

A Complexidade dos Ecossistemas



afulra



INTRODUÇÃO

A grande riqueza existente no território brasileiro por ocasião do seu descobrimento levou os homens a apoderarem-se de tudo e explorar de forma irracional os recursos naturais, abastecendo e enriquecendo todos aqueles que administravam o Brasil Colônia e muitos outros países que por interesse puramente econômico também serviram-se do potencial desta terra.

Ignorando as leis da natureza, e envolvidos pela vasta extensão territorial, pela bela e exuberante paisagem e pela fartura aparente, os exploradores jamais pensaram no íntimo relacionamento que deve envolver o homem e o meio natural.

O sul do país também apresentava esta formidável realidade e foi alvo de exploração sem os cuidados com os benefícios que a terra poderia oferecer.

Ao longo da história, sem pensar nas conseqüências desta atuação insensata, desgastaram-se os ecossistemas até quase a exaustão colocando em risco a sobrevivência da humanidade no terceiro milênio.

Atualmente as poucas reservas florestais naturais ainda existentes são permanentemente atacadas e delas retiradas a madeira e outros elementos para abastecer o mercado deficiente destes produtos.

No meio rural, o agricultor encontra todo o tipo de problemas na sua propriedade, principalmente no que se refere a equilíbrio ambiental, assistindo à perda paulatina da produtividade de suas plantações.

Recentemente, em todo planeta fala-se muito sobre ecologia, meio ambiente e manejo sustentado dos recursos naturais renováveis, porém somente uma pequena parte da população possui conhecimentos suficientes para entender a dinâmica e as inter-relações que ocorrem entre os diferentes ecossistemas que existem no mundo.

Surge, então, a necessidade de intensificar estudos, pesquisas e debates sobre esses temas, procurando uma abrangência maior, inclusive atingindo a comunidade em geral, através do envolvimento dos professores do ensino fundamental a fim de que todos possam ter acesso a estes conhecimentos.

Somente através do uso de práticas de manejo que não levem à degradação do ambiente, pode-se assegurar a perpetuidade da produtividade dos ecossistemas para as futuras gerações.

CONCEITO DE ECOSSISTEMA

O termo "Ecosistema" foi utilizado pela primeira vez em 1935 pelo ecólogo britânico Arthur Tansley. Em alguns países na Europa, especialmente na Rússia, utiliza-se a expressão **Biocenose** para identificar o **Ecossistema**. Desde o início de sua caracterização o termo ecossistema vem obtendo diversas conceituações.

De modo geral a expressão ecossistema refere-se a **"Toda e qualquer unidade (área) que envolva todos os organismos vivos (bióticos), que se encontram interagindo com o ambiente físico (abióticos) em que estes vivem, de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas bem definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e as não-vivas"**.



Figura 1. A bacia hidrográfica considerada como um grande ecossistema.

Na Figura 1, observa-se um exemplo de ecossistema formado por uma bacia hidrográfica, dentro da qual se encontram inseridos um ecossistema terrestre constituído por uma mata ciliar e um ecossistema aquático constituído por um riacho de água doce.

Na Figura 2, observa-se que existe uma grande interação entre o ecossistema formado pela mata ciliar e aquele formado pelo curso de água, em que o primeiro supre o segundo pelo fornecimento de substâncias nutritivas.

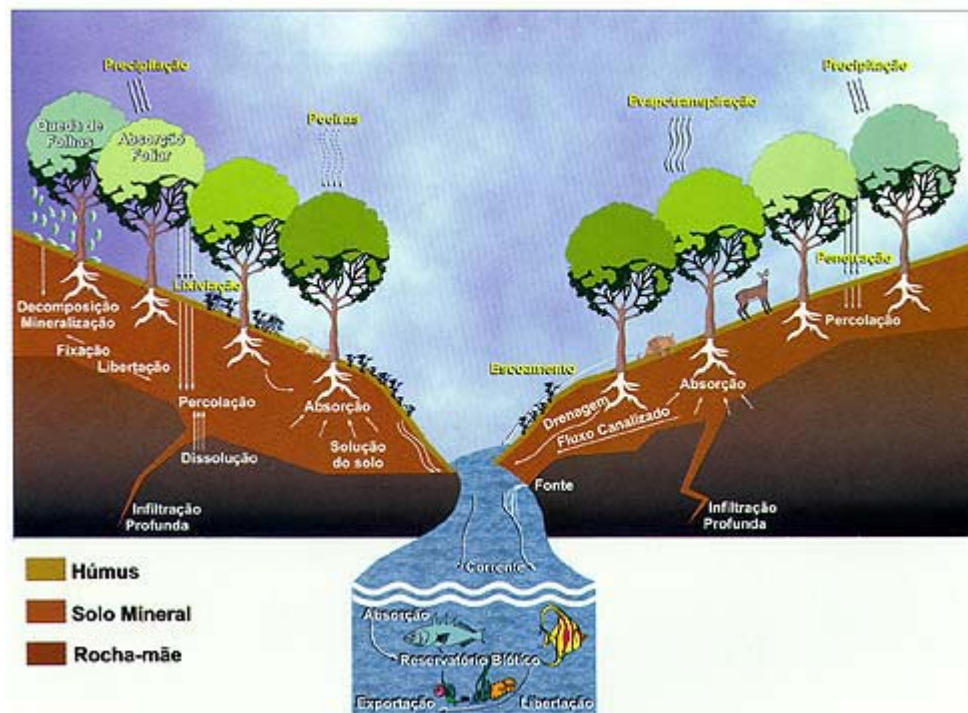


Figura 2. Perfil de um ecossistema formado pela mata ciliar e um riacho de água doce. Fonte: Adaptado de DUVIGNEAUD (1974).

COMPONENTES DE UM ECOSSISTEMA

Na natureza existem inúmeras possibilidades de combinações entre os fatores animados e inanimados para formarem um ecossistema. Qualquer dessas combinações que estejam em

relativo equilíbrio, tanto no seu aspecto como na sua função, chama-se **Ecosistema**. Cada ecossistema contém uma biocenose (isto é, uma comunidade de plantas e animais) e um biótopo (isto é, o seu ambiente). Este ecossistema possui uma certa extensão territorial e se limita com ecossistemas vizinhos.

O esquema da Figura 3 contém os principais componentes de um ecossistema.



Figura 3. Componentes de um Ecossistema.

Todo e qualquer ecossistema, constituído por florestas, rios, oceanos e outros, apresenta componentes bióticos e substâncias abióticas que compõem o meio.

Os seres vivos (fatores bióticos) organizam-se em três grupos distintos, representados pelos **produtores, consumidores e decompositores**.

PRODUTORES

Os produtores caracterizam-se como sendo seres ou organismos vivos denominados autotróficos, capazes de fixar a energia oriunda da luz do Sol sob a forma de energia química, construindo compostos orgânicos a partir do dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), retirando do solo as substâncias nutritivas minerais. Como exemplo de seres autotróficos podemos citar os vegetais e as bactérias que realizam a fotossíntese. Os organismos fotossintetizantes são divididos em duas classes: os que produzem oxigênio, representados pelos vegetais, e os que não produzem oxigênio que são as bactérias, com exceção das cianobactérias.

As bactérias que não produzem oxigênio atuam em ambientes anaeróbios, ou seja, sem a presença de oxigênio, onde por sua vez utilizam o hidrogênio para o processo da fotossíntese a partir de compostos orgânicos como o lactato.

Entre as bactérias que realizam a fotossíntese podemos citar a **Euglena** e as **Chlamydomonas** de água doce, e as **Diatomáceas** e **Dinoflagelados** que vivem nos oceanos.

A fotossíntese é o processo mais importante da terra, sem o que não existiria vida vegetal sobre a superfície do globo terrestre.

A Figura 4 representa a interação entre o vegetal e o sol que é a fonte de energia.

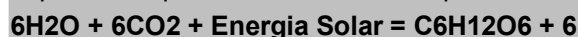


Figura 4. Árvores recebendo a energia solar e realizando a fotossíntese.

FOTOSSÍNTESE

É o processo de síntese orgânica a partir do qual os vegetais transformam a energia luminosa em energia química e a armazenam em compostos orgânicos denominados alimentos.

O processo químico da fotossíntese pode ser observado na seguinte expressão:



onde: H_2O = água CO_2 = dióxido de carbono $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = glicose O_2 = oxigênio
Durante o processo da fotossíntese, ocorre a formação de glicose e liberação de oxigênio.

RESPIRAÇÃO

Neste processo fisiológico ocorre a liberação da energia anteriormente fixada, pela devolução do dióxido de carbono e água.

Através da respiração dos animais e vegetais, que compõem os ecossistemas, ocorre um grande consumo de oxigênio.



Os principais fornecedores de oxigênio do planeta são as algas azuis que habitam os oceanos. No ecossistema florestal, como é o caso da floresta amazônica, a maior parte do oxigênio liberado pela fotossíntese é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica.

CONSUMIDORES

Este grupo é representado pelos organismos heterotróficos, também chamados de **macroconsumidores**. Tratam-se de seres incapazes de produzir sua própria energia, sendo obrigados, para sua sobrevivência, a retirar a matéria e a energia de outros organismos. Conforme a posição que ocupam na cadeia alimentar são chamados de consumidores primários, secundários, terciários ou quaternários.

Os consumidores recebem diferentes denominações, em função do alimento consumido.

(Tabela 1)

HÁBITO ALIMENTAR	TIPO DE ALIMENTO
Herbívoros ou Fitófagos	Plantas
Frugívoros	Frutas
Onívoro	Plantas e Animais
Ictiófagos	Peixes
Hematófagos	Sangue
Coprófagos	Fezes
Ornitófagos	Aves
Planctófagos	Plâncton
Detritívoros	Detritos Animais e Vegetais

Tabela 1. Denominação dos grupos consumidores de acordo com seu hábito alimentar e o tipo de alimento consumido.

CONSUMIDORES PRIMÁRIOS

Na cadeia alimentar, os consumidores primários são os primeiros organismos a se alimentarem dos produtores (vegetais). Como exemplo de consumidores primários podemos citar os insetos e os mamíferos em geral. (Figura 5)



Figura 5. Animais alimentando-se de pastagem natural.

Numa área de campo, verifica-se que os animais domésticos, bovinos, eqüinos e ovinos buscam seu alimento a partir da massa verde produzida pelos vegetais.

CONSUMIDORES SECUNDÁRIOS

Quando um animal carnívoro alimenta-se de um animal herbívoro, na cadeia alimentar ele passa a ser denominado consumidor secundário. (Figura 6)



Figura 6. Hábito alimentar de um consumidor secundário.



