



Bem-vindo ao
Laboratório de
Gestão Ambiental de Reservatórios

BIG 048 -Ecologia Geral Engenharia Ambiental

Aula - 5 Ambiente Energético (Parte II)

Prof. Ricardo Motta Pinto-Coelho
Departamento de Biologia Geral
ICB - UFMG



Curso Ciências Biológicas

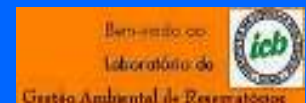
Ecologia Energética

A radiação na hidrosfera e a radiação solar e as plantas

Ricardo Motta Pinto-Coelho
Depto. Biologia Geral



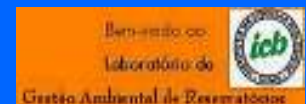
UFMG – ICB – Depto. Biologia Geral, Lab. Gestão Ambiental de Reservatórios



A radiação solar nos ambientes aquáticos



UFMG – ICB – Depto. Biologia Geral, Lab. Gestão Ambiental de Reservatórios



A radiação solar sofre importantes modificações ao atravessar a coluna de água de mares e lagos

O gráfico, ao lado, ilustra as intensidades relativas de diferentes comprimentos de onda da radiação solar visível seja na superfície bem como após sofrer modificações qualitativas ao atravessar uma coluna de água de 100 metros de água pura. Notar como os maiores comprimentos de onda (> 630 nm), ou seja o amarelo e vermelho, p.ex.) não conseguem ultrapassar a barreira dos 10 metros. No entanto, a radiação azul (400-500 nm) pode chegar a 100 metros de profundidade.

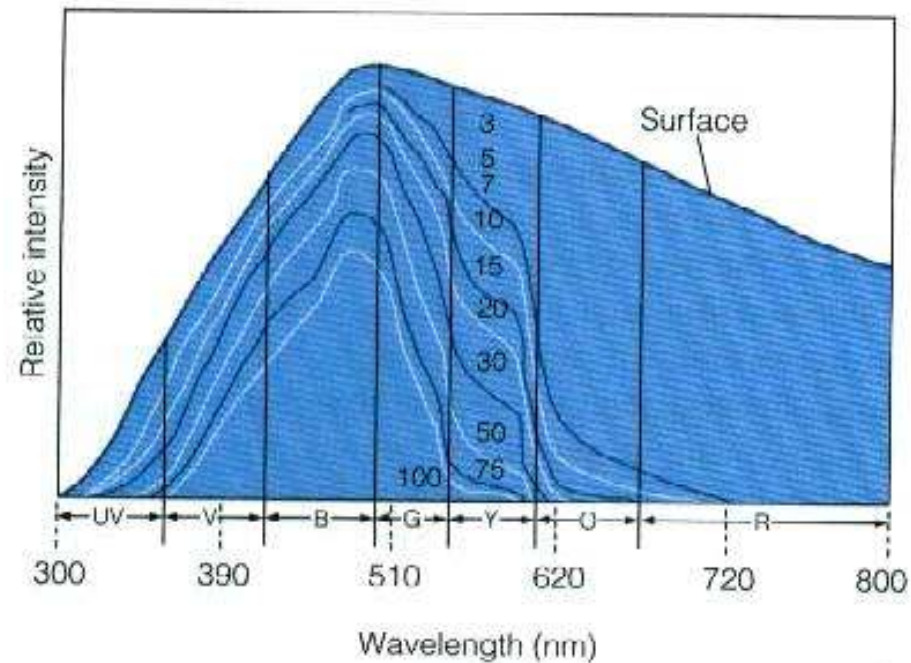
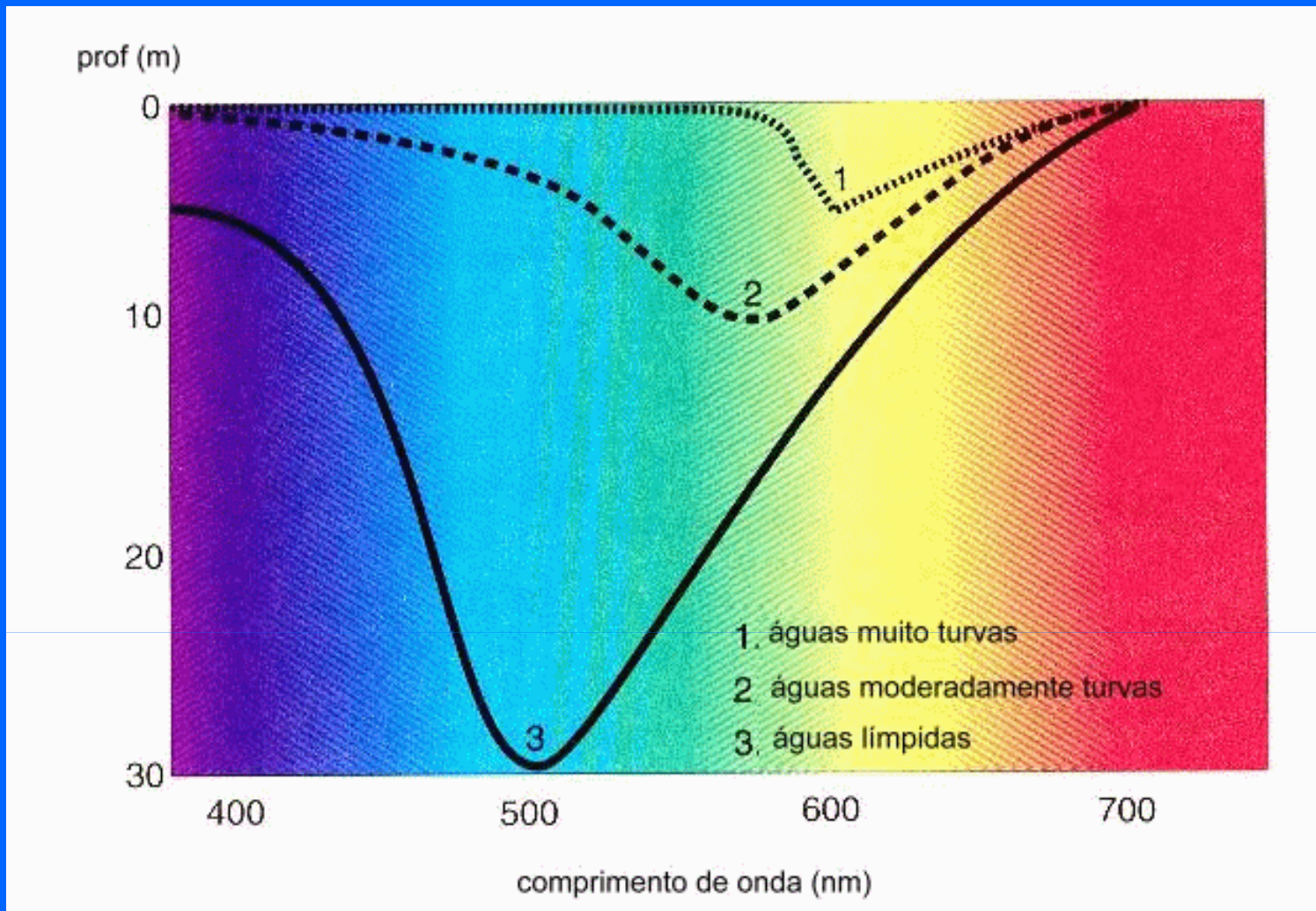


Figure 5.3 The spectral distribution of solar energy at Earth's surface and after it has been modified by passage through varying depths, measured in meters, of pure water. Note how rapidly red wavelengths are attenuated. At approximately 10 m, red light is depleted; but at 100 m, blue wavelengths still retain nearly one-half their intensity.

Table 2 Percentuais de absorção e coeficientes de extinção da luz monocromática em vários comprimentos de onda após atravessar 1 metro de água destilada.

Comprimento de onda (λ)	Coef. Extinção (γ_b)	Perc. Extinção %
0.38 (UV)	0.0255	2.10
0.46 (AZUL)	0.0054	0.52
0.52 (VERDE)	0.016	1.60
0.58 (AMARELO)	0.078	7.00
0.68 (VERMELHO)	0.455	36.6
0.82 (IR)	2.42	91.1



A composição física e química das águas pode influenciar muito as modificações que a radiação solar (PAR) sofre ao passar em uma coluna de água. No gráfico acima, estão representadas as modificações causadas pelo conteúdo de partículas em suspensão presentes. Notar que em águas turvas, p. ex., a água tende a assumir uma coloração amarelada enquanto que águas com baixos teores de partículas possuem a cor azul.

