse fato.

Outros exemplos de representação de Pirâmides ecológicas

:

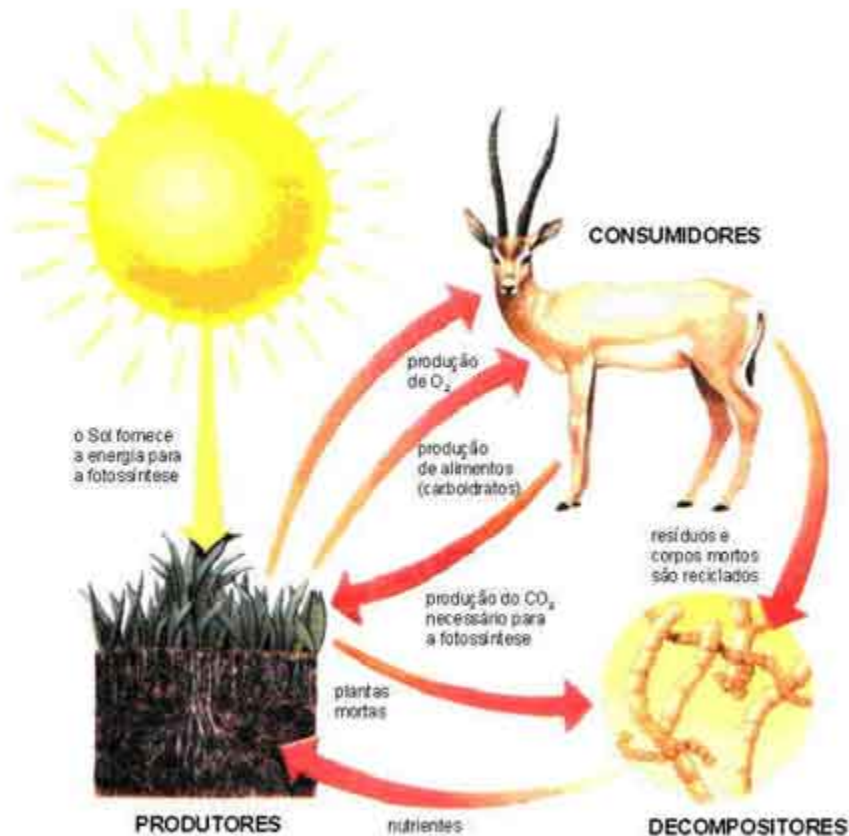




Cadeias alimentares

Este termo ecológico representa o vínculo existente entre um grupo de organismos presentes em um ecossistema, os quais são regulados pela relação predador-presa. É através da cadeia alimentar, ou cadeia trófica, que é possível a transferência de energia entre os seres vivos. É a unidade fundamental da teia trófica.

Existem basicamente dois tipos de cadeia alimentar, as que começam a partir das plantas fotossintetizantes e as originadas através da matéria orgânica animal e vegetal morta. As plantas são consumidas por animais herbívoros enquanto que a matéria orgânica morta é consumida pelos animais detritívoros. A cadeia alimentar é constituída pelos seguintes níveis:



PRODUTORES - São os organismos capazes de fazer fotossíntese ou quimiossíntese. Produzem e acumulam energia através de processos bioquímicos utilizando como matéria prima a água, gás carbônico e luz. Em ambientes afóticos (sem luz), também existem produtores, mas neste caso a fonte utilizada para a síntese de matéria orgânica não é luz mas a energia liberada nas reações químicas de oxidação efetuadas nas células (como por exemplo em reações de oxidação de compostos de enxofre). Este processo denominado quimiossíntese é realizado por muitas bactérias terrestres e aquáticas.

CONSUMIDORES PRIMÁRIOS - São os animais que se alimentam dos produtores, ou seja, são as espécies herbívoras. Milhares de espécies presentes em terra ou na água, se adaptaram para consumir vegetais, sem dúvida a maior fonte de alimento do planeta. Os consumidores primários podem ser desde microscópicas larvas planctônicas, ou invertebrados bentônicos (de fundo) pastadores, até grandes mamíferos terrestres como a girafa e o elefante.

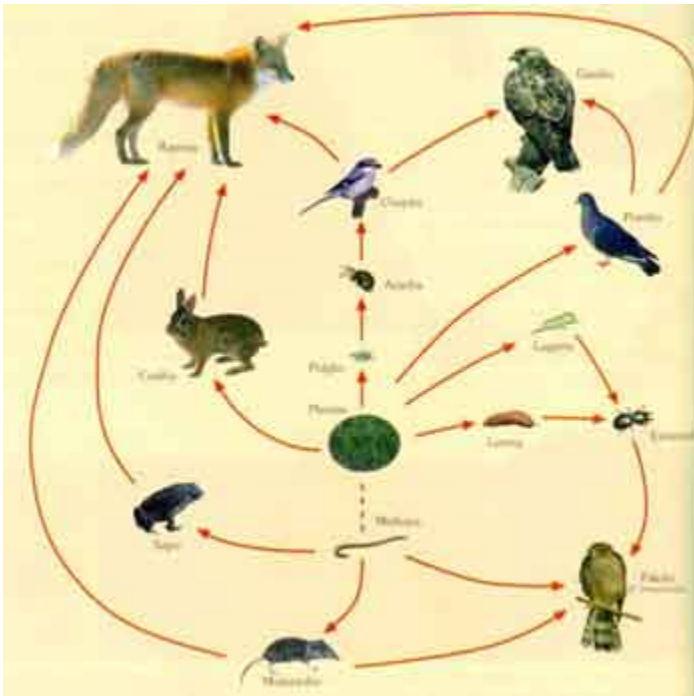
CONSUMIDORES SECUNDÁRIOS - São os animais que se alimentam dos herbívoros, a primeira categoria de animais carnívoros.

CONSUMIDORES TERCIÁRIOS - São os grandes predadores como os tubarões, orcas e leões, os quais capturam grandes presas, sendo considerados os predadores de topo de cadeia. Tem como característica, normalmente, o grande tamanho e menores densidades populacionais.

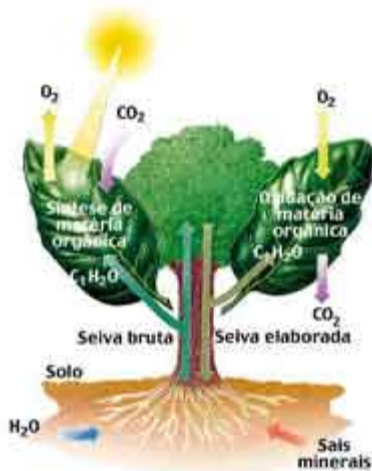
DECOMPOSITORES OU BIOREDUTORES - São os organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, transformando-a em nutrientes minerais que se tornam

novamente disponíveis no ambiente. Os decompositores, representados pelas bactérias e fungos, são o último elo da cadeia trófica, fechando o ciclo. A sequência de organismos relacionados pela predação constitui uma cadeia alimentar, cuja estrutura é simples, unidirecional e não ramificada.

A transferência do alimento (energia) de nível para nível trófico a partir dos produtores faz-se através de cadeias alimentares, cuja complexidade é variável. Na maioria das comunidades, cada consumidor utiliza como alimento seres vivos de vários níveis tróficos. Daí resulta que na Natureza não há cadeias alimentares isoladas. Apresentam sempre vários pontos de cruzamento, formando redes ou teias alimentares, geralmente de elevada complexidade.



Produtores, consumidores, decompositores ou microconsumidores são componentes bióticos que integram um ecossistema. De modo geral, podemos afirmar que nos ecossistemas, os organismos cujo alimento é obtido a partir das plantas, através de um número de passagens, pertencem ao mesmo nível trófico. Os níveis tróficos são os mesmos nos diversos ecossistemas, apesar de se observarem variações quanto a seus componentes. Os seres vivos precisam de uma fonte de energia potencial para executar a tarefa de viver: a energia química existente nos compostos orgânicos. O Sol representa a fonte de energia para os seres vivos. Sem a luz solar, os ecossistemas não conseguem manter-se. A energia penetra no ecossistema através dos seres autótrofos. Estes, pela fotossíntese, utilizam a energia solar para a síntese de compostos orgânicos.



A partir dos açúcares produzidos na fotossíntese, o vegetal sintetiza outras substâncias orgânicas que fazem parte da sua estrutura, como proteínas e lipídios. Os vegetais, sendo capazes de sintetizar compostos orgânicos, não precisam "comer". A energia que utilizam nessa síntese não é perdida, pois fica armazenada na forma de energia química, conclui-se que, quando a planta produz compostos orgânicos, armazena e condensa energia. Os animais não são capazes de utilizar diretamente a energia proveniente do Sol. Sendo heterótrofos, vêm-se obrigados a utilizar os compostos orgânicos produzidos pelos vegetais, assim, ao se alimentarem de vegetais ou de outros animais, na verdade estão ingerindo energia química condensada nas ligações dos compostos orgânicos. Uma vez no organismo, os compostos orgânicos chegam às células, onde são degradados; nessa ocasião liberam energia, que é, então, utilizada para realizar trabalho. O processo da liberação de energia a partir de compostos orgânicos é denominado respiração. As cadeias alimentares são linhas de transferência de energia dos produtores em direção aos consumidores e aos decompositores, no qual, podemos ressaltar: Em cada transferência de energia de um organismo para outro ou de um nível trófico para outro, uma grande parte de energia é transformada em calor, portanto, a quantidade de energia disponível diminui à medida que é transferida de um nível a outro. A partir dessa afirmação, conclui-se que quanto mais curta é a cadeia alimentar, ou quanto mais próxima estiver do organismo do início da cadeia, maior será a energia disponível. Pode-se dizer que é possível a sobrevivência de um maior número de seres, a partir dos produtos de uma determinada área, desde que funcionem como consumidores primários em vez de secundários. Alguns ecologistas consideram que cada elo da cadeia alimentar recebe aproximadamente 10% da energia que o elo anterior recebeu. É importante observar que a energia, uma vez utilizada por um organismo em seus processos vitais, não é reaproveitada. Assim, a energia gasta não retorna aos produtores para ser novamente utilizada; isso permite dizer que a energia possui um fluxo unidirecional. O mesmo não ocorre com a matéria. Esta, ao contrário, tem um comportamento cíclico, voltando aos produtores e sendo reaproveitada. Portanto, a matéria circula de forma cíclica.

Importante:

- A energia é unidirecional
- A matéria é cíclica

Qualidade de Energia

Como já foi visto anteriormente, energia define-se como capacidade de realizar trabalho, evidentemente que obedecendo as leis termodinâmicas. Além da quantidade, a energia tem qualidade. Quantidades iguais de formas diferentes de energia são variáveis em seu potencial de trabalho, ou seja, a qualidade está diretamente relacionada à menor quantidade gasta no menor espaço de tempo empregado (e.g. potencial de trabalho do petróleo é maior que o potencial da energia solar) Veja o quadro abaixo:

1.	1.000.000	10.000	1.000	100
	SOL	PLANTAS	HERBÍVOROS	PREDADORES
2.	1	100	1.000	10.000

1: Quantidade Crescente

2: Qualidade Crescente

Quanto mais se degrada a quantidade utilizada, mais se eleva a qualidade; quando gasta-se muito para produzir pouco em muito tempo tem-se baixa qualidade; ao contrário, quando gasta-se pouco para produzir muito em pouco tempo tem-se alta qualidade.

Importância de se conhecer as cadeias alimentares.

Deve-se perguntar qual a importância de se conhecer uma cadeia alimentar. Com a praticidade com a qual estamos lidando com a natureza e a tecnologia que sempre e cada vez mais "de ponta", as pessoas tendem cada vez mais a lidar com a natureza de forma mecanicista. Existe, porém uma grande importância em se conhecer as cadeias ecológicas. Basicamente, a observação nos leva a entender toda a seqüência de alimentação dos animais que ali vivem. Podemos também examinar o conteúdo estomacal de animais e assim percebermos essa seqüência. A importância disto está baseada no uso natural de animais ou plantas que possam controlar ou equilibrar no ecossistema de forma a evitar o uso de pesticidas e quaisquer outras formas artificiais que possam desequilibrar em longo prazo o ambiente, ou ainda, provocar sérias reações nos animais e até os seres humanos que ali habitam.

Controle biológico

As medidas naturais utilizadas para o controle de pragas e restabelecimento para de ecossistemas são chamados controles biológicos. Podemos citar como exemplo de controle biológico:

- - peixes no controle da esquistossomose
- - peixes no controle de larvas de *Aedes aegypti*
- - besouros o controle da mosca do chifre
- - bactérias e vírus no controle de pragas e insetos

Todas essas medidas são viáveis economicamente e tecnicamente. E quando tomadas podem, de forma muito mais barata, controlar um grande número de pragas que são na verdade desequilíbrios de ecossistemas.

Níveis Tróficos

O conjunto de indivíduos que se nutre no mesmo patamar alimentar, ou seja, alimentam se basicamente dos mesmos nutrientes estão colocados em um mesmo nível trófico.

- Os produtores estão colocados no 1º nível trófico
- Os consumidores primários, aqueles que se alimentam dos produtores, são herbívoros e constituem o 2º nível trófico.
- Os consumidores secundários compõem o 3º nível trófico, sendo os carnívoros

Após esses existe o 4º nível trófico e assim por diante. Os decompositores ocupam sempre o último nível da transferência de energia formando um grupo especial que degrada tanto produtores quanto consumidores. **Princípio de Gauss** (ou princípio da exclusão competitiva): O Princípio de Gauss diz respeito ao processo de competição inter específica que acontece quando duas espécies diferentes habitam um mesmo ambiente. Assim duas espécies não podem ocupar um mesmo nicho por muito tempo, uma delas irá sempre prevalecer, pois é mais adaptada àquele habitat. É também conhecido como princípio da exclusão competitiva.

Metabolismo e Tamanho de Indivíduos

A biomassa existente é o peso seco total, ou conteúdo calórico total dos organismos presentes em um determinado momento/local. A biomassa depende do tamanho dos indivíduos: quanto menos o organismo, maior seu metabolismo por grama (ou caloria) de biomassa. Algas, bactérias e protozoários podem ter taxa de metabolismo por grama (calorias) maior que a de grandes organismos (e.g. árvores e vertebrados). Isto aplica-se, tanto à fotossíntese, quanto à respiração.

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 Prevenção, 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

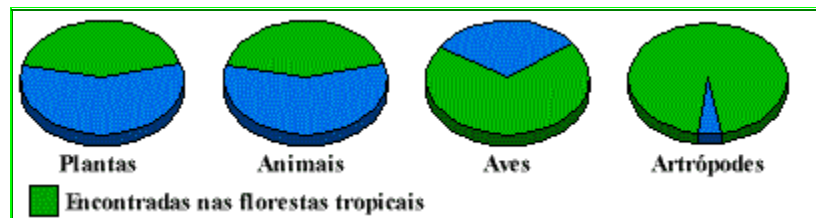
humana.