Na sequência acima, exemplo de uma cadeia alimentar formada por um consumidor primário, secundário e terciário.

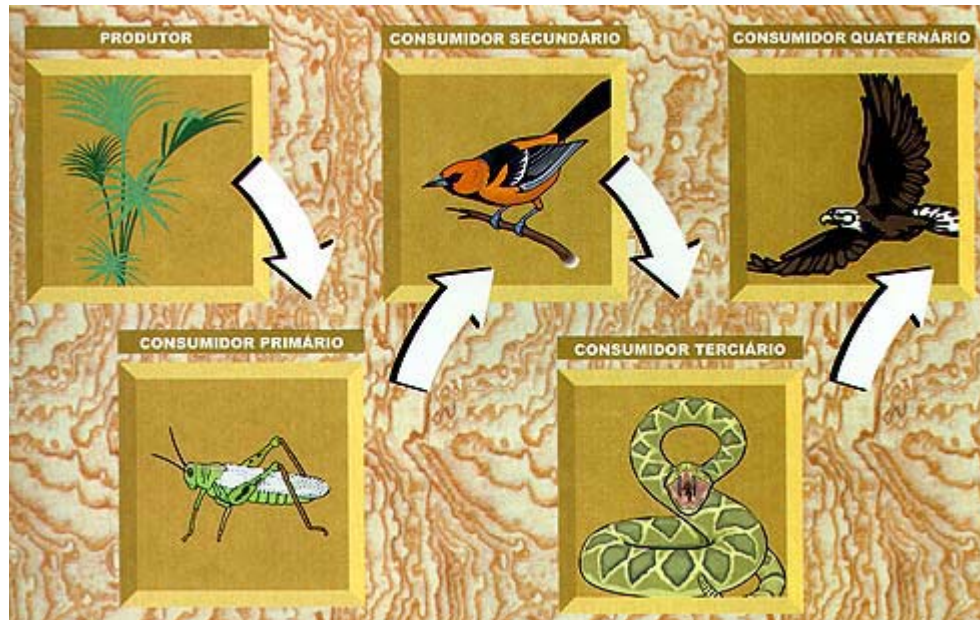
CONSUMIDORES TERCIÁRIOS / QUATERNÁRIOS

Quando um animal carnívoro se alimenta de consumidores secundários, este é chamado de consumidor terciário. (Figura 7)



Figura 7. Hábito alimentar de um consumidor terciário.

Finalmente, o consumidor terciário se constitui em alimento para os consumidores quaternários que se encontram no topo da cadeia alimentar, conforme pode ser observado no seguinte esquema:



Quadro 1: Exemplo de cadeia alimentar.

DECOMPOSITORES OU MICROCONSUMIDORES

Os decompositores que atuam em qualquer nível da cadeia alimentar também são chamados de sapróbios ou saprófitas. Tratam-se de organismos heterotróficos representados principalmente pelas bactérias e fungos. Tais organismos são de fundamental importância na reciclagem da matéria que compõe os diferentes ecossistemas. Estes microconsumidores para conseguirem energia degradam a matéria orgânica, transformando-a em compostos simples e inorgânicos que são novamente utilizáveis pelos produtores.

Na Figura 8, observa-se a ação dos fungos na decomposição da matéria orgânica.



Figura 8. Fungos realizando a decomposição da matéria orgânica.

CARACTERIZAÇÃO DO ECOSISTEMA

Considerando que o ecossistema é o resultado da inter-relação, mais ou menos homogênea, entre os fatores bióticos e abióticos de um determinado meio, pode-se caracterizá-lo através dos seguintes aspectos:

- Um ecossistema é uma unidade estrutural composta de fatores bióticos (seres vivos) e abióticos (seres não vivos) do ambiente, como árvores, arbustos, vegetação rasteira, animais, húmus, solo, rocha, atmosfera e processos climáticos. Os ecossistemas terrestres normalmente são formados por uma comunidade biótica complexa, em interação com o solo, atmosfera, uma fonte de energia (o sol) e um suprimento de água.
- O ecossistema é uma unidade funcional com constante fluxo de energia que entra e sai do sistema, movimentando permanentemente fluxo de substâncias. A produção da matéria orgânica pelo ecossistema está intimamente ligada ao fluxo de energia, ao balanço hídrico e à reciclagem dos elementos minerais. Na Figura 9, verifica-se o ciclo da água no ecossistema florestal.

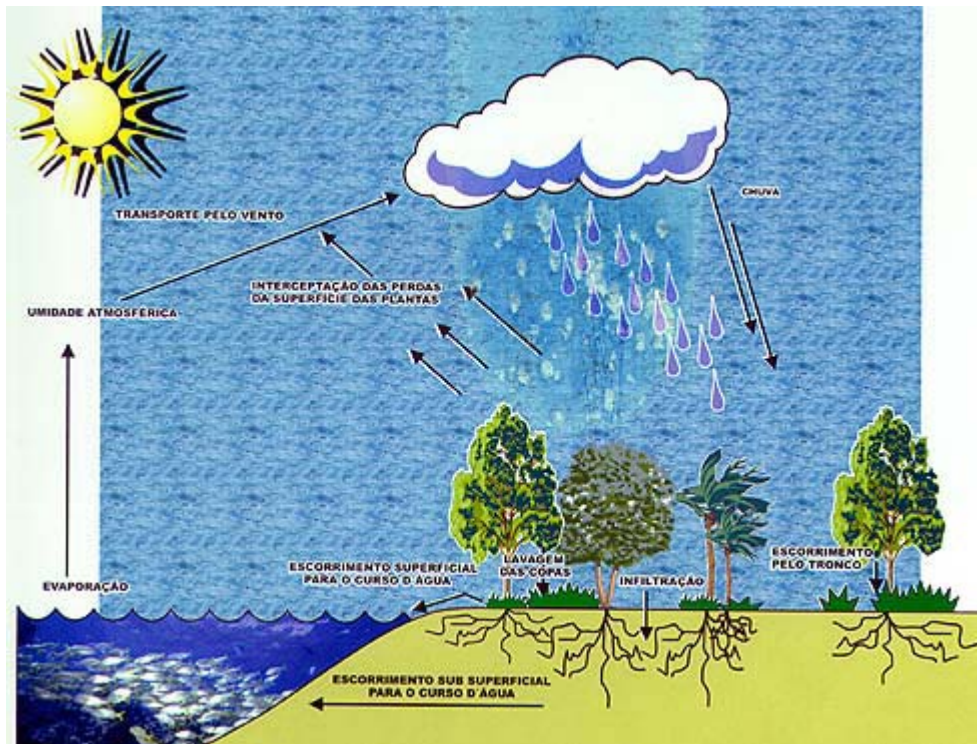


Figura 9. Ciclo da água na floresta

- Um ecossistema é uma unidade complexa com variedades e variações de formas de vida, populações e características.
- O ecossistema sofre mudanças temporais não sendo estático. Além da contínua troca de matéria e energia, sua estrutura modifica-se com o passar do tempo.



Figura 10. Ecossistema Florestal.

DIVISÃO DOS ECOSSISTEMAS

Para melhor entendimento da funcionalidade dos ecossistemas, costuma-se dividir a superfície do globo terrestre em três grandes tipos principais além de outro tipo de transição:

ECOSSISTEMAS DE ÁGUA SALGADA

Compreende os grandes reservatórios de água salgada representados pelos oceanos e mares, onde o homem desenvolve a atividade pesqueira. A Figura 11, contempla a estrutura de um ecossistema aquático com toda a sua complexidade.

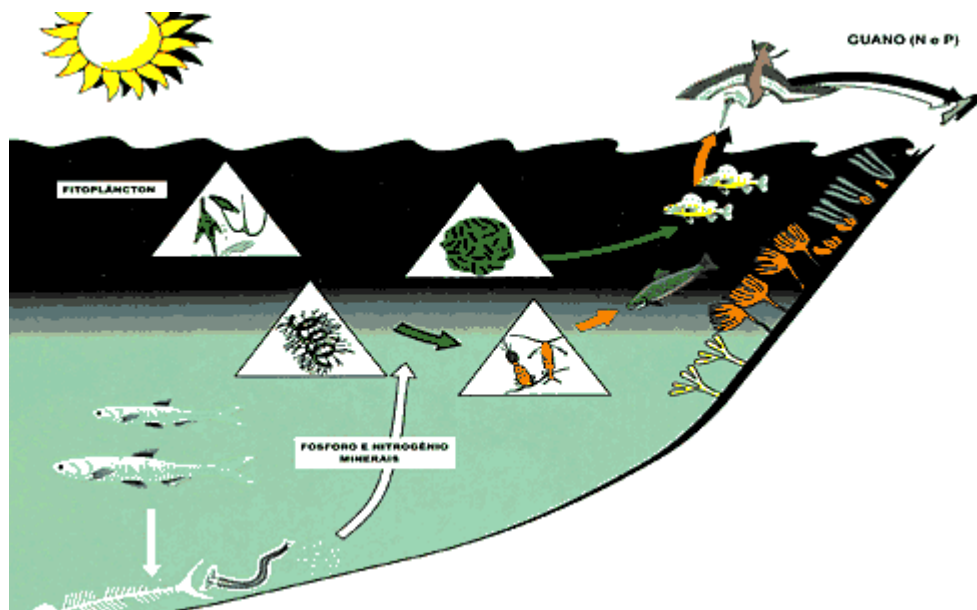


Figura 11. Aspectos de um ecossistema marítimo. Adaptado de DUVIGNEAUD (1974).

ECOSSISTEMAS DE ÁGUA DOCE

Este tipo de ecossistema é constituído pelos rios, riachos, córregos, lagos e lagoas caracterizando uma enorme biodiversidade de espécies vegetais e animais. Tais ecossistemas também proporcionam oferta de alimentos através da produção de peixes. (Figura 12)



Figura 12. Aspecto de um ecossistema de água doce.

ECOSSISTEMAS DO MEIO TERRESTRE

A superfície da terra é o meio mais importante para o homem, pois este ecossistema garante a manutenção da humanidade, transformando-se no suporte físico para a construção de suas necessidades, sendo também a maior fonte de oferta de alimentos para a população. Estes ecossistemas são formados por florestas, savanas ou cerrado, caatinga, estepe, pantanal, entre outros. Na Figura 13 observa-se um ecossistema de meio terrestre.



Figura 13. Aspecto de um ecossistema terrestre.

SAVANA OU CERRADO

Trata-se de uma vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional, semi-árido (mais ou menos seis meses secos), podendo também ser encontrada em clima ombrófilo. (Figura 14)



Figura 14. Aspecto do Cerrado.



