

Aula 2

Comunidades: Diversidade e Sucessão

Ecologia de Comunidades:

Busca a compreensão da geração, manutenção e distribuição de diversidade da vida ao longo do tempo e do espaço.

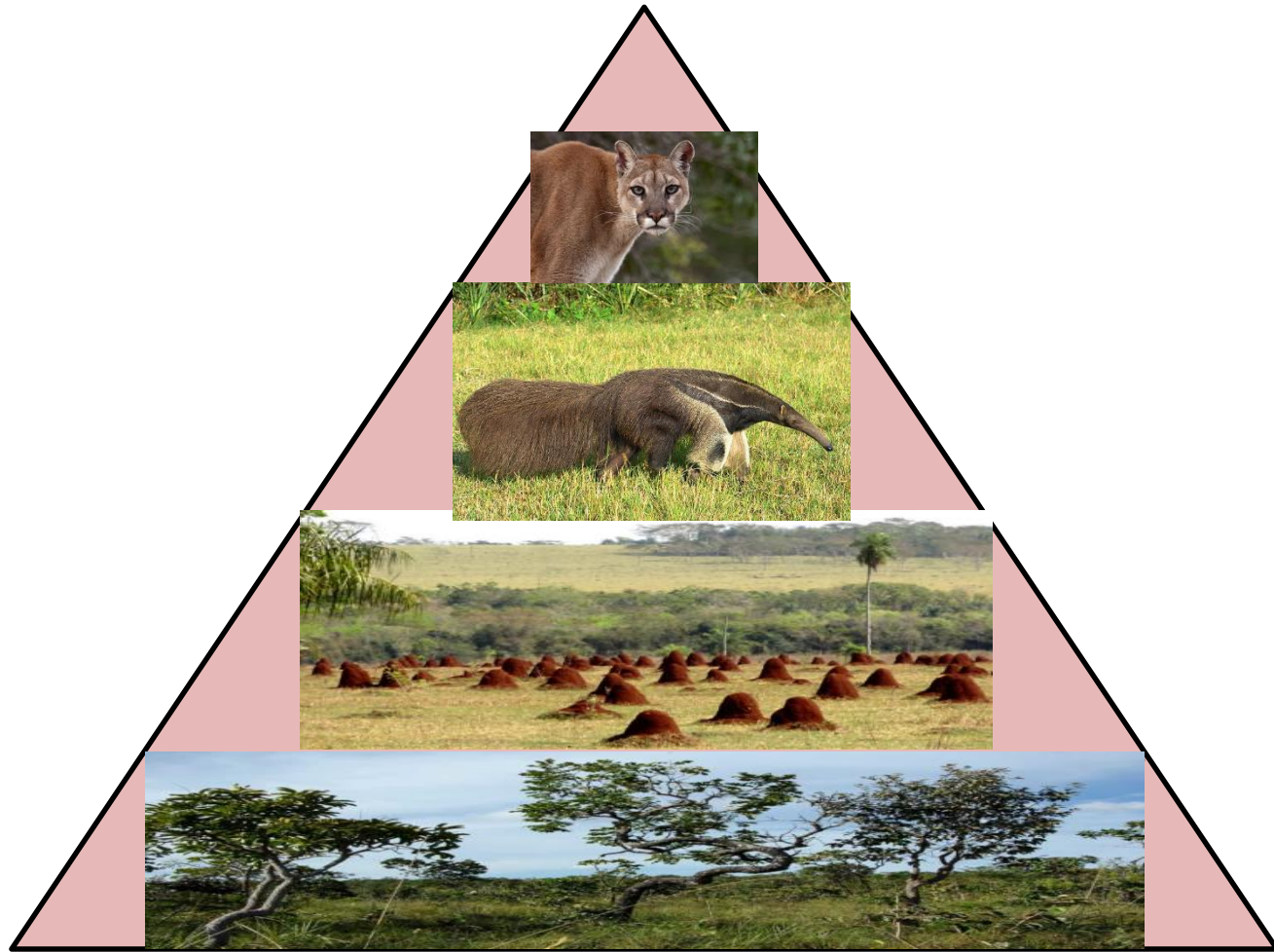
03 de Setembro de 2020

Prof. Tomas Domingues

Tópicos para Discussão

- Quais são os níveis de organização dentro de um organismo?
- Quais são os níveis de organização “Ecológica”?
- O que são “Propriedades Emergentes”?
- Qual é a sua definição de Comunidade? Existem outras definições?
- O que determina as interações entre as espécies?
- Quais as consequências evolutivas da interação entre espécies?
- O que determina quais espécies compõem uma comunidade?
- O que determina a abundância de cada espécie dentro de uma comunidade?

Top-down: predadores definem a estrutura da comunidade



Botton-up: recursos definem a estrutura da comunidade

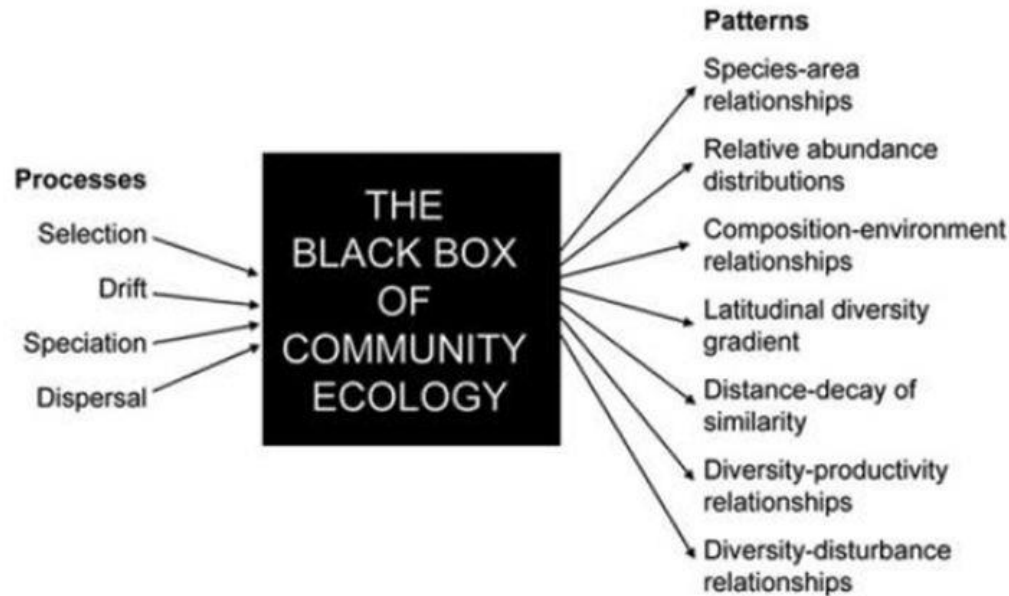
Comunidades

- Populações de espécies diferentes que habitam a mesma área, ao mesmo tempo.
- **Interação!**
- Associações de organismos que exibem exigências ambientais similares.
- Associações de organismos que utilizam recursos de forma similar.

Comunidades

- Os ecólogos definem os limites de uma determinada comunidade de acordo com os objetivos de suas perguntas.
 - eg. comunidade bentônica do Rio Mogi-Guaçu.
- As comunidades tem propriedades definidas pelas espécies envolvidas.
- Sua estrutura é determinada pelas interações entre espécies e ambiente.

Quatro processos fundamentais!



Selection: processes determining relative success (competition, predation, disease)

Drift: changes in abundance to due random effects

Speciation: generation of diversity in regional species pools

Dispersal: movement in and out of local communities

Comunidades

- A estrutura de uma comunidade é definida por:
- Riqueza de espécies
- Proporção relativa das espécies
- Tipos de espécies presentes
- Ou seja, estrutura de uma comunidade é um indicador de quais espécies habitam uma área, seus respectivos valores de importância ecológica (numero de indivíduos e suas biomassas), e pelas relações entre as espécies.

The beginnings ...

- Os primeiros estudos em Comunidade foram desenvolvidos por botânicos, que reconheciam padrões repetitivos de associações de espécies de plantas de acordo com o ambiente.
- Stephen Forbs – *The Lake as a Microcosm*: estabilidade em cadeias tróficas.
- Ambas as abordagens procuravam classificar comunidades em tipos.

A hipótese Interativa

- Frederic E. Clements
 - Sucessão e superorganismo.
 - Sequência previsível de espécies após distúrbio.
 - Capacidade de reversão ao estado original após distúrbio.
 - Conceito de Clímax e Bioma.



FREDERICK EDWARD CLEMENTS
1874-1945

A hipótese Interativa

- Superorganismo
 - Ecossistemas apresentam comportamentos semelhantes a organismos.



O conceito de Clímax

- Monoclímax, originalmente proposto por Clements, segue uma sucessão que leva a uma comunidade vegetal definida, sendo sua composição determinada pelo clima. Ou seja, quando o Clímax é atingido, a comunidade vegetal não muda.
- Policlímax, proposto por A. G. Tansley, segue uma sucessão que leva a uma comunidade vegetal que está em equilíbrio com o ambiente, mas sua composição pode ser determinada por fatores diferentes do clima (eg. tipo de solo e fogo). Quando um fator controlador muda, a vegetação atingirá um novo equilíbrio (novo Clímax) que pode ser distinto do estado prévio.

Clements vs. Gleason

- Henry Allan Gleason
 - A hipótese Individualista
- As ideias de Clements assumiam que uma comunidade em **clímax** seria invariavelmente composta por espécies melhor adaptadas àquele ambiente, implicando sempre nas mesmas espécies e em proporções relativas fixas. Se a vegetação for removida de uma área, em tempo, uma comunidade idêntica voltaria a ocupar o local.
- Para Gleason comunidades vegetais variam continuamente ao longo de ambientes, que por sua vez também variam continuamente. Consequentemente, comunidades nunca podem ser iguais. Longe de ser um “superorganismo”, associações de espécies vegetais (**biocenose**) são resultado de mero acaso, dependendo sim da performance de cada espécie.

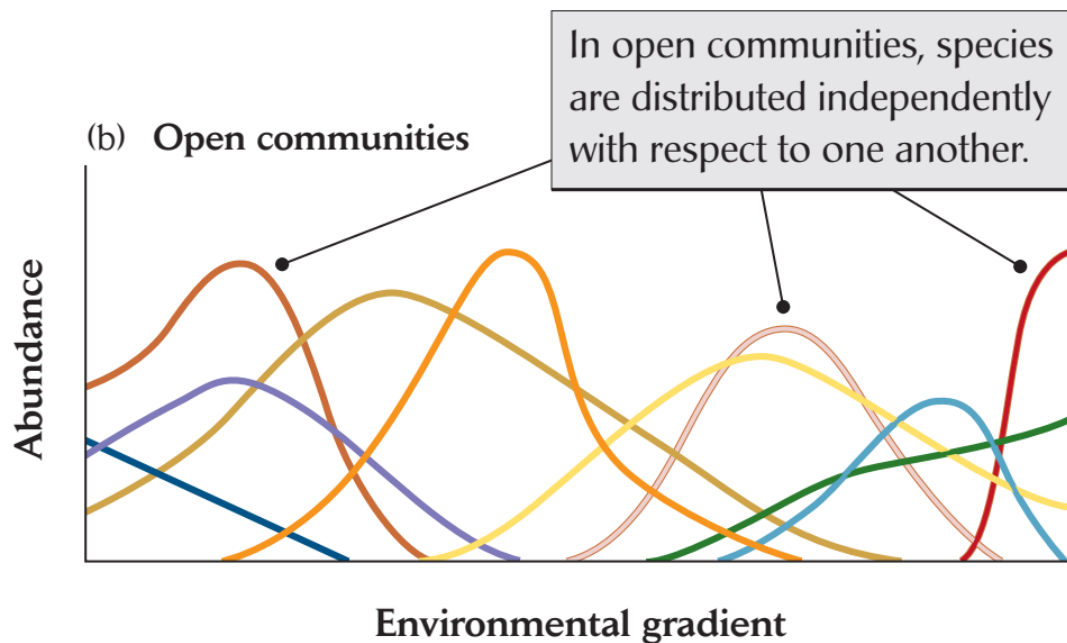
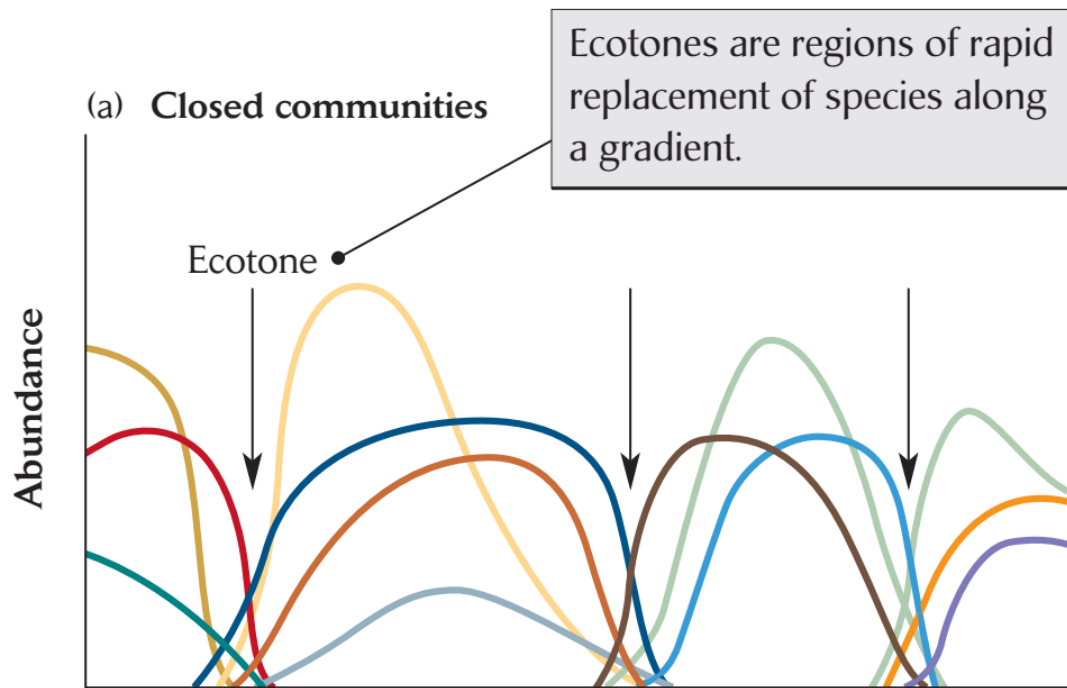
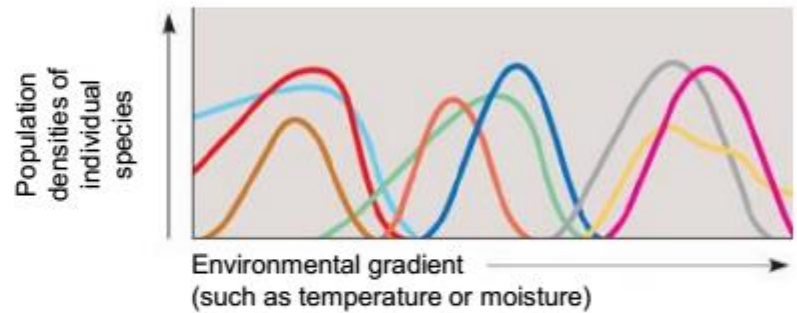


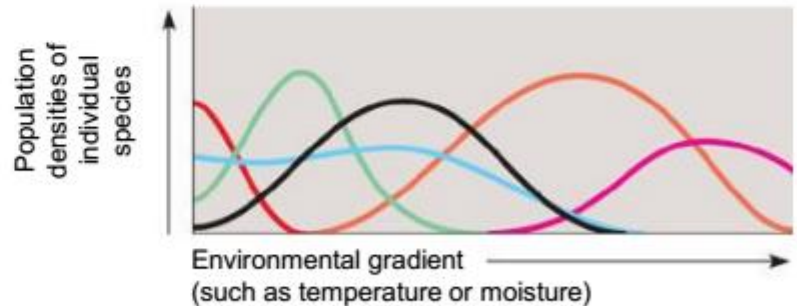
FIGURE 18.3 Closed community structure is distinguished from open community structure by the presence of ecotones. Hypothetical distributions of species along an environmental gradient (a) when the species are organized into distinct assemblages (closed communities) and (b) when they are distributed independently along the gradient (open communities). Arrows indicate ecotones between closed communities. Each curve represents the abundance of a different species along the environmental gradient.