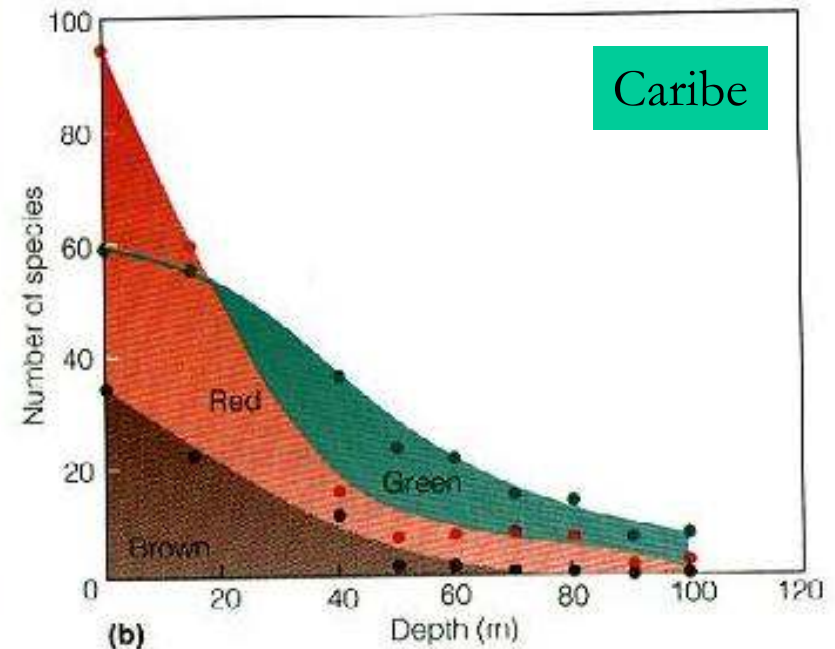
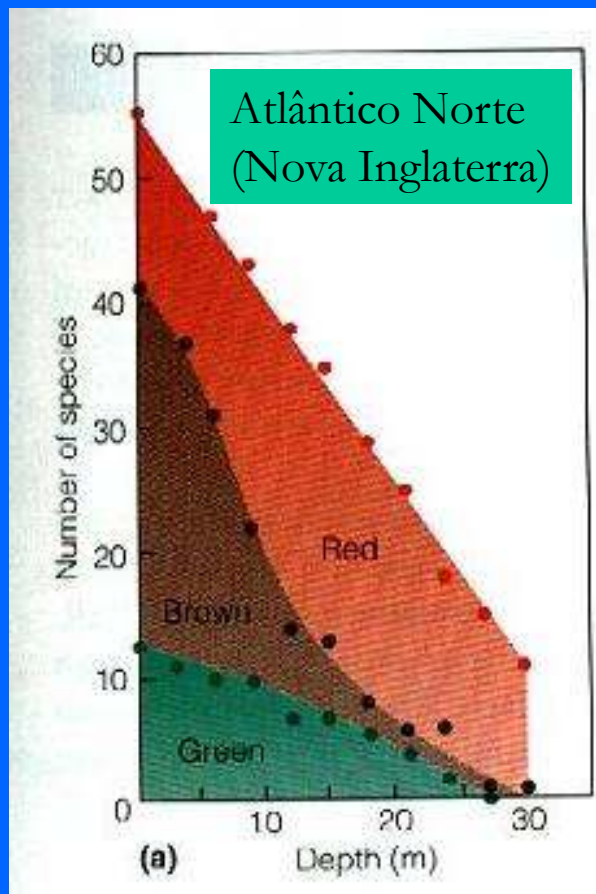
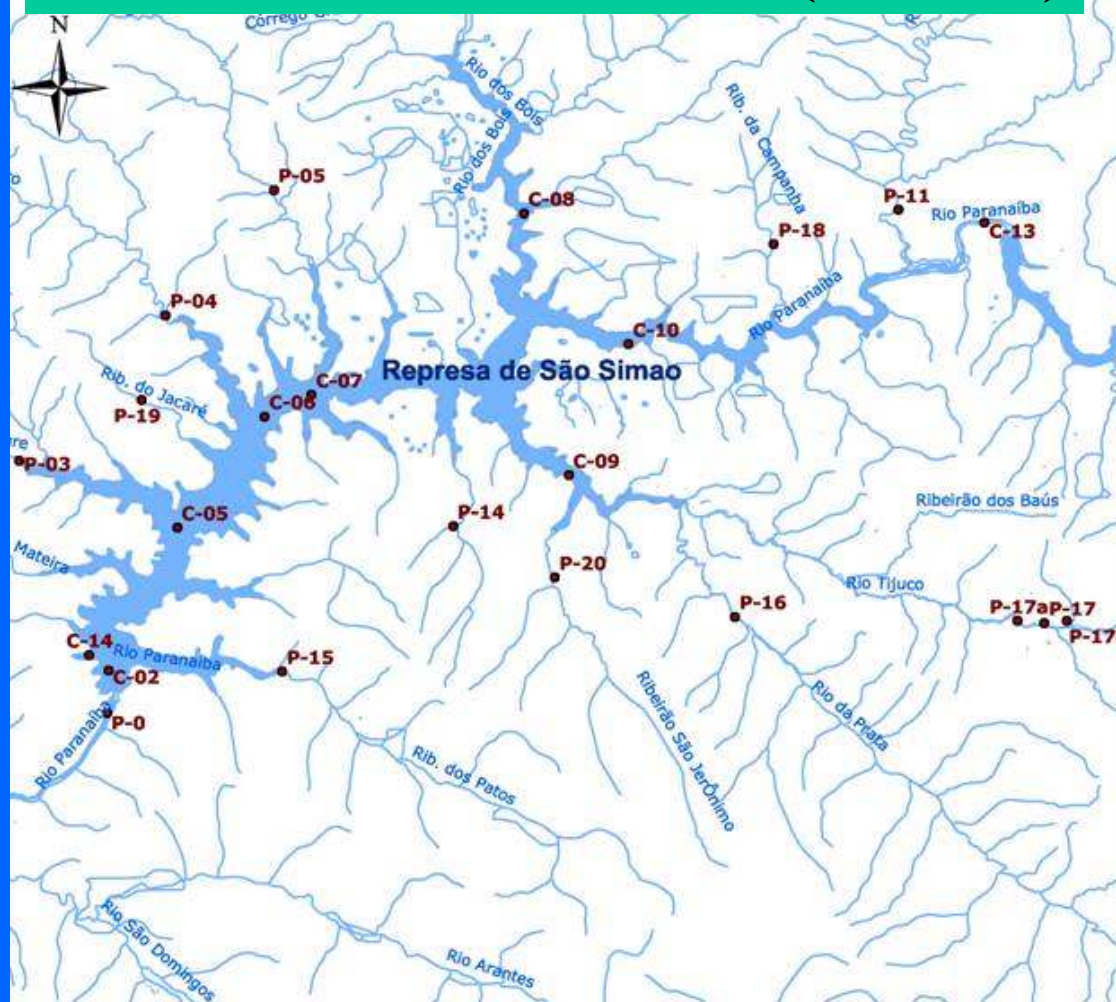


Figure 5.14 Variations in the distribution of red, green, and brown algae with depth. (a) In New England waters red algae show a gradual decline in the number of species with depth. Brown algae are more abundant at shallow depths than at greater depths. Green algae have more species adapted to light conditions in deeper waters. (b) In the clear tropical waters of the Caribbean, all three types of algae reach much greater depths. Below 50 m, however, green algae dominate.

A composição biológica, especialmente do fitoplâncton, é muito influenciada e, em alguns casos, também pode ter um papel nas características físicas do ambiente, especialmente no tocante ao clima de radiação disponível em diferentes camadas da coluna de água. Nos gráficos acima, estão representadas variações na distribuição de algas em diferentes profundidades dos oceanos: (a) Nova Inglaterra, América do Norte e (b) Mar do Caribe (águas límpidas tropicais). Notar que as algas marrons (pirrófitas, p. ex.) preferem colonizar regiões mais profundas e nas águas límpidas do Caribe todos os tipos de algas podem colonizar águas muito mais profundas.

Um caso de estudos:
Atividades humanas, clima
luminoso, aporte de nutrientes e a
presença de cianobactérias no
reservatório de São Simão, MG/GO.

