A Floresta e a água

volume 2º

afubra

Introdução

As florestas, como parte da vegetação, são um dos principais componentes naturais que garantem a vida sobre a superfície da Terra. Elas exercem papel importantíssimo no equilíbrio ambiental, proporcionando aos seres vivos, inclusive ao homem, abrigo e segurança para uma vida saudável. A existência de uma grande diversidade vegetal permite que se encontrem florestas em quase todos os lugares na superfície do planeta. Esta diversidade possibilita a existência de várias espécies crescendo no mesmo habitat, competindo simultaneamente pelos espaços e alimentos, de acordo com suas necessidades.

As diferentes associações de espécies florestais determinam as condições do ambiente para cada local. Caso o ambiente sofra modificações pela interferência do homem ou por outro tipo de ação, as associações vegetais também modificam-se e adaptam-se às novas condições. Normalmente estas alterações ocasionam um empobrecimento da qualidade da floresta tanto na produção quanto na sua participação nos efeitos sociais.

Os benefícios indiretos que as florestas oferecem ao homem são de grande valor, pois têm forte influência sobre a qualidade da água, do ar, do solo e das paisagens, permitindo que as comunidades desenvolvam saudáveis momentos de recreação e lazer.

A floresta exerce efeitos sobre a água das chuvas pela interceptação através das copas das árvores dominantes, do sub-bosque e também da manta ou serapilheira existente na superfície, a qual retém grande volume de água, liberando-a lentamente para os riachos, rios e lagos, permitindo um abastecimento regular dos mesmos.

A água que passa pela floresta sofre um melhoramento na sua qualidade, uma vez que essa funciona como uma espécie de filtro, retendo as impurezas e partículas sólidas através de suas folhas, da manta e mesmo do solo junto ao sistema radicular.

A água, que tem origem ou que passa por uma floresta, carrega menores quantidades de partículas químicas sólidas do que a água que corre por áreas agrícolas ou mesmo por floresta explorada através do corte raso.

Desta maneira, a água potável para o consumo humano nos seus mais diversos fins merece especial atenção, por ser um produto escasso com crescente demanda. Por isso, a preocupação com a qualidade da água deve ser uma constante, pois a complexidade no seu uso conduz à necessidade de se conhecer as fontes de água e os sistemas de bacias hidrográficas para assim garantir a proteção das nascentes e, em conseqüência, a qualidade da água.

O ciclo da água

A água é um bem econômico de altíssimo valor, por isso nenhum setor da atividade humana deve gastá-la de maneira desordenada. A movimentação da água na atmosfera depende do clima e da natureza da distribuição da cobertura vegetal. Ainda, tem-se que considerar a precipitação local e regional e a sua distribuição ao longo do tempo. Outro fator importante que tem grande influência na circulação da água é a evapotranspiração da cobertura vegetal, a qual está muito relacionada com as condições da atmosfera, ou seja, a temperatura, os ventos, a luminosidade e a exposição do relevo. Na figura 1, observa-se o ciclo da água.

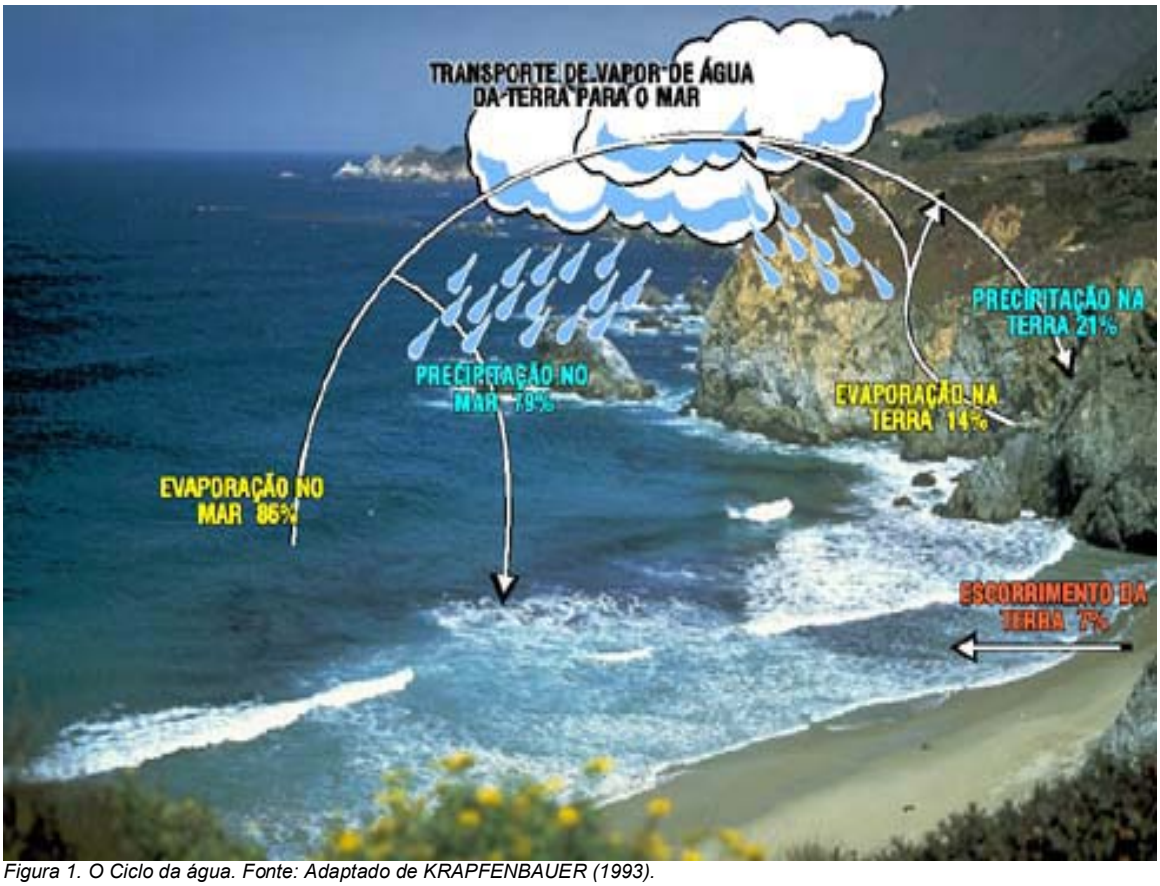


Figura 1. O Ciclo da água. Fonte: Adaptado de KRAPFENBAUER (1993).

Na figura 1, observa-se que aproximadamente 86% da água que circula anualmente evapora da superficie dos oceanos e apenas 14% da terra firme. Considerando que em média 21% da água que circula chove sobre a terra firme e que nessa a evaporação é de apenas 14%, teoricamente os 7% restantes são oriundos da evaporação que ocorre nos oceanos. Esses mesmos 7% acabam voltando novamente para os oceanos através do escoamento dos rios, lagos, etc.

A grande parte da água do planeta 1,4.109 km3 (1 km3 = 1.000.000.000.000 litros), 97,137% forma a água salgada dos oceanos. Dos restantes 2,863% (40.106 km3) da água doce, cerca de 31,4.106 km 3, (2,24%) estão armazenados nas geleiras e massa de gelo dos pólos.

Propriedade rural em Vera Cruz - RS, cortada pelo Rio Pardo. Ao fundo, pode-se notar uma estufa de fumo.

Classificação da água

A água é um bem muito importante para a vida e encontra-se distribuída por toda a amplitude do globo terrestre, em maior ou menor quantidade, dependendo de cada região. Pela sua situação na Terra, as águas se classificam em:

a) Águas superficiais

Aquelas formadas por enxurradas, córregos, lagos, rios e açudes;

b) Águas subsuperficiais

Aquelas que infiltram a pequenas profundidades;

c) **Águas subterrâneas**

São aquelas presentes nos lençóis freáticos e aqüíferos subterrâneos;

d) Águas oceânicas

São aquelas encontradas nos mares e oceanos.

Vista parcial de um riacho no município de Boqueirão do Leão - RS

Estados da água

A água existente no planeta pode ser encontrada em diferentes estados físicos:

Estado Sólido:

Encontra-se em forma de gelo, situada principalmente nos pólos Norte e Sul e também nas altas montanhas como nos Andes, na América do Sul; Alpes, na Europa; no Himalaia, na Ásia e no Kilimanjaro, na África. O volume da água existente no estado sólido está em torno de 2% do total. Na figura 2, observa-se o aspecto de uma montanha coberta de gelo.

Figura 2. Montanha coberta de gelo: um reservatório de água.

Estado Líquido:

Do total da água existente na Terra, 98% encontra-se no estado líquido e 97% desse volume está localizado nos mares e oceanos. O restante encontra-se nos continentes e constitui as águas superficiais, subsuperficiais e subterrâneas. As águas subterrâneas são 3 vezes maior, em volume, que as águas superficiais e, pela sua grande profundidade, estão ainda livres de poluição. Nas figuras a seguir, verificam-se os aspectos de diferentes oceanos, rios e lagos.

Figura 3a. Riacho
Parque da Gruta
Santa Cruz do Su
RS

Figura 3b. Lagoa
Lagoa dos Patos
São Lourenço do Sul
RS

Figura 3c. Rio
Rio Camaquã
Camaquã
RS

Figura 3d. Cascata
Cascata do Franke
Vera Cruz
RS

Estado Gasoso:

A água, nesse estado, é encontrada nas regiões onde ocorrem vulcões, nos depósitos subterrâneos e, principalmente, na atmosfera sob forma de vapor d'água. Do total de água existente no planeta, 0,005% encontra-se no estado gasoso (Figura 4).

Figura 4. Água em estado gasoso.

No Quadro 1, verifica-se a distribuição da água em função do seu estado físico.

Estado físico	Tipos	Volume da água do planeta
sólido	calotas de gelo	2.150%
	geleiras	---------
líquido	oceanos	97.210%
	águas subterrâneas	0.626%
	águas superficiais	0.009%
gasoso	vapor atmosférico	0.005%

QUADRO1. Distribuição da água no planeta. Fonte: MAGGOSSI & BONACELLA (1990).

Tipos de água

A água naturalmente existente na natureza dificilmente é encontrada pura, devido à sua grande capacidade de dissolver outras substâncias, especialmente minerais, gases e matéria orgânica, sendo, por isso, conhecida como solvente universal.

Água Doce:

Esse tipo de água é exclusivamente continental e representa somente cerca de 1% da água líquida existente no planeta Terra. Essa água está à disposição do homem para seu uso corrente, principalmente para o preparo da alimentação, por apresentar ausência de sabor e sais. Esse tipo de água pode ser encontrado em rios, lagos, sangas, córregos (figura 5).

Figura 5. Aspecto de uma lagoa.

Água Salobra:

É a água que apresenta leve gosto de sal; é encontrada nas regiões onde ocorrem fortes influências marítimas criando um ecossistema muito específico, que normalmente permite o desenvolvimento de uma só espécie vegetal ou uma associação de poucas espécies adaptadas a esse ambiente, por exemplo, os manguezais. Esse tipo de água pode ser encontrado em regiões onde ocorre excesso de sais como cálcio e magnésio dissolvidos no lençol freático. A figura 6 apresenta um ecossistema característico de água salobra.

Figura 6. Aspecto das águas de um manguezal. FONTE: RIZZINI et al. (1988)

Água Salgada:

São as águas dos oceanos e apresentam grande quantidade de sais. No caso do Brasil, na região Nordeste, existem grandes indústrias que retiram sal da água do mar. Esse é obtido mediante a evaporação da água. Na figura 7, observa-se a formação de grandes depósitos de sal.

Figura 7. Grandes depósitos de sal obtidos da água do mar. Fonte: Companhia Melhoramentos de São Paulo.

No quadro 2, são apresentados os tipos de água e seus respectivos índices de salinidade.

Tipos de água	Sais: gramas/litro
Doce	Abaixo de 0.5
Salobra	1.0 a 4.0
Salgada	acima de 4.0

Fonte: MAGOSSI & BONACELLA (1990).

Além desses tipos de água, pode-se encontrar ainda: águas sulfurosas: são as que contêm em solução substâncias à base de enxofre; águas ferruginosas: são as águas ricas em ferro; águas calcárias: são águas que apresentam várias substâncias em solução, causadas pela erosão das rochas calcárias. Essas águas são utilizadas em tratamento médico para controlar diversas deficiências orgânicas. Encontram-se ainda na natureza águas radioativas que emanam radiações por estarem em contato com elementos radioativos. Podem ser utilizadas para consumo como a água mineral, quando atendem a certos limites de radiação, podendo, nesses casos, fazer bem à saúde humana. No quadro 3, observam-se as características fisicoquímicas da água mineral natural, encontrada nos mercados e consumida pela população do sul do Brasil.

Resíduo de Evaporação a 180°C	285 mg/l
pH	9,9
Condutividade a 25°C	$5,0 \times 10^{-4}$ mhos/cm
Bicarbonatos	109,75 mg/l
Cálcio	0,96 mg/l
Carbonatos	109,75 mg/l
Cloretos	3,35 mg/l
Fluretos	0,90 mg/l
Nitratos	1,06 mg/l
Sílica	48,0 mg/l
Sódio	100,00 mg/l
Sulfato	3,98 mg/l

Quadro 3: Características fisicoquímicas de água mineral comercializada.

