



VICE-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO E CORPO DISCENTE

COORDENAÇÃO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

INTRODUÇÃO À ECOLOGIA

Rio de Janeiro / 2008

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À

UNIVERSIDADE CASTELO BRANCO

UNIVERSIDADE CASTELO BRANCO

Todos os direitos reservados à Universidade Castelo Branco - UCB

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, armazenada ou transmitida de qualquer forma ou por quaisquer meios - eletrônico, mecânico, fotocópia ou gravação, sem autorização da Universidade Castelo Branco - UCB.

Un3i Universidade Castelo Branco

Introdução à Ecologia / Universidade Castelo Branco. – Rio de Janeiro:
UCB, 2008. - 32 p.: il.

ISBN 978-85-86912-93-1

1. Ensino a Distância. 2. Título.

CDD – 371.39

Universidade Castelo Branco - UCB

Avenida Santa Cruz, 1.631

Rio de Janeiro - RJ

21710-250

Tel. (21) 3216-7700 Fax (21) 2401-9696

www.castelobranco.br

Responsáveis Pela Produção do Material Instrucional

Coordenadora de Educação a Distância

Prof.^a Ziléa Baptista Nespoli

Coordenador do Curso de Graduação

Maurício Magalhães - Ciências Biológicas

Conteudista

Anderson Dias Cezar

Supervisor do Centro Editorial – CEDI

Joselmo Botelho

Apresentação

Prezado(a) Aluno(a):

É com grande satisfação que o(a) recebemos como integrante do corpo discente de nossos cursos de graduação, na certeza de estarmos contribuindo para sua formação acadêmica e, conseqüentemente, propiciando oportunidade para melhoria de seu desempenho profissional. Nossos funcionários e nosso corpo docente esperam retribuir a sua escolha, reafirmando o compromisso desta Instituição com a qualidade, por meio de uma estrutura aberta e criativa, centrada nos princípios de melhoria contínua.

Esperamos que este instrucional seja-lhe de grande ajuda e contribua para ampliar o horizonte do seu conhecimento teórico e para o aperfeiçoamento da sua prática pedagógica.

Seja bem-vindo(a)!
Paulo Alcantara Gomes
Reitor

Orientações para o Auto-Estudo

O presente instrucional está dividido em quatro unidades programáticas, cada uma com objetivos definidos e conteúdos selecionados criteriosamente pelos Professores Conteudistas para que os referidos objetivos sejam atingidos com êxito.

Os conteúdos programáticos das unidades são apresentados sob a forma de leituras, tarefas e atividades complementares.

As Unidades 1 e 2 correspondem aos conteúdos que serão avaliados em A1.

Na A2 poderão ser objeto de avaliação os conteúdos das quatro unidades.

Havendo a necessidade de uma avaliação extra (A3 ou A4), esta obrigatoriamente será composta por todo o conteúdo de todas as Unidades Programáticas.

A carga horária do material instrucional para o auto-estudo que você está recebendo agora, juntamente com os horários destinados aos encontros com o Professor Orientador da disciplina, equivale a 60 horas-aula, que você administrará de acordo com a sua disponibilidade, respeitando-se, naturalmente, as datas dos encontros presenciais programados pelo Professor Orientador e as datas das avaliações do seu curso.

Bons Estudos!

Dicas para o Auto-Estudo

- 1 - Você terá total autonomia para escolher a melhor hora para estudar. Porém, seja disciplinado. Procure reservar sempre os mesmos horários para o estudo.
- 2 - Organize seu ambiente de estudo. Reserve todo o material necessário. Evite interrupções.
- 3 - Não deixe para estudar na última hora.
- 4 - Não acumule dúvidas. Anote-as e entre em contato com seu monitor.
- 5 - Não pule etapas.
- 6 - Faça todas as tarefas propostas.
- 7 - Não falte aos encontros presenciais. Eles são importantes para o melhor aproveitamento da disciplina.
- 8 - Não relegue a um segundo plano as atividades complementares e a auto-avaliação.
- 9 - Não hesite em começar de novo.

SUMÁRIO

Quadro-síntese do conteúdo programático	11
Contextualização da disciplina	13

UNIDADE I

EVOLUÇÃO NOS ECOSSISTEMAS

1.1 - As idéias evolutivas que atuam na natureza	15
1.2 - Tipos de seleção	16

UNIDADE II

CONCEITOS BÁSICOS EM ECOLOGIA

2.1 - O que é ecologia?	18
2.2 - Alguns conceitos importantes em ecologia	18

UNIDADE III

RELAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE SERES VIVOS

3.1 - Tipos de relações ecológicas	20
--	-----------

UNIDADE IV

TRANSFERÊNCIAS DE MATÉRIA NOS ECOSSISTEMAS

4.1 - Ciclos biogeoquímicos	23
4.2 - Ciclos do tipo gasoso	23
4.3 - Ciclos do tipo sedimentar	25
4.4 - Cadeias alimentares e níveis tróficos	26
4.5 - Determinação de cadeias alimentares e redes alimentares	27

Glossário	30
-----------------	-----------

Gabarito	31
----------------	-----------

Referências bibliográficas	32
----------------------------------	-----------

Quadro-síntese do conteúdo programático

UNIDADES DO PROGRAMA	OBJETIVOS
I - EVOLUÇÃO NOS ECOSISTEMAS 1.1 - As idéias evolutivas que atuam na natureza 1.2 - Tipos de seleção	• Conceitos iniciais de evolução e de ecossistemas.
II - CONCEITOS BÁSICOS EM ECOLOGIA 2.1 - O que é ecologia? 2.2 - Alguns conceitos importantes em ecologia	• Desenvolver conhecimento acerca do ecossistema e dos processos evolutivos pertinentes a ele.
III - RELAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE SERES VIVOS 3.1 - Tipos de relações ecológicas	• Proporcionar um estudo sobre as relações ecológicas entre os seres vivos.
IV - TRANSFERÊNCIAS DE MATÉRIA NOS ECOSISTEMAS 4.1 - Ciclos biogeoquímicos 4.2 - Ciclos do tipo gasoso 4.3 - Ciclos do tipo sedimentar 4.4 - Cadeias alimentares e níveis tróficos 4.5 - Determinação de cadeias alimentares e redes alimentares	• Entender os mecanismos básicos de funcionamento do ecossistema e os fatores que influenciam nesse funcionamento.

Contextualização da Disciplina

A disciplina Introdução à Ecologia fornece uma introdução ao estudo de conceitos gerais em ecologia, ecossistema, fatores físicos e químicos do ambiente, além de trabalhar também as noções de ciclagem de matéria nos ecossistemas e das relações dos seres vivos entre si. Através deste estudo será possível adquirir conhecimento acerca das características dos ecossistemas e as maneiras de avaliá-los.

O conhecimento acerca dos ciclos biogeoquímicos fornecerá uma base para conhecer como se processa a ciclagem de elementos importantes para a manutenção dos organismos vivos.

Lembre-se de comparar o que foi estudado aqui, quando tiver a oportunidade de observar a natureza e tenha a certeza de que estes estudos e observações não só o auxiliarão como certamente acelerarão seu processo de aprendizagem.

Em caso de dúvidas, não deixe que elas se acumulem, entre em contato com o tutor da disciplina para que sejam esclarecidas de imediato.

Bom aprendizado!

EVOLUÇÃO NOS ECOSSISTEMAS

1.1 - As Idéias Evolutivas que Atuam na Natureza

A evolução biológica é uma idéia relativamente nova, já que até o final do século passado acreditava-se que os organismos haviam sido criados da maneira que os vemos hoje. Esta é a chamada visão teológica ou criacionista, uma vez que o criador teria criado os organismos.

Entretanto, alguns pesquisadores começaram a contestar tal idéia, principalmente devido à falta de provas. O cientista francês Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) foi um dos primeiros a levantar a hipótese da evolução biológica. O problema em relação às idéias de Lamarck era que o mecanismo que ele propunha para explicar a evolução biológica – mecanismo rápido, eficiente e direcionado – estava errado, o que fez com que seu papel na ciência fosse diminuído. Lamarck propôs como mecanismos evolutivos as chamadas “**Lei do uso e do desuso**” e “**Herança de caracteres adquiridos**”.

