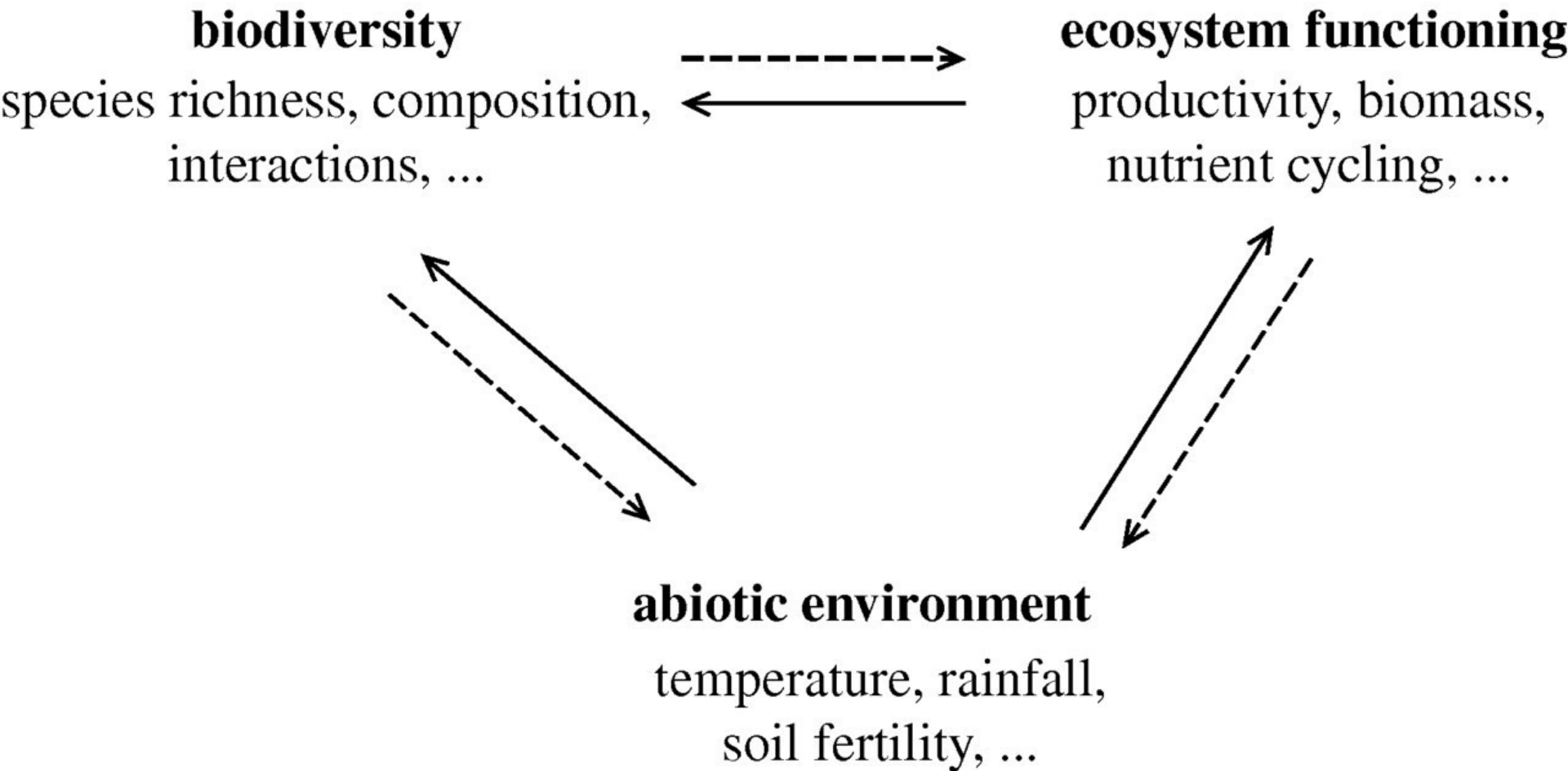


Como as interações interespecíficas alteram o fluxo de matéria e energia em ecossistemas

