

# **ECOLOGIA**

## **ASPECTOS GERAIS 2018/2019**

*Oekologie* Ernst Haeckel (1866) - ciência que estuda as relações entre os organismos e o ambiente

Corpo de conhecimento que investiga as relações das plantas e animais com o ambiente orgânico e inorgânico, e as relações amigáveis ou não amigáveis que se estabelecem entre eles – DESENVOLVE-SE NO FINAL DO SÉC XX

Ricklefs 2010

A ecologia é o estudo de todas as inter-relações complexas que determinam as condições de luta dos organismos pela existência

# **ECOLOGIA**

## **ASPECTOS GERAIS**

- ❑ A dicotomia original ecologia animal (Tansley, 1904) - ecologia vegetal (Elton, 1927)
- ❑ Ecologia e ambientalismo (Clements, 1905)
- ❑ Ecologia pura e ecologia aplicada
- ❑ A transversalidade da ecologia (multidisciplinaridade) – hidrologia, biologia, química, hidráulica, clima, geologia...
- ❑ A importância da Ecologia para as outras ciências (Elton, 1927)

A ecologia é uma ciência, dotada de métodos próprios, e hipóteses testáveis, objectiváveis e replicáveis

**Descrição > explicação > compreensão > conceptualização  
(de estrutura, de padrões, de processos e de funções)**

E o papel do Homem?

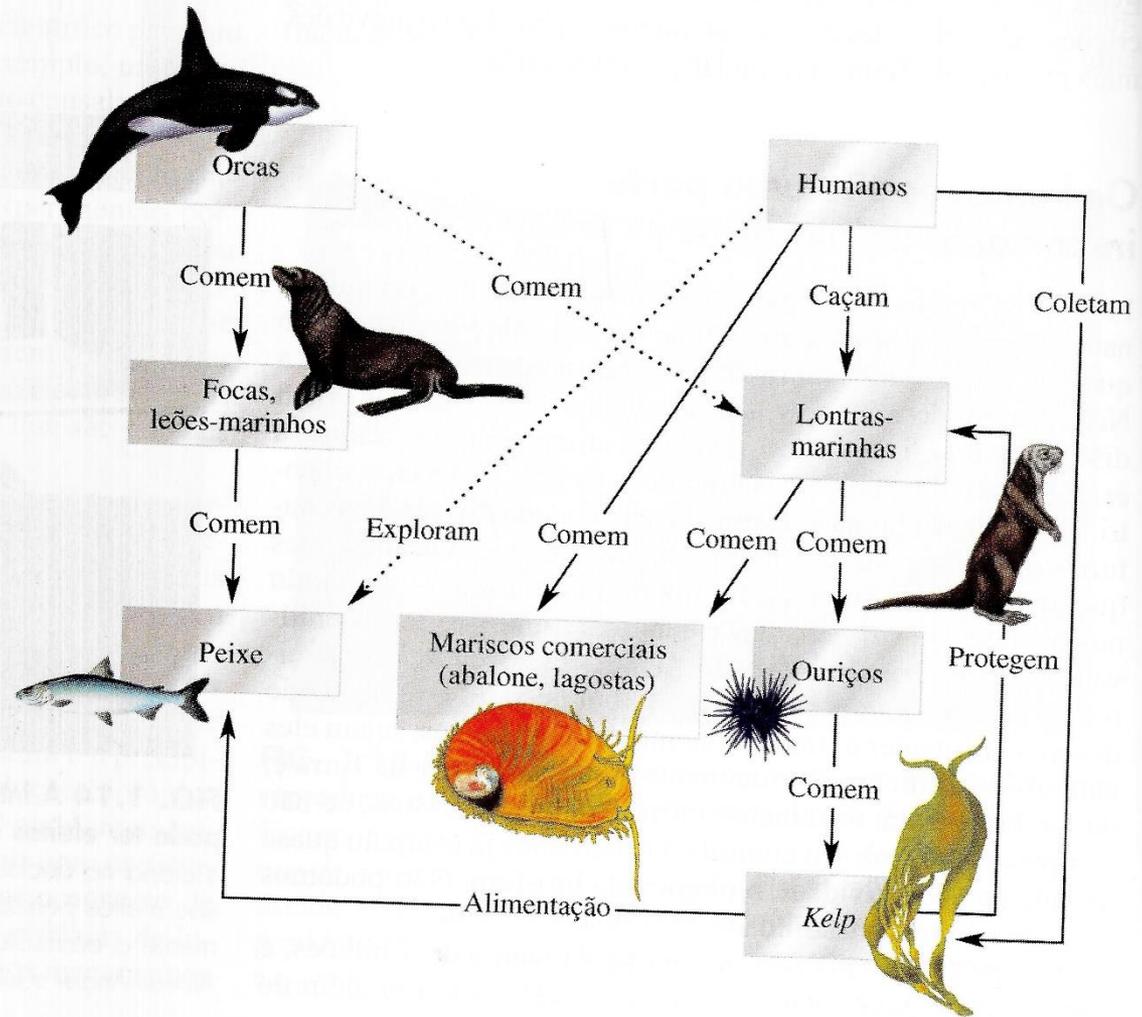
A ecologia estuda as interacções e as populações humanas estão no centro de grande parte das alterações e interacções

**E ecologia é uma ciência instrumental usada na conservação, gestão e uso de recursos naturais**

# AS ACTIVIDADES HUMANAS NO CENTRO DAS INTERACÇÕES ECOLÓGICAS

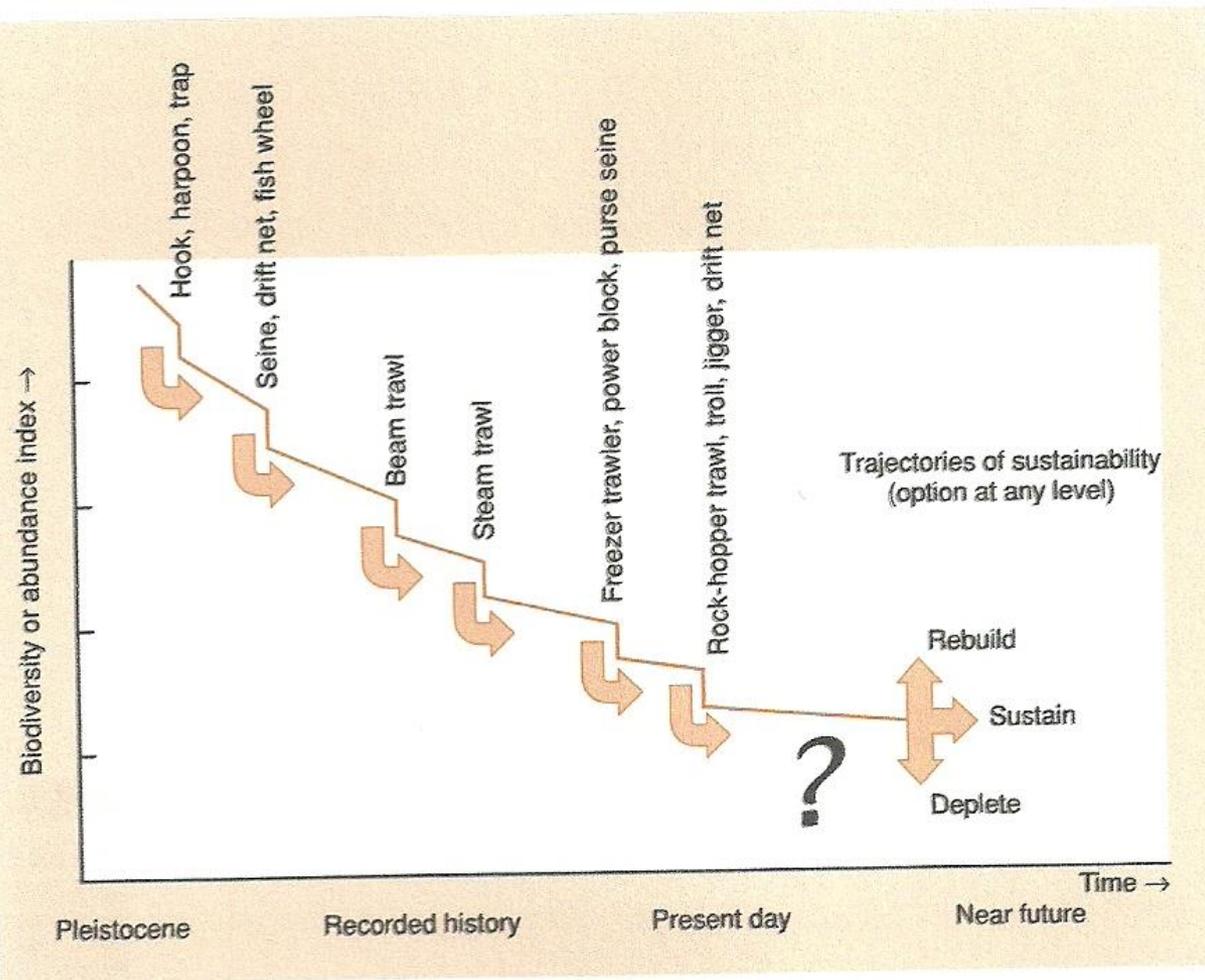
**Isto é gestão pesqueira, conservação ou ecologia?**

Ecosistemas das florestas de macroalgas marinhas (kelp)



**FIG. 1.15 Atividades humanas têm efeitos complexos nos ecossistemas.** Vários componentes do ecossistema *kelp*-ouriço-lontra são alterados quando os humanos reduzem as populações de lontras por caça. Segundo J. A. Estes et al., *Science* 282:473-476 (1998).

# USAMOS A ECOLOGIA DAS POPULAÇÕES PARA A DEFINIÇÃO REGRAS DE EXPLORAÇÃO PISCATÓRIA

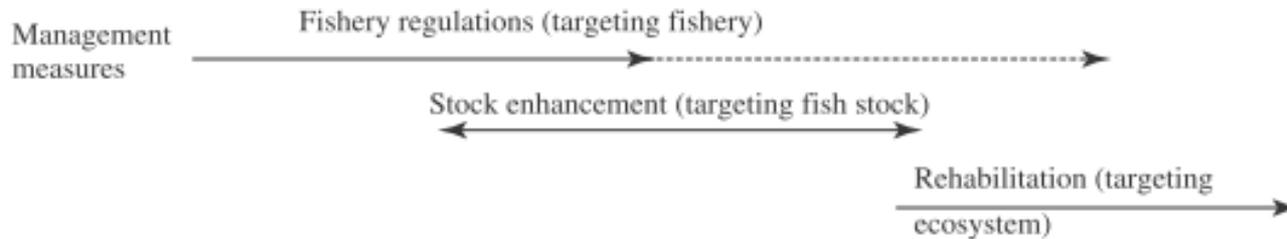
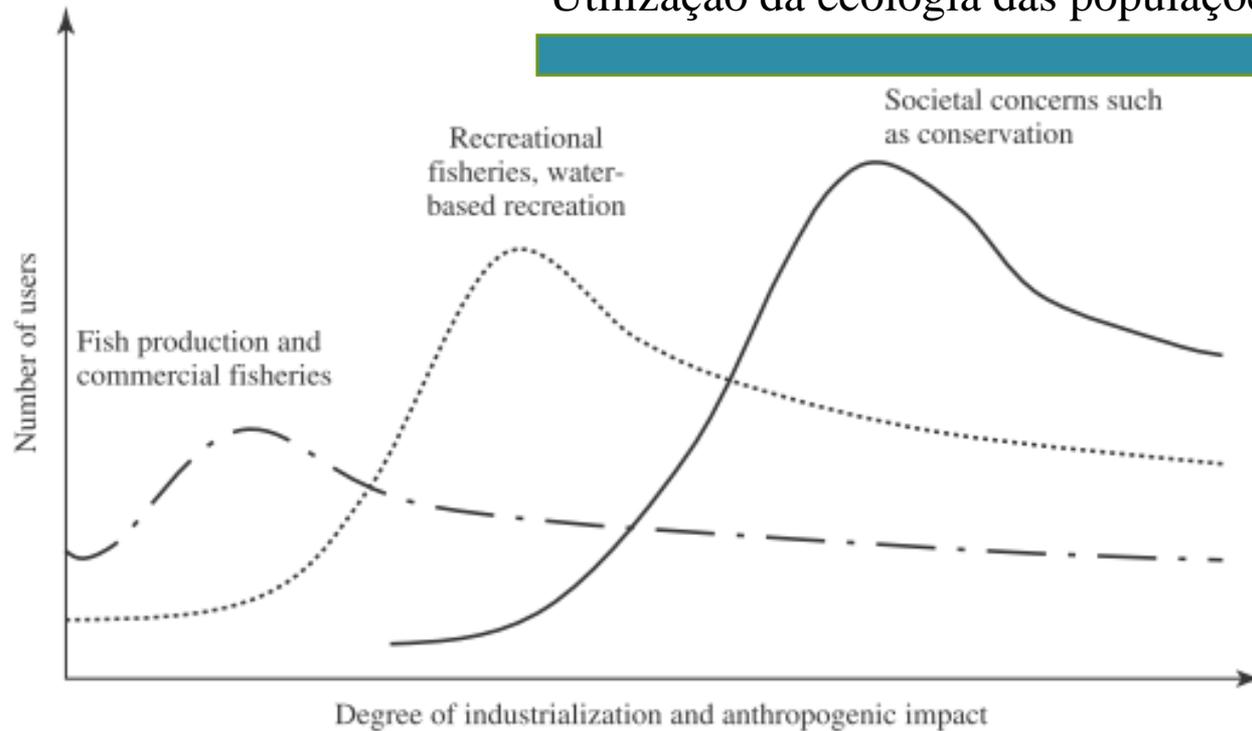


**Figure 22.18** Representation of the reduction in abundance and diversity of fish catches since prehistory. The downward steps depict serial depletion as new fishing technologies are invented. Horizontal gray arrows represent sustainable management regimes, which in theory could be devised at any stage. Future options are indicated by the three-way arrow. (After Pitcher, 2001.)

# OCEANOS: USAMOS A ECOLOGIA PARA AJUDAR O ECOSISTEMA A RECUPERAR DAS AGRESSÕES

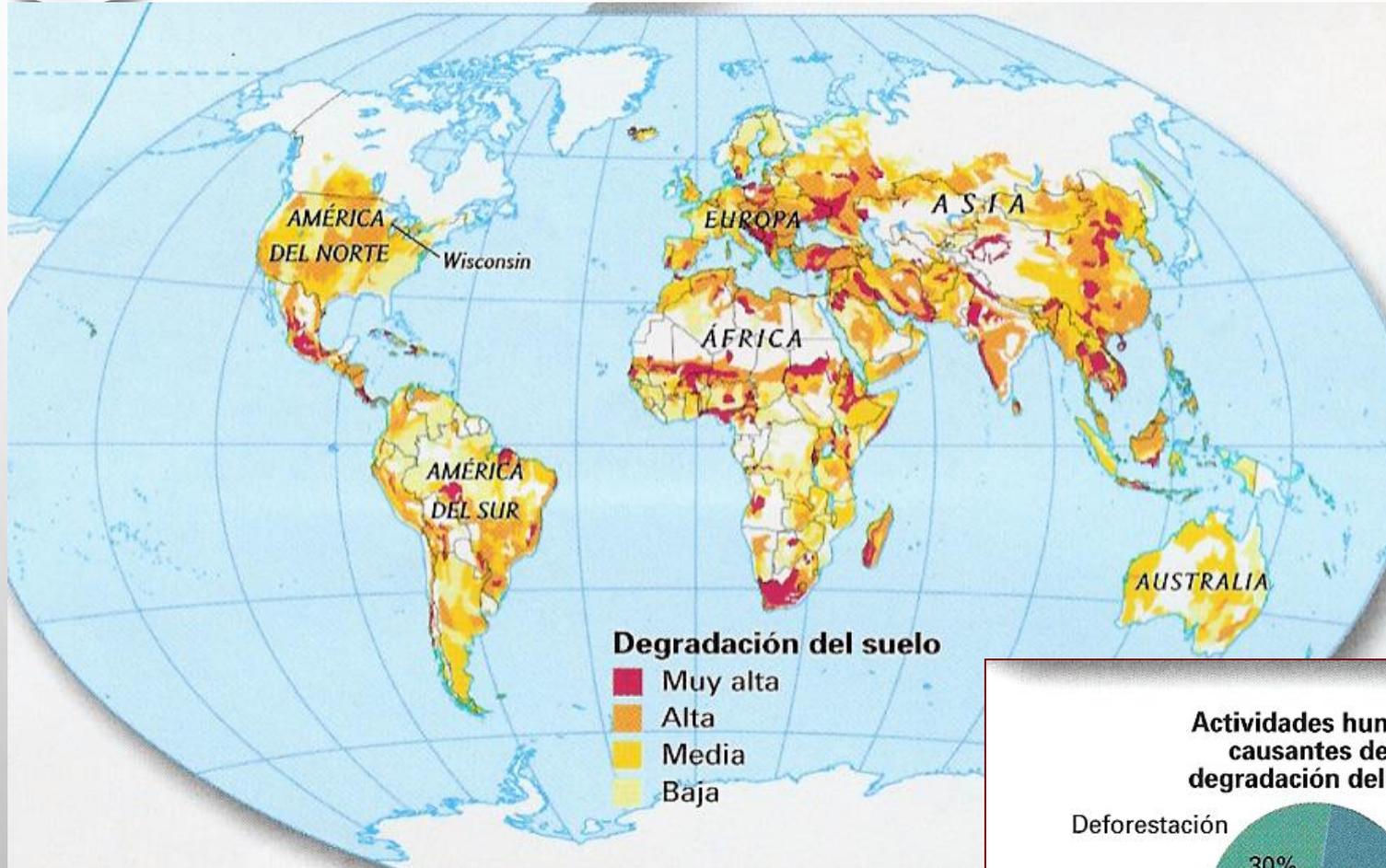


# Utilização da ecologia das populações

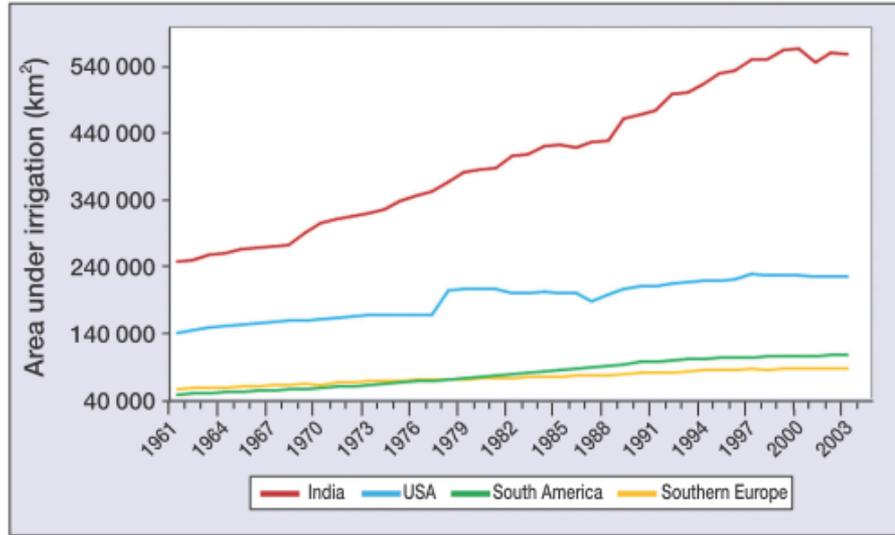


**EVOLUÇÃO HISTÓRICA NA FORMA COMO SÃO GERIDAS AS ACTIVIDADES HUMANAS NO QUE RESPEITA À CONSERVAÇÃO: PREOCUPAÇÃO CRESCENTE À MEDIDA QUE OS RECURSOS NATURAIS SÃO AFECTADOS**  
Exemplo da actividade recreativa da pesca em águas interiores

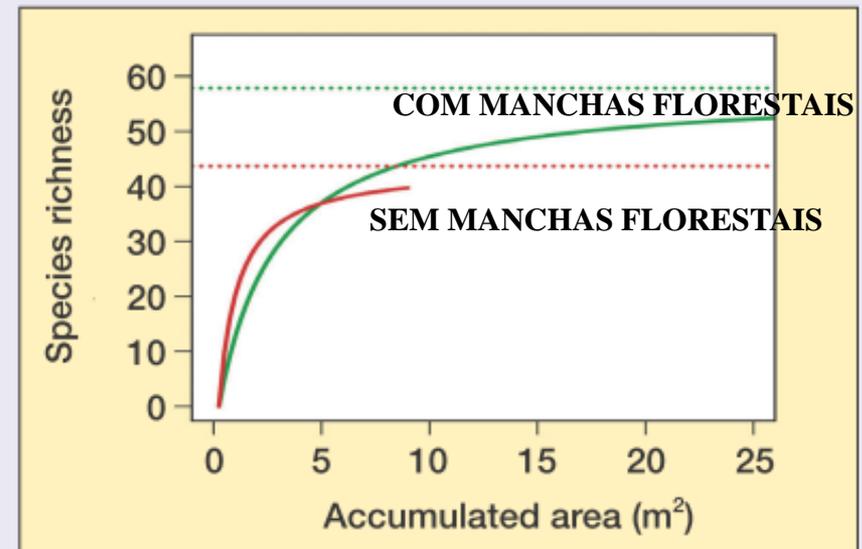
# NÃO SÓ OS SISTEMAS AQUÁTICOS TEM PROBLEMAS: DEGRADAÇÃO DO SOLOS



# USAMOS A ECOLOGIA DAS COMUNIDADES PARA GARANTIR A QUALIDADE DOS ECOSSISTEMAS: RESTAURO ACTIVO DA DIVERSIDADE ECOLÓGICA EM ZONAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS



**Figure 1.** Increased intensity of land use in arid and semi-arid zones, indicated by increases in the area of agricultural land under irrigation since the 1960s. In these examples, the area of irrigated land doubled, on average, over the time period shown. Data from FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>).



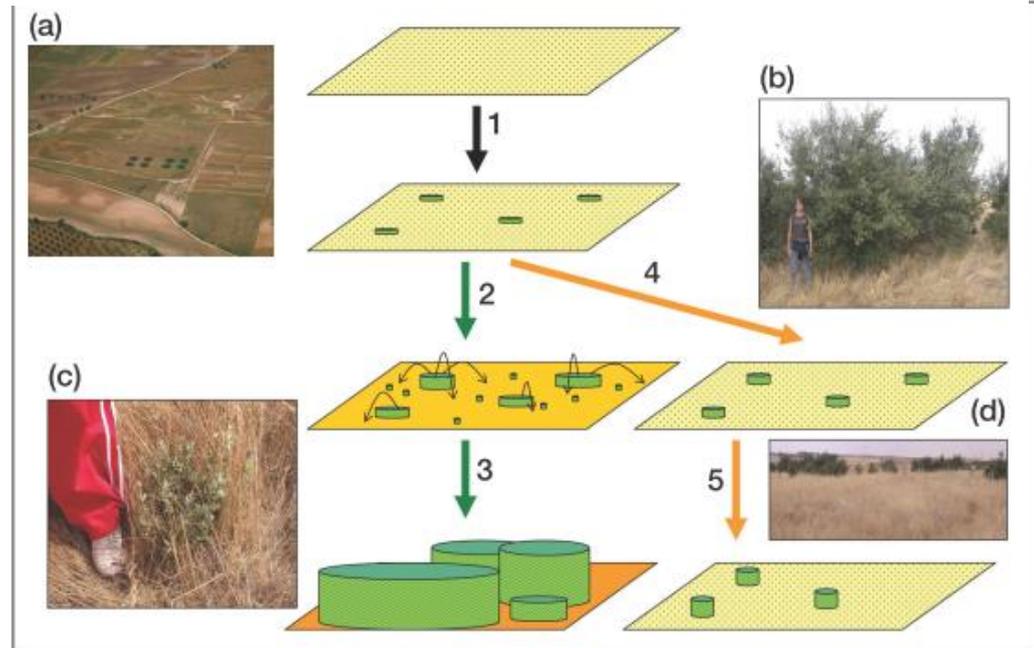
**Figure 5.** The woodland islet approach increases heterogeneity and therefore biodiversity. Expected herb diversity based on accumulation curves at the landscape level – represented by the flat, asymptotic lines – after 13 years of cropland abandonment in two scenarios: secondary succession alone (red and dotted line) and secondary succession with established woodland islets (green and dashed line). The woodland islet scenario includes 16 species (38%) more than the secondary succession scenario.



# USAMOS A ECOLOGIA DAS COMUNIDADES PARA GARANTIR A QUALIDADE DOS ECOSSISTEMAS E AS FUNÇÕES E SERVIÇOS QUE PRESTAM: RESTAURO ACTIVO DA DIVERSIDADE ECOLÓGICA EM ZONAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS



**Figure 4.** A woodland islet developed on abandoned cropland in a Mediterranean landscape 13 years after the introduction of *Quercus ilex* seedlings at a density of 50 individuals per 100 m<sup>2</sup>.



**Figure 3.** Schematic diagram of the “woodland islets” approach, illustrated with the 15-year experimental site at La Higuera Experimental Farm (Toledo, Spain). A denuded agricultural landscape is planted with a few (here, four) small (eg 100-m<sup>2</sup>) woodland islets (1 and a). Targeted management of the islets allows the trees to establish, grow and reach sexual maturity rapidly (b). If the cropland is then abandoned, the islets can expand and export seeds (and other organisms established in them) to the surrounding land (2 and c – a holm oak seedling). The islets eventually coalesce to form closed woodland (3). Alternatively, the surrounding land remains in same or other uses (eg cultivation or pasture, d) while the islets remain as small patches of native woodland community as the trees grow taller (4). Because they are small, some islets may disappear through stochastic events (5).

# INFRAESTRUTURAS VERDES



**Usamos a ecologia para  
gerir os ecossistemas e  
habitats para as  
espécies**

# Usamos a ecologia para reabilitar e recriar funções

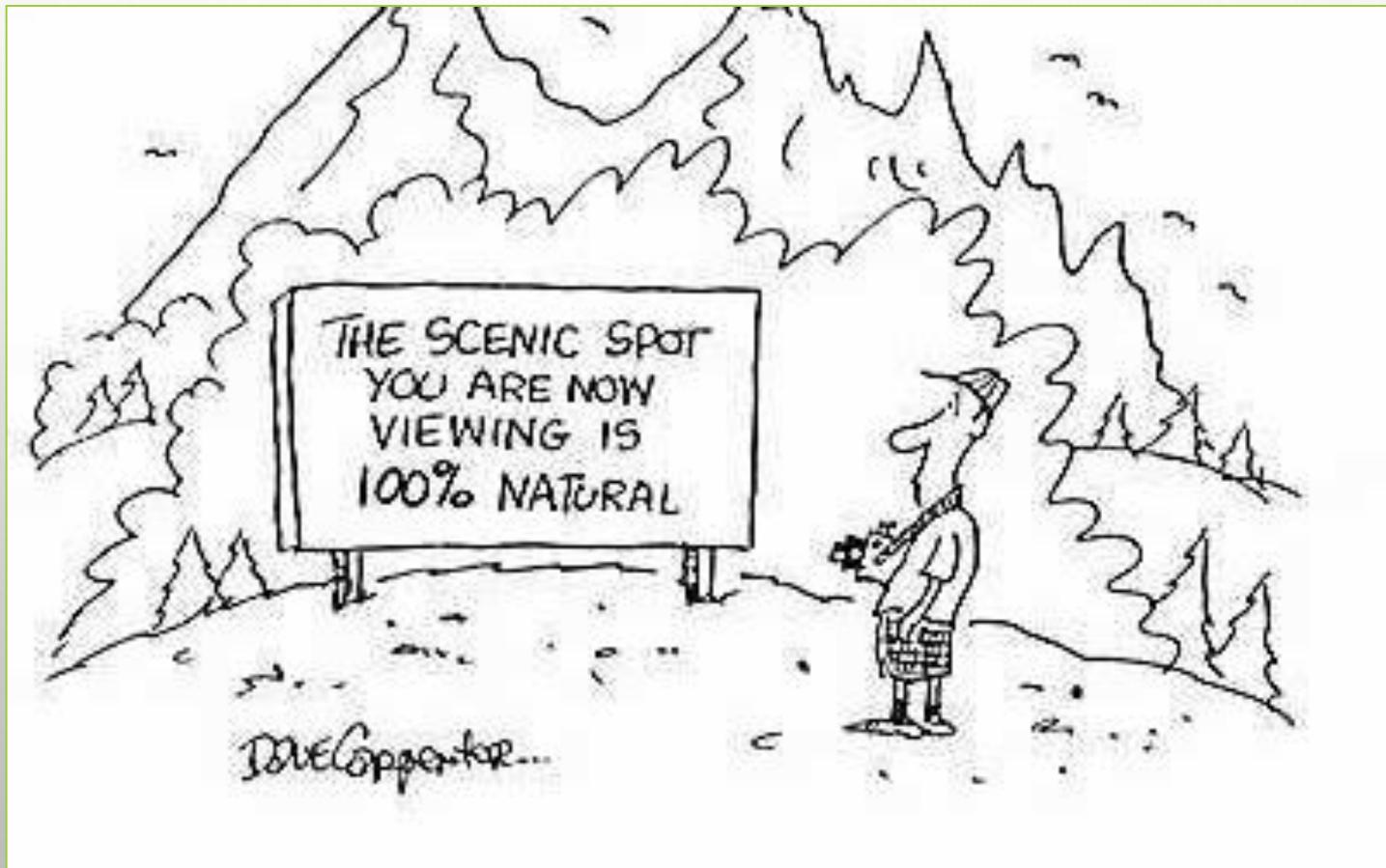


**RESTAURO DO PAUL DA GOUCHA, Santarém 2008 - 2011**

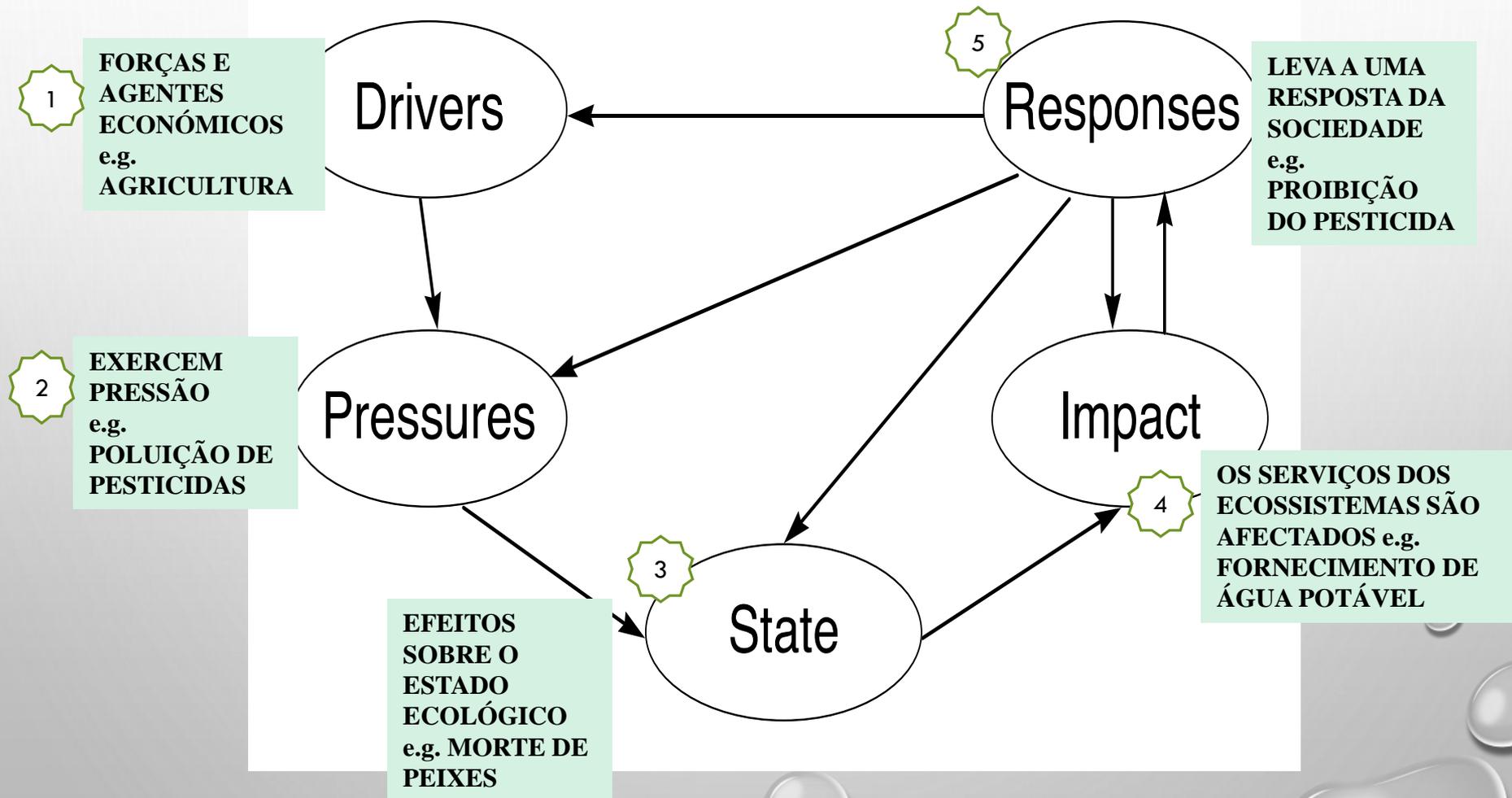


PARADIGMAS que NÃO se confirmam na evidência ecológica do mundo presente:

- ❑ A natureza tende para um equilíbrio auto-sustentável quando deixada por si só
- ❑ As zonas naturais estão separadas das zonas humanizadas

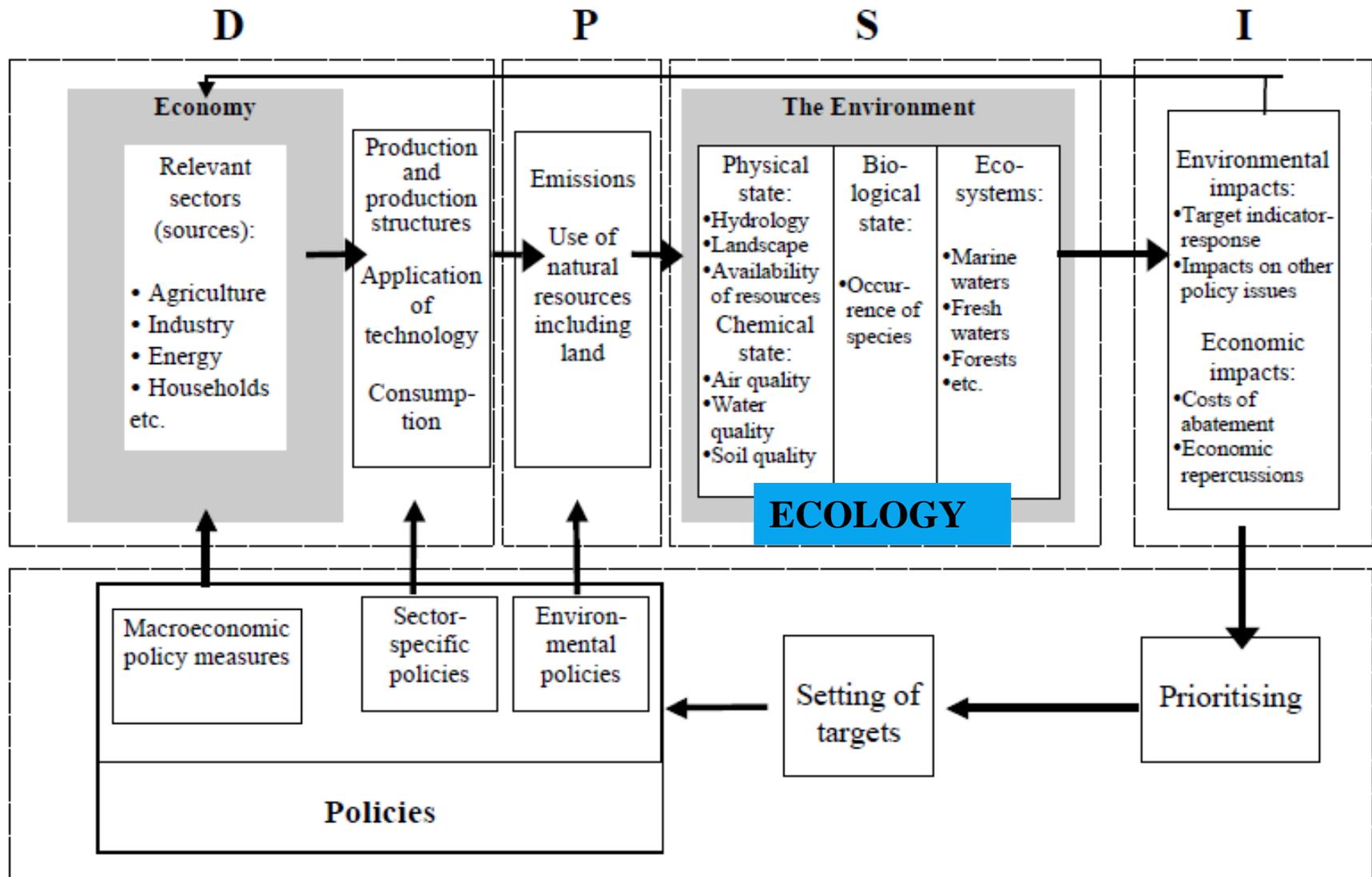


# AS ACTIVIDADES HUMANAS E OS PROCESSOS ECOLÓGICOS ESTÃO INDISSOCIAVELMENTE LIGADOS: O ESQUEMA DPSIR



# AS ACTIVIDADES HUMANAS E OS PROCESSOS ECOLÓGICOS ESTÃO INDISSOCIAVELMENTE LIGADOS: O ESQUEMA DPSIR

As atividades humanas interferem na maior parte dos processos ecológicos



R

# ECOLOGIA

- ❑ hoje mais do que nunca precisamos compreender o funcionamento dos sistemas ecológicos para melhor assegurar o suporte ambiental que necessitam, a “sustentabilidade”
- ❑ então a ecologia é uma ciência cujos conceitos teóricos são inevitavelmente aplicáveis e aplicados
- ❑ todas as actividades que lidam com a exploração e conservação de recursos naturais (água, animais e plantas, solos e recursos minerais) necessitam de conhecimento ecológico
- ❑ como em todas as ciências, os conhecimentos evoluem em permanência e com base na experiência e na experimentação

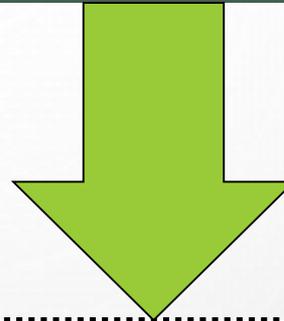
# ÂMBITO DA ECOLOGIA

**Genes**

**Cromossomas**

**Indivíduos/organismos**

**Populações**



**Organização  
biológica**

**Populações (mesma espécie)**

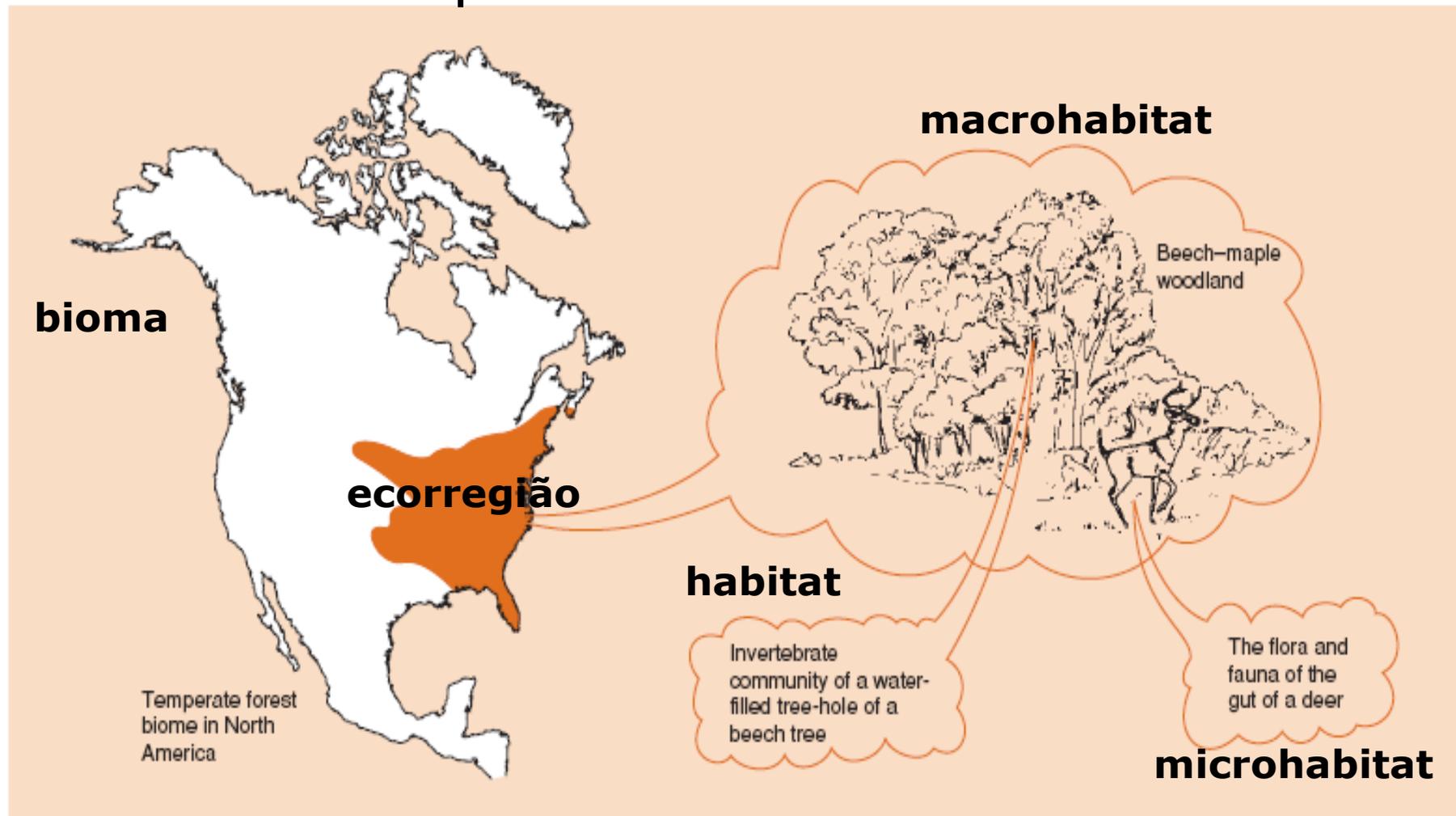
**Comunidades (conjuntos de espécies)**

**Mosaicos e Ecossistemas (conjuntos de comunidades)**

**Paisagens e Matrizes (conjuntos de ecossistemas)**

**Biomassas (conjuntos de paisagens)**

# A organização biológica expressa-se e estuda-se a escalas espaciais diferentes



**Figure 16.2** We can identify a hierarchy of habitats, nesting one into the other: a temperate forest biome in North America; a beech-maple woodland in New Jersey; a water-filled tree hole; or a mammalian gut. The ecologist may choose to study the community that exists on any of these scales.

Politica de alterações climáticas

Politica de uso da terra

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO NA GESTÃO DE RECURSOS

## ORGANIZAÇÃO BIOLÓGICA

Macroecologia

**Biosfera:**  
Processos globais

**Ecossistema:**  
Fluxo de energia e ciclo de nutrientes

Fluxos de energia e tróficos

**Comunidade:**  
Interações entre populações; a unidade da biodiversidade

Ecologia das comunidades

## ÁREAS DA ECOLOGIA

**População:**  
Dinâmica populacional; a unidade da evolução

Ecologia das populações

Autoecologia

**Organismo:**  
Troca de energia e matéria com o ambiente; reprodução e sobrevivência; a unidade da seleção natural; comportamento

da sistema ecológico embute diferentes tipos de pro-  
ureza hierárquica dos sistemas ecológicos é mostrada  
, sua menor escala, até a biosfera, sua maior escala.

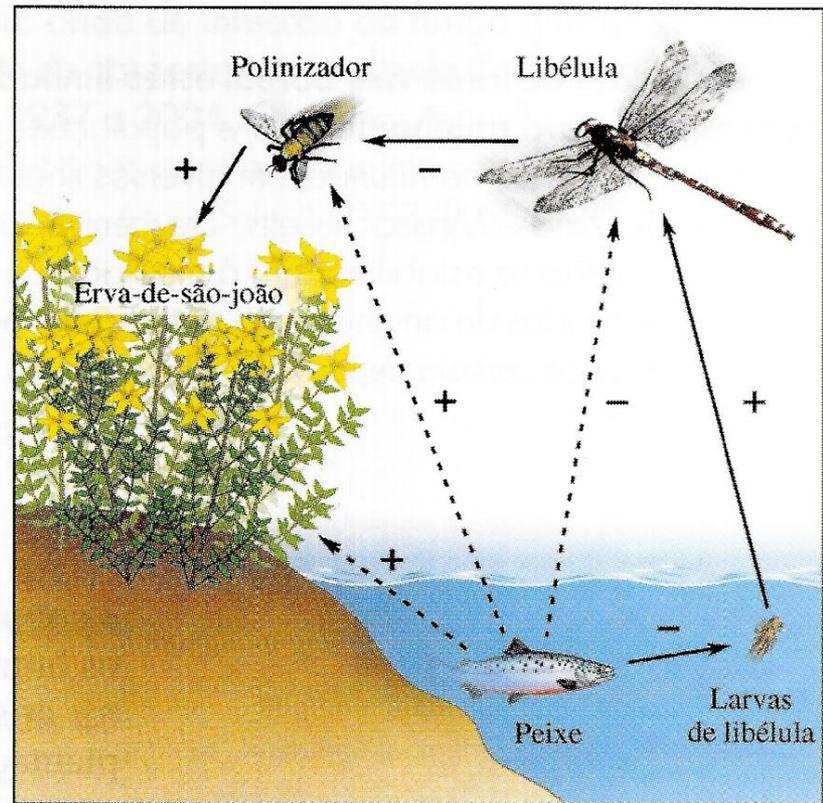
Gestão de pastagens

Definição quotas de pesca

Quais as espécies para cultura

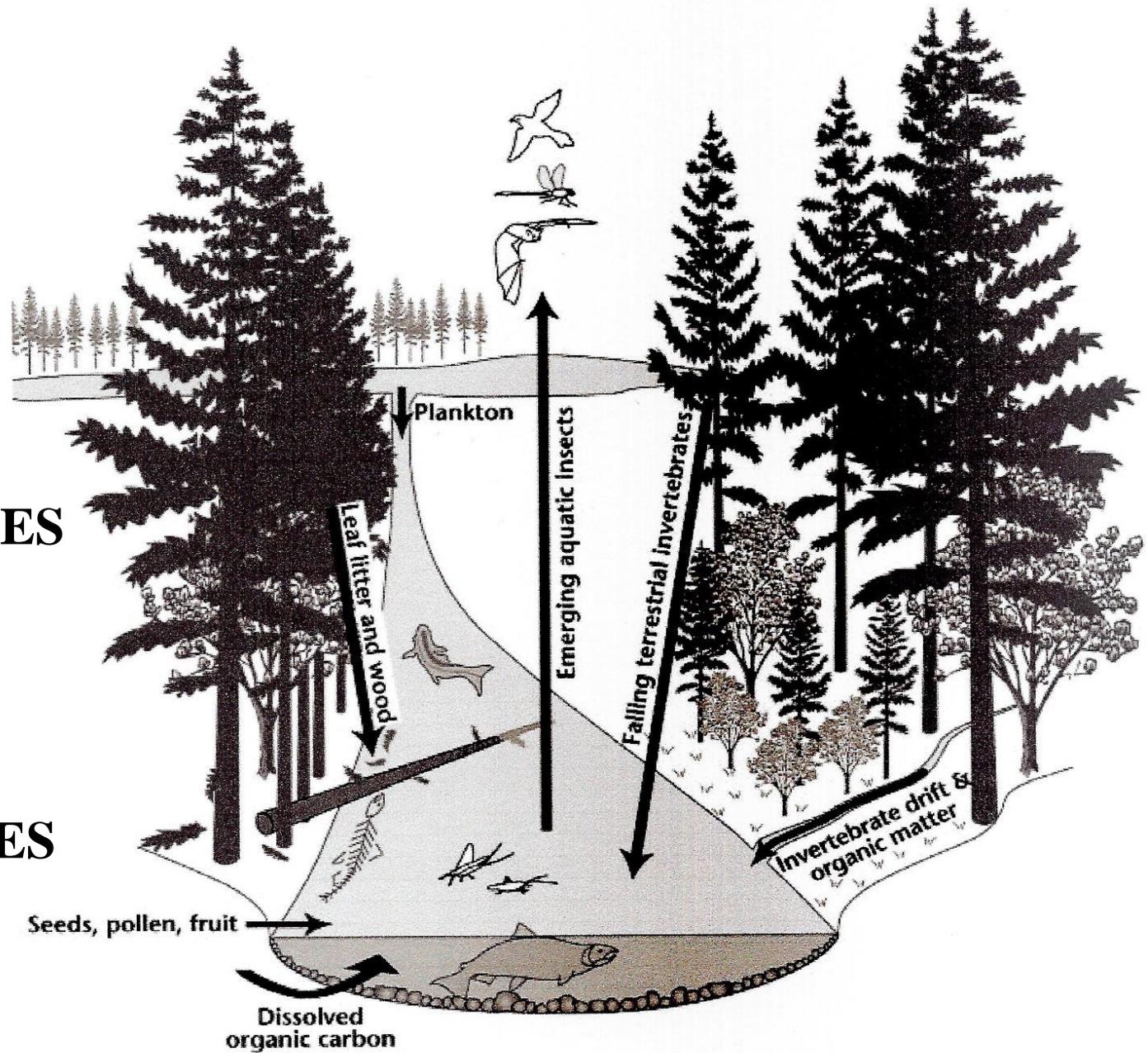


# TODAS AS COMPONENTES BIOLÓGICAS ESTÃO LIGADAS – ESCALA LOCAL E DAS POPULAÇÕES



**Os peixes têm efeitos indiretos sobre as populações de diversas espécies dentro e no entorno dos pequenos lagos.** As setas sólidas representam efeitos diretos, e as tracejadas, indiretos; a natureza do efeito é indicada por um + ou -. Os peixes têm efeitos indiretos, através de uma cascata trófica, sobre diversas espécies terrestres: libélulas adultas (-), polinizadores (+) e plantas (+). Segundo T. M. Knight et al., *Nature* 437:880–883 (2005).

**TODAS AS  
COMPONENTES  
BIOLÓGICAS  
ESTÃO  
LIGADAS –  
ESCALA DAS  
COMUNIDADES  
E FLUXOS DE  
MATÉRIA**

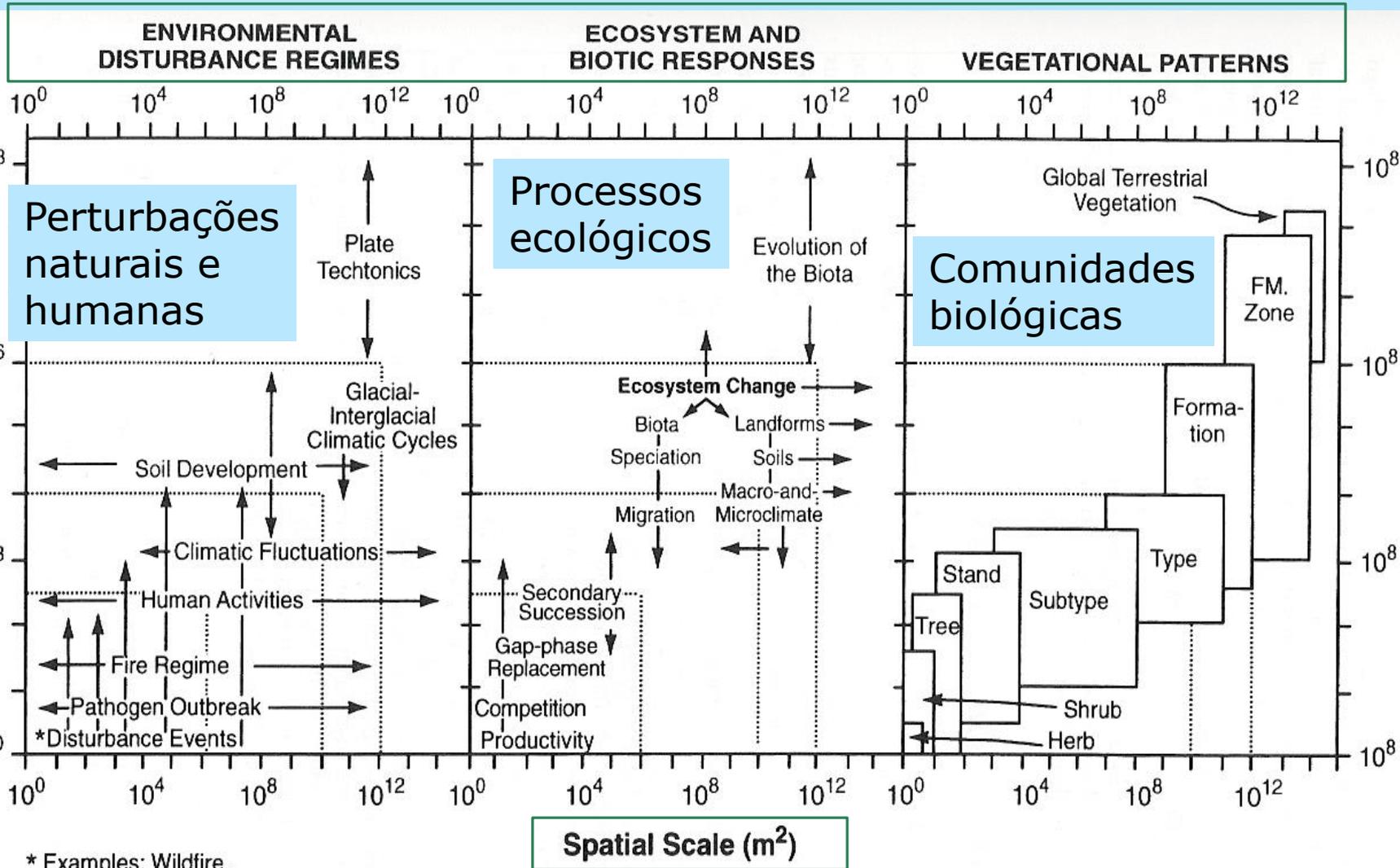


# TODAS AS COMPONENTES BIOLÓGICAS ESTÃO LIGADAS – AO NÍVEL DOS ECOSISTEMAS E SEUS COMPARTIMENTOS



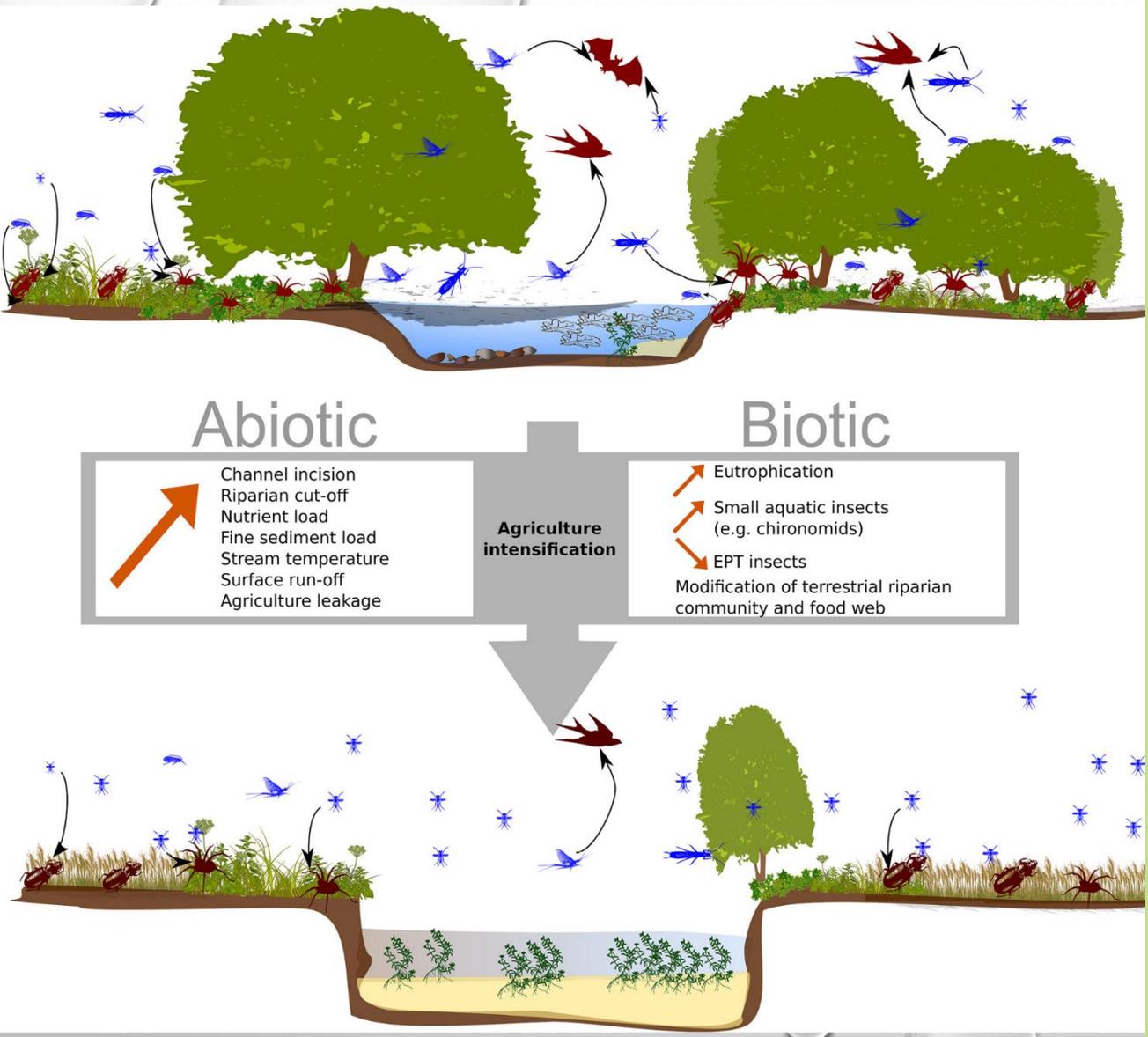
# PARA DIFERENTES ESCALAS DE ESPAÇO E DE TEMPO ENCONTRAMOS PROCESSOS ECOLÓGICOS DIFERENTES

ESCALA DE TEMPO



\* Examples: Wildfire, Wind Damage, Clear Cut, Flood, Earthquake

## CASO DA FLORESTA TEMPERADA



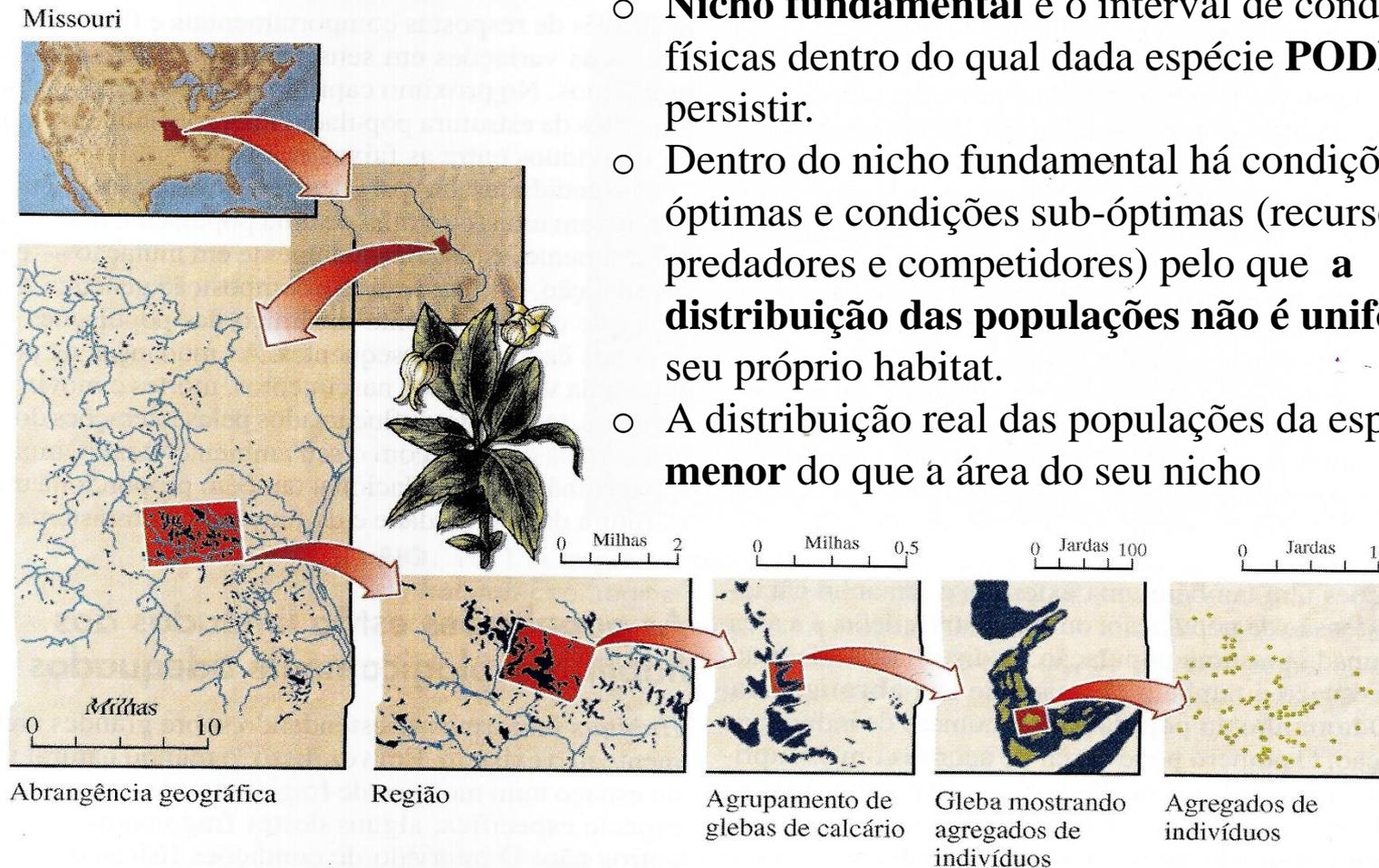
**PROCESSOS DOS ECOSSISTEMA** – fluxos de matéria e energia entre compartimentos do ecossistemas (ex: subsídios alimentares do rio para o campo agrícola)

**FUNÇÕES DOS ECOSSISTEMAS** – atividades biológicas e o seu efeito sobre as condições físicas e químicas dos ecossistemas (ex. predação, crescimento, excreção, movimentos)