- Qual esquema é correto?

Muito comum para relações espécie específicas:
mutualismo, parasita-hospedeiro e presa-predador.



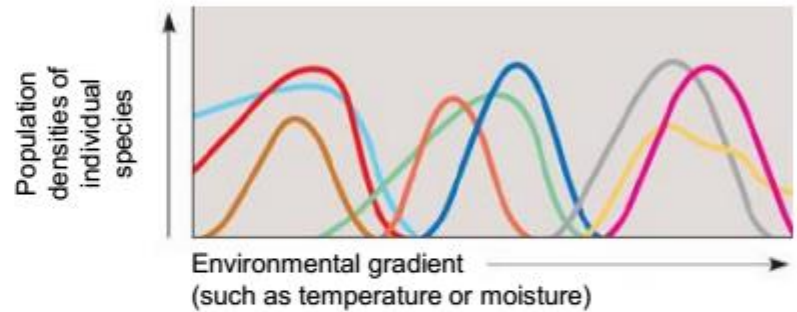
Muito comum para comunidades vegetais.



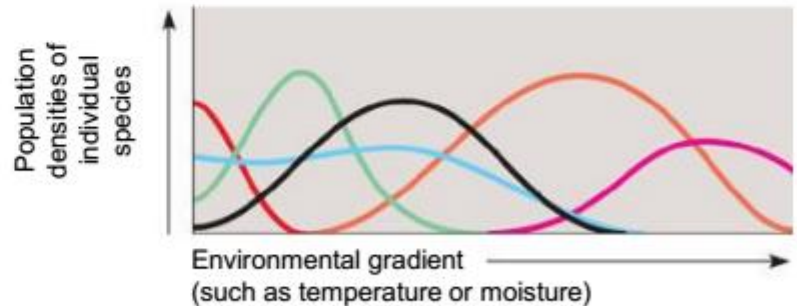
- Qual esquema é correto?

Resposta: Ambos.

Muito comum para relações espécie específicas:
mutualismo, parasita-hospedeiro e presa-predador.



Muito comum para comunidades vegetais.



Riqueza de espécies

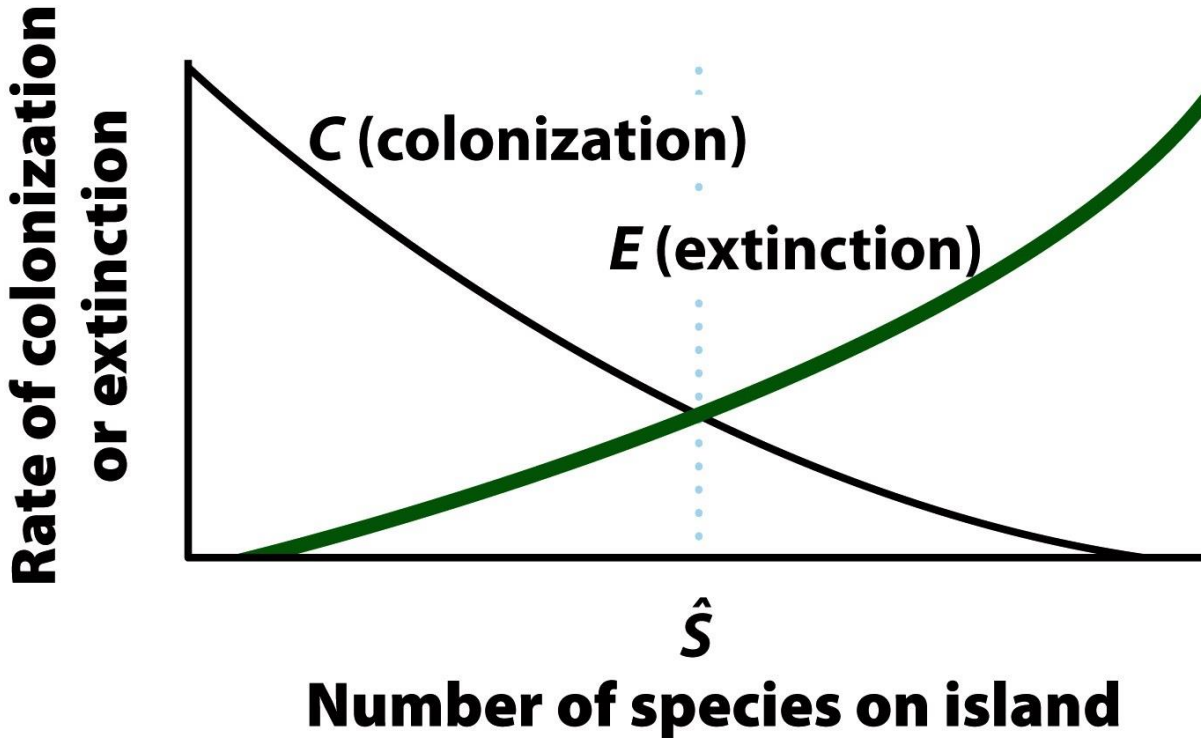
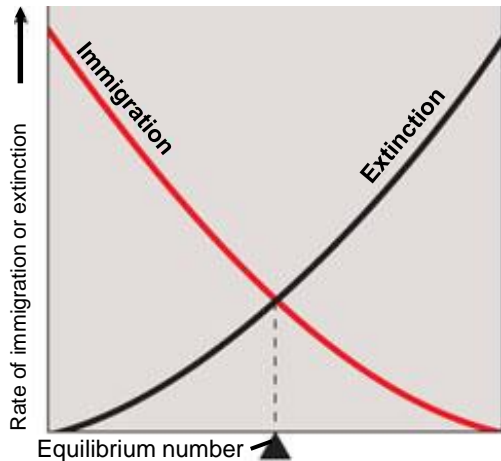


Figure 20.19
The Economy of Nature, Sixth Edition
© 2010 W.H. Freeman and Company

FIGURE 20.19 The equilibrium theory of island biogeography balances immigration against extinction. The steady-state number of species (\hat{S}) on an island is determined by the intersection of the colonization (C) and extinction (E) curves. After R. H. MacArthur and E. O. Wilson, *Evolution* 17:373–387 (1963); R. H. MacArthur and E. O. Wilson, *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton, N.J. (1967).

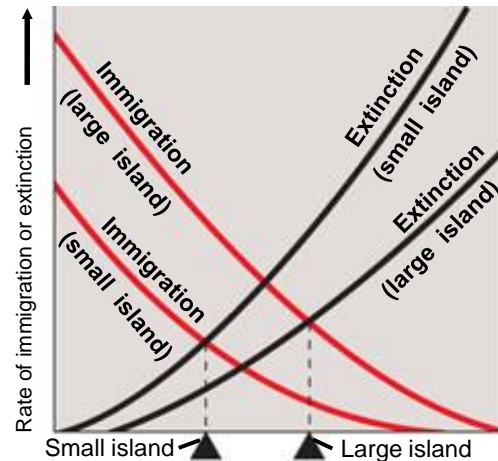


Teoria de biogeografia de ilhas



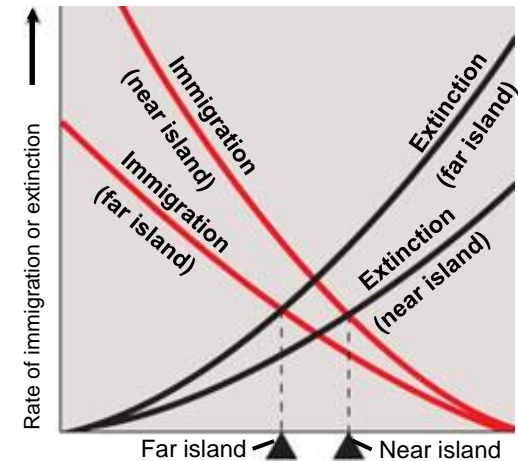
Number of species on island →

(a) Immigration and extinction rates. The equilibrium number of species on an island represents a balance between the immigration of new species and the extinction of species already there.



Number of species on island →

(b) Effect of island size. Large islands may ultimately have a larger equilibrium number of species than small islands because immigration rates tend to be higher and extinction rates lower on large islands.



Number of species on island →

(c) Effect of distance from mainland. Near islands tend to have larger equilibrium numbers of species than far islands because immigration rates to near islands are higher and extinction rates lower.

Teoria de Nichos

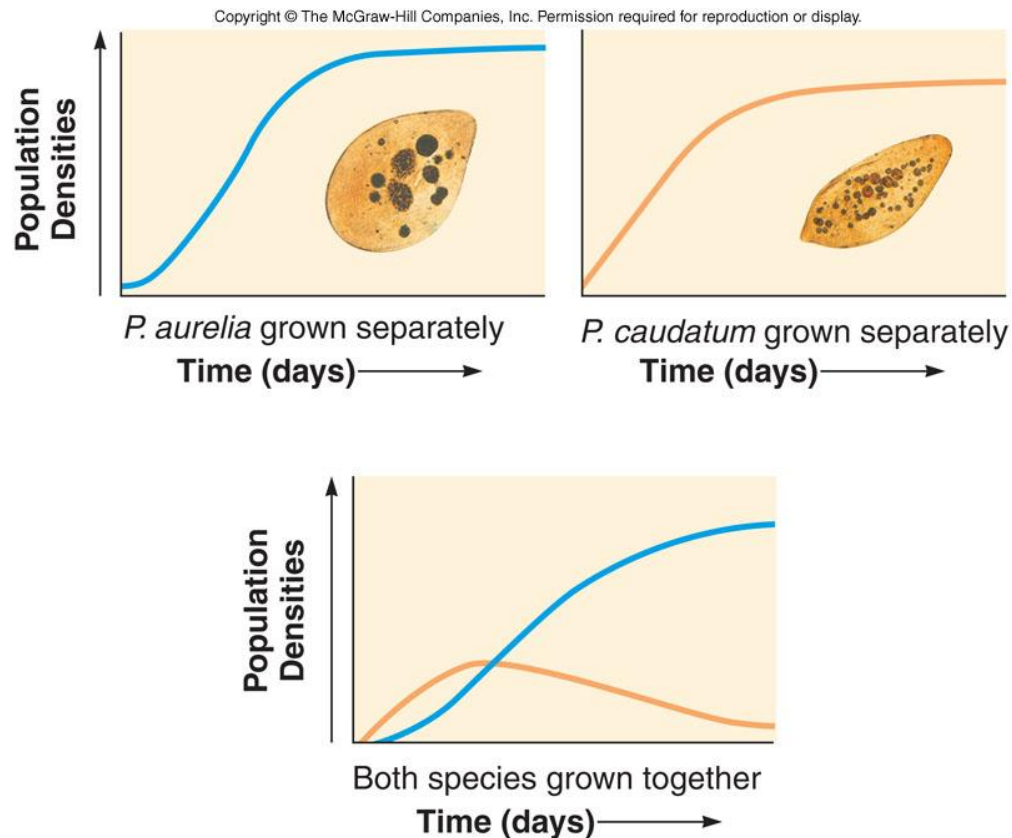
- Baseada em competição e disponibilidade de recursos
- Espécies generalistas (nicho amplo) e especialistas (nicho restrito)
- Em teoria, pode levar a uma baixa diversidade.