Aula baseada no Cap. 3 Mittlebach
2011

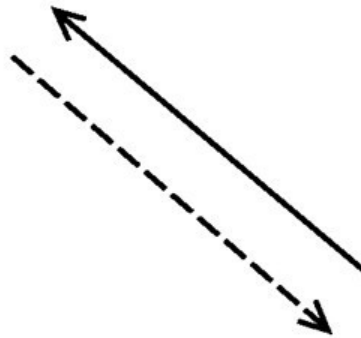
Ao fim da aula você deverá ter compreendido

- Relação entre Biodiversidade e Funcionamento de Ecossistemas
- Como competição por recursos pode afetar propriedades do ecossistema
- Quais as consequências de extinções para a produtividade primária
- Relação entre perda de espécies e provisionamento de serviços ecossistêmicos



biodiversity

species richness, composition,
interactions, ...

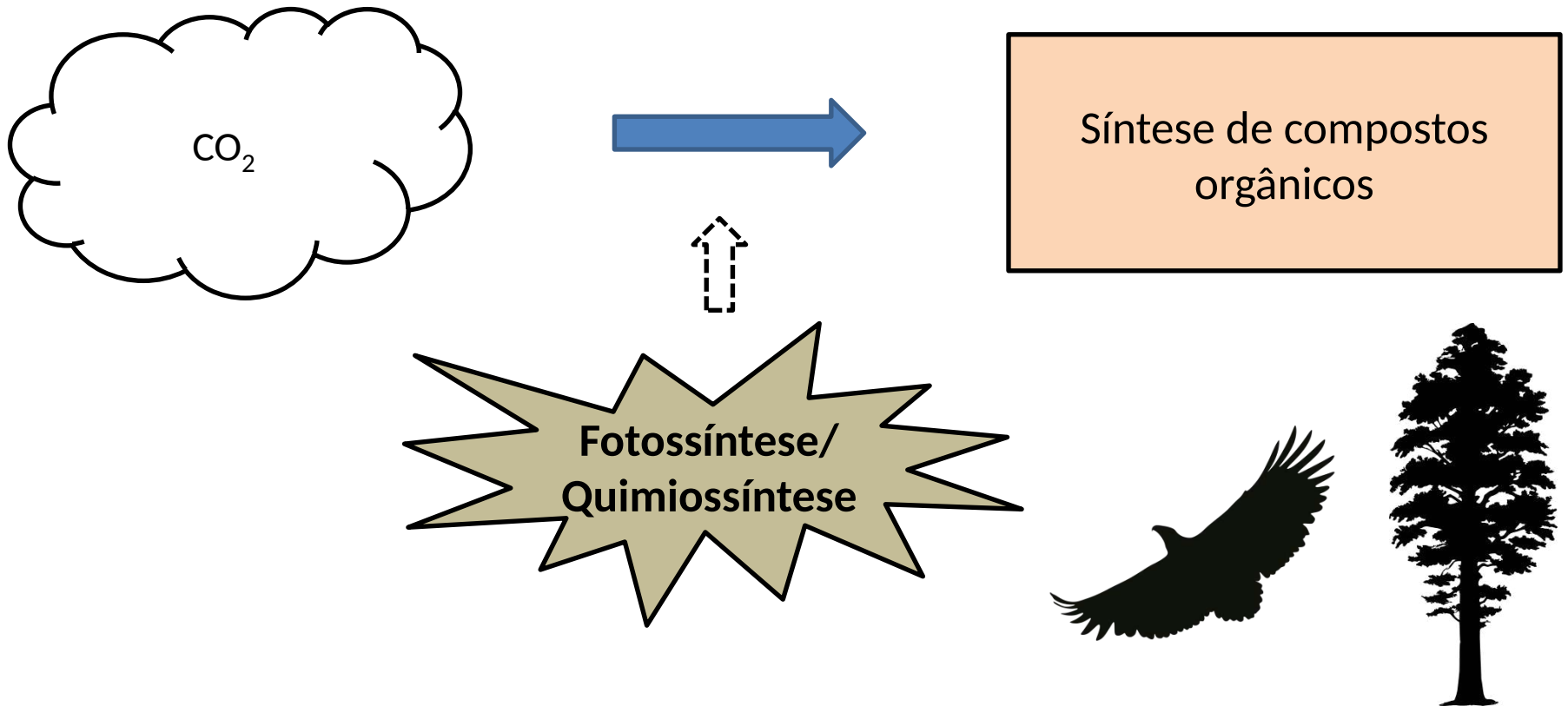


abiotic environment

temperature, rainfall,
soil fertility, ...