Um exemplo que explica estes dois mecanismos propostos por Lamarck é em relação ao tamanho do pescoço das girafas:

Girafas ancestrais das atuais possuíam pescoço curto, como demonstrado pelo registro fóssil. Como essas girafas tinham que procurar alimento nas árvores na época seca, esticavam o pescoço cada vez mais – Lei do uso e desuso –, para alcançar o alimento nas partes mais altas. Assim, girafas possuíam o pescoço cada vez mais longo e essa característica adquirida era transferida aos seus descendentes – Herança de caracteres adquiridos. Desta forma, em poucas gerações as girafas adquiriram o aspecto que têm hoje.

A falha deste modelo é que não existe transferência de caracteres adquiridos, mas as idéias de Lamarck foram importantes para o surgimento de outras idéias.

As idéias evolutivas de Charles Darwin e Alfred Wallace podem ser resumidas da seguinte forma:

1. Existe **variabilidade** natural nas populações dos organismos;
2. Existem fatores que provocam **mortalidade/reprodução diferencial**, sobrevivendo apenas os indivíduos mais aptos (seleção natural);
3. As características que conferem maior **aptidão** são transmitidas.

De acordo com estas idéias, a “explicação” para o tamanho do pescoço das girafas seria:

1. Em uma população original de girafas ancestrais de pescoço curto, havia alguns indivíduos de pescoço um pouco mais comprido;
2. A baixa disponibilidade de alimento no estrato arbóreo funciona como fator de seleção natural;
3. Girafas de pescoço um pouco maior têm mais alimento disponível, e, conseqüentemente, maior número de filhotes que girafas mal alimentadas, de forma que os filhotes que nascem são filhotes de pescoço um pouco mais longo.

Desta forma, a porcentagem de girafas com o pescoço mais comprido aumenta na geração seguinte. Este processo proposto por Darwin e Wallace é lento, mas sabe-se que a Terra existe há cerca de 4,5 milhões de anos, tempo suficiente para a evolução das milhões de espécies que existem hoje. Entretanto, a teoria de Darwin não foi imediatamente aceita, já que ia contra as idéias apresentadas na Bíblia (criacionismo) e não era sabido, naquela época, como as características eram herdadas.

Seleção Natural e Evolução

Apesar da **seleção natural** não ser um conceito de difícil explicação, ele é freqüentemente confundido. Uma confusão comum é que a seleção natural é sinônimo de **evolução**. A evolução se refere a mudanças temporais de qualquer tipo, não-direcionais, enquanto a seleção natural especifica a direção particular em que estas mudanças ocorrem. A origem da variabilidade que permite o processo evolutivo é normalmente a mutação ou a recombinação gênica, que são processos aleatórios (ao acaso), o que reforça a idéia do não direcionamento do processo de evolução biológica. Existem ainda outros mecanismos possíveis de evolução além da seleção natural, como o fluxo gênico, a direção meiótica e a deriva genética.

Outra confusão freqüente é que a seleção natural opera principalmente por meio de diferenças nas taxas de mortalidade dos organismos, a chamada **mortalidade diferencial**. Sabe-se que a seleção natural opera de formas muito mais sutis e inconspícuas (KREBS, 1994). Quando um organismo deixa, com mais sucesso, sua prole que outro organismo, seus genes tornam-se dominantes no *pool* genético daque-

la população. Eventualmente, o genótipo que deixou menor prole pode tornar-se extinto numa população estável, a não ser que existam mudanças concomitantes que lhe conferem certa vantagem à medida em que ele se torna mais raro.

Assim, a seleção natural opera **somente** por sucesso reprodutivo diferencial. A mortalidade diferencial pode ser seletiva somente no nível em que cria diferenças entre os indivíduos no número de descendentes que eles produzem. Por muitas vezes a seleção natural pode ser vista em termos de taxas de mortalidade diferenciais e os indivíduos mais fortes e rápidos são considerados como tendo vantagens seletivas sobre os indivíduos mais fracos e mais lentos. Mas, se este fosse o caso sempre, cada espécie iria, continuamente, ganhar em força e velocidade. Como isto não está acontecendo continuamente, a seleção contra o aumento crescente de força e velocidade (contra-seleção) deve estar ocorrendo e limitando o processo. Um animal, por exemplo, que é por natureza muito agressivo pode despende muito tempo e energia agredindo outros animais, e desta forma despende, em média, menos tempo e energia no acasalamento, deixando assim menos descendentes. Da mesma forma, um indivíduo pode ser tão submisso que despende muita energia e muito tempo fugindo de outros animais. Assim, sob condições estáveis, os indivíduos intermediários em uma população deixam mais descendentes que os fenótipos extremos.

1.2 - Tipos de Seleção

Três tipos de seleção podem atuar nos caracteres fenotípicos de um organismo: a seleção direcional, a estabilizadora e a disruptiva.

A **seleção direcional** é a forma mais simples, na qual os fenótipos de um extremo são eliminados. A seleção direcional produz mudanças genotípicas mais rapidamente que qualquer outra, de modo que a maioria das seleções artificiais operam desta forma. A seleção direcional foi, provavelmente, a responsável pela maioria das mudanças fenotípicas que ocorreram durante a evolução. Em populações cultivadas, a resistência de pragas a inseticidas ou herbicidas é produzida por seleção direcional.

A **seleção estabilizadora** é muito comum em populações atuais. Neste tipo, os fenótipos mais próximos ao fenótipo médio da população são mais aptos que os fenótipos em cada um dos extremos e, desta forma, os valores médios da população não se modificam. Um exemplo pode ser visto no peso dos bebês no nascimento. A mortalidade é menor em torno de 3,3Kg, um valor bem próximo ao peso médio observado nos bebês ao nascimento (3,2Kg).

O processo de seleção natural é o resultado final de um processo ecológico em ação. Os ambientes nos quais os organismos vivem moldam a forma em que a evolução ocorre. A atual distribuição, abundância e diversidade de plantas e animais são determinadas por processos evolutivos passados, mas que influenciam no ambiente presente (KREBS, 1994).

Um exemplo de seleção natural em ação: o melanismo industrial

Um exemplo simples e clássico de seleção natural é dado pelas mariposas da espécie *Biston betularia* na Inglaterra central. Esta mariposa apresenta variações naturais na quantidade de pigmentação preta em suas asas, distinguindo-se dois tipos: *B. betularia typica* – forma branca – e *B. betularia carbonaria* – forma preta.

Quando a poluição ambiental na Inglaterra central provocou a morte dos líquens que cobriam as cascas das árvores, deixando um fundo escuro, as mariposas pretas sobreviveram mais porque os pássaros (agentes de seleção natural) não as enxergavam com tanta facilidade quanto as mariposas brancas. A coloração preta nas asas destas mariposas é herdada e o resultado foi um aumento na frequência de mariposas pretas durante a industrialização, o que é chamado melanismo industrial. Ironicamente, desde que a poluição industrial tem decrescido nos últimos 30 anos, este processo de seleção natural está se revertendo (MURRAY *et al.*, 1980).

A seleção **disruptiva** é um tipo de seleção em que os extremos são favorecidos em relação à média. Mas, uma vez que os extremos podem se inter cruzar, cada geração produzirá mais formas intermediárias, que tendem a ser eliminadas. Em qualquer ambiente que favorece os extremos, mecanismos que evitem que extremos opostos se cruzem tornam-se vantajosos, como mecanismos de isolamento.