Nicho Ecológico

- Grinnell (1917):
 - Habitat (ambiente) que uma espécie pode ocupar
- Elton (1927):
 - “Papel” de uma espécie no ecossistema
- Gause (1934):
 - Sobreposição de nicho e competição interespecífica
- Huntchiton (1957):
 - Hipervolume n -dimensional (biótica e abiótica).
- MacArthur (1969):
 - Eixos críticos (onde a competição é mais pronunciada)

Princípio de exclusão competitiva (Lei de Gause)

Duas espécies que coexistem têm obrigatoriamente nichos distintos



Lotka-Volterra: modelo competição inter-específica ou presa-predador

Interspecific competition: Lotka-Volterra Model

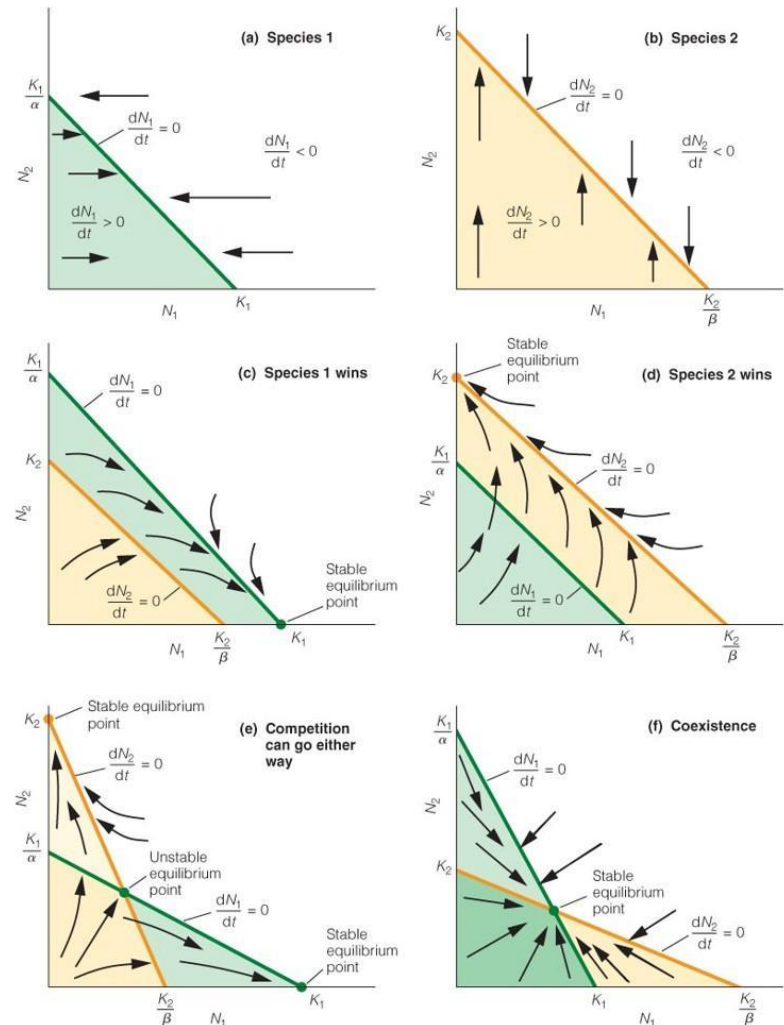
Species 1:
$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha N_2}{K_1} \right)$$

Species 2:
$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(\frac{K_2 - N_2 - \beta N_1}{K_2} \right)$$

Competition coefficients:

α : the effect an individual of species 2 has on the population growth of species 1

β : the effect an individual of species 1 has on the population growth of species 2

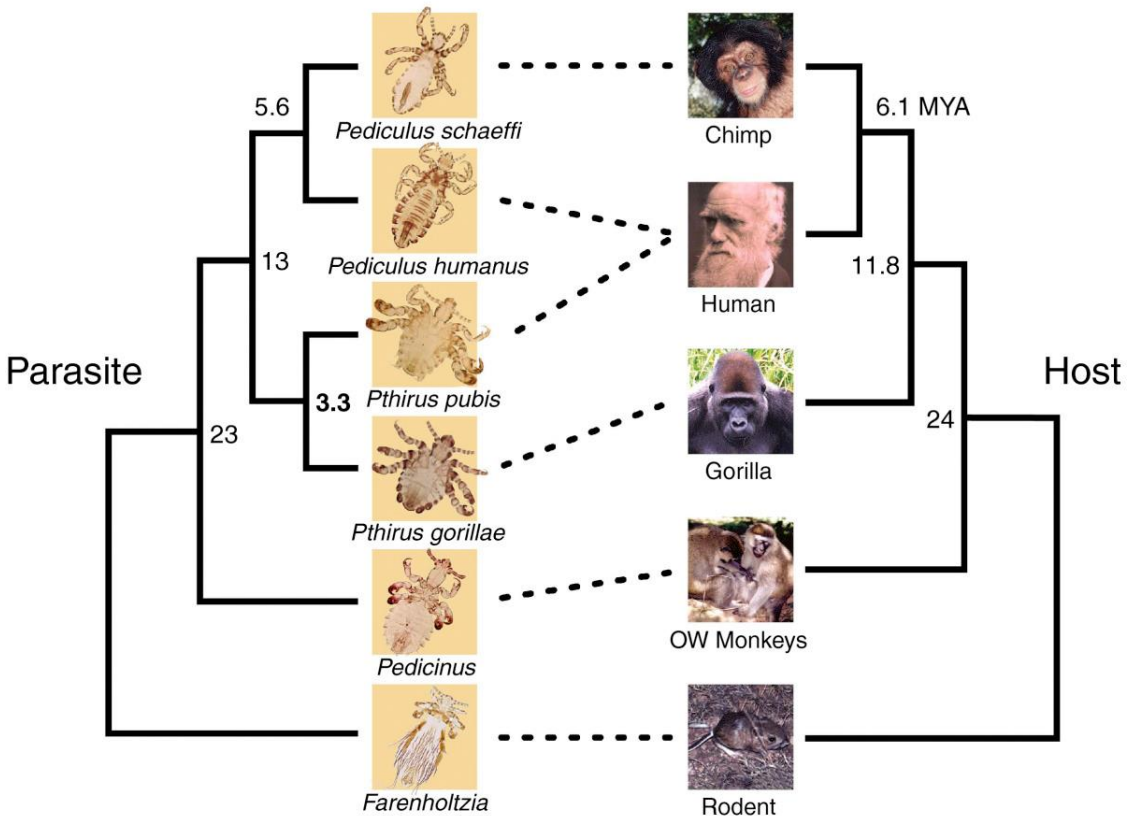


Teoria Neutra de Comunidades

- Em uma comunidade (semelhante em nível trófico) espécies são equivalentes.
- O aumento em população de uma espécie resulta na diminuição da população de outra.
- Ainda é controverso, e pode ser entendida como “hipótese nula”, onde uma espécie não afeta uma outra.

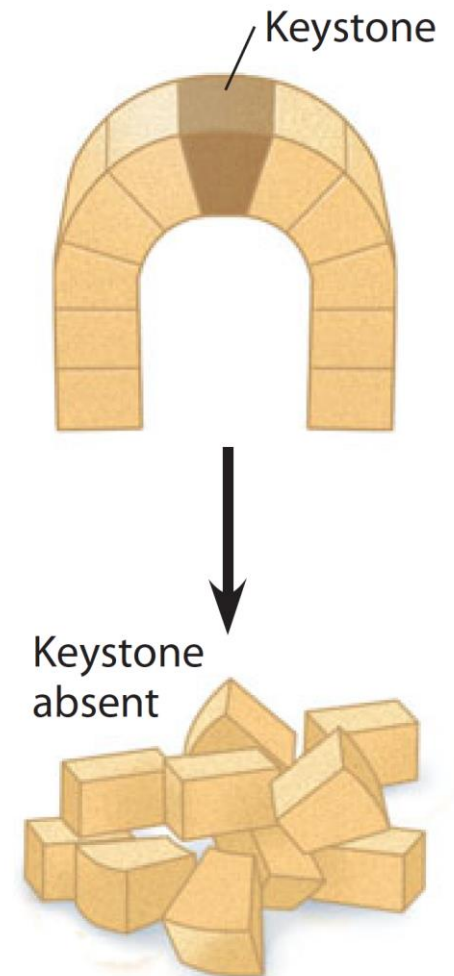
Co-evolução

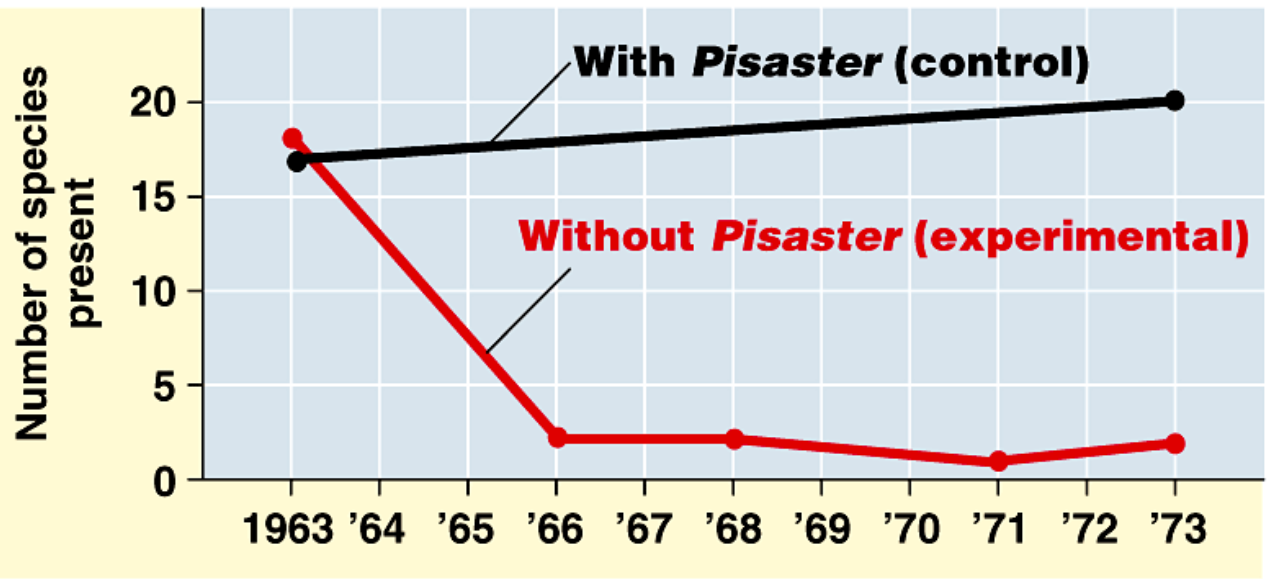
- Relacionamento de longo prazo. Espécies se modificam ao longo do tempo.
- Quais os custos e benefícios?



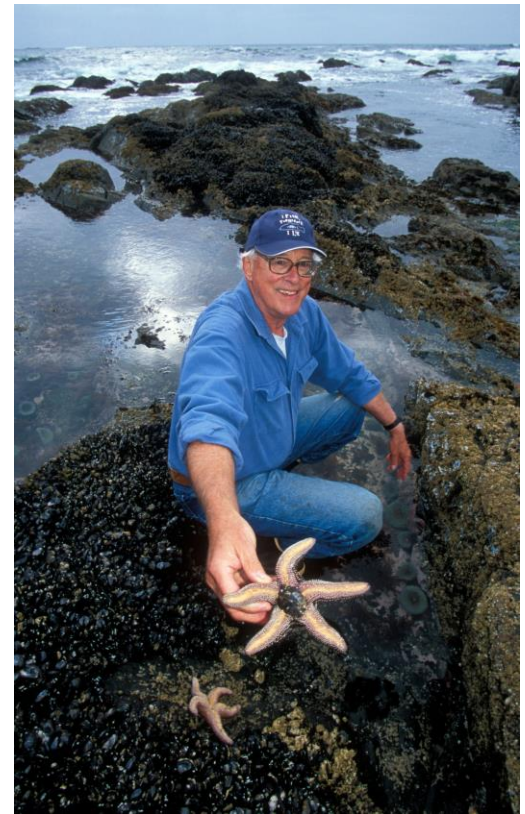
Espécie chave e dominantes

- Espécies que exercem influência desproporcional na comunidade.
- Responsáveis por manter a estabilidade de ecossistemas.





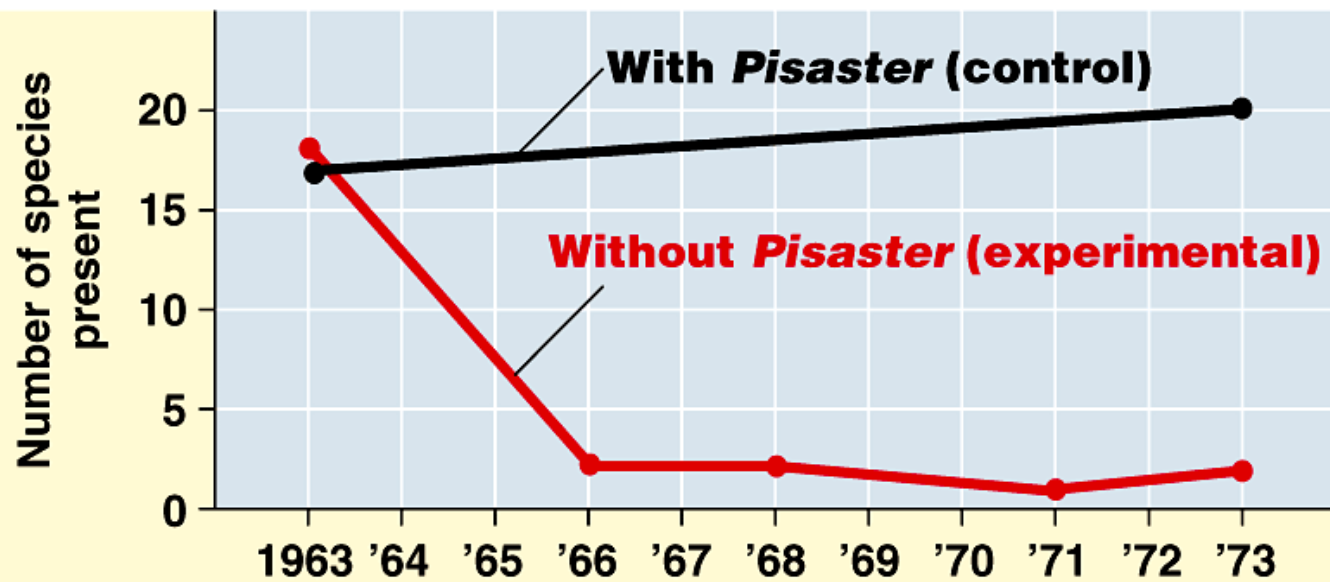
Robert T. Paine



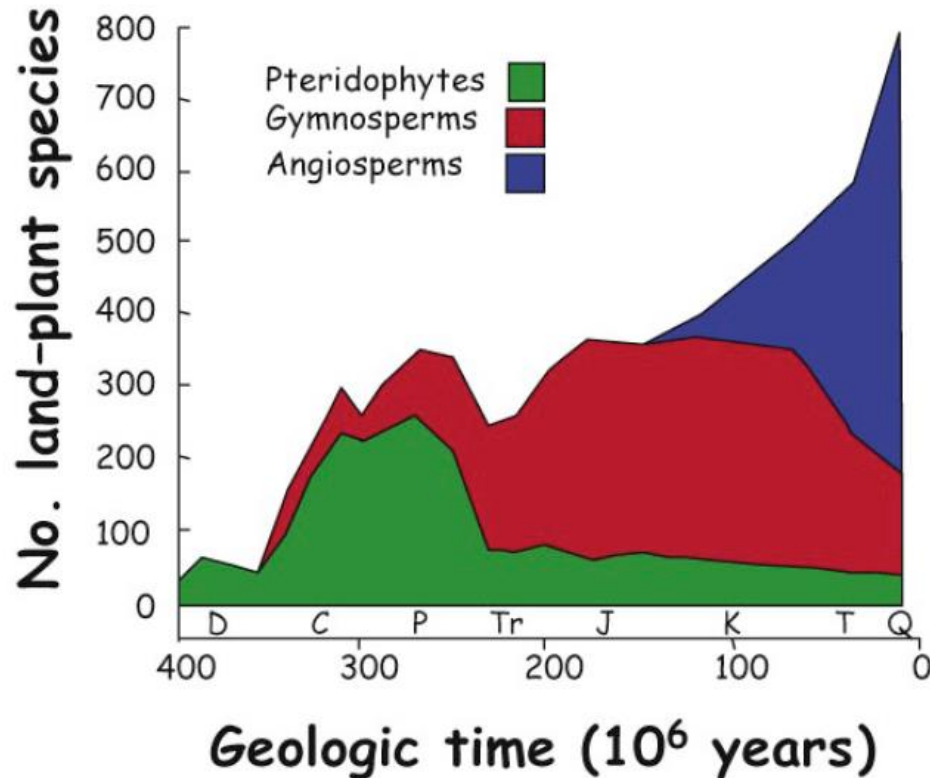
FOOD WEB COMPLEXITY AND SPECIES DIVERSITY

ROBERT T. PAINE

Department of Zoology, University of Washington, Seattle, Washington



Quantas espécies?