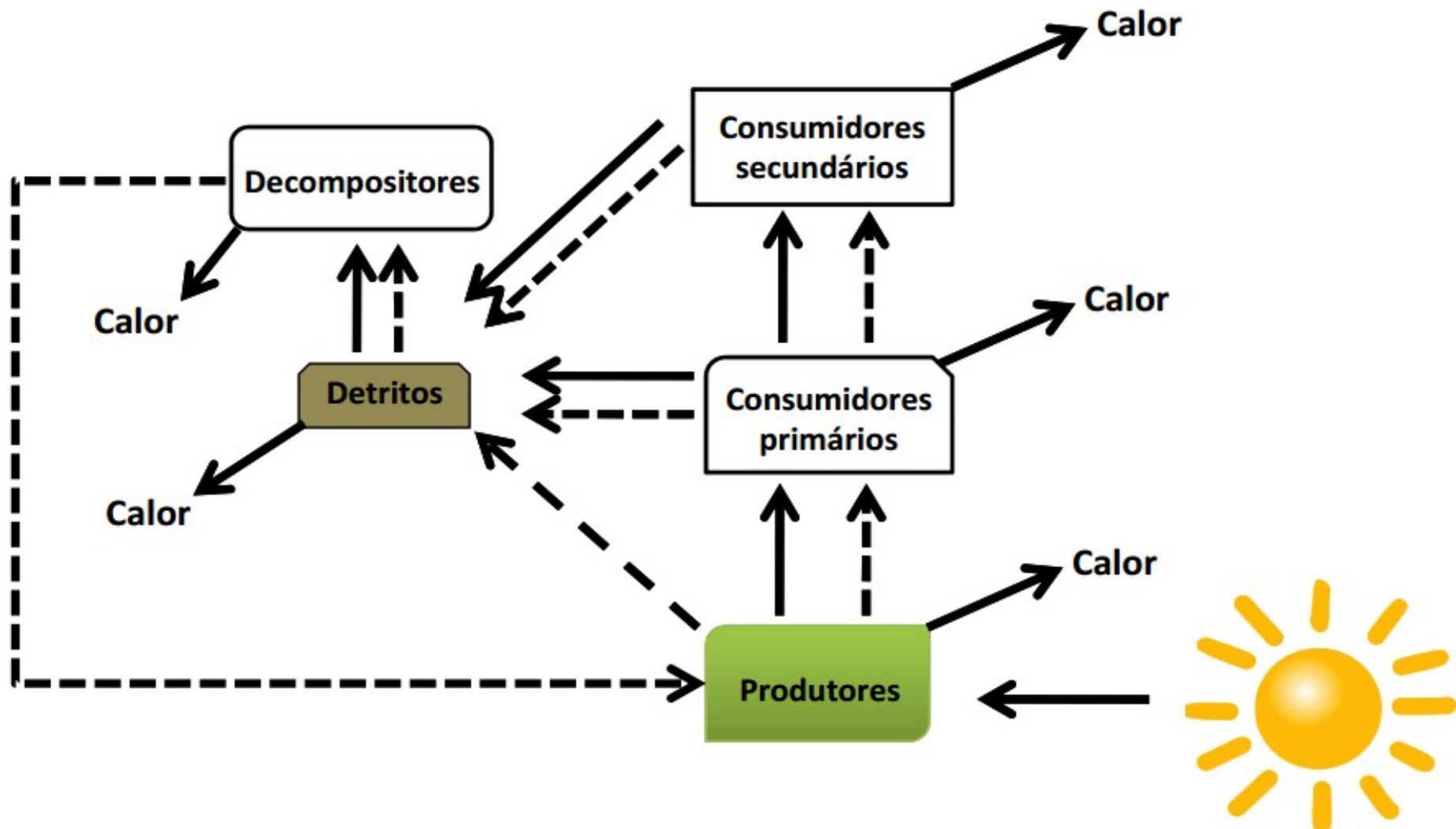
Funções Ecosistêmicas