Importância da água

A água é um elemento essencial para a vida das plantas e dos animais sobre a superfície do planeta, sendo além disso extremamente importante para a manutenção do clima da Terra. Embora seja um recurso natural renovável, a água deve ser tratada com muito cuidado, pois os gastos excessivos e indiscriminados, aliados à poluição, poderão causar sérios transtornos no abastecimento futuro. Quando se observa os grandes reservatórios naturais de água (rios, lagos, oceanos), depara-se com a existência de uma grande variedade de animais, desde grandes mamíferos aquáticos até os minúsculos protozoários, que constituem a fauna aquática. Os vegetais encontrados nos reservatórios de água são as algas, que apresentam variados tamanhos. Grupamentos de grandes algas podem até mesmo dificultar a navegação. As algas minúsculas formam o fitoplâncton, importante fonte de renovação de oxigênio atmosférico, fundamental para a vida terrestre. Na figura 8, é possível visualizar um oceano com sua biodiversidade.

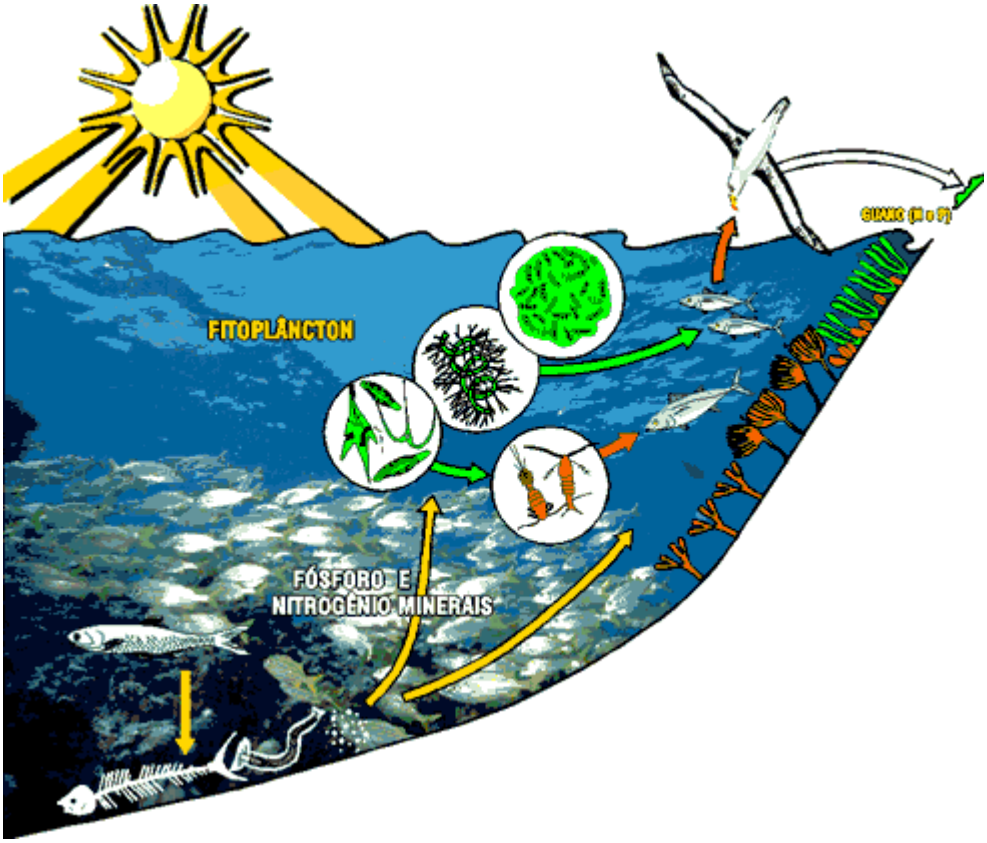
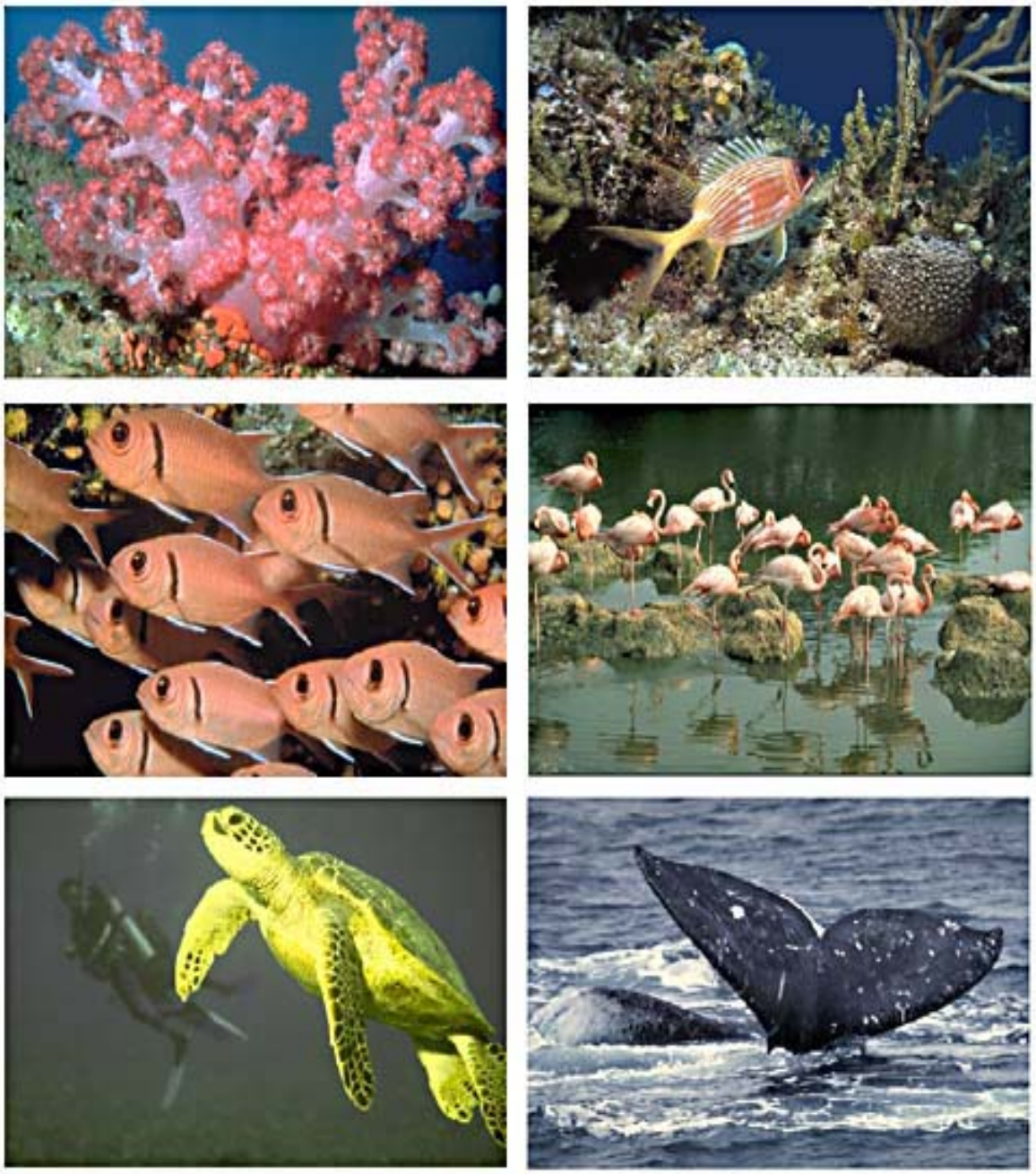


Figura 8. As águas oceânicas e sua biodiversidade. Fonte: Adaptado de DUVIGNEAUD (1974).

Os ecossistemas aquáticos fornecem grande parte dos alimentos que abastecem a humanidade, tornando cada vez maior a importância das águas como fonte de alimentação futura do homem.



O Ecossitema aquático: Produtores e Consumidores.

"De todos os males ambientais, a contaminação das águas é o que apresenta conseqüências mais devastadoras. A cada ano, 10 milhões de mortes são, diretamente, atribuídas a doenças intestinais transmitidas pela água. Um terço da humanidade vive em estado contínuo de doença ou debilidade como resultado da impureza das águas; o outro terço está ameaçado pelo lançamento de substâncias químicas nas águas, cujos efeitos a longo prazo são desconhecidos." -Philip Quigg, Water: The Essential Resource.

O consumo de água no mundo está aumentando de maneira muito veloz, principalmente pelo crescimento das necessidades de refrigeração industrial.
O acesso à água potável está se tornando cada vez mais difícil, principalmente causado pela contaminação provocada pelo homem nas suas mais diversas formas.
Para simplesmente sobreviver, uma pessoa necessita anualmente de aproximadamente 1000 litros de água potável.
Referindo-se ao corpo humano, a água desempenha papel extremamente valioso, pois em torno de 63% do peso de uma pessoa é constituído de água , pois está presente em todos os tecidos do corpo humano. Já os vegetais, dependendo da espécie, são constituídos até 90% por água.
No Brasil, o consumo per capita de água é da ordem de 300 a 450 litros por dia; em New York este consumo atinge 1000 litros /dia/pessoa, enquanto que em alguns locais da Europa o consumo pode chegar a 1700 litros por habitante/dia, variando muito de acordo com o grau de industrialização do país.
Nos países industrializados, o consumo de água é bem mais elevado do que nos países de terceiro mundo (figura 9).

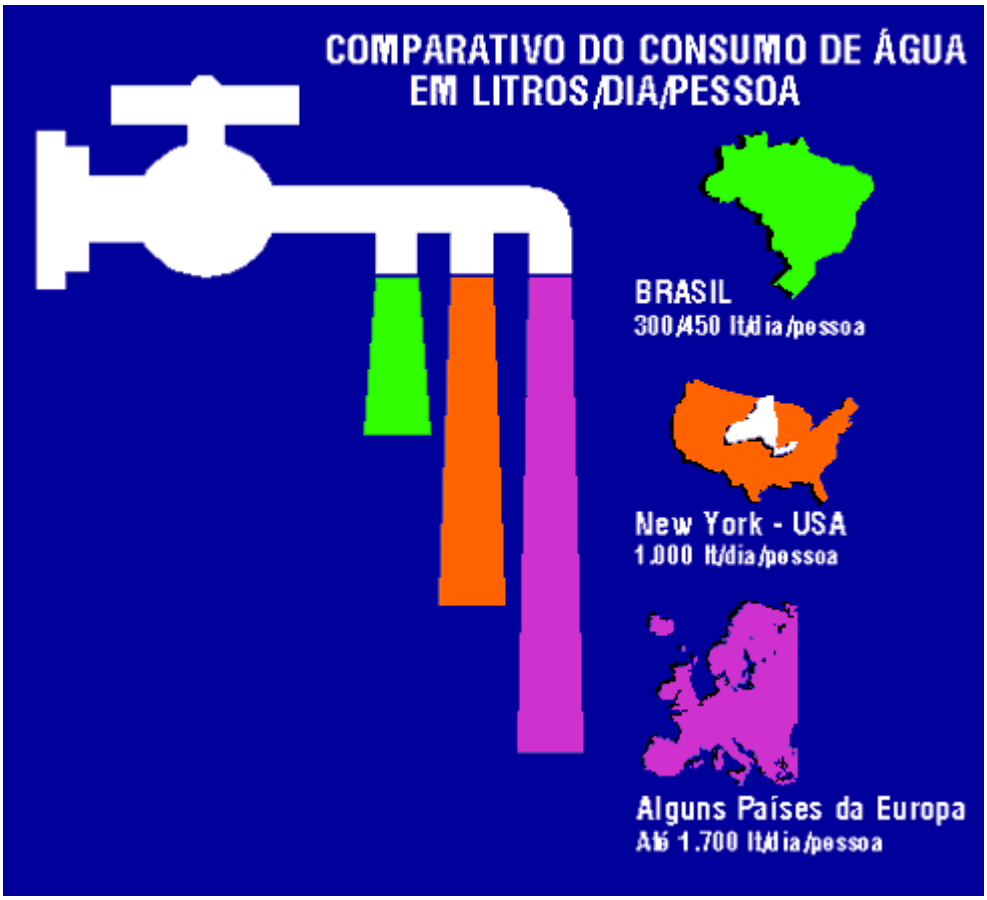
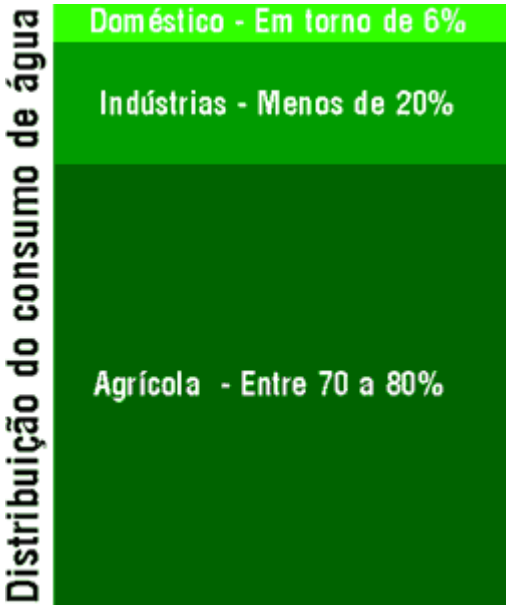


Figura 9. O consumo de água.

Na produção de alimentos, através da agricultura, consomem-se 70 a 80% do total da água, enquanto a indústria consome menos de 20%, ficando ao uso doméstico em torno de 6% da água consumida na superfície da Terra.

Lavouras de Arroz - Camaquã – RS



Para ilustrar o alto consumo de água na produção de alimentos, tomamos como exemplo a Barragem do Arroio Duro em Camaquã - RS, que foi construída para abastecer com seus 85.000.000 m3 de água os arrozais deste município. Este volume de água corresponde ao consumo de 189.000.000 pessoas/dia, ou seja, daria para abastecer toda população da grande Porto Alegre por, aproximadamente, 10 meses.