**SERVIÇOS DOS ECOSSISTEMAS** – processos ou funções que dão benefícios à humanidade (ex: fornecimento de alimento aos inimigos de pragas)

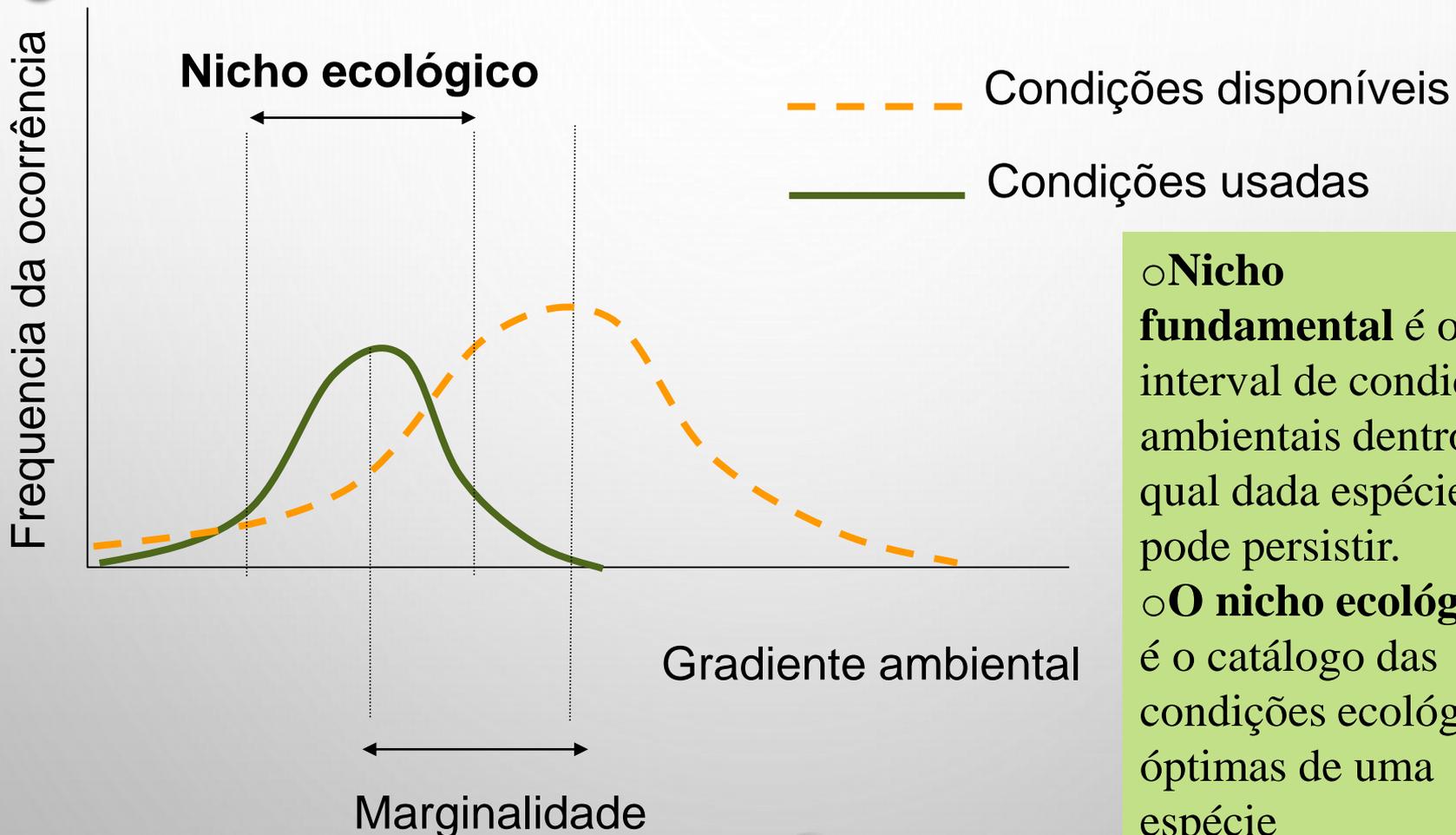
# HABITATS E NICHOS ECOLÓGICOS dentro dos ecossistemas

- **Habitat ou biótopo** é um determinado conjunto de condições ambientais;
- Habitats podem ser extensos e uniformes mas normalmente existem em mosaicos e misturados, uns são adequados para dada espécie e outros não;
- **Nicho fundamental** é o intervalo de condições físicas dentro do qual dada espécie **PODE** persistir.
- Dentro do nicho fundamental há condições ótimas e condições sub-ótimas (recursos, predadores e competidores) pelo que **a distribuição das populações não é uniforme** no seu próprio habitat.
- A distribuição real das populações da espécie é **menor** do que a área do seu nicho



**FIG. 10.3** Na abrangência geográfica de uma população, somente os *habitats* adequados estão ocupados. Diferentes mapeamentos revelam uma hierarquia de padrões na distribuição de *Clematis fremontii* var. *riehlii* no leste central do Missouri. R. O. Erickson, *Ann. Mo. Bot. Gard.* 32:416–460 (1945).

# MARGINALIDADE ECOLÓGICA: quanto maior o nicho e a marginalidade, maior a capacidade de expansão da espécie



○ **Nicho fundamental** é o intervalo de condições ambientais dentro do qual dada espécie pode persistir.

○ **O nicho ecológico** é o catálogo das condições ecológicas ótimas de uma espécie

**CONDIÇÕES SUB-ÓTIMAS**

**POPULAÇÃO** – n° indivíduos de uma dada espécie numa dada área. **MAS....***a população geralmente não está uniformemente distribuída no habitat*

**DISTRIBUIÇÃO** – é a área geográfica ocupada pela população

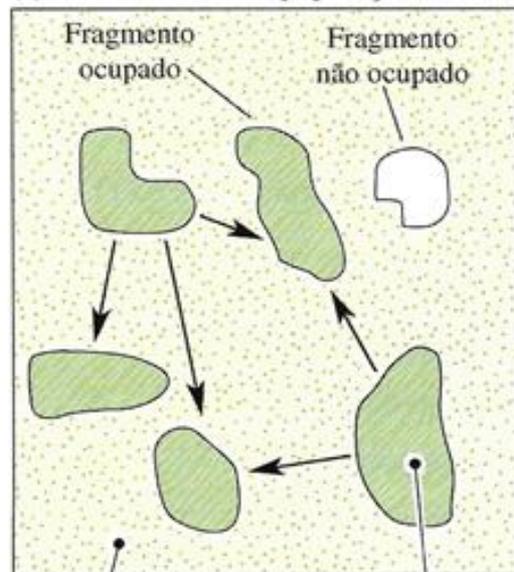
**TAMANHO DA POPULAÇÃO** – número total de indivíduos numa área OU fragmento de habitat da área

**DENSIDADE DA POPULAÇÃO** – número de indivíduos expresso por área, volume ou fragmento de habitat

- **Nicho fundamental** é o interval de condições ambientais dentro do qual dada espécie pode persistir.
- **O nicho ou envelope ecológico** é o catálogo das condições ecológicas óptimas de uma espécie

**(META)POPULAÇÕES – conjunto de POPULAÇÕES que habitam fragmentos de habitat disponível do nicho fundamental e ligadas por processos de colonização**

(a) Modelo de metapopulação

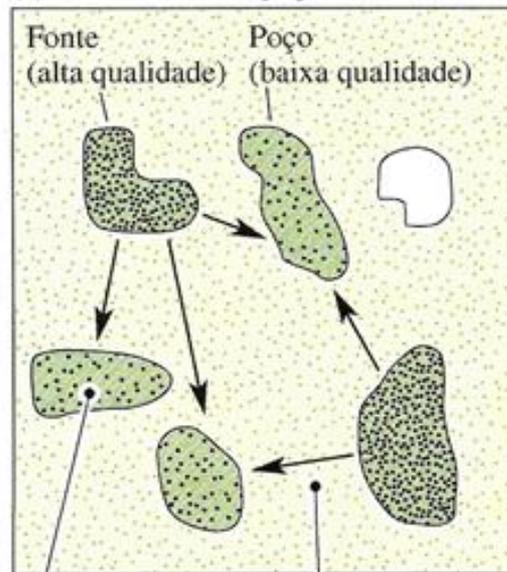


A matriz de *habitat* representa *habitats* inadequados.

As subpopulações ocupam fragmentos de *habitats* adequados.

**Dispersão casuística**

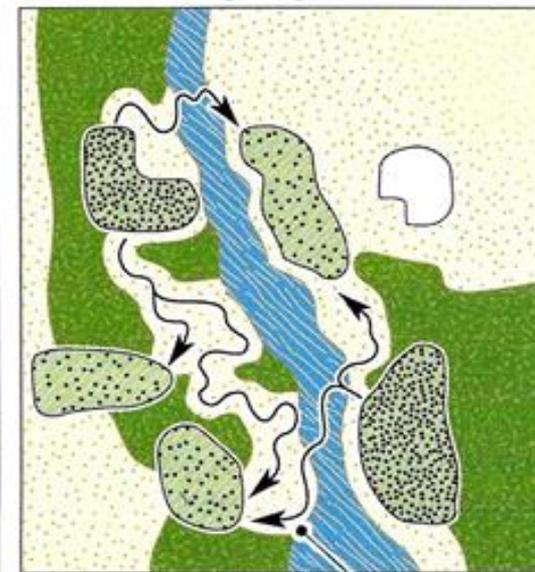
(b) Modelo fonte-poço



Os indivíduos se dispersam de populações densas em fragmentos de alta qualidade (fonte) para populações menos produtivas em fragmentos de baixa qualidade (poço).

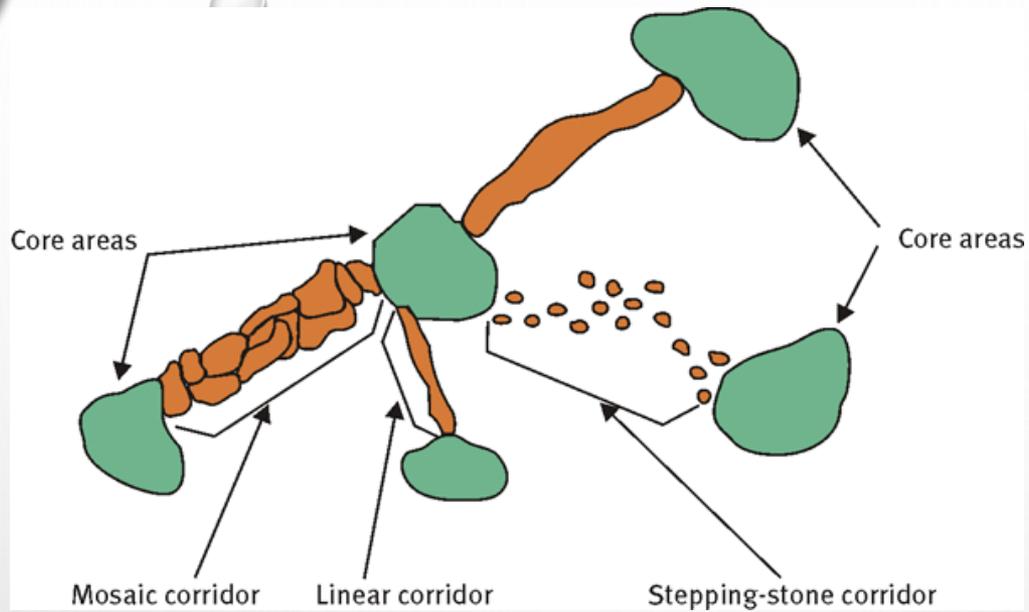
**Dispersão source-sink por selecção de habitat de qualidade**

(c) Modelo de paisagem



Os movimentos reais e as rotas dos indivíduos entre os fragmentos dependem da paisagem circundante e dos *habitats* encontrados ao longo do caminho.

**Dispersão selectiva mas condicionada pela matriz de paisagem**



As metapopulações  
passam de um  
fragmento de habitat  
para outro



## A rede de infraestruturas verdes-azuis

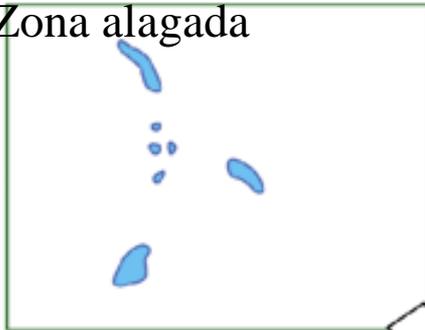
atravessa a matriz de paisagem

Esta rede encontra-se tipicamente em sistemas de paisagem humanizados



Wetland subnetwork

Zona alagada

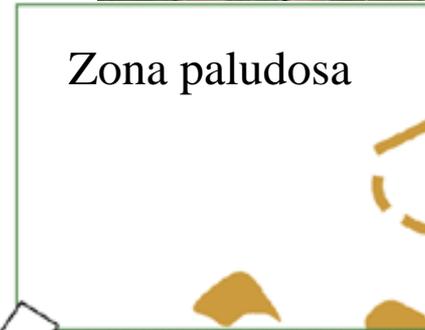


Open-space subnetwork

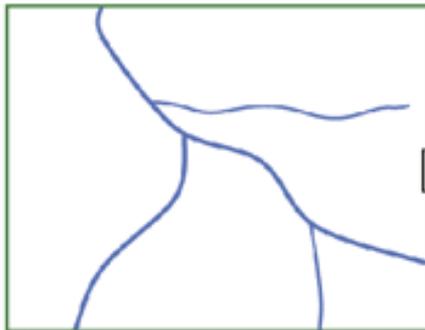
Zona sem cobertura



Zona paludosa



Aquatic subnetwork



GBC network



Forest subnetwork

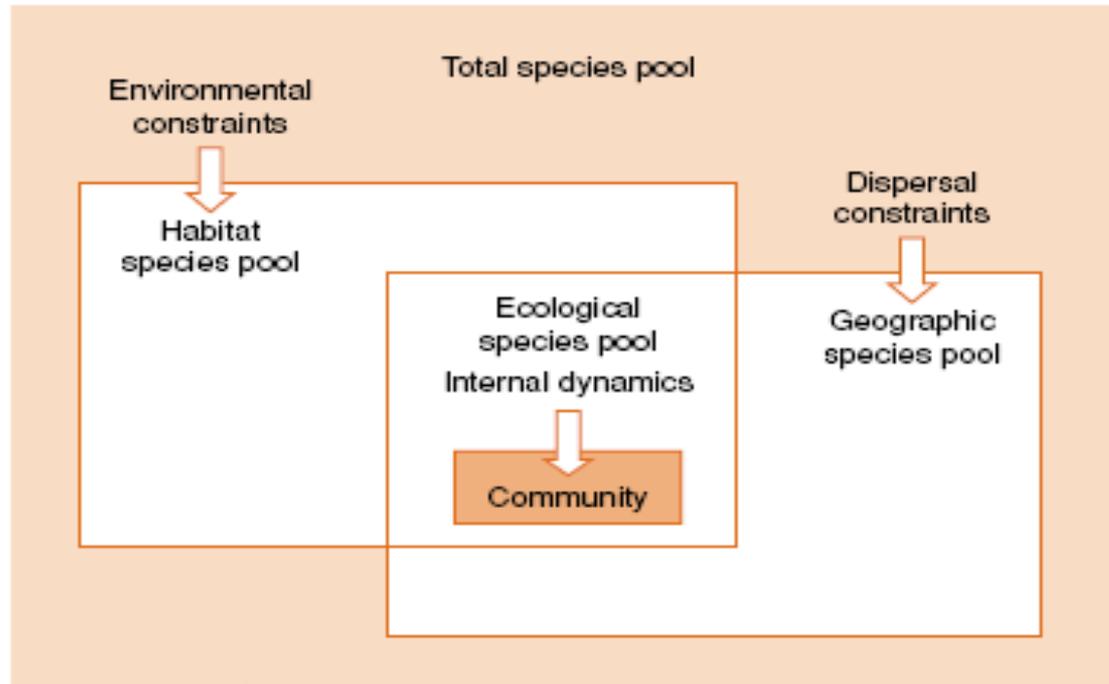


Zona fluvial

REDE VERDE-AZUL

Zona florestal

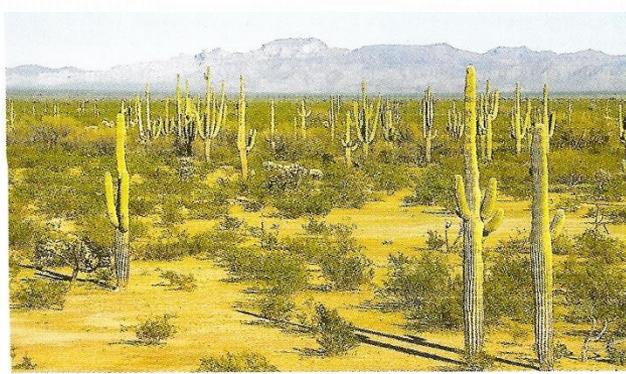
# Persistência e coesão no tempo: TAXOCENOSES E COMUNIDADES



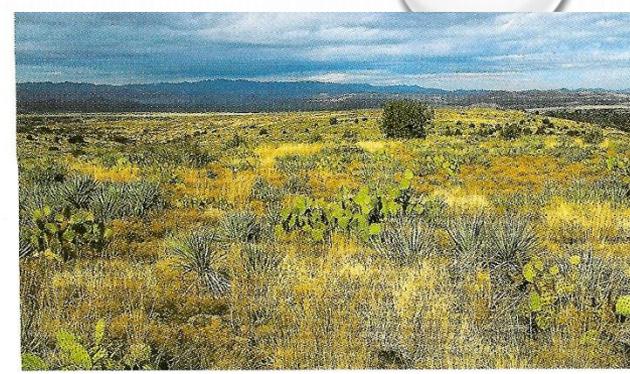
- 1- **Taxocenoses** são agregados de espécies que ocorrem em conjunto num dado contexto de espaço e de tempo
- 2- Podem apresentar propriedades **colectivas** (e.g.  $n^{\circ}$  e proporção de espécies) e também **emergentes**, ou seja, distintas da soma das partes (e.g. resiliência, capacidade de voltar ao estado original após mudança)
- 3- As propriedades são determinadas por 3 factores: relações com o meio, interacções biológicas e de dispersão entre metapopulações
- 4- Quando as propriedades são caracterizáveis e os conjuntos de espécies e suas propriedades emergentes permanecem no tempo: **Comunidades**

# Características ambientais de macro-escala determinam os ecossistemas

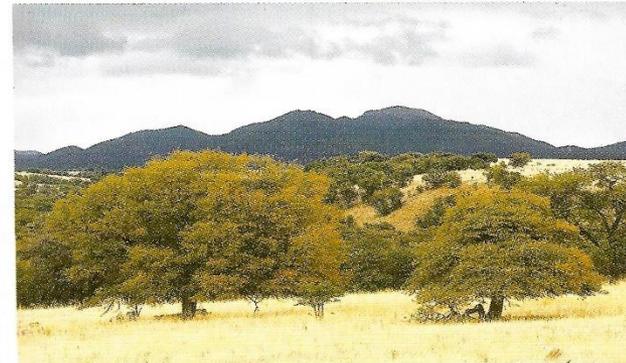
**MACRO  
PARÂMETROS  
DETERMINANTES:**  
Temperatura  
Pluviosidade  
Altitude  
Geologia



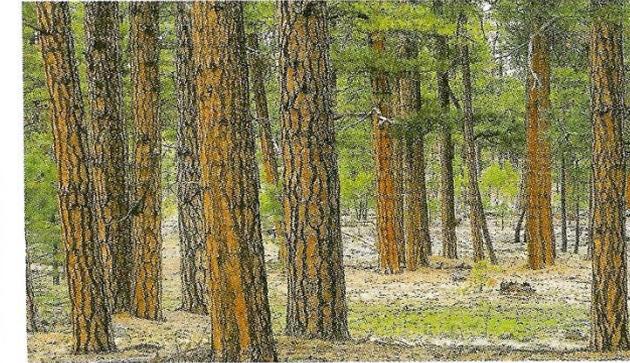
Zona do Sonora inferior



Zona do Sonora superior



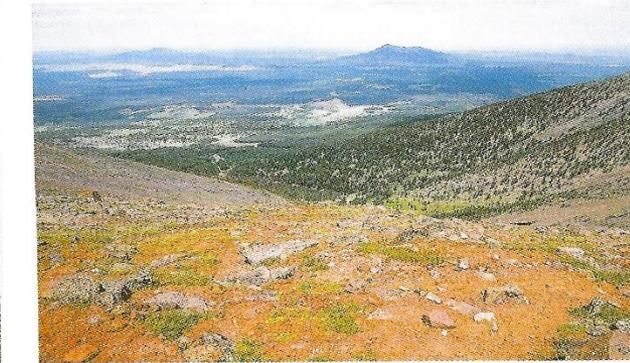
Zona do Sonora superior, fronteira superior



Zona de transição



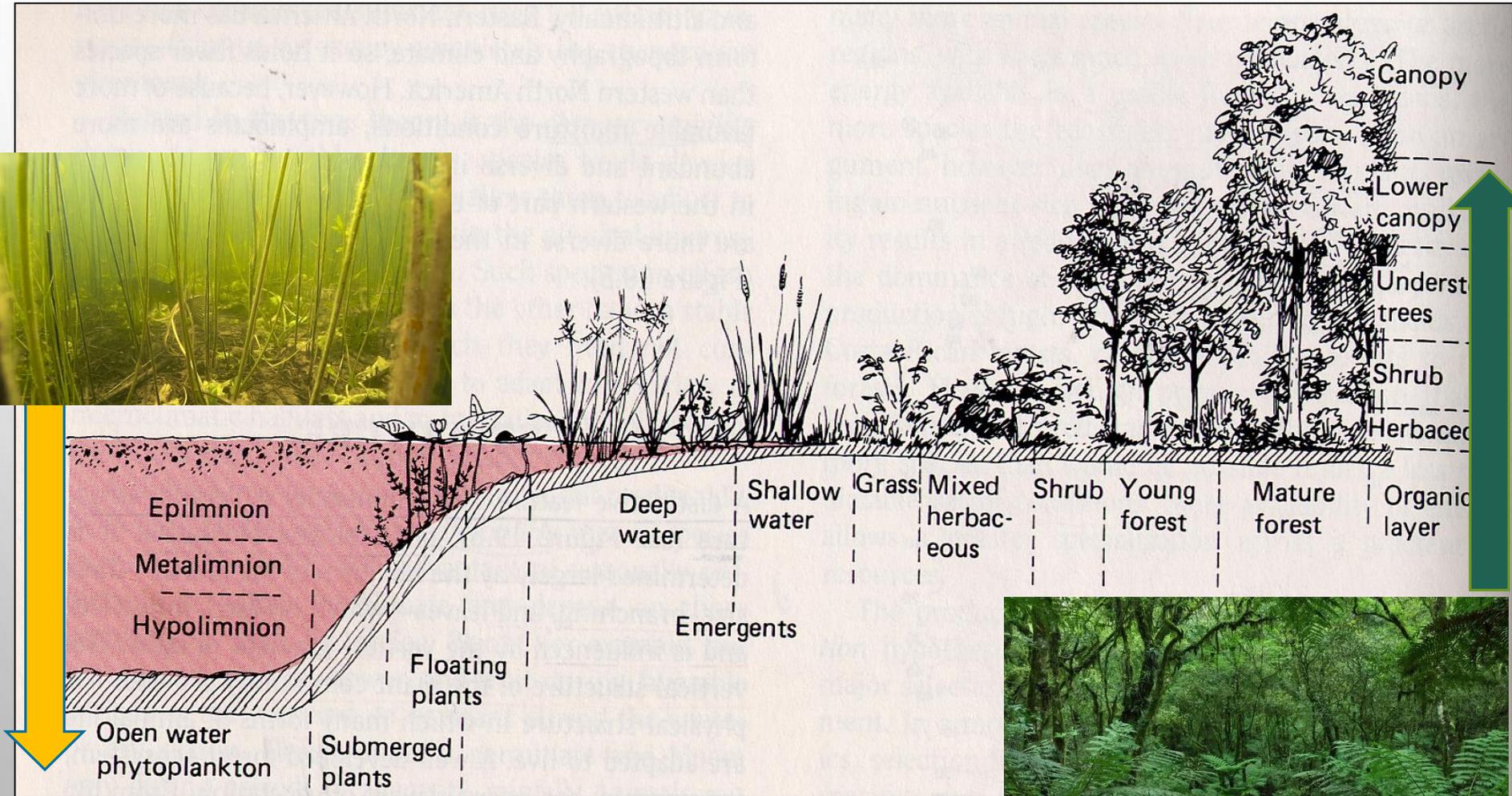
Zona canadense



Zona alpina

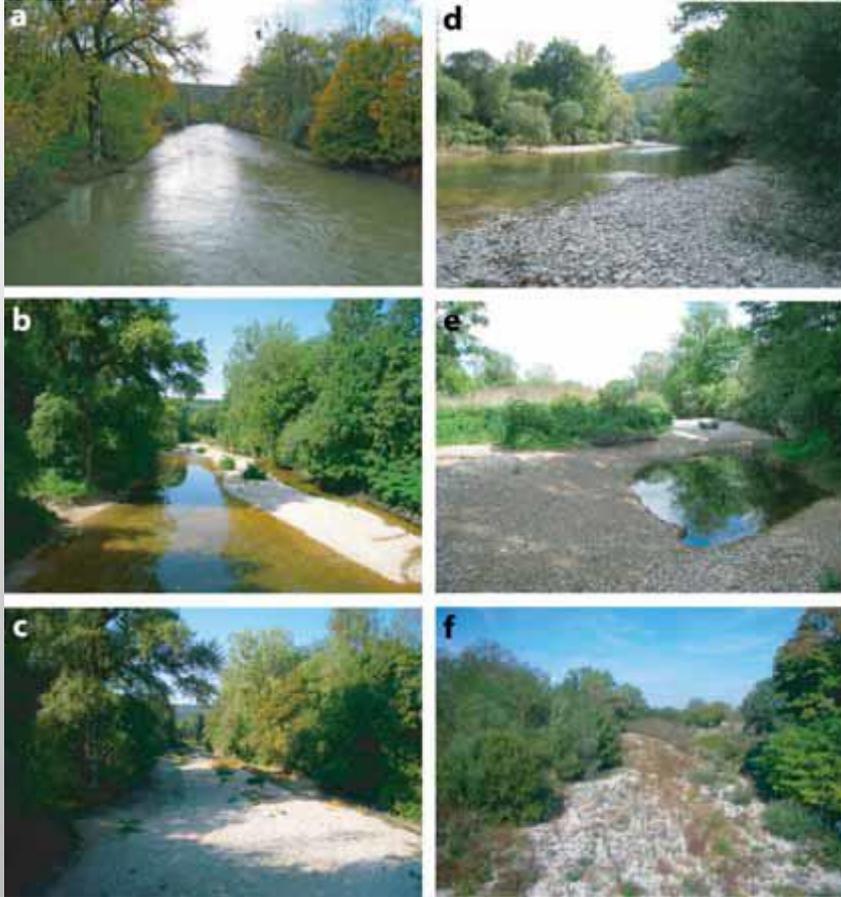
**FIG. 4.20 A vegetação muda com a altitude nas montanhas do Arizona.** Nas áreas mais baixas (fotos de cima) a zona inferior sustenta em sua maior parte cactos saguaro, pequenas árvores de deserto, como o paloverde e a *Prosopis*, numerosas anuais e perenes, e pequenos cactos suculentos. Os agaves e as gramíneas são elementos abundantes do Sonora superior, e os aparecem na direção da fronteira superior. Nas partes mais altas, grandes árvores predominam: pinheiro ponderosa na zona de transição, spruce e abeto na zona canadense. Estas árvores gradualmente dão lugar a arbustos, salgueiro, herbáceas e líquens na zona alpina da linha das árvores. Fotografias de Tom Bean/DRK Photo.

# OS ECOSISTEMAS E ESPÉCIES PODEM TER UMA ESTRUTURA COM VARIAÇÃO VERTICAL



# OS ECOSSISTEMAS E ESPÉCIES TEM UMA ESTRUTURA COM VARIAÇÃO TEMPORAL

## Variação num bosque temperado



## Variação num rio mediterrâneo

# OS ECOSSISTEMAS E ESPÉCIES TEM UMA ESTRUTURA ESPACIAL - HORIZONTAL

**MOSAICOS ECOLÓGICOS**  
são áreas de diferentes  
ecossistemas que compõem  
uma paisagem



Scale in ecological investigations

**Ecosistema**

individual forest patch



**Mosaico de ecossistemas**

cluster of forest patches



**Paisagem**

greater patch mosaic



© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

# OS ECOSSISTEMAS E ÁREAS DE DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MUITAS VEZES NÃO TEM FRONTEIRAS DEFINIDAS

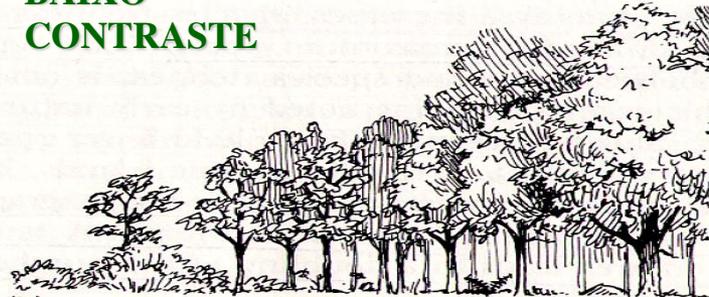
**ECÓTONO** é  
uma zona de  
fronteira entre  
ecossistemas

**ELEVADO  
CONTRASTE**



(a)

**BAIXO  
CONTRASTE**



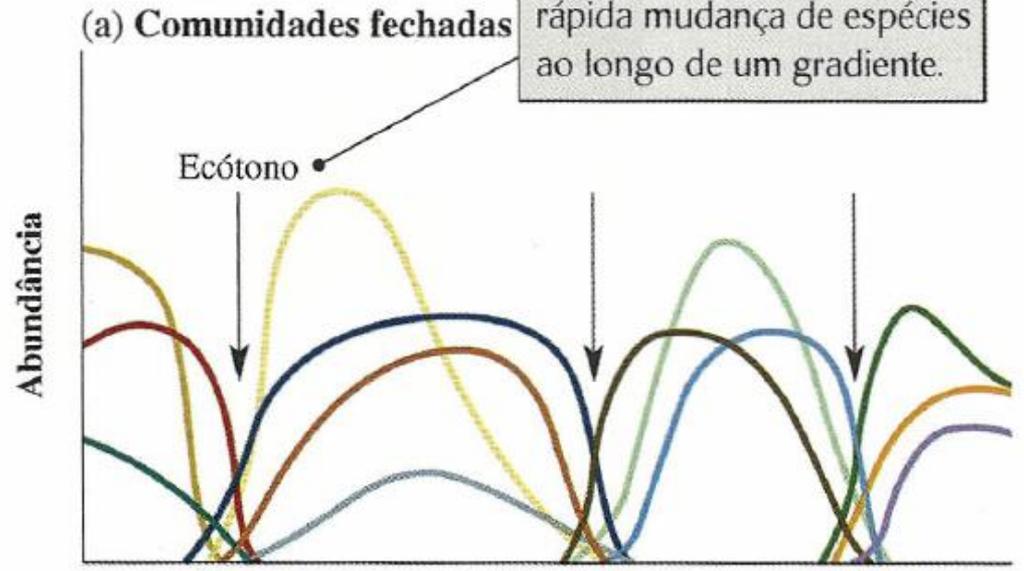
(b)

**MARGEM  
AVANÇADA**



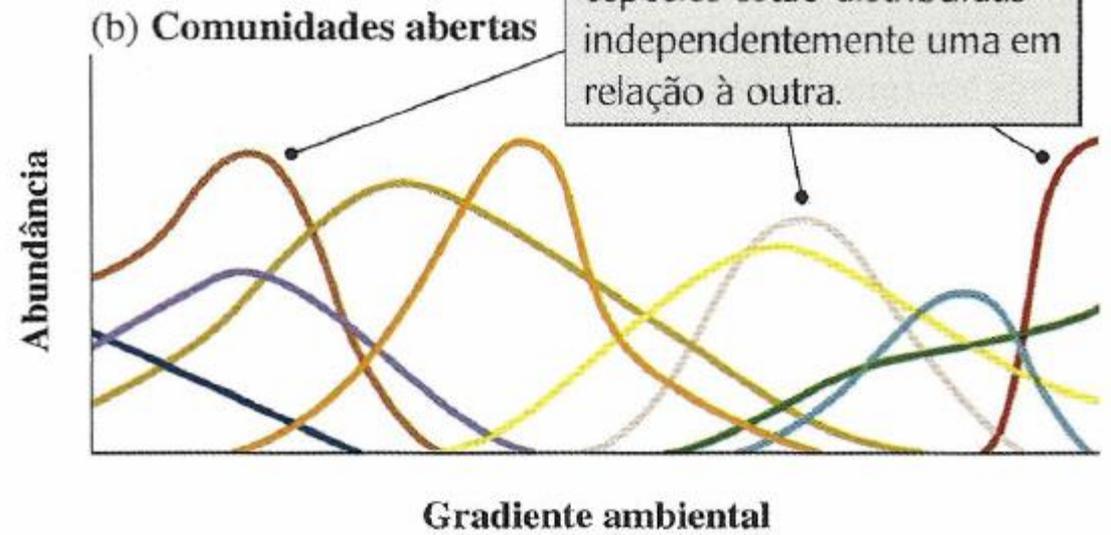
(c)

Os ecótonos são regiões de rápida mudança de espécies ao longo de um gradiente.