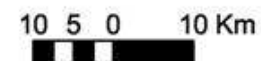
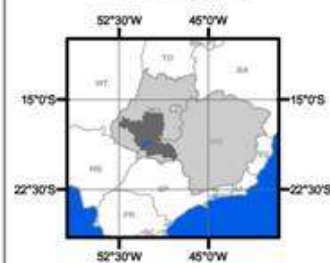
Reservatório de São Simão (MG/GO)



Pontos de Coleta

- Ponto de Coleta
- Curso D'água
- Represa

Localização



Fonte das Bases Cartográficas:
Drenagem: IBGE - 2001 e
Geominas - 1997

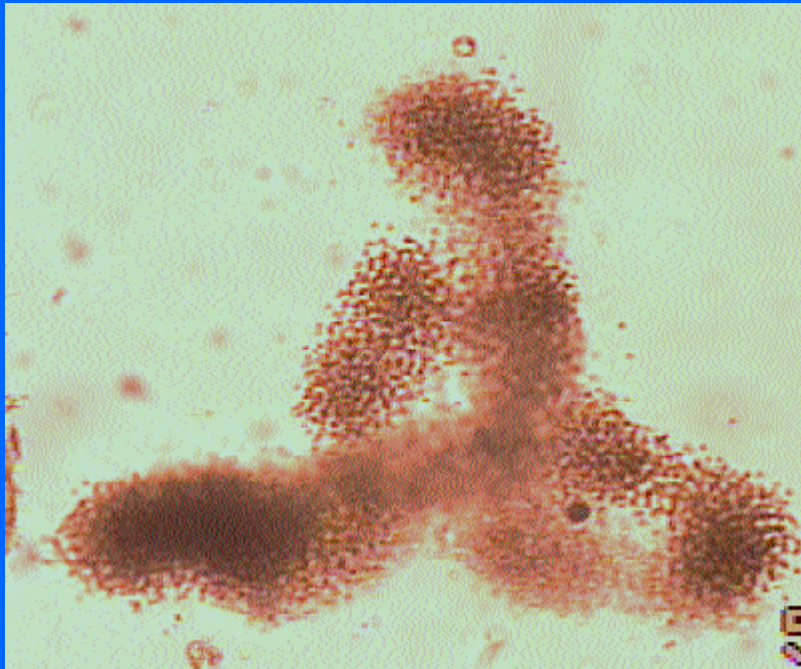
Fonte dos Dados:
Pesquisa Direta

Autora: Patrícia Rizzi
Data: 23/06/2004

“Waterblooms” de cianobactérias

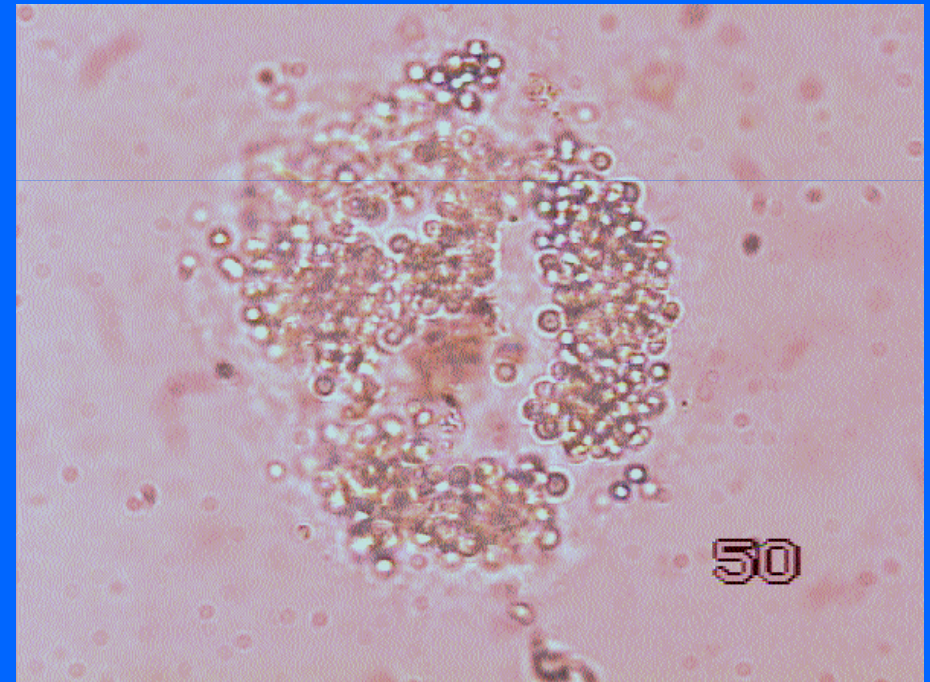
Ocorrência de florescimento massivo de cianobactérias no reservatório de São Simão (MG/GO), em janeiro de 2002. Localidade: balsa Santa Vitória-Ipiaçú, braço formado pelos rios Tijuco/Prata, estado de Minas Gerais.

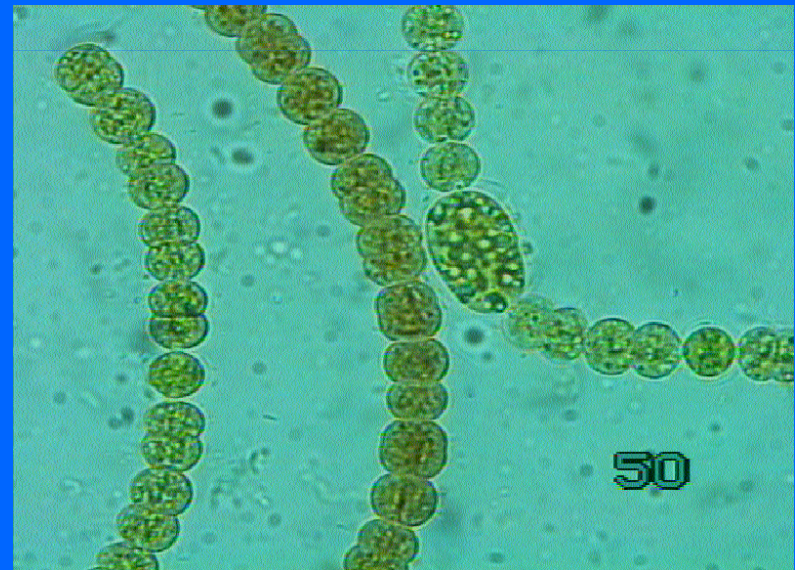
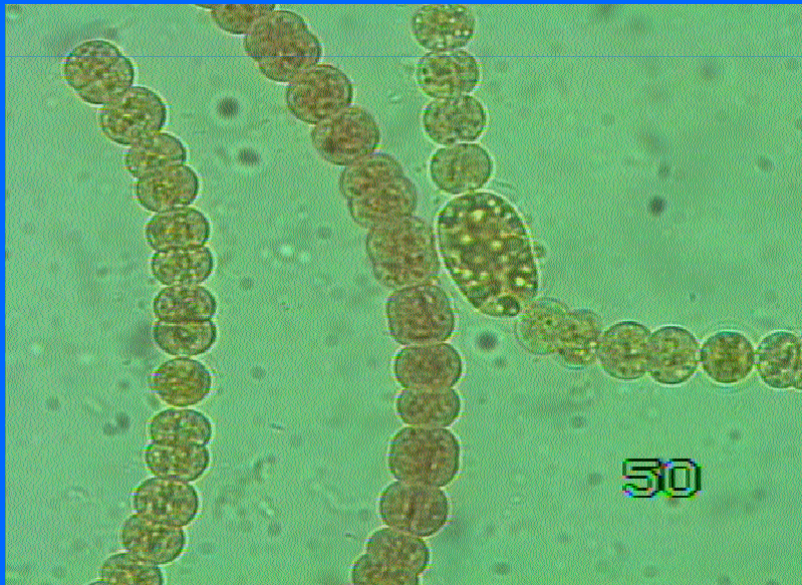