Figura 15. Aspecto da Caatinga

CAATINGA

Este tipo de ecossistema é formado principalmente por vegetais lenhosos em misturas com cactos e bromélias. Trata-se de uma vegetação característica de grande parte do nordeste brasileiro inclusive o nordeste de Minas Gerais. As espécies que ali ocorrem são espinhentas ou aculeadas e as ervas e capins só vegetam no período das chuvas. Apresenta também vegetação xerófita decídua com algumas plantas suculentas que são oferecidas aos animais na época do auge das secas, como fonte de água. (Figura 15)

PANTANAL

No Brasil, o pantanal mato-grossense é formado por uma planície aluvial constituída por uma área de 139 milhões de hectares, cuja altitude varia entre 100 e 200 metros. É cercado no lado brasileiro pelo planalto, coberto por cerrado.

Constitui-se de uma grande área de alagados, alimentada por vários rios que ali deságuam e que nas épocas das cheias fertilizam o solo pela deposição de sedimentos formados de restos de animais e vegetais transportados pela água (Figura 16). A vegetação é formada por uma mistura complexa e exuberante de vegetais, constituindo-se numa grande biodiversidade.



Figura 16. Aspecto do ecossistema do Pantanal.

ESTEPE

Este tipo de vegetação encontra-se também na região subtropical brasileira, onde as plantas são submetidas a dupla sazonalidade - uma fisiológica, provocada pelo frio das frentes polares, e outra seca, mais curta, com déficit hídrico. Um exemplo de estepe degradada pelo mau uso da terra pode ser observado nas áreas de arenização dos municípios de Alegrete e Itaqui no Rio Grande do Sul, onde os campos são quase desprovidos de vegetação em época desfavorável. (Figura 17)



Figura 17. Exemplo de um Estepe característico do Rio Grande do Sul, Município de Rio Pardo.

ECOSSISTEMAS DE TRANSIÇÃO

Estes são formados pelos mangues, brejos e pântanos que ocupam os espaços existentes entre os ecossistemas aquáticos e os terrestres. No caso específico do mangue, este é um ecossistema da terra com forte influência do meio marinho.



Figura 18. Ecossistema de transição formado por Manguesais. Fonte: RIZZINI et al (1988).

O ECOSSISTEMA FLORESTAL

Conhecer as interações e o funcionamento dos ecossistemas florestais é importante porque as florestas têm participação especial no equilíbrio do ambiente, proporcionando condições de produtividade em todos os aspectos.

A floresta contribui muito para a conservação da produtividade dos sítios, na circulação e purificação do ar, na manutenção da flora e da fauna e especialmente na qualidade da água doce que as populações dos reinos animais e vegetais consomem.

Ainda a floresta e suas comunidades vegetais se transformam na maior fonte de produção primária que irá fornecer a sustentação para toda a cadeia alimentar. Além disso fornecem a madeira que é a matéria-prima usada para diversas finalidades que atendem às necessidades do homem.

Os ecossistemas florestais, distribuídos em grandes áreas da biosfera, são constituídos por vasta complexidade e grande diversidade de espécies, as quais utilizam a energia solar para a produção de biomassa.

Estas grandes massas de produtores lenhosos e herbáceos abastecem com alimentos os consumidores de primeira ordem, representados pelos animais herbívoros que se alimentam de folhagem, gramíneas, raízes e bulbos, frutas, sementes, e pelos insetos que se utilizam de pólen e néctar. Assim, cada espécie florestal abriga um grande número de consumidores. Quando a

comunidade florestal encontra-se em equilíbrio com o meio, cada um dos níveis tróficos encontra a sua estabilidade.

Os efeitos que asseguram este equilíbrio dinâmico correspondem essencialmente às relações de alimentação de populações e aos ritmos dos fatores ecológicos. Um desequilíbrio num nível de consumo dá lugar a grandes processos que ocasionam o aumento da população de exterminadores, principalmente dos insetos que possuem um potencial de multiplicação muito elevado.

TIPOS DE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS

FLORESTA OMBRÓFILA

A denominação Floresta Ombrófila surgiu em substituição a Floresta Pluvial Tropical. Ambas, porém, têm o mesmo significado "amigo das chuvas".

O termo Ombrófilo é de origem grega, enquanto o termo Pluvial tem origem latina, e caracterizam as fisionomias ecológicas tropicais e costeiras. (Figura 19)



Figura 19. Aspecto de um ecossistema florestal Ombrófilo.

Dentro da área de ocorrência natural da floresta Ombrófila, encontram-se ecossistemas específicos de acordo com as características edafoclimáticas de cada região.

Floresta Ombrófila Densa Aluvial

Trata-se de uma formação ribeirinha ou mata ciliar que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias. Tal formação é constituída por espécies vegetais com alturas variando de 5 a 50 metros, de rápido crescimento, em geral de casca lisa, tronco cônico e raízes tabulares.

Nessa floresta encontram-se muitas palmeiras no estrato dominado e na submata, havendo espécies que não ultrapassam os 5 metros de altura. Observa-se também algumas plantas não lenhosas na superfície do solo. Em contrapartida, a formação apresenta muitos cipós lenhosos e herbáceos, além de um grande número de epífitas e poncas parasitas, conforme mostra a Figura 20.



Figura 20. Aspecto de uma floresta Ombrófila Densa Aluvial.

Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)

Este tipo de ecossistema florestal, também conhecido como "mata-de-arauucária", é um tipo de vegetação do planalto meridional, onde ocorria com uma abrangência de 250.000 km², distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. Esta floresta apresenta formações florísticas em refúgios situados nas Serras do Mar e da Mantiqueira, muito embora no passado tenha se expandido bem mais ao norte, porque a família Araucariaceae apresentava dispersão paleogeográfica que sugere ocupação bem diferente da atual. A composição florística deste tipo de vegetação é dominada por gêneros primitivos como *Drymis*, *Araucária* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático), que sugerem, em face da altitude e da latitude do planalto meridional, uma ocupação recente a partir de refúgios alto-montanos. (Figura 21)



Figura 21. Aspecto de uma floresta natural de Araucária.

Floresta Ombrófila Mista Aluvial

Este tipo de floresta caracteriza-se por formações ribeirinhas e ocupa sempre os terrenos aluviais, situados nos deflúvios das serras costeiras voltadas para o interior e nos planaltos dominados pela *Araucaria angustifolia* (Pinheiro brasileiro), associada a outros tipos de vegetais.

Além da *Araucária* também encontra-se o *Podocarpus lamberti* (Pinheiro bravo) que é típico desta altitude. No Sul do Brasil, a Floresta Aluvial é constituída principalmente pela *Araucaria angustifolia*, *Luehea divaricata* (Açoitacavallo) e *Blepharocalyx salicifolius* (murta), no estrato emergente, e pela *Sebastiania commersoniana* (branquilho), no estrato arbóreo contínuo. Na Figura 22, observa-se um exemplo deste tipo de floresta.



Figura 22. Aspecto de uma floresta Ombrófila Mista Aluvial. Fonte: RIZZINI, 1988.

FLORESTA ESTACIONAL

O conceito ecológico deste tipo de vegetação está relacionado com a dupla estacionalidade climática. Uma tropical, com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas, e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas inferiores a 15° C.

Floresta Estacional Semidecidual

Neste tipo de vegetação, a percentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre 20 e 50%. Esta floresta possui dominância dos gêneros amazônicos de distribuição brasileira, como por exemplo: *Parapitadenia* sp., *Peltophoram* sp., *Cariniana* sp., *Tabebuia* sp., *Astronium* sp. e outros de menor importância fisionômica.

Floresta Estacional Semidecidual Aluvial

Tal formação florestal é encontrada com maior frequência na grande depressão pantaneira mato-grossense-do-sul, sempre margeando os afluentes da bacia do rio Paraguai. Nesta formação existem em grande abundância várias espécies do gênero *Tabebuia*. Ao longo dos rios Paraná, Paranapanema e Piquiri são bastante frequentes as espécies: *Callephylum brasillense* (guarandi), *Tapirira guianensis* (Cupiuna), *Podocarpus sellowii* (Pinheirobravo), *Cedrela lillei* (Cedrilho), *Guareaguidonia* (Catiguá) etc.

Floresta Estacional Decidual

Este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco. Nesta floresta o estrato dominante é basicamente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos desprovidos de folhagem no período desfavorável. No Estado do Rio Grande do Sul, o estrato florestal emergente apresenta-se completamente caducifólio, o que ocasiona, provavelmente a estacionalidade fisiológica dos indivíduos da floresta. A Figura 23, apresenta as características deste tipo de floresta.



Figura 23. Ecosistema formado por floresta Estacional Decidual

Floresta Estacional Decidual Aluvial

Este ecossistema florestal, quase que exclusivo das bacias dos rios do Estado do Rio Grande do Sul, encontra-se intensamente degradado dos seus indivíduos principais através da exploração indiscriminada. Este tipo de floresta ocupa principalmente os terraços fluviais dos rios Jacuí, Ibicuí, Santa Maria e Uruguai. Também ocorre nas várzeas do rio Paraguai, no Estado de Mato Grosso do Sul, onde a drenagem é dificultada pelo pouco desnível do rio.

A composição florística desta formação é ocupada preferencialmente por espécies decíduais, adaptadas ao ambiente aluvial, onde dominam espécies como: *Luehea divaricata* (açoita- cavalo), *Vitex megapotamica* (tarumã), *Inga uruguensis* (ingá), *Ruprechtia laxiflora* (farinha seca) e a *Sebastiania commersoniana* (branquilha) e outros. (Figura 24)



Figura 24. Aspecto de uma floresta Estacional Decidual Aluvial às margens do rio Jacuí-RS.