Um exemplo recente de seleção disruptiva foi descoberto num pássaro norte-americano, o tentilhão lápis-lazúli (*Passerina amoena*), que tem este nome pela cor azulada brilhante dos machos adultos. Os machos mais feios e os mais bonitos são os que mais sucesso conseguem com as fêmeas; aqueles de beleza intermediária são os que menos cruzam e menos deixam descendentes. Quando estes pássaros completam um ano de idade, antes de ficarem adultos, os machos de *P. amoena* podem variar muito na coloração. Alguns já têm a plumagem azulada e vistosa dos adultos, outros têm pelagem amarronzada parecida com a das fêmeas, e a maioria fica no meio termo. Segundo a teoria evolutiva de Darwin, os machos mais bem sucedidos em produzir filhotes são os que apresentam seus or-

namentos sexuais extremos – o pavão com a maior e mais colorida cauda, o veado com maior tamanho de chifres.... Neste caso, os machos de *P. amoena* mais coloridos conseguem conquistar os melhores territórios para a feitura dos ninhos. Já os “feinhos” conseguem se estabelecer ao lado dos melhores territórios, pois os adultos os ignoram, considerando que não representam ameaça. Assim, beleza ou feiúra extrema garantem sucesso com as fêmeas desta espécie.

O resultado destes tipos de seleção é que os organismos estão geralmente adaptados e grande parte da diversidade de formas biológicas hoje reconhecidas são uma representação gráfica do poder da adaptação por seleção natural. Assim, a evolução através da seleção natural resulta em adaptações e sob condições apropriadas produz novas espécies (especiação). Estes dois processos possuem grandes implicações ecológicas.

Adaptação

As adaptações – aquelas características que, como disse Darwin, “com tanta justiça promovem nossa admiração” – são centrais no estudo da ecologia. Desde a teoria evolutiva, dois grandes temas permeiam a explicação para as características observáveis de um dado organismo: a genealogia (pela qual a explicação é encontrada na ancestralidade de um organismo) e a adaptação (pela qual ela é encontrada nas condições de vida de um organismo).

Na fisiologia, a palavra **adaptação** é empregada com frequência para descrever o ajuste fenotípico de um organismo ao seu ambiente. Na biologia evolutiva, uma adaptação é uma característica que, devido ao aumento que confere no valor adaptativo, foi moldada por forças específicas de seleção natural atuando sobre a variação genética.

A chamada coloração críptica – ocorre quando o organismo possui coloração ou forma bastante semelhante a do meio ou substrato onde ele se encontra – é normalmente uma adaptação para diminuir as chances de predação.

Especiação

Um dos problemas centrais em biologia é o entendimento da origem das espécies. Uma das hipóteses mais aceitas para explicar o processo de multiplicação

das espécies é a especiação geográfica ou especiação alopátrica. Existem ainda três tipos de especiação, que ocorrem sob condições particulares: a especiação alopátrica, simpátrica e a parapátrica.

1. Especiação Alopátrica

Este mecanismo opera em quatro passos básicos:

- a) barreiras físicas ou geográficas isolam duas populações, o que gera o chamado isolamento reprodutivo;
- b) as populações reprodutiva e geograficamente isoladas sofrem evolução independente e tornam-se adaptadas a ambientes separados;
- c) o isolamento reprodutivo evolui de modo que ocorram mecanismos que reduzem o intercruzamento entre as duas populações;
- d) se o isolamento geográfico cessa e as duas populações estão novamente em contato, e se os mecanismos de isolamento reprodutivo evoluíram, o processo de especiação está completo e duas novas espécies passam a existir.

Os mecanismos de isolamento podem ser comportamentais, ambientais, mecânicos e fisiológicos, de forma a impedir que dois indivíduos de duas espécies produzam uma prole viável.

2. Especiação Parapátrica

A especiação parapátrica ocorre quando a população de uma espécie amplamente distribuída entra em um novo ambiente. Apesar de não existirem barreiras físicas separando esta população de outras, a ocupação de um novo habitat resulta em barreira para o fluxo genético entre a população no novo habitat e o resto das espécies. A especiação parapátrica é comum em organismos que se movem muito pouco, ou nada, como plantas e insetos não-alados. Não é um processo tão comum quanto a especiação alopátrica.

3. Especiação Simpátrica

Este tipo de especiação ocorre quando o isolamento reprodutivo ocorre dentro da amplitude de distribuição da população e antes que qualquer diferenciação entre as duas espécies possa ser detectada. Ocorre quando um novo genótipo está apto a colonizar um hospedeiro novo com sucesso, tornando-se reprodutivamente isolado do restante da população.

Exercícios de Fixação

- 1 - Apresente resumidamente as idéias de Darwin.
- 2 - O que é adaptação?
- 3 - O que é especiação simpátrica?

CONCEITOS BÁSICOS EM ECOLOGIA

2.1 - O que é Ecologia?

É a parte da Biologia que estuda as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente. *Oikos* (grego) = casa; *logos* (grego) = estudo ou ciência. Portanto podemos dizer que ecologia é a ciência que estuda o ambiente (casa) e todas as suas relações, ou seja, o seu alvo é o estudo dos ecossistemas.

Assim:

“*Ecologia é o estudo das relações entre os organismos e a totalidade de fatores físicos e biológicos que os afetam ou são por ele influenciados*” (PIANKA, 1978).

2.2 - Alguns Conceitos Importantes em Ecologia

Espécie

- 1) unidade básica da evolução;
- 2) categoria dentro da hierarquia lineana governada pelas regras da nomenclatura.

Conceito biológico: grupo de populações naturais que se procriam entre elas e que estão reprodutivamente isoladas de outro grupos.

Conceito evolutivo: é uma linhagem de populações que mantém sua identidade e tem sua própria história evolutiva.

Linhagem: uma ou várias unidades evolucionárias (populações) que tem uma história em comum de descendência.

Especiação: termo geral para um conjunto de diferentes processos que envolvem a produção de novas linhagens evolutivas (espécies).

População

Conjunto de indivíduos de uma mesma espécie vivendo e sofrendo influências diretas dos fatores abióticos e bióticos, numa mesma área geográfica num determinado período.

Comunidade

A comunidade é uma unidade ecológica de visualização pouco clara na natureza. Em virtude disso,

existem inúmeras definições, que procuram destacar algumas de suas propriedades gerais e atributos:

- Qualquer conjunto de populações em determinada área ou habitat, podendo ter os mais variados tamanhos (ODUM, 1988).
- Uma reunião de populações em uma determinada área ou habitat físico definido (KREBS, 1991).
- Uma associação entre populações interativas (RICKLEFS, 2003).
- Um conjunto de espécies interativas que ocorrem conjuntamente no tempo e espaço (BEGON *et al.*, 1996).

Fatores ecológicos – Abióticos

Temperatura - varia no tempo e espaço e com a altitude.

Espécies euritérmicas - toleram ampla faixa de variação de temperatura.

Espécies estenotérmicas - toleram pequena faixa de variação de temperatura

Luz – fotoperíodo - número de horas de luz necessárias por dia. Varia com a estação do ano. Sinaliza reprodução das aves, hibernação, ciclo de insetos.

Umidade - presença ou ausência de vapor d'água. Ex.: ciclo hidrológico da mata.

Vento - acelera a evaporação, influencia na dispersão de sementes e transporte de pólenes e esporos, inibe e desencadeia atividades metabólicas. Ex.: *Locusta migratoria* (artrópode).

Fator ambiental abiótico que varia no espaço e no tempo (BEGON *et al.*, 1996):

- ⇒ temperatura
- ⇒ umidade
- ⇒ pH
- ⇒ salinidade

✓ Nível Ótimo:
Maior performance dos indivíduos

Recursos

Tudo aquilo que é consumido por um organismo (TILMAN, 1982).

Fator ecológico

É qualquer fator que interfira diretamente sobre uma espécie num ecossistema.

- Temperatura
- Oxigênio
- Salinidade

Fator limitante

É qualquer fator que interfira diretamente no desenvolvimento, crescimento ou sobrevivência de uma espécie num ecossistema.

Lei do mínimo

É a condição mínima de requisitos para sobrevivência de uma espécie. Ex.: Boro para os vegetais.

Valência ecológica

Espécies com maior valência ecológica suportam maior variação dos fatores ecológicos.

Espécies euriécias

São espécies que suportam maior amplitude de variação para determinados fatores ecológicos. Ex.: Euriotérmicas, Eurialinas, Eurifágicas.

Espécies estenoécias

São espécies que suportam menor amplitude de variação para determinados fatores ecológicos. Ex.: Estenotérmicas, Estenoialinas e Estenofágicas.