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.

Energia

A superfície terrestre recebe constantemente a radiação solar e o fluxo da radiação térmica. Os dois tipos de radiação contribuem para a formação do clima, mas apenas uma fração da radiação solar é que pode ser convertida pela fotossíntese em energia potencial. A luz solar que atinge a terra pode ser medida através do pireliômetro ou solarímetro, e em condições favoráveis corresponde a apenas 67% do total que sai do sol. A sua distribuição é alterada a medida que passa através das nuvens, vapor d'água, da vegetação, dos gases e poeira atmosféricos fazendo assim com que haja uma enorme variação do fluxo de incidência da radiação solar no diversos ecossistemas, influenciando dessa maneira na distribuição dos organismos sobre a superfície terrestre. Como foi dito, a radiação ao penetrar na atmosfera é atenuada por vários fatores, a camada de ozônio é responsável por "interromper" grande parte dos raios ultravioletas letais aos seres vivos. A atmosfera ainda reduz amplamente a luz visível e a radiação infravermelha de forma que a energia que chega a superfície compreende 10% de raios ultravioletas, 45% de luz visível e 45% de infravermelho. Dentre todas as radiações a luz visível é a que menos sofre a atenuação, sendo que é possível ocorrer fotossíntese em dias nublados ou embaixo d'água até uma certa profundidade. A sombra fresca observada em florestas decorre da absorção da radiação visível e dos raios infravermelhos pela folhagem. A clorofila absorve a luz azul e vermelha, enquanto que a água presente nas folhas absorve a energia térmica dos raios infravermelhos. Já a radiação térmica provem de qualquer superfície ou objeto que esteja com a temperatura acima do zero absoluto, incluindo solo, água, vegetação, assim também como as nuvens. É possível encontrar o seu valor numa determinada região através do radiômetro. O fluxo de radiação térmica incide a toda hora e de todas as direções na superfície terrestre, enquanto que a radiação solar é direcional e está presente somente numa determinada hora do dia. Vale ressaltar que a biomassa absorve com maior facilidade a radiação térmica, contudo é a radiação solar que é assimilada pelos organismos. A diferença entre o fluxo de radiação que sobe (radiação térmica) e o fluxo que desce (radiação térmica e solar) é chamada de radiação líquida, e esta é dissipada na evaporação e geração de eventos térmicos, passando então para o espaço em forma de calor. E qualquer fator que atrase esse processo, tem conseqüências significativas no aumento da temperatura terrestre. Da energia solar total que entra na biosfera apenas 0,8% é direcionada para a fotossíntese, enquanto que 0,2% é dissipada em vento, ondas e correntes de ar; 23% é dissipada na evaporação e precipitação; a maior parte, 46% , é convertida diretamente em calor enquanto os restantes 30% é refletida. Apesar de ser tão pequena a parte que é convertida em alimento, o restante dos processos são importantes para criar um ambiente apropriado para a vida, como controle da temperatura, ciclo d'água e fenômenos meteorológicos.

Uma Classificação de Ecossistemas Baseada na Energia

- Ecossistemas naturais que dependem da energia solar, sem outros subsídios. (e.g. Oceanos abertos, Florestas de altitude);
- Ecossistemas que dependem da energia solar, com subsídios naturais. (e.g. Estuário de marés, algumas Florestas úmidas);
- Ecossistemas que dependem da energia solar, com subsídios antropogênicos (e.g. Agricultura, Aquacultura);
- Sistemas urbano-industriais, movidos a combustível (e.g. Cidades, Bairros residenciais, Zonas industriais - combustível substitui o Sol como fonte de energia).

Recursos energéticos

É o conjunto de meios com os quais os países do mundo tentam atender às suas necessidades de energia. As principais fontes energéticas são o petróleo e o gás natural, o carvão, os combustíveis sintéticos, energia nuclear, energia solar, biomassa e energia geotérmica.

O petróleo cru e o gás natural são encontrados em quantidades comerciais em reservas sedimentarias situadas em mais de 50 países de todos os continentes. As maiores jazidas se encontram no Oriente Próximo, onde se concentram mais da metade das reservas conhecidas de petróleo cru e quase um terço das reservas conhecidas de gás natural.

O carvão é um termo genérico para designar uma grande variedade de materiais sólidos com um alto conteúdo de carbono. A maioria é queimada em centrais térmicas para gerar vapor d'água destinado a impulsionar os geradores elétricos. Também se usa parte do carvão nas fábricas para proporcionar calor aos prédios e aos processos industriais; Uma variedade especial de carvão de alta qualidade é transformada em coque metalúrgico para a fabricação de aço.

Os combustíveis sintéticos são fabricados a partir de substâncias existentes na natureza. Os dois combustíveis sintéticos mais utilizados são o gasóleo e aqueles fabricados a partir do carvão.

A energia nuclear é gerada através da fissão de átomos de urânio. O calor deste processo de fissão é empregado para impulsionar uma turbina que gera eletricidade. O reator nuclear e o equipamento de geração elétrica são apenas parte de um conjunto de atividades interrelacionadas. A produção de um fornecimento seguro de eletricidade a partir da fissão nuclear exige processos industriais muito complexos e interativos, e conhecimentos muito especializados.

A energia solar não é apenas uma tecnologia energética, mas também um termo que se aplica a diversas tecnologias de energias renováveis. Sua característica comum é que, ao contrário de quase todas as demais, é inesgotável. Este tipo de energia se divide em três grandes grupos: aplicações para calefação e refrigeração, geração de eletricidade e produção de combustíveis a partir da biomassa, que incluem formas diferentes, entre elas os combustíveis de álcool, o esterco e a lenha.

A energia geotérmica se baseia no fato de que a Terra fica mais quente quanto mais profundamente se perfura. A energia geotérmica pode originar-se de vapor de água encontrado em grandes profundidades sob a superfície terrestre. Fazendo com que chegue até

a superfície, pode mover uma turbina para gerar eletricidade. Outra possibilidade é o aquecimento de água pelo bombeamento através de rochas quentes profundas. Ainda que essa fonte de energia seja uma teoria ilimitada, na maior parte das áreas habitadas do planeta as rochas aquecidas estão situadas em camadas profundas demais, fazendo com que não seja rentável perfurar poços para sua utilização.

Fontes Alternativas de Energia

As principais pesquisas estão voltadas para o desenvolvimento de novas fontes de energia que possam substituir os combustíveis não renováveis (petróleo e carvão mineral). Vamos conhecer algumas dessas fontes de energia alternativa.

Energia hidrelétrica

É a energia obtida pela queda da água para um nível inferior, provocando o movimento de rodas hidráulicas (aproveitamento mecânico) ou turbinas. A energia hidrelétrica exige a construção de represas, canais de desvio de rios e a instalação de grandes turbinas e equipamentos para gerar eletricidade (ver Geração e transmissão de eletricidade). A preocupação com o ambiente vem concentrando atenções nessa fonte de energia renovável. Há algumas centrais baseadas na queda natural da água, quando a vazão é uniforme. Estas instalações se chamam de água fluente.

A energia hidrelétrica representa cerca de um quarto da produção total de eletricidade no mundo e sua importância vem aumentando. Em alguns países, foram instaladas centrais pequenas, com capacidade para gerar entre um kilowatt e um megawatt. Muitas nações em desenvolvimento estão utilizando esse sistema com bons resultados.

Álcool

O álcool vem sendo usado em substituição à gasolina e outros combustíveis derivados do petróleo.

No Brasil, a cana-de-açúcar tornou-se a principal fonte de produção de álcool hidratado. Para tanto muitas usinas foram implantadas em vários Estados brasileiros.

Todas as atividades ligadas à pesquisa, à produção e à distribuição do álcool em nosso país são coordenadas pelo Programa Nacional do Álcool - o Proálcool.

O Brasil ocupa uma posição privilegiada na produção de álcool, pois é o primeiro produtor mundial de cana-de-açúcar e de mandioca.

A principal vantagem do uso do álcool como combustível é a redução das importações de petróleo pelo país.

No entanto, a utilização desse combustível também traz desvantagens, pois grandes áreas, antes reservadas à produção de alimentos, estão sendo destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar. Além disso, a produção de álcool está provocando sérios desequilíbrios nos ecossistemas de rios, uma vez que neles são lançados resíduos altamente tóxicos como o vinhoto.

Energia nuclear

É a energia liberada durante a fissão ou fusão dos núcleos atômicos. As quantidades de energia que podem ser obtidas mediante processos nucleares superam em muito as que se pode obter mediante processos químicos, que só utilizam as regiões externas do átomo.

O átomo é formado por um pequeno núcleo, carregado positivamente, rodeado de elétrons. O núcleo, que contém a maior parte da massa do átomo, é composto de nêutrons e prótons, unidos por intensas forças nucleares, muito maiores que as forças elétricas que ligam os elétrons ao núcleo. O número de massa A de um núcleo expressa o número de núcleons (nêutrons e prótons) que o núcleo contém; o número atômico Z é o número de prótons, partículas com carga positiva. A energia de ligação de um núcleo é a intensidade com que as forças nucleares mantêm ligados os prótons e nêutrons. A energia de ligação por núcleon, isto é, a energia necessária para separar do núcleo um nêutron ou um próton, depende do número de massa A .

A fusão de dois núcleos leves libera milhões de elétronvolts (MeV). Também se libera energia nuclear quando se induz a fissão de um núcleo pesado.

Fissão nuclear Uma reação de fissão nuclear libera uma energia 10 milhões de vezes maior que uma convencional. A fissão de 1 kg de urânio 235 libera 18,7 milhões de kilovolts/hora em forma de calor. O processo de fissão iniciado pela absorção de um nêutron por um núcleo de urânio 235 também libera uma média de 2,5 nêutrons, além de dois novos núcleos, provocando novas fissões nos núcleos de urânio 235, constituindo assim uma reação em cadeia que leva à liberação continuada de energia nuclear. Os primeiros reatores de energia nuclear em grande escala foram construídos em 1944, nos Estados Unidos, para a produção de material para armas nucleares. Posteriormente, em todo o mundo, foram construídos diferentes tipos de reator (diferenciados pelo combustível, pelo moderador e pelo refrigerante empregados) para a produção da energia elétrica. O reator a água leve usa como combustível o urânio 235 (também chamado de urânio enriquecido) e como moderador e refrigerante água comum muito purificada. No reator a água pressurizada, o moderador e refrigerante é água leve a uma pressão de cerca de 150 atmosferas. A maior parte dos reatores nucleares para produção de energia elétrica construídos no mundo é desse tipo, incluindo o da usina brasileira de Angra 1 (ver Energia nuclear no Brasil). No reator a água em ebulição, a água de refrigeração se mantém a uma pressão menor, o que faz com que ferva. Outros tipos de reator menos usados incluem o reator a água pesada, no qual o combustível é urânio 238 (urânio natural) e o moderador e refrigerante é o deutério, um isótopo do hidrogênio; e os reatores rápidos, em que a fissão é feita por nêutrons rápidos, isto é, de altas energias (nos outros tipos, são usados nêutrons de baixas energias, também chamados nêutrons térmicos). Nos reatores rápidos, o combustível pode ser urânio natural, tório ou plutônio. São refrigerados a sódio e não utilizam moderador, justamente para manter a alta energia dos nêutrons.

A queima do combustível nuclear no reator resulta nos chamados produtos de fissão. São isótopos que não existem naturalmente e são altamente radioativos. Alguns permanecem milhares de anos liberando radiação. Por isso, seu manuseio e seu armazenamento exigem cuidados especiais.

Fusão nuclear A liberação de energia nuclear pode produzir-se também através da fusão de dois núcleos leves em um mais pesado. A energia irradiada pelo Sol deve-se a reações de fusão que se produzem em seu interior. A fusão nuclear artificial foi obtida pela primeira vez em princípios da década de 1930, com o bombardeio de um alvo que continha deutério por núcleos de deutério, acelerados num ciclotron para alcançar altas energias (ver Aceleradores de partículas). Na década de 1950, produziu-se a primeira liberação em grande escala de energia de fusão em testes de armas nucleares realizados pelos Estados Unidos, a antiga União Soviética, a Grã-Bretanha e a França. É um tipo de liberação breve e não controlada, que serve para bombas, mas não para a produção de energia elétrica.

A ciência ainda não conseguiu resolver o principal problema para a utilização comercial da fusão nuclear na produção de eletricidade: a energia necessária para acelerar os núcleos de deutério e fazê-los colidirem e se fundirem é muito maior que a energia obtida. Por isso, os pesquisadores ainda buscam maneiras mais eficientes de esquentar o gás a altas temperaturas e armazenar uma quantidade suficiente de núcleos durante um tempo longo o bastante para permitir a liberação de uma energia maior que a necessária para aquecer e armazenar o gás. Outro problema importante é a captura dessa energia e sua conversão em eletricidade.

Em dezembro de 1993, os pesquisadores da Universidade de Princeton, nos Estados Unidos, usaram o Reator Experimental de Fusão Tokamak para produzir uma reação de fusão controlada que gerou 5,6 megawatts. O reator consumiu mais energia do que produziu durante seu funcionamento.

Se a energia de fusão se tornar viável, oferecerá as seguintes vantagens:

- 1) uma fonte ilimitada de combustível, o deutério procedente da água dos oceanos;
- 2) baixo risco de acidente no reator, já que a quantidade de combustível no sistema é muito pequena; e
- 3) resíduos muito menos radioativos e mais simples de manejar que os procedentes dos sistemas de fissão.