A RADIAÇÃO SOLAR

O sol é a principal fonte de vida dos animais e vegetais sobre a superfície do globo terrestre. No ecossistema florestal, a vida dos vegetais e animais depende do fluxo de energia irradiada pelo sol. Da energia recebida na superfície da terra, aproximadamente 20% é refletida pelas nuvens e partículas atmosféricas, enquanto outra parte é absorvida pela superfície terrestre (solo, vegetação etc.). Da radiação líquida disponível, 40% é utilizada na evapotranspiração e somente 2% desta é usada no processo da fotossíntese que resulta no desenvolvimento e crescimento dos vegetais. (Figura 25)

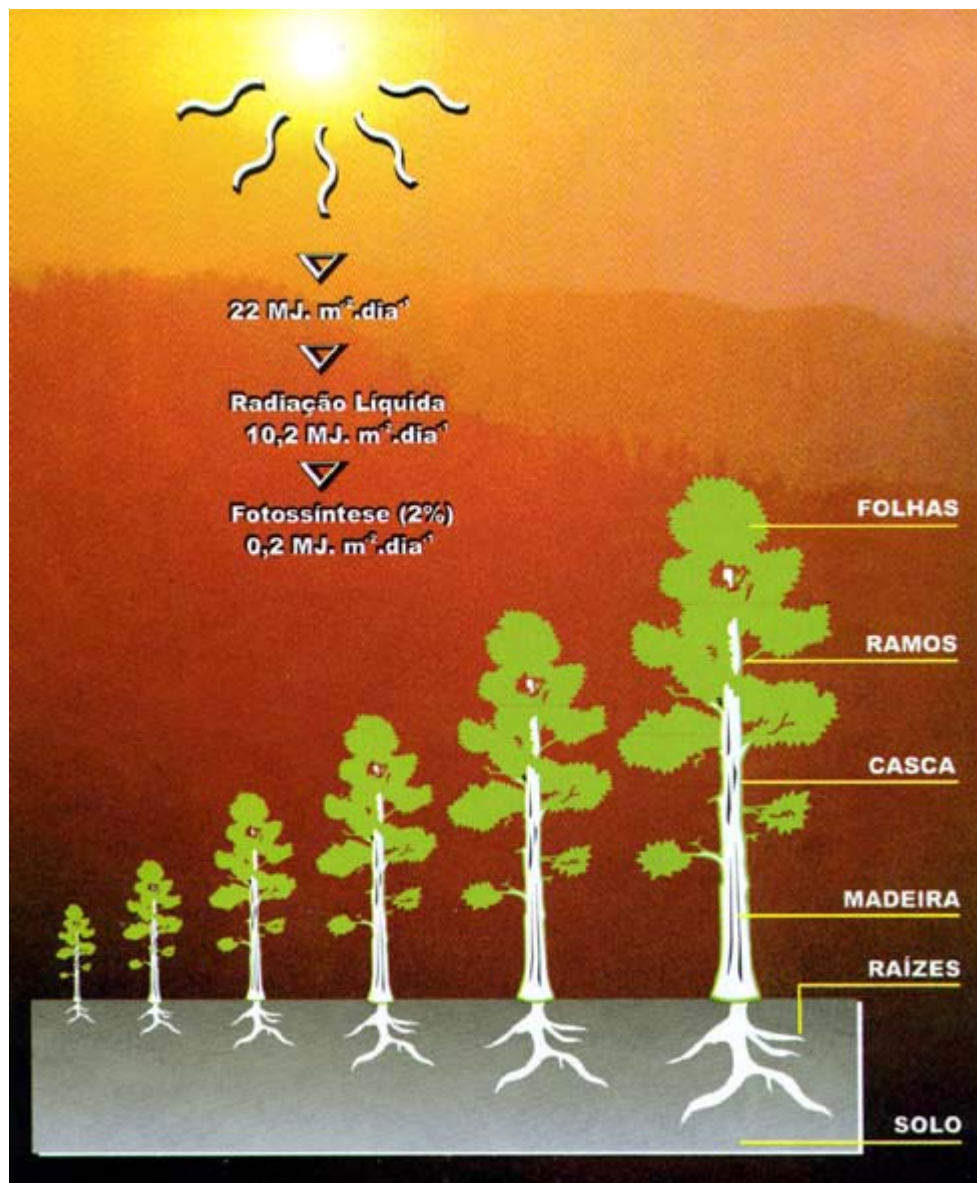


Figura 25. Radiação solar e o desenvolvimento vegetal. Fonte: SCHUMACHER (1996).

A energia oriunda do sol que entra na atmosfera é igual àquela que novamente sai, ou seja, 100%, porém o movimento de energia na superfície da terra é 142%. Este valor superior é obtido em função dos 99% de energia que volta em forma de radiação térmica, 27% da energia que atinge a superfície através da radiação direta e finalmente os 16% de energia que chegam à Terra de forma indireta. (Figura 26)

O transporte de energia através da irradiação, devido à presença de nuvens, gases e partículas atmosféricas, de volta para a terra é 2,3 vezes maior do que aquela quantidade que atinge a terra através da radiação direta e indireta (radiação difusa do céu).

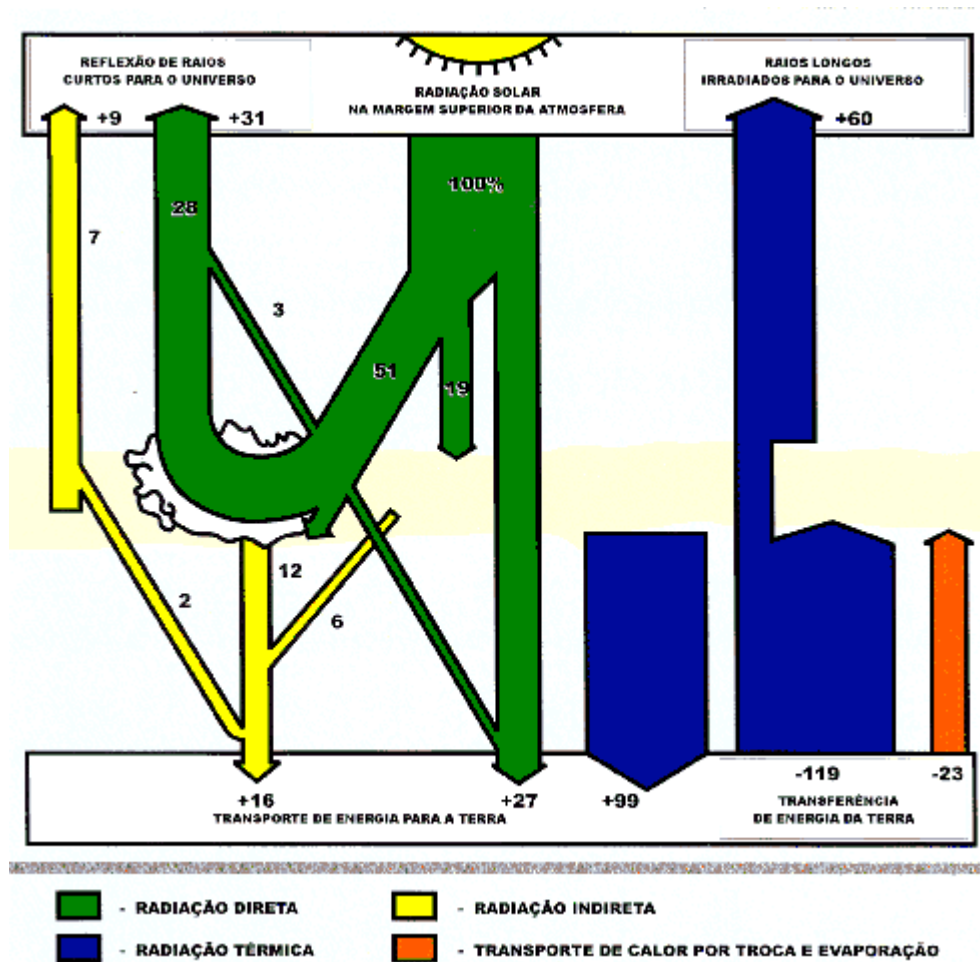


Figura 26. Balanço de energia no sistema Terra - Atmosfera - Universo. Fonte: ANDRAE (1978).

Do total da radiação que atinge o topo da floresta, uma parte é refletida, parte é absorvida e outra parte passa pelas folhas. A transmissão da luz depende da estrutura da folha: pode ser de 40% em folhas finas ou até 0% em folhas grossas. A intensidade da luz é muito importante para a fotossíntese, para o movimento dos estômatos e para o crescimento.

Da radiação solar que chega à superfície da terra, aproximadamente 50% é consumida pela evaporação da água. Após a evaporação, quando o vapor da água atinge a condensação, através da chuva, a mesma quantidade de energia gasta anteriormente retorna ao meio.

EFEITO ESTUFA

O efeito estufa pode ser definido como sendo a irradiação da energia das camadas da atmosfera, principalmente no âmbito da troposfera (0 - 20 km de altura).

Se na Terra não existisse atmosfera, a temperatura média da superfície terrestre seria abaixo de 18°C negativos, ou seja, a mesma temperatura da lua, o que dificultaria a vida sobre a Terra. Grande parte da radiação oriunda do sol é absorvida pela atmosfera e re-irradiada para a superfície da Terra, possibilitando a sobrevivência dos seres vivos. Como consequência do efeito estufa, no ano de 1900 a temperatura média da superfície da terra foi de 15°C. No caso de não

ocorrência da irradiação da atmosfera (Ia) , a temperatura média seria de -17°C. Logo, a superfície terrestre seria em média 32°C mais fria.

Os gases naturais que mais contribuem com o aumento relativo da temperatura da terra são o dióxido de carbono e o vapor d'água e outros gases, conforme tabela 2. A cada ano o homem está contribuindo para o aumento do efeito estufa através da devolução de grandes quantidades de gases para a atmosfera.

Fórmula	Denominação	Conteúdo (ppbv*) Situação 1988	Vida útil (anos)	Incremento anual (%)
CO ₂	Dióxido de carbono	348000	- 500	0,5
CH ₄	Metano	1780	7 - 14	1,0 - 1,4
CO	Monóxido de carbono	120	~ 0,4	1,0
N ₂ O	Óxido de dinitrogênio	310	150	0,3
O ₃	Ozônio (troposfera)	5 - 250	vida curta	1,0 - 4,0
O ₃	Ozônio (estratosfera)	10000	-----	(- 0,6) - (- 1,0)
CFCI ₃	Freon 11	0,23	- 75	5
CF ₂ Cl ₂	Freon 12	0,40	- 110	5

Tabela 2. Principais gases que contribuem para o aumento do efeito estufa.

O aumento da concentração de gases na atmosfera provém principalmente da queima de combustíveis fósseis e florestais. Isso pode ser verificado especialmente no caso do dióxido de carbono que nas últimas décadas teve sua concentração aumentada na atmosfera. (Figura 27) Como conseqüências do efeito estufa para o ambiente, estão previstas catástrofes climáticas como o aumento do nível dos oceanos, mudanças dos ecossistemas da terra e, com isso, nova distribuição geográfica das zonas de produção, diminuição no abastecimento de água, principalmente uma baixa na produtividade dos vegetais e, provavelmente, danos diretos à saúde humana.