Nicho ecológico

Variedade de condições e qualidade de recursos que a espécie se relaciona. Os fatores ecológicos são constituídos pelos elementos naturais de reações físico-químicas, movidas pela energia solar, que é armazenada e consumida pelos seres vivos, fazendo circular elementos químicos por toda a Terra.

Cada uma das espécies de seres vivos se especializa em realizar uma parte do trabalho necessário para a ciclagem de nutriente. Esta especialização está relacionada com o nicho ecológico.

Um espécie precisa de uma combinação de fatores bióticos e abióticos para sobreviver. Algumas variáveis, dentro destes fatores, podem ser temperatura, umidade, salinidade, pH, recursos alimentares, locais para nidificação, intensidade luminosa, pressão predatória, densidade populacional... O **nicho** é o conjunto multi-dimensional de recursos e condições (e a variação dos mesmos) que uma determinada espécie se utiliza.

Espaço n-dimensional - Mensuração quantitativa do nicho: recursos de distribuição contínua e descontínua, variações dentro da população, sazonalidade.

Intersecção de nicho - dieta, atividade, forrageamento, estratégias.

Já o **habitat** é um conceito usado que inclui o espaço geográfico e os fatores abióticos que condicionam um ecossistema e determinam a distribuição das populações de determinada espécie.

Exercícios de Fixação

- 1) O que é ecologia?
- 2) Apresente o conceito evolutivo de espécie.
- 3) O que é fator ecológico?

RELAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE SERES VIVOS

3.1 - Tipos de Relações Ecológicas

Em um ecossistema, as comunidades bióticas se interagem e constituem **relações ecológicas**. Estas relações se diferenciam pela dependência que os organismos vivos mantêm entre si.

Algumas **interações biológicas** se caracterizam pelo benefício mútuo de ambos os seres vivos, ou de apenas um deles, sem o prejuízo do outro, sendo denominadas **harmônicas ou positivas**.

Outras formas de **interações** são caracterizadas pelo prejuízo de um de seus participantes em benefício do outro, sendo assim denominadas **desarmônicas ou negativas**.

Tanto as relações harmônicas como as desarmônicas podem ocorrer entre indivíduos da mesma espécie, como entre indivíduos de espécies diferentes.

Quando as interações ocorrem entre organismos da mesma espécie, são denominadas **relações intra-específicas ou homotípicas**. Quando as relações acontecem entre organismos de espécies diferentes, recebem o nome de **interespecíficas ou heterotípicas**.

Relações Intra-específicas Harmônicas

Sociedades

São associações entre indivíduos da mesma espécie, organizados de um modo cooperativo e não ligados anatomicamente.

Esses indivíduos, denominados sociais, vivem unidos e têm estímulos recíprocos.

São exemplos de sociedades as **abelhas**, os **cupins** e as **formigas**.

Colônias

São associações entre indivíduos de uma mesma espécie, anatomicamente ligados. A separação de um indivíduo da colônia determina a sua morte.

Em colônias 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

isomorfas. Como exemplo, podem ser citadas as colônias de corais (celenterados), de crustáceos do gênero *Balanus* (as cracas), de certos protozoários e bactérias.

Em colônias são formadas por indivíduos com formas e funções distintas, ocorre uma divisão de trabalho. Essas colônias são denominadas **heteromorfas**. A espécie de celenterado *Physalia caravela*, as “caravelas”, forma 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).

Relações Intra-específicas Desarmônicas

Canibalismo

Ocorre quando organismos de uma espécie que comem outros da própria espécie. Em situação de completa falta de alimento, por exemplo, ratos podem comer seus próprios filhotes. Em invertebrados, a aranha conhecida como viúva-negra, logo após o acasalamento, devora o macho.

Relações Interespecíficas Harmônicas

Mutualismo

É uma relação onde as duas espécies envolvidas são beneficiadas e a associação é necessária para a sobrevivência de ambas. Por exemplo, a associação de algas e fungos formando os líquens.

Outro exemplo é a relação entre os cupins-térmitas e os protozoários. Como os cupins não conseguem digerir a madeira que ingerem, existem protozoários associados em seus intestinos para executar esta função. Os protozoários, ao digerirem a celulose, permitem que os cupins aproveitem esta substância como alimento. Assim, os cupins atuam como fonte indireta de alimentos e como “residência” para os protozoários.

Protocooperação

As duas espécies envolvidas são beneficiadas, mas podem viver de modo independente, sem que isso se prejudique. Um exemplo é a associação entre a anê-

mona-do-mar e o paguro, um crustáceo semelhante ao caranguejo, também conhecido como ermitão. O paguro tem o corpo mole e costuma ocupar o interior de conchas abandonadas de gastrópodes. Sobre a concha, costumam instalar-se uma ou mais anêmonas-do-mar (actínias). Sendo assim, o benefício mútuo se dá porque a anêmona possui células urticantes, que afugentam os predadores do paguro, e este, ao se deslocar, possibilita à anêmona uma melhor exploração do espaço, em busca de alimento.

Outra relação não-obrigatória é a das plantas e seus polinizadores; a *Acacia cornigera* que produz nectários e espinhos que servem de alimento e abrigo para as formigas. Este investimento do vegetal para atrair formigas fornece proteção contra outras plantas trepadeiras e competidoras e da herbivoria por outros insetos. Este evento pode ser um processo de coevolução.

Neste sentido de relações não obrigatórias, existem pássaros que comem piolhos, formigas e ectoparasitas em vertebrados, sendo na boca de crocodilos ou dorso de grandes mamíferos.

Inquilinismo ou Epibiose

É um tipo de associação em que apenas um dos participantes se beneficia, sem causar prejuízo ao outro. Nesse caso, a espécie beneficiada obtém abrigo ou suporte, no corpo da espécie hospedeira, sendo chamada de inquilino. Um exemplo típico é a associação entre árvores e orquídeas. Vivendo no alto das árvores, que lhe servem de suporte, as orquídeas encontram condições ideais de luminosidade para o seu desenvolvimento, e a árvore não é prejudicada. Outro exemplo é o do fierasfer, um pequeno peixe que vive dentro do corpo do pepino do mar (*Holoturia*). Para alimentar-se, o fierasfer sai do pepino-do-mar e depois volta. Assim, o peixe encontra proteção no corpo do pepino-do-mar, o qual, por sua vez, não recebe benefício nem sofre desvantagem.

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, por exemplo 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. Além de transporte, a rêmora aproveita restos de alimentos. O tubarão não é prejudicado, pois o peso da rêmora é insignificante. Os alimentos ingeridos pela rêmora correspondem aos desprezados pelo tubarão. Um outro exemplo é o das hienas, que se aproveitam de restos deixados pelo leão.

Relações Interespecíficas Desarmônicas

Amensalismo ou Antibiose

Consiste numa relação desarmônica em que indivíduos de uma população secretam substâncias que inibem ou impedem o desenvolvimento de indivíduos de populações de outras espécies.

Os antibióticos, que são largamente utilizados pela medicina, são produzidos por fungos e impedem a multiplicação das bactérias. O mais antigo antibiótico que se conhece é penicilina, substância produzida pelo fungo *Penicillium notatum*.

Outro caso de amensalismo é conhecido por maré vermelha. Sob determinadas condições ambientais, certas algas marinhas microscópicas, dinoflageladas, produtoras de substâncias altamente tóxicas, apresentam intensa proliferação, formando enormes manchas vermelhas no oceano. O aumento destas substâncias tóxicas provoca grande mortalidade de animais marinhos.

Sinfilia ou Esclavagismo

Ocorre quando uma espécie captura e faz uso do trabalho, das atividades e até dos alimentos de outra espécie. Um exemplo é a relação entre formigas e os pulgões. Os pulgões são parasitas de certos vegetais, alimentando-se da seiva elaborada que retiram dos vasos liberinos das plantas. Esta seiva é rica em açúcares e pobre em aminoácido. 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 abdome 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.