Em São Paulo, o consumo diário de água potável é de aproximadamente 4.300.000 m3, enquanto na grande Porto Alegre este número é de 283.000 m3 e em Santa Cruz do Sul chega a 25.000 m3.

A água doce poderá ter as seguintes funções:

- **Como elemento ou componente físico da natureza;**
- **Como ambiente para a vida ; ambiente aquático;**
- **Como fator para a manutenção da vida na Terra.**

1. Uso urbano - Doméstico, comercial e público;
2. Uso industrial - sanitário e de refrigeração de processos;
3. Irrigação do meio rural - uso em hortaliças, frutas, cereais etc.;
4. Recreação e lazer;
5. Harmonia paisagística;
6. Preservação da flora e fauna;

7. Navegação fluvial; 8. Geração de energia;
9. Controle de incêndios;
10. Pesca.

Água potável

Muitos são os fatores que afetam a qualidade da água. Além disso, a ação desses fatores ocorre em combinações diversas, dificultando a identificação individualizada de cada um de seus efeitos na qualidade das águas naturais.

Por outro lado, não existe fonte de abastecimento de água que seja exatamente igual ao seu fornecimento, variando com as diferentes épocas, podendo produzir água com diversas qualidades em função das estações do ano e do regime das chuvas. Por isso, cada fonte ou bacia hidrográfica fornecedora de água deve ser estudada individualmente para se definir medidas de tratamento. A água potável própria para consumo humano deve ser incolor, insípida, inodora, sem a presença de microorganismos patógenos à saúde e com teores de elementos contaminantes dentro dos padrões permitidos (Quadro 4).

Elemento	mg/l
Chumbo	0,100
Cromo	0,050
Cádmio	0,010
Zinco	5000
Ácido sulfídrico	0,050
Nitrato	50000
Sulfato	250000
Cloreto	200000
Fenóis	0,001

Fonte: ROCHA (1997).

As águas retiradas dos lençóis freáticos, por estarem em profundidades razoáveis, normalmente possuem essas características. Isso ocorre porque os lençóis são abastecidos diretamente pelas águas das chuvas, que chegam até esses pela infiltração através das camadas superficiais do solo, carreando poucos elementos poluentes. A água potável é um recurso natural cada vez mais escasso, especialmente nos grandes centros urbanos, captados em certos casos a grandes distâncias dos centros consumidores.

Em certas cidades, a água do esgoto está sendo reciclada, pela falta de água potável, para ser utilizada em irrigação. Em Israel, 70% dos esgotos são reciclados para serem utilizados com essa finalidade. Por volta do ano 2000, Israel planeja reciclar 80% de sua água, elevando assim substancialmente seu suprimento de água renovável. A reciclagem industrial pode causar uma diferença radical na utilização da água de uma região. Por exemplo, as indústrias de papel na

Suécia, utilizando-se de recirculação, cortam o consumo de água pela metade, dobrando, ao mesmo tempo, a produção. Já nos Estados Unidos, uma siderúrgica da Armco, em Kansas City, Missouri, utiliza-se de apenas nove metros cúbicos de água para cada tonelada de aço produzido, comparado ao uso de 100 a 200 metros cúbicos por tonelada, em muitas outras siderúrgicas.

Poluição da água

Modernamente, define-se poluição como sendo qualquer alteração que mude as características originais de um determinado meio. Normalmente, atribui-se ao homem a causa de toda a poluição ocorrida na Terra. No entanto, existe também a poluição natural causada por fenômenos naturais, tais como vulcões em erupção, furacões ou excesso de chuvas. A poluição abrange a introdução de substâncias artificiais ou estranhas ao meio, como agrotóxicos despejados nos mananciais e sedimentos em suspensão nas águas dos rios tornado-os assoreados e escuros; alteração na proporção ou nas características de um dos elementos constituintes do próprio meio, como a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na água dos rios. Na figura 11, podem-se observar os aspectos da água de um rio poluído.

Figura 11. Aspecto de um rio poluído.

Para se entender melhor a poluição da água é importante conhecer os fenômenos de Bioacumulação e Eutrofização. A bioacumulação é a acumulação, pelos organismos vivos, de substâncias tóxicas sem conseguir eliminá-las, contaminando-se cada vez mais ao longo do tempo, mesmo vivendo em um ambiente pouco poluído. A eutrofização é causada pelo excesso de elementos nutritivos na água dos rios, lagos e riachos, carreados pelas águas das chuvas que arrastam a matéria orgânica e os nutrientes da lavoura. Como conseqüência, a flora e a fauna aquáticas desenvolvem-se demasiadamente, causando um desequilíbrio no ecossistema, ocorrendo um alto consumo de oxigênio pelas algas. Com isso, os peixes morrem e a água apodrece, transformando o local em um ambiente eutrófico. Os tipos de poluição mais comuns atualmente encontrados nas águas em geral, e que causam grandes desequilíbrios nestes ecossistemas, são:

- **Poluição por agrotóxicos e produtos químicos;**
- **Poluição por esgoto;**
- **Poluição térmica;**
- **Poluição industrial;**
- **Poluição natural.**

Poluição por agrotóxicos e produtos químicos:

A água das chuvas, através da erosão e escoamento superficial, leva agrotóxicos e produtos químicos para os rios, córregos, sangas, especialmente quando o uso desses produtos foi indiscriminado, principalmente no meio rural (figura 12).

Figura 12. Poluição por agrotóxicos.

As altas concentrações de produtos químicos (agrotóxicos) na água dos rios resultam na mortandade de peixes e outros animais aquáticos (figura 12a).

Figura 12a. Mortandade de peixes em um lago.

Poluição por esgoto:

Na maioria das cidades, os esgotos contêm restos de alimentos, detritos orgânicos e detergentes, que são lançados diretamente nos rios, sangas e arroios (figura 13).

Figura 13. Poluição da água causada pelo esgoto urbano.

Poluição térmica:

Os mananciais podem ainda sofrer outro tipo de poluição pouco visível, ou seja, a água utilizada pelas indústrias, ou usinas geradoras de eletricidade para o resfriamento, chega ao rio com temperatura bem acima da temperatura normal da água, causando grande prejuízo à flora e à fauna aquáticas. A solução para esse tipo de poluição é o uso de torres de resfriamento (figura 14).

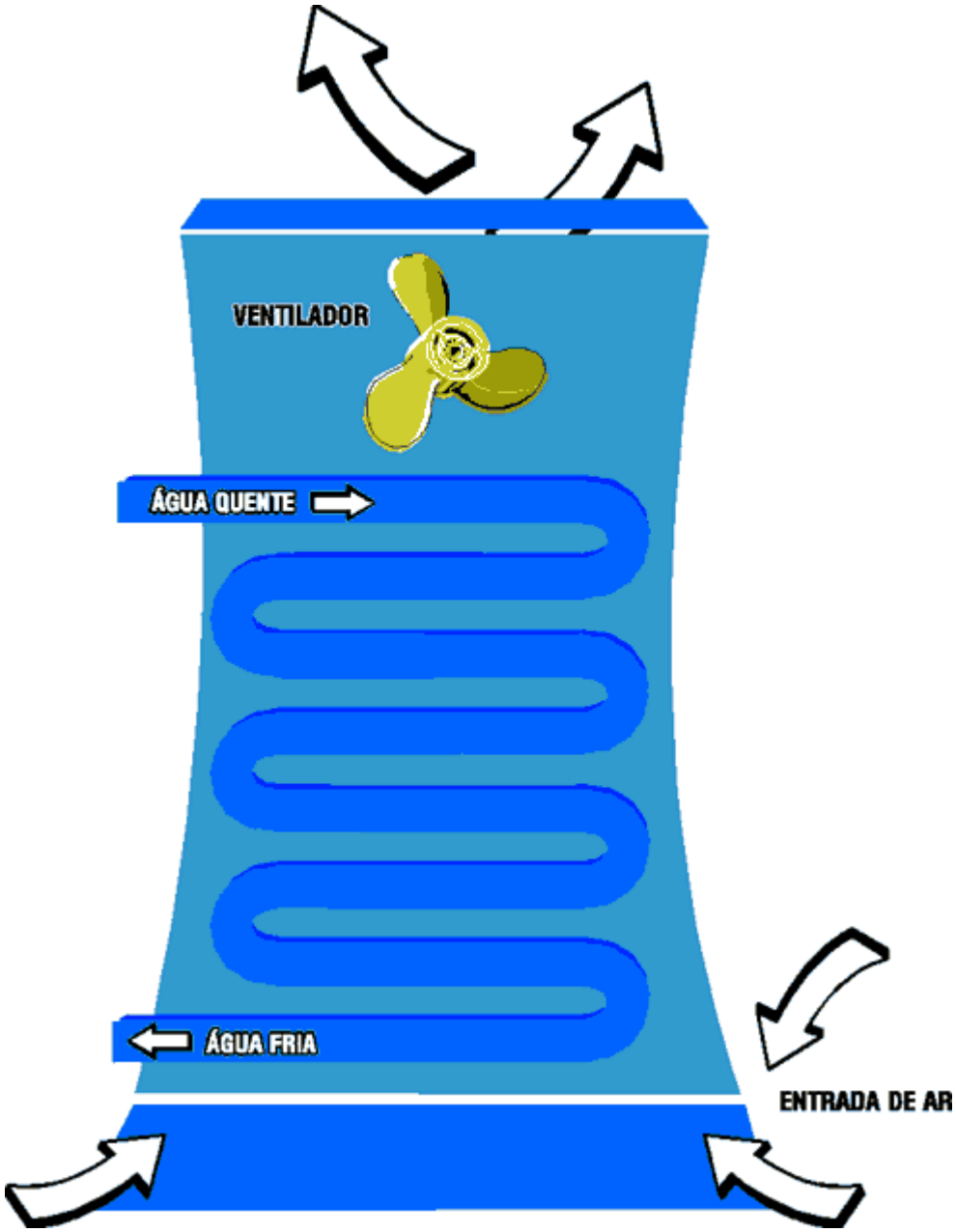


Figura 14. Aspecto de uma torre de resfriamento térmico.

Funcionamento de uma torre de refrigeração. A água aquecida é conduzida por tubulações e exposta a correntes ascendentes de ar (induzidas geralmente por um ventilador), perdendo calor. As torres "úmidas" têm a capacidade resfriadora ainda maior.

Poluição industrial:

Inúmeros são os resíduos sólidos, líquidos e gasosos provenientes das indústrias e lançados diretamente nos rios e córregos (figura 15).

Figura 15. Aspectos da poluição industrial.

Poluição natural:

Ocorre quando se atira para os rios todo o lixo, como matéria orgânica, árvores mortas, embalagens biodegradáveis. Na figura 16, pode-se observar, além do acúmulo de lixo, o banheiro, "patente", como é conhecido popularmente, que desemboca diretamente no rio.

Figura 16. Poluição natural.

A principal poluição do ambiente é aquela causada pela falta de consciência do homem, quando joga para o rio toda a espécie de lixo, latas, vidros, garrafas plásticas, baldes efluentes, agrotóxicos e todos os demais utensílios que se consideram inaproveitáveis.
Existem inúmeros fatores que, pela atuação do homem, contribuem e promovem a degradação dos mananciais hídricos dos ecossistemas. São eles: a expansão urbana, resíduos domésticos e industriais, monoculturas em grandes áreas contínuas, uso indiscriminado de agrotóxicos, erosão urbana e rural, assoreamento, desmatamento, galerias de águas pluviais e esgotos, depósitos de lixo, aterro sanitário, sistema viário, divisão fundiária e produção animal (especialmente suíno). A agricultura, pelas suas características de utilização de solo e através de políticas agrícolas que facilitaram a exploração irracional das florestas, transformou-se no principal elemento de destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente a água.

Distribuição global da vegetação no planeta

O clima é um fator ambiental que apresenta padrões globais no que se refere aos aspectos como temperatura, precipitação e luminosidade. As mudanças que ocorrem no clima, como decorrência do aumento da latitude, produzem diferentes condições nas comunidades de animais e vegetais, dependendo da parte do mundo onde essas se encontram localizadas. As diferentes condições climáticas favorecem o surgimento de diferentes gêneros de plantas. Na figura 17, observam-se os tipos de vegetação associados à variação latitudinal no clima da região do Equador para os pólos.

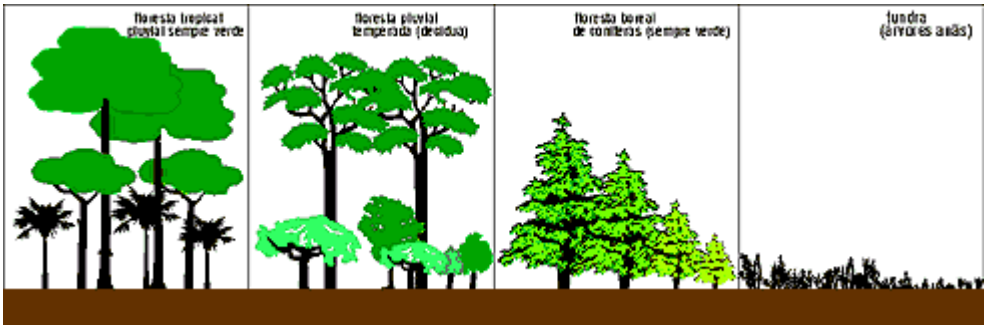


Figura 17. Tipos de vegetação associados à variação latitudinal no clima do Equador para os pólos. Fonte: Adaptado de CHAPMAN & REISS (1992).