Energia nuclear no Brasil

É uma fonte energética pouco expressiva no país, tendo em vista que o potencial hidrelétrico brasileiro ainda não foi totalmente aproveitado. O Brasil busca, porém, dominar a tecnologia da geração de energia nuclear, considerando a sua importância para a segurança nacional e para o futuro do país, como fonte útil para o meio de transporte no espaço e nos mares, como é o caso do submarino nuclear em construção pela Marinha brasileira. Apesar de o desenvolvimento da física nuclear no Brasil ter começado em 1938, no Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (o departamento iniciou seus estudos sobre fissão nuclear quase na mesma época em que pesquisas semelhantes ocorriam no exterior), o interesse pelas aplicações desse tipo de energia só surgiu depois do fim da II Guerra Mundial. Materializou-se a partir dos anos 50, quando o almirante Álvaro Alberto, envolvendo a comunidade científica, alertou o governo da sua importância para a segurança do país. Dois foram os principais debates que surgiram na ocasião em relação à energia nuclear. Em primeiro lugar, discutiu-se a exportação indiscriminada, pelo Brasil, de suas reservas de minérios de importância nuclear, como o urânio e tório. A segunda questão polêmica foi a fracassada tentativa de compra, pelo Brasil, de ultracentrífugas de origem alemã, equipamentos destinados ao enriquecimento de urânio. Impedido de adquiri-las, porque às nações detentoras da tecnologia de produção do urânio enriquecido não interessava repassá-la a países em vias de desenvolvimento, o Brasil, país rico em minérios atômicos, decidiu lançar-se numa linha autônoma de pesquisas, que permitisse o uso do urânio natural. Para isso foi criado em 1951 o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), atualmente rebatizado de Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e, em 1956, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Enquanto ao CNPq caberia financiar pesquisas e a formação de pesquisadores, à CNEN foi dada a tarefa de desenvolver a utilização da energia nuclear em todas as formas de aplicação

pacífica, com crescente autonomia tecnológica; garantir a segurança das usinas nucleares, das instalações do ciclo de combustível e das demais instalações nucleares e radioativas. Foram vinculados à CNEN os seguintes institutos de pesquisa e desenvolvimento nuclear: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo; o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte; o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) e o Instituto de Energia Nuclear (IEN), os dois últimos no Rio de Janeiro.

No final dos anos 60, a situação brasileira em relação à tecnologia nuclear continuava, contudo, a ser de dependência em relação ao exterior. A linha de pesquisas de aproveitamento do urânio natural pouco havia avançado. Em 1969, o governo brasileiro decidiu construir uma usina nuclear na praia de Itaorna, no município fluminense de Angra dos Reis. Adquiriu um reator de urânio enriquecido nos Estados Unidos. Esta decisão foi muito criticada pelos físicos brasileiros, principalmente porque a compra se deu em regime de turn-key, o que significava um pacote fechado de equipamentos, que não permitia o acesso à tecnologia. A construção da usina, mais tarde batizada de Angra I, começou em outubro de 1972. Prevista para entrar em operação comercial em 1979, sofreu grande atraso, só sendo inaugurada em 1983.

Ainda na década de 70, o governo do presidente Ernesto Geisel assinou um amplo acordo de transferência de tecnologia nuclear com a então República Federal da Alemanha. Assinado em 1974, incluía, além da aquisição de usinas nucleares, a possibilidade de transferência das diversas tecnologias do ciclo do combustível nuclear, tais como o enriquecimento e o reprocessamento de urânio. Na realidade, o processo de enriquecimento a ser transferido, batizado de jato centrífugo, encontrava-se ainda em estudos nos laboratórios alemães, portanto sua aplicação era muito duvidosa.

Com o acordo com a Alemanha, o governo federal decidiu erguer mais duas usinas em Angra dos Reis. Batizou o complexo de Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. O reator de Angra I (com 620 MW de potência) é do tipo PWR (reator de água leve pressurizada). As duas outras unidades — Angra II e Angra III — previstas no projeto inicial somam uma capacidade total de 2.600 MW. Com reatores também de água leve pressurizada, foram adquiridas em indústrias alemãs. Angra I é a única em funcionamento até os dias de hoje. Para 1999 prevê-se a entrada em operação de Angra II.

Ao longo dos anos 80, o ambicioso programa de cooperação nuclear com a Alemanha desenhado na década anterior foi sendo gradativamente reduzido. Nesse período, o Brasil conseguiu dominar a tecnologia de algumas etapas da fabricação do combustível nuclear que periodicamente abastece a usina de Angra I.

Em setembro de 1987, porém, o governo do presidente José Sarney anunciou o domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio por ultracentrifugação, admitindo que pesquisas alternativas e autônomas vinham ocorrendo em segredo, no IPEN, em São Paulo. De fato, um dos mais avançados resultados no campo da energia nuclear vem sendo obtido pela Marinha, que objetiva a construção de um submarino de propulsão nuclear, assim como uma tecnologia brasileira de construção de reatores nucleares.

Energia solar

Energia radiante produzida no Sol como resultado de reações nucleares de fusão. Chega à Terra através do espaço em blocos de energia chamados fótons, que interagem com a atmosfera e a superfície terrestre.

A intensidade da radiação solar na borda exterior da atmosfera, caso se considere que a Terra está a certa distância média do Sol, é chamada de constante solar e seu valor é de $1,37 \times 10^6$ erg/s/cm², ou cerca de 2 cal/min/cm². Mesmo assim, esta quantidade não é exatamente constante, já que parece haver cerca de 0,2% de variação a cada 30 anos. A intensidade de energia real disponível na superfície terrestre é menor do que a constante solar, por causa da absorção e da dispersão da radiação que origina a interação dos fótons com a atmosfera. A absorção natural de energia solar acontece na atmosfera, nos oceanos e nas plantas. Além disso, esta energia pode ser captada, de modo artificial, com o uso de dispositivos que recebem o nome de coletores solares. A energia, uma vez absorvida, é empregada em processos térmicos, fotoelétricos ou fotovoltaicos. Pode ser convertida em energia elétrica sem nenhum dispositivo mecânico intermediário.

Desequilíbrios

O Desequilíbrio Ecológico

Há na natureza um equilíbrio dinâmico entre os organismos vivos e o ambiente em que vivem, compartimentos estes que, como já vimos, formam o ecossistemas, com suas trocas e influências entre organismos e entre eles e o meio. Fator de desequilíbrio é qualquer acontecimento ou evento que venha a perturbar as características naturais de um ecossistema.

Fatores Naturais de Desequilíbrio

São eventos muito esporádicos, imprevisíveis, como grandes furacões, terremotos, tempestades, maremotos, vendavais, etc. , os quais tendem a gerar intensa destruição nos ambientes onde ocorrem. Dependendo do tipo de ecossistema atingido, os danos na comunidade biológica podem ser intensos, sendo necessários vários anos para a sua plena recuperação. Em alguns casos, eventos esporádicos, mas cíclicos (voltam a ocorrer em períodos de tempo longos mas relativamente regulares), induzem as comunidades ao desenvolvimento de adaptações, como por exemplo nos cerrados, onde o fogo é um fator estressante periódico, que ocorre em intervalos de alguns anos. Neste exemplo, muitas árvores e plantas já se encontram adaptadas ao fogo, algumas inclusive necessitando dele em alguns processos reprodutivos. Neste caso, o fogo do cerrado é um fator de desequilíbrio para alguns componentes do ecossistema mas para outros não.

Fatores de desequilíbrio induzidos pelo Homem

Nesta categoria se encontram todos os tipos de estresse produzido pelo homem na natureza: poluição atmosférica, poluição dos rios e lagos, poluição dos mares e oceanos, desmatamento de florestas, matas ciliares e mangues, depredação e captura de espécies para comércio, macacos, aves, focas, sobrepesca (captura excessiva de peixes, captura de peixes muito jovens e peixes em época reprodutiva), aquecimento global (efeito estufa), redução na camada de ozônio, explosão demográfica, etc.

Estes e outros fatores, ligados às atividades humanas causam perturbações nos ecossistemas que vão desde efeitos imperceptíveis a curto prazo até a total destruição de ecossistemas inteiros, como ocorre com os aterros de manguezais, queimadas na Amazônia, derrames de petróleo, etc. Um aspecto muito importante no que diz respeito aos fatores de desequilíbrio

ecológico, é que estando todas as espécies interligadas em um ecossistema e dependendo do ambiente físico para viver, as perturbações ocorridas em uma espécie ou um compartimento ecológico (por exemplo, animais herbívoros), refletirão em toda a teia trófica, causando danos muito maiores, em todo o ecossistema.

Exemplo:

- **O ambiente** - Os costões rochosos do litoral de São Paulo, situados nos cantos das praias, e nas ilhas, são ecossistemas ricos em diversidade e densidade de organismos, os quais são agrupados em produtores (algas verdes, vermelhas, pardas), herbívoros (caramujos pastadores, caranguejos, ouriços, etc), carnívoros (caramujos, siris, caranguejos, estrelas do mar), comedores de areia (pepinos do mar) e filtradores (cracas, mexilhões, ostras...). Todos estes organismos, cuja diversidade pode chegar a várias centenas de espécies, estão ligados pela teia trófica, na qual uns servem de alimento para outros.
- **O fato** - Um derrame de óleo atinge o costão recobrimo parte da comunidade presente nas rochas. Diversas espécies de algas morrem intoxicadas pelos compostos químicos do óleo, bem como estrelas do mar, anêmonas e ouriços. Caranguejos herbívoros e caramujos morrem asfixiados e recobertos pelo óleo.
- **Conseqüências** - Com a redução drástica das algas presentes na rocha, os herbívoros que sobreviveram não terão recursos para se alimentarem e sua taxa de mortalidade irá aumentar; conseqüentemente, os carnívoros que deles se alimentavam também irão iniciar um período de abstinência alimentar, e assim por diante ao longo de toda a teia alimentar. Por outro lado, com a morte das algas, muito espaço na rocha foi desocupado e as espécies mais resistentes e com grande capacidade reprodutiva, como as cracas, ocupam a rocha descoberta, em uma área diferente da sua área natural de ocupação. Com o tempo, um processo de sucessão ecológica se inicia, onde o ambiente passa por fases de recuperação até retornar às condições próximas às de antes do derrame de petróleo.

A recuperação após perturbações ecológicas graves, pode durar muitos anos ou até décadas, como é o caso dos manguezais (desmatamento e aterro de manguezais não possibilitam a recuperação natural dos mesmos).

A séria realidade do desmatamento da Amazônia é outro bom exemplo. A floresta vive sobre um sedimento extremamente pobre em nutrientes. Os sais, oligo elementos (substâncias vitais mas necessárias em pequenas quantidades) e todos os nutrientes necessários às plantas são extraídos das camadas superficiais do solo onde se acumula grande quantidade de matéria orgânica vegetal e animal. Todo este material é constantemente decomposto pelas bactérias e fungos (decompositores) com o auxílio dos insetos que trituram e 'picotam' os restos vegetais, e os nutrientes retornam às plantas fechando um ciclo delicado e equilibrado. Com o desmatamento, para a formação de pasto para o gado, este ciclo da floresta é quebrado. O pasto que cresce no lugar da floresta logo extingue os poucos nutrientes do solo e não consegue mais resistir, tornando necessários novos desmatamentos. A própria queima, método utilizado no desmatamento já é bastante prejudicial ao solo.

O desequilíbrio ecológico, resultante de atividades humanas desordenadas causa perturbações, a curto, médio e longo prazo nos ecossistemas naturais, mas também tende a reverter estas perturbações ao próprio homem, uma vez que ele vive e depende do meio ambiente para

continuar a sobreviver. Sem água potável, sem ar respirável, sem florestas, sem fauna e flora em equilíbrio, a qualidade de vida do próprio homem se encontrará ameaçada. Há muitos indícios de que as mesmas espécies marinhas e terrestres que hoje estão se extinguindo estão levando consigo substâncias presentes em seus corpos que poderiam ser a solução de muitas doenças. Isto é especialmente verdadeiro para as centenas de espécies de plantas e animais desconhecidos da Amazônia, cujas populações inteiras, neste momento estão sendo destruídas, sem ter sido sequer descobertas e estudadas.

Finalmente, o fato que é considerado a causa de muitos processos de desequilíbrio ecológico é a explosão demográfica da população humana, graças ao desenvolvimento da tecnologia, da medicina, da melhoria da qualidade de vida em geral. É importante se ter ciência de que a população humana está crescendo em progressão geométrica, mas os recursos necessários à nossa sobrevivência não. Esta é a tônica do brilhante livro "Destruição e equilíbrio - o homem e o ambiente no espaço e no tempo" (RODRIGUES, 1989). No livro o autor explica a evolução da população humana mundial desde os primórdios, na idade da pedra, até os dias de hoje. Diz, por exemplo que no ano 8.000 AC a população humana mundial era de apenas 8 milhões de habitantes, metade da população da cidade de São Paulo. No ano de 1780, a população era de 800 milhões de habitantes, 100 vezes mais, o que significa que a cada 1500 anos a população dobrava. No entanto, respeitando-se a tendência de crescimento em progressão geométrica, no início do século XX, segundo RODRIGUES, a população já dobrava a cada 100 anos. Atualmente, calcula-se que para a humanidade dobrar de tamanho sejam necessários apenas 30 anos (quando no ano 2.000 atingiremos a marca dos 6 bilhões de habitantes). A pergunta é como irá se comportar o meio ambiente e os ecossistemas do planeta com este crescimento e desenvolvimento desordenado? É possível que a resposta, esteja ligada, pelo menos em parte, ao chamado desenvolvimento sustentado, no qual é possível o uso racional dos ecossistemas em benefício do Homem, sem que estes sejam destruídos, mas uns sustentam os outros.

Chuva Ácida

A chuva ácida é um fenômeno que surgiu com a crescente industrialização do mundo, em relação direta com a poluição do ar, manifestando-se com maior intensidade e maior abrangência nos países desenvolvidos. Não obstante, tal fenômeno começa a manifestar-se também em pontos isolados, em países como o Brasil.

As emissões de fumaça das usinas termelétricas à base de carvão, das indústrias de celulose, das refinarias, dos veículos automotores, assim como qualquer poluente gasoso lançado na atmosfera, contribuem para a formação de chuva ácida. Compostos de enxofre e nitrogênio são os principais componentes desta chuva, que pode se manifestar tanto no local de origem, como a centenas de quilômetros de distância. Um exemplo disto é a mineração de carvão em Criciúma, em Santa Catarina, que é responsável pela chuva acidificada pelo enxofre emanado do carvão depositado, que se mistura às formações de nuvens, em suspensão no ar. Esta chuva quando transportada pelos ventos vai cair, por exemplo, no parque nacional de São Joaquim, também em Santa Catarina, situado a muitos quilômetros de distância.

Nos gases produzidos por fábricas e motores (em especial quando há queima de carvão mineral) são liberados para a atmosfera óxidos de enxofre (SO_2) os quais reagem com o vapor da água produzindo ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é diluído na água da chuva e dando origem a chuva ácida, com pH muito ácido.

O pH (índice utilizado para medir acidez : quanto menor mais ácido), medido para a maioria das chuvas ácidas, assume valores inferiores a 4,5 (o pH de uma chuva normal é de 5,0).

Este tipo de chuva, quando frequente provoca acidificação do solo, prejudicando também plantas e animais, a vida dos rios e florestas. Da mesma forma as edificações presentes na área são afetadas. Um lago que tem seu pH reduzido a 4,5, por doses repetidas de chuva ácida, impossibilita condições de vida para vários organismos. Um pH 2,0, iguala-se ao pH do suco de limão.

O excesso de nitrogênio lançado pela chuva ácida em determinados lagos também pode causar crescimento excessivo de algas, e conseqüentemente perda de oxigênio, provocando um significativo empobrecimento da vida aquática.