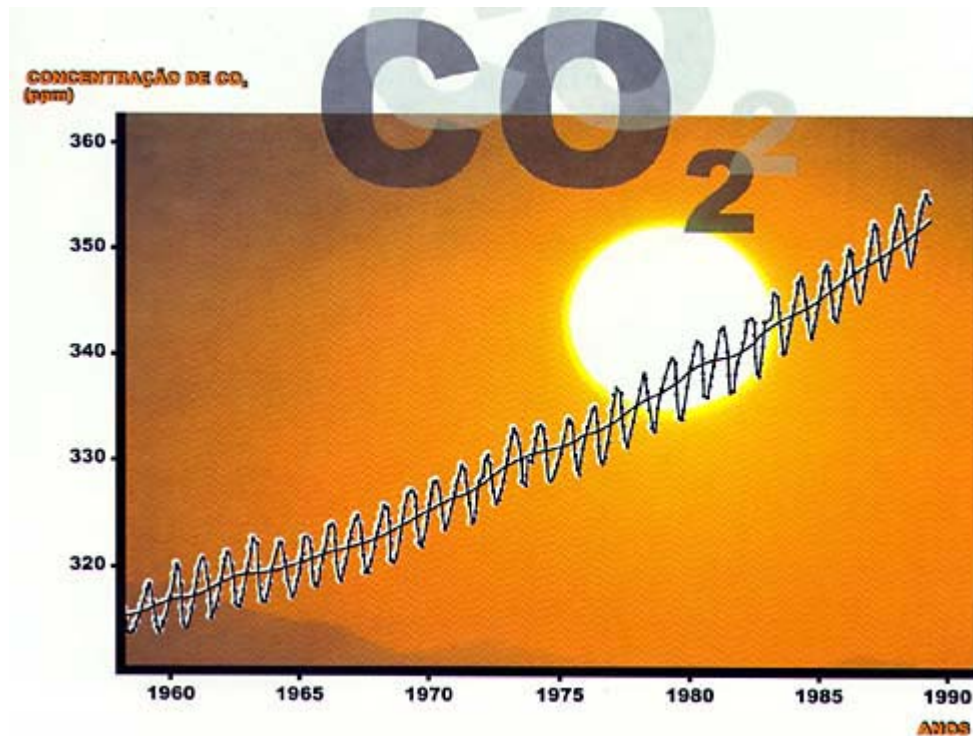


Figura 27. Concentração de dióxido de carbono na atmosfera, ar seco, em partes por milhão (ppm) ao longo dos anos (Observatório Mauna Loa, Hawaii). Fonte: Adaptado de CHAPMAN & REIS (1995).

PRODUTIVIDADE DO ECOSISTEMA FLORESTAL

A produtividade de um ecossistema florestal está relacionada diretamente com o consumo e com a disponibilidade de dióxido de carbono no meio, pois este é o elemento que movimenta o processo de absorção das plantas.

A assimilação do dióxido de carbono (CO₂) ocorre através de uma absorção passiva por meio dos estômatos das folhas, cuja abertura é regulada principalmente pela intensidade de luz e pelo regime hídrico interno da planta.

Neste aspecto, o índice de área foliar passa a ter importância fundamental, uma vez que é através das folhas que as plantas executam a fotossíntese e, por conseguinte, a assimilação que vai resultar na sua produção.

A produtividade primária de um sistema ecológico pode ser definida como sendo a taxa na qual a energia radiante é convertida pela atividade fotossintética e quimiossintética de organismos produtores (plantas verdes), em substâncias orgânicas.

PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA BRUTA (PPB):

Esta produtividade representa a taxa global de fotossíntese, incluindo a matéria orgânica usada na respiração durante o período de medição, também chamada de **fotossíntese total** ou **assimilação total**.

PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA (PPL):

É a taxa de armazenamento de matéria orgânica nos tecidos vegetais, desconsiderando a respiração pelas plantas durante o período de medição, denominada também de **fotosíntese aparente** ou **assimilação líquida**.

Durante a respiração, parte da matéria orgânica, resultante da produção primária bruta, é convertida novamente em dióxido de carbono e água, perdendo parte do peso seco. A produtividade primária bruta, a produtividade primária líquida e a respiração são relacionadas através da seguinte equação:

$$\text{PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA} = \text{PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA BRUTA} - \text{RESPIRAÇÃO}$$

Os diferentes tipos de comunidades ou ecossistemas variam grandemente em sua produtividade primária líquida, conforme se observa no quadro 1.

Ecossistema	Produtividade média (g/m ² /ano)	Área ocupada (ha)
Floresta Tropical	2000	2,5 trilhões de hectares
Floresta Temperada	1250	1,2 trilhão de hectares
Floresta Boreal	800	1,2 trilhão de hectares

Quadro 1. Produtividade primária líquida de diferentes ecossistemas florestais do mundo. Fonte: CHAPMAN&REIS (1992).

Nos diferentes ecossistemas mundiais existem uma série de fatores que exercem influências na produtividade primária, dentre eles destacam-se a disponibilidade de nutrientes no solo, a disponibilidade de água, o período da estação do crescimento, a temperatura e os níveis de luz (Figura 28)



Figura 28. Produção primária líquida anual (tonelada de substância seca/hectare) no planeta Terra Fonte: SCHULTZ(1995).

Durante a fotossíntese, para a produção de uma tonelada de substância orgânica seca (como glicose), ocorrem os seguintes processos:

Retirados do ambiente: 600 litros de água

Removidos do ambiente: 1470 kg de CO₂

Devolvidos ao ambiente: 1070 kg de oxigênio

Quadro 2. Processos para produção de uma tonelada de substância orgânica seca na fotossíntese. Fonte: BOSSEL (1994).

Num ecossistema florestal, existe uma grande dinâmica na produção de biomassa, ou seja, à medida que a floresta vai se desenvolvendo, ocorre uma gradual redução da biomassa da copa das árvores e simultaneamente verifica-se um aumento na proporção dos componentes madeira e casca. Os troncos das árvores representam em média mais de 80% da biomassa aérea em uma floresta madura.

O CICLO DO CARBONO

A circulação do dióxido de carbono no ecossistema florestal ocorre na corrente que existe entre a planta que vai fixar o carbono, o ar que é o reservatório e o solo que libera o CO₂, através da decomposição da matéria orgânica existente na serapilheira.

O estoque atual de CO₂ na atmosfera é estimado em 762 Gt (gigatoneladas) ou seja 762.000.000.000 toneladas.

O total de carbono existente no mundo é estimado em 26 x 10¹⁵ toneladas, ou seja, 26 quatrilhões de toneladas, das quais 99,95% estão fixados em compostos inorgânicos do tipo carbonatos e dissolvidos na água dos oceanos. Por isso os mares são os maiores fornecedores de



Por outro lado, a massa de nutrientes acumulados na serapilheira e depositados sobre o solo aumenta de forma contrária, ou seja, das florestas tropicais para as boreais, principalmente devido à baixa atividade dos organismos decompositores, que são inibidos pelas baixas temperaturas.

Ecosistema	Floresta Boreal	Floresta	Temperada	Floresta Tropical
Vegetação Aérea	Coníferas	Coníferas	Folhosas	Folhosas
Biomassa (kg/ha)	51300	307300	151900	292000
Nutrientes (kg/ha)				
Nitrogênio (N)	116	479	442	1404

Fósforo (P)	16	68	35	82
Potássio (K)	44	340	224	1079
Cálcio (Ca)	258	480	557	1771
Magnésio (Mg)	26	65	57	290
Serapilheira	Coníferas	Coníferas	Folhosas	Folhosas
Biomassa (kg/ha)	113700	74881	21625	27300
Nutrientes (kg/ha)				
Nitrogênio (N)	617	681	377	214
Fósforo (P)	115	60	25	9
Potássio (K)	109	70	53	22
Cálcio (Ca)	360	206	205	179
Magnésio (Mg)	140	53	28	24

Quadro 3. Estoque de matéria orgânica e nutrientes na biomassa aérea e serapilheira em diferentes ecossistemas florestais. Fonte: WARING & SCHLESINGER (1985).

Num ecossistema florestal tropical, a quantidade de detritos que caem em 12 meses é de 10.500 kg/ha, dos quais 2/3, ou seja, em torno de 7000 kg são folhas e 1/3 é constituído por ramos e pequenos troncos.

Na mesma floresta tropical, o volume dos grandes troncos atingem 173.600 kg/ha. A biomassa das raízes é de 24.750 kg/ha, dos quais 85% estão localizados nos primeiros 30cm da profundidade do solo. A grande maioria das raízes exploram a zona superficial do solo de onde retiram os elementos nutritivos para o crescimento das plantas, sendo poucas as raízes que atingem a rocha matriz.

Além de fatores importantes como aeração e economia de água, são os processos de reincorporação de nutrientes no ciclo que influem sobre a produção.

Nas florestas naturais, o ciclo dos nutrientes ocorre imperturbado, sendo uma circulação rápida de substâncias nutritivas, com um alargamento do ciclo, que possibilita também o crescimento de espécies com exigências maiores.

Com a exploração, e a conseqüente retirada de nutrientes, logicamente alteram-se as condições do ecossistema, e a produtividade no futuro, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais que dependem exclusivamente do processo de circulação de nutrientes.

A parte que entra na circulação (percentagem do total retirada pela árvore) varia de acordo com o elemento, a espécie e sua idade. Então, quanto mais rápida a decomposição, melhor o efeito para o crescimento.

Os estudos sobre ciclagem de nutrientes em florestas mostram que o retorno de nutrientes ao solo é maior em florestas com idades mais avançadas.

Os nutrientes que retornam ao solo são novamente fonte de alimentação, e a sua decomposição influi muito na continuidade de abastecimento.

Camadas de serapilheira espessa (por exemplo, *Pinus* sp. no Brasil) são sinal de interrupção do ciclo nutritivo, pois causam imobilização de nutrientes. Conforme o tipo de solo, e a médio prazo, resultam em redução do crescimento.

Comparando os resultados de uma floresta de *Araucaria angustifolia* com as quantidades de nutrientes fixados na sua serapilheira, vê-se que o consumo anual inclui boa porcentagem dos nutrientes contidos na serapilheira.

Como regra geral, pode-se afirmar que a rapidez da decomposição da serapilheira (desconsiderando as influências do ambiente) é maior, quanto maior for o teor de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio. Partes jovens decompõem-se mais rapidamente do que partes velhas e a duração de decomposição de acículas é maior do que de folhas. As folhas da mesma espécie, procedentes de um ambiente com abastecimento bom em água e nutrientes, decompõem-se mais rapidamente do que as folhas de um ambiente com abastecimento deficiente.