Total estimado para nossos tempos: 1.5 a 30 milhões de espécies

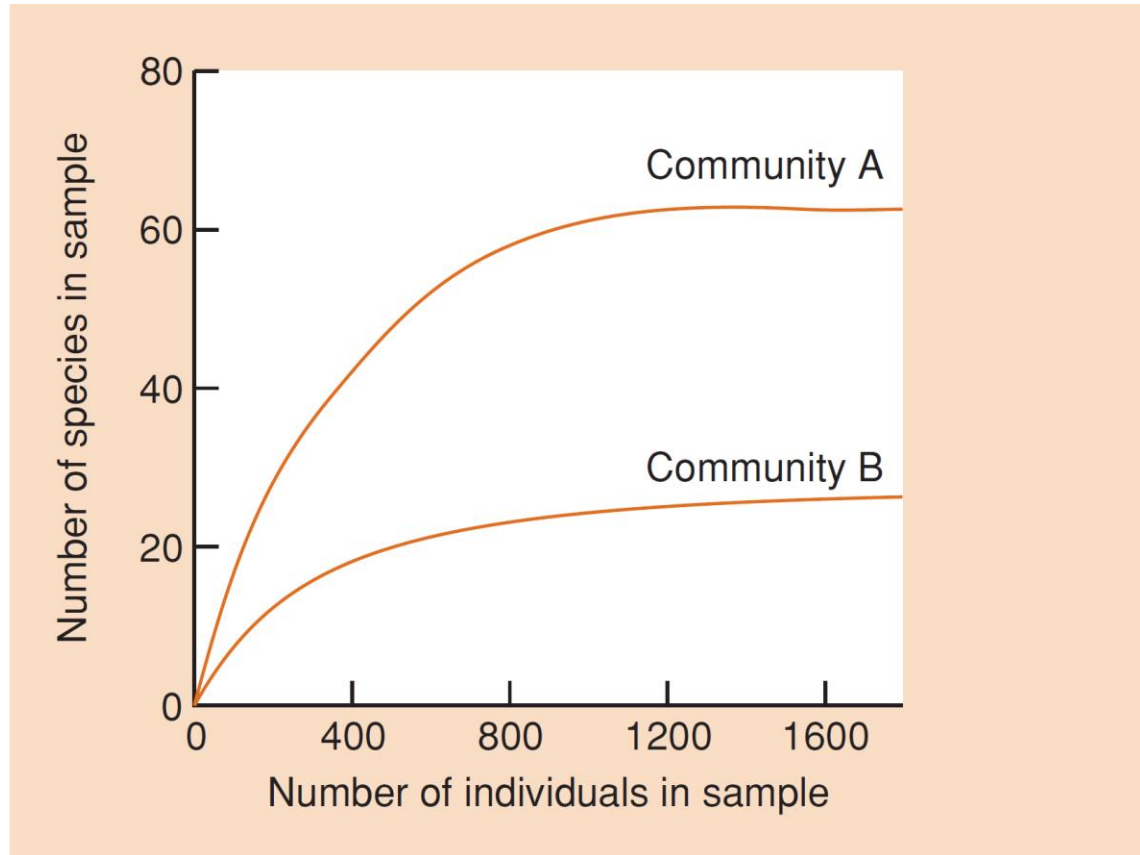
Discussão

- Qual é a diversidade de espécies do nosso *Campus*?
- Ela é maior ou menor que a diversidade na Cidade Universitária em São Paulo, ou na ESALQ em Piracicaba?
- Como podemos quantificar a diversidade?

Discussão

- Qual é a diversidade de espécies do nosso *Campus*?

Curvas “Espécie-Área”



Índices de Diversidade

- Espécies raras e comuns

- Riqueza

S = número de espécies

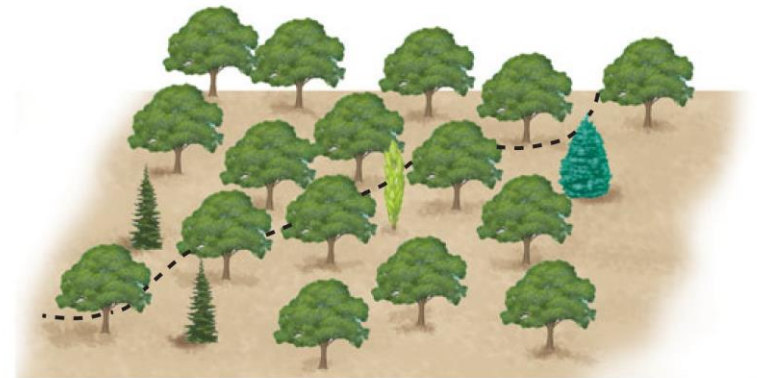
- Índice de Simpson

$$D = 1 / \sum P_i^2$$

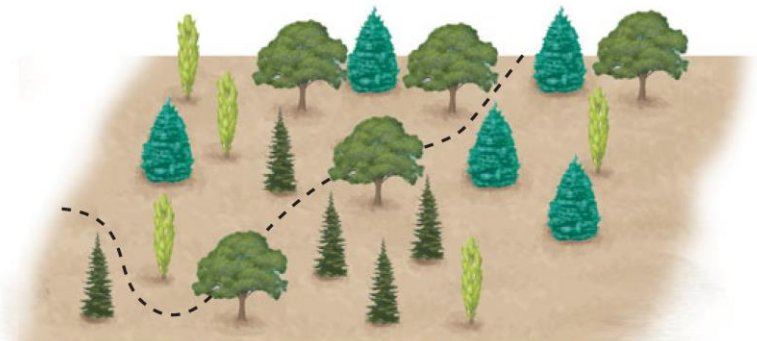
(P =abundância proporcional)

- Equabilidade

$$E = D / S$$



▲ Figure 37.10A Species composition of woodlot A

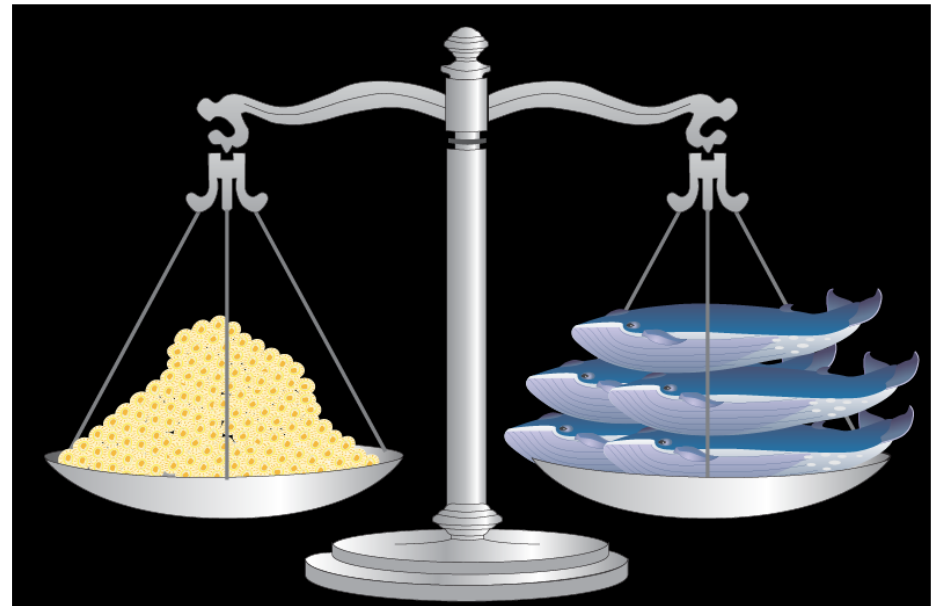


▲ Figure 37.10B Species composition of woodlot B

Biomassa vs. # de indivíduos

- Plantas – caules, folhas, ramos, colônias, ...
- Animais – tamanhos muito distintos.

Todas as bactérias do planeta = 50 milhões de baleias



Índice de valor de importância (IVI):

- Densidade relativa (DR) + dominância estrutural relativa (DoR) + frequência relativa (FR). Indica como as diferentes espécies utilizam recursos, com base na premissa de que espécies mais abundantes usam maior quantidade de recursos ao ocuparem um espaço maior.
 - $DR = n^{\circ} \text{ ind } sp_i / \text{total inds}$
 - $DoR = \text{razão área basal } sp_i / \text{área basal total}$
 - $FR = \text{porcentagem de parcelas onde a } sp_i \text{ ocorre}$

Tipos de diversidade (riqueza de espécies - S)

- Alfa = dentro de uma área em particular
- Beta = entre comunidades ou ao longo de um gradiente. Taxa de mudança
- Gama = em uma área maior com múltiplas comunidades

Comparação entre Comunidades

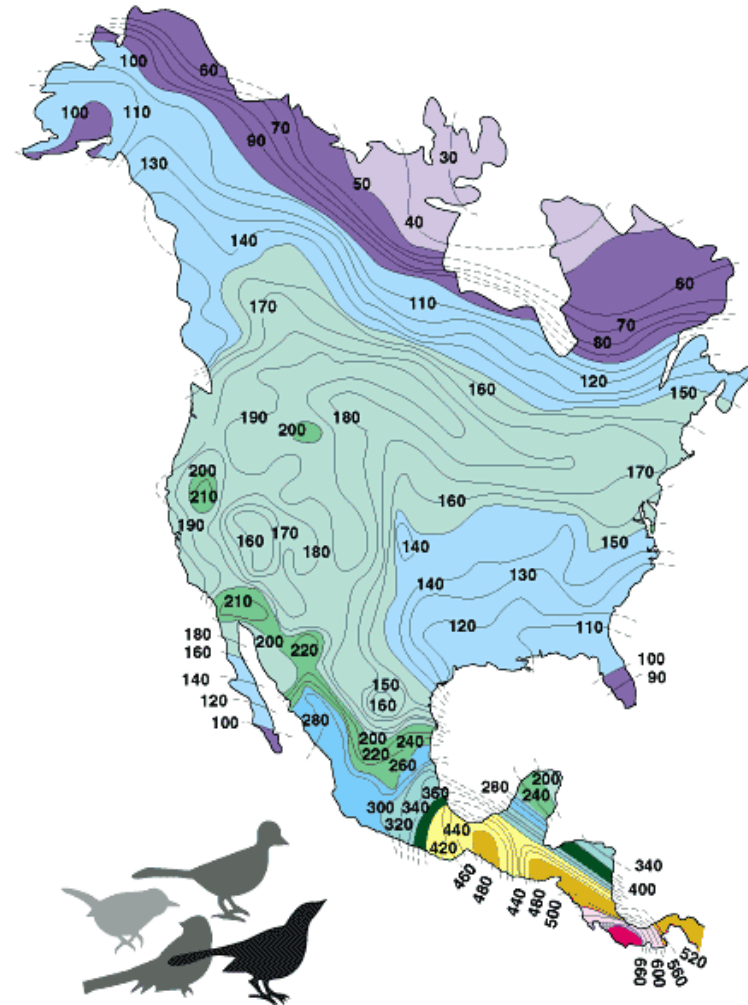
- Coeficiente de Sorenson = $2C / (S1 + S2)$
C = número de espécies em comum.
S = riqueza de espécies

Diversidade além de Riqueza de espécies

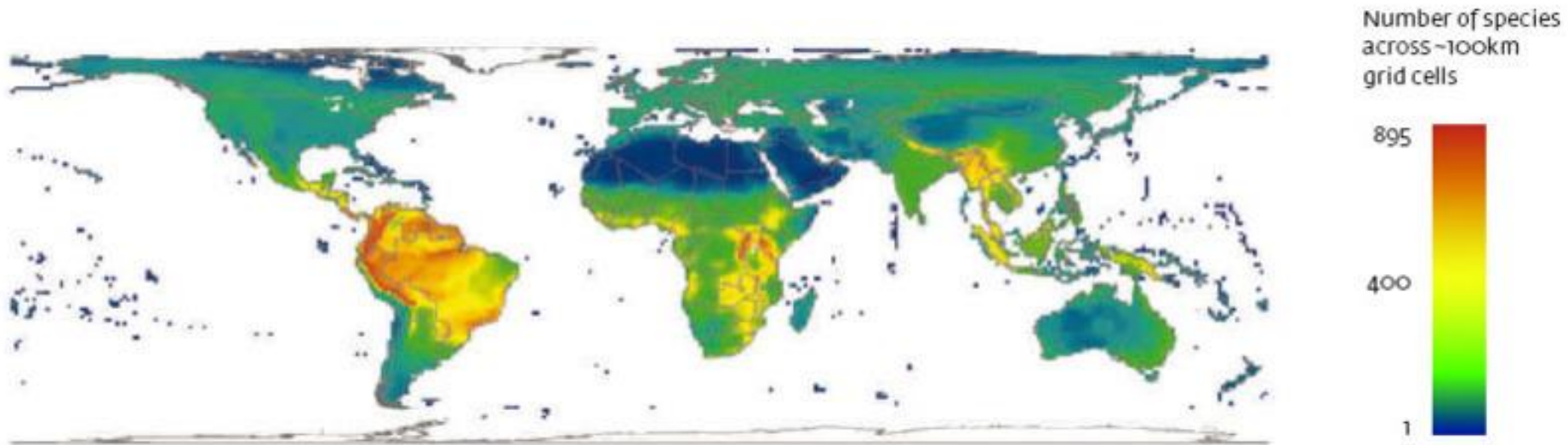
- Diversidade funcional
- Diversidade filogenética
- Diversidade genética