A ingestão de água potável acidificada, por longos períodos, pode causar a doença de Parkinson e de Alzheimer, a hipertensão, problemas renais e , principalmente em crianças, danos ao cérebro. Estima-se que nos E.U.A. a chuva ácida é a terceira maior causa de doenças pulmonares.

Continuando no ritmo atual de poluição do ar, nos próximos 30 anos a chuva ácida causará maiores alterações na química dos solos do que as florestas tropicais poderiam suportar. Este fenômeno pode ser reduzido pela instalação de equipamentos que evitem as emissões gasosas, principalmente de compostos de enxofre e nitrogênio.

No Brasil, a mata atlântica é extremamente afetada pela chuva ácida, uma vez que muitos centros urbanos e industriais se localizam próximos ao litoral. Em Cubatão (São Paulo) vários programas de reflorestamento têm acontecido nos últimos anos, a fim de proteger as encostas cuja vegetação foi destruída.

Desmatamento das Florestas

Originalmente, a 10.000 anos atrás, as florestas recobriam cerca de 50 % da superfície de todos os continentes, exceto a Antártica, ocupando uma área estimada de 6,2 bilhões de hectares. Atualmente a área das florestas foi reduzida a 28 %, ou seja, 4,5 bilhões de hectares.

Em termos mundiais, pode-se dizer que as florestas ainda ocupam uma área muito representativa, apesar do acelerado processo de desmatamento atualmente em curso. Por outro lado, áreas consideráveis encontram-se em diferentes níveis de degradação, devido à poluição e uso inadequado pelo homem.

Como conseqüência do desmatamento, as imagens de satélite mostram um aumento gradativo nas áreas de deserto no planeta.

O papel das florestas no equilíbrio da biosfera é fundamental pois participam ativamente dos ciclos biogeoquímicos e da água. Absorvem gás carbônico e liberam oxigênio na atmosfera, regulam a umidade do ar, influem no clima e na quantidade de nuvens e chuvas; filtram o ar e a água, mantendo a sua qualidade. As florestas também representam talvez o mais importante patrimônio ecológico da terra. Comportam uma enorme quantidade de espécies animais e vegetais, contribuindo decisivamente para a elevada biodiversidade existente no planeta. Acredita-se que metade das espécies vivas sejam habitantes das florestas.



As florestas mais ricas biologicamente são as tropicais, as quais representam apenas 7 % da superfície terrestre do planeta. Estas áreas estão concentradas principalmente na Amazônia e nas zonas tropicais da África e Ásia. Nestas regiões, as matas tropicais estão sendo dizimadas a uma taxa de mais de 13 milhões de hectares por ano, o que equivale a uma perda de pelo menos 1 % de florestas virgens por ano.

A extração de madeiras é uma das principais causas do desmatamento, sendo que as florestas sustentam toda a demanda mundial, especialmente no primeiro mundo, em países como o Japão, Estados Unidos, Inglaterra e França. A madeira tem sido utilizada para diversos fins, como a construção de móveis, barcos, na construção civil e na produção de papel para livros jornais, revistas e embalagens.

O uso da madeira como combustível (carvão vegetal) é outra causa das mais importantes do desmatamento florestal, tendo conseqüências graves não só nas florestas mas também nos níveis de poluição. Estima-se que 30 % das emissões de carbono na atmosfera estão vinculadas à destruição das florestas. Esta quantidade de gases carbônicos emitidos pelo uso da madeira como combustível, acentua o processo do efeito estufa e o aquecimento global do planeta. Acredita-se que pelo menos 25 % da humanidade depende da madeira como fonte principal de energia.

Isto significa um sério impacto na biodiversidade do planeta, podendo representar extinções em massa, de espécies inclusive nunca descobertas e estudadas. Erosão das terras desmatadas, surtos de doenças (como a malária, leishmaniose, dengue e febre amarela) e assoreamento de rios são algumas das conseqüências esperadas. Consideráveis alterações climáticas, especialmente no regime de chuvas e grau de umidade do ar, tendem a surgir com o desmatamento.



O uso das florestas deve ser feito de forma equilibrada onde seja possível associar o desenvolvimento da sociedade humana e a preservação dos recursos naturais do planeta, o que é denominado de desenvolvimento sustentável. Caso isso não ocorra, o homem corre o risco de sofrer graves conseqüências, muitas delas ainda desconhecidas.

Destruição das Florestas Tropicais

Durante as últimas cinco décadas, uma tragédia de proporções incalculáveis vem se desenrolando nas florestas tropicais do mundo. Esses ecossistemas inigualáveis, os mais ricos e antigos da Terra, estão sendo destruídos numa escala sem precedentes. Isso afeta toda a humanidade. As florestas tropicais regulam o fluxo da água e protegem os mananciais para os agricultores. Também regulam o clima e produzem oxigênio, fornecem toras de madeira de lei e madeira combustível e são o lar de povos indígenas. Além disso, abrigam recursos genéticos que valem incontáveis bilhões de dólares.

Florestas em Queda

Apenas cerca de metade das florestas tropicais maduras que outrora adornavam o planeta ainda se mantêm em pé. As estimativas mais recentes sugerem que vieram abaixo entre 750 e 800 milhões dos 1,5 a 1,6 bilhão de hectares originais. A maior parte do que ainda resta está na Bacia Amazônica.

As florestas estão sendo destruídas num ritmo cada vez mais frenético. Até recentemente, as estimativas mais abalizadas, baseadas numa pesquisa da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), sugeriam que 11,4 milhões de hectares de florestas tropicais estavam sendo derrubados a cada ano. Mas uma pesquisa de 1990, publicada na *World Resources 1990/1991*, que pela primeira vez utilizou observações de satélite, sugeria que o índice de destruição havia aumentado para 16,4 a 20,4 milhões de hectares anuais. A cifra mais alta correspondente a uma área duas vezes superior à da Áustria.

Individualmente, os países mostraram um aumento ainda mais rápido no índice de destruição. Em Myanmá, a área devastada aumentou em mais de seis vezes, de 105.000 hectares em 1980 para 677.000 no relatório de 1990. Na Índia, a última cifra é dez vezes superior à de dez anos atrás, passando de 147.000 hectares de floresta tropical, destruídos durante o ano de 1980, para 1,5 milhão em 1990.

Depois de aumentar a destruição na maior parte dos anos 80, o Brasil reverteu a tendência no final da década: entre 1988 e 1990, o desmatamento caiu de 3,5 milhões de hectares para

cerca de 1,3 milhões. Devido à pressão internacional e a uma mudança de governo, o Brasil acabou com os subsídios ao desmatamento e reduziu o corte ilegal de árvores.

Muitos outros países, incluindo a Indonésia, a Tailândia, a Malásia, a China, Sri Lanka, Laos, a Nigéria, a Libéria, a Guiné, e a Costa do Marfim já perderam extensas áreas de suas florestas úmidas. Cerca de 18% das florestas do arquipélago das Filipinas já foram cortadas.

Em 1960, a América Central ainda tinha quatro quintos de suas florestas original; hoje restam apenas dois quintos dela. Metade dos 24,3 milhões de hectares do estado de Rondônia foram destruídos ou gravemente degradados nos últimos anos. Lá, como nas florestas tropicais de todo o mundo, povos indígenas estão sendo banidos da terra em que viveram e que mantiveram de forma sustentável durante milhares de anos.

As florestas tropicais apresentam-se em duas variedades: úmidas e de terra firme. Ambas estão ameaçadas. A destruição mais séria está ocorrendo nas úmidas. A América Latina perdeu 37% de suas florestas tropicais úmidas originais; a Ásia, 42%, e a África, 52%.

Três Passos para a Destruição

A exploração indiscriminada de madeira, que há muito se imaginava ser o principal motivo do desmatamento, assume agora o segundo lugar. Fica atrás da agricultura itinerante, promovida por lavradores sem-terra das florestas, estimados em 150 milhões no mundo todo, e a da transformação da mata em glebas agrícolas, plantações e pastos.

Em geral, a erradiação das florestas tropicais é um processo por três estágios. As empresas madeireiras conseguem concessões e fazem a terraplanagem das estradas de acesso até a floresta nativa para extrair a madeira. Famílias de lavradores seguem as estradas em direção à mata, em busca de terra e sustento. Abrem clareiras na florestas para plantar culturas de subsistência, cortando todas as árvores e queimando-as (as cinzas são utilizadas como fertilizantes).

Depois de apenas três ou quatro colheitas, pragas de insetos, ervas daninhas e o empobrecimento do solo forçam os lavradores a se mudarem e repetirem o ciclo em áreas intactas. Alguns semeiam glebas com gramíneas e as vendem a criadores de gado, que completam então o terceiro e último estágio da destruição. Cerca de dois terços da floresta da América Central foram destruídos para fornecer carne barata, geralmente para hambúrguer. Nesse processo, são destruídas duas árvores para se produzir um hambúrguer.

Em alguns casos, liquida-se a floresta para dar lugar a extensas plantações de morango, berinjela, pimenta, abacaxi, banana, açúcar, amendoim, palmito e algodão, eu servirão para suprir países mais ricos. Barbados, por exemplo, substituiu florestas por cana-de-açúcar. Na Malásia, em média, 255.000 hectares de florestas tropicais estão desaparecimento a cada ano, para dar lugar a novas plantações de borracha e óleo de palma.

O FOGO E O DESMATAMENTO

Os efeitos do fogo aparentam ser úteis, mas somente prejudicam o homem e o solo. Ao queimar uma lavoura, você estará queimando todos os nutrientes do solo, deixando-o seco e pobre em vitaminas, não sendo mais possível plantar no mesmo lugar.

Parecida é a ação do desmatamento. O solo enquanto protegido pela sombra das árvores é fértil e altamente produtivo, mas ao cortar uma grande quantidade de árvores, o solo fica desprotegido e exposto ao sol direto e a ação do tempo. Não tendo condições de equilibrar nutrientes com as árvores, o solo se torna improdutivo e inútil.

A erosão pluvial é a ação das águas dos rios e das chuvas sobre a superfície terrestre. Ao passar, a água dos rios e das chuvas carregam grãos de terra, pequenas pedras e pedaços minúsculos de argila, formando falhas, buracos ou rebaixamentos no solo. A erosão eólica é a ação dos ventos sobre a superfície terrestre. Ela exerce a mesma função dos outros tipos de erosão, só que é o vento que se encarrega de levar partículas de solo para outros lugares.

Desertificação

Redução da vegetação e da capacidade produtiva do solo, principalmente de regiões áridas, semi-áridas e subúmidas, causada por atividades humanas inadequadas e em menor grau, por mudanças naturais. Segundo o World Watch Institute, cerca de 15% da superfície terrestre sofre algum grau de desertificação. As áreas mais afetadas são o oeste da América do Sul, o nordeste do Brasil, o norte e o Sul da África o Oriente Médio, Ásia Central, o noroeste da China, a Austrália e o sudeste dos Estados Unidos. A desertificação pode atingir também áreas úmidas. No Brasil, os exemplos mais sérios são os pampas gaúchos, o cerrado do Tocantins e o norte do Mato Grosso. Desde a primeira Conferência Mundial sobre Desertificação, no Quênia em 1997, os cientistas tem mostrado que o aumento das regiões áridas não decorre somente da progressão natural do deserto. O alastramento vem sendo provocado principalmente pelo homem, por meio do desmatamento de extensas áreas de floresta, da agropecuária predatória e de alguns tipos de mineração, como a extração dos cristais das rochas.

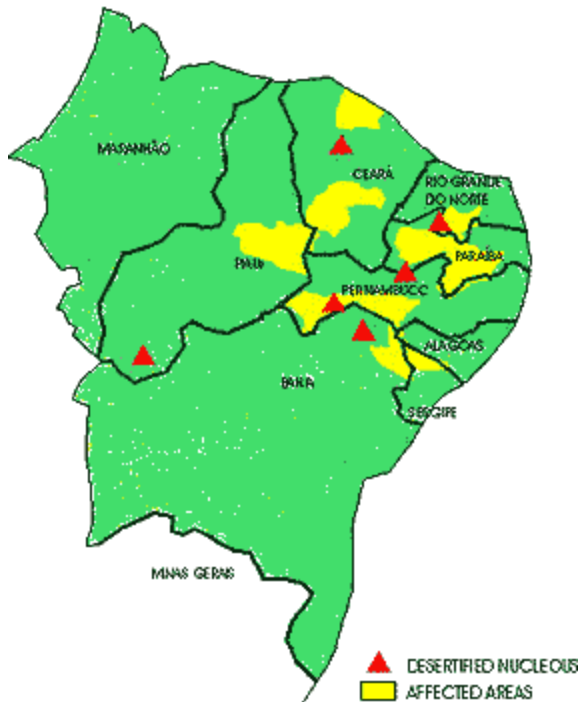


Essas atividades levam a diminuição da cobertura vegetal, ao surgimento de terrenos arenosos, à perda de água do subsolo, à erosão e ao assoreamento de rios e lagos. O problema é agravado ainda pelo efeito estufa, pela chuva ácida e pelo buraco na camada de ozônio, ocasionados também pela ação do homem. Quando o solo se desertifica, a população busca outras terras, onde na maioria das vezes, provocam os mesmos danos. Cria-se então um ciclo contínuo. Esse é u dos motivos da migração, que forma cinturões de pobreza ao redor dos centros urbanos. A longo prazo, a desertificação pode causar uma diminuição drástico das terras férteis, o que , aliado ao crescimento da demanda por alguma alimento, levaria ao aumento da fome no mundo. Para deter o avanço dos desertos são usadas medidas como reflorestamento, técnica de controle do movimento das dunas de areia e rotação de cultura. Em 1994 é criada a Convenção da ONU, contra a desertificação. A primeira reunião acontece em outubro de 1997, em Roma, Itália, com o objetivo de recuperar as áreas degradadas, evitar que zonas áridas se transformem em deserto e definir modos de financiar os projetos já existentes. Ministros de uma centena de países participam do encontro, marcado pela ausência de E.U.A, Japão e Federação Russa. Para os especialistas a África é o continente mais afetado, mas nenhum está isento do problema.

Desertificação no Brasil

No Brasil, as áreas consideradas e enquadradas na fórmula de Thornthwaite são aquelas abrangidas pelo Polígono das Secas, ou seja, as regiões semi-áridas e sub-úmidas secas do

nordeste brasileiro. O primeiro mapa de susceptibilidade à desertificação foi elaborado pelo Núcleo Desert/ IBAMA em 1992, por ocasião da realização da Conferência Internacional sobre o Impacto das Variações. O Nordeste apresenta grande diferenciação ecológica, com secas e estiagens atingindo grande parte do território. Simplificadamente a região pode ser dividida em 4 grandes conjuntos fisiográficos: Mata, Agreste, Cerrado e Sertão.