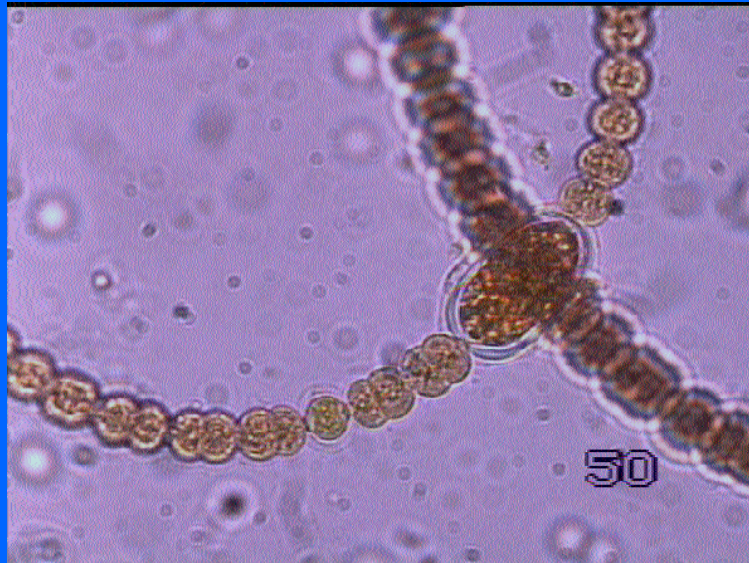


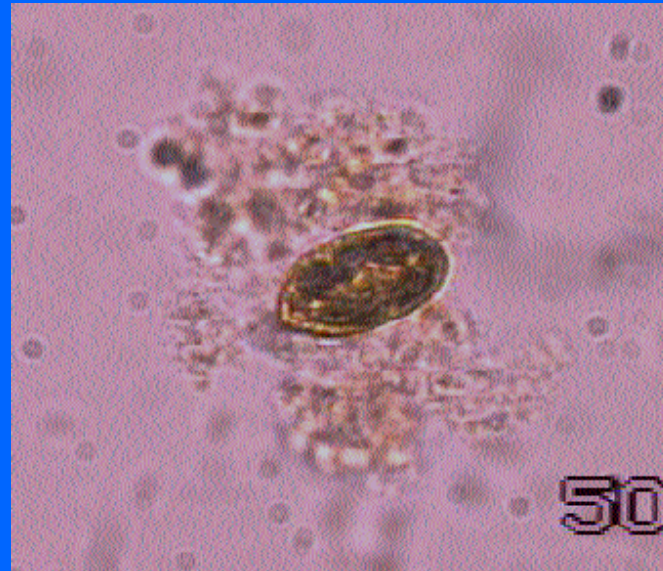
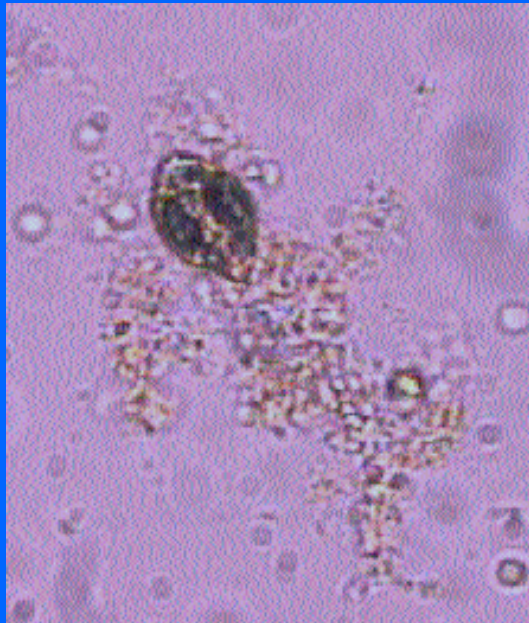
As cianobactérias apresentam, em geral, elevados requerimentos de fósforo para sobreviver.

Cianobacterias são organismos especialmente bem adaptados a sobreviver em águas superficiais de rios e lagos, suportando elevadas taxas de radiação solar. Esses organismos formam “blooms” que podem modificar completamente a aparência da água.

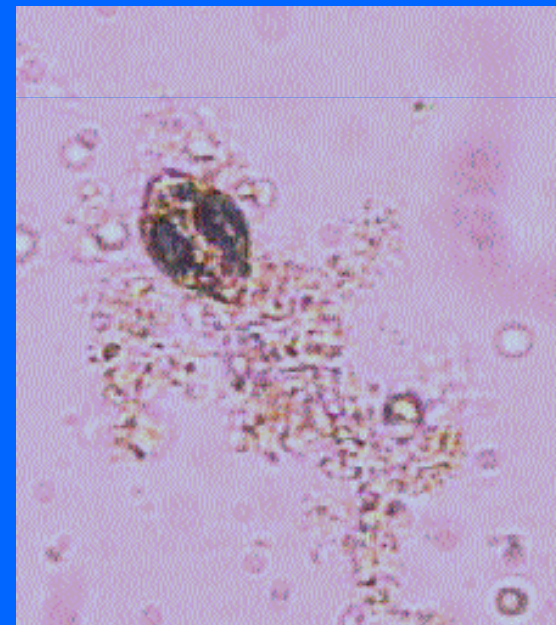






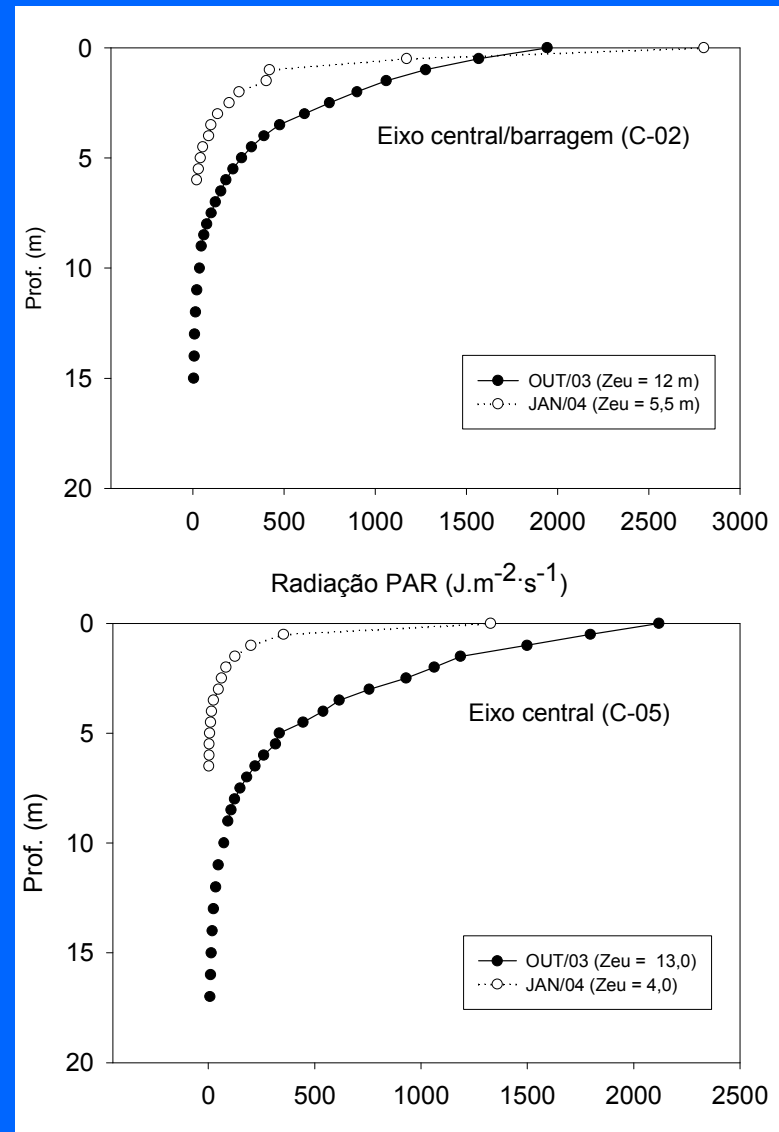


Os produtores primários (fitoplâncton) desenvolveram habilidades para explorar diferentes zonas de radiação na coluna de água. Alguns fitoflagelados (veja ao lado), por exemplo, são capazes de sobreviver em camadas de águas mais profundas, abaixo do epilimnion, uma região onde normalmente existe pouca radiação solar. Muitos desses organismos estão associados à ocorrência dos florescimentos de cianobactérias presentes nos reservatórios brasileiros.

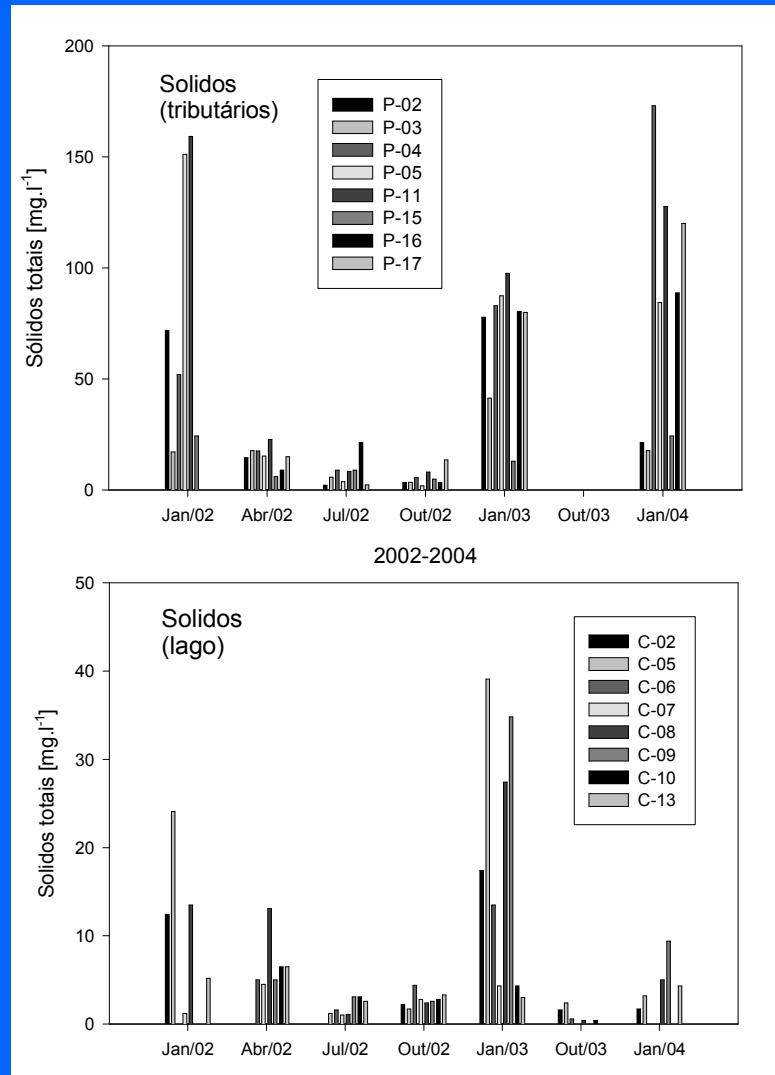


Porque existem tais florescimentos tão intensos em São Simão e quais são as principais causas desse fenômeno?