Padrões de diversidade

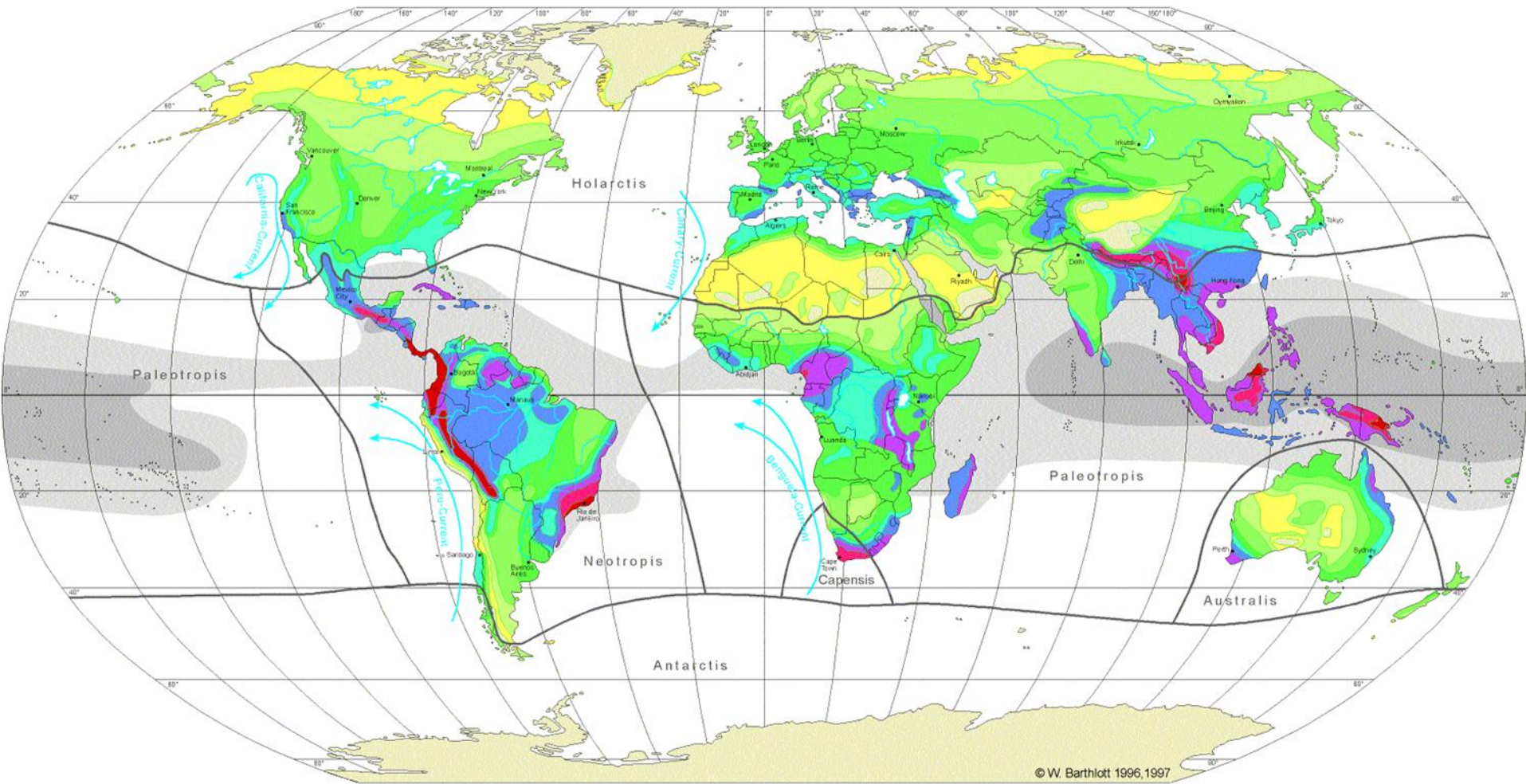
- Regiões tropicais tendem a apresentar mais espécies que regiões temperadas ou polares.



- Padrão geográfico em riqueza de espécies de aves



GLOBAL BIODIVERSITY: SPECIES NUMBERS OF VASCULAR PLANTS



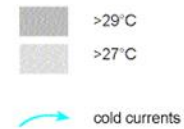
© W. Barthlott 1996, 1997

Robinson Projection
Standard Parallels 38°N und 38°S
Scale 1: 130000000

Diversity Zones (DZ): Number of species per 10.000km²



sea surface temperature

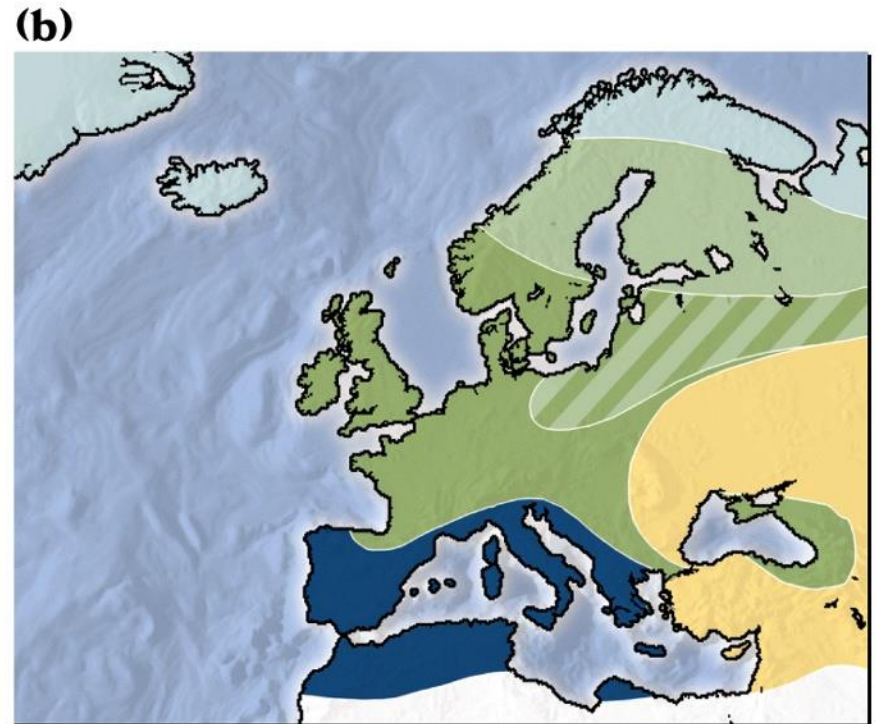


W. Barthlott, N. Biedinger, G. Braun
F. Feig, G. Kier, W. Lauer & J. Mutke 1997
modified after
W. Barthlott, W. Lauer & A. Placke 1996
Department of Botany and Geography
University of Bonn
German Aerospace Research Establishment, Cologne
Cartography: M. Gref
Department of Geography
University of Bonn

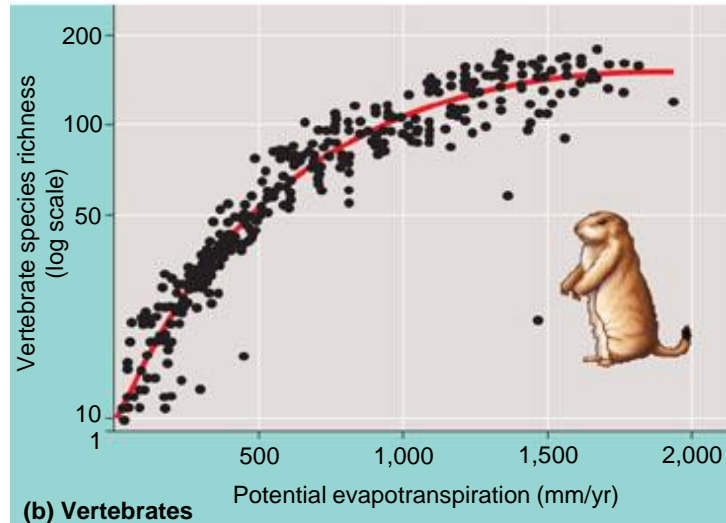
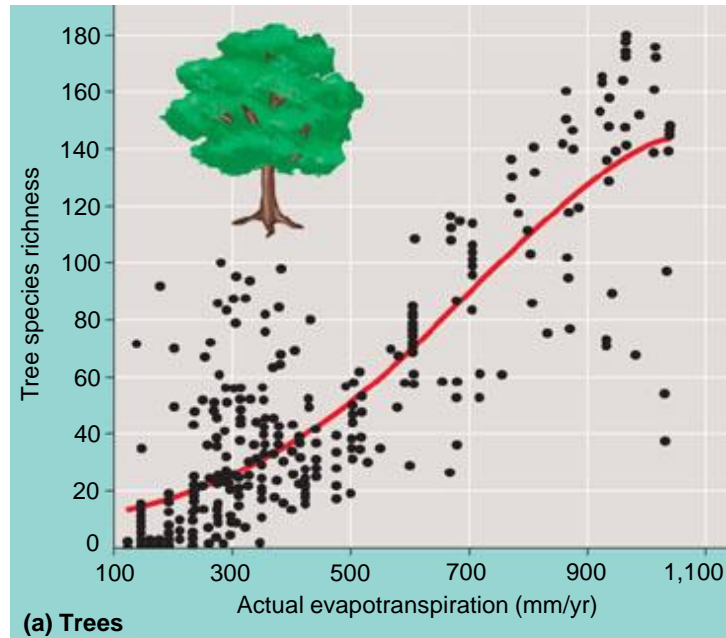
Como se estabelecem tais padrões?

Gradiente em latitude

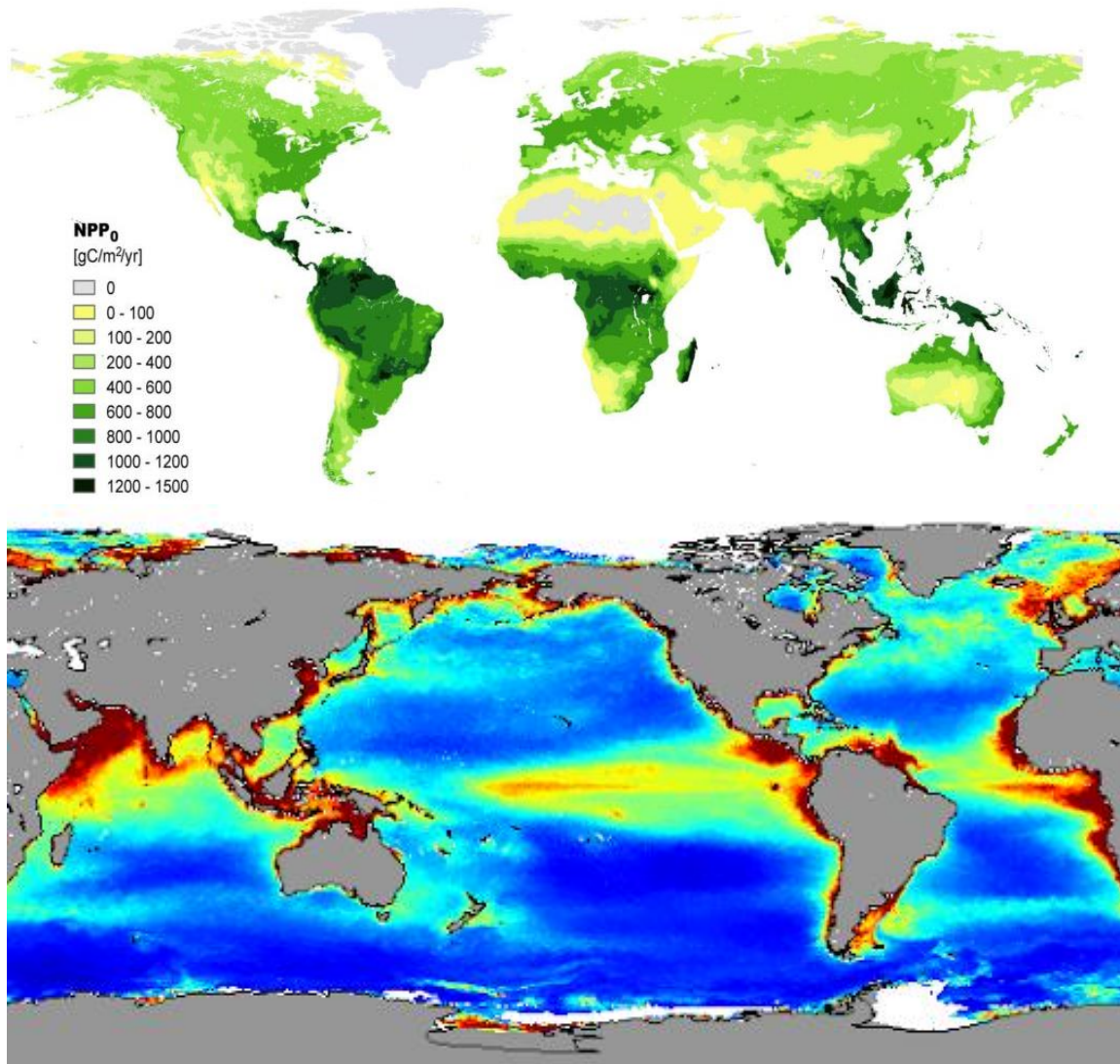
- Tempo e estabilidade/distúrbio
- Heterogeneidade em espaço (gradientes)
- Intensificação de interações ecológicas