A porção semi-árida do nordeste compreende uma área de cerca de 900.000 km², quase toda no embasamento cristalino e sob forte irregularidade climática. Constatamos também que o clima e a qualidade das terras apresentam limitações muito fortes para o desenvolvimento de atividades de cunho agropecuário que possam competir com os produtos oriundos de outras regiões. A não ser em algumas áreas específicas e, contando com significativos investimentos em tecnologia, a produtividade agrícola é baixa e a produção incerta.

Causas da Desertificação

O processo de exploração tradicional e com baixo nível tecnológico dos recursos, aliado ao aumento populacional e à expansão dos mercados, tem levado à super exploração do ambiente e ao virtual esgotamento da biodiversidade. A pecuária extensiva, forçada pelos mecanismos de intensificação da exploração dos recursos como mencionado, exerce grande pressão sobre a vegetação nativa, tanto pela eliminação das plantas como pela compactação do solo devido ao pisoteio excessivo. Em função da falta de manejo adequado na pecuária, as caatingas vêm se esaurindo. De modo geral, os criadores aumentam o número de bovinos, caprinos, ovinos, etc., em limites superiores à capacidade de suporte do ecossistema, que é muito baixa, cerca de 20 hectares por unidade animal (5 a 15 kg de peso vivo por habitantes). Estudos realizados para a Conferência Nacional da Desertificação mostraram que a pecuária tradicional é fator de alteração ambiental que atinge toda a região, mudando a composição florística da vegetação nativa e permitindo a difusão de espécies invasoras sem valor ecológico. Outro fator agravante é a agricultura tradicional de sequeiro com as culturas de milho, feijão e arroz, associada à

prática da pecuária extensiva. Estas culturas são bastante exigentes em solo e água, o que raramente permite que se retirem colheitas abundantes devido às secas periódicas e à má distribuição das chuvas. A frustração das safras e o esgotamento rápido dos solos promovem a agricultura itinerante e a constante rotação de terras, com o pastoreio excessivo das áreas em pousio. Assim, muitas áreas são deixadas em pousio já em estado de degradação avançada, podendo agravar os problemas de perda de solo, além da perda de fertilidade natural em virtude da proliferação de pragas invasoras. Estes fatos contribuem para a degradação dos solos, para o aumento da super-exploração do extrativismo como forma compensatória de obtenção de renda e a conseqüente perda da biodiversidade. O Nordeste abriga o maior contingente populacional do país vivendo na zona rural. São 43,1 %, mais de 18 milhões de pessoas (das quais mais de 16 milhões estão no semi-árido), o que equivale a quase o dobro da região sudeste, a duas vezes e meia a região sul e a nove vezes a região centro-oeste. Deste total, mais de 55% são considerados indigentes na conceituação proposta pelo Mapa da Fome do IPEA. É, também, a maior concentração de indigência do país. Os estudos sobre a desertificação realizados pelo Núcleo Desert para a CONSLAD apontam para um quadro de abrangência que atinge, nos seus vários níveis, 55% da área semi-árida do Nordeste e 42% de sua população.

Eutrofização

É o aumento de nutrientes no meio aquático, acelerando a produtividade primária, ou seja, intensificando o crescimento de algas. Esse fenômeno pode ser provocado por: lançamento de esgotos, resíduos industriais, fertilizantes agrícolas e a erosão. É fácil de concluir que, em certas proporções, a eutrofização pode ser benéfica ao ecossistema. Contudo, em excesso acarretará um desequilíbrio ecológico, pois provocará o desenvolvimento incontrolado de uma espécie em detrimento de outras. É o fenômeno conhecido como "floração da água" e torna reservatórios de águas potáveis em lagoas e lagos imprestáveis para o uso. Os florescimento de algas são uma conseqüência da eutrofização o superenriquecimento das águas pelo excesso de nutrientes das plantas. Além do seu aspecto inestético, estas verdadeiras explosões de algas constituem uma ameaça de toxicidade para os fornecimentos de água bem como para as pessoas que consumirem a água afetada, uma vez que as algas produzem venenos poderosos. Quando estas morrem, as toxinas são libertadas na água, tornando-se muito difícil removê-las através dos processos normais de tratamento de águas. Na Grã-Bretanha, têm morrido animais após a ingestão das algas, não se registrando, contudo, óbitos humanos. Em 1989, onze soldados foram hospitalizados depois de terem andado de canoa em águas afetadas de um lado de Staffordshire; em outros países, houve notícia de doenças, nomeadamente inflamações do fígado, entre pessoas que beberam água contaminada. Alguns animais conseguem concentrar as toxinas nos tecidos; no verão de 1990, detectaram-se níveis elevados em mariscos da costa oriental britânica, tendo sido postos a circular avisos preventivos do consumo de tais alimentos. Na Finlândia e na União Soviética, ocorreram mortes entre pessoas que ingeriram peixes com concentrações de toxinas no fígado. As explosões de algas dão-se naturalmente em determinadas áreas e nem todas as espécies são tóxicas em geral são as algas azuis e as algas verdes as que produzem veneno. A poluição deve ser, certamente, responsável em muitos casos, e as companhias das águas podem Ter que remover o fosfato dos efluentes descarregados em alguns dos 400 lagos e reservatórios afetados em 1990.

Poluição

Existe, na natureza, um equilíbrio biológico entre todos os seres vivos. Neste sistema em equilíbrio os organismos produzem substâncias que são úteis para outros organismos e assim sucessivamente. A poluição vai existir toda vez que resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) produzidos por microorganismos, ou lançados pelo homem na natureza, forem superior à capacidade de absorção do meio ambiente, provocando alterações na sobrevivência das espécies. A poluição pode ser entendida, ainda, como qualquer alteração do equilíbrio ecológico existente. A poluição é essencialmente produzida pelo homem e está diretamente relacionada com os processos de industrialização e a conseqüente urbanização da humanidade. Esses são os dois fatores contemporâneos que podem explicar claramente os atuais índices de poluição. Os agentes poluentes são os mais variáveis possíveis e são capazes de alterar a água, o solo, o ar, etc. Poluição, é portanto, uma agressão à natureza, ao meio ambiente em que o homem vive. Os efeitos da poluição são hoje tão amplos que já existem inúmeras organizações de defesa do meio ambiente.

Classificação dos Poluentes

De acordo com a origem:

- a) Poluentes Primários - Estão presentes na atmosfera na forma em que são emitidos como resultado de algum processo. Os principais poluentes desta categoria são tanto sólidos, como líquidos e gasosos, ou mesmo radiações. Citamos como poluentes primários; partículas finas, partículas grosseiras, compostos de nitrogênio, óxidos de carbono, compostos de enxofre, compostos halogenados, compostos orgânicos, entre outros.
- b) Poluentes Secundários - São produzidos na atmosfera pela reação entre dois ou mais poluentes primários, ou pela reação com constituintes normais atmosféricos, com ou sem foto-ativação. Citamos como poluentes secundários; oxidantes, névoas ácidas, smog.

De acordo com o Estado

- a) Gases e vapores - CO, CO₂, SO₂, NO₂
- b) Partículas sólidas e líquidas - Poeiras, fumos, névoas e fumaças

De acordo com a composição Química

- a) Poluentes Orgânicos - Hidrocarbonetos, aldeídos e cetonas
- b) Poluentes Inorgânicos - H₂S, HF, NH₃

POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A poluição das águas tem sido um problema para a nossa sociedade, e é tempo de por fim a todo o custo este assunto. Nestes últimos anos o governo tem tentado sensibilizar a opinião pública para esta situação que tem vindo a agravar-se devido há falta de fundos. Também as indústrias, que cada vez fazem mais poluição sem qualquer medida protecionista contribuem fortemente para o problema sem qualquer multa por parte do Governo. Nós neste trabalho vamos falar nas formas de poluição aquática no mundo e no Brasil. Também vamos falar dos

poluentes da água e os seus perigos para a sociedade. Durante um longo período de tempo, a introdução dos poluentes nos oceanos poderá conduzir a uma acumulação de substâncias tóxicas, a longo prazo, disseminando mortandade e contaminação de seres vivos do oceano. Uma vez chegado a isto, não há hipótese de voltar atrás mas não vamos deixar que isto se alastre para causas muito piores do que aquelas que já existem por isso contamos com a colaboração de toda a sociedade e começar a sensibilizar a sociedade escolar, ou seja, mais os alunos que serão o futuro de amanhã para não continuarem a poluir como os nossos antepassados poluíram. A maior parte dos poluentes atmosféricos reage com o vapor de água na atmosfera e volta à superfície sob a forma de chuvas, contaminando, pela absorção do solo, os lençóis subterrâneos.

Nas cidades e regiões agrícolas são lançados diariamente cerca de 10 bilhões de litros de esgoto que poluem rios, lagos, lençóis subterrâneos e áreas de mananciais. Os oceanos recebem boa parte dos poluentes dissolvidos nos rios, além do lixo dos centros industriais e urbanos localizados no litoral. O excesso de material orgânico no mar leva à proliferação descontrolada de microrganismos, que acabam por formar as chamadas "marés vermelhas" - que matam peixes e deixam os frutos do mar impróprios para o consumo do homem. Anualmente 1 milhão de toneladas de óleo se espalham pela superfície dos oceanos, formando uma camada compacta que demora para ser absorvida. Desde há muito que os peritos marinhos e aquáticos argumentam que todos os novos compostos introduzidos no nosso mar e rios deveriam ser considerados potencialmente letais. Eis um testemunho desses peritos: "No dia seguinte navegávamos sob vento fraco através de um oceano onde a água límpida estava cheia de massas flutuantes e negras de alcatrão, aparentemente sem fim... O Atlântico já não era azul, mas sim cinzento esverdeado e opaco, coberto de coágulos de petróleo que variavam de tamanho, desde a cabeça de um alfinete até às dimensões de uma sanduíche. No meio do lixo, flutuavam garrafas de plástico. Poderíamos estar num sujo porto citadino... Tornou-se claro para nós que a humanidade estava realmente a poluir a sua mais vital nascente, o indispensável filtro do nosso planeta, o oceano."

Parte da poluição é muito visível: rios espumosos, um brilho oleoso à superfície de um lago, cursos de água atulhados de lixo doméstico (como é o caso do nosso rio Douro). Mas grande parte é invisível. Lagos afetados pelas chuvas ácidas podem ainda parecer muito bonitos mas sem vida. Infelizmente a agressão ao nosso ambiente aquático não acaba aqui. Nos mares, lagos e rios existe uma enorme diversidade de espécies diferentes muitas das quais fornecem à humanidade muita comida nutritiva. Não existiam ameaças a esta fonte de alimentos antes do séc. XIX. Quando navios maiores e técnicas piscatórias mais eficientes, começaram a provocar um sério desgaste nas populações reprodutoras. Desde a baleia de oceano até ao mais pequeno crustáceo de água doce tem sido dizimado pelo Homem. A difusão de lixo marítimo de pólo a pólo torna necessária uma vigilância internacional. Os navios que derramam impunemente petróleo e poluentes químicos na água dos oceanos. Mas embora as descargas e derrames de petróleo no alto mar tenham efeitos locais importantes, estas águas encontram-se livres dos piores efeitos da poluição. As principais áreas de preocupação são as que se encontram próximo de terra e de aglomerados humanos. É aqui que a poluição se concentra, é também aqui que se encontra a maioria de vida marinha, nas plataformas continentais.

O lixo da sociedade tornou-se uma praga para a vida marinha. As tartarugas marinhas e as baleias ingerem sacos de plástico, que tomam por medusas, provocando-lhe a morte por asfixia. Uma vez, encontrou-se um cachalote com 50 sacos de plásticos entalados na garganta. As aves

marinhas ingerem pequenas bolas de polietileno que flutuam à superfície do mar; as aves sentem-se fartas e isso impede-as de se alimentarem adequadamente. Não conseguem engordar e, assim, a sua aptidão para sobreviverem é reduzida. Nas ilhas Aleutas, no Pacífico Norte, a população de focas tem diminuído 10%, não devido à caça ou à diminuição das reservas de peixes, mas por serem apanhadas por precintas plásticas de embalagem e por tiras plásticas que mantêm unidas as latas de bebidas.

Anualmente, um milhão e meio de quilômetros de redes de pesca, de "nylon" (conhecidas por "a cortina da morte"), são lançadas ao mar e cerca de 100 quilômetros de rede acabem por perder-se. Essas "redes - fantasmas" continuam a pescar, sem governo. Capturam e provocam o afogamento de tartarugas marinhas, focas, aves marinhas, golfinhos e baleias. A partir de finais de 1988, deverá ter entrado em vigor um tratado internacional que tornará ilegal o despejo de matérias plásticas ou redes de "nylon" no mar. A poluição das águas fluviais são, hoje, constantemente agredidas pelo excesso de poluentes derramados e despejados destas águas.

Os constantes despejos de esgotos das fábricas e dos centros urbanos estão carregados de substâncias que podem constituir causa séria de poluição como por exemplo: ovos de parasitas, fungos, bactérias, e vírus que ocasionam doenças como tifo, tuberculose, hepatite e cólera. A poluição marinha se dá principalmente pelo derramamento de petróleo em caso de vazamentos e acidentes com petroleiros.

As grandes formas de poluição aquática

Esgotos pluviais e escoamento urbano - Escoamento de superfícies impermeáveis incluindo ruas, edifícios e outras áreas pavimentadas para esgotos ou tubos antes de descarregarem para águas superficiais.

Industrial - Fábricas de polpa e de papel, fábricas de químicos, fábricas de têxteis, fábricas de produtos alimentares...

Agrícola - Excesso de fertilizantes que vão infiltrar-se no solo e poluir os lençóis de água subterrâneos e por sua vez os rios ou ribeiros onde estes vão dar Extração de recursos Minas... - Modificações hidrológicas Canalizações, construção de barragens...



Poluição Química das águas

É um tipo de poluição de águas que atinge rios e oceanos. Dois tipos de poluentes caracterizam a poluição química:

- a) Biodegradáveis - São produtos químicos que ao final de um tempo, são decompostos pela ação de bactérias. São exemplos de poluentes biodegradáveis o detergente, inseticidas, fertilizantes, petróleo, etc.

- b) Persistentes - São produtos químicos que se mantêm por longo tempo no meio ambiente e nos organismos vivos.