Predatismo

Quando um indivíduo captura e mata outro de espécie diferente, para alimentar-se. É o que acontece com o leão, o tigre, a onça, que caçam zebra, veados e tantos outros animais.

O predador pode atacar e devorar também plantas, como acontece com o gafanhoto, que, em bandos, devora rapidamente toda uma plantação. Nos casos em que a espécie predada é vegetal, costuma-se dar ao predatismo o nome de herbivorismo.

As plantas carnívoras também são predadoras, já que aprisionam e digerem principalmente insetos.

Parasitismo

É uma relação desarmônica entre seres de espécies diferentes, em que um deles, denominado parasita, vive no corpo do outro, denominado hospedeiro, do qual retira alimentos. Embora os parasitas possam causar a morte dos hospedeiros, de modo geral trazem-lhe apenas prejuízos.

Quanto à localização no corpo do hospedeiro, os parasitas podem ser classificados em ectoparasitas (externos) e endoparasitas (internos).

Os exemplos mais comuns de ectoparasitas são os piolhos, os carrapatos, o cravo da pele, o bicho-de-pé e o bicho da sarna, além de outros. Como exemplos de endoparasitas, há o plasmódio, protozoário e o tripanossomo, causadores, respectivamente, da malária e da doença de Chagas. São exemplos também os vírus, causadores de várias doenças, desde a gripe até a febre amarela e aids.

Exercícios de Fixação

- 1) O que é mutualismo?
- 2) Defina Antibiose.
- 3) Conceitue parasitismo.

TRANSFERÊNCIAS DE MATÉRIA NOS ECOSISTEMAS

4.1 - Ciclos Biogeoquímicos

Os **elementos químicos**, incluindo todos os elementos essenciais do **protoplasma**, tendem a circular na biosfera, por vias características, do ambiente para os organismos e destes novamente para o ambiente. Estas vias, mais ou menos circulares, são conhecidas por **ciclos biogeoquímicos**. O movimento daqueles elementos e compostos inorgânicos que são essenciais à vida pode designar-se apropriadamente por **ciclo nutritivo**.

Existem mais de noventa elementos químicos conhecidos na natureza e, destes, entre trinta e quarenta são necessários aos seres vivos. O homem é único no sentido em que não só necessita dos quarenta elemen-

tos essenciais, mas também de quase todos os outros em decorrência de sua cultura complexa.

Alguns ciclos, como aqueles que envolvem o **carbono**, o **nitrogênio** e o **oxigênio**, são necessários em grande quantidade, e outros são aproveitados pelos seres vivos em quantidades menores.

Do ponto de vista **antrópico**, os ciclos do **gás carbônico** e da **água** são os mais importantes. Do ponto de vista da **biosfera** como um todo, os ciclos biogeoquímicos classificam-se em dois grupos básicos: (1) **tipos gasosos**, nos quais o depósito está na **atmosfera** ou na **hidrosfera** (oceano) e (2) **tipos sedimentares**, nos quais o depósito está na **crosta terrestre**.

4.2 - Ciclos do Tipo Gasoso

Os ciclos de tipo **gasoso** são aqueles cujo reservatório essencial do elemento é o **ar atmosférico**. Ajustam-se rapidamente a perturbações devido ao grande depósito atmosférico. São exemplos: o ciclo do **CO₂**, **O₂** e do **nitrogênio**.

tenham sido muito eficientes na remoção do CO₂ da atmosfera, o crescimento em espiral do consumo de combustíveis fósseis é uma ameaça.

Ciclo do CO₂ (fig. 1)

Quando a vida começou na Terra, há dois milhões de anos, a atmosfera continha elevadas quantidades de **CO₂**, embora pouco ou nenhum **oxigênio**, e a primeira vida foi **anaeróbia**. Ao longo do **tempo geológico** houve acumulação de oxigênio e declínio no **CO₂**. Nos tempos atuais a baixa concentração de **CO₂** e a alta concentração de **O₂** são limitantes para a **fotossíntese**.

O teor de **CO₂** atmosférico sofreu aumento gradual nos últimos anos em decorrência da atividade **agro-industrial** e da queima de **combustíveis fósseis**. Os aumentos locais na produção de **CO₂**, por **oxidação** ou **combustão**, tendem a ser rapidamente dissipados pelo movimento do ar, e parte do **CO₂** absorvido pelas plantas através da atividade fotossintética e armazenado nos oceanos com a formação de **carbonatos**.

Estes dois mecanismos são eficientes na remoção de **CO₂** atmosférico. Embora o cinturão verde fotossintético da terra e o sistema de carbonatos do mar

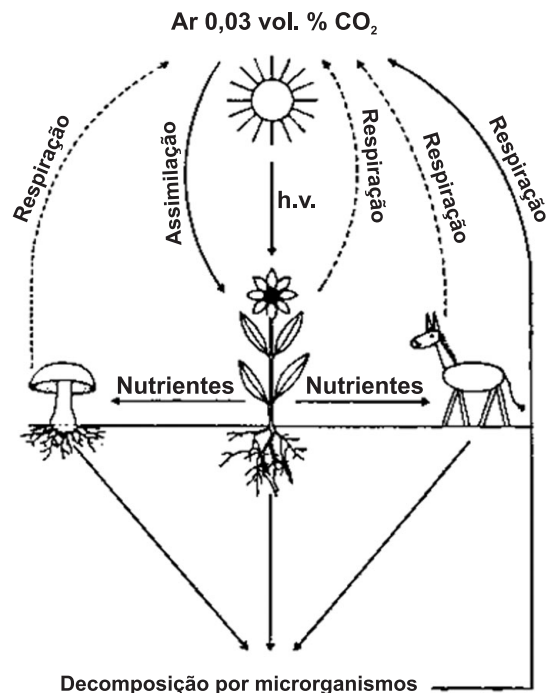


Figura 1
Ciclo do CO₂ (extraído de REMMERT, 1980, baseado em MOHR, 1969).

Ciclo do Oxigênio (fig. 2-A)

O **oxigênio** é um elemento gasoso essencial para todos os organismos de respiração **aeróbica** e corresponde ao mais abundante elemento no planeta. Está presente na atmosfera, nos oceanos como H_2O , e na crosta terrestre sob a forma de **óxidos metálicos** e **silicatos**.

Como ponto de partida, podemos considerar que a circulação de oxigênio pelos organismos e ecossistemas se inicia na **atmosfera** e **hidrosfera** pela **oxidação do ferro** e outros elementos através de processos metabólicos combinados. Quando o oxigênio é um constituinte da água, o ciclo do oxigênio inclui o **ciclo hidrológico**.

Outro importante aspecto do ciclo do oxigênio é a produção de **monóxido de carbono** e **dióxido de carbono** por atividade vulcânica, e também a formação e destruição da **camada de ozônio** (O_3) atmosférica.

Ciclo do Nitrogênio (fig. 2-B)

O ar, que contém 80% de nitrogênio, é o maior depósito e a válvula de segurança do sistema. O **nitrogênio** penetra continuamente no ar por ação das **bactérias desnitrificantes** e retorna sempre ao ciclo por ação de **bactérias fixadoras de nitrogênio** ou de **algas**, e também mediante a ação dos relâmpagos (isto é, da eletrificação).

O principal mecanismo para mobilizar o **nitrogênio** do depósito atmosférico para o ciclo da produtividade é a fixação biológica de nitrogênio pelas **bactérias** e **algas**.

A **importância das bactérias fixadoras de nitrogênio associadas às leguminosas é bem conhecida na agricultura**. As secreções lançadas pelas raízes das leguminosas estimulam o crescimento das bactérias dos nódulos, e as secreções das bactérias provocam deformações nos **pêlos radiculares**.

Os passos que ocorrem desde as **proteínas** até aos **nitratos** facultam energia para os organismos que le-

vam por diante a decomposição, enquanto os passos de regresso necessitam da energia proveniente de outras fontes, tais como **matéria orgânica** ou **luz solar**.

Por exemplo, as bactérias quimiossintéticas **Nitrosomonas** (que convertem amônio em nitrito) e **Nitrobacter** (que convertem nitrito em nitrato) obtêm a energia da decomposição, ao passo que as bactérias **desnitrificantes** e as **fixadoras de nitrogênio** carecem de energia proveniente de outras fontes para a realização das respectivas transformações.