A manutenção do estoque de nutrientes minerais no solo, bem como da produtividade de biomassa das florestas de rápido crescimento, está intimamente relacionada com o processo da ciclagem de nutrientes.

O processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais pode ser caracterizado em três tipos:

Ciclo geoquímico

Este ciclo caracteriza-se pela entrada de elementos minerais oriundos da decomposição da rocha matriz, pela fixação biológica de nitrogênio, adubações, pelas deposições de poeiras, gases e através da precipitação pluviométrica. A saída dos elementos minerais para fora do ecossistema, ocorre através da erosão, lixiviação, queima (volatilização) e, principalmente, pela exploração.

Ciclo biogeoquímico

Tal ciclo ocorre mediante o processo em que a planta, pelo seu sistema radicular, retira os elementos minerais do solo para a produção da biomassa (folhas, ramos, casca, madeira e raízes) e posteriormente devolve parte destes elementos por meio da queda de resíduos orgânicos (serapilheira), os quais, à medida que vão sendo mineralizados, novamente são absorvidos pelas raízes.

Ciclo bioquímico

Uma vez absorvidos os nutrientes do solo, alguns destes elementos ficam em constante mobilização no interior da planta, como é o caso do fósforo. Este ciclo relaciona-se com as transferências dos elementos minerais dos tecidos mais velhos para os mais jovens. Na Figura 31, observa-se o processo da dinâmica da ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

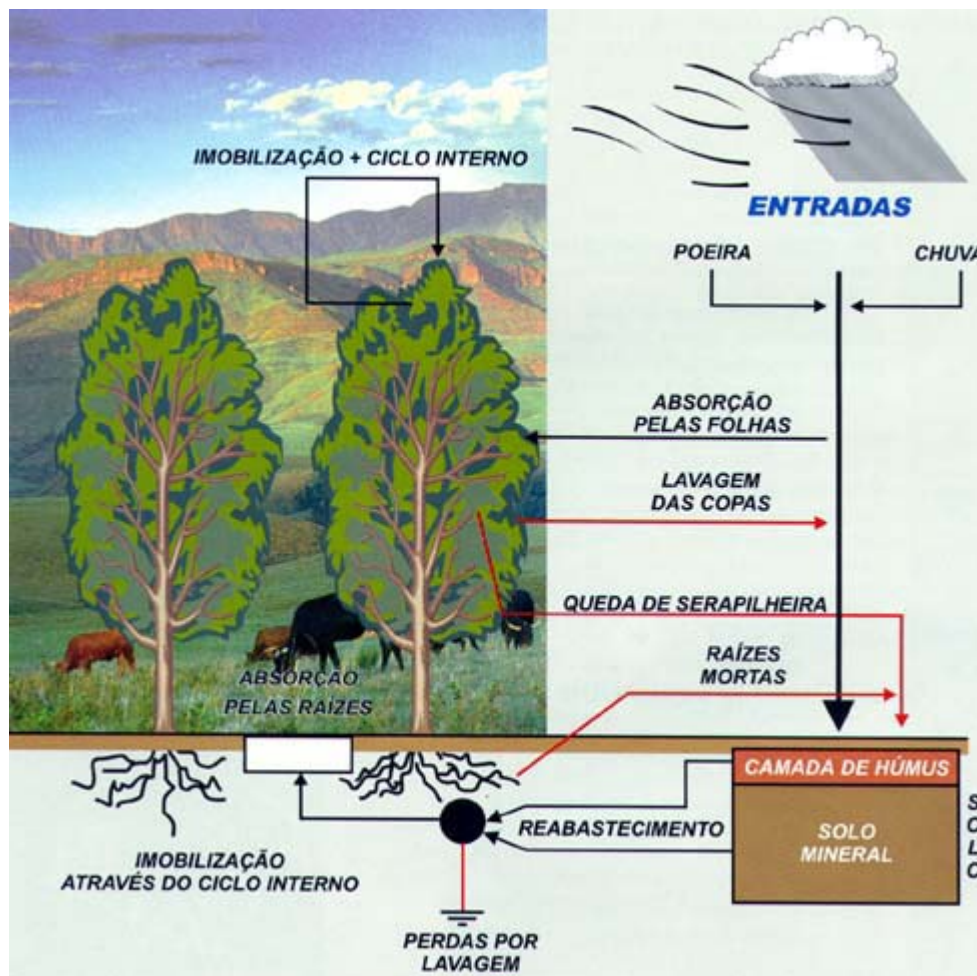


Figura 31 Ciclagem dos nutrientes em um ecossistema florestal. Fonte: SCHUMACHER (1995) adaptado de MILLER (1984).

Nas florestas tropicais e subtropicais com solos velhos, onde a decomposição dos minerais primários já é mais ou menos completa, a nutrição das florestas depende cada vez mais da circulação de nutrientes através das substâncias orgânicas. Logo, quando se realiza um corte raso ou queima de capoeiras, capoeirões e ou florestas em estágio secundário, destrói-se a principal fonte de nutrientes que assegura a continuidade do desenvolvimento da vegetação. A mineralização e a humificação se tornam a base do ciclo nutritivo. Nessas florestas naturais há um equilíbrio entre a decomposição da matéria orgânica e a retirada de nutrientes, já que não há extração por exploração nem maiores perdas por lixiviação ou erosão.

A morte dos produtores e consumidores proporcionam o retorno ao solo de uma grande massa orgânica, constituindo a camada de detritos. Essa camada/serapilheira alimenta uma grande quantidade de animais saprófagos, destacando lumbricóides - minhocas, cuja quantidade constitui a essência da fauna dos solos florestais.

A fauna do solo decompõe a serapilheira, transformando-a em compostos orgânicos complexos, metabolizados pelos fungos actinomicetos e bactérias que, pela respiração, transformam o dióxido de carbono em alimento para os vegetais clorofilados.

São várias as fontes de nutrientes para as plantas, no entanto a rocha matriz é a principal fornecedora dos elementos minerais oriundos da sua decomposição, inclusive os elementos contidos na matéria orgânica acima e abaixo da superfície do solo. Todos os elementos minerais estão sujeitos à ação da água, por isso, é importante salientar que os elementos disponíveis no habitat são incorporados na vegetação para reduzir as perdas pela lixiviação. Em solos de clima tropical e subtropical, a lixiviação é a grande responsável pela diminuição do potencial nutritivo dos solos. (Figura 32)



Figura 32. Influência da água na formação do relevo

Dentre os principais elementos utilizados para o desenvolvimento das espécies vegetais, pode-se destacar:

- NITROGÊNIO
- FÓSFORO
- ENXOFRE.

NITROGÊNIO

O nitrogênio constitui a maior fração da atmosfera, com cerca de 78% do seu volume, sendo esta a fonte e o reservatório deste elemento vital para qualquer forma de produção orgânica. Embora seja um dos elementos mais difundidos na natureza, praticamente não existe nas rochas que dão origem aos solos. Assim, pode-se considerar que a fonte primária do elemento, importante para o crescimento dos vegetais, é o ar.

Na atmosfera, o nitrogênio encontra-se na forma molecular altamente estável de N_2 , não diretamente aproveitável pela maioria dos vegetais superiores.

O nitrogênio é incorporado ao solo através de descargas elétricas na atmosfera, transformando o nitrogênio elementar (N_2) em óxidos que são convertidos em ácido nítrico. Esse acaba no solo com a água das chuvas, resultando em nitratos aproveitáveis pelas plantas. Outro método de incorporação é a fixação direta de nitrogênio do ar pelos microorganismos do solo. (Figura 33)

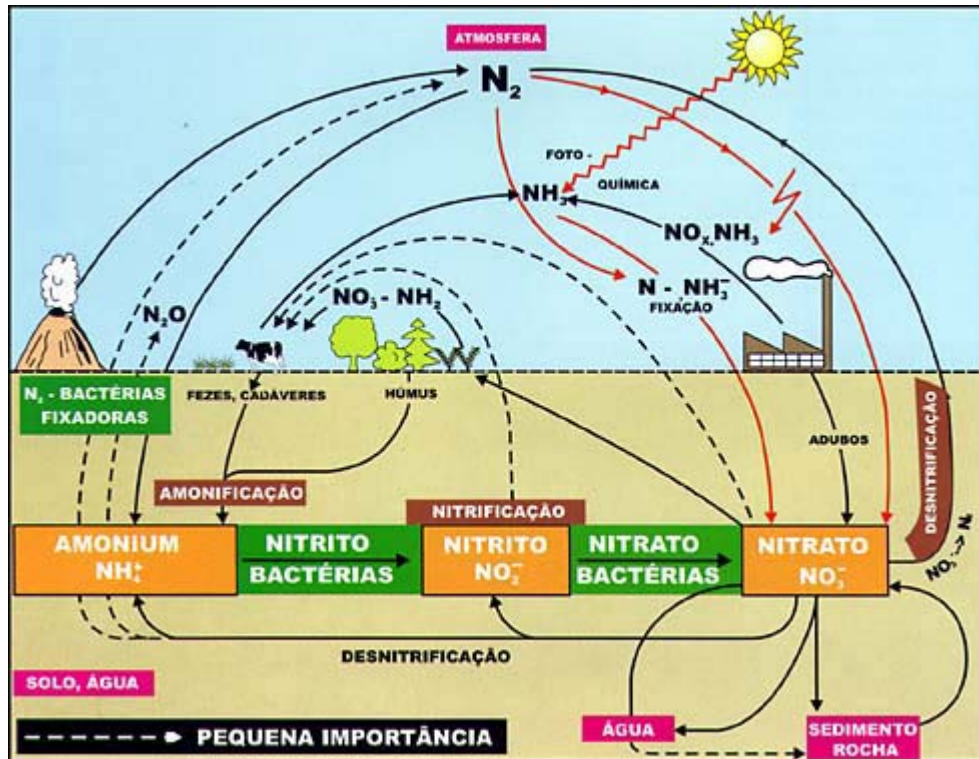


Figura 33. Ciclo do nitrogênio. Fonte: HEINRICH & HERGT (1990).

O processo de fixação biológica de nitrogênio ocorre através dos microorganismos livres, como bactérias, fungos e algas. De maior importância para o sistema agroflorestal é a fixação simbiótica, realizada principalmente por bactérias do gênero *Rhizobium*, que formam nódulos nas raízes de leguminosas e transferem o nitrogênio fixado do ar, transformando em formas assimiláveis, para a planta hospedeira. Todo o nitrogênio acumulado na planta somente é incorporado ao solo à medida em que os resíduos de raízes mortas, folhas, galhos, cascas e troncos forem decompostos. (Figura 34)



Figura 34. Decomposição da madeira pela ação dos fungos. No detalhe simbiose entre as bactérias do gênero *Rhizobium* e as raízes.