O clima quente e úmido das terras baixas tropicais apresentam uma grande diversidade de vegetais, com árvores de grande porte, pequenas árvores no sub-bosque, um grande número de cipós e epífitas e uma dispersa flora de solo capaz de tolerar um sombreamento extremo (Figura 18). As florestas tropicais das terras baixas são sempre verdes, com enormes folhas capazes de absorver a luz em maior quantidade.

Figura 18. A floresta tropical e sua exuberância.

A mudança mais óbvia está na temperatura mínima, que diminui acima de 10°C nas terras baixas tropicais até abaixo do ponto de congelamento (0°C) em regiões temperadas. Baixas temperaturas de inverno coincidem com dias curtos e baixas intensidades de luz. Nas maiores latitudes, o inverno é longo e frio. As comunidades florestais dessas áreas, as florestas boreais, são compostas principalmente por coníferas sempre-verdes (Figura 19).

Figura 19. A floresta boreal e suas coníferas sempre verdes.

Na região dos pólos, a estação de crescimento é bem menor. A altura das florestas boreais tende a diminuir e ocorrem apenas árvores baixas. A vegetação constituída de árvores de pequeno porte é chamada de tundra. Na região da tundra, o frio é tão intenso que muitos solos estão permanentemente congelados (Figura 20). A reduzida estação de crescimento, o permanente congelamento e os severos invernos impedem a ocupação da área por parte das árvores. Nesta região, a neve protege as plantas como um cobertor durante os meses de inverno muito frio.

Figura 20. A tundra e o solo permanentemente congelado.

A precipitação pluviométrica é outro parâmetro muito importante do clima, que por sua vez influencia nas diferentes comunidades de animais e vegetais. Na figura 21, verifica-se a influência da chuva na estrutura das comunidades vegetais.

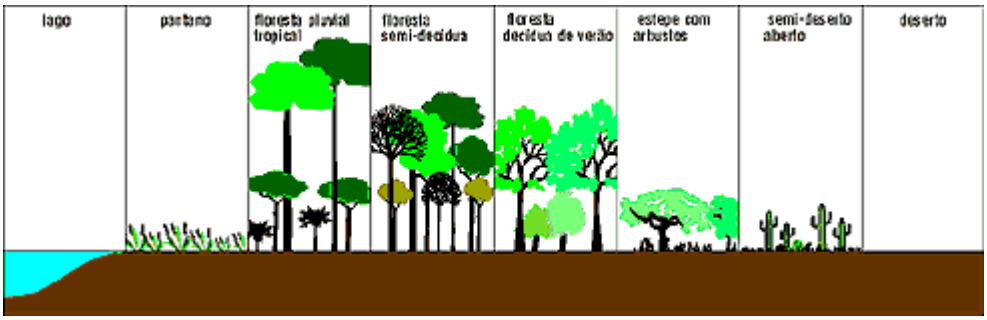


Figura 21. A influência da chuva na estrutura das comunidades vegetais. Fonte: Adaptado de CHAPMAN & REISS (1992).

Nas florestas tropicais verificam-se elevados índices de precipitação. Isso ocorre devido à alta evaporação e transpiração proporcionadas pelas altas temperaturas. Este constante reabastecimento de água, via precipitação, é um dos principais fatores que sustentam a exuberante vegetação (Figura 22).

Figura 22. Visão das copas de uma floresta tropical.

Nas florestas tropicais, a exuberância de vida deve-se ao clima quente e úmido dominante. Insensível à variação das estações, o clima dessas regiões moldou imperceptivelmente a natureza. Em pleno trópico não existem primaveras ou invernos, mas apenas um verão perpétuo. A temperatura média, constante e elevada, varia apenas de 3oC entre janeiro e junho; a média anual é de 26oC. Ao transitar entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, o sol deixa uma esteira de ar aquecido, que se eleva, resfria e despeja seu conteúdo líquido em forma de chuva. As precipitações médias anuais são de 2.250 milímetros. Nos períodos mais chuvosos, verdadeiros dilúvios podem despejar até 750 milímetros de água em poucos dias. Em tais períodos, o teto vegetal da floresta goteja incessantemente, mesmo sob céu azul. Debaixo dele, a atmosfera permanece carregada de umidade e o ar abafado e sufocante. Impedindo a penetração de vento e do sol, as copas das árvores retardam a evaporação durante o dia; à noite, funcionam como uma gigantesca estufa e retêm o calor do dia. Sob tais condições, a vida vegetal prolifera com extraordinário vigor. Cada porção de espaço vital, na cúpula batida pelo sol, é disputada por inúmeras folhas novas; nas clareiras, os bambus chegam a crescer à razão de 30 centímetros por dia.

Em condições de seca permanente, somente sobrevivem plantas adaptadas fisiologicamente que conseguem armazenar água nas folhas e tronco, como é o caso do cactos e outras plantas suculentas (Figura 23). As espécies tolerantes à seca ocorrem como arbusto de baixo porte e capim em comunidades semidesertas. As temperaturas diminuem em direção aos pólos; por sua vez a quantidade de água necessária para a evapotranspiração também diminui. Nesse caso, os efeitos das variações de precipitação são menos importantes que os dos invernos rudes. Logo, os efeitos da variação nas quantidades de chuva são mais evidentes nas baixas latitudes, ou seja, próximo do Equador.

Figura 23. Aspecto da caatinga, encontrada no Brasil, principalmente no nordeste brasileiro.

Efeitos das florestas sobre as águas

O papel da floresta no equilíbrio dos ecossistemas sempre ocupou um lugar de destaque. No entanto, a floresta também exerce influência importante na vida urbana e rural, embora somente nas últimas décadas tenham sido dada a devida atenção sobre a influência que promovem sobre o clima, solo e a água, motivada provavelmente pela crescente industrialização e urbanização, pelo aumento da população e da complexidade urbana, e das necessidades de melhoria na qualidade de vida da população. A importância das florestas no balanço hídrico não está ligada ao aumento da água no solo, ou da precipitação, mas ao efeito regulador que as florestas exercem sobre esse balanço. Na floresta Amazônica, que ocorre em extensas áreas, é provável que 50% do vapor da água que se transforma em chuvas sejam provenientes da evapotranspiração da própria vegetação, exercendo, dessa maneira, papel importante no transporte vertical do vapor de água para a atmosfera e para a precipitação média anual (figura 24).

Figura 24. Aspecto da floresta amazônica. Fonte: SCHUMACHER & HOPPE (1997).

No entanto, em uma floresta de pequenas dimensões, a precipitação depende totalmente das correntes atmosféricas de outras regiões. O ciclo da água é considerado como um fator de formação e de controle do clima, principalmente porque ele não é produto do próprio clima e também porque a água tem influência direta na umidade atmosférica, na precipitação e no escorrimento superficial, nas trocas energéticas e na liberação e absorção de calor.

As florestas e a dinâmica da água no solo

A manta de material intemperizado que se encontra na superfície da crosta terrestre é classificada em duas zonas: zona de aeração e zona de saturação. A água subsuperficial, ou seja, a água do solo e a água subterrânea se encontram nos espaços da crosta terrestre (figura 25).

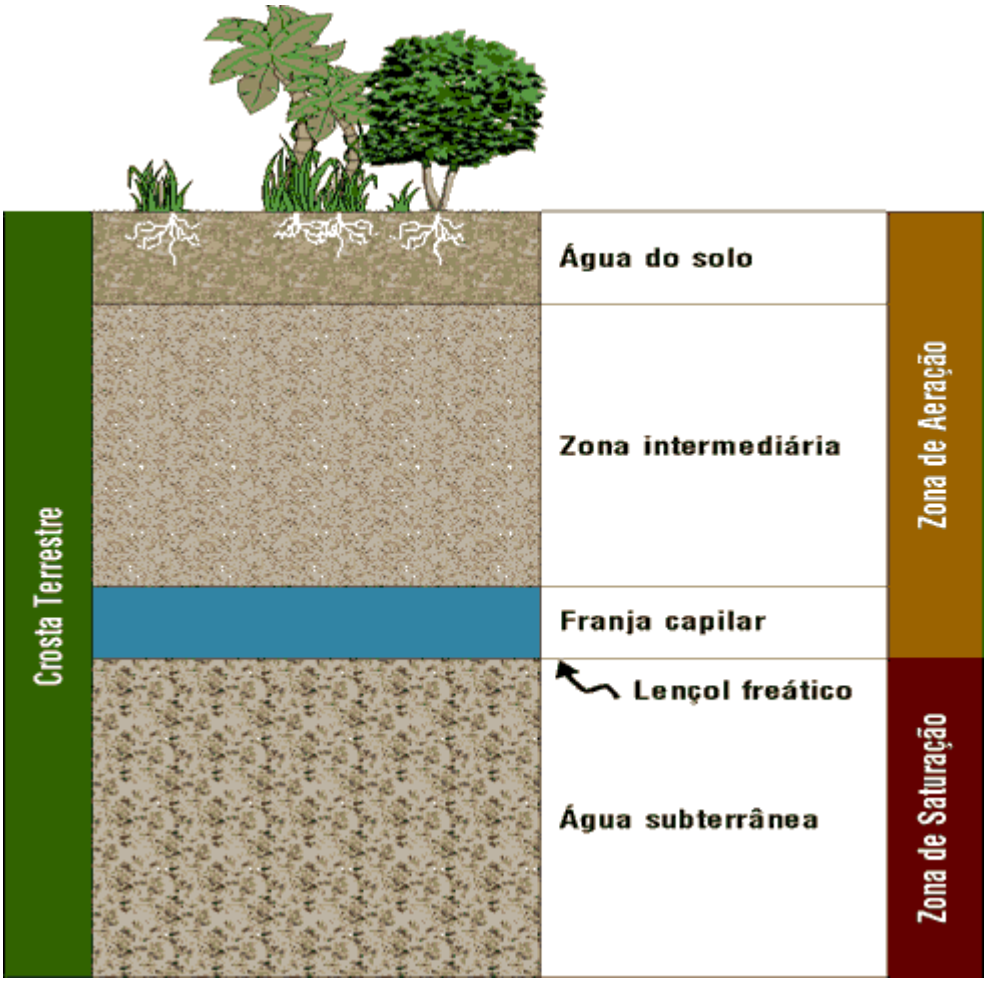


Figura 25. Ocorrência da água do solo e da água subterrânea na crosta terrestre. Fonte: Adaptado de LIMA (1986).

A floresta, interceptando a chuva, permite que uma parte dessa precipitação seja evaporada das copas e outra parte infiltre através das raízes ou pelo escorrimento através dos troncos, enquanto a parte restante chega ao solo através dos gotejamentos das copas. Numa floresta, a forma da copa da árvore desempenha um papel fundamental quanto à distribuição da água das chuvas para o solo. Podemos ordenar os ramos das árvores em dois tipos:

Forma de Funil:

Forma de funil: São encontrados em árvores em que os galhos, ao longo da copa, estão arranjados na forma de funil, conduzindo toda a água para o tronco da árvore, onde se concentra e escorre até o solo, resultando no acúmulo de água próximo do pé da árvore. Este tipo de arranjo dos ramos é comum nas espécies folhosas como o Cedro, Timbaúva e Canjerana (figura 26).

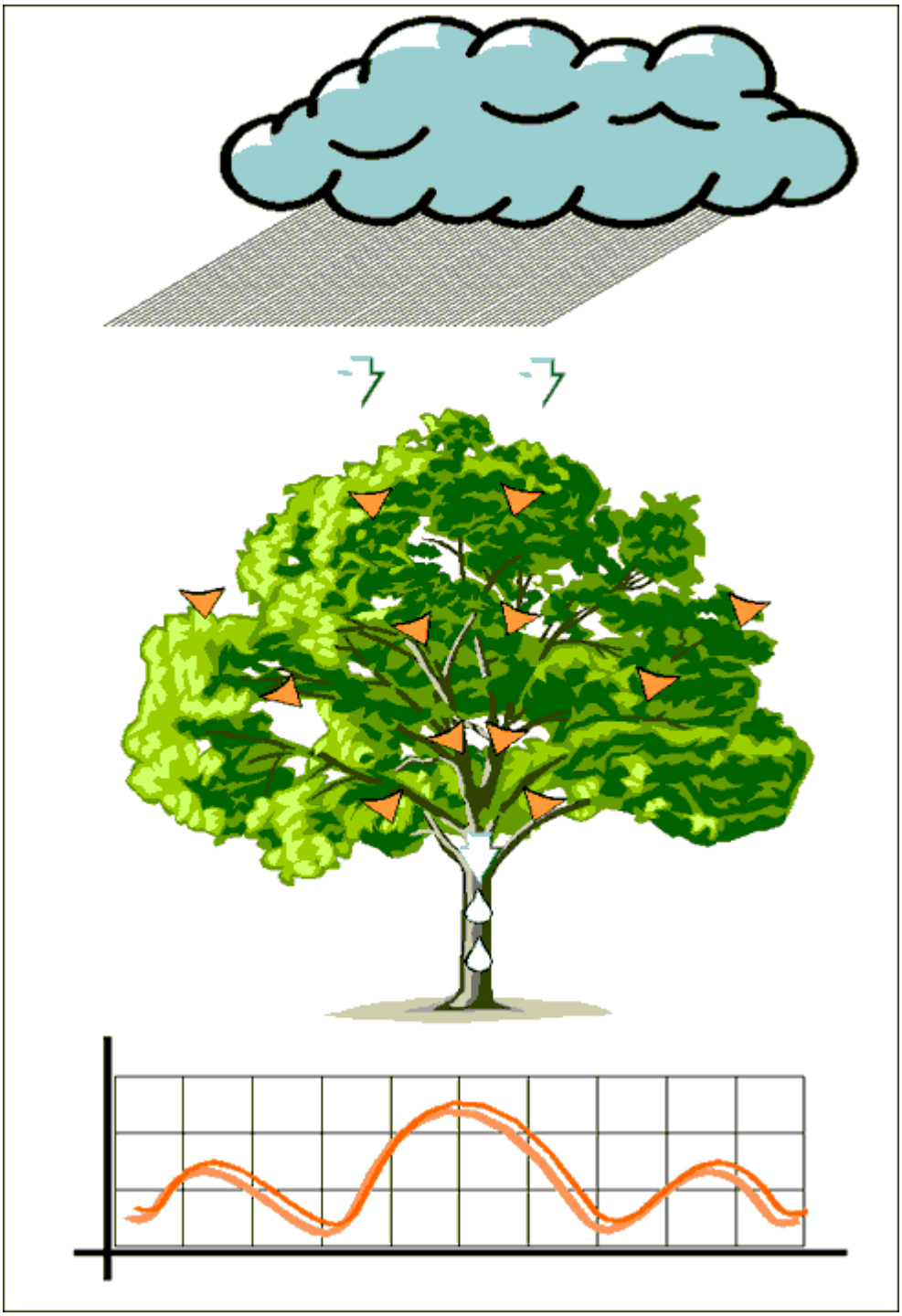


Figura 26. Distribuição da chuva na copa das árvores tipo funil. Fonte: Adaptado de OTTO (1994).