Estes poluentes podem causar graves problemas como a contaminação de alimentos, peixes e crustáceos. São exemplos de poluentes persistentes o DDT, o mercúrio, etc. Geralmente o mercúrio é utilizado na mineração para separar o ouro nos rios. Se um peixe contaminado por mercúrio for ingerido por pessoas, este peixe contaminado pode levar estas pessoas até a morte se não tomarem providências imediatas. Os rios geralmente conseguem "diluir" uma certa quantidade de poluentes químicos, mas se estas quantidades forem ultrapassadas desenvolve-se no rio algas verde-azuladas, que o fazem cheirar mal. Estas bactérias se reproduzem rapidamente e vão aumentando roubando todo o oxigênio da água. Sem oxigênio os peixes vão morrendo aos poucos, e toda vida no rio vai deixando de existir, morrendo inclusive as bactérias.


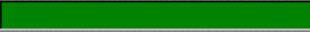


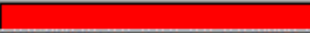
Poluição por fosfatos e nitratos

Os adubos e fertilizantes usados na agricultura contêm grandes concentrações de nitrogênio e fósforo. Esses poluentes orgânicos constituem nutrientes para as plantas aquáticas, especialmente as algas, que transformam a água em algo semelhante a um caldo verde, fenômeno também conhecido por floração das águas. Em alguns casos, toda a superfície é recoberta por um "tapete", formado pelo entrelaçamento de algas filamentosas. Com isso, ocorre a desoxigenação da água. Pode parecer incoerente. Afinal, as algas são seres que produzem o oxigênio durante a fotossíntese.

Assim, a quantidade de oxigênio deveria aumentar e não diminuir. De fato, as algas liberam oxigênio, mas o tapete superficial que elas formam faz com que boa parte desse gás seja liberado para a atmosfera, sem se dissolver na água. Além do que, a camada superficial de algas dificulta a penetração de luz. Isso impossibilita a fotossíntese nas zonas inferiores, reduzindo a produção de oxigênio e a morte de vegetais. A decomposição dos vegetais mortos aumenta o consumo de oxigênio, agravando ainda mais a desoxigenação das águas.

Indicadores da situação ambiental

Os indicadores da situação ambiental adotados são o Índice de Qualidade de Água - IQA e a contaminação por tóxicos. O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, USA, adaptado pela Fundação CETEC. No seu cálculo são considerados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfatos, temperatura da água, turbidez e sólidos totais, gerando um índice com valores variando de 0 a 100, que correspondem aos seguintes níveis de qualidade:

Nível de Qualidade	Faixa	Cor de Referência
Excelente	$90 < IQA \leq 100$	
Bom	$70 < IQA \leq 90$	
Médio	$50 < IQA \leq 70$	
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$	

Assim definido, o IQA reflete a contaminação por esgotos sanitários e por outros materiais orgânicos, por nutrientes e por sólidos. A contaminação por tóxicos é avaliada considerando-se os seguintes componentes: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo

hexavalente, índice de fenóis, mercúrio, nitrito e zinco. Em função das concentrações observadas a contaminação é caracterizada como Baixa, Média ou Alta.

O que fazer para diminuir a poluição da água

Existem várias maneiras de contribuir para a diminuição da poluição da água:

- Utilize apenas detergentes que não contenham fosfatos e use uma quantidade inferior à indicada no rótulo;
- Compre apenas bebidas engarrafadas em recipiente recicláveis e nunca as deixe na praia ou na rua. Junte-as e entregue-as na loja.
- Diga aos seus pais para comprarem apenas papel higiênico que não tenha sido branqueado com cloro ou tingido. Depois do papel se decompor, o cloro e os corantes permanecem na água, prejudicam a vida de muitos animais.
- Utilize sempre que puderes recipientes recicláveis em vez de sacos de plástico. Quanto menos lixo houver nas lixeiras, menor é a probabilidade da água subterrânea ser contaminada.

Poluição por resíduos não-biodegradáveis

Todos os compostos orgânicos são biodegradáveis, ou seja, podem ser decompostos pelas bactérias. Existem, entretanto, alguns compostos orgânicos sintetizados pela indústria que não são biodegradáveis. Tais compostos também podem ser chamados de recalcitrantes ou biologicamente resistentes. Não sendo degradados, tais compostos vão se acumulando na água, atingindo concentrações tão altas que geram sérios riscos aos seres vivos. Dessas substâncias não-degradáveis merecem destaque o DDT, o mercúrio, etc. Os fosfatos são encontrados na maior parte dos detergentes e, como já vimos, provocam a eutrofização. A poluição por óleo é feita, principalmente, pelos navios petroleiros, por ocasião da lavagem

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

As fontes de emissão de poluentes primários e dos componentes secundários pode ser as mais variadas possíveis. A emissão de gases tóxicos por veículos automotores é a maior fonte de poluição atmosférica. Nas cidades, esses veículos são responsáveis por 40% da poluição do ar, porque emitem gases como o monóxido e o dióxido de carbono, o óxido de nitrogênio, o dióxido de enxofre, derivados de hidrocarbonetos e chumbo. As refinarias de petróleo, indústrias químicas e siderúrgicas, fábricas de papel e cimento emitem enxofre, chumbo e outros metais pesados, e diversos resíduos sólidos. A identificação de uma fonte de poluição atmosférica, depende, antes de mais nada, dos padrões adotados para definir os agentes poluidores e seus efeitos sobre homens, animais, vegetais ou materiais outros, assim como dos critérios para medir os poluentes e seus efeitos. Essas alterações provocam no homem distúrbios respiratórios, alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso, e em órgãos vitais, e câncer. Em cidades muito poluídas, esses distúrbios agravam-se no inverno com a inversão térmica, quando uma camada de ar frio forma uma redoma na alta atmosfera, aprisionando o ar quente e impedindo a dispersão dos poluentes. Sem indicar a que nível estamos interessados a conversar a qualidade do ar, é impossível controlar as fontes de poluição. Outros fatores a considerar são de natureza social (pressão de grupos), ambientais (Sinergimos ou antagonismos) e mesmo pessoal como suscetibilidade de indivíduos ou grupos, e vários outros.



Classificação das fontes de Poluição Atmosférica

- a) Fontes Específicas Fixas Ocupam na comunidade área relativamente limitada Quase todas de natureza industrial Permite avaliação na base de fonte por fonte
- b) Fontes Múltiplas Fixas ou móveis Geralmente se dispersam pela comunidade Não podem ser praticamente avaliada na base de fonte por fonte
- c) Fontes Naturais Estas fontes dificilmente serão reconhecidas se o padrão adotado for o correspondente exclusivamente a dano à saúde das populações

Entre elas podemos apontar:

O solo que nos fornece as poeiras de terra, oriundas de locais desabrigados de vegetação, como estradas, desertos, etc. A vegetação constituída de resíduos vegetais, levantados pelos ventos, ou por pólen, ambos com possibilidades de causarem alergias. Dos oceanos são desprendidas gotículas de água carregadas ou não de sais que não disseminadas pelos ventos. O sal assim carregado constitui mais uma parcela de material particulado na atmosfera. Vulcões e fontes naturais de líquidos, gases e vapores, que podem inundar uma região com impurezas em qualidade e quantidade indesejáveis. Descargas elétricas atmosféricas As neblinas, nevoeiros e a garoa, por si só não são considerados poluentes

Classificação Física dos Poluentes

Os agentes poluentes atmosféricos, segundo o seu estado físico, podem apresentar sob várias formas sólidas, líquidas ou gasosas, das seguintes maneiras:

- **Poeiras** - São pequenas partículas sólidas, com diâmetro de 0,1 a mais de 100 microns, originada de parcelas maiores, por processos mecânicos de desintegração, como lixamento, moagem, etc., ou poeiras naturais como o pólen, esporos, etc. Exemplos: Partículas de rochas, de metais, de cimento, etc. Pode também ser definido como um aerossol de partículas sólidas
- **Fumos** - São partículas sólidas com diâmetro inferiores a um micron, formadas pela condensação de vapores de materiais sólidos, geralmente metais, e conseqüentemente solidificação. Normalmente este mecanismo é acompanhado de oxidação. Os fumos são inorgânicos. Exemplo: Fumos de óxidos de chumbo, de zinco, etc.
- **Fumaça** - São partículas, geralmente mas não obrigatoriamente, sólidas em suspensão no ar, e oriundas da combustão incompleta de materiais orgânicos. As fumaças

industriais de importância são formadas por partículas com diâmetros inferiores a meio micron.

- **Neblina** - A neblina é constituída de partículas líquidas de pequeníssimas dimensões, em suspensão no ar, originadas de um processo mecânico de subdivisão, como a nebulização.
- **Nevoeiro** - São também partículas líquidas de pequeníssimas dimensões, em no ar, mas resultante da condensação de vapores.
- **Vapores** - É a forma gasosa de substâncias que se encontram sob a forma líquida ou sólida a 25°C de temperatura e a uma atmosfera de pressão.
- **Gases** - São substâncias que se encontram em estado gasoso a temperatura de 25°C e sob uma atmosfera de pressão. Os gases são fluídos sem forma própria e que possuem a tendência de ocupar qualquer espaço inteira e uniformemente.
- **Aerossol** - São substâncias sólidas ou líquidas de tamanho microscópico, em suspensão no meio gasoso, sob forma particulada.
- **Névoa Fotoquímica** - São produtos de reação foto químicas, geralmente combinados com um valor de água. As partículas são geralmente menores que 1,5 micrômetros. As unidades de medida para os poluentes atmosféricos mais utilizados são: Para poeira, o número de partículas por unidade de volume de ar, é muito usado a unidade "mmpc" (milhões de partículas por pé cúbico de ar). No caso de medidas de névoas, neblinas e fumos pode-se usar "mg/m³" (miligrama por metro cúbico) isto é, peso por unidade de volume. Gases e vapores são medidos em "ppm" (partes por milhão) Abaixo relaciona-se uma lista resumida de poluentes gerais, relacionadas as suas principais fontes produtoras:

Poluentes Comuns

- **Dióxido de Enxofre** - Combustões domésticas, usinas termelétricas, refinarias de petróleo, olarias, usinas de aço e ferro.
- **Material Particulado** - Emissões de veículos, combustões domésticas, usinas de gás, geração de eletricidade, incineradores, fábricas de cimento, refinarias de petróleo, fornos de cal, fábricas de cerâmica, fundições, estufas e carvão.
- **Hidrocarbonetos** - Emissões de veículos, refinarias de petróleo.
- **Óxidos de Nitrogênio** - Emissões de veículos, fábricas de ácido nítrico, usinas termoelétricas, usinas de ferro e aço, fábricas de fertilizantes.

Efeitos da Poluição Atmosférica

O homem, mergulhado na atmosfera que os cerca, faz passar por seus pulmões, em média, 12m³ de ar, por dia. Este ar mergulha no sistema respiratório, atingindo as regiões mais profundas, tomando contato com os alvéolos pulmonares, irrigando uma área de mais de 70m². O ar deverá transportar o vital oxigênio, mas poderá também levar outros gases menos saudáveis, além de material particulado de tamanho suficiente para atingir os alvéolos, e destes serem removidos e levados para as regiões onde podem ser absorvidos, ou onde vão produzir ação irritante mais ou menos acentuada. As defesas naturais do homem, contra as impurezas do ar, são muito precárias, entre elas podemos citar:

- Secreção mucosa das vias aéreas superiores, que tende aglutinar as partículas sólidas e fixar gases e vapores;

- Cilhos que vão desde a traquéia até os brônquios com a finalidade de levar as partículas inaladas em direção a faringe; * Movimento peristálticos bronquíolos, colaborando na eliminação de partículas;
- Forma peculiar das fossas nasais, fazendo com que as partículas de maior tamanho sejam precipitadas sobre a base da língua;
- Espasmos das cordas vocais e da musculatura brônquica, procurando evitar a penetração de impurezas nas partes mais profundas das vias aéreas;
- Reflexos de tosse e espirro, criando violentas correntes de ar com a finalidade de expulsar substâncias estranhas das vias aéreas. A determinação da influência da poluição do ar na saúde humana é extremamente complexa e difícil. Exige uma avaliação quantitativa e qualitativa de um grande número de fatores, tais como a concentração de poluente, duração da exposição, localização da sua atuação, efeitos sinérgicos ou antagônicos, tudo aliado à influência de fatores meteorológicos. Salvo as exceções de casos graves específicos, não há prova científica de que a poluição atmosférica, seja capaz, por si só de causar doença. Os efeitos sobre a saúde do homem podem ser avaliados em quatro níveis:
 - Ausência de efeitos biológicos apreciáveis pelos métodos atuais de investigação;
 - Irritação dos órgãos sensoriais;
 - Efeitos adversos sobre função biológica, podendo chegar a doenças crônicas;
 - Doença aguda e "morte"

POLUIÇÃO DOS SOLOS

O solo no ecossistema Já vimos que o solo faz parte integrante dos ecossistemas, pela sua participação nos ciclos biogeoquímicos. A utilização de água e nutrientes é cíclica desde que, retirados do solo, tais elementos retornem ao mesmo através dos ciclos biogeoquímicos.

Um dos problemas ecológicos atuais é a despreocupação humana em relação à essa reciclagem, especialmente no que concerne aos nutrientes de vegetais e condicionadores de solos agriculturáveis. Em relação à poluição do solo analisaremos: o uso de adubos sintéticos e praguicidas e o lixo. O uso excessivo de adubos sintéticos A fim de atender à crescente demanda de alimentos, acarretada pelo crescimento populacional, a produção e o uso de adubos sintéticos vêm sendo intensificados progressivamente.

Para a produção desses adubos a indústria de fertilizantes retira elevadas quantidades de nitrogênio do ar e fosfatos das rochas. O emprego excessivo de fertilizantes gera um desequilíbrio ecológico. Os agentes decompositores não conseguem reciclá-la na mesma proporção em que são adicionados ao solo provocando eutrofização, bem como alterações caracterizadas pelo decréscimo de materiais orgânicos e retenção de água.

O uso de Praguicidas

Praguicidas ou defensivos agrícolas são substâncias venenosas utilizadas no combate às pragas, organismos considerados nocivos ao homem. Os principais praguicidas são:

- Herbicidas, usados para matar ervas daninhas;

- Fungicidas, utilizados no combate de fungos parasitas;
- Inseticidas, usados contra insetos, e
- Nematódicos, que controlam nematódios parasitas.

Acontece que os defensivos químicos empregados no controle de pragas são muito pouco específicos, destruindo indiferentemente espécies nocivas e úteis. Existem praguicidas extremamente tóxicos, mas instáveis. Existem praguicidas extremamente tóxicos, mas instáveis. Eles podem causar danos imediatos, mas não causam poluição a longo prazo. Existem praguicidas menos tóxicos, ou seja, persistentes em ecossistemas, provocando efeitos por muitos anos. Os praguicidas podem ser transportados a longas distâncias, causando danos bem longe das regiões em que foram aplicados. Outro problema reside no acúmulo ao longo das cadeias alimentares. Assim, por exemplo, as minhocas, alimentando-se de grandes quantidades de folhas mortas e ingerindo partículas do solo, acumulam no seu organismo grandes quantidades de inseticidas clorados; as aves que se alimentam de minhocas, como as galinhas, passam a ingerir altas concentrações de veneno. Outro efeito nocivo é que os praguicidas reduzem a Biodiversidade das biocenoses.