A capacidade para fixar **nitrogênio atmosférico** é efetuada pelos seguintes organismos: bactérias **livres**, bactérias **simbióticas** dos **nódulos** das plantas **leguminosas**, algas azuis-verdes, bactérias **púrpuras** e outras bactérias **fotossintéticas**.

Algas e bactérias que vivem em folhas e **epífitas**, nas florestas tropicais úmidas, fixam grandes quantidades de nitrogênio atmosférico, parte do qual pode ser utilizado pelas próprias árvores.

Embora a velocidade de fixação de nitrogênio por m^2 seja indubitavelmente menor no oceano do que na terra (em virtude da baixa produtividade generalizada), o montante total de nitrogênio fixado nos oceanos é necessariamente grande e importante para o ciclo global. Em toda parte da biosfera, a **chuva** tem participação na rápida reciclagem do nitrogênio disponível.

Nas regiões úmidas, há nitrogênio suficiente (e outros nutrientes) na água da chuva para suportar as plantas epífitas que não têm outra fonte de nutrientes minerais, embora muitas epífitas obtenham elementos **lixiviados** das gotas de água que caem das folhas das árvores que se encontram a nível superior.

A entrada de nitrogênio no ar se dá também através dos **gases vulcânicos**. Assim, a **atividade vulcânica** não deve ser inteiramente lastimada, pois apresenta certa utilidade.

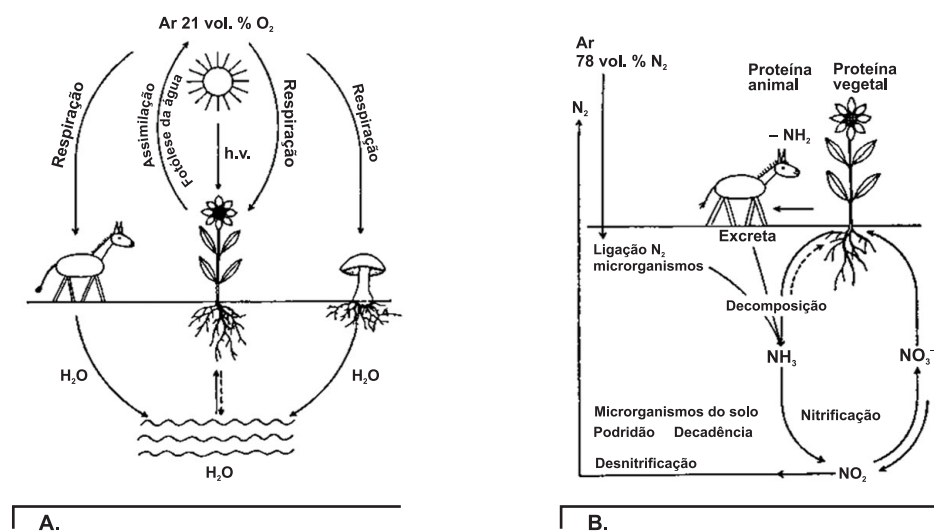


Figura 2 - A) Ciclo do oxigênio; B) Ciclo do nitrogênio (extraído de REMMERT, 1980, baseado em MOHR, 1969).

O Ciclo da H₂O

Ambos os **ciclos do CO₂** e **ciclo hidrológico** são caracterizados por depósitos atmosféricos pequenos, embora bastante ativos e muito vulneráveis às perturbações provocadas pelo homem, o que pode ocasionar alterações no tempo ou nos climas.

A água na superfície do planeta está submetida a um ciclo contínuo que envolve **evaporação, condensação,**

congelamento e fusão. Para cada região da Terra é possível construir um modelo de ciclo hidrológico.

O ciclo da água representa um mecanismo de segregação de **sais e isótopos** que mantém a distinção entre **águas doce e salgada.** Com relação ao ciclo da água, parte da chuva que suporta os **ecossistemas** terrestres provém da evaporação da água à superfície do mar. É uma espécie de ritmo de recarga da água, uma vez que toda água doce escoar para o mar.

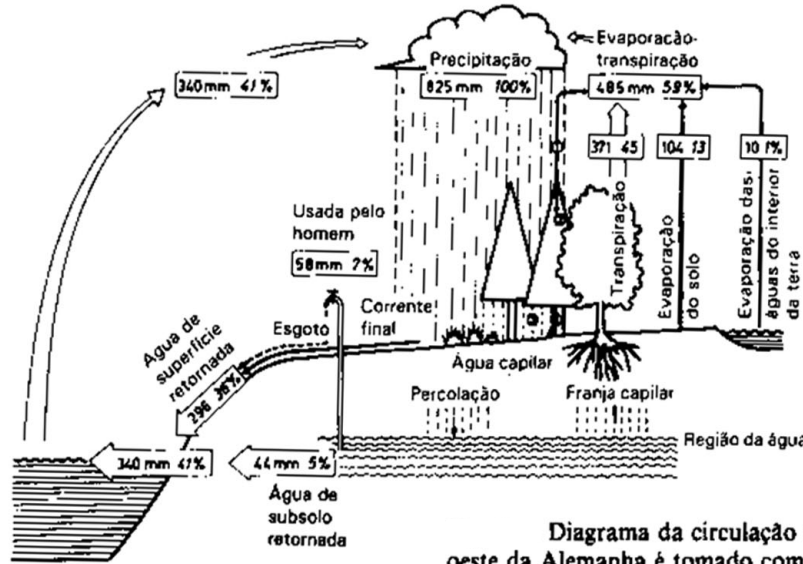


Figura 3 - Ciclo da água (extraído de REMMERT, 1980, baseado em LARCHER, 1973).

4.3 - Ciclos do Tipo Sedimentar

Os **ciclos sedimentares** são aqueles armazenados em forma sólida e tendem a ser menos perfeitos e mais facilmente rompíveis por perturbações locais, já que a grande massa de material se encontra num depósito relativamente inativo e imóvel na crosta da terra.

Conseqüentemente, uma certa porção do material de troca tende a “perder-se” por longos períodos de tempo quando o movimento “**encosta abaixo**” é mais rápido do que o retorno “**encosta acima**”.

Os mecanismos de retorno ou de “reciclagem” são, muitas vezes, casos principalmente bióticos. Envolvem elementos como o **fósforo** e o **enxofre**.

Ciclo do Fósforo

O ciclo do **fósforo** é um exemplo de um tipo **sedimentar** mais simples e possivelmente menos perfeito. O fósforo, um elemento constituinte importante e necessário do **protoplasma**, tende a “circular”, sendo

os compostos orgânicos decompostos eventualmente até aos **fosfatos** que ficam novamente disponíveis para as plantas.

O grande depósito de fósforo não é, contudo, o ar, mas sim as **rochas** ou outros depósitos que se formaram em **eras geológicas** passadas. A **erosão** destas rochas libera **fósforo** para o **ecossistema**, e uma parte do **fosfato** escapa para o **mar**, onde se deposita nos sedimentos superficiais e é perdido (ou acumulado) nos sedimentos profundos.

Os meios de devolver fósforo ao ciclo podem ser, no presente, provavelmente inadequados para compensar as perdas. A transferência de **fósforo** e de outros **materiais** do mar para a terra e de volta para o ciclo é feita pelas **aves marinhas** e **peixes**. As aves marinhas desempenharam um papel importante na restituição do fósforo ao ciclo.

Um exemplo desse ciclo são os depósitos de guano (salmoura) na costa do Peru e Chile, no deserto de Atacama.

O homem, infelizmente, aparece para acelerar os **ritmos** das perdas de **fósforo** e desta forma torna o seu **ciclo** menos perfeito. Por exemplo, extrai-se e trata-se a **rocha fosfatada** com uma tal negligência que se produz uma grave **poluição** na vizinhança das minas e das fábricas de fosfato.

O fornecimento de **fertilizantes fosfatados** nos sistemas **agrícolas** é, muitas vezes, feito sem controle e o escoamento em excesso afeta severamente as vias aquáticas e reduz a **qualidade** da água mediante **eutroficação**.