Forma de guarda-chuva:

São encontrados em árvores em que os ramos apresentam-se de forma pendida dos troncos para as laterais. Assim que a água da chuva toca a copa como um todo, esta juntamente com aquela do tronco tendem a escorrer para as extremidades dos galhos, resultando num maior acúmulo de

água na linha de projeção da copa da árvore. Este tipo de arranjo é típico das coníferas, como, por exemplo, o Pinus e o Ciprestes (figura 27).

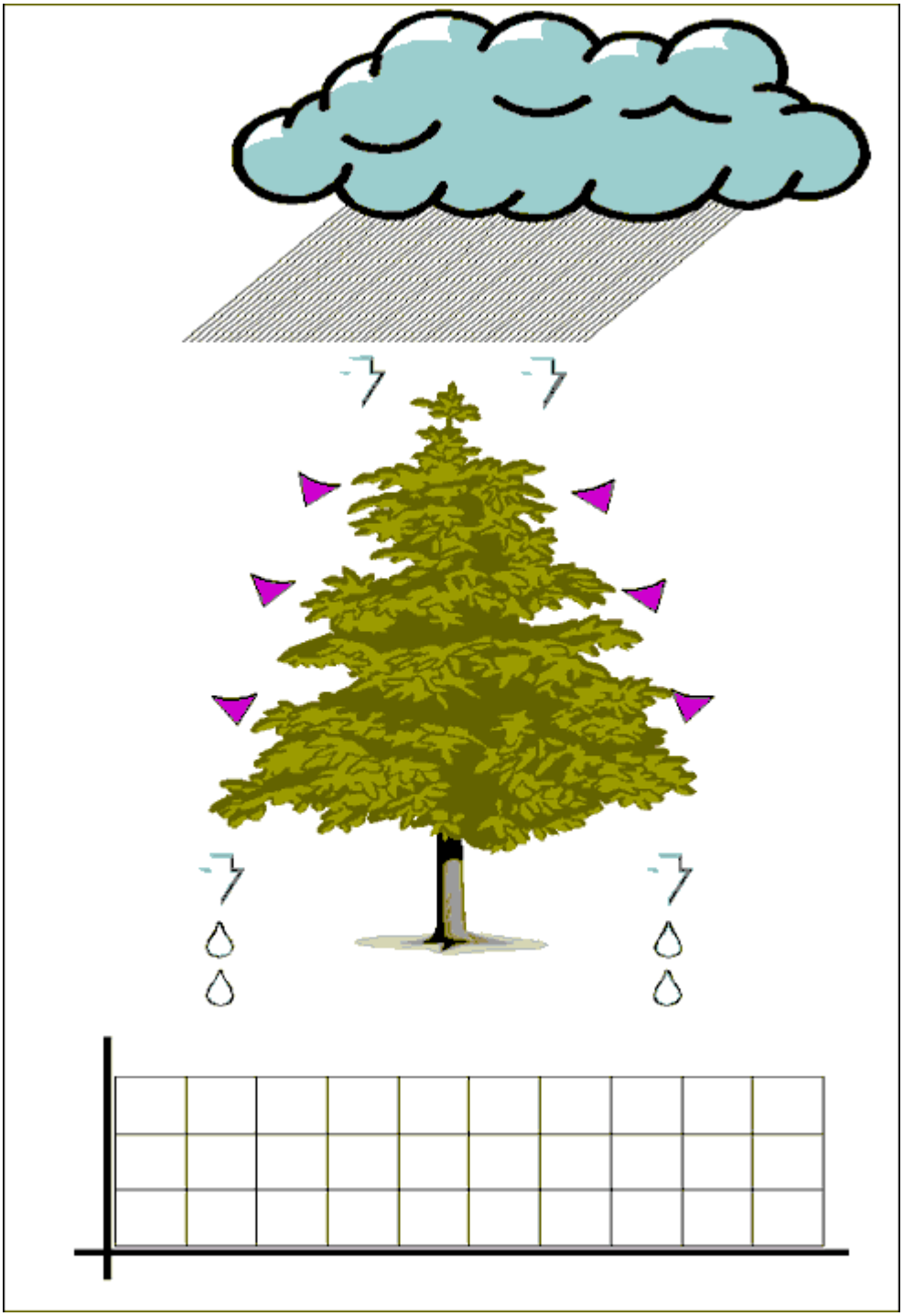


Figura 27. Distribuição da chuva na copa das árvores tipo guarda-chuva. Fonte: Adaptado de OTTO (1994).

A floresta e a infiltração da água

No caso de uma cobertura florestal que não tenha sofrido nenhum tipo de alteração, principalmente causada pelo homem, a taxa de infiltração de água no solo é tida como máxima. No interior de uma floresta qualquer, a camada de matéria orgânica que se encontra depositada sobre o solo, também chamada de serapilheira, desempenha papel fundamental na manutenção das condições ideais para que ocorra o processo de infiltração da água. Alguns estudos têm demonstrado que a intensidade da chuva sob florestas de folhosas mistas é muito semelhante à intensidade da chuva observada em campo aberto. Tais informações vêm reforçar ainda mais que o efeito de proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva é fornecido mais pela serapilheira e vegetação de sub-bosque do que pelas copas das árvores. Os efeitos do piso florestal ou serapilheira sobre a infiltração da água no solo podem ser visualizadas no Quadro 5. Em áreas compactadas, quer seja pelo preparo excessivo do solo, uso de máquinas pesadas, pé de arado ou micropulverização das partículas do solo, e mesmo pelo pisoteio de animais, a infiltração é bem menor que em áreas florestais adjacentes (figura 28). A infiltração da água no solo é bem maior em povoamentos florestais mais densos do que naqueles de menor densidade e ainda maior em povoamento mais velho.

QUADRO 5. Infiltração média em áreas com diferentes condições de piso florestal:

Tratamento	Infiltração (mm/h)
Piso florestal intacto	59,9
Piso removido mecanicamente	49,3
Piso queimado anualmente	40,1
Pastagem degradada	24,1

Fonte: Adaptado de LIMA (1986).

Figura 28. Máquinas pesadas como tratores funcionam como agentes causadores da compactação do solo.

Dependendo da forma do sistema radicular das árvores, poderemos ter uma menor ou maior

aeração e principalmente infiltração de água até as camadas mais profundas do solo. Quanto a forma das raízes de árvores, estas podem ser classificadas em raiz em forma de estaca, forma de prato e forma de coração (figura 29).

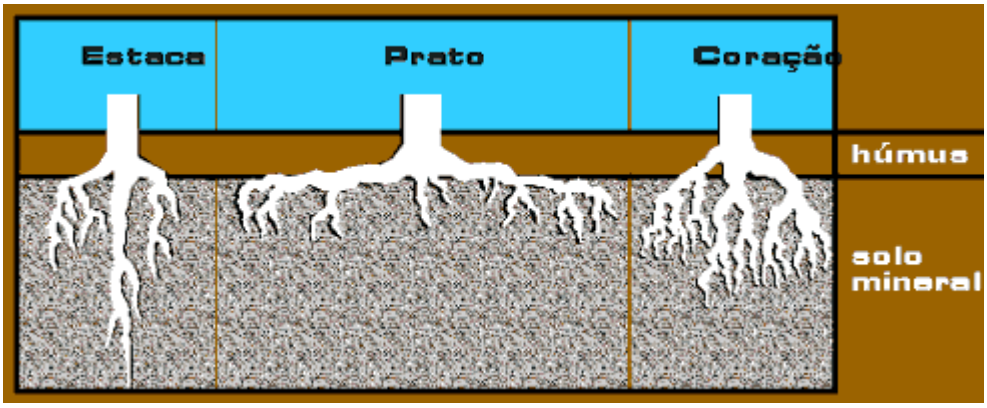


Figura 29. Formas das raízes das árvores. Fonte: Adaptado de OTTO (1994).

O corte raso e a colheita de forma desordenada das árvores de uma determinada floresta, o arraste de madeira e o excesso de trafegabilidade de máquinas de grande porte, representam a principal causa das modificações da capacidade de infiltração da água no solo. A absorção e a transpiração da água variam com a profundidade e densidade das raízes, com a energia de evaporação que está atuando nas superfícies das folhas e com as características da espécie. A floresta é um excelente elemento de controle de inundações pela sua ação na interceptação das chuvas, pelo aumento da porosidade no solo, especialmente na camada superior e a conseqüente retenção de água, pela perda na transpiração e também pelo retardamento do degelo nas regiões frias. Da água que cai no solo da floresta, uma parte fica armazenada no perfil e posteriormente será consumida pelas plantas. A disponibilidade de águas para as plantas depende principalmente da textura e profundidade do solo. A profundidade pode variar de alguns centímetros a vários metros, nos solos bem drenados. A água que penetra no solo vai abastecendo a planta e o restante chega até o subsolo formando o lençol freático que abastece os mananciais e mantendo o nível dos rios (figuras 32 e 33).

A água que é absorvida pelas raízes passa pela planta e posteriormente é transpirada através das folhas. A figura 30 representa a serapilheira, resultante da queda das folhas, ramos e casca das árvores.

Figura 30. Aspecto da serapilheira no interior de uma floresta.

A água retida na floresta é liberada lentamente, mantendo um equilíbrio no abastecimento de água para os rios e riachos. Esta função que a floresta possui de equilibrar o abastecimento de água oferece grandes benefícios para a agricultura, para a indústria e também para o abastecimento residencial nos grandes centros urbanos por manter o nível das represas de abastecimento.

Erosão e escoamento superficial

No Brasil, a erosão carrega anualmente 500 milhões de toneladas de solo, o que corresponde a uma camada de solo de 15 centímetros numa área de 280.000 ha. Esse material arrastado pela erosão irá se depositar nas baixadas e nos rios, riachos e lagoas, causando uma elevação de seus leitos e possibilitando grandes enchentes (Figura 31). A presença de uma boa cobertura florestal é de grande importância para o controle do processo de erosão, que pode resultar em grandes acúmulos de sedimentos nos cursos d'água, assoreando os mesmos e até mesmo causando a eutrofização de reservatórios.

Figura 31. A força da água causando erosão.

Numa bacia hidrográfica experimental no Vale do Tennessee (USA), com 23% da área ocupadas por florestas e o restante por pastagens, o escoamento superficial atingiu 90% e as perdas do solo foram de 61 toneladas/hectare/ano. Após 20 anos, estando toda a bacia reflorestada com Pinus spp., o escoamento superficial reduziu para 18% e as perdas do solo por erosão foram reduzidas

para 1,2 tonelada/hectar/ano. No caso específico do Rio Grande do Sul, um exemplo clássico dos problemas causados pela erosão do solo é o da barragem de Passo Real localizada no rio Jacuí. Após uma chuva de intensidade média, foi coletada uma amostra de água, encontrando-se, por m3 de água: 1,6 kg de terra em suspensão, 1,5 ppm de potássio (K), 4,6 ppm de cálcio e 2,1 ppm de magnésio (Mg). Cálculos sobre o assoreamento da bacia hidráulica, com capacidade de 3,7 bilhões de m3 de água, indicam haver, num determinado momento, aproximadamente 5.920.000 de toneladas de solo em suspensão. Na hipótese desse solo em suspensão se precipitar no fundo do rio, haveria um assoreamento de 2 centímetros de espessura em toda a superfície submersa da bacia. Através da simulação de cálculo, pode-se concluir que num período de 30 anos todo o lago estará assoreado, e ficará inutilizado para a produção de energia elétrica e outros fins.

Aspecto da erosão. Nesta foto, pode-se observar que onde há raízes de plantas e árvores o solo conseguiu fixar-se melhor, evitando um maior desmoronamento do leito.

Em trabalho realizado no município de Santa Maria-RS, em terreno levemente ondulado, sobre a avaliação das perdas de água e de solo em decorrência de diferentes sistemas de manejo dos resíduos da floresta de Acácia Negra, verificou-se que a cobertura vegetal realmente desempenha papel fundamental no que se refere à amenização dos problemas decorrentes da erosão (Quadro 6).

QUADRO 6. Perdas de água e solo em florestas, resíduos e queimada de acácia negra. Período - janeiro a outubro de 1996.