Forçantes energéticas



Padrão global de produtividade primária



Múltiplos fatores atuam simultaneamente

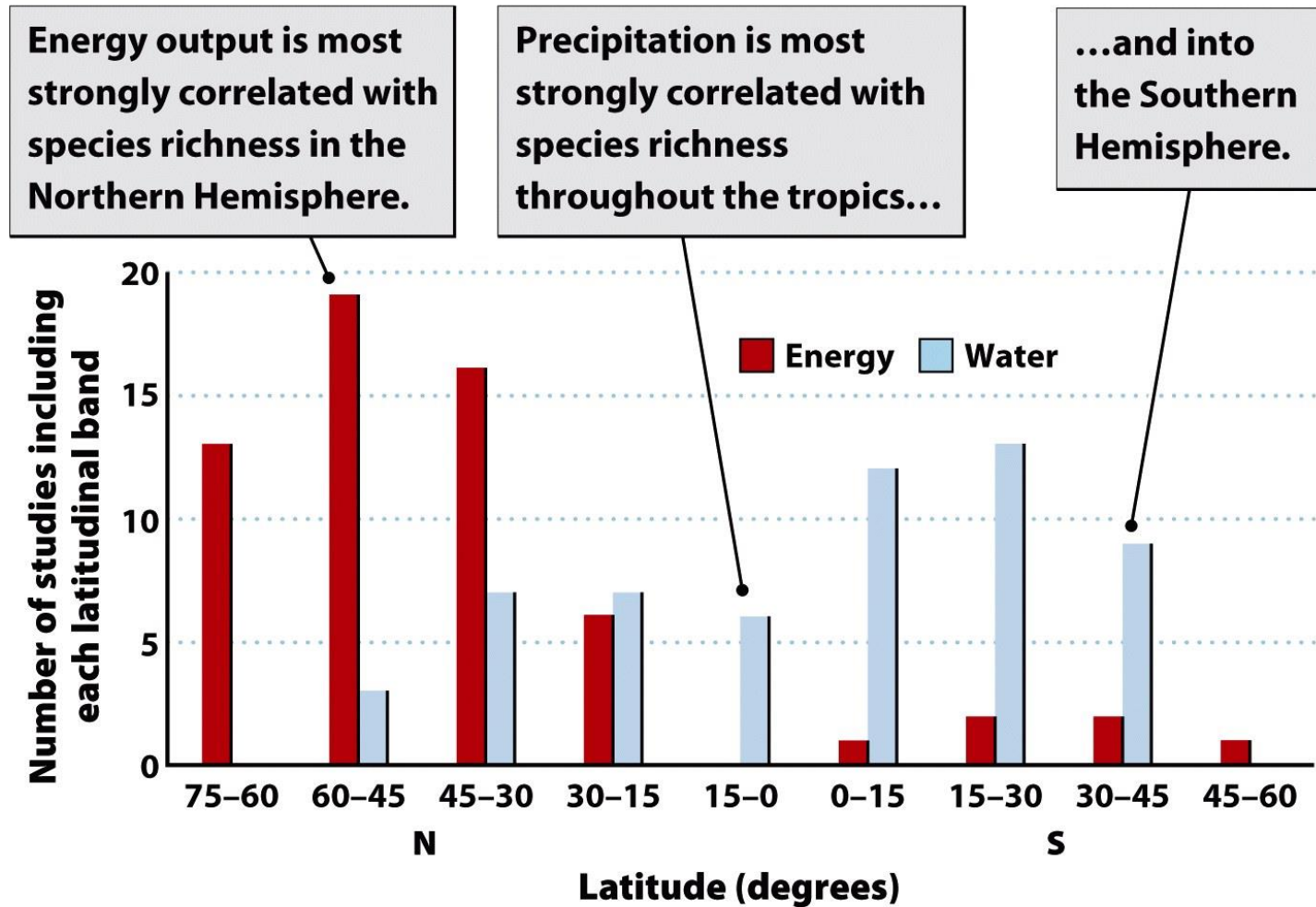
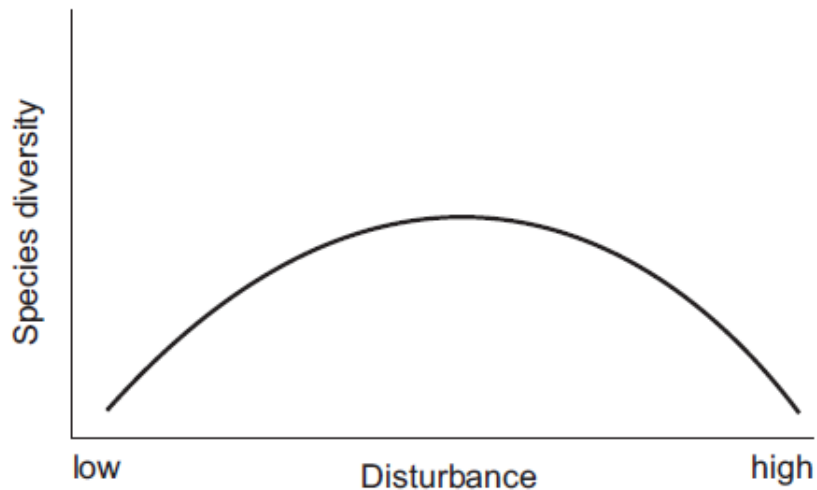
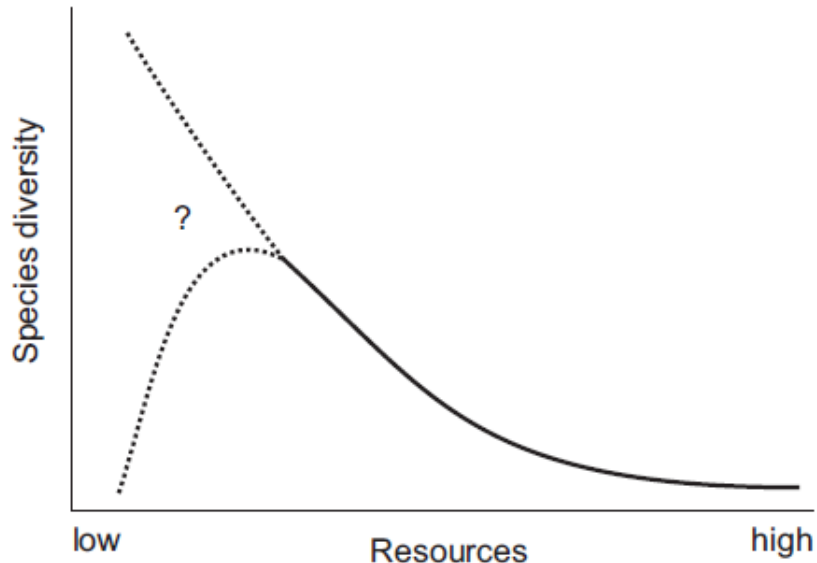


Figure 20.10
The Economy of Nature, Sixth Edition
© 2010 W.H. Freeman and Company

Disponibilidade de recursos e frequência de distúrbios



- Edáficos
 - Nutrientes
- Fogo
- Climáticos
 - Secas

Padrões regionais

- Muitos fatores podem operar simultaneamente

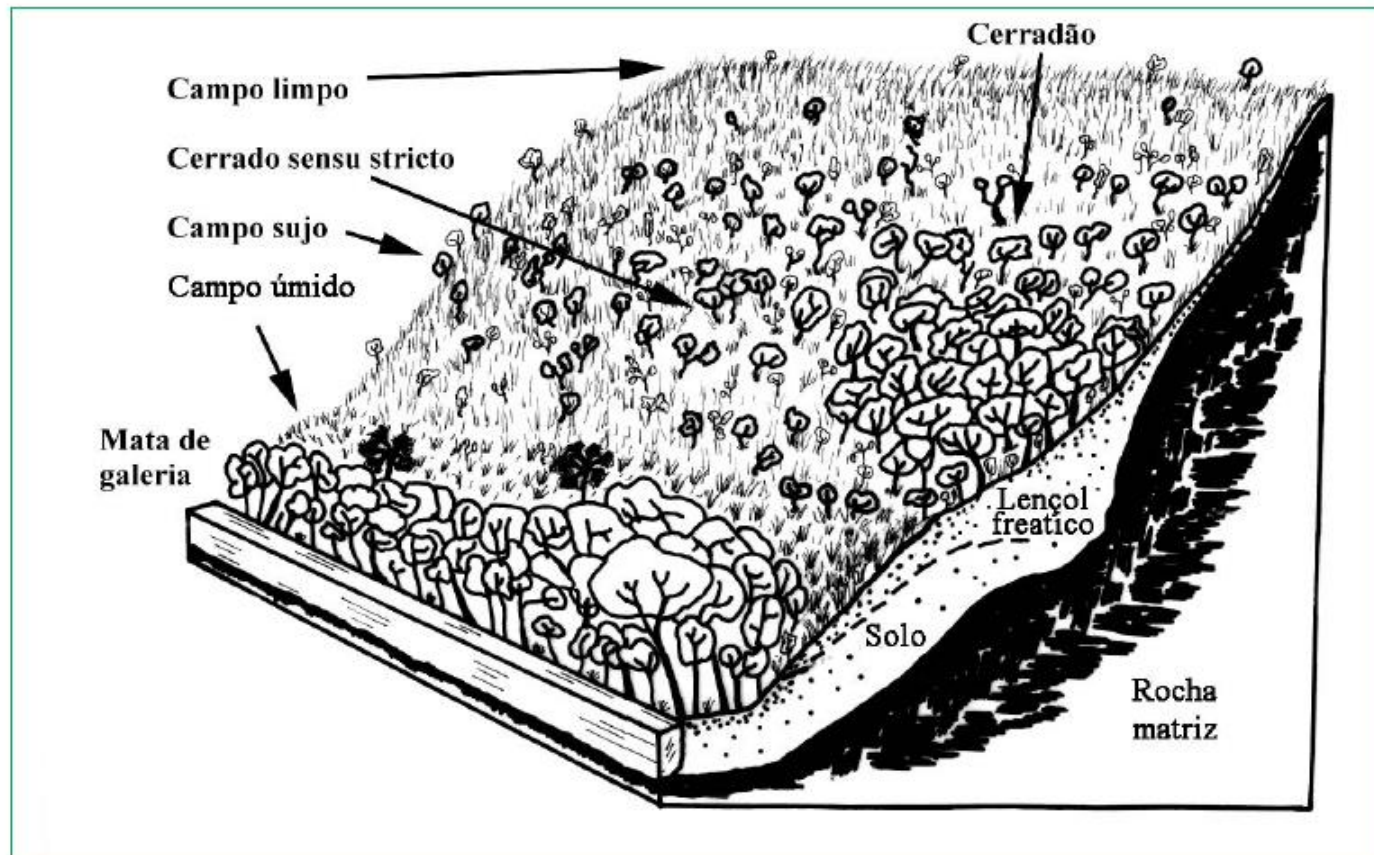
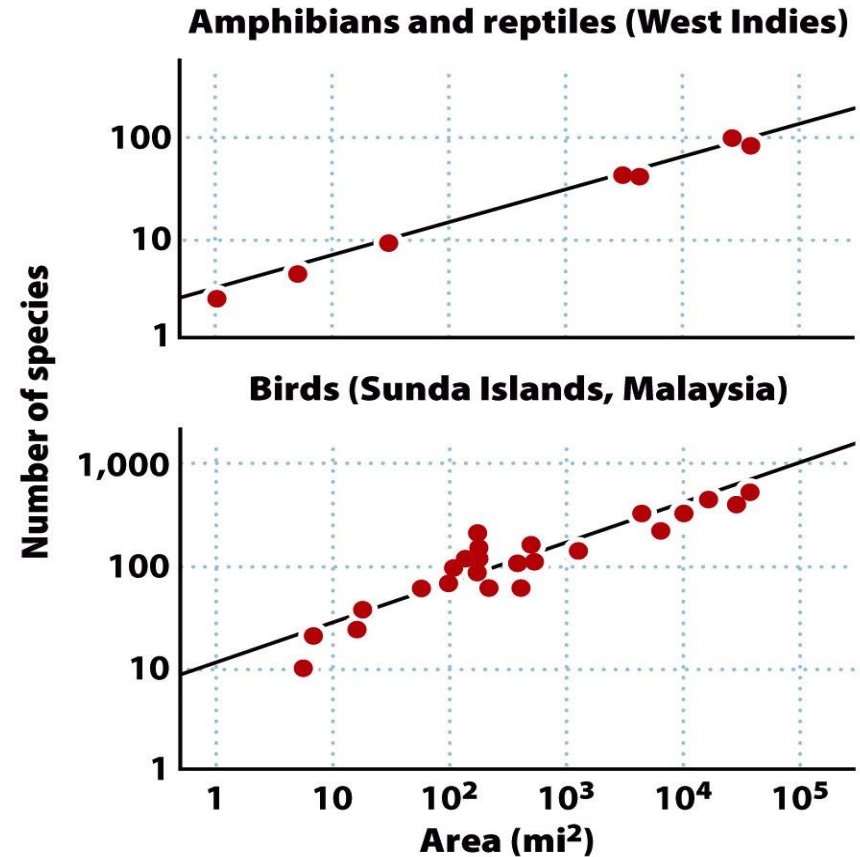
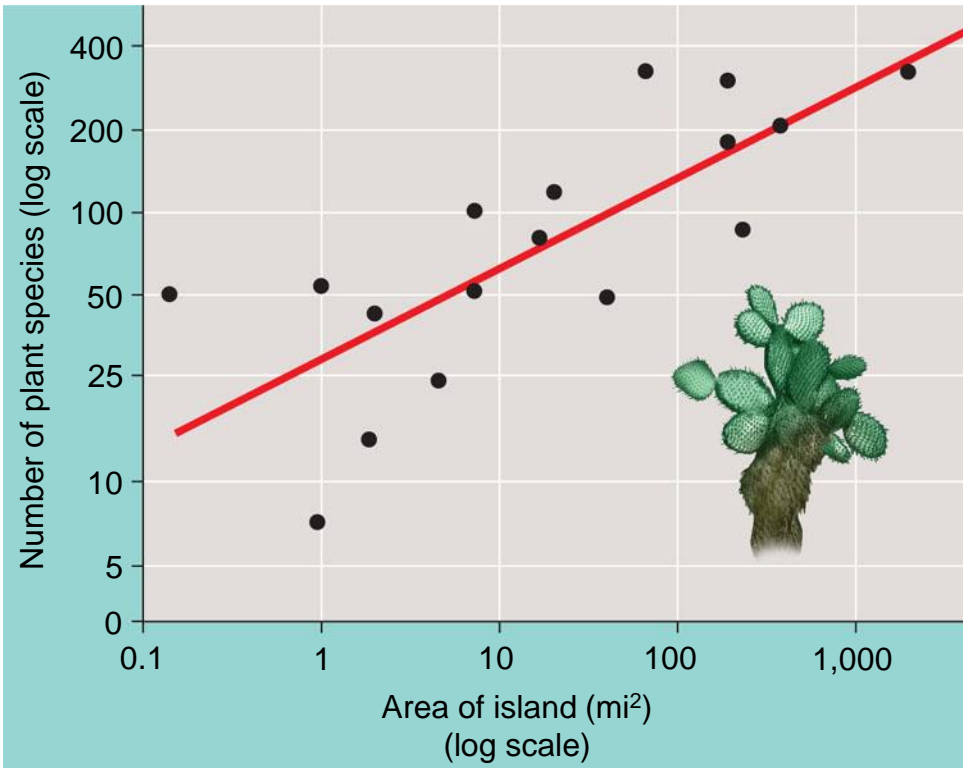


Figura 2
Diagrama de bloco da distribuição das fisionomias de cerrado sensu lato em relação à profundidade do solo na vertente de um vale.