O controle biológico

O chamado controle biológico consiste no combate às pragas através de seus inimigos naturais, predadores ou parasitas. Nesse processo os parasitas, por serem mais específicos, são preferidos em relação aos predadores.

O problema do Lixo

O lixo urbano é constituído predominantemente por matéria orgânica e como tal sofre intensa decomposição, permitindo a reciclagem. A decomposição pode ser feita por dois processos: aeróbio e anaeróbio. A decomposição aeróbia é muito mais rápida, e os resíduos resultantes são: gás carbônico, sais minerais e alguns compostos orgânicos que, mais resistentes à biodegradação não chegam a se decompor totalmente. A decomposição anaeróbia, entretanto pode originar compostos nocivos, como gás sulfídrico, mercaptans e outros compostos que podem ser tóxicos ou exalar mau cheiro.

O lixo urbano sofre quatro processos: lixões, aterros sanitários, compostagem e incineração. No caso dos "lixões", o lixo simplesmente é levado para terrenos baldios onde fica exposto e é aproveitado pelos "catadores de lixo" que correm o risco de contrair doenças. Por outro lado o lixão provoca intensa proliferação de moscas e outros insetos. Outro inconveniente é o "corume", líquido que resulta da decomposição do lixo e que polui o solo e os lençóis d'água.

O chamado aterro sanitário não é um processo de tratamento. Consiste na decomposição de camadas de lixo alternadas com camadas de argila em terrenos bem drenados. Nessas condições as camadas de lixo sofrem decomposição aeróbia e depois anaeróbia. Um inconveniente do aterro sanitário é a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas, além da não reciclagem dos materiais para os locais de origem. A incineração é um processo dispendioso, no qual o lixo é queimado em câmaras de incineração. As cinzas resultantes podem ser usadas para indústrias de fertilizantes. No processo de compostagem o material orgânico do lixo sofre um tratamento biológico do qual resulta o chamado "composto", material utilizado na fertilização e condicionamento do solo.

Efeito Estufa

Para dar uma idéia imediata do problema, transcrevo a seguir duas declarações de personalidades, feitas

em dezembro de 1997:

Brent Blackwerder, presidente da organização Amigos da Terra: "O aquecimento global está afetando tudo o que vive e respira no planeta. Grandes tempestades, furacões, ciclones, chuvas em grande quantidade, enchentes... Algumas nações desaparecerão totalmente. Isto é o que nos acontecerá, e será pior do que imaginamos, se não começarmos a nos tornar inteligentes."

Al Gore, vice-presidente dos Estados Unidos da América: "Na semana passada, fomos informados pelos cientistas que 1997 será o ano mais quente desde que se começaram a fazer registros de temperatura. A tendência é clara, pois nos últimos dez anos registraram-se os nove anos mais quentes deste século. As conseqüências humanas e os custos econômicos de uma falha em agir são inimagináveis. Mais secas, mais doenças, enchentes recordes e pragas espalhadas por toda parte; fracasso da agricultura e fome, geleiras a derreter, tempestades cada vez mais fortes e os mares subindo de nível."

Alguns gases da atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO_2), funcionam como uma capa protetora que impede que o calor absorvido da irradiação solar escape para o espaço exterior, mantendo uma situação de equilíbrio térmico sobre o planeta, tanto durante o dia como durante a noite. Sem o carbono na atmosfera a superfície da Terra seria coberta de gelo. A essa particularidade benéfica da camada de ar em volta do globo se dá o nome de "efeito estufa".

A importância do efeito estufa pode ser melhor compreendida quando se observa as condições reinantes na Lua. Lá não há uma atmosfera, e portanto nenhum efeito estufa; por isso as temperaturas variam de $100^{\circ}C$ durante o dia a $-150^{\circ}C$ durante a noite.



O efeito estufa na Terra é garantido pela presença do dióxido de carbono, vapor de água e outros gases raros. Esses gases são chamados de raros porque constituem uma parcela muito pequena na composição atmosférica, formada em sua maior parte por nitrogênio (75%) e oxigênio (23%).

Alguns pesquisadores acreditam que se o percentual de oxigênio na atmosfera fosse um pouco mais elevado, um simples relâmpago poderia ocasionar incêndios gigantescos. O alto percentual de oxigênio na composição atmosférica, mais a existência dos gases raros faz com que muitos cientistas classifiquem a atmosfera terrestre como uma "anomalia", quando comparada às de outros planetas.

Seria muito mais acertado se esses cientistas dissessem que um tipo assim tão especial de atmosfera é um presente do Criador, que dessa forma possibilita às suas criaturas viverem e desenvolverem-se num planeta maravilhoso. Todavia, uma dedução assim tão simples e clara a ciência não tem capacidade de fazer, já que ela só consegue se pautar pela lógica fria e restrita do intelecto. Anômalos, na verdade, são a maioria desses escravos da ciência, que podem, sim, dissecar cientificamente uma flor até as minúcias, mas se mostram incapazes de reconhecer em sua beleza singela um reflexo do Amor de seu Criador.

O efeito estufa gerado pela natureza é, portanto, não apenas benéfico, mas imprescindível para a manutenção da vida sobre a Terra. Se a composição dos gases raros for alterada, para mais ou para menos, o equilíbrio térmico da Terra sofrerá conjuntamente.



A ação do ser humano na natureza tem feito aumentar a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, através de uma queima intensa e descontrolada de combustíveis fósseis e do desflorestamento. A derrubada de árvores provoca o aumento da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera pela queima e também por decomposição natural. Além disso, as árvores aspiram dióxido de carbono e produzem oxigênio. Uma menor quantidade de árvores significa também menos dióxido de carbono sendo absorvido.

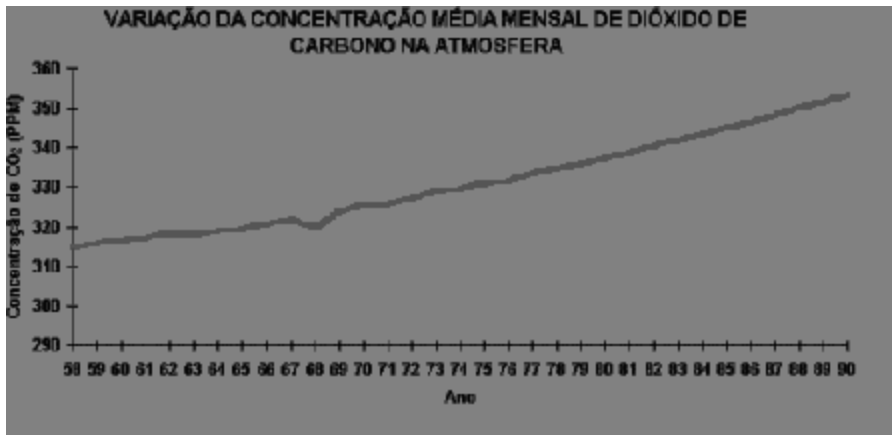
Estima-se que em 1850 (época da disseminação da Revolução Industrial) a quantidade de CO_2 na atmosfera era de 270 ppm. Hoje, essa quantidade é de aproximadamente 360 ppm, um aumento de 33%. A cada ano cerca de 6 bilhões de toneladas de CO_2 são lançadas na atmosfera do planeta.

Na primeira metade do século esse tipo de poluição era até considerado benéfico. No livro "Worlds in the making", de 1906, o químico sueco Arrhenius dizia: "Por influência do percentual crescente de dióxido de carbono na atmosfera, temos esperança de desfrutar de épocas com climas melhores e mais estáveis, sobretudo nas regiões mais frias da Terra." Em 1938, o inglês George Callendar achava que o dióxido de carbono que estava sendo lançado no ar "melhoraria o clima do mundo e fertilizaria as terras cultiváveis."

No início da década de 80 ainda havia a esperança de que as alterações provocadas pelo efeito estufa não seriam muito intensas. Roger Revelle, dirigente do Scripps Institution of Oceanography, dizia na época: "As mudanças não serão grandes acontecimentos; serão

alterações ambientais lentas e difusas. A maioria das pessoas nem se aperceberá delas, ano a ano."

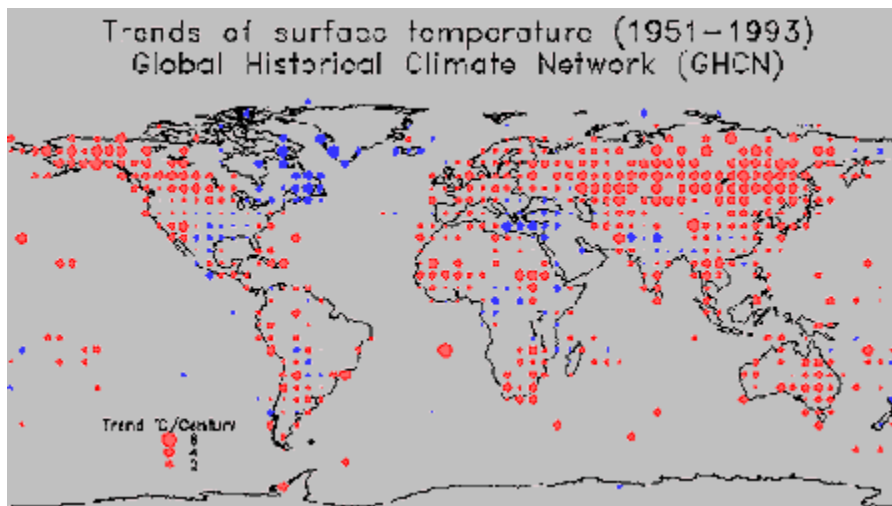
O gráfico abaixo mostra a variação da concentração de dióxido de carbono (média mensal) na atmosfera desde 1958 a 1991, obtida segundo dados fornecidos pela estação de monitoramento de Mauna Loa, no Havai:



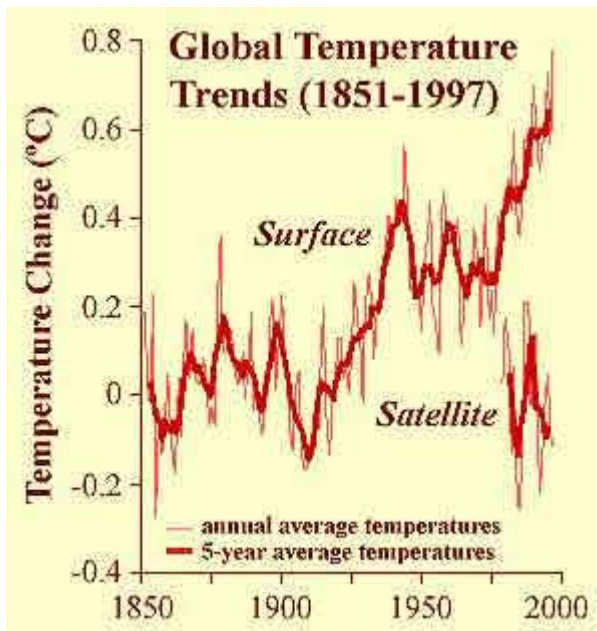
O efeito da maior concentração de CO_2 na atmosfera é uma exacerbação do originalmente benéfico efeito estufa, isto é, o planeta tende a se aquecer mais do que o normal; em outras palavras, a temperatura média da Terra tende a subir.

Os mais avançados modelos matemáticos indicam que a temperatura média da Terra deverá aumentar em $2^{\circ}C$ para uma duplicação da concentração de dióxido de carbono a partir do nível de 270 ppm. No tópico sobre o clima já vimos o que a mudança de apenas $1^{\circ}C$ na temperatura média global é capaz de fazer...

O mapa abaixo mostra os pontos em que se detectou alteração na temperatura da superfície do planeta entre 1951 e 1993. Os pontos em vermelho significam acréscimo de temperatura, e os pontos em azul, decréscimo; de acordo com as dimensões, os pontos indicam variações de $2^{\circ}C$ a $6^{\circ}C$ por século. Fica fácil constatar que a Terra está, de fato, esquentando.



O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura global do planeta de 1851 a 1997. Ele foi obtido do trabalho conjunto dos pesquisadores Phil Jones (University of East Anglia), David Parker (United Kingdom Meteorological Office), John Christy (University of Alabama) e dados da NASA. A linha mais fina corresponde às temperaturas anuais médias, e a linha mais grossa à temperatura média a cada 5 anos. Observa-se que, apesar de algumas oscilações, a tendência é de um crescimento contínuo na temperatura média da Terra.



Existe um consenso de que o aumento do efeito estufa só não é maior atualmente porque uma grande parte de CO_2 é dissolvida nos oceanos e extraída pela vegetação. Sem esses mecanismos reguladores, há muito o ser humano já teria, sozinho, desequilibrado totalmente o clima da Terra.

As tentativas das nações de solucionar o problema por elas mesmas criado beiram o ridículo. Na Conferência do Clima de 1995, em Berlim, os governos concordaram que "não foram adequadas" as medidas tomadas no sentido de tentar a redução das emissões de gases que provocam o efeito estufa. A Conferência do Clima de 1996, em Genebra, terminou com uma declaração em que os países "se comprometem a negociar a redução do uso de gases responsáveis pelo efeito estufa". O tratado firmado na Conferência do Clima de 1997, em Kioto, estabeleceu que as 38 nações industrializadas reduziriam a emissão de gases em 5,2% entre 2008 e 2012... Os critérios de aplicação dessa redução serão decididos

em 1998, numa reunião marcada especialmente para isso em Buenos Aires. De qualquer forma, os congressistas americanos já avisaram que não há como aprovar o tratado.

Só para não perder o costume das propostas mirabolantes, surgiu recentemente a proposição de se injetar 190 mil toneladas de amônia no fundo do mar para forçar o oceano a retirar da atmosfera dois milhões de toneladas de CO_2 . Bela solução. Reduzir a poluição do ar aumentando a dos mares...

A ocorrência de efeitos climáticos extraordinários em curtos períodos de tempo também é atribuída ao incremento do efeito estufa. Em 1984 foi publicado um trabalho por uma equipe da Universidade de East Anglia, na Grã-Bretanha, onde se previa que um aquecimento da Terra decorrente do efeito estufa provocaria invernos mais intensos na Europa. Nos três anos seguintes a Europa foi atingida por invernos rigorosíssimos.