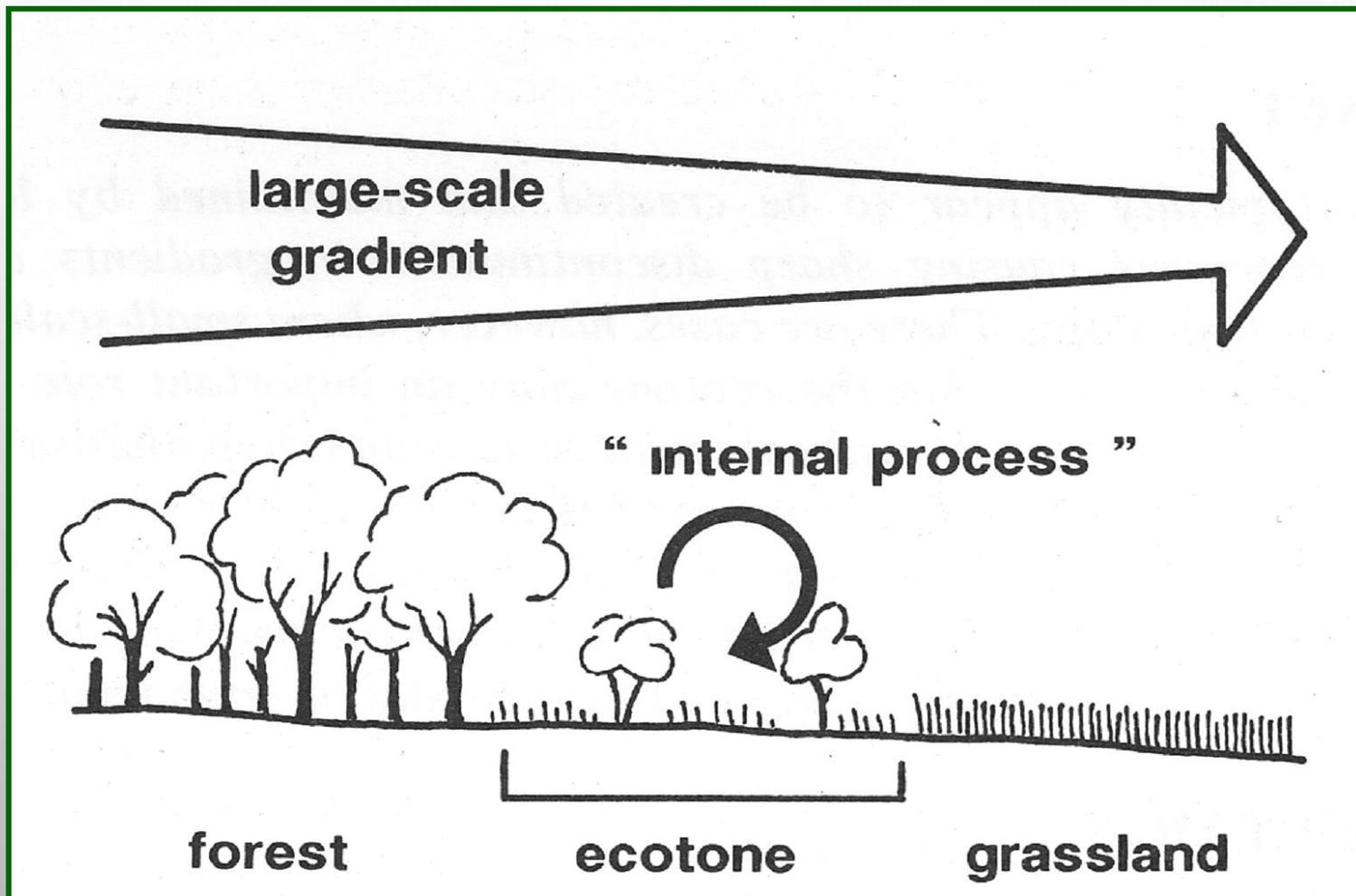
Só se consegue quantificar bem o ecótono em situações de fronteira mais ou menos abrupta

Em comunidades abertas, as espécies estão distribuídas independentemente uma em relação à outra.

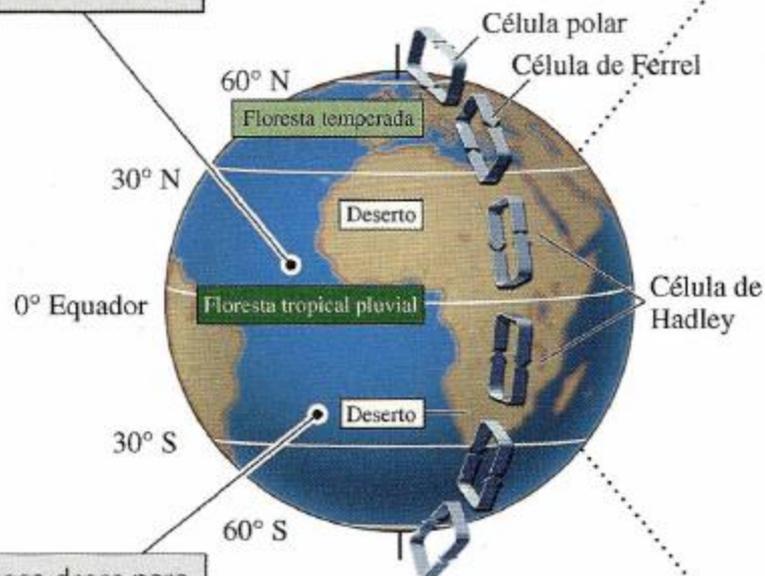


# A FRONTEIRAS DE ECOSSISTEMAS PODEM SER EXTENSAS E COMPLEXAS

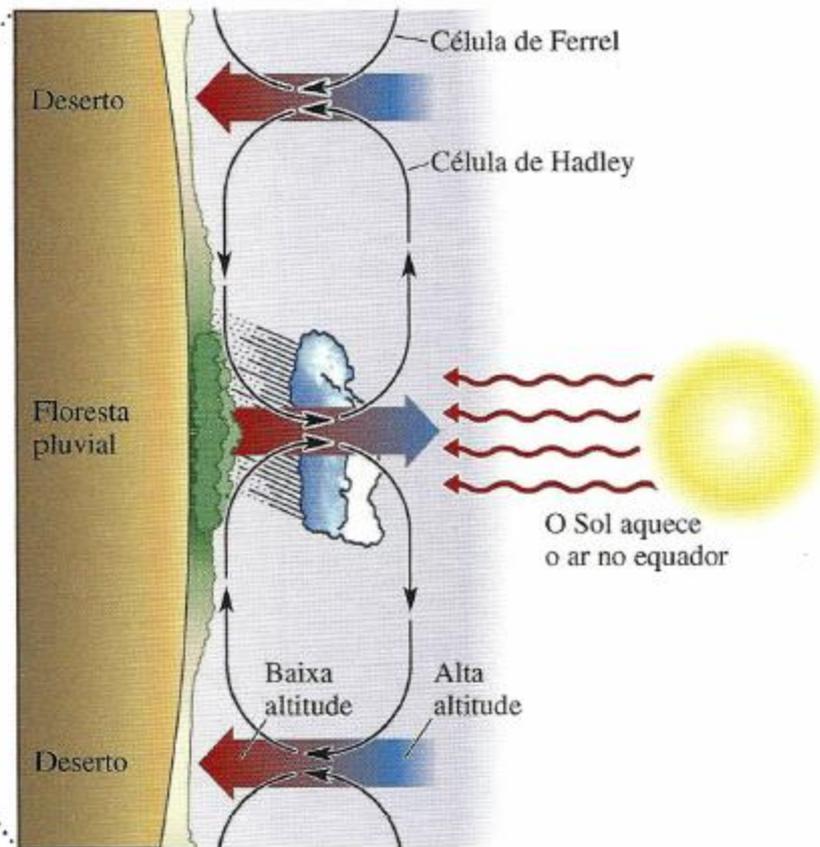
Um ecótono extenso apresenta estrutura própria e individualidade de processos e funções ecológicas...ex: estuários



Ar quente e úmido sobe nos trópicos, que resulta em chuvas abundantes.

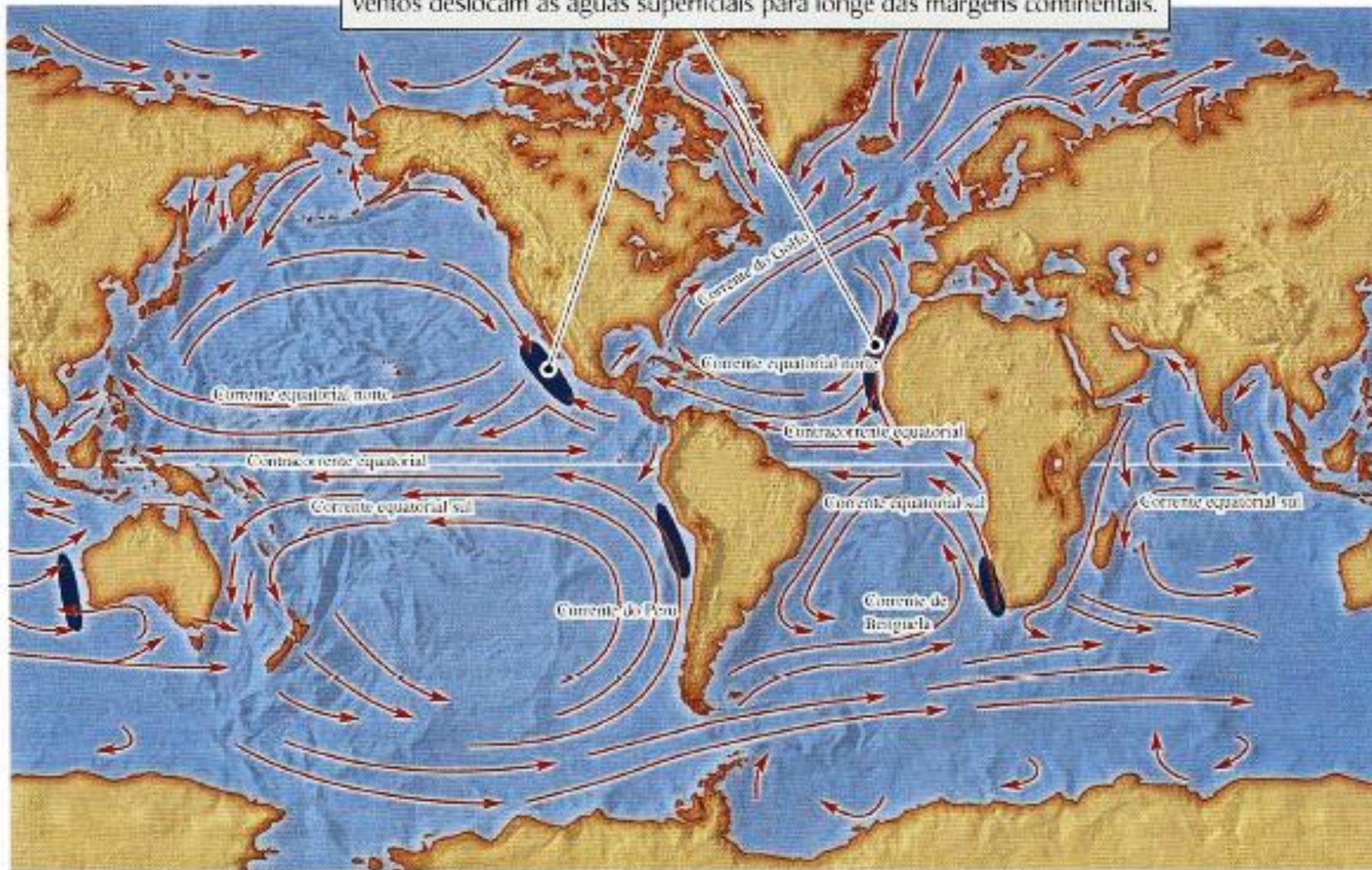


Ar frio e seco desce para a superfície nas latitudes subtropicais, criando condições desérticas.



**FIG. 4.5 O aquecimento diferencial da superfície da Terra cria a circulação de Hadley.** Ar quente e úmido sobe nos trópicos, e ar frio e seco desce para os trópicos vindo das latitudes subtropicais para substituí-lo, formando as células de Hadley. Este padrão de circulação determina as células secundárias de Ferrel e as células polares nas latitudes mais altas.

Zonas de ressurgência de alta produtividade biológica ocorrem onde os ventos deslocam as águas superficiais para longe das margens continentais.

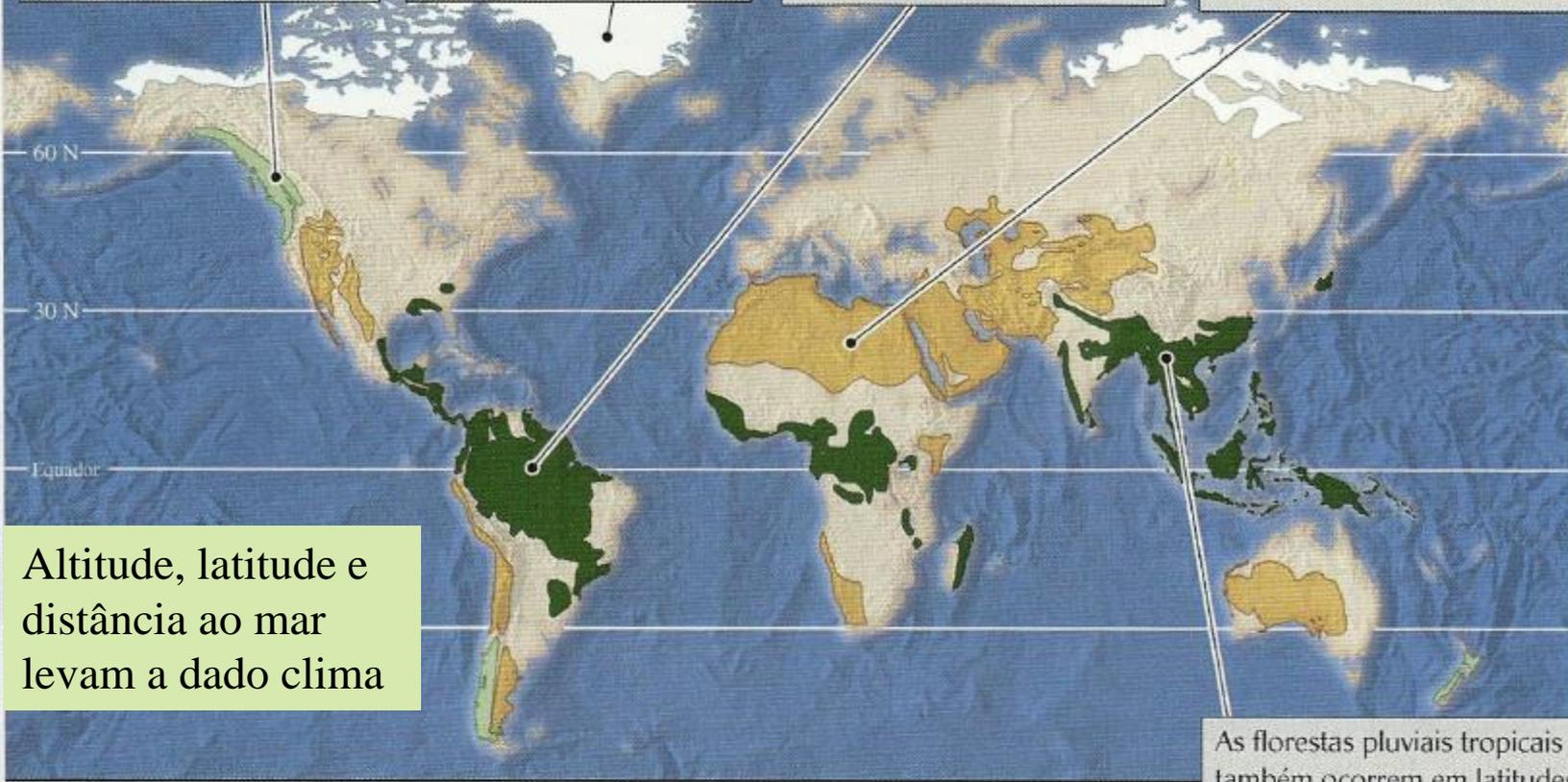


As correntes oceânicas e as montanhas criam grandes precipitações em algumas áreas temperadas.

A despeito da neve e do gelo prevalentes, as regiões polares têm pouca precipitação.

Climas tropicais úmidos estão associados com massas de ar ascendentes na Convergência Intertropical.

Os desertos subtropicais formam-se em áreas de alta pressão associadas com massas de ar seco descendentes.



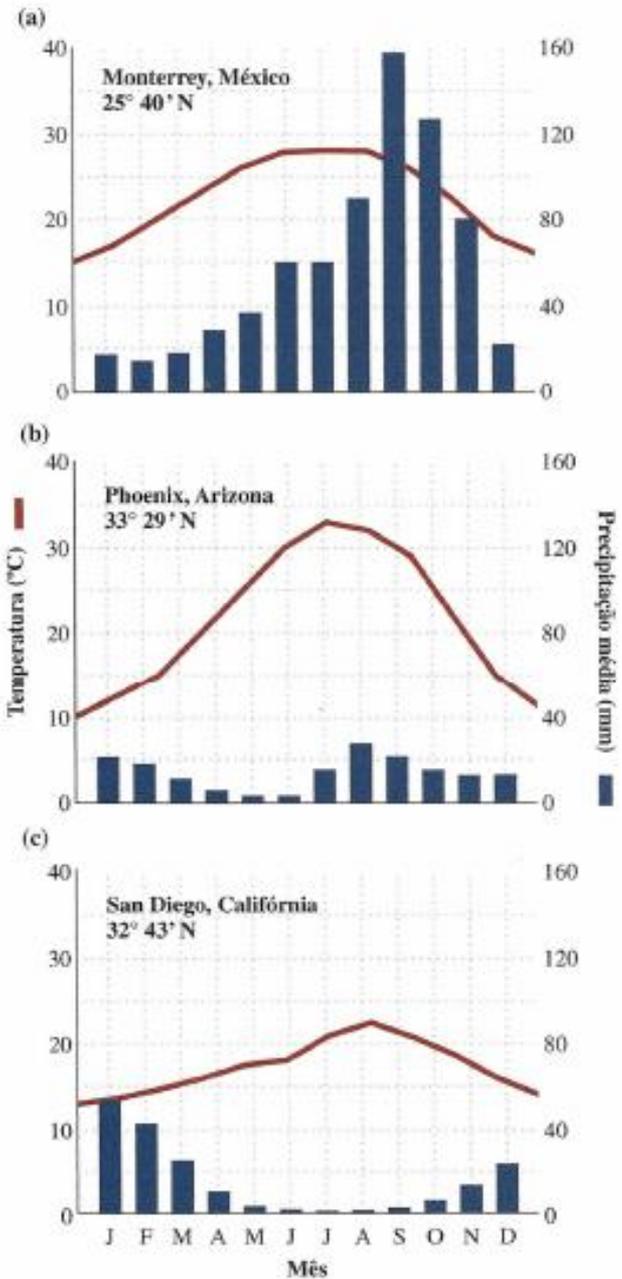
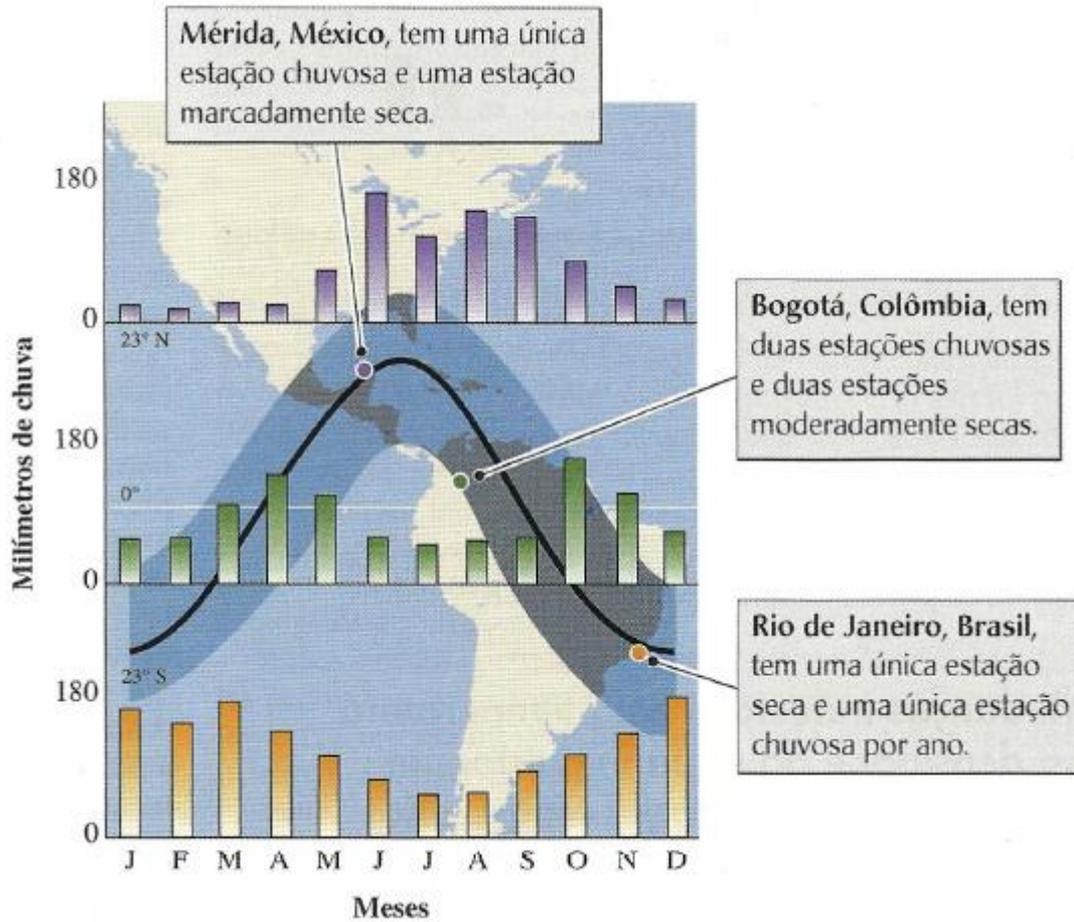
Altitude, latitude e distância ao mar levam a dado clima

**Precipitação anual:**

Menos de 250 mm	Mais de 1.500 mm
Desertos	Florestas pluviais tropicais e subtropicais
Desertos polares	Florestas pluviais temperadas

As florestas pluviais tropicais também ocorrem em latitudes mais altas por causa das monções asiáticas, um vento do norte no verão impulsionado pelo aquecimento das grandes massas de terra asiáticas.

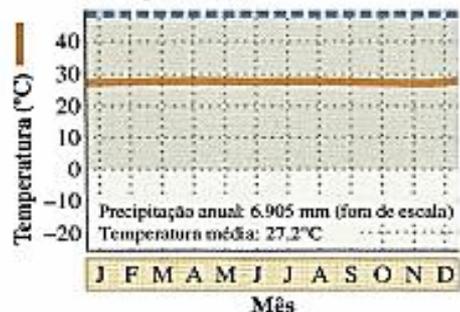
**FIG. 4.7** A distribuição dos grandes desertos e das áreas úmidas da Terra é estabelecida pela circulação de Hadley.



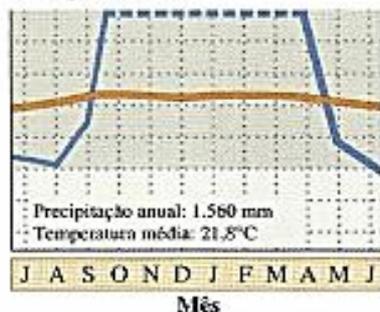
A PRECIPITAÇÃO É UM DOS GRANDES DETERMINANTES DOS BIOMAS; O OUTRO É A TEMPERATURA

**Andagoya, Colômbia**

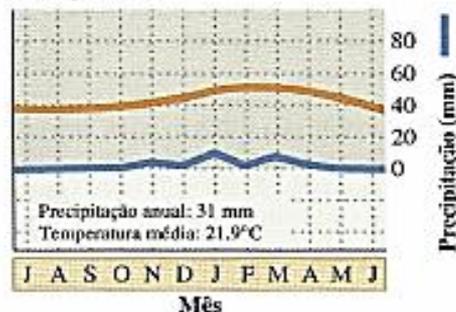
Clima: Equatorial (I)  
 Bioma: Floresta Pluvial Tropical  
 Elevação: 65 m

**Brasília, Brasil**

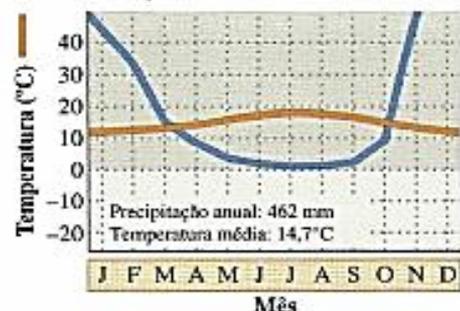
Clima: Tropical (II)  
 Bioma: Floresta Sazonal Tropical  
 Elevação: 910 m

**Chiclayo, Peru**

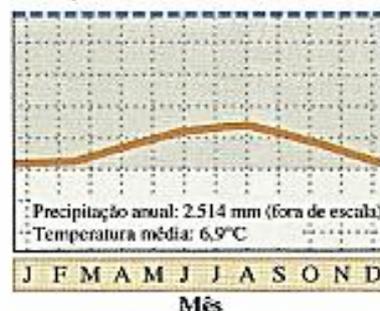
Clima: Subtropical (III)  
 Bioma: Deserto Subtropical  
 Elevação: 31 m

**Lisboa, Portugal**

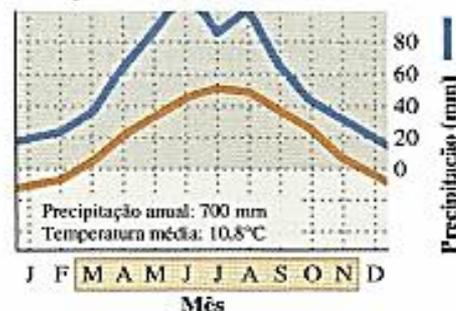
Clima: Mediterrâneo (IV)  
 Bioma: Bosque/Arbusto  
 Elevação: 41 m

**Sitka, Alasca**

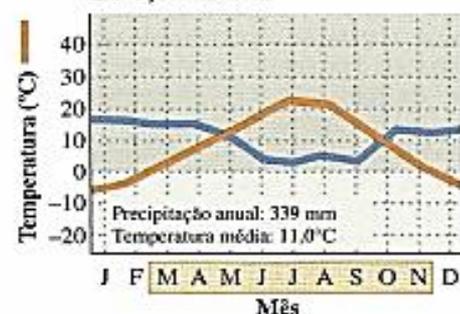
Clima: Temperado quente (V)  
 Bioma: Floresta Pluvial Temperada  
 Elevação: 5 m

**Omaha, Nebraska**

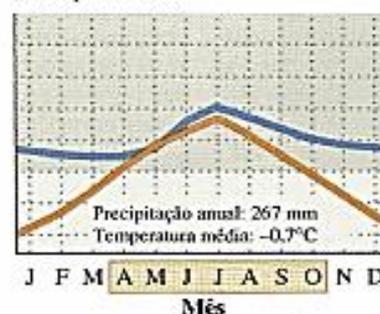
Clima: Nemoral (VI)  
 Bioma: Floresta Sazonal Temperada/Campo  
 Elevação: 337 m

**Salt Lake City, Utah**

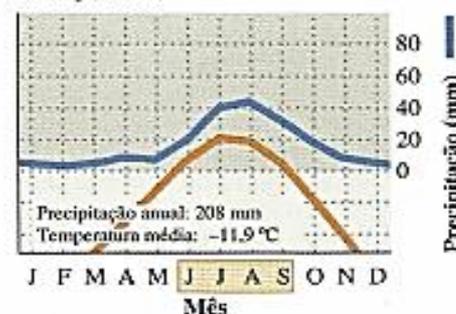
Clima: Continental (VII)  
 Bioma: Campo Temperado/Deserto  
 Elevação: 1.329 m