Eutroficação = nutrição

Ciclo do Enxofre

O ciclo do **enxofre** é muito apropriado para ilustrar as ligações entre o **ar**, a **água** e a **crosta terrestre**.

O grande reservatório de enxofre é o **solo**, havendo pequeno depósito na **atmosfera**.

Microorganismos do solo recuperam os sedimentos profundos de **SO₄** reduzindo-os em **gás H₂S**, o qual pode subir a sedimentos pouco profundos onde fica sujeito a ação de outros organismos, como as **bactérias fotossintéticas**.

O enxofre é um constituinte essencial de certos **aminoácidos**, mas não é tão necessário ao ecossistema como são o nitrogênio ou o fósforo, e raramente é limitante para o crescimento das plantas e dos animais. Entretanto, o ciclo do enxofre é um ciclo-chave no padrão global da **produção** e da **decomposição**.

O ciclo do enxofre ilustra o papel fundamental desempenhado pelos **microorganismos** e também as dificuldades provocadas pela poluição industrial do ar.

4.4 - Cadeias Alimentares e Níveis Tróficos

Cadeias Alimentares

A seqüência de eventos onde uma **planta** pode ser a fonte de **alimento** para um **animal**, que pode, por sua vez, ser **alimento** de outro animal, e este **indivíduo** pode ser ainda alimento de um terceiro, e assim por diante, é denominada **cadeia alimentar**.

No oceano, as plantas que realizam **fotossíntese** são **algas verdes** microscópicas que flutuam livremente, principalmente **diatomáceas** e **flagelados**.

Um dos animais que se utiliza dessas plantas como alimento é um pequeno **crustáceo**, conhecido como *Calanus finmarchicus*. Esse crustáceo, copépodo, é de grande importância, por exemplo, na dieta do **arenque** adulto, de maneira que podemos escrever essa **cadeia alimentar simples**:

Chaetoceros decipiens (uma **diatomácea**) --- *Calanus finmarchicus* (um **copépodo**) --- *Clupea harengus* (**arenque**)

Diatomáceas também formam a base de algumas cadeias alimentares em ambientes de água doce. Por exemplo, uma diatomácea, *Navicula viridula*, junta-

mente com outras espécies, forma um **limo de algas** em rochas e em seixos nos riachos e fontes. Essa diatomácea pode servir de alimento à **larva** de um **quironomídeo** (Díptera), que pode ser comida pela larva de uma **libélula** (Odonata), formando assim uma outra cadeia alimentar.

As cadeias alimentares têm um número de situações em comum, cada uma consistindo em três degraus, onde se aplica a relação:

Planta — Herbívoro — Carnívoro

Redes Alimentares

Na natureza as inter-relações alimentares entre **plantas** e **animais** são, em geral, complexas e não podem ser facilmente tratadas como numa cadeia alimentar simples.

No exemplo que foi citado acima, averiguamos que o arenque se alimentará de uma grande variedade de espécies, bem como o copépodo, que irá consumir tanto diatomáceas como protozoários flagelados, conforme ilustramos na figura 4.

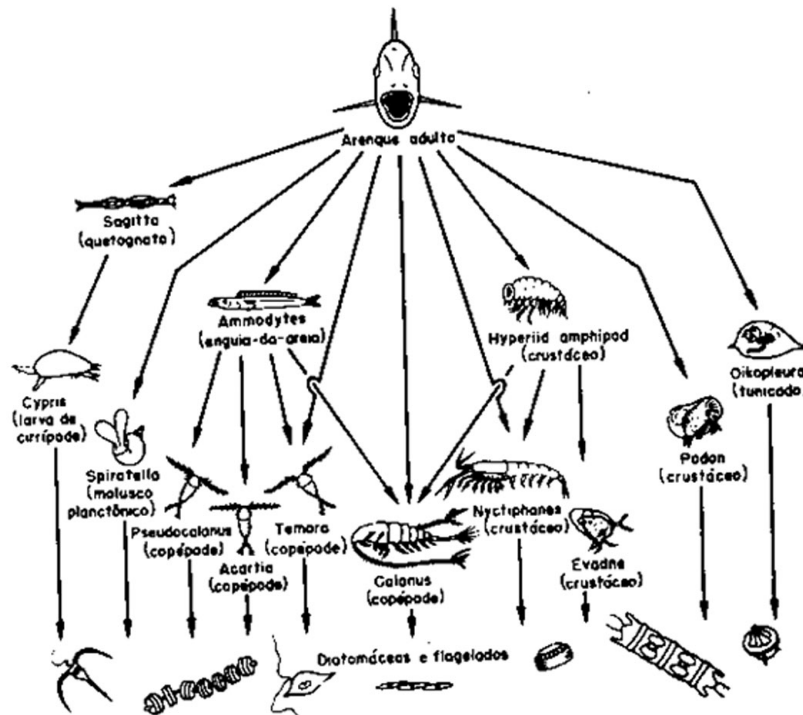


Figura 4 - Relações alimentares de um arenque adulto.

A **rede alimentar** ilustrada acima foi construída para mostrar aqueles organismos que formam, direta ou indiretamente, parte da dieta do arenque adulto; se fossem acrescentados todos os organismos encontrados no mesmo ambiente em que vive o arenque, então a rede tornar-se-ia extremamente **complexa**.

O **arenque**, por exemplo, pode também servir de alimento para um **pássaro marinho**, como um biguá ou uma gaivota, aumentando assim a rede.

A descoberta e a descrição de uma rede alimentar, em qualquer *habitat*, é uma tarefa demorada.

4.5 - Determinação de Cadeias Alimentares e Redes Alimentares

Um certo número de diferentes métodos tem sido empregado na determinação de **cadeias alimentares** e **redes alimentares**. Em alguns casos, a observação direta é suficiente para uma primeira aproximação.

Podemos verificar que certos **afídeos**, por exemplo, são restritos a certas espécies de planta, e também podemos ver que muitos desses afídeos são alimento para **larvas de escaravelhos**. Entretanto, os afídeos podem também ser alimento para um **pequeno pássaro**, que por sua vez pode ser apanhado por um **falcão**. A observação, portanto, não é satisfatória, porque nunca se poderá estar certo se todas as ligações possíveis na cadeia alimentar foram observadas.

Uma segunda maneira é coletar representantes de todas as espécies que ocorrem num determinado *habitat* e analisar o conteúdo do **tubo digestivo**. Uma vez que um número suficientemente grande de indivíduos de cada espécie é examinado, é possível estabelecer, até certo ponto, quais os animais que se alimentam de outros.

Pirâmides Ecológicas

Quanto mais se investiga uma determinada rede alimentar, mais complexa ela se torna. A representação esquemática torna-se tão complicada que é difícil evidenciar certas ligações e reter uma apreciação completa do sistema.

Existe, portanto, uma tendência para a produção de representação generalizada ou **modelos de redes alimentares**, mesmo antes que investigações detalhadas sejam feitas. É também difícil comparar a rede alimentar em uma situação com outra, uma vez que **espécies diferentes** estão envolvidas em cada caso.

Elton (1927) verificou que os animais da **base** da cadeia alimentar são relativamente **abundantes**, enquanto que aqueles do **fim** da cadeia alimentar são relativamente poucos em número, existindo um decréscimo progressivo entre os dois extremos.

Essa *pirâmide de números*, como foi denominada, é encontrada em comunidades animais de todo o mundo, e a ocorrência geral de tal fenômeno proporciona um denominador comum pelo qual as diferentes comunidades podem ser comparadas.

Para propósitos comparativos gerais, é permissível ignorar a composição de espécies das redes alimentares e agrupar aqueles organismos que têm **hábitos similares**.

O procedimento geral ao construir uma pirâmide de números é agrupar e contar todos os **autótrofos** e chamá-los de **produtores primários**. Então são agrupados os organismos que se localizam um degrau abaixo dos produtores primários na rede alimentar, ou seja, os **herbívoros**, que são contados e denominados **consumidores primários**. Os **carnívoros**, por sua vez, são denominados **consumidores secundários** e consumidores terciários (veja a fig. 5).