Tratamentos	Perda de água (mm)*	Perda de solo (kg/ha)
Corte raso e queima	181,81	9.191,80
Resíduos de acácia negra	50,19	35,40
Floresta de acácia	41,16	8,10

Fonte: SILVA (1997).

Conhecendo a gravidade dos problemas causados pelo escoamento superficial, deve-se considerar a importância da floresta na retenção dessas águas. Geralmente esse tipo de escoamento em áreas florestais é muito pequeno devido à grande infiltração e retenção da água

pela serapilheira e pelas camadas superficiais do solo. No quadro 7, verifica-se que o escoamento superficial da água é inversamente proporcional à cobertura da floresta.

QUADRO 7. Relação entre a área com cobertura florestal e o escoamento superficial.

Cobertura florestal em %	Escoamento superficial em %
0	100
8	77
40	58
90	43
100	25

Fonte: BURGER (1976).

A intensidade do escoamento superficial de uma floresta depende de alguns fatores, tais como:

Declive - quanto maior o declive, maior será o escoamento superficial;
Densidade da floresta - existe uma estreita correlação entre a densidade e o escoamento, porém em floresta densa com a mesma declividade o escoamento superficial é menor.
Exposição - nas encostas, com exposição Norte, ocorre um maior escoamento superficial. Isso se deve à alta insolação que acelera a decomposição e impede a formação de uma espessa camada de serapilheira.
Espécie - nas florestas de folhosas, o escoamento superficial é ligeiramente menor que nas florestas de coníferas, embora nas coníferas ocorra formação de uma manta hidrofóbica. Esse menor escoamento ocorre em florestas que produzem manta densa e com boa estrutura.
Idade - em povoamentos jovens e com pouca manta na superfície do solo o escoamento é sensivelmente maior.
Manta ou serapilheira - A presença da manta na superfície e a sua espessura têm influência direta no escoamento superficial. Pesquisas realizadas na Bulgária mostraram que numa floresta de Picea abies com diferentes espessuras de manta o escoamento superficial é diferenciado.
Vegetação de sub-bosque e rasteira - exerce a mesma função que a manta, podendo absorver a água, causando o efeito esponja e facilitando a infiltração de água no solo; depende, porém, do tipo de vegetação.
Textura e estrutura do solo - os solos arenosos permitem uma maior infiltração da água quando comparada aos solos argilosos.
Uso da floresta - de acordo com o uso da floresta, pode ocorrer uma maior ou menor compactação; por exemplo, floresta utilizada para pastoreio apresenta uma maior compactação, conseqüentemente, um maior escoamento superficial das águas das chuvas.
Tipo de colheita - geralmente o escoamento superficial aumenta após uma exploração através do corte raso. Os cortes seletivos interferem em menor intensidade no escoamento superficial. No

entanto, ambos os casos dependem muito do tipo de vegetação do sub-bosque e sucessiva. A metodologia de extração de madeira também tem influência na perda superficial da água.

Aceiros e carreadores - A marcação dos aceiros e carreadores é uma tarefa de grande importância, pois uma locação errada poderá transformá-los em grandes canalizadores de água e provocar grande erosão dentro das florestas; por isso é importante observar sempre a declividade do terreno e marcá-la no sentido das curvas de nível. Nas áreas muito inclinadas é muito importante manter vegetação rasteira nos aceiros para proteger a superfície do solo e evitar o escoamento superficial.

Queimadas - Esta tem influência direta no escoamento superficial, pois, além de eliminar os resíduos e a matéria orgânica, parece produzir substâncias hidrofóbicas que formam uma camada de impedimento para a água a uma pequena profundidade do solo.

Em regiões montanhosas, cobertas de florestas, o escoamento superficial tem grande influência no aumento do deflúvio da bacia (figuras 32 e 33). Na figura 32, verifica-se que nos períodos sem chuva a água do solo percola de forma lenta e gradativa para o aqüífero, responsável pelo abastecimento do deflúvio da bacia.

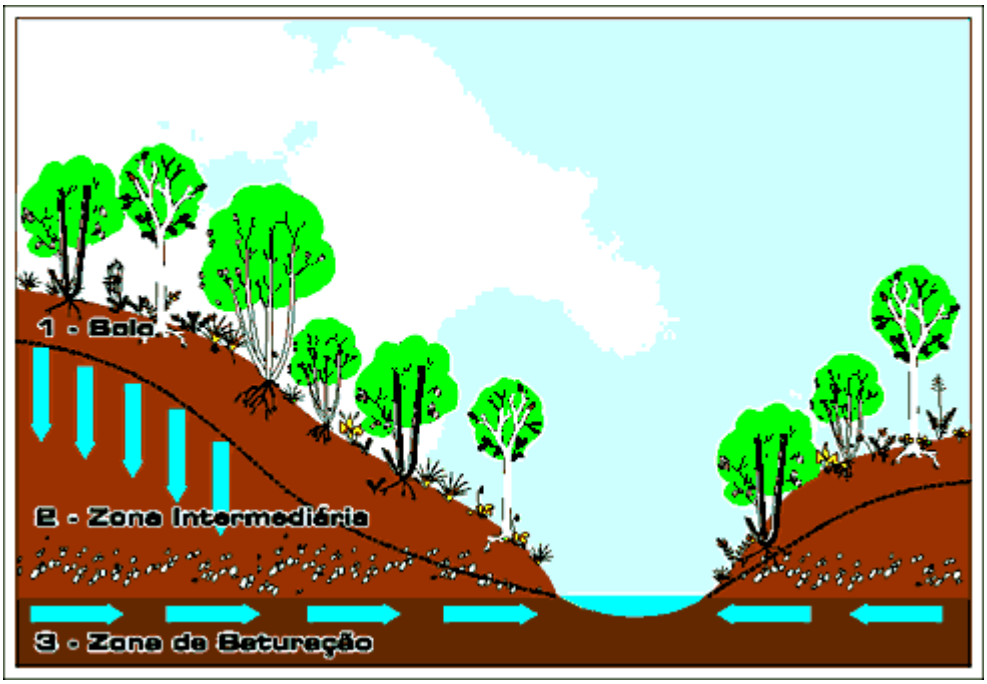


Figura 32. Escoamento subsuperficial em bacias florestadas de regiões montanhosas em período seco. Fonte: Adaptado de LIMA (1986).

Já nos períodos chuvosos, figura 33, a infiltração da água é alta e as camadas superficiais do solo tendem a sofrer uma elevada saturação. Enquanto a frente de molhamento estende-se em direção às camadas mais profundas ou de menos permeabilidade do solo, a direção do fluxo da água na camada saturada do solo superficial é desviada ao longo da declividade do terreno, resultando no escoamento subsuperficial, que é o responsável pelo aumento do deflúvio da bacia.

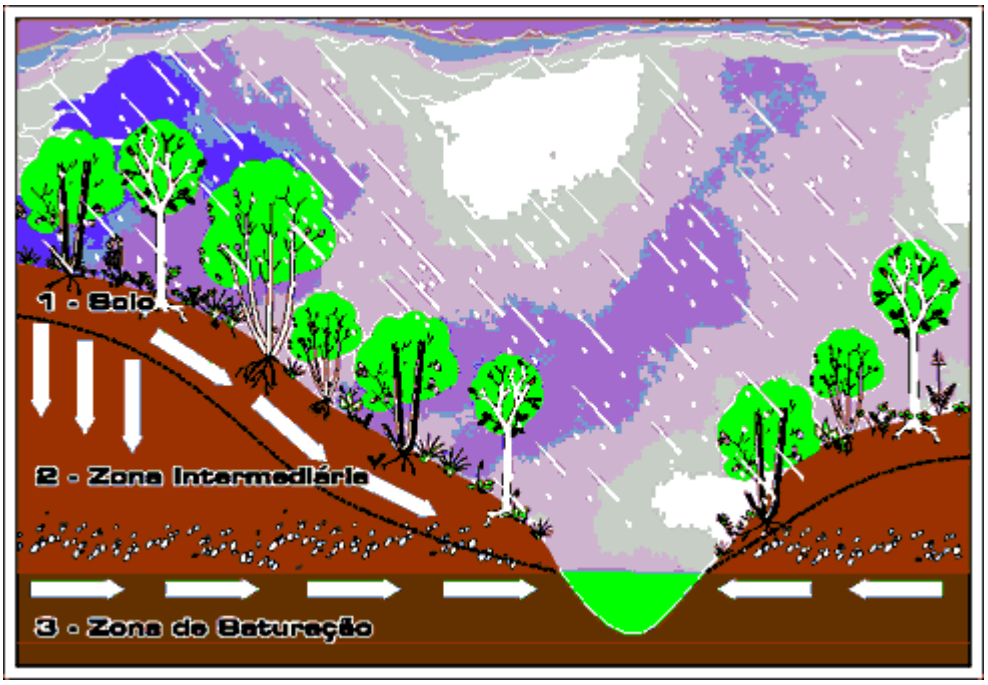


Figura 33. Escoamento subsuperficial em bacias florestadas de regiões montanhosas em período chuvoso. Fonte: Adaptado de LIMA (1986).

A floresta e a água subterrânea

Os solos sob florestas possuem boas condições de infiltração de água. Logo, as florestas podem ser consideradas como fontes importantes para o suprimento de água para os aqüíferos. Em habitats diferentes onde o lençol freático se encontra bem superficial, como áreas alagadiças e encostas de rios, sangas, lagos etc., a floresta, pela sua evapotranspiração, auxilia no rebaixamento do lençol freático. Alguns trabalhos têm apontado que, quando da remoção da floresta, o lençol freático tende a subir novamente. No caso de regiões semi-arídas, onde a água é um recurso de primeira necessidade, a presença de florestas ao longo dos cursos d'água podem representar um grande problema. Em regiões íngremes, a drenagem limita o armazenamento da água subterrânea. A presença da cobertura florestal irá proporcionar uma maior infiltração de água no solo, o que por sua vez irá resultar num maior abastecimento do lençol freático. Os efeitos da floresta sobre o rebaixamento do lençol freático dependem basicamente da espécie florestal, da sua densidade de plantio, da forma do seu sistema radicular, dos tratos e métodos silviculturais dispensados e da colheita da mesma. Mas nem sempre a floresta traz problemas para o lençol freático; existem casos, quando o lençol é muito superficial, em que a floresta não consegue se estabelecer. Nesta situação, normalmente, os silvicultores lançam mão de técnicas como a drenagem artificial, mediante a abertura de valas. Atualmente, muito se fala no efeito das florestas sobre o comportamento das nascentes. Nesse caso, não é somente a presença ou ausência da floresta que é a responsável pelas alterações das nascentes. São uma série de outros fatores que estão envolvidos na origem e na dinâmica de uma determinada nascente. Alguns estudos nos Estados Unidos mostraram que após a remoção de vegetação ocorreu um aumento imediato na

vazão das nascentes; mas também observaram que estes aumentos foram passageiros, ou seja, as nascentes rapidamente voltavam ao regime anterior ao corte (figura 34).

Figura 34. Aspectos de uma nascente.

O manejo da vegetação, visando modificar a dinâmica das nascentes, pode ser resumido conforme os seguintes princípios:

#Realização de troca de espécies vegetais que possuem o sistema radicular profundo por espécies com raízes superficiais. Isto implicaria na liberação da água das camadas do âmbito do sistema radicular para a alimentação das nascentes;

#Remoção da vegetação onde as raízes atingem normalmente o lençol freático, resultando em aumento imediato na vazão das nascentes;

#Utilização de práticas que levam à diminuição da infiltração da água no solo, o que tende a aumentar a formação de enxurradas, podendo diminuir a vazão das nascentes ou até mesmo comprometer a existência das mesmas.

Avaliar os benefícios de proteção que as florestas oferecem aos mananciais hídricos para a captação de água com vistas ao abastecimento urbano ou ao uso geral no meio rural é de grande importância, pois estes benefícios devem determinar o comportamento dos poderes públicos e dos proprietários rurais no sentido de manter as matas e vegetação para proteção e manutenção de fornecimento de água. A floresta nativa, inclusive a mata ciliar, se constitui no tipo de vegetação que mais filtra a água, diminuindo consideravelmente a turbidez da mesma e propiciando condições ótimas de luz para o processo fotossintetizante das algas produtoras de oxigênio, homogeneizando também as temperaturas, evitando variações bruscas que poderá acarretar a morte da flora e fauna aquáticas. Por outro lado, a turbidez de um curso de água está altamente relacionada com a natureza da bacia hidrogáfica ou de captação. A água é turva quando apresenta, na sua constituição, grande quantidade de pequenas partículas em suspensão de argila, ou ainda microorganismos que conferem à água aspecto lamacento (Figura 35).

Figura 35. Aspectos de um rio turvo.

Na Região Sul do Brasil, a evolução do sistema de produção agropecuária foi sempre imediatista, sem considerar os efeitos e as conseqüências nos ecossistemas, ocasionando um grande desequilíbrio na natureza e, como resultado, têm-se hoje os rios poluídos, assoreados e com uma grande fragilidade em relação às enchentes. O uso inadequado dos solos nas propriedades rurais, o desmatamento irracional, o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos, estabelecem situações graves para os recursos hídricos disponíveis, pois, periodicamente, ouvem-se informações de rios poluídos, mortalidade de peixes, falta de água nas cidades, o que causa sérios transtornos para os consumidores. Assim, as florestas nativas de uma bacia hidrográfica atuam como controlador hidrológico, regulando o fluxo de água, de sedimentos nutrientes entre as áreas mais altas e mais baixas da bacia.