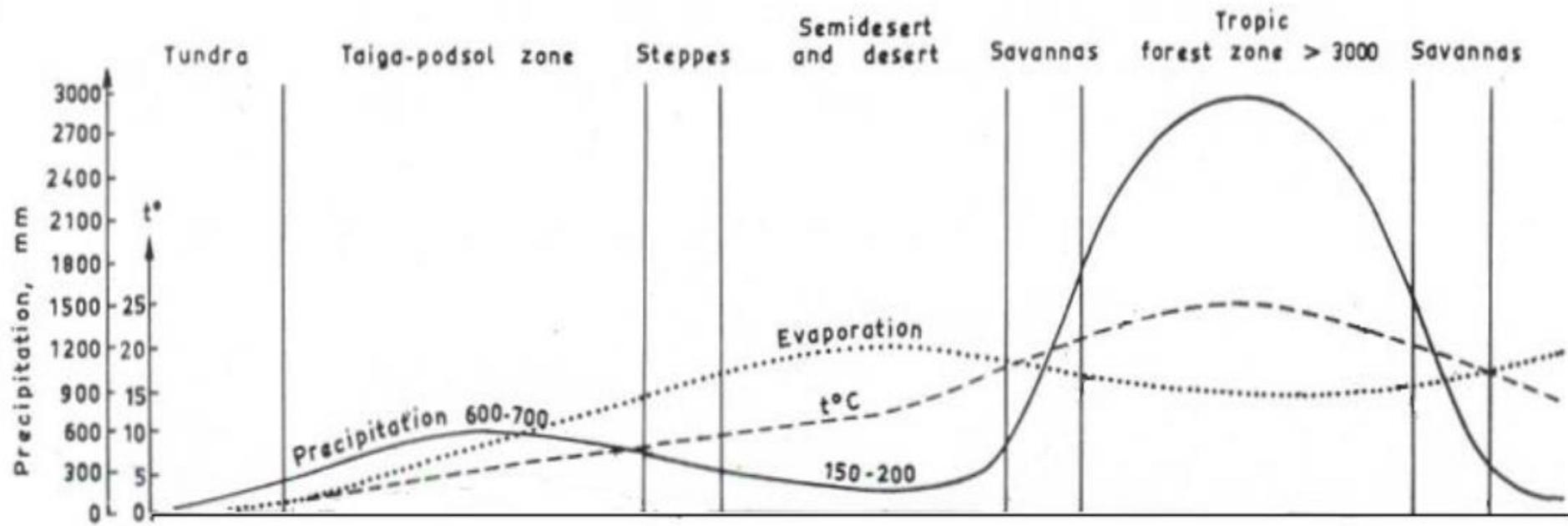
**Whitehorse, Canadá**

Clima: Boreal (VIII)  
 Bioma: Floresta Boreal  
 Elevação: 703 m

**Lago Baker, Canadá**

Clima: Polar (IX)  
 Bioma: Tundra  
 Elevação: 4 m

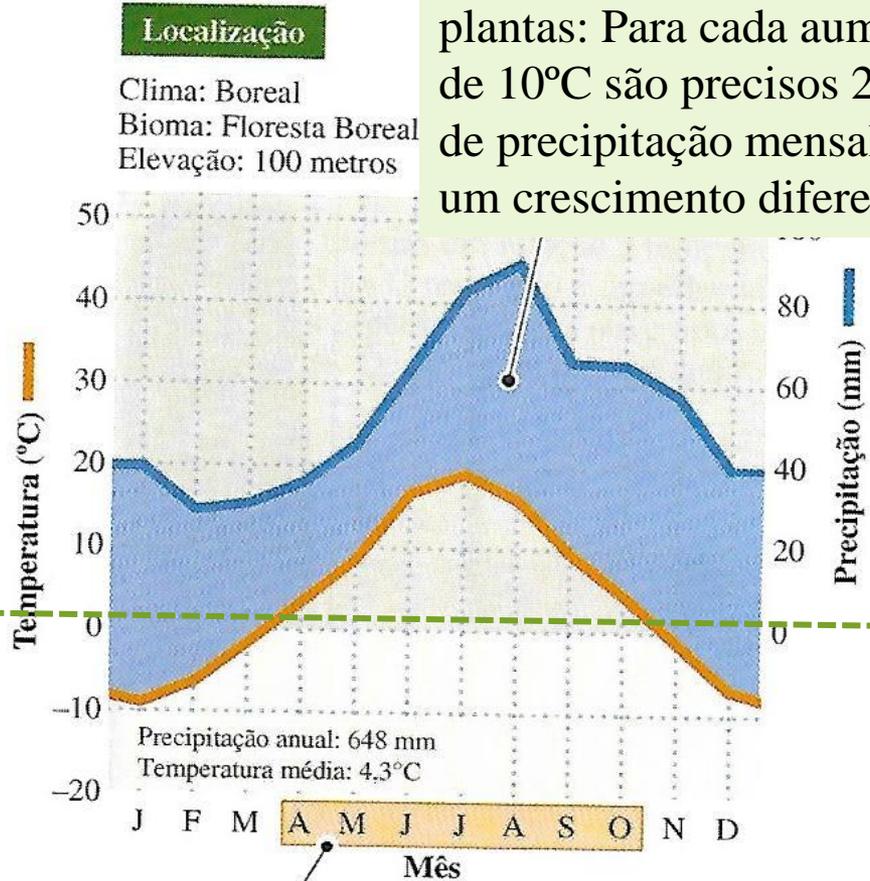




**Figura 2** – Distribuição latitudinal da precipitação, temperatura e evaporação à superfície do globo. *Origem: Adaptado de Strakhov, 1967.*

- ❑ A temperatura e a pluviosidade interagem para criar diferentes condições ambientais e recursos disponíveis para as plantas
- ❑ As plantas dominam o ecossistema e formam a estrutura do habitat
- ❑ As componentes animais estruturam-se sobre a vegetação
- ❑ Daí resultam **NOVE ZONAS CLIMÁTICAS E RESPECTIVOS BIOMAS**

Crescimento favorável das plantas: Para cada aumento de 10°C são precisos 20mm de precipitação mensal para um crescimento diferente



Estes meses de temperaturas acima do congelamento são as estações de crescimento efetivas para as plantas.

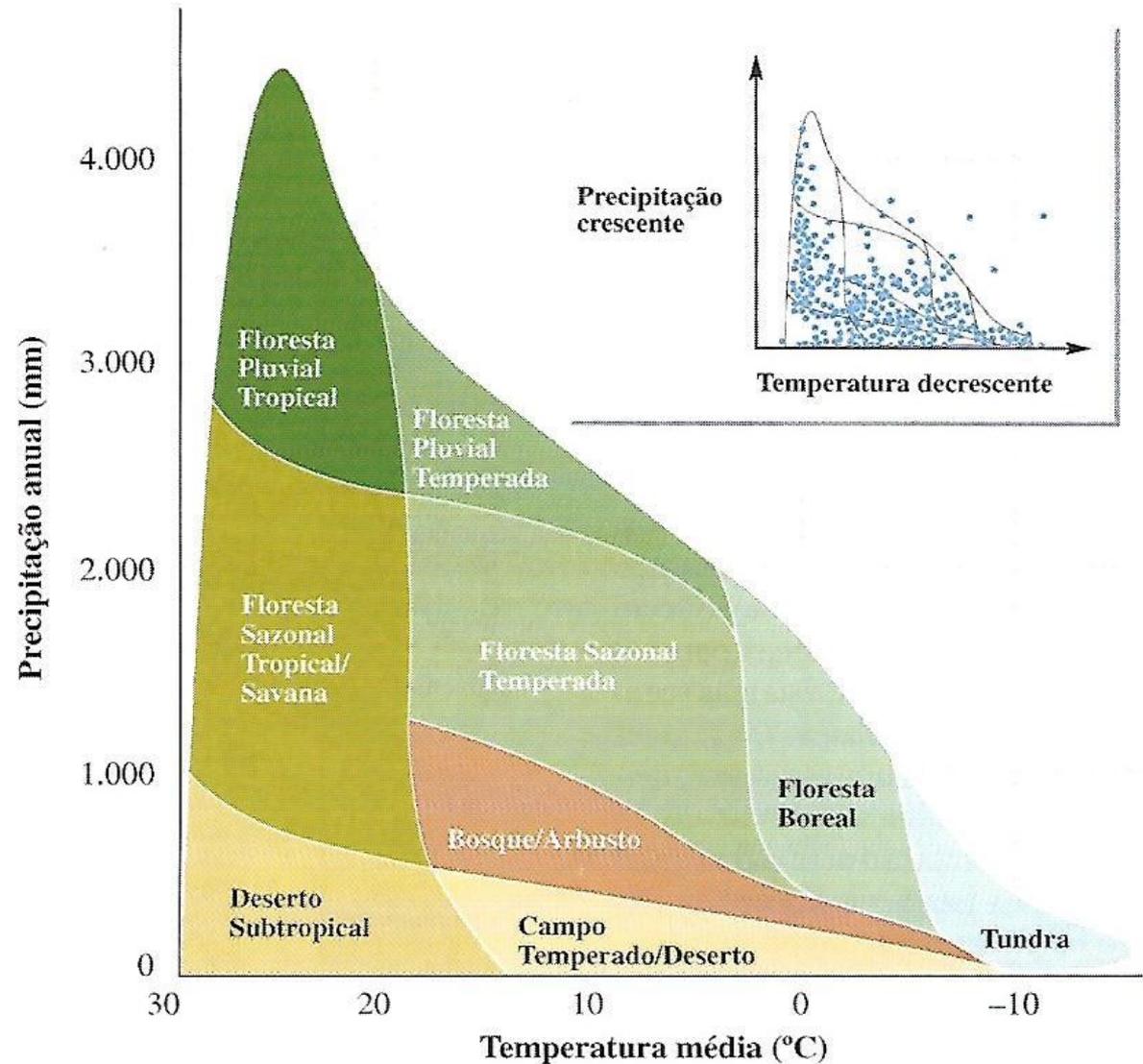
**FIG. 5.6** Os diagramas climáticos de Walter permitem comparações de significado ecológico entre as localidades. Estes diagramas, como o ilustrado aqui para uma localidade hipotética em um bioma de Floresta Boreal, retratam a progressão anual da temperatura (escala da esquerda) e precipitação (escala da direita) mensais médias.

# OS BIOMAS DE WHITTAKER definidos de acordo com a temperatura e a pluviosidade médias

A topografia/altitude e a geologia/solos contribuem para estes biomas

A vegetação estabelece-se em função do clima e dos recursos disponíveis

Os animais estabelecem-se em função da vegetação



## Nome do bioma

## Vegetação

Floresta Pluvial Tropical

Floresta tropical úmida perene

Floresta Sazonal Tropical/  
Savana

Floresta sazonal, arbustos ou savana

Deserto Subtropical

Vegetação desértica com grande superfície exposta

Bosque/Arbusto

Xerófila (adaptada à seca), arbustos sensíveis ao congelamento e bosques

Floresta Pluvial Temperada

Floresta temperada perene, um pouco sensível ao gelo

Floresta Sazonal  
Temperada

Resistente ao gelo, decídua, floresta temperada

Campo Temperado/Deserto

Campos e desertos temperados

Floresta Boreal

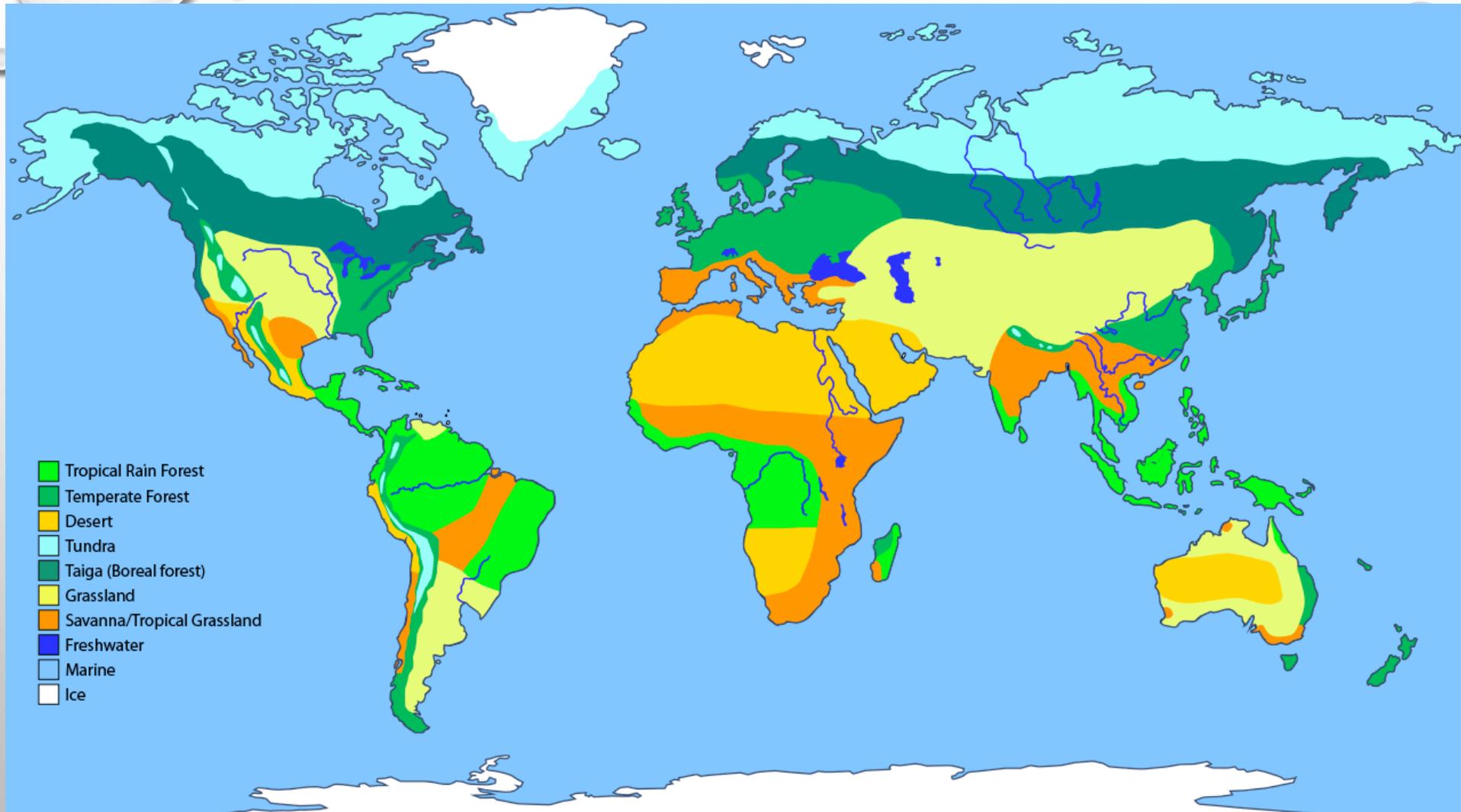
Floresta de folhas aciculadas, perenes, duras e resistentes ao gelo (taiga)

Tundra

Vegetação perene baixa, sem árvores, crescendo sobre solos permanentemente gelados

Muitos dos biomas são dominados por árvores

# BIOMAS TERRESTRES



**O clima define a fronteira dos biomas terrestres; a fronteira não é linear**

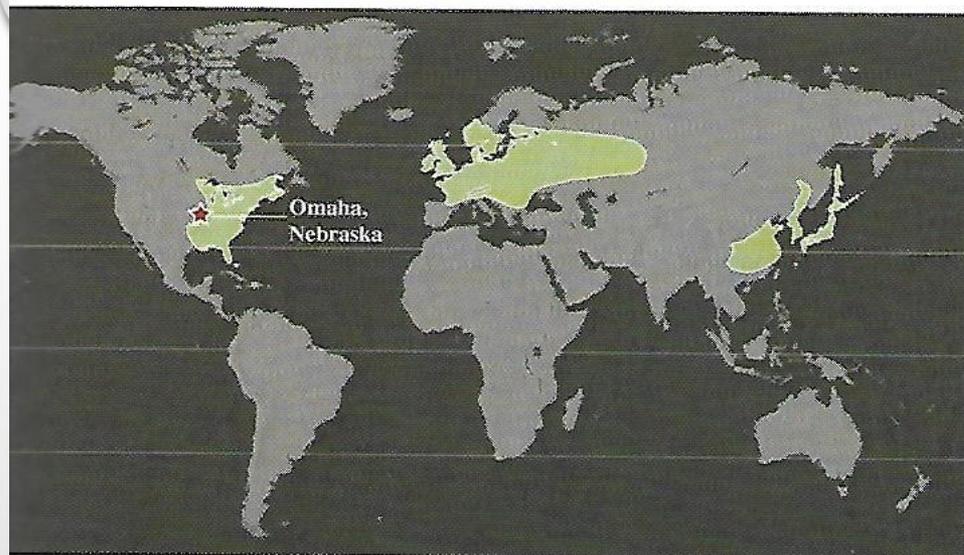
The background of the slide is a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered across it. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

# AS ZONAS DE CLIMA TEMPERADO TEM TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS ENTRE 5 E 20°C

- ❑ GELO NO INVERNO CONDICIONA O DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO E A ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO DISPONÍVEL
- ❑ PADRÕES SAZONAIS DE CRESCIMENTO E DE CICLOS DE VIDA

# BIOMA FLORESTA SAZONAL TEMPERADA

Bioma: Floresta Sazonal Temperada



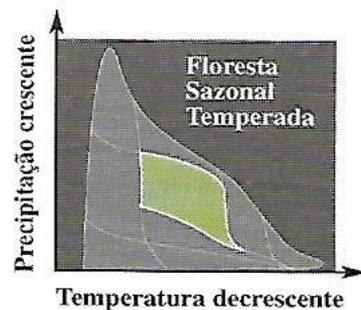
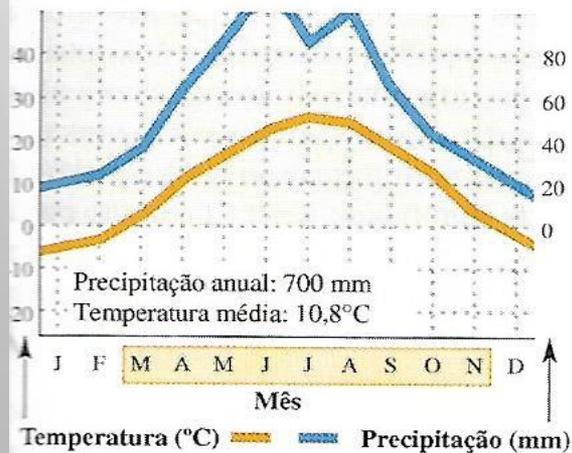
Temperatura moderada e inverno gelado, floresta caducifólia



(a) Floresta bordo-faixa no outono, Nova York.

Omaha, Nebraska

Clima: Nemoral (VI)  
Elevação: 337 m

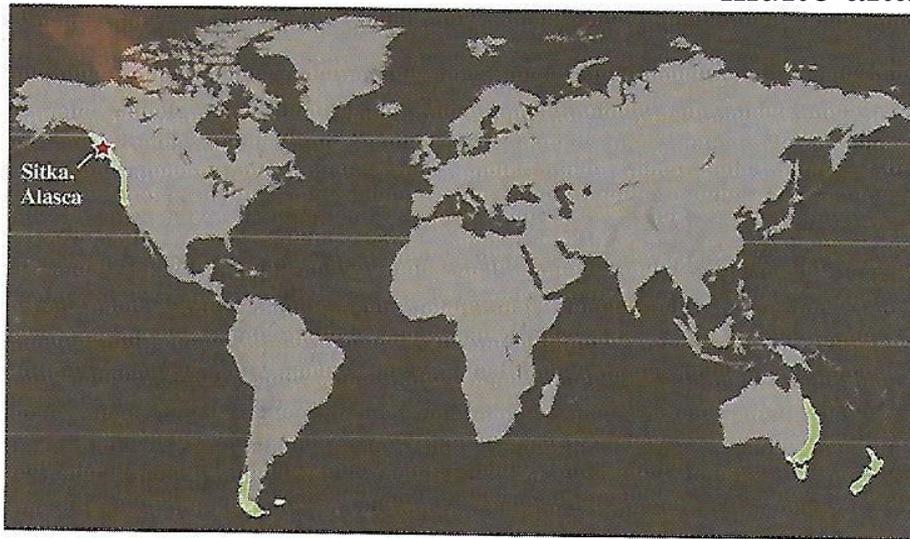


(b) Floresta decídua jovem, no inverno, Massachusetts

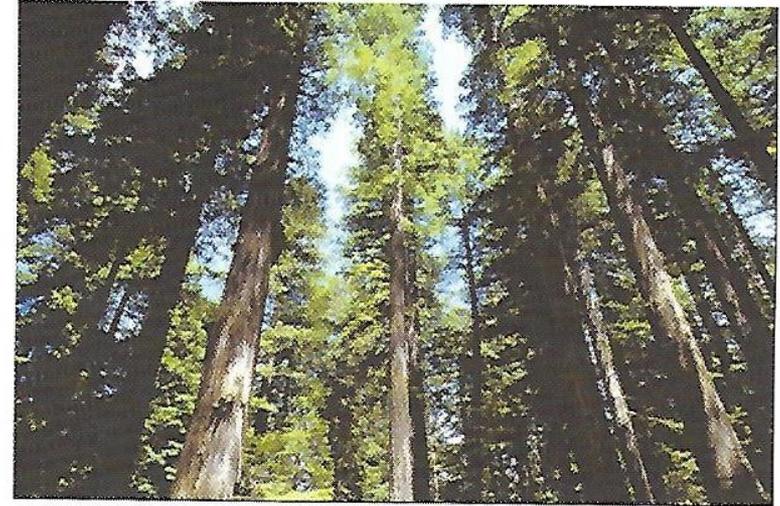
**FIG. 5.9** Características principais do bioma de Floresta Sazonal Temperada. Fotografias de R. E. Ricklefs.

# BIOMA FLORESTA DAS CHUVAS TEMPERADA

Bioma: Floresta Pluvial Temperada



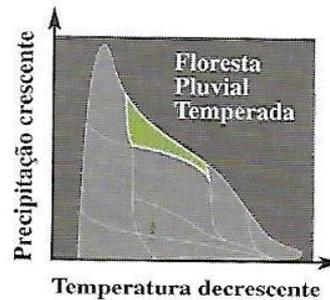
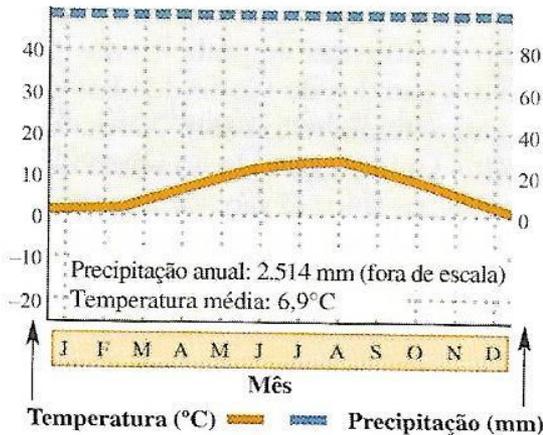
Temperatura quente, invernos amenos, chuvas pesadas de inverno e nevoeiro de verão, árvores muito altas



(a) Sequoias da Califórnia.

Sitka, Alasca

Clima: Temperado quente (V)  
Elevação: 5 m



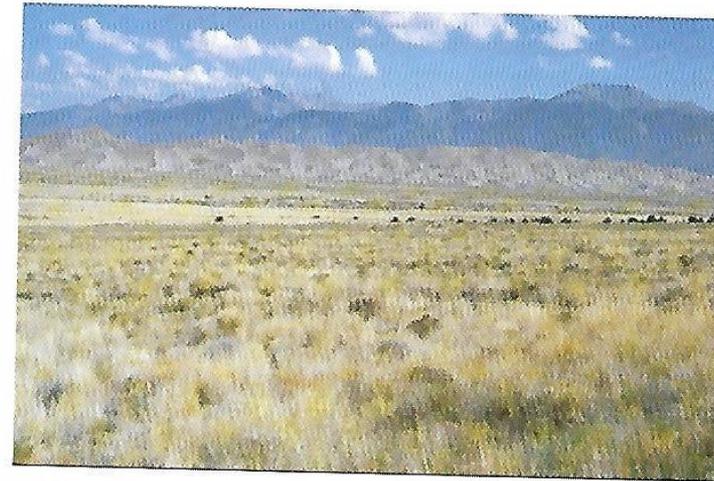
(b) Floresta madura do abeto-douglas, Pacífico noroeste.

**FIG. 5.10** Características principais do bioma de Floresta Pluvial Temperada. Foto (a) de PhotoSphere Images/PictureQuest; foto (b) de Tom Pat Leeson/Photo Researchers.

# BIOMA PRADARIA TEMPERADA

Pradarias temperadas (matos e estepes), invernos frios, precipitação baixa, zonas continentais, incluindo os “Desertos frios”

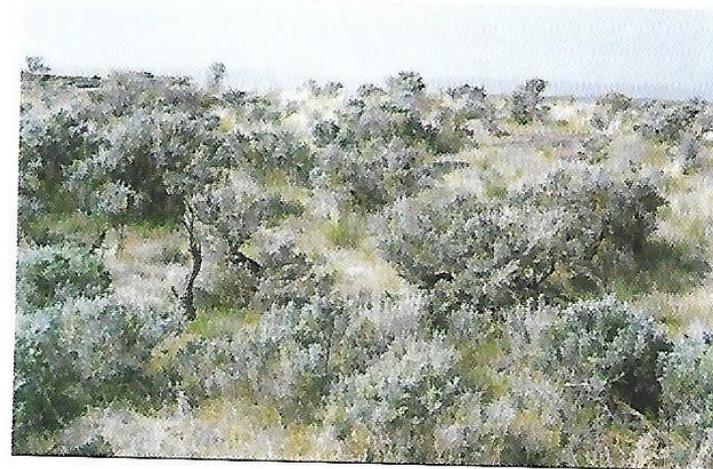
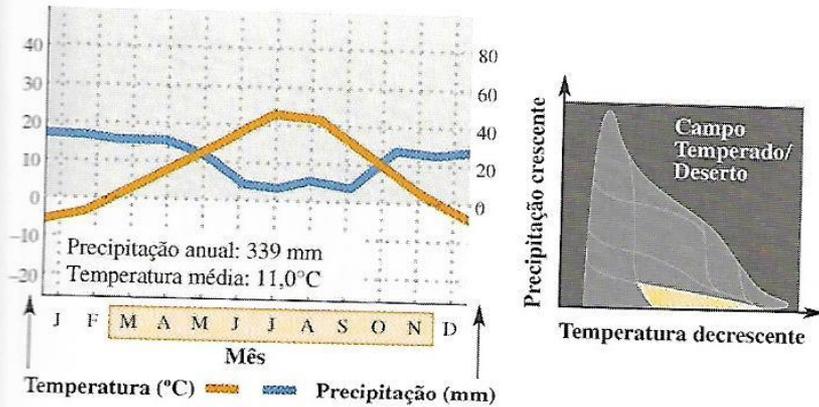
## Bioma: Campo Temperado/Deserto



(a) Campo da *Great Basin*, oeste do Colorado.

## Salt Lake City, Utah

Clima: Continental (desertos frios) (VII)  
Elevação: 1.329 m



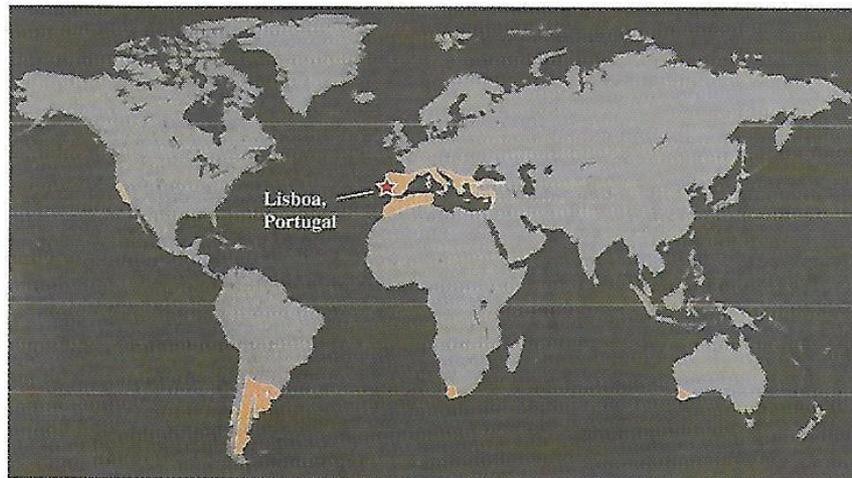
(b) Artemísia, leste de Washington.

**FIG. 5.11** Características principais do bioma de Campo Temperado/Deserto. Fotografias de R. E. Ricklefs.

# BIOMA DE BOSQUE TEMPERADO

**Zona mediterrânea**, entre 30-40° a norte e a sul do equador, temperaturas invernais amenas, chuva de inverno e seca de verão

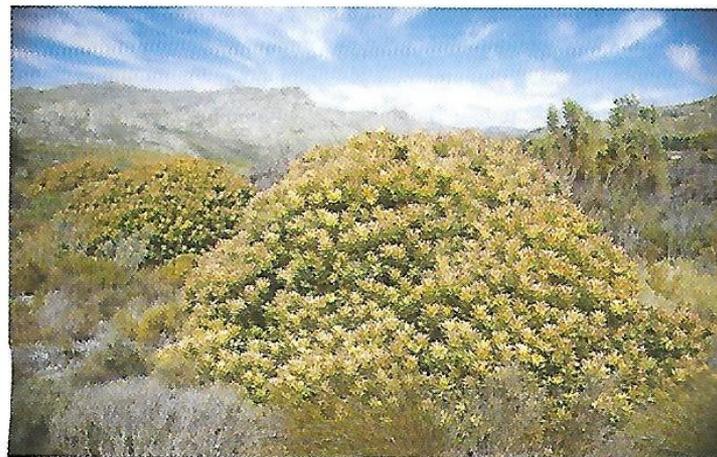
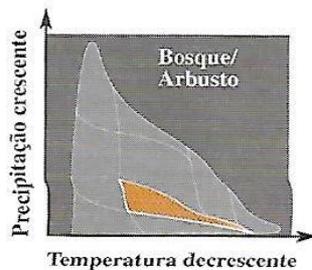
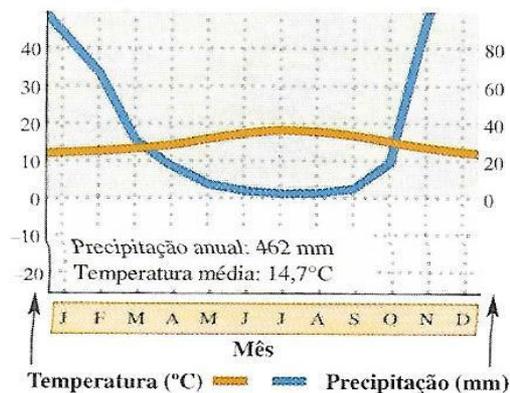
Bioma: Bosque/Arbusto



(a) Chaparral no lado úmido em baixa altitude com fogo infrequente, sul da Califórnia.

Lisboa, Portugal

Clima: Mediterrâneo (IV)  
Elevação: 41 m

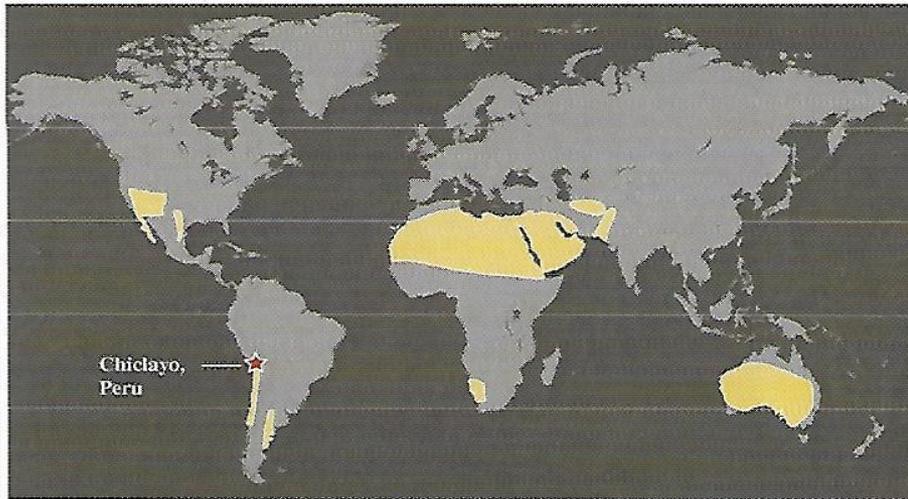


(b) Vegetação de *fynbos* na Região do Cabo da África do Sul.