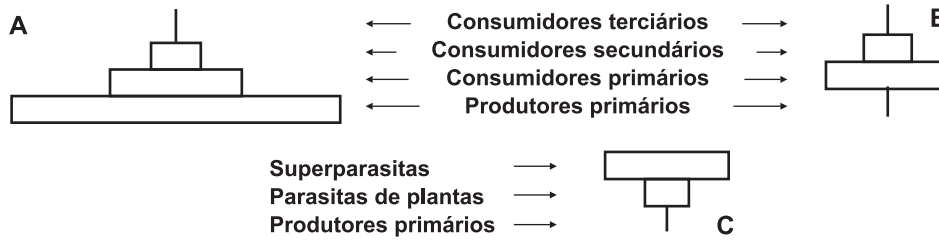


Figura 5 - Pirâmides de números. A) Produtores primários são organismos diminutos e numerosos; B) Produtores primários são grandes árvores que em pequeno número suportam muitos herbívoros; C) Rede alimentar, planta e parasita.

Exercícios de Fixação

- 1) Cite e exemplifique os principais tipos de ciclos biogeoquímicos.
- 2) Com relação ao ciclo do enxofre, explique onde se encontra o seu maior reservatório e como se dá a sua renovação.
- 3) Explique o funcionamento do ciclo do gás carbônico do ponto de vista do armazenamento e renovação deste composto.

Atividades Complementares

- 1) Com base em pesquisa bibliográfica, investigue mais sobre a atuação do homem e o impacto sobre os ciclos biogeoquímicos.
- 2) Com base na figura 2-A, discorra sobre o ciclo do oxigênio.

Se você:

- 1) concluiu o estudo deste guia;**
- 2) participou dos encontros;**
- 3) fez contato com seu tutor;**
- 4) realizou as atividades previstas;**

Então, você está preparado para as avaliações.

Parabéns!

Glossário

Efeito Estufa - processo que se dá quando da retenção de parte do calor irradiado pela crosta terrestre.

Especiação - termo aplicado à formação de novas espécies.

Euritéricas - espécies que suportam grande variação de temperatura

Eurialinas - espécies que suportam grande variação de salinidade.

Eurifágicas - espécies que possuem amplo espectro na dieta alimentar.

Eutroficação - processo natural de enriquecimento de ambientes aquáticos resultante de um aumento de nitrogênio e fósforo na água em consequência da produção orgânica.

Filogenia - relação de parentesco ancestral-descendente.

Ozônio (O₃) - corresponde a um composto formado quando o gás oxigênio (O₂) é exposto à radiação ultravioleta. O ozônio na estratosfera atua como um escudo, protegendo a atmosfera de radiação excessiva.

Gabarito

Unidade I

- 1) As idéias evolutivas de Charles Darwin e Alfred Wallace podem ser resumidas da seguinte forma:
- Existe **variabilidade** natural nas populações dos organismos;
 - Existem fatores que provocam **mortalidade/reprodução diferencial**, sobrevivendo apenas os indivíduos mais aptos (seleção natural);
 - As características que conferem maior **aptidão** são transmitidas.
- 2) As adaptações – aquelas características que, como disse Darwin, “com tanta justiça promovem nossa admiração” – são centrais no estudo da ecologia. Desde a teoria evolutiva, dois grandes temas permeiam a explicação para as características observáveis de um dado organismo: a genealogia (pela qual a explicação é encontrada na ancestralidade de um organismo) e a adaptação (pela qual ela é encontrada nas condições de vida de um organismo).
- 3) Este tipo de especiação ocorre quando o isolamento reprodutivo ocorre dentro da amplitude de distribuição da população e antes que qualquer diferenciação entre as duas espécies possa ser detectada. ocorre quando um novo genótipo está apto a colonizar um hospedeiro novo com sucesso, tornando-se reprodutivamente isolado do restante da população.

Unidade II

- 1) Ecologia é o estudo das relações entre os organismos e a totalidade de fatores físicos e biológicos que os afetam ou são por ele influenciados.
- 2) Conceito evolutivo: é uma linhagem de populações que mantém sua identidade e tem sua própria história evolutiva.
- 3) É qualquer fator que interfira diretamente sobre uma espécie num ecossistema.

Unidade III

- 1) É uma relação onde as duas espécies envolvidas são beneficiadas e a associação é necessária para a sobrevivência de ambas. Por exemplo, a associação de algas e fungos formando os líquens.
- 2) Consiste numa relação desarmônica em que indivíduos de uma população secretam substâncias que inibem ou impedem o desenvolvimento de indivíduos de populações de outras espécies.
- 3) É uma relação desarmônica entre seres de espécies diferentes, em que um deles, denominado parasita, vive no corpo do outro, denominado hospedeiro, do qual retira alimentos. Embora os parasitas possam causar a morte dos hospedeiros, de modo geral trazem-lhe apenas prejuízos.

Unidade IV

- 1) Tipo gasoso - maior reservatório atmosférico. Exemplos: carbono, nitrogênio e oxigênio.
Tipo sedimentar - armazenados em forma sólida. Exemplos: fósforo, ferro e enxofre.
- 2) O maior reservatório se encontra no solo e sedimentos, havendo pequeno depósito atmosférico. A renovação do enxofre depositado se dá pelos microorganismos, que recuperam os sedimentos profundos de SO_4 e os reduzem a H_2S que sobe a sedimentos superficiais.
- 3) O gás carbônico é armazenado sob forma de carbonato (CaCO_3), e uma parte do CO_2 é removida do ar atmosférico para ser absorvida pela atividade fotossintética. O CO_2 retorna a atmosfera pela combustão, como através da atividade vulcânica.

Referências Bibliográficas

- ART, H.W. (edt). *The dictionary of ecology and the enviromental science*. New York: Storey Communications, 1993, 632 pp.
- BRANCO, S.M & ROCHA, A.A.. *Elementos de ciências do ambiente*. 2. ed. São Paulo: CETESB/ ASCETESB, 1987.
- CNPq. *Glossário de ecologia*. São Paulo: CNPq/Academia Brasileira de Ciências, 1987. 271p.
- DAJOZ, R. *Ecologia geral*. São Paulo: Vozes/EDUSP, 1973.
- _____. *Ecologia geral*. São Paulo: Vozes/EDUSP, 1978. 472 p.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima artes e textos, 2000. 531 p.
- MARGALEFF, R. *Ecologia*. São Paulo: Omega, 1974.
- MASON. *Decomposição*. Coleção temas de biologia, Vol. 18. São Paulo: E.P.UJEDUSP, 1982.
- MAYR, E. *Populações, espécies e evolução*. São Paulo: Nacional/EDUSP, 1977. 485 p.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985.
- _____. *Fundamentos de ecologia*. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, 1988. 927 p.
- PHILLIPSON, J. *Ecological energetics. Studies in biology*. n. 1. Londres: Edward Arnold Publishers, 1984.
- PIANKA, E.R. *Ecologia evolutiva*. Barcelona: Ediciones Omega, 1982.
- REMMERT, H. *Ecologia*. São Paulo: E.P.UJEDUSP/Springer, 1982.
- RICKLEFS, R. *A economia da Natureza*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 230 p.
- SCHEMNITZ, S.D. (ed.). *Wildlife management techniques manual*. Washington, D.C: The Wildlife Society, 1980. 686 p.
- SOCINI, M.I. & CASTILHO M. (edts.) *Biologia*. Coleção Magistério 2º grau: Série Formação Geral. São Paulo: Cortez, 1990. 179 p.
- SOLOMON. *Dinâmica de populações*. Coleção Temas de Biologia. Vol. 3. São Paulo: E.P.U./EDUSP, 1982.
- SPERBER, C. F.; T. G. CORNELISSEN & J. H. SCHOEREDER. *Apostila de ecologia Básica*. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa. 2000. 73 p.
- TROPPEMAIR, LI. *Metodologias simples para pesquisar o meio ambiente*. Rio Claro: UNESP, 1988.