Áreas maiores abrigam maior número de espécies



Porque áreas maiores abrigam maior riqueza?

- Maior heterogeneidade de habitats
- Maior probabilidade de imigração
- Maiores populações
 - Maior diversidade genética
 - Distribuição mais ampla
 - Menos probabilidade de extinção

Sociobiologia e Biodiversidade

- Edward O. Wilson (Norte americano)
 - *The Social Life of Animals* (1938)
 - *Sociobiology: The New Synthesis* (1978)
- Cooperação social
- Diversidade biológica
- Biogeografia de ilhas

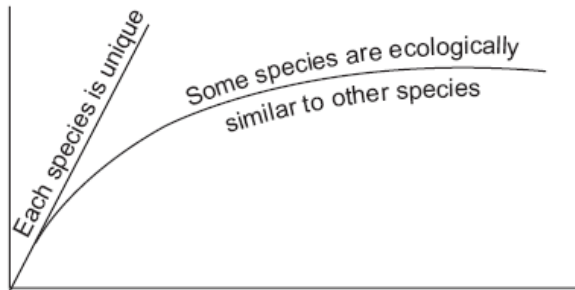


O que afeta biodiversidade

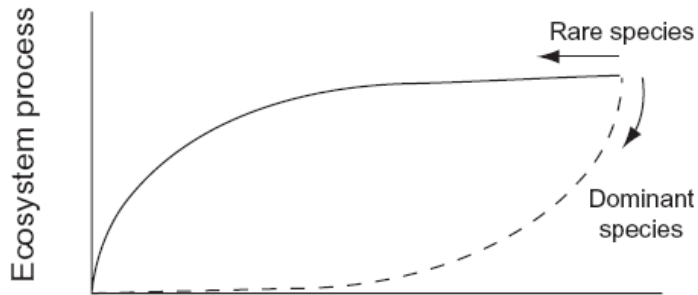
- Perda/fragmentação de habitat (mudanças no uso da terra)
- Poluição / chuva ácida
- Espécies invasoras
- Exploração de recursos naturais

Implicações da diversidade em processos ecossistêmicos

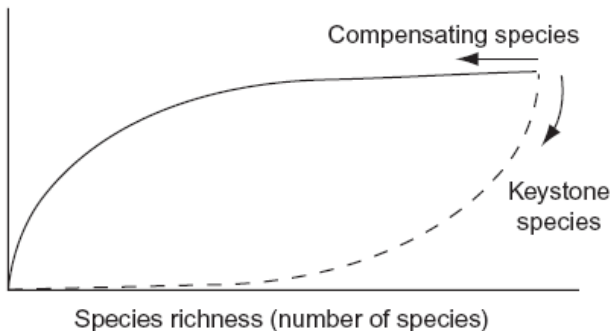
A. Effect of species number



B. Effect of species abundance



C. Effect of species type

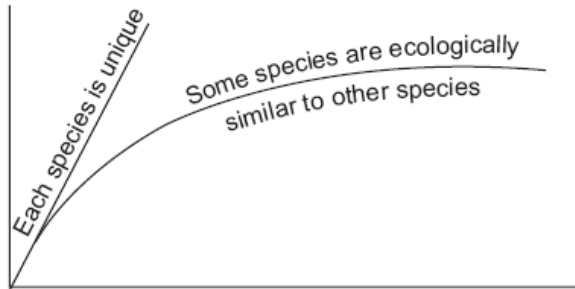


Expected relationship between ecosystem processes and the number of species, their relative abundance, and the type of species in an ecosystem (Vitousek and Hooper 1993, Sala et al. 1996). **A**, Some processes (or stocks) may increase linearly with increasing species number; others may show an asymptotic increase.

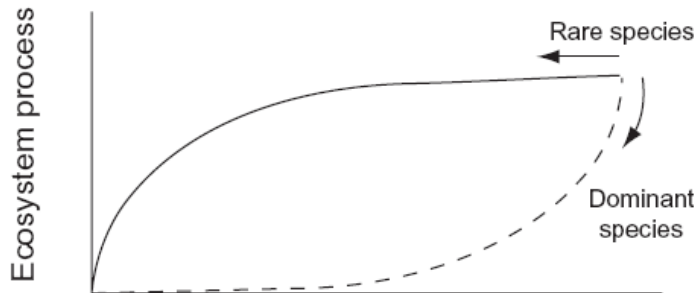
B, Removal of dominant species from an ecosystem has greater impact on ecosystem processes than does removal of rare species.

C, Similarly, the removal of keystone species has large ecosystem effects, whereas removal of one species of a functional type allows other species in that functional type to increase in abundance; this compensation would cause only a moderate impact on ecosystem processes, until most species from that functional type have been removed. The arrows show the expected change in ecosystem processes in response to species loss.

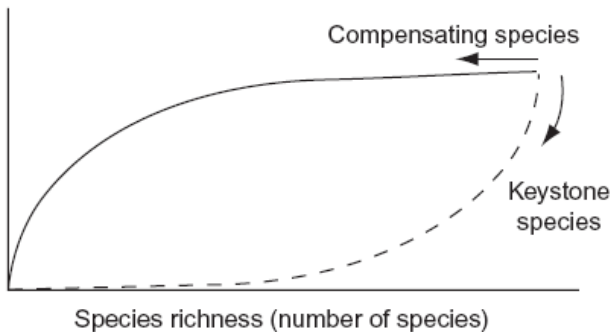
A. Effect of species number



B. Effect of species abundance

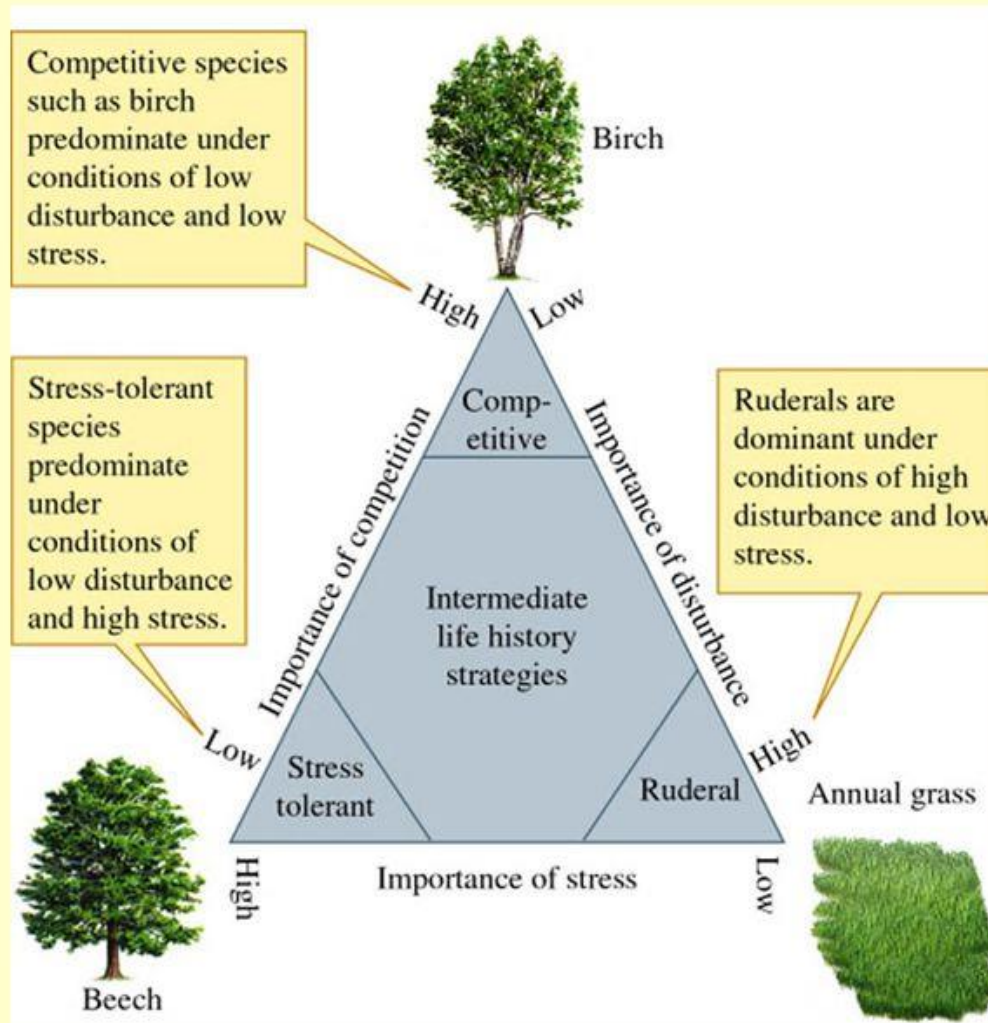


C. Effect of species type



- Espécies versus serviços/processos.
- Quantas e quais espécies podemos perder?

Grime's Plant Life History Triangle



Teoria dos Refúgios explica a biodiversidade na Amazônia?

- Fragmentação de mata ombrófila e expansão de savana (ou algum tipo de Mata Seca) na região Amazônica

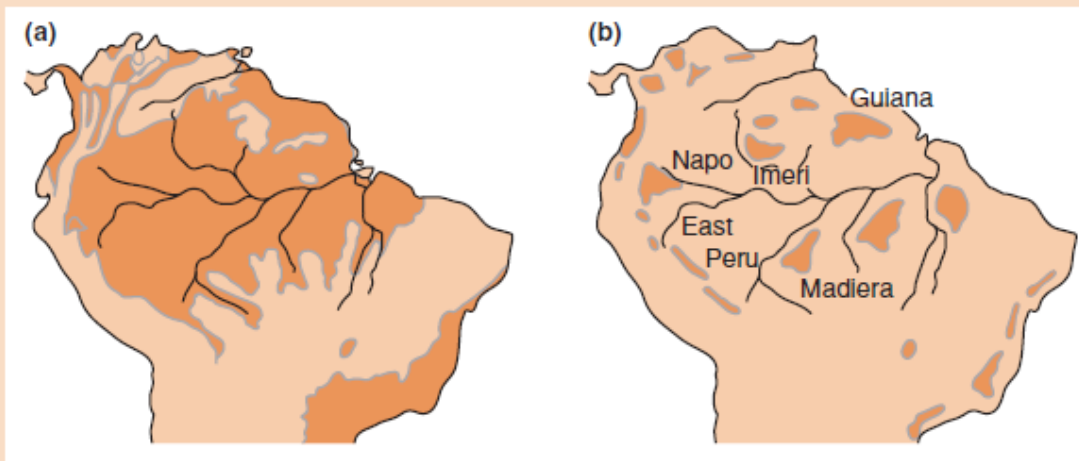
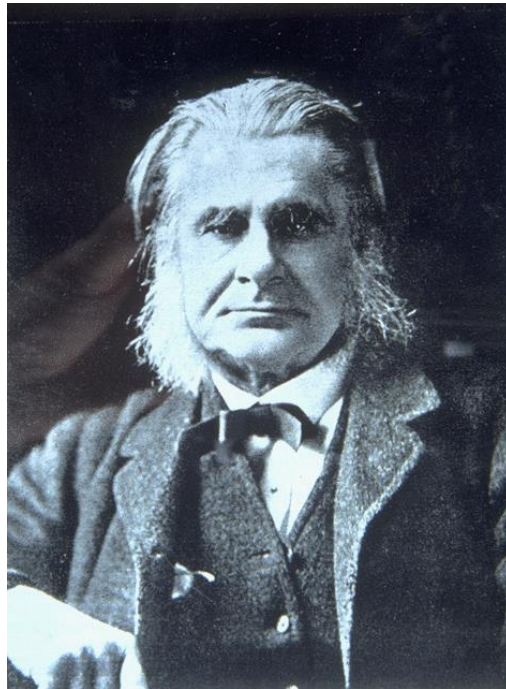


Figure 1.14 (a) The present-day distribution of tropical forest in South America. (b) The possible distribution of tropical forest refuges at the time when the last glaciation was at its peak, as judged by present-day hot spots of species diversity within the forest. (After Ridley, 1993.)

Entretanto ...