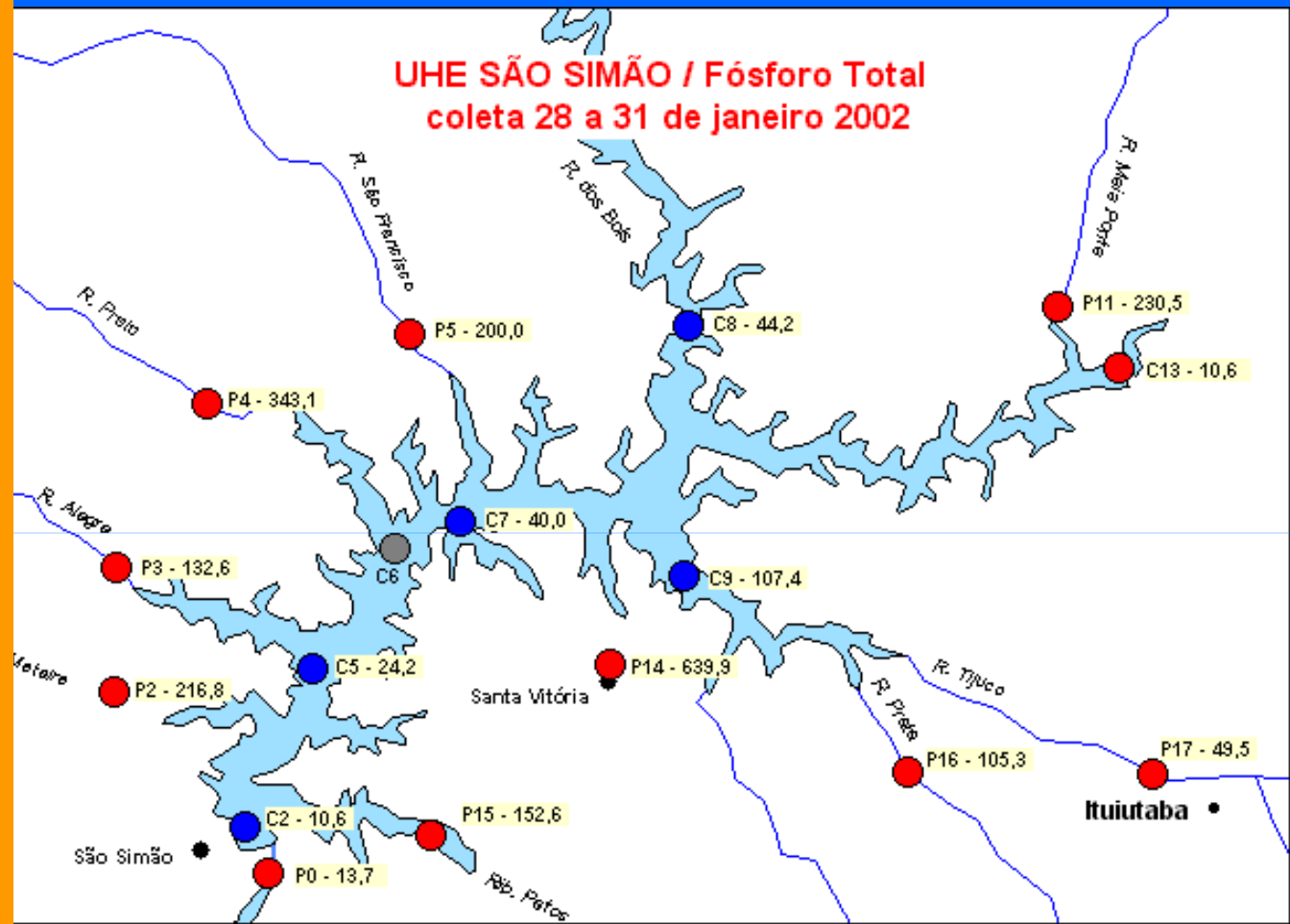
Nessa região, predominam condições de intensa radiação solar na maior parte do ano. Nos gráficos, ao lado, temos os perfis de radiação PAR em dois pontos centrais do reservatório. Notar, no entanto, que na época chuvosa a quantidade de radiação que chega as camadas mais profundas é muito reduzida graças ao aumento da turbidez das águas nessa época.

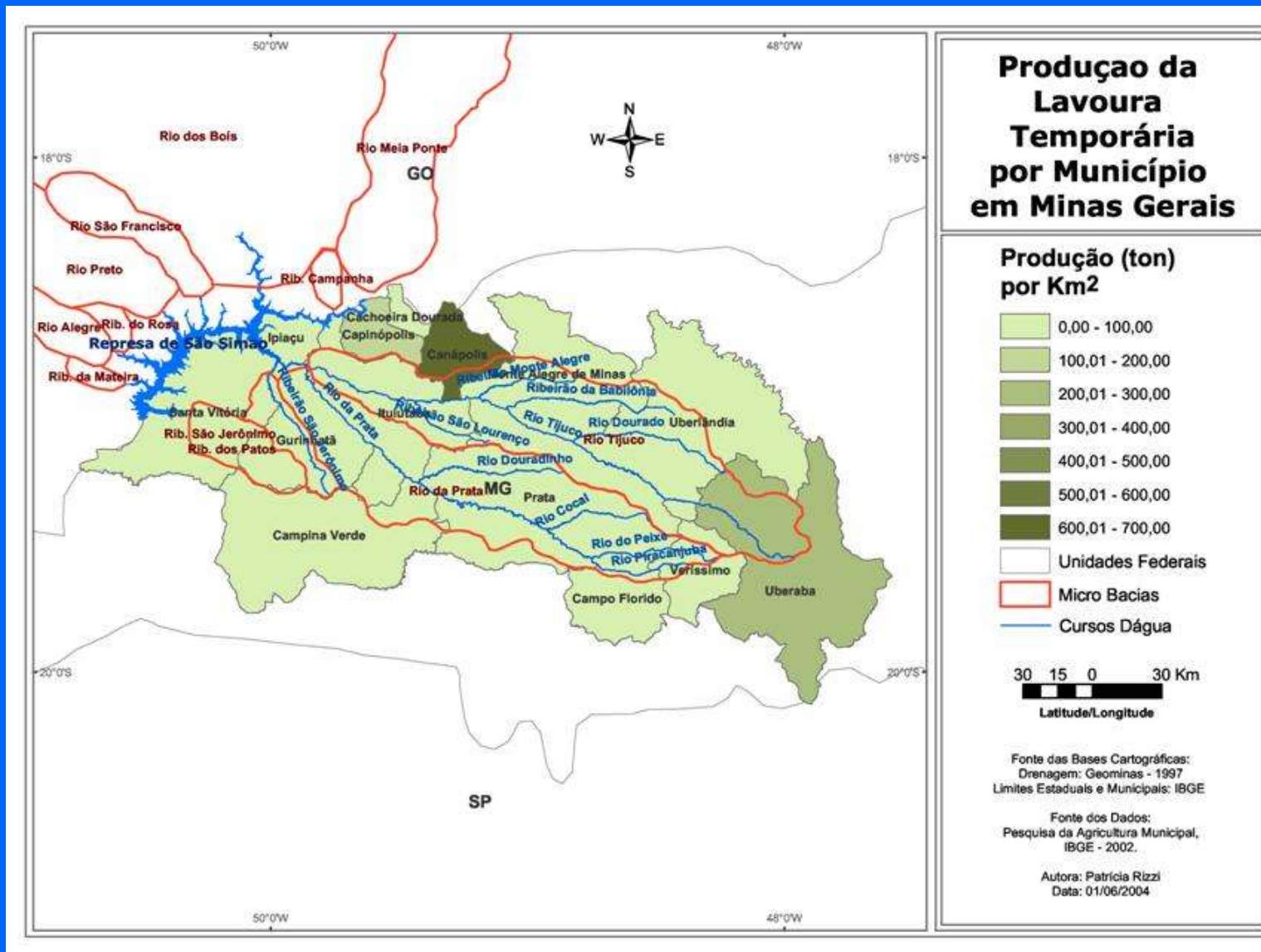


Os gráficos ao lado ilustram a grande sazonalidade na entrada de sólidos pelos principais tributários do reservatório com os maiores valores sempre ocorrendo na estação chuvosa (janeiro). Conseqüentemente, um aumento notável dos teores de sólidos foi também observado nesse período em todo o reservatório.



O cartograma ao lado representa as concentrações de fósforo total nos principais tributários e no reservatório em janeiro de 2002, quando foi anotada uma extensa floração de cianobactérias no reservatório. Nosso trabalho demonstrou que esses florescimentos sempre estiveram associados a alta disponibilidade de luz do verão, elevados aportes de nutrientes vindos através dos tributários. As causas dessas entradas de nutrientes estão certamente associadas às atividades humanas (agricultura e pecuária)

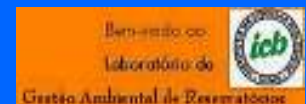




A radiação e a ecologia das plantas terrestres



UFMG – ICB – Depto. Biologia Geral, Lab. Gestão Ambiental de Reservatórios



Ao longo da evolução as plantas se adaptaram de modo notável às condições de luz existentes nos ecossistemas. As fotografias ao lado ilustram duas comunidades de plantas: (a) uma comunidade de plantas adaptadas à ambientes com muita luz; (b) comunidade de plantas do estrato herbáceo-arbustivo de florestas onde predominam condições de intenso sombreamento e pouca luz.