Para os especialistas da Agência Nacional de Oceanos e Atmosfera dos Estados Unidos (NOAA), tanto o clima mais rigoroso, como as chuvas que se tornam mais torrenciais, são decorrência do recrudescimento do efeito estufa no planeta. Segundo um estudo publicado na revista Nature de setembro de 1995, desde 1911 o total de chuvas torrenciais (superiores a 50 mm) aumentou entre 2% e 3% nos Estados Unidos, enquanto que as precipitações comuns aumentaram 20% naquele país... O cientista William Stevens disse que "agora já há um consenso que as tempestades têm se tornado mais comuns."

No ano de 1987 já havia sido observado que os corais de Porto Rico, no Caribe, estavam ficando brancos. A causa apontada foi o aquecimento do mar provocado pelo efeito estufa. De lá para cá essa ocorrência foi se espalhando e em 1995, só no Brasil, já era observada em três regiões. "O que se pensava ser um fenômeno isolado é hoje visto em escala global", afirma o biólogo Clóvis Barreira, do

Museu Nacional do Rio de Janeiro. O Comitê Oceano gráfico Internacional da ONU considera os corais como termômetros vivos da saúde marítima. Seu branqueamento significa que as algas microscópicas responsáveis pelas suas cores estão se afastando, possivelmente pelo aumento da temperatura da água. Sem essas algas os corais tornam-se frágeis e acabam não dispondo de energia suficiente para a reprodução. Em 1997, o Fundo Mundial para a Natureza divulgou um informe dando conta de que os recifes de coral no Chile poderiam extinguir-se...

Além de mais quentes, o nível dos oceanos está subindo, como vimos no tópico sobre o Clima. Na costa brasileira e em todos os países litorâneos, o avanço do mar assusta a população. A causa é o aumento do nível do mar, acarretado entre outros fatores pelo incremento do efeito estufa. No Brasil, várias praias ameaçam simplesmente sumir do mapa. Ano após ano elas perdem grandes faixas de areia e são tomadas pelo mar. Na cidade litorânea de Caiçara do Norte, Estado do Rio Grande do Norte, o mar avançou 50 metros nos últimos dez anos; oitenta casas sumiram e seus moradores foram forçados a abandonar a cidade.

O aquecimento da Terra também não fica sem efeito sobre a flora e a fauna. Na Antártida estão sendo vistas atualmente espécies de plantas que não existiam há dez ou quinze anos, "efeito do aumento de 15 graus na temperatura do continente ao longo dos últimos 40 anos", explica o físico brasileiro Paulo Artaxa.

Enquanto isso, no resto do mundo, muitas espécies estão desaparecendo. Segundo Jonathan Weiner, em seu livro "Os Próximos Cem Anos", já em 1977 alguns ornitólogos constataram que os bosques norte-americanos estavam ficando mais silenciosos. No México, em 1996, observou-se que em determinadas altitudes cerca de 50% das espécies de borboletas haviam desaparecido, forçadas a migrar

para regiões mais frias. Também em 1996 o mundo ficou sabendo que os batráquios (sapos e rãs) estavam desaparecendo nos quatro continentes, possivelmente em decorrência do aquecimento da Terra. Constatou-se o declínio acentuado da população desses bichos nos seguintes países: Brasil, Japão, Canadá, Porto Rico, Grã-Bretanha, Panamá, Noruega, Suíça e Alemanha. Nos Estados Unidos e Canadá muitos sapos também começaram a aparecer

deformados: eles apresentam uma perna extra ou uma perna faltante, além de olhos e outras partes do corpo fora do lugar.

A respeito do inexplicável desaparecimento de espécies do planeta, cito aqui trechos de um artigo do jornalista Gilles Lapouge (agosto de 1996) comentando o sumiço das colméias nos Estados Unidos:

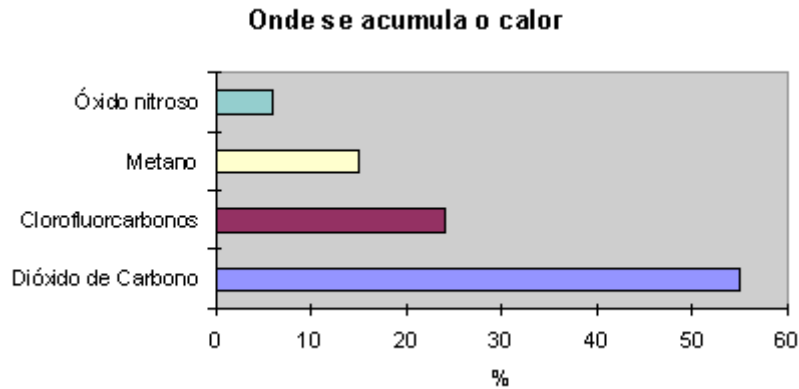
"Destaco uma informação 'breve' que apareceu na revista Time: Nos Estados Unidos, o número de colmeias caiu de 6 milhões para 500 mil em relação à década de 40. 'Sem o trabalho da abelha', diz um especialista na Time, 'não teríamos mais nem frutos, nem legumes, nem grãos.' (...) As contrariedades desse himenóptero intrépido, inteligente e generoso afetam diretamente os homens. Um eventual crepúsculo desse antigo agente da História anunciaria, em nosso inconsciente, o declínio, a apatia da própria História. A abelha e o homem embarcaram no mesmo navio: se as abelhas desertarem, não será isso um prenúncio de naufrágio? (...) O desaparecimento das abelhas seria um acontecimento tão gigantesco como o foi, na Idade Média, a invenção do relógio mecânico. E comparadas a um acontecimento como este, as revoluções ou as eleições, as crises econômicas ou as mudanças de maioria nos parlamentos não teriam consistência ou importância maior que a passagem das nuvens pelo firmamento."

As conseqüências climáticas do incremento do efeito estufa é apenas mais um dos sinais de que o habitat dos seres humanos está sofrendo grandes transformações. O ser humano usou e abusou da natureza durante séculos, agrediu o planeta tanto quanto quis, sem dó nem piedade, vendo diante de si unicamente seu conforto imediato. Agora, chegou a hora do ajuste de contas. De experimentar em si mesmo todos os crimes cometidos contra o meio ambiente. A poluição acarretada pelos gases decorrentes da atividade humana é apenas uma pequena conta no rosário de culpas da humanidade. E não é a vontade dela, nem suas ridículas providências que farão a Terra voltar a esfriar.

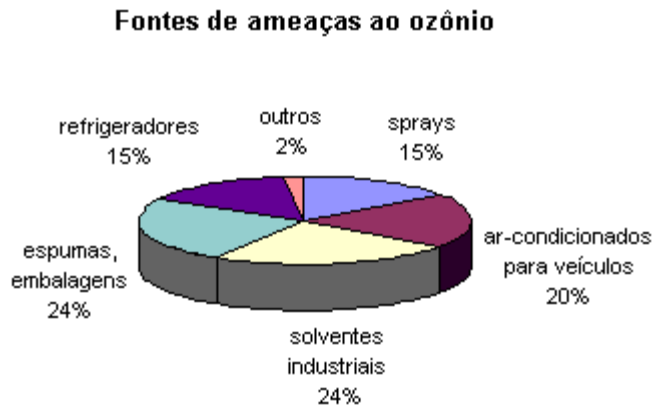
A maioria dos que se ocupam com o fenômeno do efeito estufa estudam-no ainda apenas como mais uma curiosidade científica interessante, talvez também um pouco preocupados com o que possa ocorrer com a Terra num futuro longínquo. Breve, muito breve porém, essas curiosidades se transformarão em ameaças concretas, que não mais poderão ser encobertas com palavras tranquilizadoras de pretensos apaziguadores científicos.

Ozônio

O envelope de ar que cobre a Terra contém basicamente nitrogênio (78%) e oxigênio (21%). Embora insignificante em quantidade, algo como 0,03% do total, o CO_2 é importante porque absorve e retém calor, que de outra forma, escaparia para o espaço, mantendo constante a temperatura do planeta. As atividades humanas, porém vêm aumentando a concentração de CO_2 e de outros gases no ar, o que desequilibra a harmonia e provoca a elevação da temperatura global. É o chamado efeito estufa. Acredita-se que a temperatura pode subir até $4,5^\circ C$ em cinquenta anos. Alguns destes gases também reagem com o vapor de água da atmosfera, tornando a chuva ácida. Ela pode contaminar lençóis de água e oceanos (2/3 das chuvas caem sobre eles). Por sua vez, o clorofluorcarbono (CFC) usado na refrigeração, destrói o manto de ozônio, protetor contra os raios ultravioletas do Sol. Eles causam câncer de pele, catarata e afetam o fitoplâncton, a fina camada vegetal sobre o oceano, responsável pela vida no mar.



O CO_2 responderia por mais da metade de um aumento de $1^\circ C$. Fonte : Aquecimento Global - O relatório do Greepeace, 1990.



O mundo produz 750.000 toneladas de clorofluorcarbonos (CFCs) ao ano. Fonte: Revista Time 17 / 02 / 1992

Camada de Ozônio

Na rarefeita estratosfera, na faixa dos 25 mil metros, logo acima da altitude do cruzeiro dos aviões supersônicos, paira ao redor da Terra uma Tênuê camada de um gás muito importante no equilíbrio ecológico do planeta : o Ozônio.

A quantidade deste gás é ínfima se considerarmos a composição de toda a atmosfera, e o tempo de vida de suas moléculas, em constante processo de formação e dissociação, extremamente curto.

Paradoxalmente, é nessa existência efêmera que reside o papel fundamental do ozônio na manutenção da vida

Lá, a molécula de oxigênio atmosférico mais abundante, O_2 , absorve uma parte das radiações ultravioleta, UV, proveniente do sol, e se quebra em dois átomos livres, O , que imediatamente se reagrupam com moléculas O_2 para formar ozônio, O_3 . A instável molécula de ozônio, por sua

vez, absorve outra parte das radiações UV e se quebra novamente em O_2 e O , reiniciando o ciclo. Nessas reações, a chamada Camada de Ozônio absorve a maior porção daquela faixa de invisíveis radiações, evitando assim que atinjam os seres vivos que habitam a superfícies. Assim como o Efeito Estufa, também este é um fenômeno atmosférico natural, apropriado à sobrevivência das atuais formas de vida que, de outro modo só seria possível debaixo das rochas e em águas profundas. Os seres vivos se encontram estreitamente condicionados a uma filtragem permanente daquela faixa de radiação solar.

Recentemente, a camada de ozônio vem sendo bastante afetada pela ação de algumas substâncias químicas voláteis que, ao chegarem na estratosfera, perturbam o frágil equilíbrio de sua composição. Pela interferência dessas substâncias, as reações normais do ciclo do oxigênio na camada de ozônio vêm sendo gradativamente reduzidas, resultando em um perigoso aumento dos níveis de radiação UV sobre a superfície. Por razões climatológicas peculiares ao Polo Sul, a redução tem sido mais drástica sobre o continente antártico (o buraco de ozônio), mas atinge quase todo o planeta.

As principais substâncias que promovem a destruição da camada de ozônio são produtos sintéticos fabricados pela indústria química e denominados "clorofluorcarbonetos", CFC. O leque de aplicações é bastante amplo, indo desde atividades essenciais, como conservação de alimentos em geladeiras e frigoríficos, até futilidades descartáveis como bandejas de isopor em embalagens de alimentos vendidos em supermercados.

Nos frigoríficos, freezers, geladeiras, e frigobares, o CFC é o "gás de geladeira" (FREON ou FRIGEN) e sua função é absorver o calor na placa do congelador (onde se forma gelo) e liberá-lo pelo radiador atrás, do lado de fora do aparelho. Nos ar-condicionados de parede, centrais e de automóveis, o princípio de funcionamento é o mesmo, e é o CFC, também o agente que promove a troca de calor. Quando bem fabricados e corretamente utilizados, estes aparelhos mantêm o gás em circuito fechado, não havendo vazamento para a atmosfera. Quando vão para conserto ou são sucateados, a tubulação é aberta, o gás escapa, e sobe até atingir a camada de ozônio. A destruição que lá ocorre é muito grande. Cada molécula de CFC destrói centenas de milhares de moléculas de ozônio, até ser neutralizada, entre 75 e 110 anos mais tarde. Nos ar-condicionados de carros, sujeitos a condições adversas, as ocasiões em que ocorre a liberação de CFC são ainda mais frequentes pois, além dos casos de colisões, há vazamento contínuo de gás pelas mangueiras e conexões.

CFCs são adicionados sob pressão a embalagens em lata, conhecidas tanto pelo nome "spray", quanto de "aerossol", para expelir ininterruptamente o seu conteúdo enquanto se mantém apertado o botão existente no topo. O CFC escapa junto com o produto cada vez que o spray é usado. A apresentação em spray tornou-se muito comum em produtos de uso pessoal, doméstico, inseticidas e outros, difundida muito além dos casos em que seu emprego possa ser considerado necessário, como em certos medicamentos para uso humano e veterinário.

Desde novembro de 1989 está proibida no Brasil a venda de sprays que contenham CFCs e, desde então, é comum encontrar nas embalagens em selo padrão em que os fabricantes afirmam que seus produtos não agredem a camada de ozônio. Mas não se pode constatar que a produção industrial de CFCs para este fim tenha diminuído, não se tem notícia de fiscalização e análise de conteúdo dos sprays, e é surpreendente que todos os produtos que até bem pouco tempo continham CFC tenham se adaptado à troca deste produto por outro propelente em suas fórmulas, sem modificações perceptíveis em suas características usuais. Ao contrário dos CFCs, outras substâncias propelentes tendem a reagir com o produto dentro da lata,

alterando-o. Algumas são tóxicas e inflamáveis. Portanto, é difícil substituir o CFC em todas as aplicações.

Outra fonte de liberação de CFCs na atmosfera são as espumas sintéticas flexíveis utilizadas em estofamentos de carros, poltronas, colchões, tapetes e isolamento térmico de paredes de refrigeradores, e as espumas sintéticas rígidas (geralmente brancas, como isopor) largamente empregadas em isolamento térmico na construção civil, em embalagens de equipamentos eletrônicos, bandejas, pratos e copos descartáveis, caixa de ovos e embalagens de comida pronta para levar. O CFC escapa durante a confecção destes produtos, quando é adicionado para conferir-lhes a consistência e porosidade características, e depois, quando vão para o lixo e começam a fragmentar-se.

Outras substâncias semelhantes aos CFCs também contribuem para a destruição da camada de ozônio. Entre as principais estão o tetracloreto de carbono e o metilcloroformio, usados como solventes em lavagens a seco e no ramo farmacêutico, e os "halons", usados em alguns extintores de incêndio, que contêm bromo e são dez vezes mais destruidores de ozônio do que os CFCs. O aumento da incidência de radiação U.V. aumentaria a taxa de mutações nos seres vivos, atingindo especialmente o fitoplâncton. Para o homem, haveria aumento do índice de câncer (especialmente de pele) e de cataratas.