FÓSFORO

O fósforo é um dos três principais nutrientes do solo e constitui-se no elemento exigido em menor quantidade pelas plantas. Porém, no Brasil, trata-se do nutriente mais utilizado na adubação, face à carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros e, também, porque grande parte do elemento fica fortemente fixado ao solo, não estando prontamente disponível para as plantas. Assim, é importante conhecer as interações do elemento com o solo e compreender a dinâmica das formas disponíveis para as plantas, para avaliar sua disponibilidade e orientar a prática da adubação fosfatada. A sua origem resulta da desintegração e decomposição da rocha matriz, embora algumas contenham pouco fósforo na sua constituição. Os mecanismos de devolução do fósforo ao ciclo ocorre pela erosão, que libera os fosfatos para o ecossistema. Grande quantidade, porém, escapa para o mar, onde parte se deposita nos sedimentos rasos e outra parte se perde nos sedimentos profundos. Neste caso, as aves marinhas desempenham papel importante na devolução do fósforo para o ciclo, sendo exemplo os depósitos de guano na costa do Peru. (Figura 35)

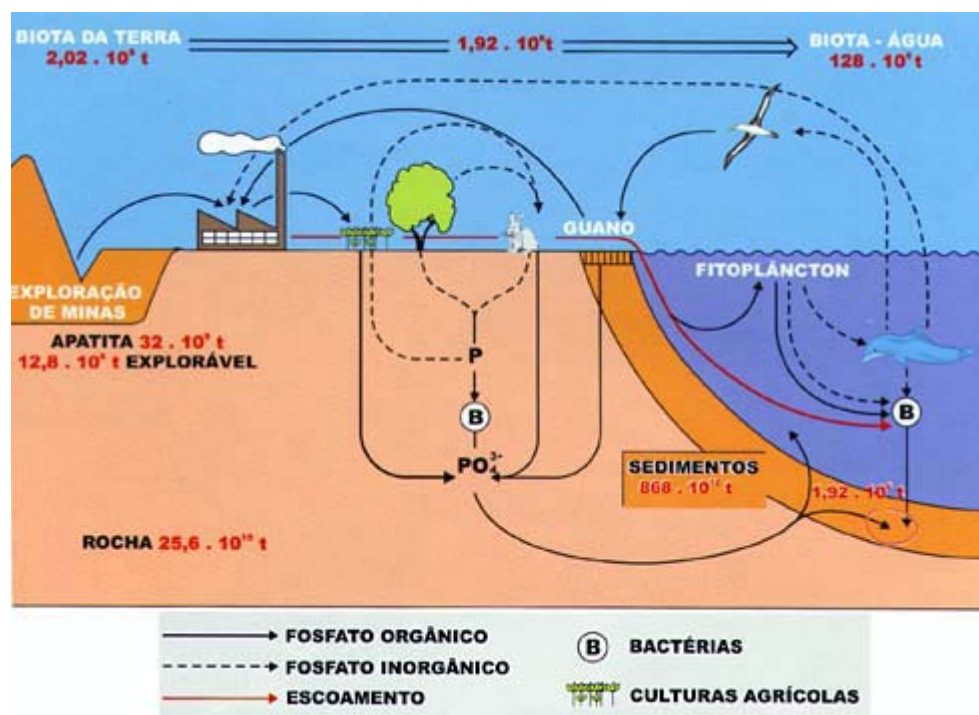


Figura 35. Ciclo do Fósforo Fonte: HEINRICH & HERGT (1990).

ENXOFRE

O enxofre existente no solo provém originalmente da rocha matriz e também da decomposição de matéria orgânica vegetal, porém nas carcaças de animais existe apenas traços deste elemento. O ecossistema necessita de menor quantidade de enxofre do que de nitrogênio e fósforo. Este elemento limita com menor frequência o crescimento das plantas e dos animais. O enxofre do solo é absorvido pelas raízes das plantas. Com a morte dos vegetais, é imediatamente restituído

através da ação dos microorganismos. A parte do enxofre de origem orgânica, fornecida pelas plantas, pode introduzir nos ciclos quantidades importantes deste elemento trazidas pela atmosfera através das chuvas nas regiões industriais. O dióxido de enxofre que provém da queima de combustíveis fósseis, como o carvão, é emitido principalmente pelas indústrias. Os óxidos de nitrogênio são liberados pelos veículos automotores. Na atmosfera essas substâncias reagem quimicamente e produzem os ácidos sulfúricos e nítricos, dando origem à chuva ácida. Esses ácidos quando atingem a superfície terrestre, em forma de chuva ou neblina, alteram a composição química da água e do solo, interferindo grandemente nas florestas e na vegetação agrícola, bem como nas edificações com estruturas metálicas. (Figura 37). No Brasil, a chuva ácida é mais comum nos grandes centros industriais, como São Paulo, Rio de Janeiro e Cubatão, enquanto na região sul surge com maior intensidade na região de Bagé (RS) na Termoeletrica de Candiota, através da combustão do carvão mineral.

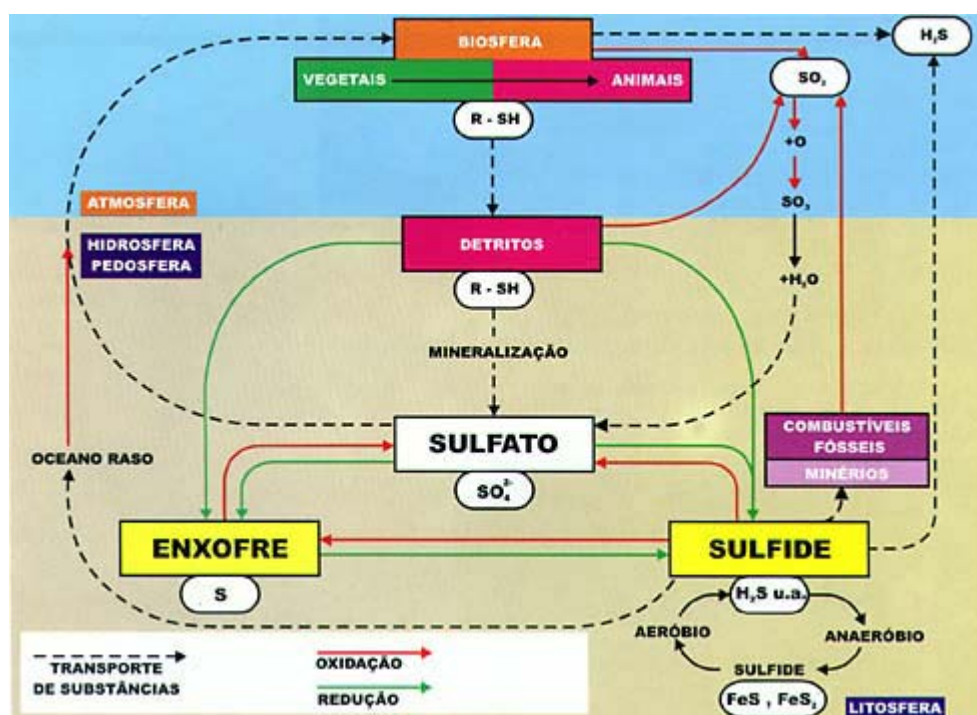


Figura 37. Ciclo do Enxofre. Fonte: HEINRICH&HERGT(1990).

CONCLUSÃO

A realidade nos mostra que os esforços realizados até o momento, por alguns setores da sociedade para a preservação ambiental, não atingem resultados satisfatórios. Isso pode ser atribuído ao complexo mundo dos ecossistemas que, além de ser o suporte da humanidade, é o grande meio da vida silvestre. O desconhecimento e as próprias dificuldades que se possui de entender os emaranhados ambientes dos ecossistemas levam o homem ao uso irracional deste meio ecológico. Por outro lado, a falta de um gerenciamento racional da natureza não estimula a autêntica conservação do ambiente.

Desta maneira a paisagem natural passa a ser agredida de modo inconseqüente, na busca de retornos imediatos, sem a preocupação com as conseqüências futuras. Face a grande desconsideração com os aspectos ecológicos, é importante uma tomada de consciência e um alerta geral no que se refere à sobrevivência da humanidade sobre a terra. A ciência necessita ser trabalhada para que os pesquisadores envolvam-se com o que se chama de Ecologia Social, descobrindo e definindo princípios que resultem no equilíbrio lógico e que permitam a sobrevivência harmônica dos seres na superfície terrestre. Assim sendo, tem-se que trabalhar no sentido de levar informações sobre o ambiente a todas as camadas sociais, na expectativa de que cada indivíduo seja atingido por uma consciência ecológica possível de reverter o processo de degradação assustadora que continua nos assolando. Ao cientista cabe a função de pesquisar, reunir e integrar informações pertinentes ao ambiente para que instituições públicas e privadas utilizem estes conhecimentos em prol da preservação. É necessário que os pesquisadores gerem e difundam o conhecimento para que outros possam aprimorar e aplicar em suas tecnologias na busca de resultados satisfatórios, eficientes e adequados a cada realidade. Isto é, para que possam produzir sem degradar o ambiente, evitando o descompasso entre o progresso científico e tecnológico de um lado, e o progresso moral e educacional do outro. É importante lembrar mais uma vez que da preservação dos ecossistemas depende a vida sobre a terra. Por isso é fundamental que cada cidadão assuma o compromisso de cuidar do ambiente que lhe pertence, pois através do somatório de todos estes cuidados estaremos garantindo a sobrevivência das gerações futuras.

GLOSSÁRIO

Abióticos: são todos os componentes não-vivos que fazem parte do ecossistema;

Aluvial: material transportado pelas águas das chuvas e depositado junto às margens de rios e baixadas;

Amonificação: processo de formação de amônia, que no solo, ocorre a partir da degradação de aminoácidos realizada por bactérias específicas;

Anaeróbio: organismo que respira anaeróbicamente (ver respiração anaeróbica);

Autotrófico: seres vivos capazes de produzir seu próprio alimento. Exemplo: vegetais;

Balanço hídrico: relação entre a quantidade de água que uma planta absorve e a que elimina pela transpiração;

Biocenose: termo usado também para designar ecossistema, comunidade de plantas e animais;

Biodiversidade: diferentes tipos de animais e vegetais que ocorrem num determinado ecossistema;

Biomassa: é quantidade de massa de seres ou de órgãos vivos, presentes num determinado tempo por unidade de área ou volume de água, que se encontram sobre o solo e nos oceanos.