**FIG. 5.12** Características principais do bioma de Bosque/Arbusto. Fotografia (a) de Earl Scott/Photo Researchers; fotografia (b) de Fletcher & Baylis/Photo Researchers.

# BIOMA DESERTO SUBTROPICAL

Bioma: Deserto Subtropical



“Desertos quentes” na zona continental, com muito baixas precipitações e altas temperaturas. Chuvas intensas de verão

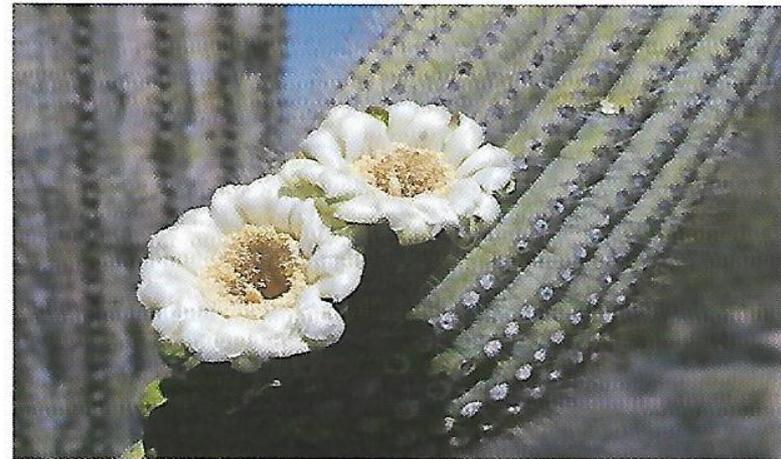
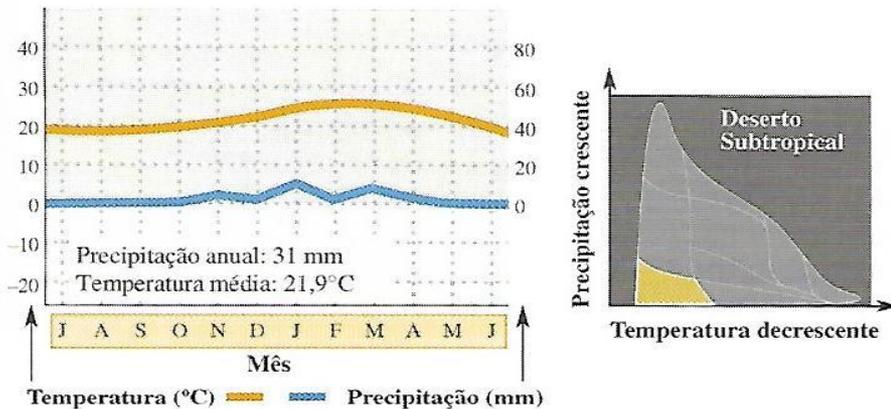


(a) Cacto Cholla, no norte de Sonora, México.

Chiclayo, Peru

Clima: Subtropical (desertos quentes) (III)

Elevação: 31 m



(b) Cacto Saguaro, sul do Arizona.

FIG. 5.13 Características principais do bioma de Deserto Subtropical. Fotografias de R. E. Ricklefs.

# AS ZONAS DE CLIMA POLAR E BOREAL TEM TEMPERATURAS MÉDIAS ABAIXO DE 5°C

- ❑ TEMPERATURAS FRIAS PREDOMINAM E A PRECIPITAÇÃO É BAIXA PORQUE A ÁGUA SE EVAPORA LENTAMENTE
- ❑ MATÉRIA ORGÂNICA É LENTAMENTE DECOMPOSTA E A PRODUTIVIDADE É BAIXA

# BIOMA FLORESTA BOREAL

Também designado de “taiga”, baixa temperatura anual, invernos severos, precipitação variável, pequena estação de crescimento

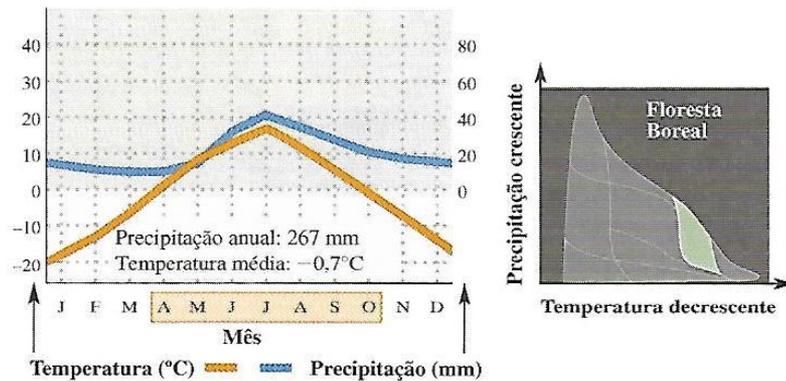
## Bioma: Floresta Boreal



(a) Floresta Boreal, próximo a Fairbanks, Alasca.

## Whitehorse, Canadá

Clima: Boreal (VIII)  
Elevação: 703 m



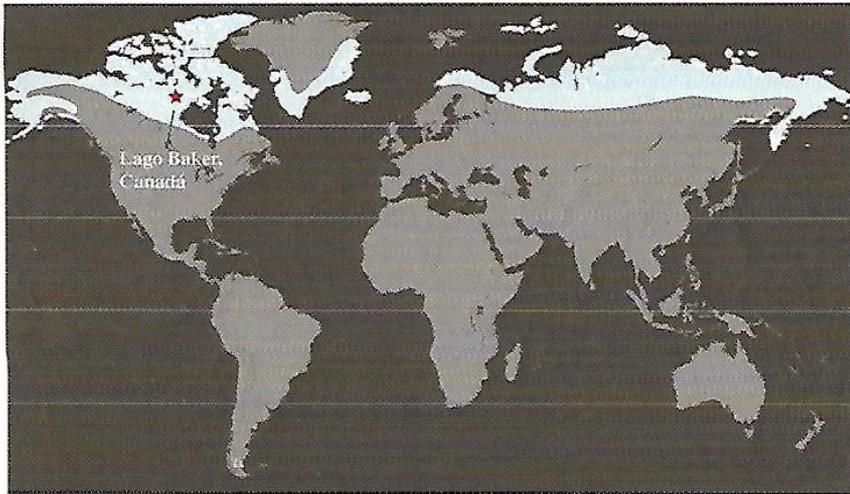
(b) Floresta Boreal com salgueiral no outono, Denali National Park, Alasca.

**FIG. 5.14** Características principais do bioma de Floresta Boreal. Fotografias de R. E. Ricklefs.

# BIOMA TUNDRA

A norte da floresta boreal, sem árvores, sobre um solo fino, permafrost gelado, pluviosidade baixa mas evaporação baixa também e solo empapado, ácido, pobre

Bioma: Tundra

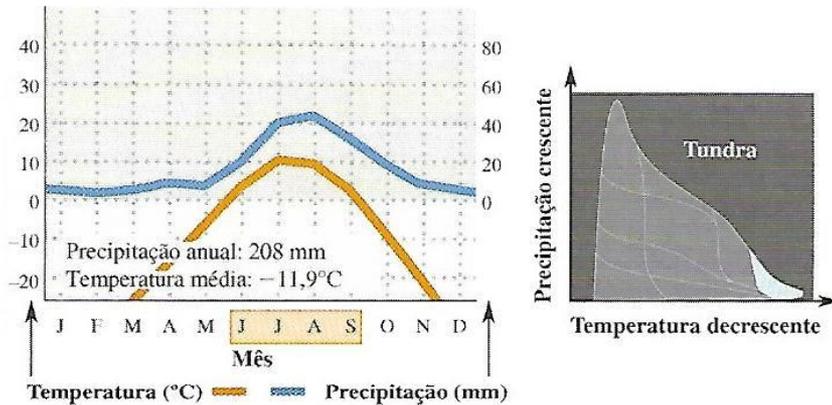


(a) Tundra úmida próximo a Churchill, Manitoba, Canadá.

## Lago Baker, Canadá

Clima: Polar (IX)

Elevação: 4 m



(b) Um detalhe da vegetação de tundra com líquens e rododendros anões.

**FIG. 5.15** Características principais do bioma de Tundra. Fotografias de R. E. Ricklefs.

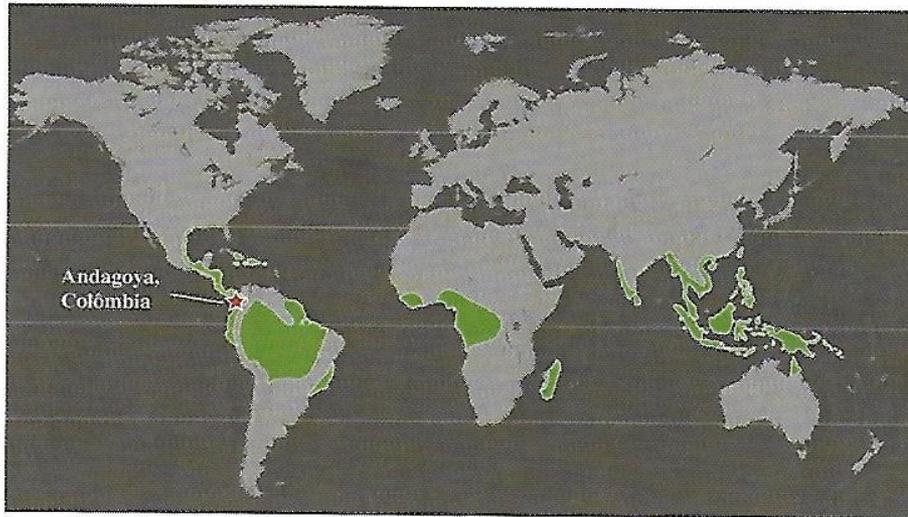
# NAS ZONAS DE CLIMAS EM LATITUDES TROPICAIS AS TEMPERATURAS MÉDIAS SÃO ACIMA DOS 20°C

- A TEMPERATURA PODE VARIAR MUITO NO ANO
- NÃO HÁ TEMPERATURAS BAIXAS
- GRANDES DIFERENÇAS NA VARIAÇÃO SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO PARA OS VÁRIOS CLIMAS

# BIOMA FLORESTA DAS CHUVAS TROPICAL

Climas sempre quentes, nunca pára de chover mas com dois picos equinociais. Solos pobres. Grande altura de árvores, com muitos estratos, nutrientes provem da produtividade elevada e rápida decomposição.

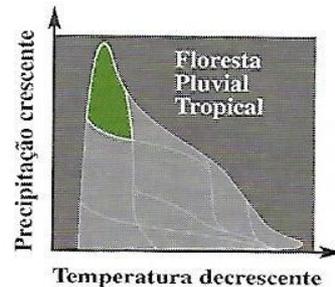
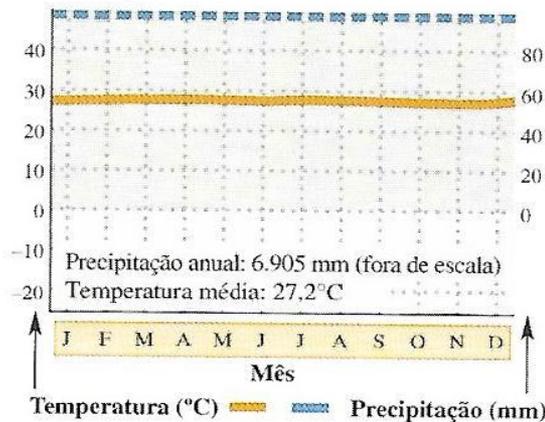
## Bioma: Floresta Pluvial Tropical



(a) Floresta nebulosa durante a estação seca, Panamá Central.

## Andagoya, Colômbia

Clima: Equatorial (I)  
Elevação: 65 m



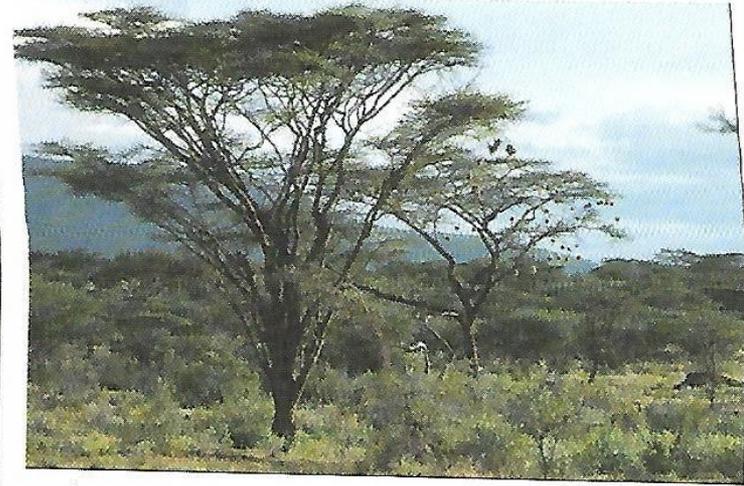
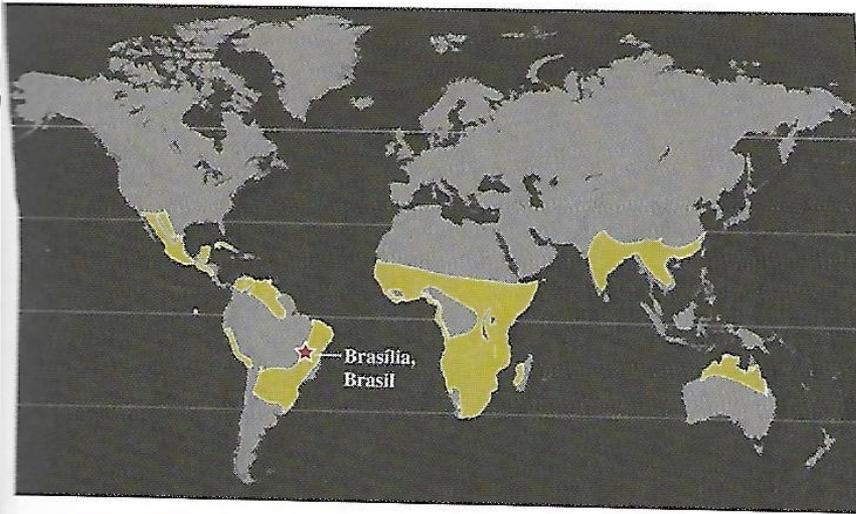
(b) Floresta nebulosa de altitude média, Jamaica, West Indies.

**FIG. 5.16** Características principais do bioma de Floresta Pluvial Tropical. Fotografias de R. E. Ricklefs.

# BIOMA FLORESTA SAZONAL TROPICAL/SAVANA

Estação seca pronunciada, floresta caducifólia na estação seca, com a aridez progressiva muda para floresta espinhosa e depois savana

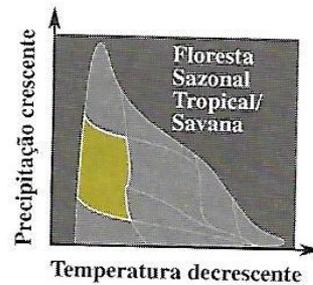
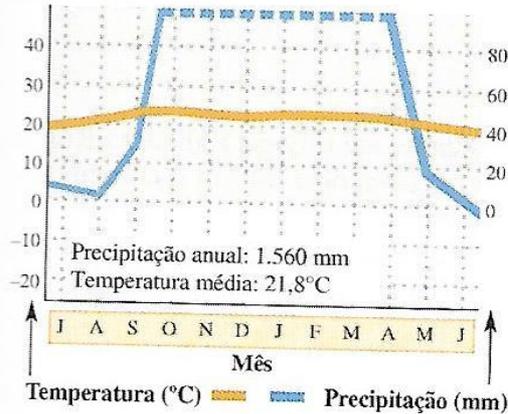
Bioma: Floresta Sazonal Tropical/Savana



(a) Árvores de acácia com ninhos de tecelão, Quênia, leste da África.

Brasília, Brasil

Clima: Tropical (II)  
Elevação: 910 m



(b) Savana Tropical na Bacia do Orinoco, leste da Colômbia

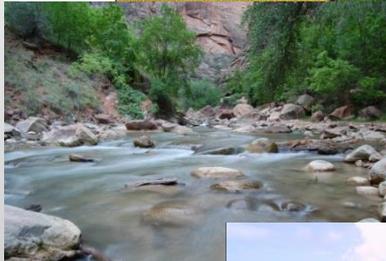
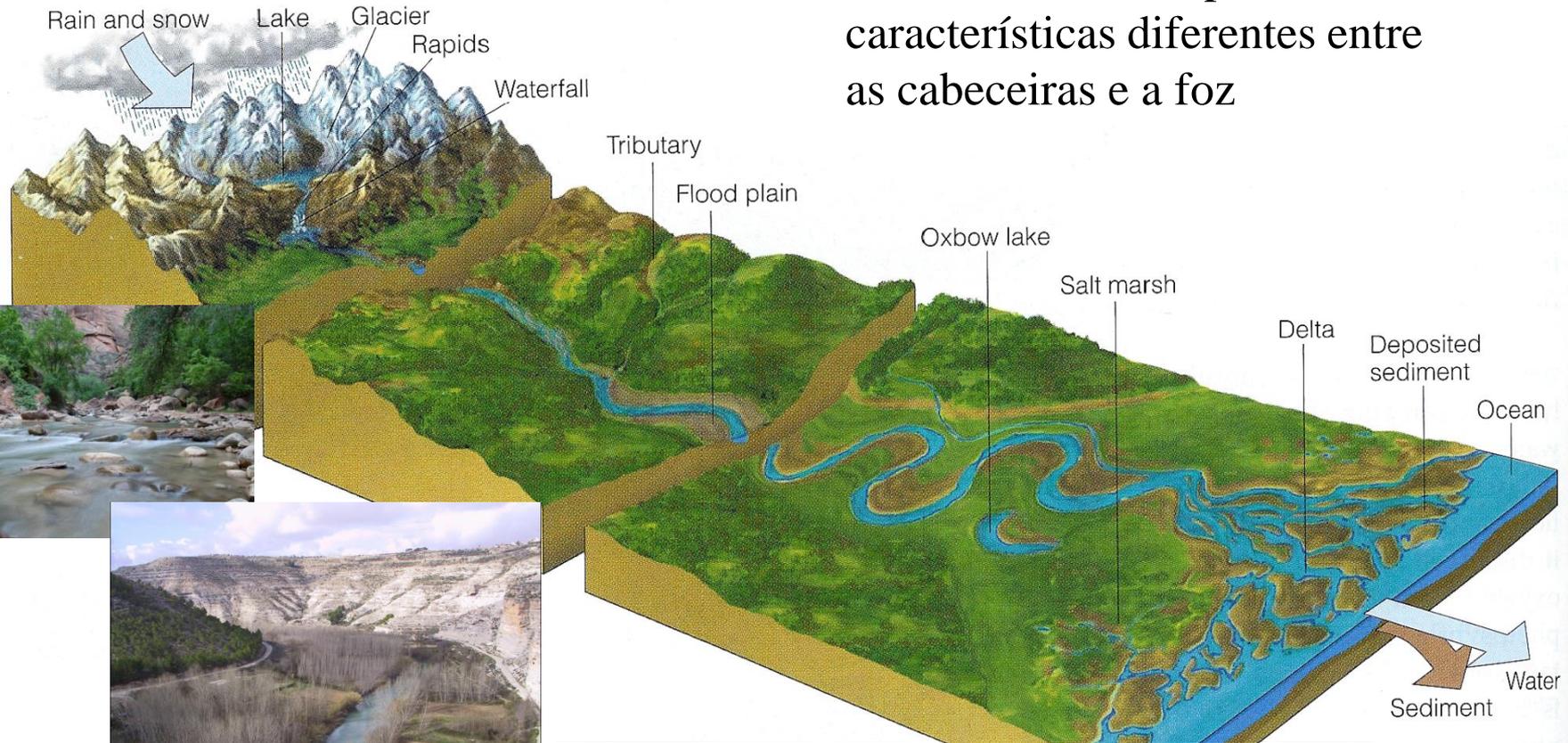
**FIG. 5.17** Características principais do bioma de Floresta Sazonal Tropical/Savana. Fotografias de R. E. Ricklefs.

# O CONCEITO DE ZONA CLIMÁTICA/BIOMA NÃO SE APLICA A MEIOS AQUÁTICOS

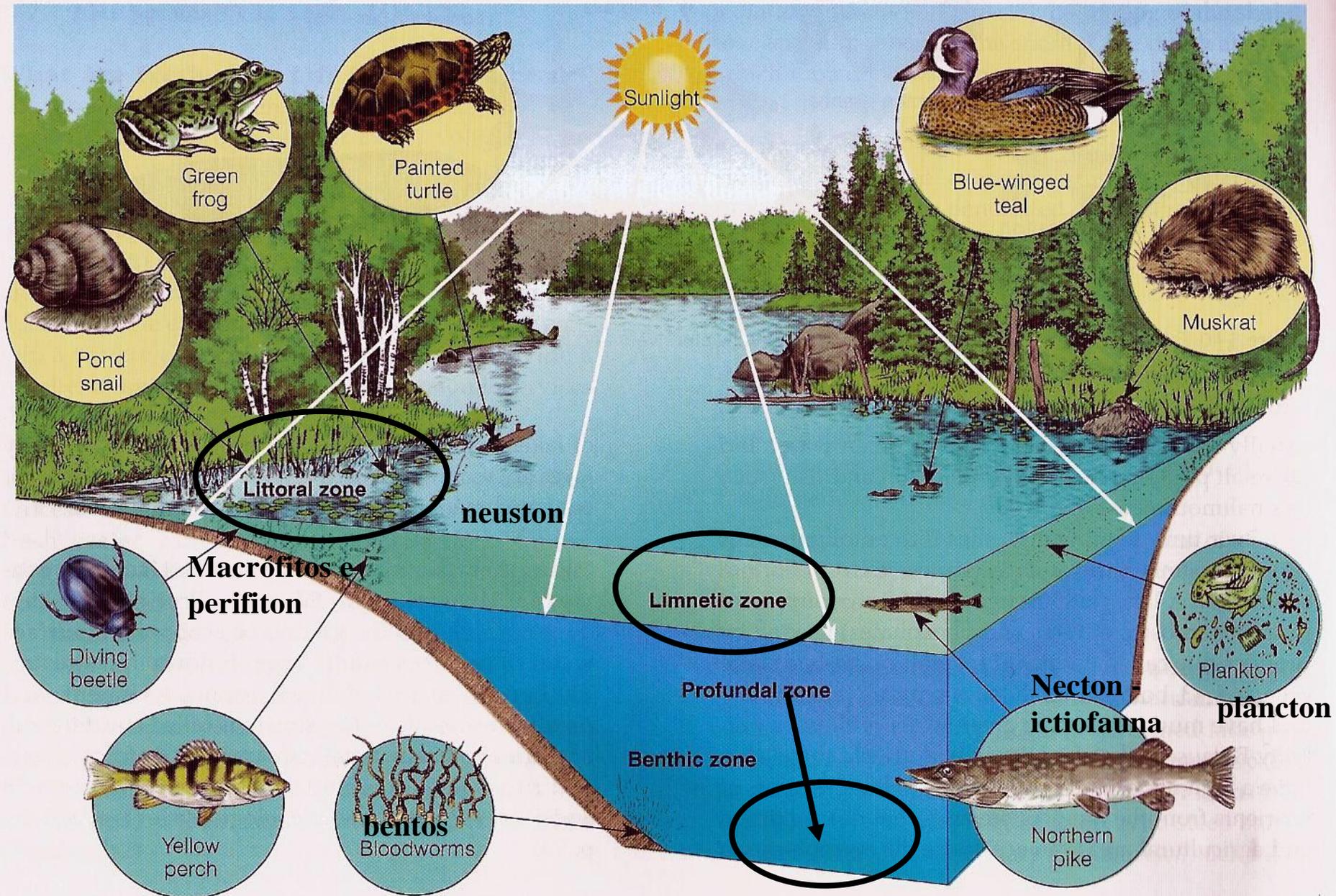
- ❑ O CONCEITO DE BIOMA FOI DESENVOLVIDO PARA ECOSSISTEMAS TERRESTRES ONDE A FORMA DE CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO DOMINANTE REFLECTE O CLIMA
- ❑ NOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS A PROFUNDIDADE, A TEMPERATURA, O MOVIMENTO DA ÁGUA E AS CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES SÃO OS FACTORES DOMINANTES QUE DETERMINAM A ESTRUTURA DAS COMUNIDADES VEGETAIS E ANIMAIS

# ECOSSISTEMA FLUVIAL

O sistema fluvial apresenta características diferentes entre as cabeceiras e a foz

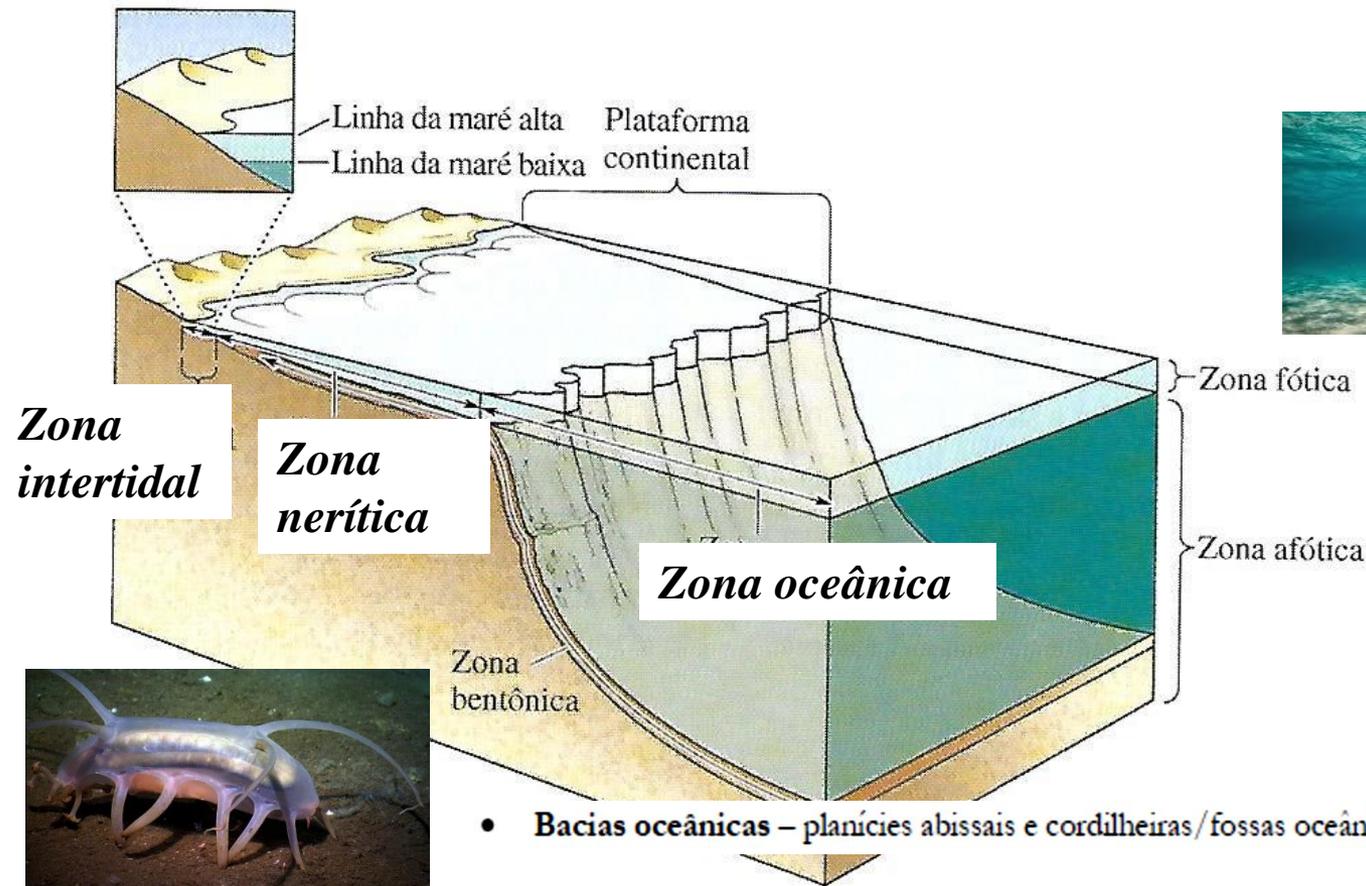


# ECOSSISTEMA LACUSTRE



# ECOSSISTEMA MARINHO

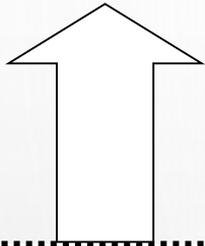
- **Margem continental** – composta por plataforma, vertente e rampa (21% do oceano). Profundidade média de 130 metros (max. 200m), com uma extensão que pode variar entre poucos quilômetros até 400 km. A vertente continental é muito mais inclinada e pode ser cortada por canhões submarinos, e é uma zona de transporte de sedimentos para o leito oceânico. A rampa continental, área que fica entre a vertente e a bacia oceânica, pode ter entre 100 a 1000 km de extensão. Tem uma inclinação ligeira.



- **Bacias oceânicas** – planícies abissais e cordilheiras/fossas oceânicas.

5.22 Os oceanos podem ser divididos em algumas zonas ecológicas principais. Essas variações resultam de diferenças nos fatores temperatura, profundidade e imersão da maré.