A floresta e a qualidade da água

A qualidade da água depende principalmente da geologia e do solo da bacia hidrográfica, bem como do regime de chuvas da região e da interação dos processos hidrológicos envolvidos no deflúvio de uma determinada bacia hidrográfica. Alguns produtos têm apontado que a qualidade da água é mais influenciada pela geologia e pelo tipo de solo do que pelo tipo de cobertura vegetal. Um dos indicadores da qualidade da água das bacias hidrográficas cobertas de vegetação é o teor e a quantidade de nutrientes que se encontram no deflúvio. No quadro 8, verifica-se a quantidade de nutrientes que entram através da chuva (C) e a saída desses mediante o deflúvio (D) em bacias hidrográficas cobertas com diferentes espécies florestais.

QUADRO 8. Entrada de nutrientes pela chuva (C) e saída pelo deflúvio (D) em bacia hidrográfica com espécies florestais:

	K		P		Ca		Mg		Na	
Espécie	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
E. regnans	2,9	7,5	0,1	0,1	6,6	10,3	2,6	4,9	12,4	20,4
E. saligna	5,6	9,8	0,7	0,1	2,7	6,4	0,6	3,5	3,5	14,6
F. Tropical *	4,0	12,0	---	---	6,0	10,0	5,0	7,0	22,0	59,0

* Floresta secundária natural

Fonte: Adapatado de LIMA (1986).

A mata ciliar

O termo mata ciliar ou ripária é empregado para designar as florestas que ocorrem nas margens de cursos de água (figura 36). A mata ciliar ocorre ao longo do terreno que inclui tanto a ribanceira de um rio ou córrego, de um lago ou represa, como também as superfícies de inundação chegando até as margens do corpo d'água pela própria natureza do ecossistema formado pela mata ciliar. Encontram-se também transições de solo, de vegetação e de um grande gradiente de umidade do solo, que impõem o tipo de vegetação. As matas ciliares são sistemas que funcionam como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia hidrográfica e o ecossistema aquático. Essas matas desempenham o papel de filtro, o qual se situa entre as partes mais altas da bacia hidrográfica, desenvolvida para o homem para a agricultura e urbanização e a rede de drenagem desta, onde se encontra o recurso mais importante para o suporte da vida que é a água.

Figura 36. Mata ciliar. Fonte: SCHUMACHER & HOPPE (1997).

Os ecossistemas formados pelas matas ciliares desempenham suas funções hidrológicas das seguintes formas:

- Estabilizam a área crítica, que são as ribanceiras do rio, pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular;
- Funcionam como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participando do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação tanto do escoamento superficial quanto da absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar;

- Atuam na diminuição e filtragem do escoamento superficial impedindo ou dificultando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo, dessa forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas;
- Promovem a integração com a superfície da água, proporcionando cobertura e alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática;
- Através de suas copas, interceptam e absorvem a radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água.

A mata ciliar e a qualidade da água

O principal papel desempenhado pela mata ciliar na hidrologia de uma bacia hidrográfica pode ser verificado na quantidade de água do deflúvio. Em estudos realizados para verificar o processo de filtragem superficial e subsuperficial dos nutrientes, N, P, Ca, Mg e Cl, através da presença da mata ciliar, as conclusões foram as seguintes:

- A manutenção da qualidade da água em microbacias agrícolas depende da presença da mata ciliar;
- A remoção da mata ciliar resulta num aumento da quantidade de nutrientes no curso d'água;
- Esse efeito benéfico da mata ciliar é devido à absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pelo ecossistema ripário.

A importância da mata ciliar, quanto à sua influência sobre a qualidade da água, pode ser observada no trabalho que foi realizado em uma microbacia de 18,3 ha, dos quais 10,4 ha estavam ocupados pela cultura de milho, e os 5,9 ha restantes perfaziam a mata ciliar. Através da amostragem da água da chuva, do deflúvio, do escoamento superficial e do escoamento subsuperficial, foram medidas as transformações que ocorrem com o nitrato, o fósforo e o carbono orgânico nos processos de escoamento superficial e subsuperficial ao longo do ecossistema ripário. A figura 37 mostra o esquema da área experimental, assim como parte dos resultados relativos ao efeito da mata ciliar na filtragem superficial e subsuperficial do nitrogênio.

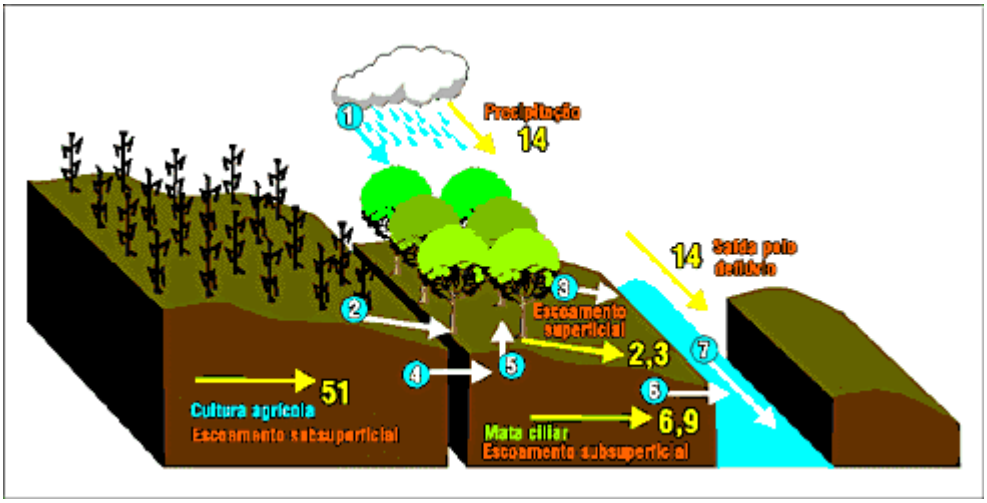


Figura 37. Diagrama esquemático do fluxo de N total, em kg/ha/ano. Fonte: Adaptado de LIMA (1989).

balanço

1 - Entrada via chuva = 14 kg/ha/ano;
2 - Da área cultivada para a zona ripária via escoamento superficial = 18 kg/ha/ano;
3 - Da zona ripária para o curso d'água via escoamento superficial = 2,3 kg/ha/ano;
4 - Da área cultivada para a zona ripária via escoamento subsuperficial = 51 kg/ha/ano;
5 - Absorção pela vegetação ciliar = 77 kg/ha/ano;
6 - Zona ripária para o curso d'água via escoamento subsuperficial = 6,9 kg/ha/ano;
7 - Saída da bacia via deflúvio = 14 kg/ha/ano.

Através deste trabalho, foi possível concluir que a mata ciliar atua no sentido de filtrar do escoamento superficial cerca de 41 kg de particulados, 11 kg/ha de N orgânico particulado, 0,8 kg/ha de N amoníaco dissolvido, 2,7 kg/ha de nitrato (NO3) e 3,0 kg/ha de P particulado total, os quais teriam de outra forma, chegado ao curso d'água via escoamento superficial. Também a filtragem via subsuperficial resultou na diminuição de 45 kg/ha de NO3-. Dessa remoção, cerca de 33% foi devido ao processo de absorção pela vegetação ciliar, sendo o restante devido às transformações bioquímicos de N que ocorrem nas condições saturadas da zona ripária.

O consumo de água pela mata ciliar

Em regiões semi-áridas, onde a água é limitante, a presença da mata ciliar pode significar um fator de competição. Isso se deve ao fato de que as árvores das matas ciliares apresentam suas raízes em constante contato com a franja capilar do lençol freático. Nesse caso, o manejo da vegetação ripária pode resultar numa economia de água. No caso de se pensar em aumentar a produção de água de uma bacia mediante o corte da vegetação da mata ciliar em regiões semi-áridas, deve-se considerar que a eliminação da vegetação deve ser por meio de cortes seletivos e jamais por corte raso. Isso porque as funções básicas das matas ciliares, manutenção de habitat para fauna,

prevenção de erosões e aumento da temperatura da água devem ser mantida. Na região sul do Brasil, onde o clima é subtropical sempre úmido, e chove em média 1350 mm por ano, a competição das matas ciliares não compromete a produção de água nas bacias hidrográficas a ponto de serem feitos cortes rasos (figura 38).

Figura 38. A mata ciliar e a água. Fonte: SCHUMACHER & HOPPE (1997).

Conclusão

A natureza funciona como uma grande indústria que tem a responsabilidade de elaborar um determinado volume de produto de maneira permanente.

A atual atividade humana em todos seus âmbitos conduz sua produtividade de maneira diferente, ou seja, canaliza seus esforços na busca de um determinado produto sem observar as conseqüências que advêm da sua ação sobre o ambiente.

A atuação do homem sempre ocorreu de maneira linear, isto é, com uma visão direcionada para o ponto do produto final, deixando de lado grandes poluições pelas emissões aéreas, através das chaminés industriais e, por outro, da montanha de resíduos de toda a natureza que causa os mais variados tipos de poluição.

A natureza, porém, trabalha e produz na forma cíclica, mostrando o caminho para a atuação do homem.

Está bem claro a forma como a natureza trabalha, quando observa-se, por exemplo, o modelo como ocorre a ciclagem dos nutrientes que são a fonte básica de produção dos ecossistemas. Através desse processo, as cadeias alimentares vão sendo abastecidas em todos os níveis, garantindo a vida dos seres vivos em todos os ecossistemas.

Para essa produção contínua e permanente que a natureza realiza, a água exerce função importantíssima uma vez que se transforma no meio de transporte único dos nutrientes dentro dos seres vivos em qualquer tipo de ecossistema.

É através das águas que as plantas absorvem os nutrientes da solução do solo e conduzem os mesmos até o alto das copas onde ocorre a transformação pela fotossíntese, sendo novamente distribuídos pela água os elementos, agora elaborados, por todas as partes das plantas. Esta mesma água potável é que garante a vida dos animais e, inclusive, do homem na Terra, pois com sua ausência jamais existiriam condições de sobrevivência de qualquer ser vivo.

Dessa maneira, pode-se considerar o planeta Terra como um gigantesco organismo vivo que se automantém pela sua capacidade de produzir, elaborar e distribuir esse produto para suprir todas suas necessidades.

Considerando que o homem é parte integrante e principal elemento atuante desse organismo, pela sua ação se transforma no ser vivo mais perigoso para a manutenção da vida na Terra. Por isso, é importante que se conscientize da necessidade de mudar seu comportamento sob pena de decretar seu desaparecimento que pode não estar num futuro muito distante.

Dentro da grande amplitude dos fatores que interagem para manter o equilíbrio ecológico da natureza, a água é um dos elementos vitais para que este processo ocorra.

A água é elemento importante, pois impulsiona os ciclos da produção de alimentos, sem os quais não existiria a vida. Daí a necessidade da séria consciência de preservação e manutenção de sua potabilidade.

Na atualidade, é mais evidente o mau uso dos recursos naturais, daí as necessidades básicas continuarem não sendo satisfeitas. Hoje um quarto da água doce existente é inaproveitável por causa da poluição provocada pelo próprio homem, pela falta de condições estruturais adequadas nos países em desenvolvimento; apenas 40% da população têm acesso à água limpa e saudável. Toda essa realidade deve ser meditada e conduzida para decisões importantes no sentido de defender a manutenção da água, das nascentes e dos mananciais.

As propriedades rurais têm papel importante no que diz respeito à água, pois é nelas que estão as nascentes, riachos, rios e outros reservatórios deste líquido vital.

Ao proprietário cabe o direito de defender seu potencial hídrico e o dever de preservar suas nascentes e as vegetações que as protegem. É importante que cada produtor ou proprietário tenha a sensibilidade para administrar suas áreas de modo a manter o equilíbrio ecológico dentro de seus limites e, se possível, envolver os demais para, através de uma ação solidária, executar um trabalho de condução técnica em relação à manutenção da produtividade dos solos e à preservação ambiental das bacias hidrográficas, que é a unidade terrestre mais adequada para o controle de perdas da produtividade e da água.

No aspecto da produção de água potável, a floresta e a vegetação ribeirinha exercem papéis importantes na filtragem dos poluentes que se dirigem para os leitos dos rios e mesmo na retenção do excesso de água que irá resultar em grandes enchentes, caso não exista barreira para conter sua velocidade antes de atingir os mananciais.

Diante disso, o plantio de florestas e a administração das áreas florestadas nas propriedades passam a ser o elemento da manutenção de águas.

Deve-se lembrar, porém, que diante dessa situação de dificuldades de manejar os recursos naturais, existem a certeza e a convicção de que com competência é possível administrar os recursos, especialmente as florestas, para se atingir a recuperação desejada dos solos, rios e especialmente da água dos mananciais.

Pode parecer extraordinário defender o ambiente limpo e bonito para nossas propriedades rurais, onde a família possa sentir-se tranqüila e feliz. No entanto, a realização pessoal e familiar, além dos bons resultados de produtividade de seu trabalho, é o ambiente belo e agradável, onde a água seja pura, límpida, transparente e potável, e o ar seja puro e saudável. Somente assim haverá um relacionamento harmonioso com o ambiente.

Glossário

ACEIRO:Faixa livre de vegetação, para evitar a propagação de fogo dentro da floresta, dividindo-a em talhões.

AGRICULTURA MIGRATÓRIA: o mesmo que agricultura itinerante; tipo de sistema agrícola ("shifting cultivation", em inglês), primitivo, adotado historicamente nos ecossistemas de florestas tropicais, em que o ser humano derruba trecho da floresta, queimando-o como preparo da terra para cultivo de subsistência, obtendo durante poucos anos (4 a 6) alimento e, posteriormente, abandonando essa área que se tornou improdutiva. Passa então a ocupar novos trechos da floresta e assim por diante. A área inicial abandonada, onde se estabeleceu vegetação secundária, após cerca de vinte anos, poderá ser novamente utilizada para o cultivo. Na Amazônia, os indígenas ainda praticam a agricultura migratória, plantando milho, mandioca.