(a)



(b)

Figure 5.12 (a) Wild-flowers, growing in open fields, are sun plants. (b) Woodland ferns are highly shade-tolerant. In midsummer ferns may be the only leafy ground plants visible in the forest.

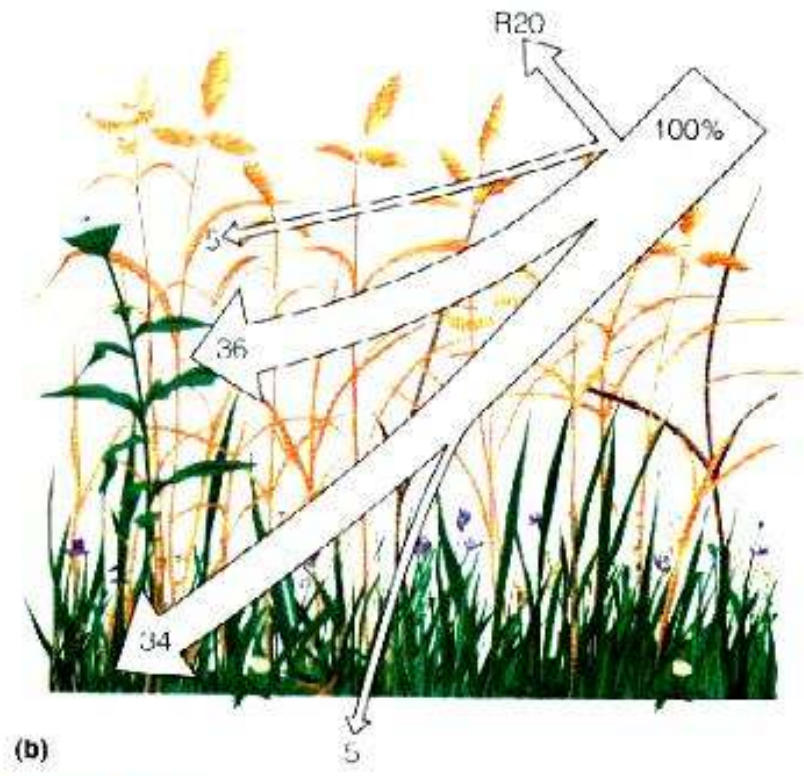
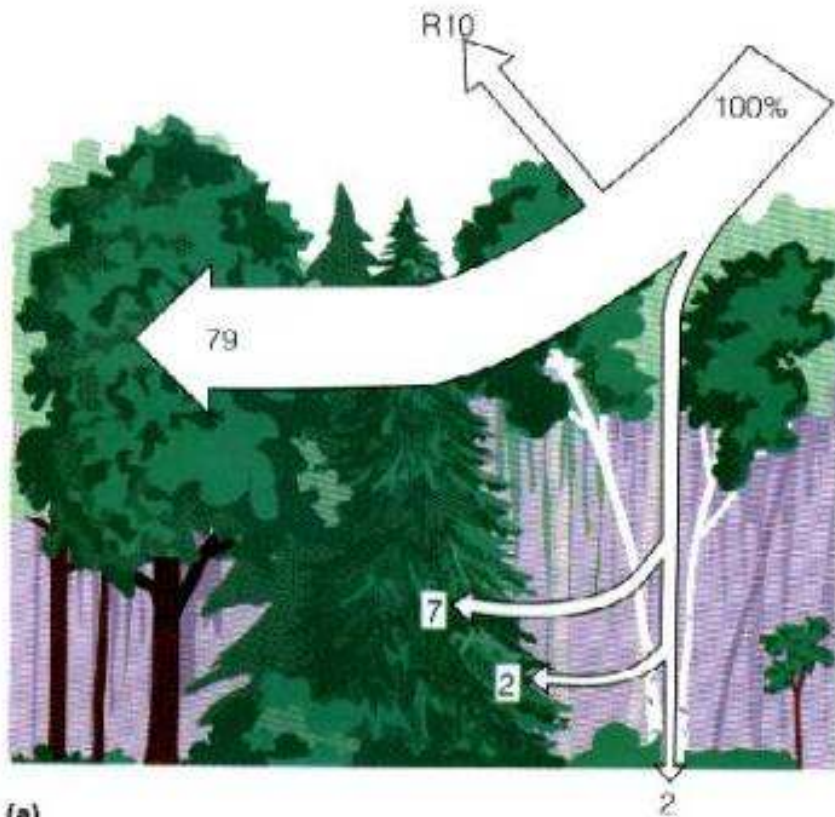


Figure 5.4 Thinning of light by the plant canopy. (a) A boreal mixed forest reflects (R) about 10 percent of the incident photosynthetically active radiation (PAR) from the upper crown, and it absorbs most of the remainder within the crown. (b) A meadow reflects 20 percent of the photosynthetically active radiation from the upper surface. The middle and lower regions, where the leaves are most dense, absorb most of the rest. Only 2 to 5 percent of PAR reaches the ground.

Os dois esquemas acima ilustram as modificações quantitativas que a radiação solar sofre ao atravessar uma floresta (a) e um campo (b). Notar que a quantidade de radiação refletida é 2x maior no campo. Cerca de 80% da radiação PAR é absorvida no dossel da floresta enquanto que cerca de 39% da radiação PAR consegue atingir os primeiros centímetros do solo em um campo na passo que na floresta esse percentual não passa de 2%.

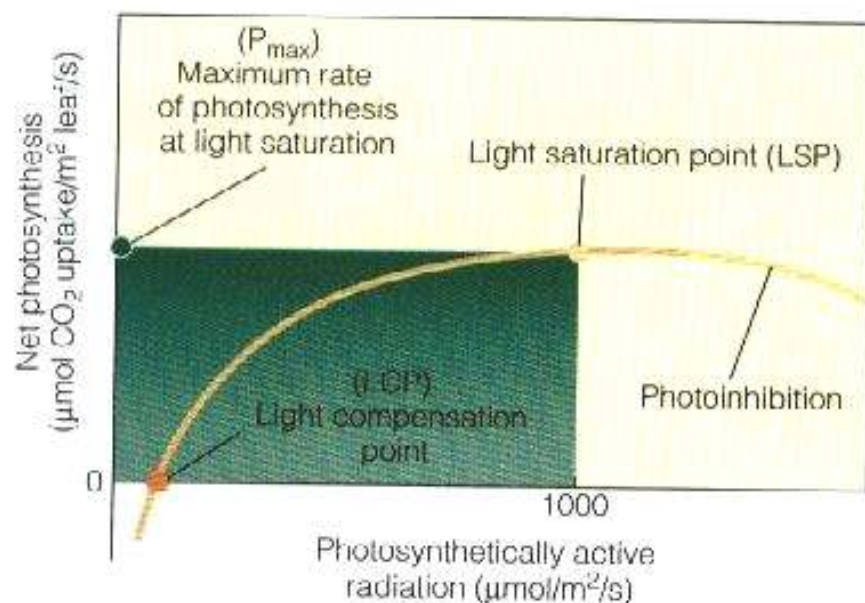


Figure 5.8 Response of photosynthetic activity to available light. The plant increases its rate of photosynthesis as the light level increases up to a maximum rate known as the light saturation point. After this point any increase in PAR results in a decline in photosynthesis or photoinhibition. The light compensation point is the light intensity at which the uptake of CO₂ for photosynthesis equals the loss of CO₂ in respiration.