Biosfera: é a camada da atmosfera (0-20 km de altura) onde existem vida animal e vegetal;

Bióticos: são todos os seres vivos que compõem um ecossistema;

Biota: componentes vivos de um determinado ecossistema;

Biótopo: refere-se a um certo espaço ou ambiente onde os fatores físicos e biológicos se interagem, formando condições mínimas para a manutenção de um ou de muitos organismos;

Cadeia alimentar: série de organismos de um ecossistema através dos quais a energia alimentar oriunda dos produtores é transferida de um organismo para o outro numa seqüência de organismos que ingerem e são ingeridos;

Caducifólias: plantas que perdem as folhas durante a estação seca ou fria;

Chuva ácida: chuva contendo compostos ácidos, principalmente óxido de enxofre, que se encontram na atmosfera, como decorrência de atividades industriais, queima de carvão mineral e de combustíveis fósseis;

Cianobactéria: denominação dada, recentemente, à antiga "alga verde-azul". Trata-se de um procariota fixado de N_2 atmosférico;

Clima ombrófilo: ocorre em regiões tropicais com chuvas abundantes;

Desciduais: folhas que se desprendem precocemente;

Decomposição: processo de desintegração da estrutura da matéria orgânica em que moléculas orgânicas complexas se transformam em substâncias simples (dióxido de carbono, água e componentes minerais) atingindo, no solo um estado final de húmus;

Deflúvio: refere-se ao escoamento dos líquidos;

Desnitrificação: processo de degradação do nitrato que ocorre geralmente em condições anaeróbicas, onde as bactérias desnitrificantes (*Pseudomonas desnitrificans*) formam principalmente o óxido nitroso N_2O e nitrogênio molecular (N);

Edafo-climático: refere-se às condições de solo e clima de um determinado ecossistema;

Epífitas: vegetais que vivem sobre outros, sem retirar nutrimento, apenas fixando-se neles;

Estacional: indica período ou influência da estação do ano. Exemplo: nordeste brasileiro, estacional de chuva (inverno), estacional seco (verão);

Estômatos: são pequenas aberturas encontradas nas células da epiderme das folhas e que controlam a entrada e a saída de gases necessários à respiração e à fotossíntese bem como regulam a saída de água no estado de vapor;

Evapotranspiração: processo que sofre a água, podendo ser dividido em dois componentes principais: a) água que é evaporada diretamente da superfície do solo; b) água que vai para a atmosfera através da planta, principalmente pela transpiração do vegetal e pela evaporação da água depositada, por irrigação, chuva ou orvalho, na superfície das folhas;

Fitoplâncton: organismos vegetais produtores primários do plâncton;

Fixação biológica de Nitrogênio: processo biológico efetuado por bactérias que vivem, na sua maioria em simbiose com as raízes das plantas;

Floresta boreal: floresta com predominância de coníferas que ocorre no hemisfério norte: Canadá, Escandinávia, Sibéria e norte da Rússia;

Floresta temperada: floresta mista, de coníferas e árvores de folhas largas distribuída em grande parte da América do Norte, norte da Europa central, ocorrendo também na Flórida, Nova Zelândia e leste da China;

Fossilização: conjunto de processos naturais que permitem a conservação dos restos ou vestígios de fósseis;

Guano: depósito de dejetos de aves que vivem na costa do Peru, rico em fósforo muito importante para a ciclagem deste elemento;

Heterotróficos: seres vivos incapazes de produzir seu próprio alimento, sendo obrigados a retirar a matéria e a energia de outros organismos. Exemplo: cavalo;

Húmus: mistura de matéria orgânica parcialmente decomposta, células microbianas e partículas que se forma nas camadas superiores do solo. É um colóide orgânico, amorfo, praticamente insolúvel em água, mas solúvel em solução alcalina diluída (de NaOH ou KOH), de coloração escura (marrom ou preta), rico em carbono(50%), nitrogênio (5%) e menores quantidades de oxigênio, enxofre, fósforo e outros elementos;

Íon: átomo ou agrupamento de átomos com excesso ou falta de cargas elétricas negativas;

Lixiviação: processo de remoção do solo, de sais simples e de outras substâncias solúveis em água, com a conseqüente perda desses componentes pela água de drenagem;

Macroconsumidores: o mesmo que heterotróficos;

Mata ciliar: é o mesmo que mata de galeria, mata ripária ou ribeirinha. Esta mata encontra-se na margem de rios, riachos ou córregos, beneficiando-se da disponibilidade de água e nutrientes que se acumulam nas margens. Da mesma forma, a mata ciliar beneficia o curso d'água que margeia, protegendo as margens contra erosão, evitando assoreamento;

Nitrificação: processo de formação de nitrato que ocorre em solos arejados e ecossistemas aquáticos, iniciando-se pela oxidação da amônia em nitrito, pelas bactérias do gênero Nitrosomonas, sendo este oxidado, pelas bactérias do gênero nitrobacter, formando nitratos;

Nível trófico: posição que o indivíduo ocupa na cadeia alimentar;

Oxidação: processo de combinação de uma substância com o oxigênio. Exemplo: formação de ferrugem;

Paleogeográfica: configuração da superfície terrestre nas épocas geológicas passadas;

Plâncton: minúsculos organismos que vivem como flutuantes em ecossistemas aquáticos;

Procarioto: organismo, geralmente unicelular, cuja célula mãe não possui núcleo individualizado. Exemplos: bactérias e cianobactérias;

Raízes tabulares: raízes achatadas que auxiliam na fixação e sustentação da planta e permitem a respiração radicular;

Redução: processo em que ocorre a diminuição do número de cargas positivas de um íon;

Respiração anaeróbica: respiração onde o oxigênio molecular não participa, sendo um composto inorgânico o aceptor de elétron (oxidante). Os organismos sobre os quais o O₂ age como substância tóxica são denominados de "anaeróbicos obrigatórios", como por exemplo as bactérias que utilizam sulfatos e carbonatos como aceptores de elétrons;

Rhizobium: gênero de bactérias heterotróficas, capazes de formar nódulos simbióticos nas raízes de plantas leguminosas, como é o caso da soja e do angico. Nesses nódulos, a bactéria fixa o nitrogênio atmosférico que é utilizado pela planta. A bactéria recebe energia da planta;

Saprófitos: organismos decompositores dentro da cadeia alimentar;

Serapilheira: folhas e outros resíduos orgânicos não decompostos ou em via de decomposição que se encontram sobre o solo;

Simbiose: associação íntima entre dois organismos, de forma mutuamente benéfica. Exemplo: Rhizobium e leguminosa. Ver Rhizobium;

Simbiótica: ver simbiose;

Troposfera: camada da atmosfera que atinge altitude média de até 10 km;

Turfa: matéria esponjosa, mais ou menos escura, constituída de restos vegetais em variados graus de decomposição, e que se forma dentro da água, em lugares pantanosos, onde existe pouco oxigênio;

Xerófitas: plantas que se desenvolvem em solos ou materiais de solos extremamente secos. São plantas adaptadas às condições de clima árido;

Xeromorfa: vegetação típica de cerrado adaptada as condições de clima seco.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANDRAE, F. H. Ecologia Florestal. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 1978, 230 p.

ANDRAE, F. & KRAPPENBAUER, A. Pesquisas Austriaco-Brasileiras. Viena, Universitaet fuer Bodenkultur, 1982, 112 p.

AWAD, M. & CASTRO, P. R. C. Introdução à fisiologia vegetal. São Paulo, Nobel, 1983. 177p.

BARROS, N. F. & NOVAIS, R. F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

BOSSEL, H. Umweltwissen: Daten, Fakten, Zusammenhaenge, Berlin, Springer Verlag, 1994. 169 p.;

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. O setor florestal brasileiro 79/85. Brasília, s/d. 65 p.

CARDOSO, E. J. B. N., TSAI, S. M. NEVES, M. C. P. Microbiologia do solo. Campinas: sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1992, 360 p.

CHAPMAN, J. L. & REISS, M. J. Ecology principles and applications. Cambridge University Press, 1992. 294 p.

DEMO, P. Participação e Meio Ambiente: Uma proposta educativa preliminar. Brasília, Secretaria Especial do Meio Ambiente. 1985. 50 p.

DIVIGNEAUD, P. A síntese ecológica: populações comunidades ecossistemas. Lisboa: Socicultur, 1974. 165 p.

FELDENS, L. A dimensão ecológica da pequena propriedade no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1989. 154 p.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.I. & DUEVER, J.M. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. Tradução de Euripedes Malavolta. São Paulo.

GRISI, B. M. Glossário de ecologia e ciências ambientais. João Pessoa: Ed. Universitária, 1997. 145p.

KRAPFENBAUER, A. Klimaaenderung un Umweltbelastungen. Wien, 1993. 25 p.

KRAPFENBAUER, A. & HOLTERMANN, C. Ozon in der Troposphäre: trotz reduktion von vorläuferstoffen - unverändert oder weiter steigend!. Wien, 1993. 26 p.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda. 1986. 319p.

LIMA, W. P. Impacto ambiental do Eucalipto. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996. 301 p.

MINAS GERAIS. Secretaria da Agricultura. Noções de conservação da natureza para professores. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas, s/d. 52 p.

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988. 434 p.

PERRY, D. A. Forest ecosystems. Baltimore and London. The John Hopkins University press, 1994. 649 p.

REMMERT, H. Ecologia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1982. 235 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura. Manual de conservação do solo. Porto Alegre, 1985.287 p.

RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia no Brasil. São Paulo, HUCITEC, EDUSP, 1976. 327 p.

RIZZINI, C. T.; COIMBRA FILHO, A. F.; HOUAISS, A. Ecossistemas brasileiros.IS.L.J.: Index, 1988.200 p.

SCHULTZ, J. Die Oekozonen der Erde.20 Ed. Stuttgart: Ulmer, 1995. 535 p.

SOUZA CRUZ. Reflorestar é preservar. Florianópolis: Souza Cruz,1992.48 p.

VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Piracicaba: Ceres, Patofos, 1991.343 p.

VELOSO, H.P.; RANGEL Fo., A.L.R. & LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE,1991.123 p.

WALTER, H. Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global. São Paulo. Pedagógica e Universitária Ltda.,1986.325 p.

WARING, R. H. & SCHLESINGER, W. H. Forest ecosystems concept and management. Califórnia: Academic Press, inc.,1985.340 p.

WARNECKE, G. Meteorologie und Umwelt: Eline Einfuehrung. Berlin, SpringerVerlag,1991.342 p.