# **Princípio 1: A EVIDÊNCIA ECOLÓGICA É SEMPRE OBTIDA EXPERIMENTALMENTE**



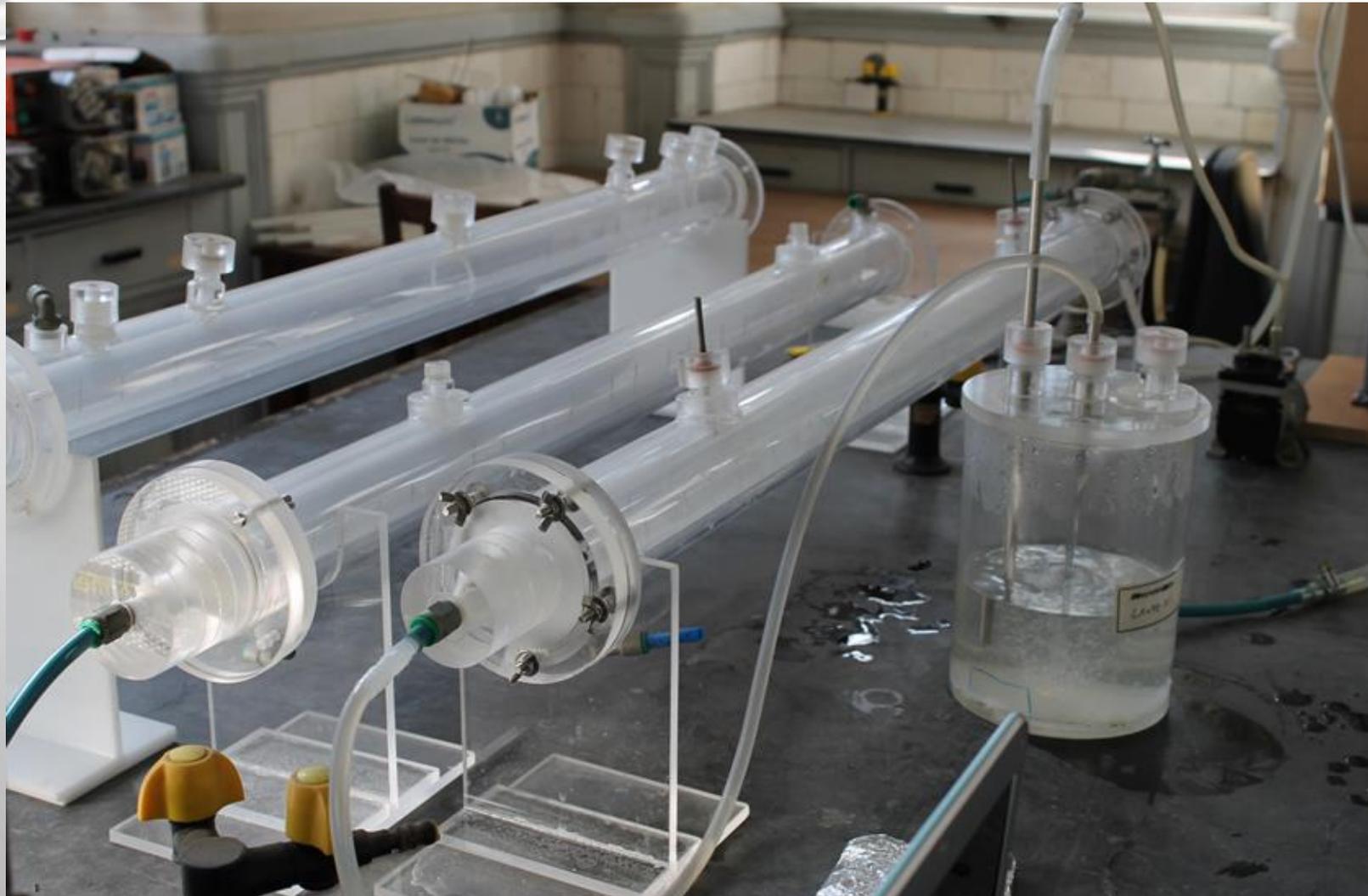
- **Experiências em ambiente laboratorial controlado**
- **Ecosistemas laboratoriais simples (microcosmos)**
- **Ecosistemas experimentais (mesocosmos)**
- **Observação e monitorização no ambiente natural**
- **Modelos e simulações matemáticas**
- **Experiências manipulativas em ambiente natural**

**HIPÓTESE > EXPERIMENTAÇÃO > EVIDÊNCIA > DECISÃO**

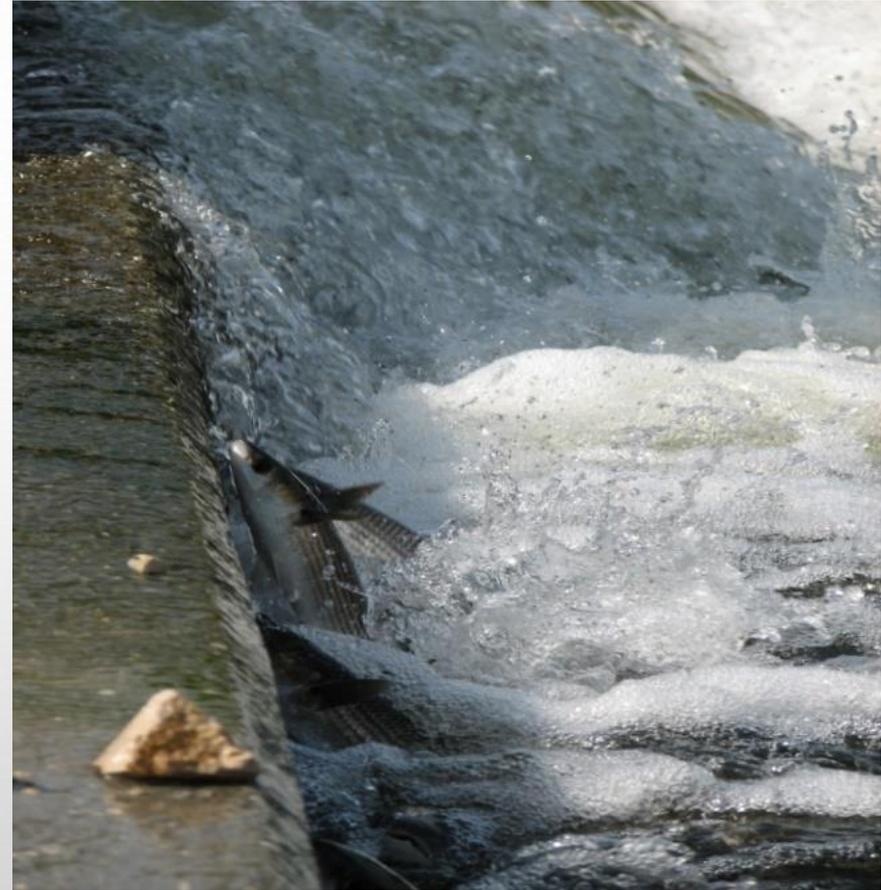
# •Experiências em ambiente laboratorial controlado



# MICROCOSMOS – lidar com problemas complexos a escala pequena



# Problema: barreiras impedem o movimento dos peixes nos rios



# Exemplo de mesocosmos no estudo de transposição de barreiras pelos peixes



- Localizada em Lisboa
- 14 m de comprimento e 1 m de lado
- Estrutura em aço compainéis de vidro



- Negociação de barreiras
- Indicadores ecológicos: amplitude de movimentos, tempo de refugio, forma de aproximação à barreira, sucesso de transposição, efeito do cardume





MESOCOSM Aerial view LakeLab IGB/Berlin

© HTW Dresden/M. Oczipka

## Experimental Lakes Area



58 Small Lakes & their Drainage Basins  
Minimal external human influences

### •Experiências manipulativas em ambiente natural

Na Experimental Lakes Area, Canadá, experiências de fertilização de lagos mostraram que o nutriente limitante era o fósforo, seguido do azoto



# EXEMPLO: MODELOS DE REDES BAIESIANAS PREVÊM O CRESCIMENTO DE ALGAS TÓXICAS EM LAGOS

RIGOSI ET AL. 2015. *ECOL. APPL.* 25:186, BASED ON DATA FROM 20 LAKES

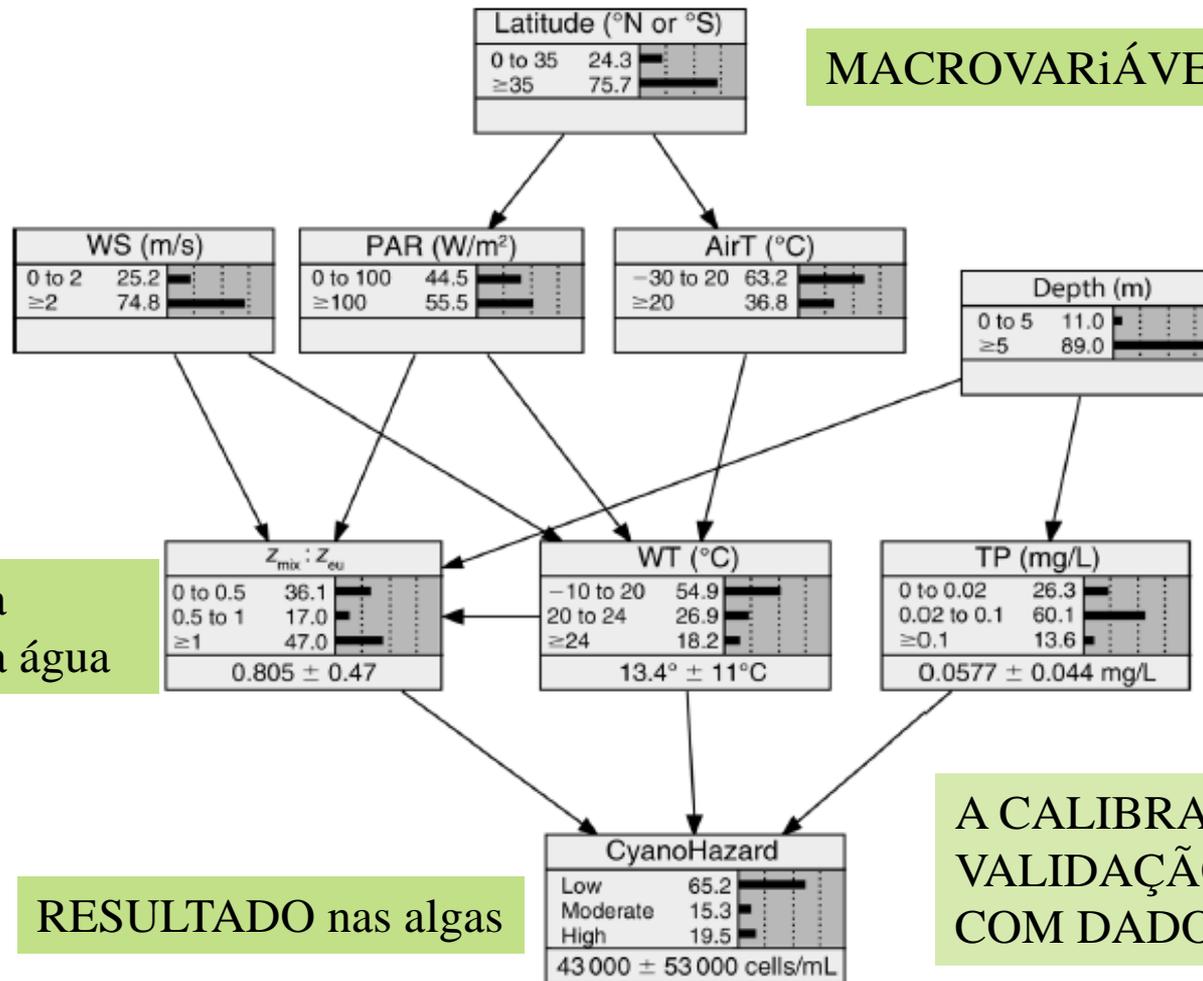
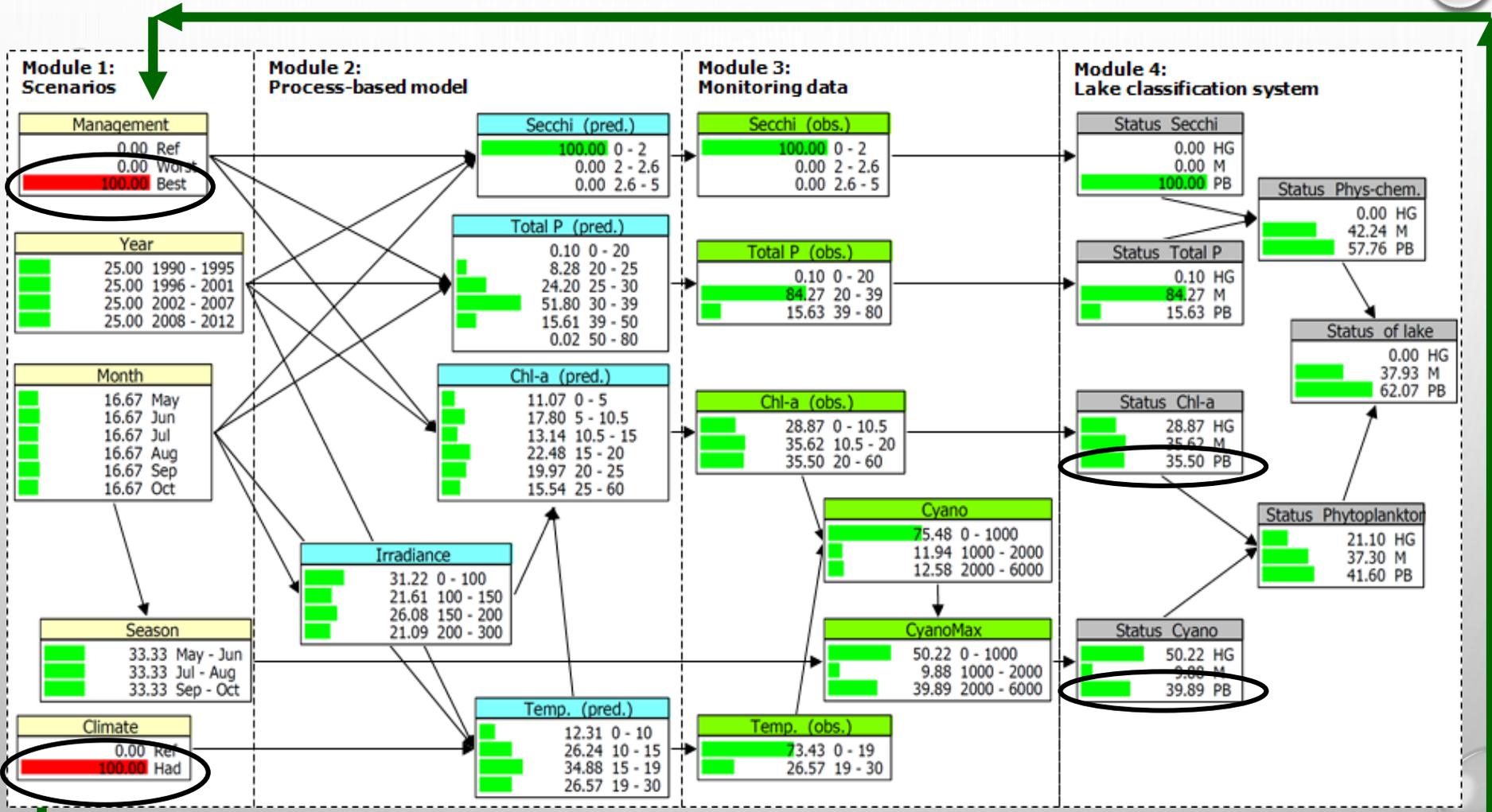


FIG. 4. Bayesian network structure including nine nodes: latitude, wind speed (WS), photosynthetically active radiation (PAR), air temperature (airT), maximum lake depth (Depth), ratio between mixing depth and euphotic depth ( $z_{mix} : z_{eu}$ ), surface water temperature (WT), total phosphorus (TP) and cyanobacterial bloom hazard (CyanoHazard) based on cyanobacterial abundance (cells/mL).

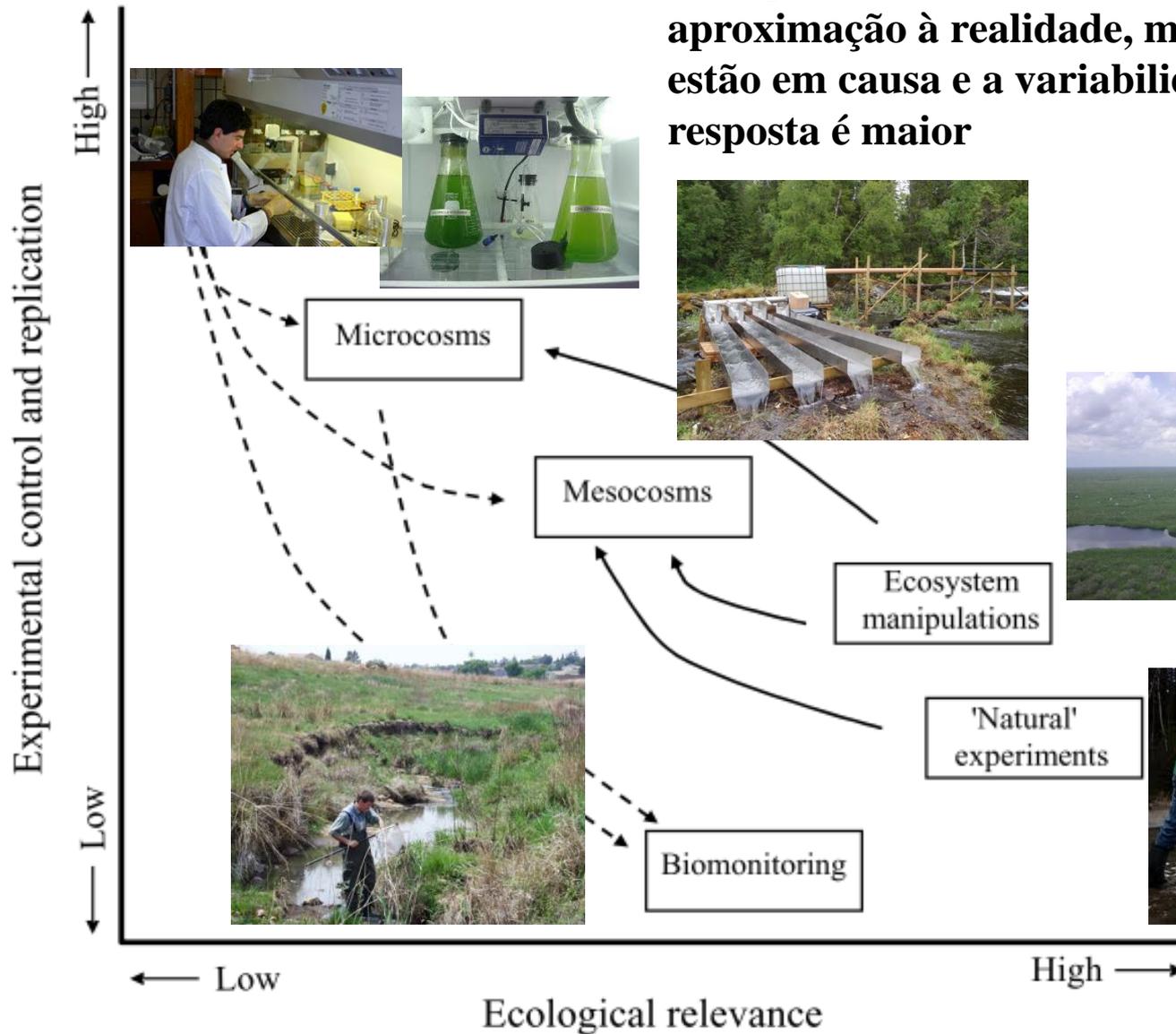
# MODELOS DE PREVISÃO SÃO AUXILIARES DE GESTÃO, EXEMPLO: PREVISÃO DO ESTADO DE QUALIDADE DO LAGO VORSTAJRV NA ESTÓNIA EM DIFERENTES CENÁRIOS DE GESTÃO E CLIMÁTICOS



Probability of Poor-Bad status higher for Cyano (40%) than for Chl-a (36%)

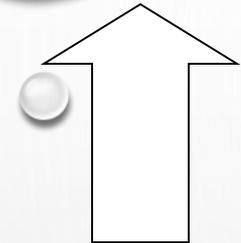


**TIPOS DE EXPERIMENTAÇÃO** Quanto mais próximo do ecossistema, maior a aproximação à realidade, mas mais fatores estão em causa e a variabilidade da resposta é maior

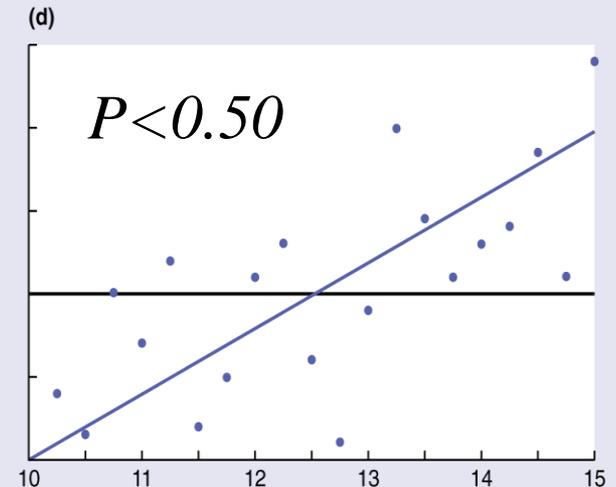
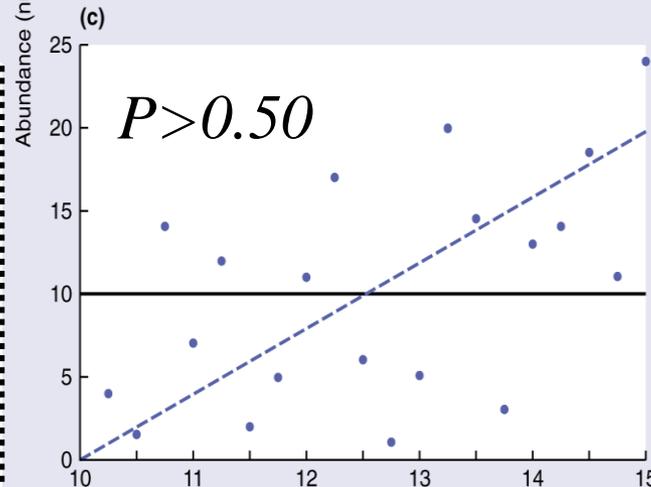
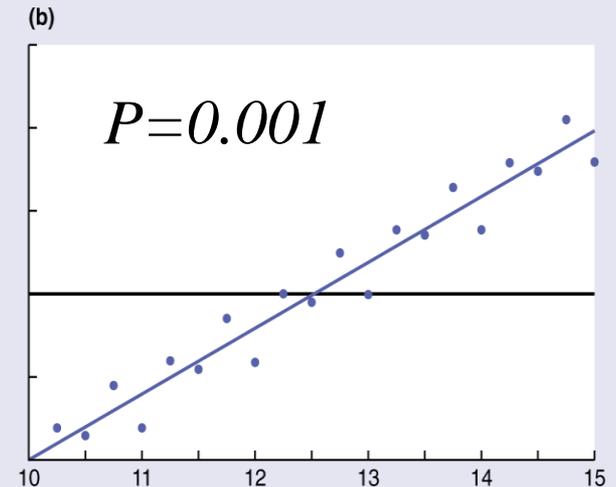
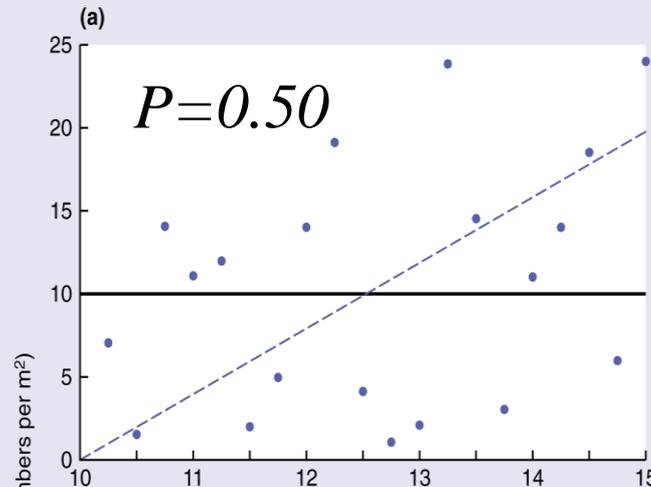


# Princípio 2: A EVIDÊNCIA ECOLÓGICA É VARIÁVEL E PROBABILÍSTICA

*Hipótese testada: não há associação entre abundância de insectos e temperatura*



**Anexar um grau de confiança ao resultado**



Abundance (numbers per m<sup>2</sup>)

Mean spring temperature (°C)

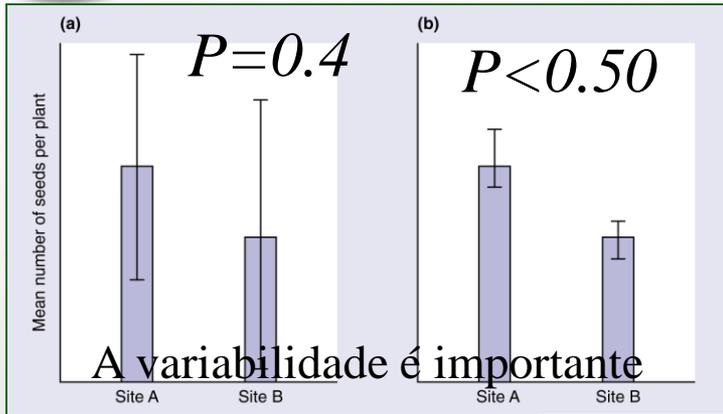
**O RESULTADO NÃO TEM CONFIANÇA**

**Não existe uma relação ecológica OU**

**Os dados não são suficientemente bons OU**

**A relação é fraca e são necessários mais dados**

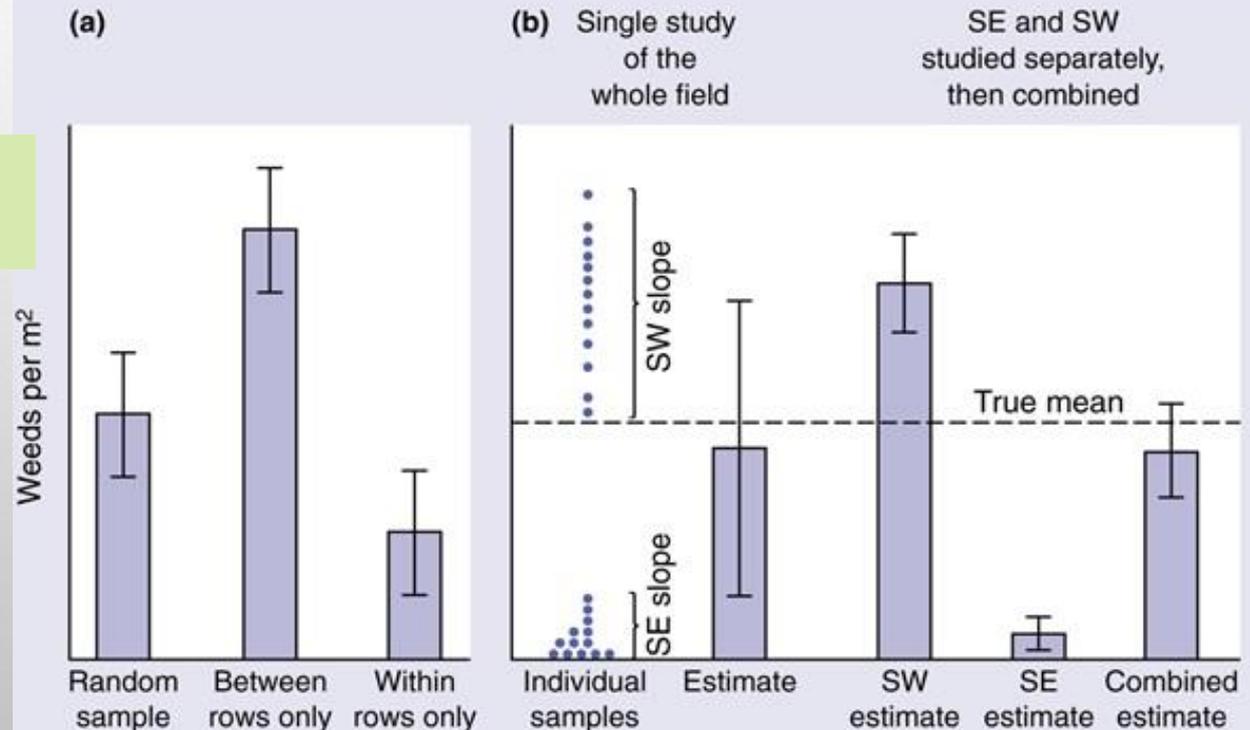
# Princípio 3: A EVIDÊNCIA ECOLÓGICA TEM DEPENDÊNCIA ESPACIAL



Número de sementes produzidas por planta – VER A VARIABILIDADE DOS RESULTADOS

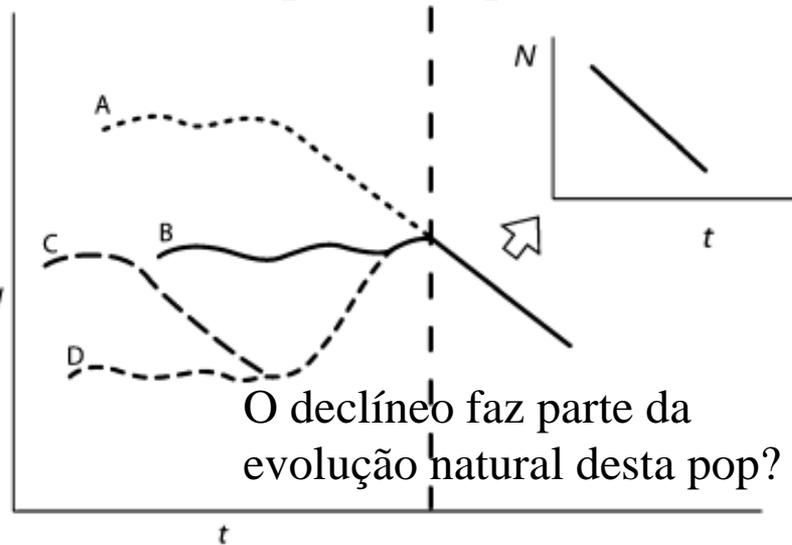
Estimativa de PLANTAS infestantes num campo agricultado

A forma de amostragem TAMBÉM é importante

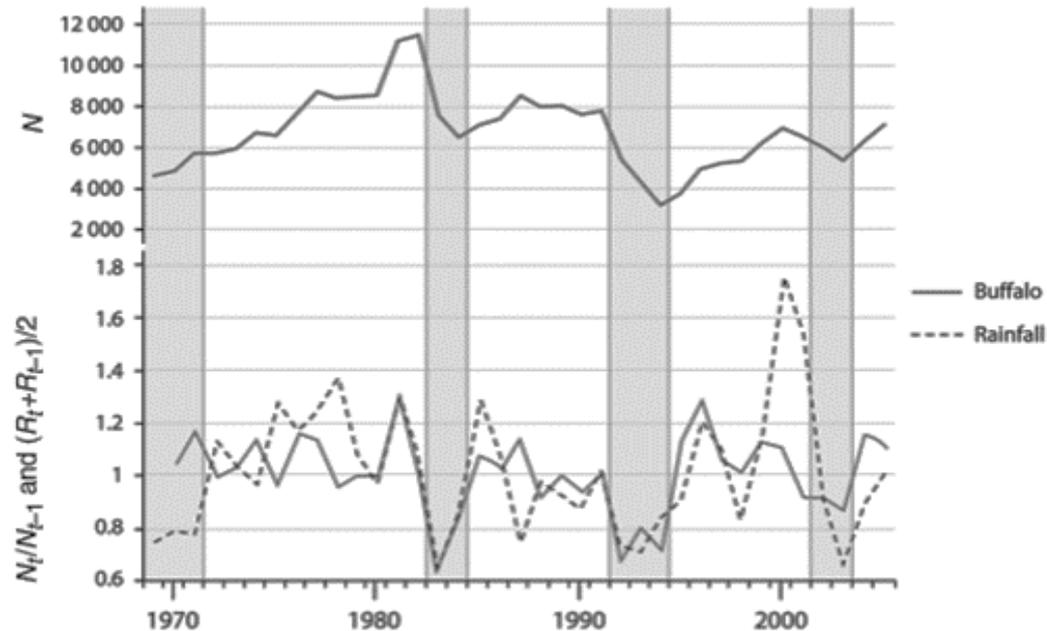


## Princípio 4: A EVIDÊNCIA ECOLÓGICA TEM DEPENDÊNCIA TEMPORAL

O declínio já era acentuado ou começou à pouco tempo?



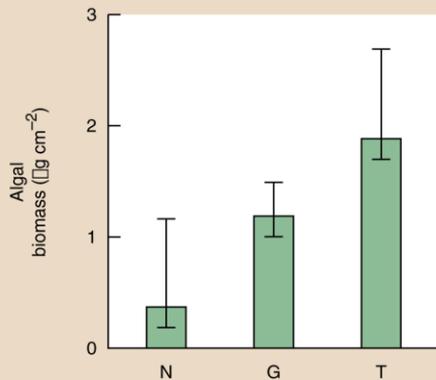
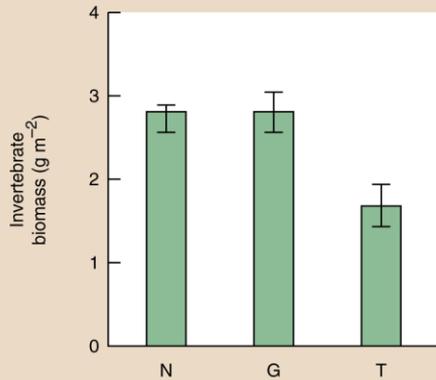
**Figure 1** When conservation practitioners see a marked decline in the size of a population ( $N$ ) of special interest (inset, top right), the monitoring data are usually available from some time ( $t$ ) that is relatively recent (vertical dashed line). This frequently leads to an assumption that the population decline needs to be reversed with conservation action, which might or might not be true depending on the long-term dynamics of the population. It is also commonly assumed that the population declined from some equilibrium (line B) approximating the level recorded when data collection began. However, the equilibrium level might also be considerably higher (line A), or even lower before a recent population eruption (line D), or else the recent decline might be part of a long-term cyclical pattern that is natural to the population (line C).