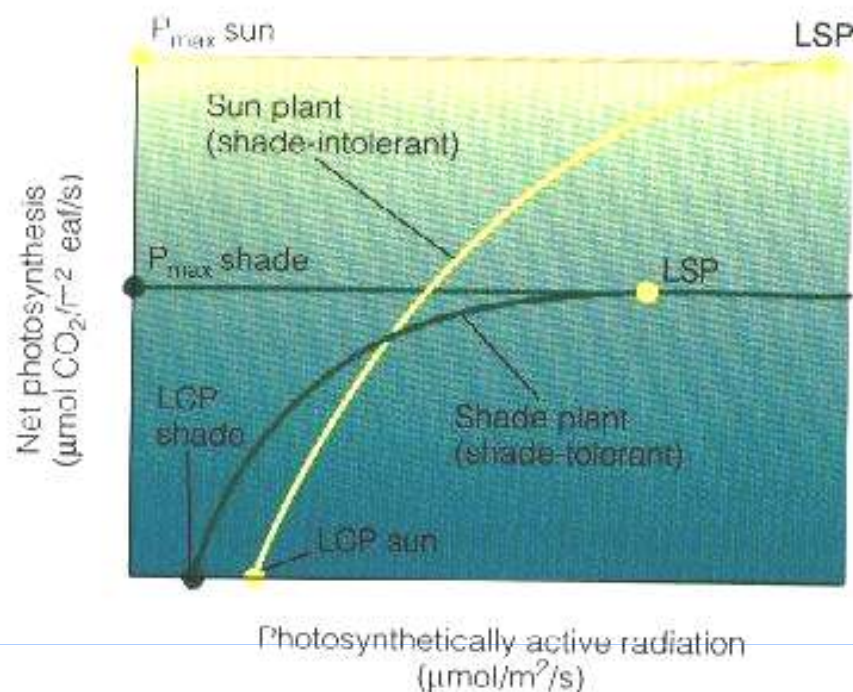
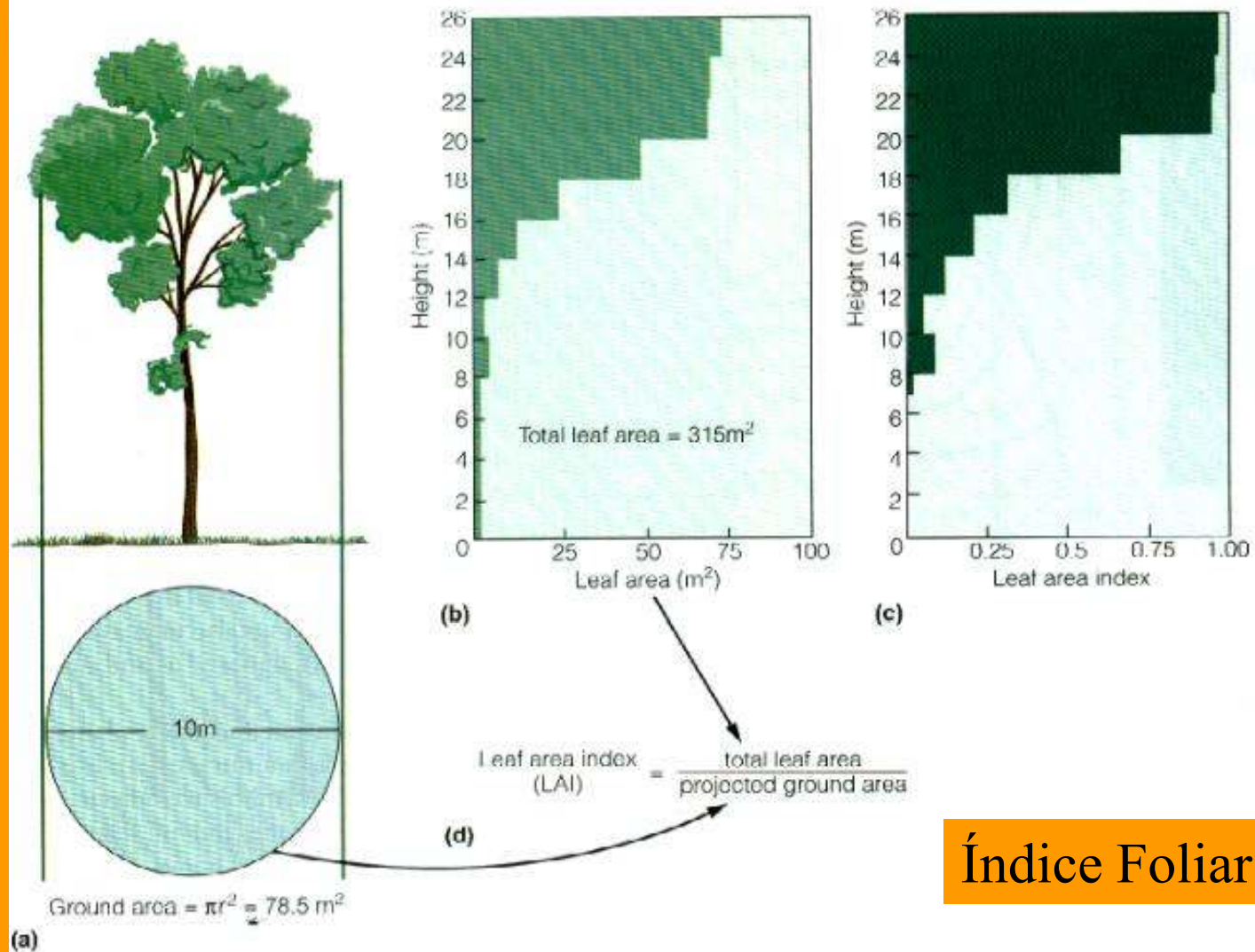


Figure 5.9 Patterns of photosynthetic response to light availability for shade-tolerant and shade-intolerant plants. Shade-tolerant plants have a lower light compensation point and a lower light saturation point than shade-intolerant plants.

Respostas da atividade fotossintética à luz. A fotossíntese responde linearmente à intensidade de luz até um ponto definido como sendo o ponto de saturação (LSP) a partir do qual novos aumentos causam um declínio dessa taxa, ou seja, a luz passa a ser um inibidor da fotossíntese. Outra região importante é a região de compensação (LCP) onde a taxa de fotossíntese iguala-se à taxa de respiração. No gráfico à direita, podemos observar que os pontos LCP e LSP são muito diferenciados em plantas tolerantes a sombra (*shade tolerant*) e plantas tolerantes ao sol (*shade intolerant*)

Uma árvore com diâmetro de copa de 10 metros possui diferentes densidades foliares em relação a essa altura. A contribuição de todas essas camadas em relação a área da copa projetada é definida como sendo o índice de área foliar (LAI). Esse índice é calculado como sendo o quociente entre a área foliar total e a área projetada da copa. No exemplo, ao lado, temos que a área projetada da copa é 78,5 m² e a área foliar total é igual a 315 m². Assim, temos que o LAI é igual a 4,0.



Índice Foliar

Figure 5.5 The concept of the leaf area index. (a) A tree with a 10-m wide crown projects the same size circle on the ground. (b) The foliage density of the crown at various heights above the ground. (c) The contributions of layers in the crown to the leaf area index. (d) Calculation of LAI. The total leaf area is 315 m². The projected ground area is 78.5 m². The LAI is 4.

A lei de Beer pode ser usada para se estimar a quantidade de energia radiante de um dado extrato (i) a partir do índice foliar (LAI) desse extrato e do coeficiente de extinção. Esse coeficiente mede o grau segundo o qual as folhas absorvem e refletem a luz. No exemplo ao lado, para $k=0,6$, são calculadas (Fig. A) as quantidades de radiação disponíveis em cada extrato a (AL) a partir dos dados de quantidade de folhas em cada extrato (LAI). Na Fig B estão estimadas as taxas de fotossíntese para cada extrato a partir do valor de saturação obtido, por exemplo, a partir de dados de laboratório.

QUANTIFYING ECOLOGY 5.1

BEER'S LAW AND THE ATTENUATION OF LIGHT

Equations can make a complicated picture easy to grasp. For instance, to describe the reduction, or attenuation, of light through a stand of plants we can use Beer's law:

$$AL_i = e^{-LAI_i k}$$

The subscript i refers to the vertical height of the canopy. For example, a value of $i = 5$ refers to a height of 5 m above the ground. The value AL_i is the light reaching any vertical position i in the stand, expressed as a proportion of the light reaching the top of the plants (a value from 0 to 1.0); e is the natural logarithm; LAI_i is the leaf area index above height i ; k is the light extinction coefficient. The light extinction coefficient is a measure of the degree to which leaves absorb and reflect light.

For the stand of yellow-poplar in Figure 5.7, we can construct a curve describing the available light at any height in the canopy. In Figure A, the light extinction coefficient has a value of $k = 0.6$. We label vertical positions from the top of the canopy to ground level on the curve. Knowing the amount of leaves (LAI) above any position in the canopy, we can use the equation to calculate the amount of light there.

The light levels and rates of light-limited photosynthesis for each of the vertical canopy positions are shown in the curve in Figure B. Light levels are expressed as a proportion of values for fully exposed leaves at the top of the canopy. As you move from