AQÜÍFERAS: denominam-se aqüíferas as rochas permeáveis à água, retendo-a ou permitindo sua passagem para o lençol freático. Também diz-se aqüíferas as rochas que contêm água.

ÁRVORES DOMINANTES: são árvores do extrato arbóreo superior, mais alto e melhor desenvolvido, que prepondera e exerce influência sobre os extratos inferiores de árvores e vegetação mais baixa.

ASSOREAMENTO: obstrução por areia ou por sedimentos quaisquer de um rio, canal ou estuário, geralmente em conseqüência de redução de correnteza. Deposição gramórfica nos sedimentos de rios, lagos, etc.

BACIAS HIDROGRÁFICAS: conjunto de vertentes que margeiam um rio ou mar interior.

BIOACUMULAÇÃO: é a acumulação de substâncias pelos seres vivos.

BIODIVERSIDADE: diferentes tipos de animais e vegetais que ocorrem num determinado ecossistema.

BOREAL: floresta com predominância de coníferas, que ocorre no hemisfério norte: Canadá, Escandinávia, Sibéria e norte da Rússia.

CARREADORES: espaço aberto para facilitar a extração de madeira.

COMPACTAÇÃO: redução dos espaços vazios do solo e que, como conseqüência, traz um aumento na densidade, resitência e estabilidade.

CORTE RASO: é uma forma de exploração florestal onde todas as árvores são abatidas, encerrando-se o ciclo de crescimento.

CORTE SELETIVO: é uma forma de exploração vegetal onde apenas algumas árvores são derrubadas e retiradas da floresta que se mantém com uma densidade menor.

DEFLÚVIO: refere-se ao escoamento de líquidos.

DEGELO: transformação da água do estado sólido para o estado líquido.

DENSIDADE DA FLORESTA: é o número de indivíduos de uma floresta por unidade de área.

DIVERSIDADE: refere-se à váriação nos tipos vegetais e animais que habitam as muitas e diferentes regiões edafoclimáticas do globo terrestre.

ECOSSISTEMA: o mesmo que biocenose. É toda e qualquer unidade (área) que envolva todos os organismos vivos (bióticos) que se encontram interagindo com o ambiente físico (abiótico) 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 não vivas.

EFEITO ESPONJA: é o efeito causado pela serapilheira, a qual absorve a água, entumece e depois vai liberando lentamente.
EPÍFITAS: vegetais que vivem sobre os outros, sem retirar nutrientes, apenas fixando-se neles.
EQUILÍBRIO AMBIENTAL: é o equilíbrio que ocorre nas interações entre os organismos vivos (biótopo) e o meio físico de um determinado ecossistema, o qual permite a sobrevivência de maneira estável das espécies componentes deste ecossistema.
EROSÃO: remoção do solo, geralmente da superfície, por agentes climáticos (água da chuva, vento, etc.) ou geológicos.
ESCOAMENTO SUPERFICIAL: é o fenômeno que ocorre com a água quando essa não infiltra no solo ou quando a água não é consumida pela evapotranspiração das florestas. Na ausência das florestas em locais onde o solo está nu, o escoamento superficial é causador direto da erosão do solo.
ESPAÇOS CAPILARES: são os microespaços vazios existentes entre as partículas do solo.
ESTRUTURA DO SOLO: é o arranjo ou combinação das partículas primárias do solo.
EUTROFIZAÇÃO: é a fertilização das águas dos rios, lagos, represas ou mesmo do mar. Esta pode ser natural, quando a fertilização acontece lentamente, contribuindo para o equilíbrio ecológico do ambiente aquático; cultural, quando são arrastadas grandes quantidades de adubo, principalmente fósforo e nitrogênio. Essa acarreta um desenvolvimento anormal de certos organismos que acabam por consumir a maior parte do oxigênio da água.
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 vegetal e pela evaporação da água depositada, por irrigação, chuva ou orvalho, na superficie das folhas.
FITOPLÂNCTON: organismos vegetais produtores primários do plâncton.
FLORESTA DE CONÍFERAS: são florestas formadas por classe de plantas gimnospermas que produzem sementes não abrigadas em frutos, mas reunidas em estróbilos coniformes, como, por exemplo, floresta de Pinus e de Araucária.
FLORESTAS DE FOLHOSAS: são florestas formadas por classe de plantas angiospermas que produzem sememtes abrigadas por frutos. São exemplos as florestas Amazônica, Mata Atlântica, entre outras.
GELEIRAS: são grandes acúmulos naturais de gelo; também podem ser definidas como amontoamentos de gelo passíveis de deslocamento nas regiões em que a queda da neve ultrapassa o degelo.
HABITAT: espaço ou ambiente onde os fatores físicos e biológicos interagem, formando condições mínimas para a manutenção de um ou mais organismos.
HIDROFOBIA: Aversão à água.
HIDROLOGIA: é o estudo ou descrição das propriedades da água.
INSÍPIDA: refere-se à água que não possui sabor.
INTERCEPTAÇÃO: ato ou efeito de impedir a passagem de algo.
INUNDAÇÕES: significa alagamentos, enchentes, cheias.
LATITUDE: é o ângulo que à vertical, em um ponto da superfície da Terra, faz com o plano do Equador.

LENÇOL FREÁTICO: é o acúmulo de água abaixo do solo propriamente dito (parte desintegralizada) e geralmente sobre a camada de rocha subterrânea.
MANANCIAIS: referem-se à água (de rios, lagos, nascentes, lençol freático), utilizada para atividade humana.
MANTA HIDROFÓBICA: camada de material orgânico não- decomposto, que dificulta a infiltração de água para o interior do solo.
MATA CILIAR: é o mesmo que mata de galeria, mata ripária ou ribeirinha. Essa mata se encontra na margem dos 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 a erosão, evitando assoreamento.
MICROORGANISMOS PATÓGENOS: são seres de dimensão minúscula, capazes de produzir doenças. Por exemplo: bactéria e vírus.
POLUIÇÃO: efeito acarretado pelo procedimento humano de lançar na natureza resíduos, dejetos e qualquer outro material que altere as condições naturais do ambiente, contaminando ou deteriorando nossa fonte natural de recursos do ar, terra ou água, sendo prejudicial ao próprio homem ou a qualquer ser vivo desejável.
POROSIDADE: porção de um volume de solo não ocupado por partículas sólidas (seja mineral ou orgânica). Em condições normais de campo, os espaços entre tais partículas são ocupados por ar e água: é esse o espaço disponível para a penetração das raízes no solo.
POTÁVEL: refere-se à água que apresenta condições de ser consumida pelo homem.
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA: é o mesmo que chuva.
PROLIFERAÇÃO: aumento, crescimento em número, propagação, multiplicação.
RECICLADA: refere-se a uma substância qualquer (plástico, vidro, latas, papéis, água) que sofre um processo de renovação de suas propriedades para novamente ser utilizada.
RENOVÁVEL: diz respeito aos recursos naturais que podem ser renovados, reiniciados ou reparados.
RESÍDUOS: são materiais indesejáveis, descartados ou não sobre a forma livre de diversas atividades humanas, entre eles resíduos agrícolas, florestais, industriais, domésticos ou urbanos em geral.
RIBANCEIRA: margem elevada de um rio ou de um lago.
SEDIMENTO: substância depositada pela ação da gravidade na água ou no ar.
SILVICULTOR: pessoa que se dedica à silvicultura.
SILVICULTURA: estudo das florestas e exploração dos recursos florestais.
SUBSTÂNCIAS HIDROFÓBICAS: substâncias que não se dissolvem na água.
TEXTURA DO SOLO: é uma das mais importantes características examinadas num perfil do solo. Pode ser avaliada pelo tato, tomando-se uma pequena amostra úmida; a areia transmite a sensação de "atrito", o silte de serosidade e a argila de pegajosidade e "plasticidade".
TOLERAR: é o mesmo de consentir, aceitar, permitir.
TUNDRA: bioma ou ecossistema típico do círculo polar ártico caracterizado por vegetação rasteira, arbustos ("árvores atrofiadas"), líquens e musgos. A fauna é pobre com insetos "estacionais", aves e mamíferos migrantes.

VEGETAÇÃO DO SUB-BOSQUE: vegetação de pequeno a médio porte que se desenvolve sob o extrato superior das árvores maiores, em ambientes sombreados, com pouca incidência de raios solares.
VEGETAÇÃO SUCESSIVA: vegetação que surge nas diferentes fases de restabelecimento de uma floresta.

Bibliografia consultada

AGENDA FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG. Veröffentlicht vom, Centre for Our Common Future. Erdgipfel, 1992

ANDRAE, F. H. Ecologia Florestal. Santa Maria: UFSM, CCR, DCFL, 1978. BARBOSA, L. M. Simpósio sobre mata ciliar. Anais... Fundação Cargill. Campinas, SP. 1989.

BIROT, P. Formations végétales du globe, Société D'Édition D'Enseignement Supérieur 5, place de la Sorbonne. 1965, Paris.

BRANCO, S. M. Água origem, uso e preservação. São Paulo - SP: Coleção Polêmica, 1997.

BURGER, D. Tópicos de Manejo Florestal Ordenamento Florestal. a produção Florestal. Curitiba: UFP, 1976.

CHAPMAN, J. L., REISS, M. J. Ecology principles and applications: Cambridge University Press, 1992.

COMPAINHA MELHORAMENTOS DE SÃO PAULO. Enciclopédia ilustrada da ciência e da tecnologia. São Paulo, 1975. vol. 8. p. 1585-1585.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DAS BACIAS DO ALTO TAMANDUATEÍ E BILLINGS: SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. II CONCURSO DAS ÁGUAS, Concurso Público Nacional de Idéias para o melhor aproveitamento das águas da região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1992.

DAJOZ, R. Ecologia Geral. Petrópolis: Vozes, 1983.

DUVIGNEAUD, P. A síntese ecológica populações comunidades ecossistemas. Lisboa: Socicultur, 1974.

HEWLETT, J. D. Principles of Forest Hydrology. Athens: The University of Georgia Press, 1969.

HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas. San José, Costa Rica. 1978. .

KIMMINS, J. P. Forest Ecolology. The University of British Columbia, 1987.

KRAPFENBAUER, A. Spezielle Standortskunde. Wien, 1993.

LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Paulo: EPU, 1986.

LIMA, W. P. O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. São Paulo: Artpress, 1987.

LIMA, W. P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba, SP. 1982.

MAGOSSI, L. R., BONACELLA, P. H. Poluição das águas. São Paulo: Editora Moderna, 1990.

MANRIQUE, J. C., VERREY, J. M. Água Su Calidad y Tratamiento. Manual preparado por la American Water Works Association - UTEHA, México, 1968.

MANUAL GLOBAL DE ECOLOGIA: O QUE VOCÊ PODE FAZER A RESPEITO DA CRISE DO MEIO AMBIENTE. Editado por Walter H. Corson; São Paulo: AUGUSTUS, 1993.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA COMÉRCIO E PESCAS - Direcção-Geral das Florestas. 80 anos de actividade na correcção torrencial - Hidráulica Florestal - (1901 - 1980). 1982.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA-INSTITUTO FLORESTAL. História Florestal, Aquícola e Cinegética. Colectânea de Documentos existentes no Arquivo Nacional da Torre do Tombo - Chancelarias Reais - Volume VI (1553-1583). Lisboa, 1993.

MOLCHANOV, A. A. Hidrologia Florestal. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971.

OTTO, H. J. Waldökologie. Stuttgart: Ulmer, 1994.

PIERZYNSKI, G. M.; SIMS, J. T.; VANCE, G. F. Soils and environmental quality. Lewis Publishers, 1993.

PRITCHETT, W. L. Suelos Forestales: Propriedades, Conservación y Mejoramiento. México:Limusa S.A. 1990.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 4. ed. rev. e amp. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

REVISTA SILVICULTURA. São Paulo: Publicação da Sociedade Brasileira de Silvicultura. Ano XV - NO 53. Jan./Fev.. 1994.

REVISTA SILVICULTURA. São Paulo: Publicação da Sociedade Brasileira de Silvicultura. Ano XV - N0 54. Mar./Abr. 1994.

REVISTA SILVICULTURA. São Paulo: Publicação da Sociedade Brasileira de Silvicultura. Ano XVII - N0 68. Set./Dez. 1996.

ROCHA, J. S. M. da. Educação Ambiental, primeiro e segundo graus, introdução ao terceiro grau. Santa Maria, 1990.

ROCHA, J. S. M. da. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 1991.

ROCHA, J. S. M. da. Manual de Projetos Ambientais. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Cadernos de Educação Ambiental. Conceitos para se fazer Educação Ambiental. 2. ed. São Paulo, 1997.

SCHNEIDER, P. R. Introdução ao Manejo Florestal. Santa Maria: UFSM, CEPEF, FATEC, 1993.

SCHUMACHER, M. V., HOPPE, J. M. A complexidade dos ecossistemas. Porto Alegre: Pallotti, 1997.

SILVA, L. L. da. Ecologia: manejo de áreas silvestres. Santa Maria, 1996.

TERRA, PLANETA ÁGUA. Clube da Árvore - Livro do Professor. Souza Cruz. Florianópolis - SC. 1993.

WALTER, H. Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global. São Paulo: EPU, 1986.

WENZEL, J. A. A sustentabilidade qualitativa e quantitativa do abastecimento de água na zona urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul Dissertação (Mestrado), 1997.