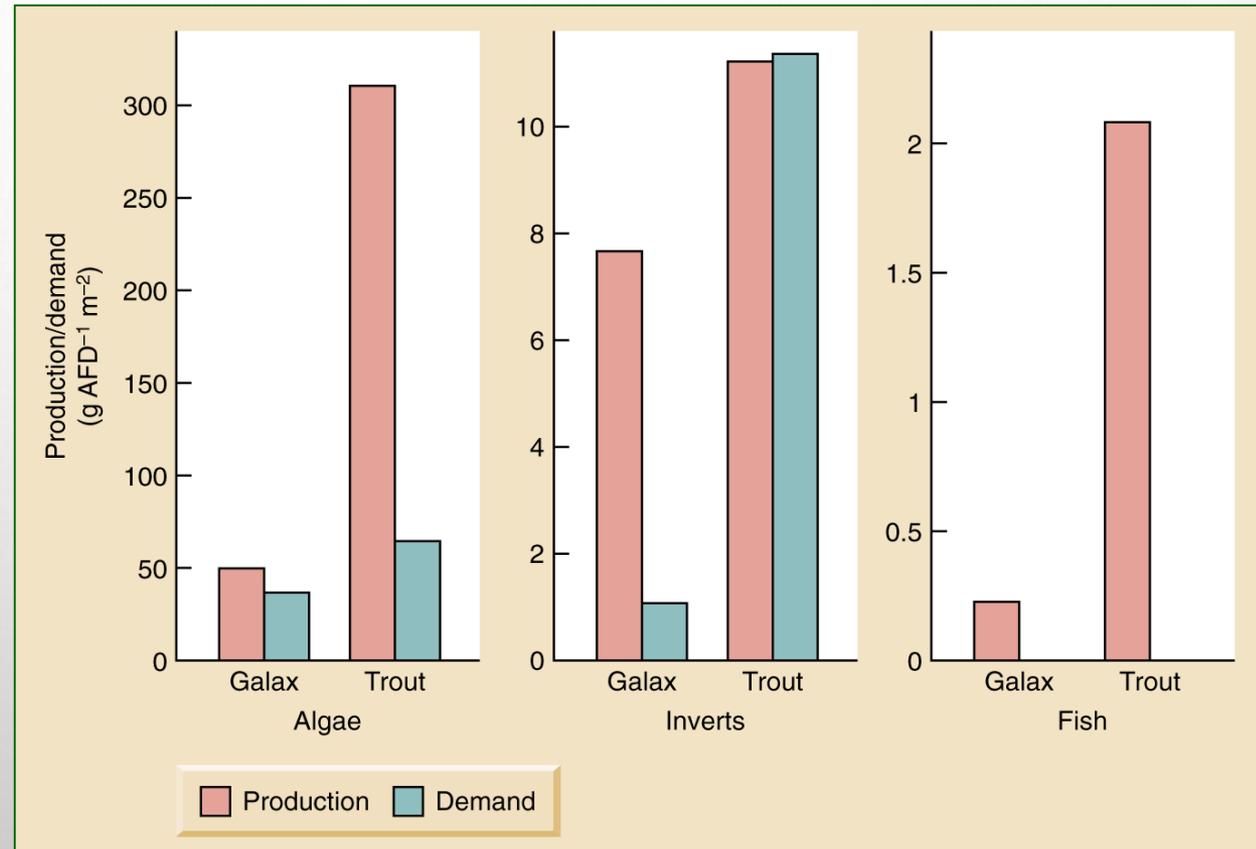
O BÚFALO ESTÁ A DESAPARECER?  
Associação de declínios do búfalo do Kruger Park com a pluviosidade

# Princípio 5: A EVIDÊNCIA ECOLÓGICA EM SITUAÇÕES NATURAIS É SEMPRE MULTIVARIADA

**N-sem peixe. G-só Galaxia. T-só truta. Truta tem maior taxa de consumo de invertebrados, durante o dia, e com maior produção de biomassa piscícola. A biomassa algal é superior neste sistema porque a truta ingere grande parte dos consumidores primários.**



Fish predation regime



**As Galaxia são menos eficientes no consumo de invertebrados porque consomem pelo tacto, logo a biomassa algal final é maior, e é produzida menor biomassa piscícola**

# A ECOLOGIA SERVE PARA COMPREENDER COMO OS ECOSSISTEMAS SÃO ALTERADOS E GARANTIR A SUSTENTABILIDADE DO USO PELAS POPULAÇÕES HUMANAS ATRAVÉS DE LEGISLAÇÃO E PRÁTICAS

## FATORES DE PERTURBAÇÃO

1. Impacto demográfico
2. Destruição de habitats
3. Perturbação de habitats
4. Uso não sustentável dos recursos naturais

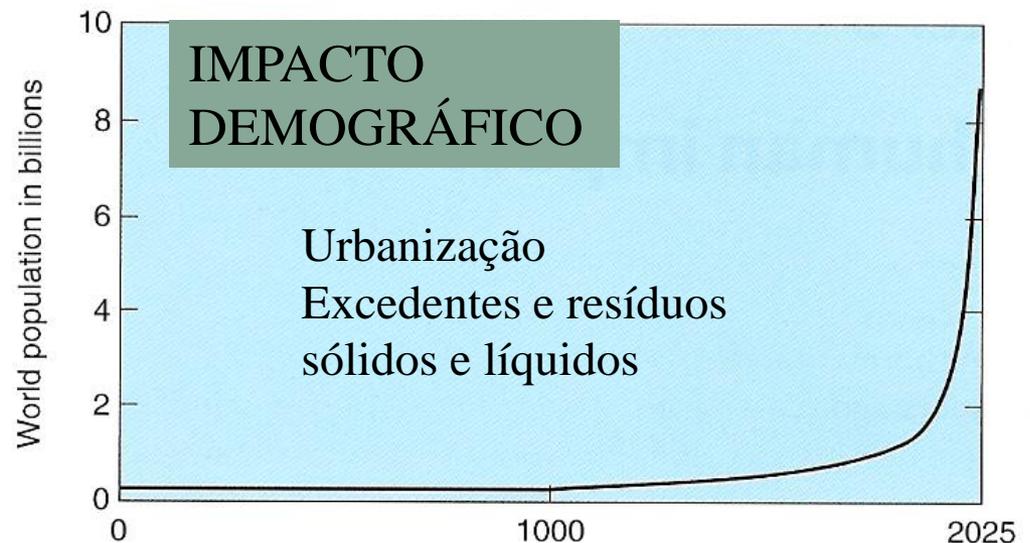
3 milhões de anos BP surgimento do Homem

60 000 BP fogo

10 000 BP agricultura e pecuária (5 milhões)

Bronze 5000 BP (10 milhões)

últimos 100 anos (6 mil milhões)

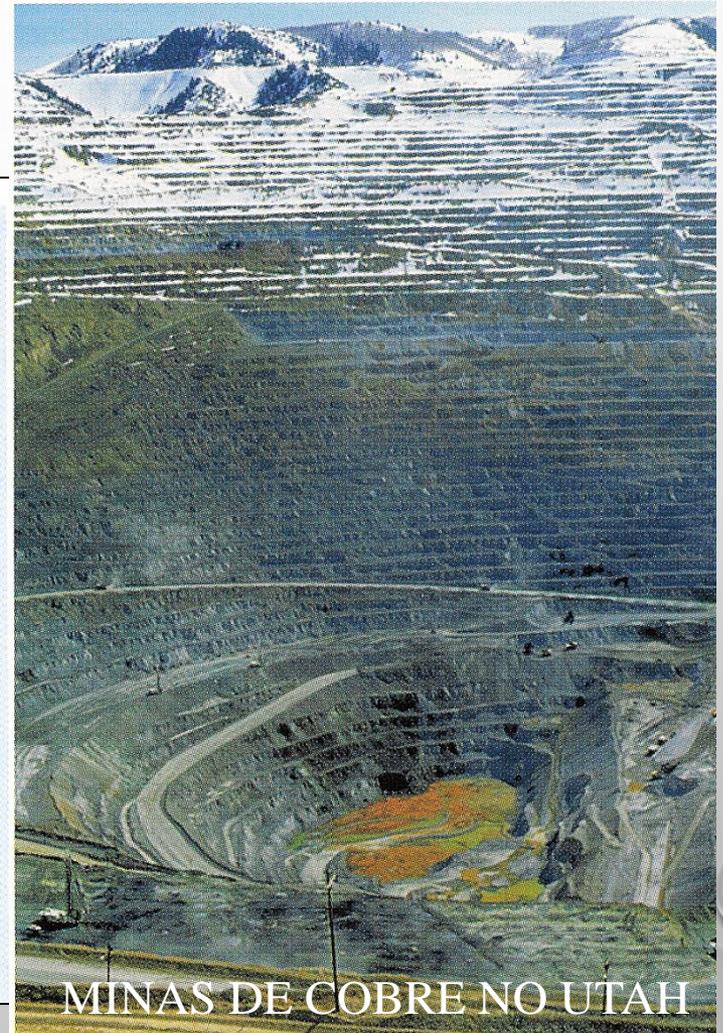
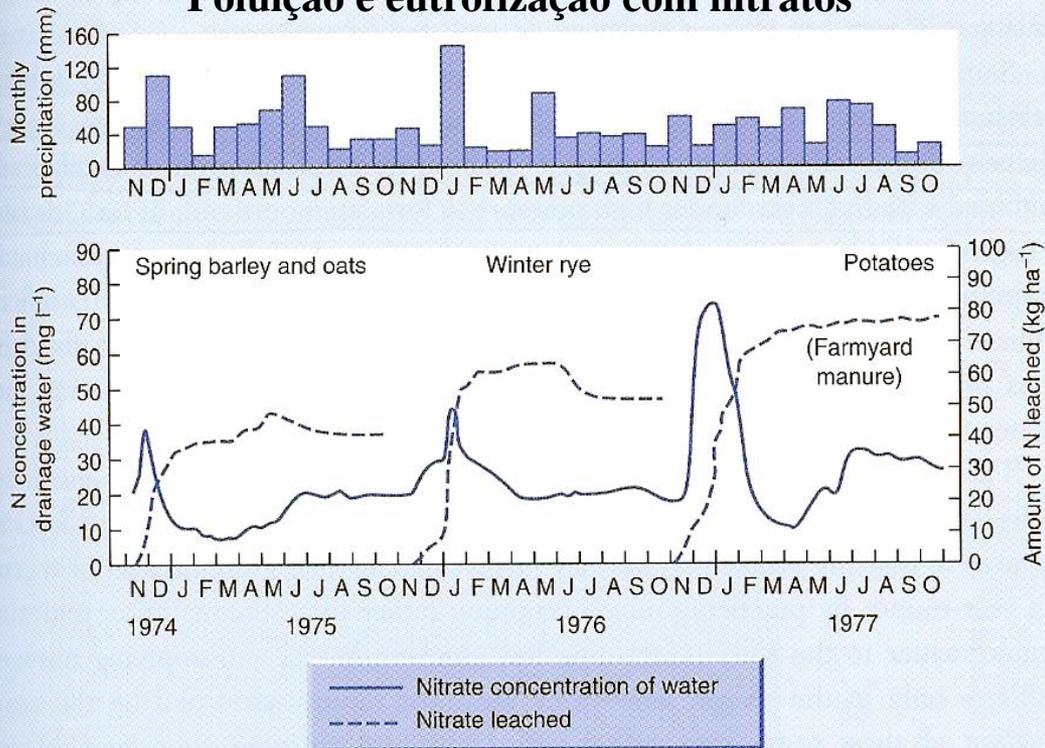


# DEGRADAÇÃO DE HABITATS

ACTIVIDADES EXTRACTIVAS

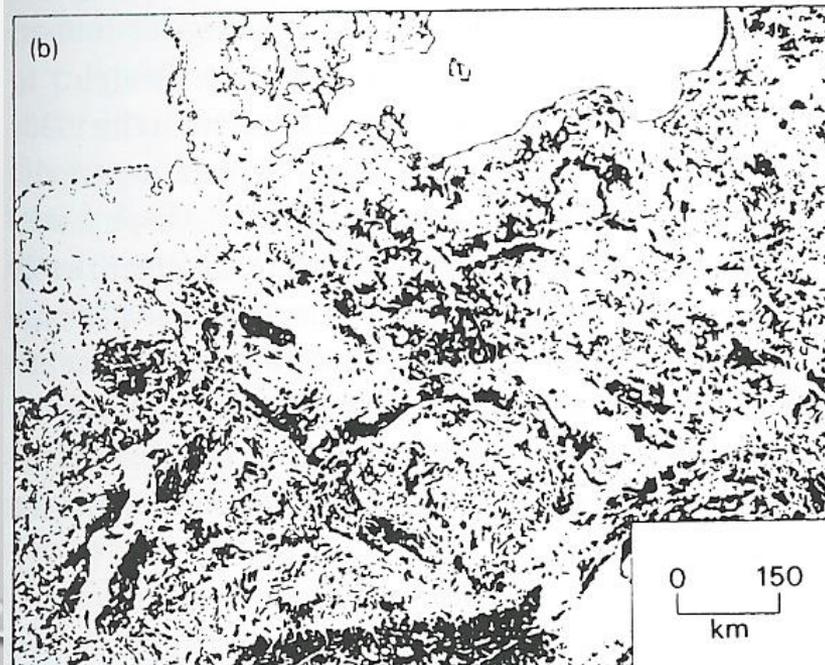
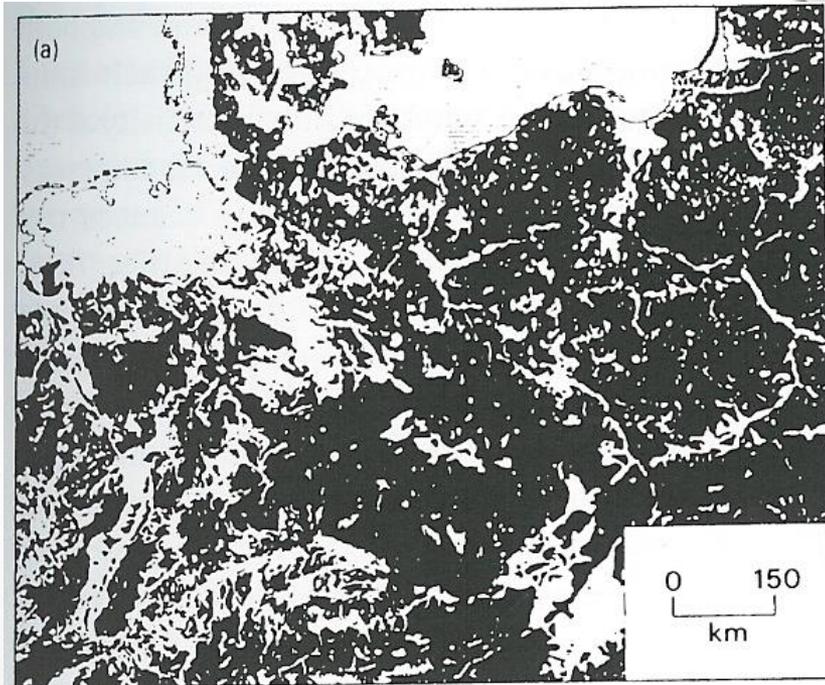
ACTIVIDADES POLUIDORAS

Poluição e eutrofização com nitratos



# DESTRUIÇÃO DE HABITATS

Desflorestação da Europa central entre 900 e 1900 AC

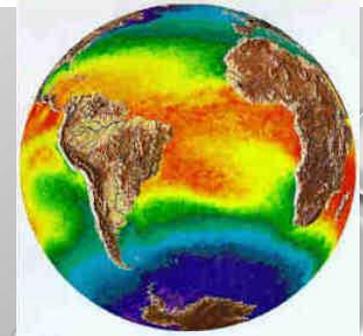


# PRINCIPAIS PRESSÕES HUMANAS NOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

TABLE 18.2 *Major management threats at 90 ecosystem management projects in the United States<sup>a</sup>*

Threat	All U.S.	Northeast	Southeast	Midwest	Northwest	Southwest
Hydrologic alteration	42	18	54	41	57	47
Land conversion to urban uses	40	47	46	33	43	37
Exotic species	38	35	23	29	46	58
Agricultural practices	34	18	62	44	13	32
Roads, other infrastructures	34	35	38	22	50	37
Disruption of fire regime	34	29	31	32	36	42
Nonpoint source pollution <sup>b</sup>	33	41	64	31	21	21
Grazing, range management	24	13	31	11	21	47
Timber, forest management	23	6	15	11	71	26

North-American terrestrial ecosystems



# PRINCIPAIS PRESSÕES HUMANAS NOS ECOSISTEMAS DE RIOS, LAGOS, ÁGUAS COSTEIRAS (TraC) E SUBTERRÂNEAS (GW)

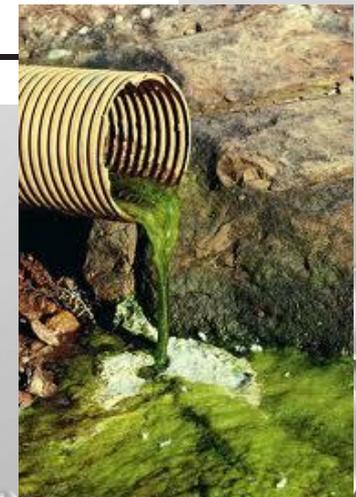
**Table 2**

Stressor groups by aquatic environments (number of evidence items and % of total evidence items). TraC – transitional and coastal waters; GW – groundwaters; n – number; % – percentage.

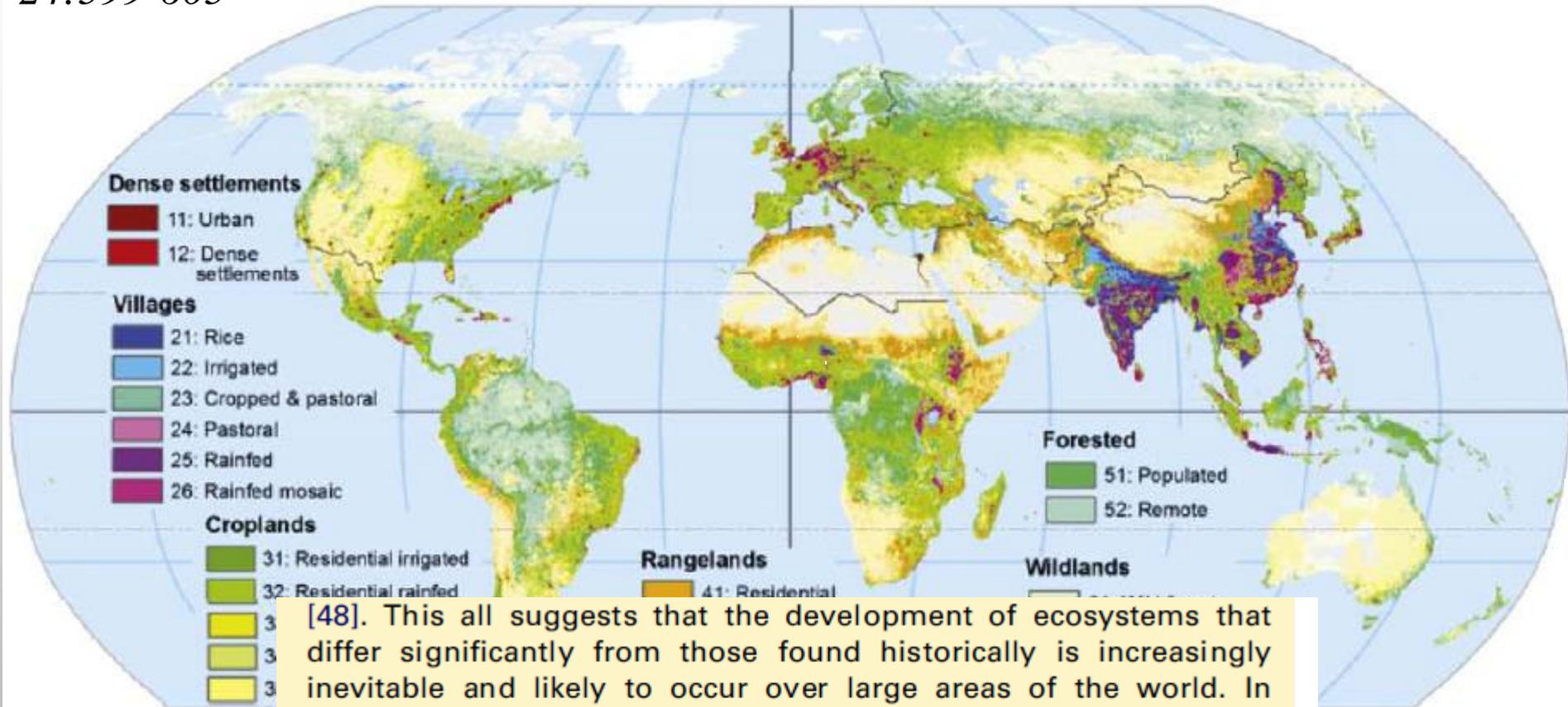
	Rivers		Lakes		TraC		GW	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Nutrient stressors	152	71	119	78	117	98	20	43
Hydrological stressors	159	74	61	40	54	45	38	83
Morphological stressors	64	30	21	14	46	38	0	0
Thermal/optical stressors	46	21	47	31	12	10	0	0
Chemical stressors	26	12	21	14	14	12	17	37
Toxic stressors	48	22	18	12	56	47	10	22
Biological stressors	21	10	42	28	33	28	0	0
Total evidence items	214		152		120		46	

European waters

*Noges et al., STOTEN 2015*



# ANTHROPOGENIC BIOMES: human population change land use and land cover. *Hobbs, Higgs and Harris (2009) Novel Ecosystems, implications for conservation and restoration. Trends in Ecology and Evolution, 24:599-605*



[48]. This all suggests that the development of ecosystems that differ significantly from those found historically is increasingly inevitable and likely to occur over large areas of the world. In addition, there is also increasing debate over the potential for direct human intervention in the facilitation of biotic response to climate change through the agency of assisted migration, or the deliberate movement of species in anticipation of shifting climatic envelopes [49,50].

# Ecosystem services are the benefits that people obtain from ecosystems *Millenium Assessment, 2007*

## Provisioning Services

*Products obtained from ecosystems*

- Food
- Fresh water
- Fuelwood
- Fiber
- Biochemicals
- Genetic resources

## Regulating Services

*Benefits obtained from regulation of ecosystem processes*

- Climate regulation
- Disease regulation
- Water regulation
- Water purification
- Pollination
  - Pest control

## Cultural Services

*Nonmaterial benefits obtained from ecosystems*

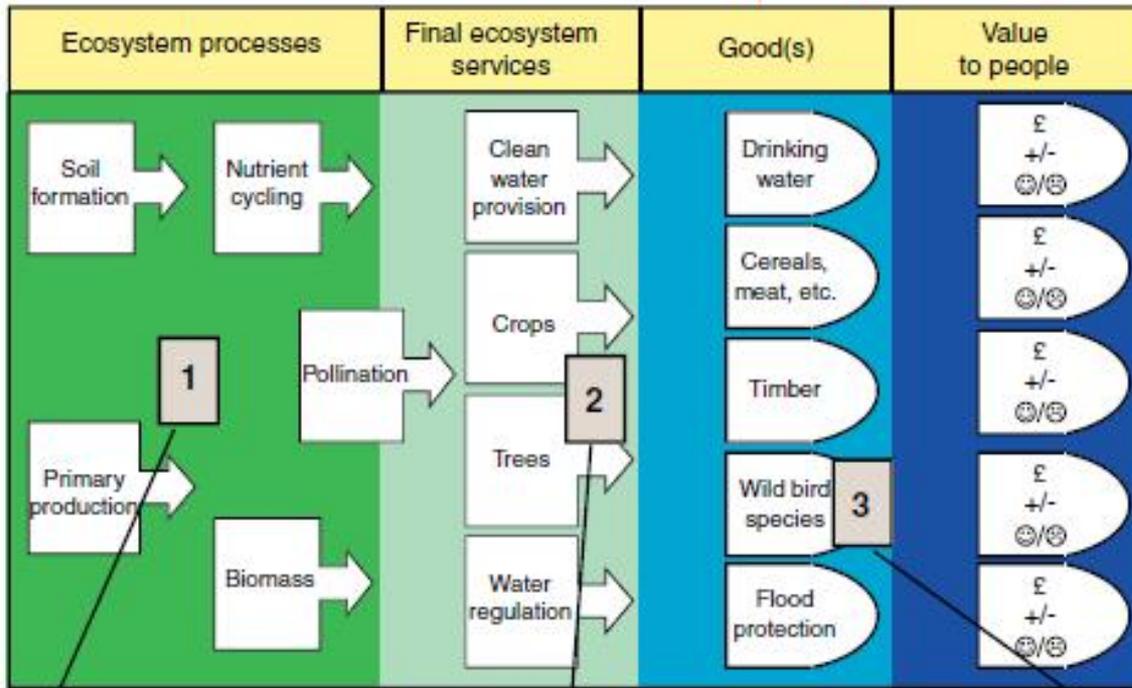
- Spiritual and religious
- Recreation and ecotourism
- Aesthetic
- Inspirational
- Educational
- Sense of place
- Cultural heritage

## Supporting Services

*Services necessary for the production of all other ecosystem services*

- **Water and sediment cycling**
- Soil formation
- Nutrient cycling
- Primary production

Mace, Norris and Fitter (2012) Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. Trends in Ecology and Evolution 27: 19-26



Quanto valem os serviços dos ecossistemas e quanto estamos dispostos a pagar para os manter?

**Supporting services**

**Regulating services**

**Provisioning services**



# Redes de monitorização, exemplo da região hidrográfica do Algarve



## Legenda

Estações de Amostragem

Rede Operacional

Rede de Vigilância

Massas de Água

Albufeiras

Águas de Transição

Águas Costeiras

Limite Área de Estudo

Distrito de Beja

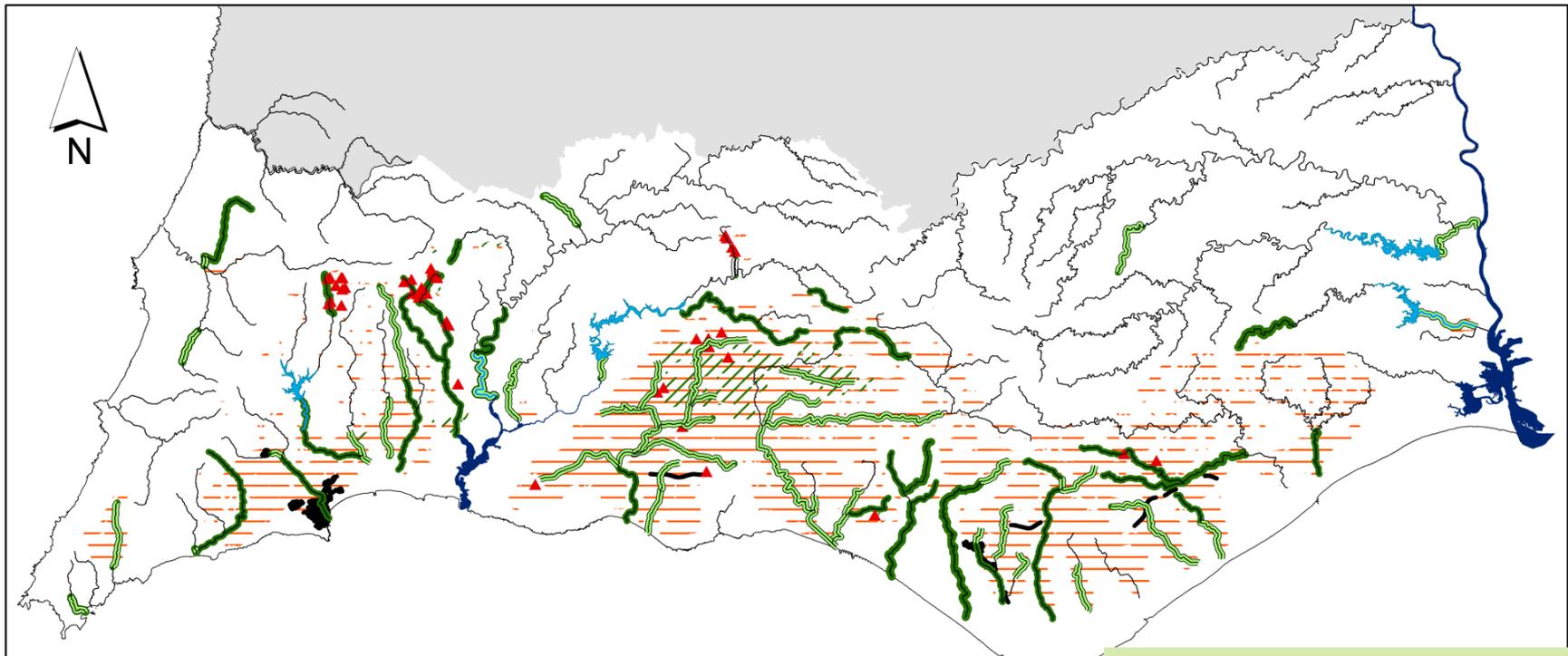
Espanha

Usamos a observação ecológica para ver o que se passa nos ecossistemas

0 5 10 20 Km

# UTILIZAÇÃO DA ECOLOGIA NA GESTÃO AMBIENTAL

## Meios Hídricos da Região do Algarve



### Legenda

- MA de Transição
- Barragens
- Massas de Água
- Distrito de Beja

### Medidas de Restauro Fluvial

- Campanhas de Sensibilização e Extensão Agrária
- Plantação e Sementeiras Paisagem Agrícola
- Plantação e Sementeiras Envolvendo o Rio Terrestre
- Estruturas de Retardamento e Infiltração do Escoamento
- Despolação
- Reposição do Território Fluvial
- Reposição da Conectividade Hídrica Natural
- Reconstituição das GaleriasRibeirinhas
- Reconstituição de Habitats do Leito

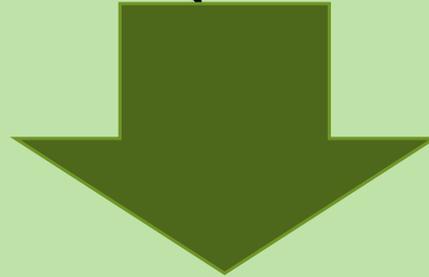
Usamos o conhecimento ecológico para manter a qualidade dos ecossistemas

89

0 2,5 5 10 15 20 Km

# ECOLOGIA

DESCRICÃO>  
EXPLICAÇÃO>  
COMPREENSÃO>  
CONCEPTUALIZAÇÃO>  
PREVISÃO>  
ACÇÃO



**OBJECTIVO ÚLTIMO: GESTÃO SUSTENTÁVEL DE  
POPULAÇÕES VEGETAIS E ANIMAIS E DE  
ECOSSISTEMAS E PAISAGENS**