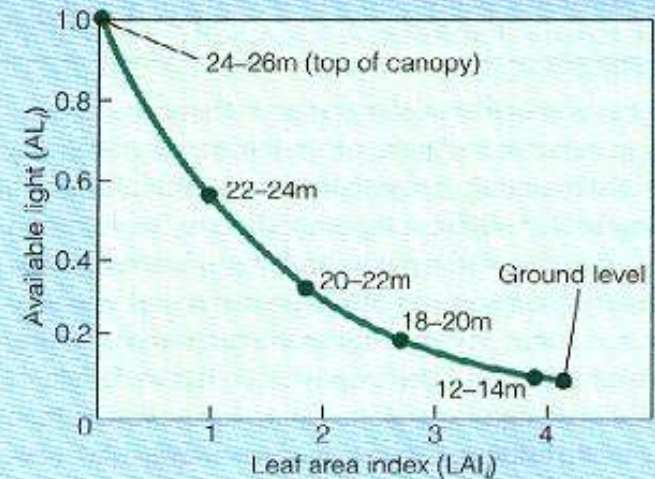


Figure A

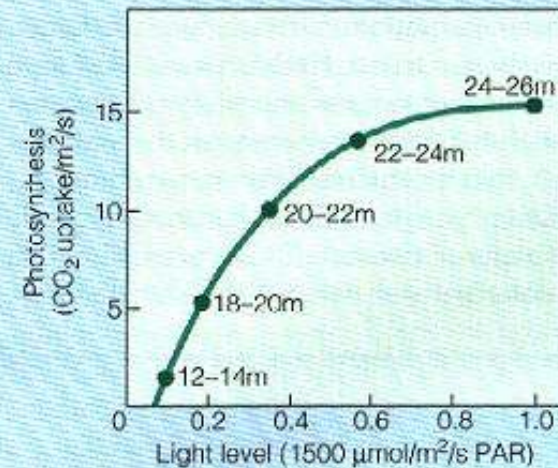
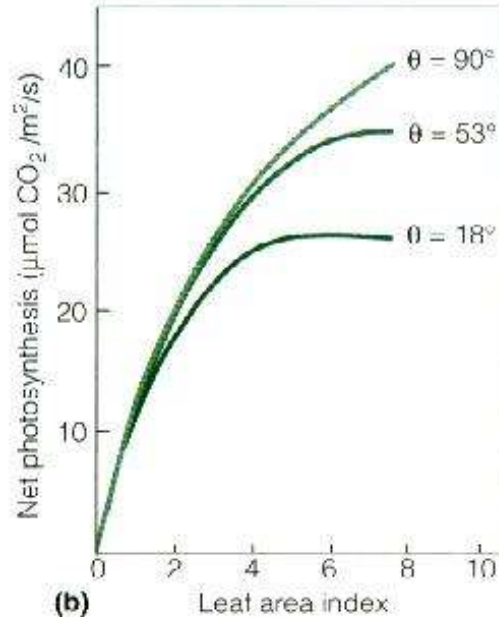


Figure B

the top of the canopy downward, the amount of light reaching the leaves and the corresponding rate of photosynthesis decline.



(a)



(b)

Figure 5.6 (a) The sharply angled leaves of corn plants with their high LAI allow dense planting. (b) The relationship of photosynthetic capacity of a barley plant to leaf angle (\angle) from the ground surface and to leaf area index.

Respostas de taxa de fotossíntese líquida em função do ângulo foliar e a da área foliar em milho (acima) e resposta da taxa de fotossíntese em função da intensidade de radiação solar em uma planta aquática (marinha) enraizada, *Zostera marina*.

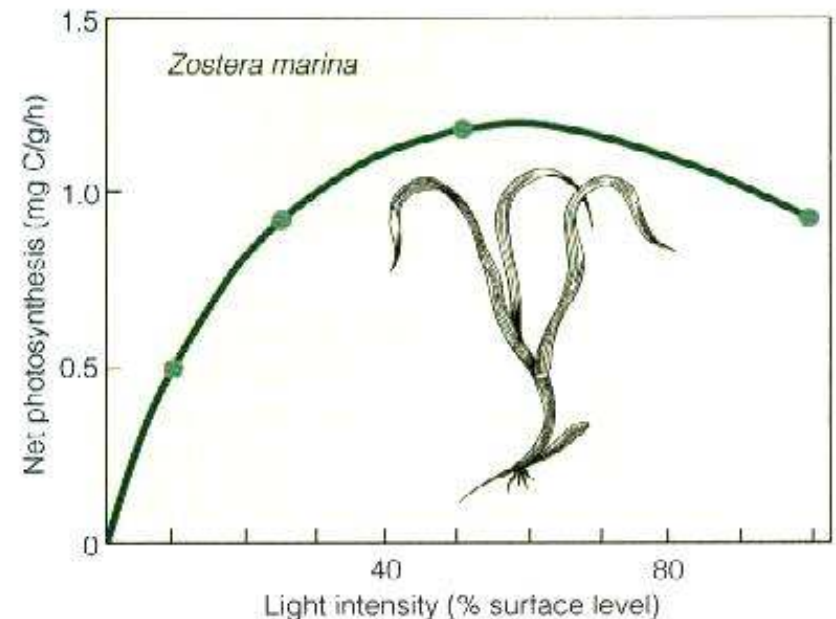
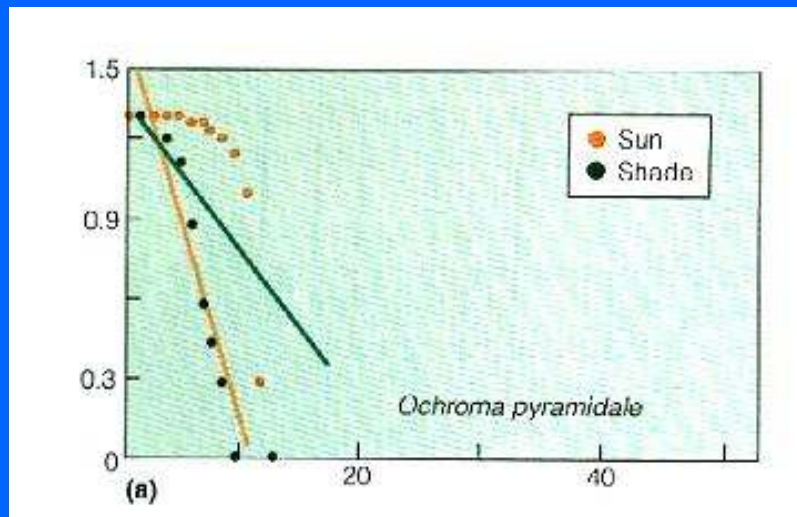


Figure 5.13 Net photosynthesis versus light intensity for the eelgrass *Zostera marina*, which grows in shallow estuarine and coastal waters. Note the inhibition of photosynthesis at higher light intensities.



Taxas de sobrevivência em função do tempo de sementes de três espécies de árvores tropicais submetidas a regimes de sol (linha amarela) e sombra (linha verde). Observar que a espécie *Ochroma pyramidale* é intolerante ao sol e as suas sementes sobrevivem menos tempo quando expostas ao sol (a). Já a espécie arbórea *Terminalia amazonica* é tolerante à sombra mas sobrevive ainda melhor diretamente exposta ao sol (b). Já *Myroxylon balsamum* é tolerante à sombra mas sobrevive de forma similar em ambos os regimes de luz solar (c).

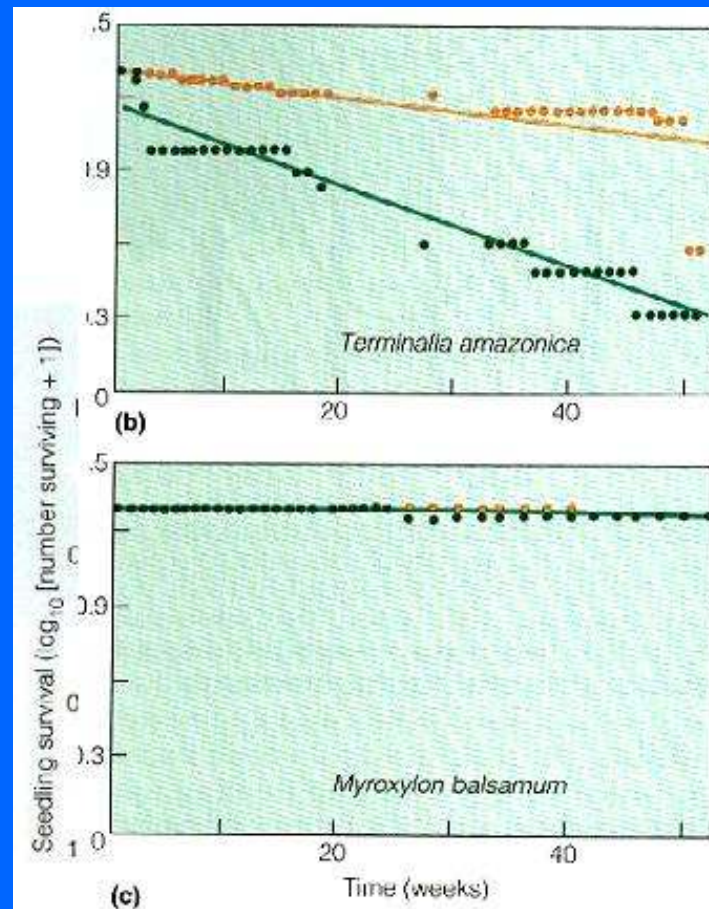


Figure 5.10 Seedling survival during one year in sun and shade for three wind-dispersed tree species on Barro Colorado Island, Panama. (a) *Ochroma pyramidale*, a very shade-intolerant species. (b) *Terminalia amazonica*, which is shade-tolerant but survives better in sun than in shade. (c) *Myroxylon balsamum*, a shade-tolerant species that survives in both sun and shade.

Observações Finais

- O clima de energia radiante é um dos elementos balizadores dos ecossistemas aquáticos e terrestres;
- As plantas normalmente reagem a luz demarcando três zonas muito claras (limitação, saturação e inibição);
- A luz é sempre um fator ecológico “chave” mesmo em ecossistemas tropicais sejam florestas, mares e lagos e, portanto, deve merecer maior atenção dos ecólogos trabalhando nessas regiões.