- ‘The great tragedy of Science—the slaying of a beautiful hypothesis by an ugly fact’

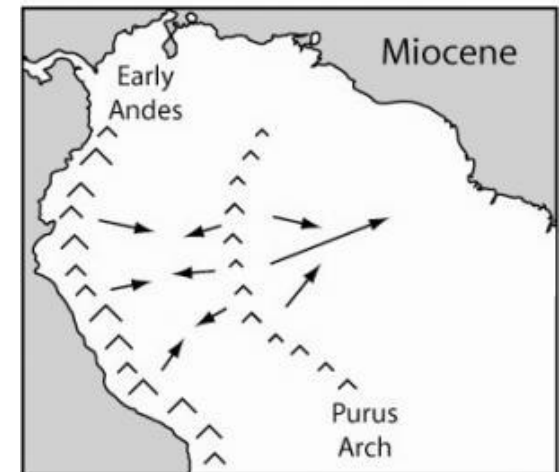
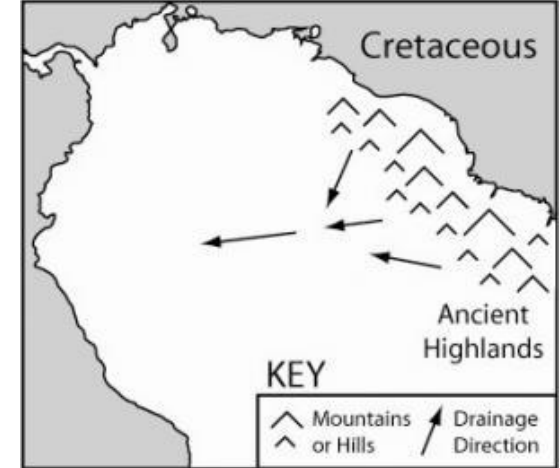


T. H. Huxley

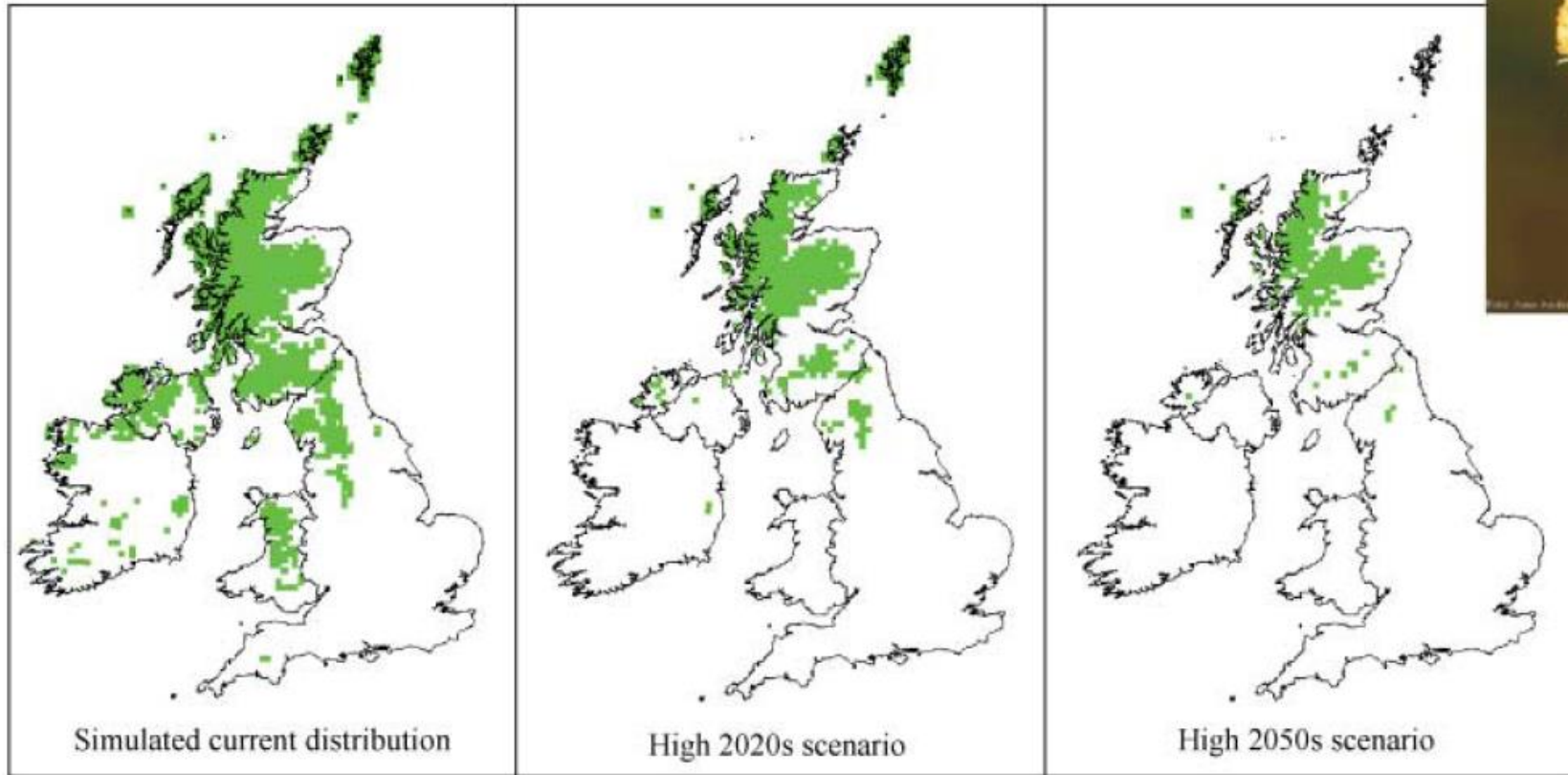
- Dados palinológicos refutaram a hipótese de Haffer (1969)!

Hipóteses para alta Biodiversidade

- Filogenias datadas + geológicos.
- Elevação dos Andes (20 MAP)
- Mudança na dinâmica de rios
- Formação de uma área complexa (Pantanosa, lacustre)
- Até 10 MAP, quando o complexo Rio Amazonas se formou e drenou a bacia.



Como será a distribuição das espécies em resposta às mudanças globais?



Desenvolvimento recente da Ecologia Funcional = Atributos funcionais

Sucessão Ecológica

- Sequência de mudanças em comunidades
- Associada à criação de novas áreas (Primária) ou à distúrbios (Secundária)



Sucessão Ecológica

- Alguns tipos de distúrbio
 - Fogo
 - Seca
 - Enchente
 - Geada
 - Tempestade
 - Terremoto
 - Herbivoria



Sucessão Ecológica

- Padrão de colonização e extinção de populações de espécies em um dado local,
 - não sazonal,
 - direcionado,
 - contínuo.
-
- Não confundir com “zonação” ou crescimento de indivíduos.

Processos em Sucessão

- Um balanço entre habilidades de competição e colonização.
- Facilitação
 - Espécies modificam o ambiente
- Inibição
 - Competição direta por recursos
- Tolerância
 - coexistência

Sucessão Ecológica

- É possível prever o estágio final de sucessão?

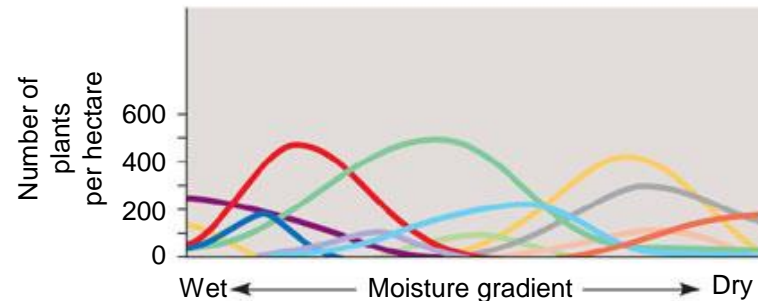
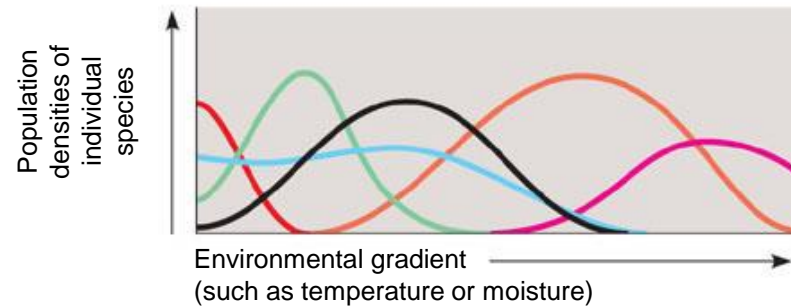
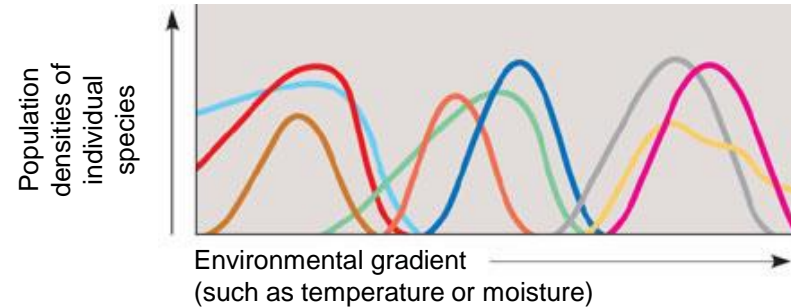


Clements vs. Gleason

Hipótese Interativa. Agrupamento de espécies intimamente relacionadas, presas em associações por interações bióticas mandatórias.

Hipótese Individualística. Espécies se distribuem independentemente ao longo de gradientes ambientais. Uma comunidade é simplesmente uma reunião de espécies que ocupam uma mesma área devido a requerimentos abióticos semelhantes.

Exemplo: Árvores em um ecossistema no Arizona-US.



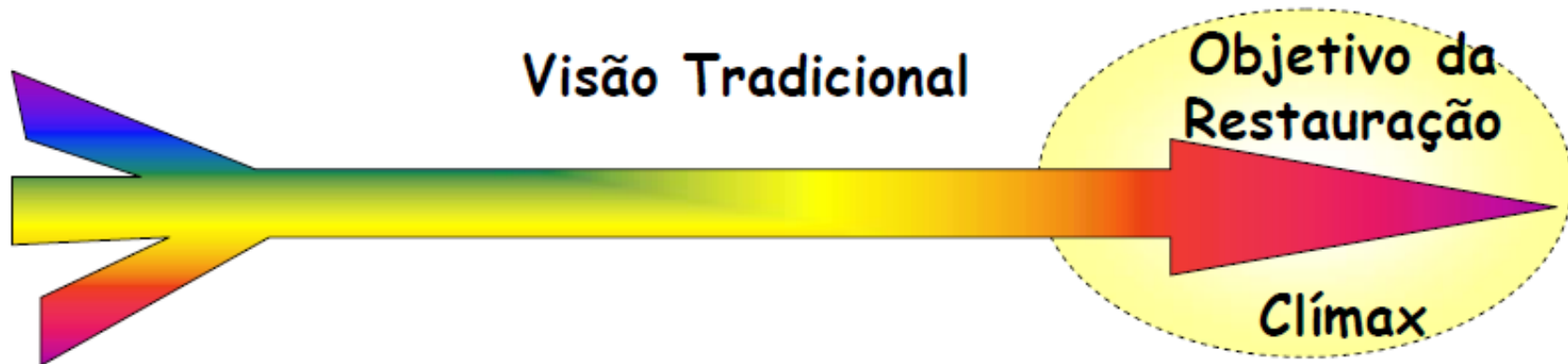
Categorias de espécies

- Estratégia das espécies dentro da dinâmica de sucessão florestal. Está relacionado ao comportamento das espécies podendo ser classificadas em:
 - pioneiras (P),
 - secundárias iniciais (SI),
 - secundárias tardias (ST),
 - clímax tolerantes à sombra (CS) e,
 - clímax exigentes de luz (CL)

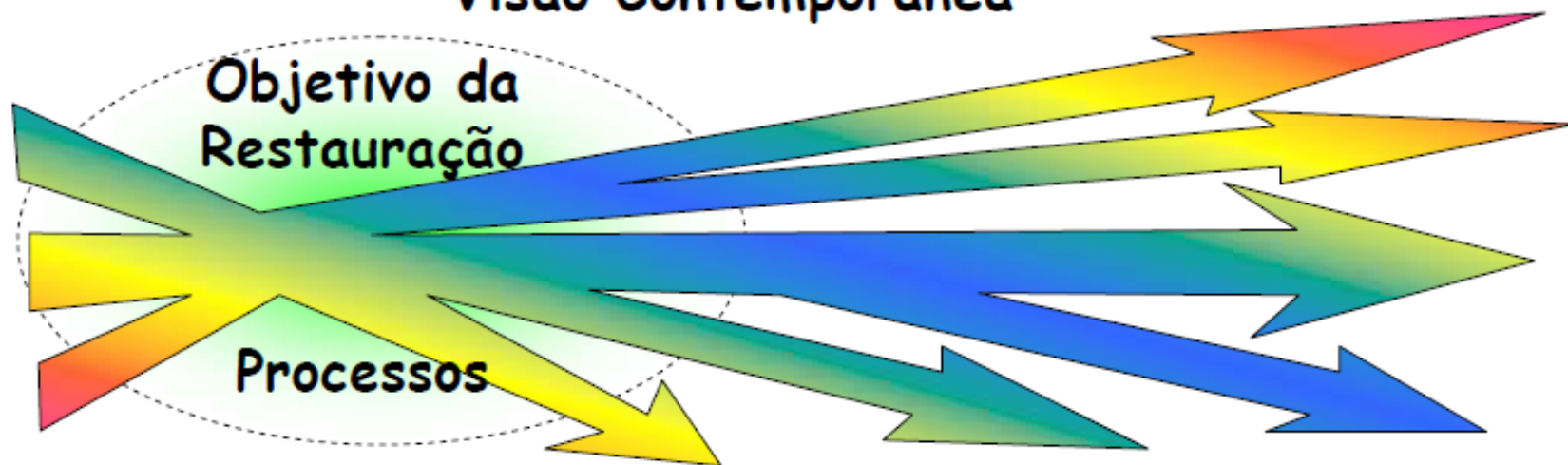
Sucessão Florestal



Visão Tradicional



Visão Contemporânea



- Estado ecológico: manifestação de como o ecossistema se apresenta em termos de composição de espécies, estrutura de comunidades, espécies-chave, grupos funcionais, dimensão e estrutura.
- Funcionamento (ou processos) Ecológico: aspectos dinâmicos de um ecossistema como a captura e transferência de energia em uma cadeia trófica, ciclo de nutrientes, interações ecológicas (competição, simbiose, etc)

4 qualidades

- Integridade: Estado de um ecossistema que mostra biodiversidade de espécies e estrutura de comunidades característica e que é capaz de manter o funcionamento do ecossistema.
- Saúde: atributos dinâmicos dentro do intervalo de variação esperado.
- Resistência: se manter sob estresse ou distúrbio.
- Resiliência: capacidade de recuperação.

Serviços ecossistêmicos

- 1. Regulação gasosa
- 2. Regulação climática
- 3. Regulação de distúrbios
- 4. Regulação de recursos hídricos
- 5. Disponibilização de recursos hídricos
- 6. Controle de erosão e retenção de sedimentos
- 7. Formação de solo
- 8. Ciclagem de nutrientes
- 9. Controle de poluentes
- 10. Polinização
- 11. Controle biológico
- 12. Refúgio
- 13. Produção de alimentos
- 14. Matéria-prima
- 15. Recursos genéticos
- 16. Recreação
- 17. Cultural

Restauração de Ecossistemas

- Disciplina muito recente
- Uso de Ecologia Aplicada.



Questões para Discussão antes da próxima aula:

- O que é Biodiversidade? Quais os aspectos envolvidos?
- Como podemos comparar biodiversidade entre áreas?
- Quais os principais índices de biodiversidade?
- É possível prever o estágio final ou mesmo a trajetória de uma sucessão ecológica?
- Explique o conceito de Clímax em ecologia.
- Como se explica o padrão espacial observado de biodiversidade em ecossistemas terrestres na Terra?
- O que diz a Teoria de Biogeografia de Ilhas?
- Como podemos aplicar a Teoria de Biogeografia de Ilhas para áreas de conservação?
- Quais fatores afetam negativamente a biodiversidade? E quais afetam de maneira positiva?
- O que é Sucessão Ecológica?
- Onde/como podemos aplicar o conhecimento em Sucessão Ecológica?