Produtividade

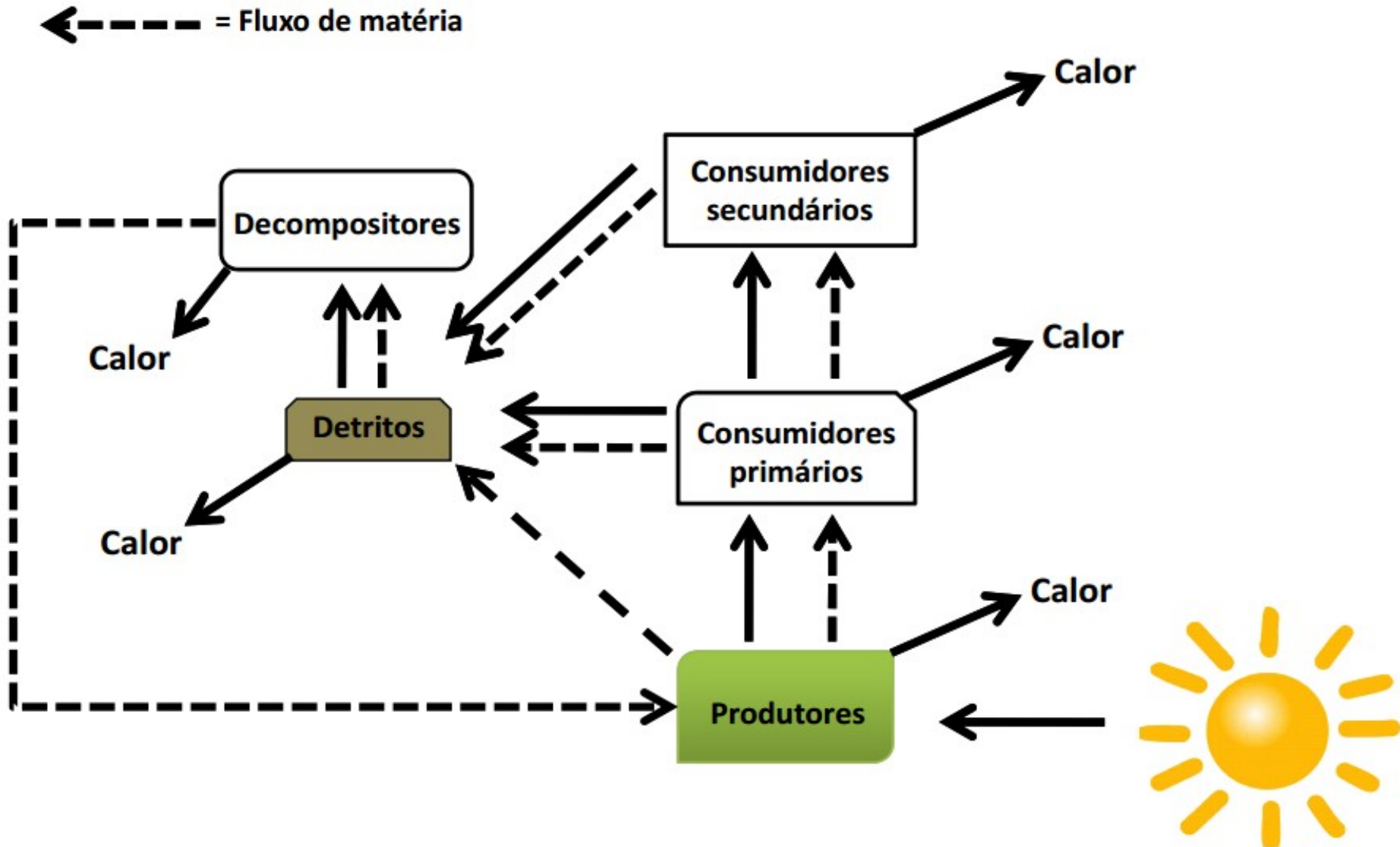


Energia

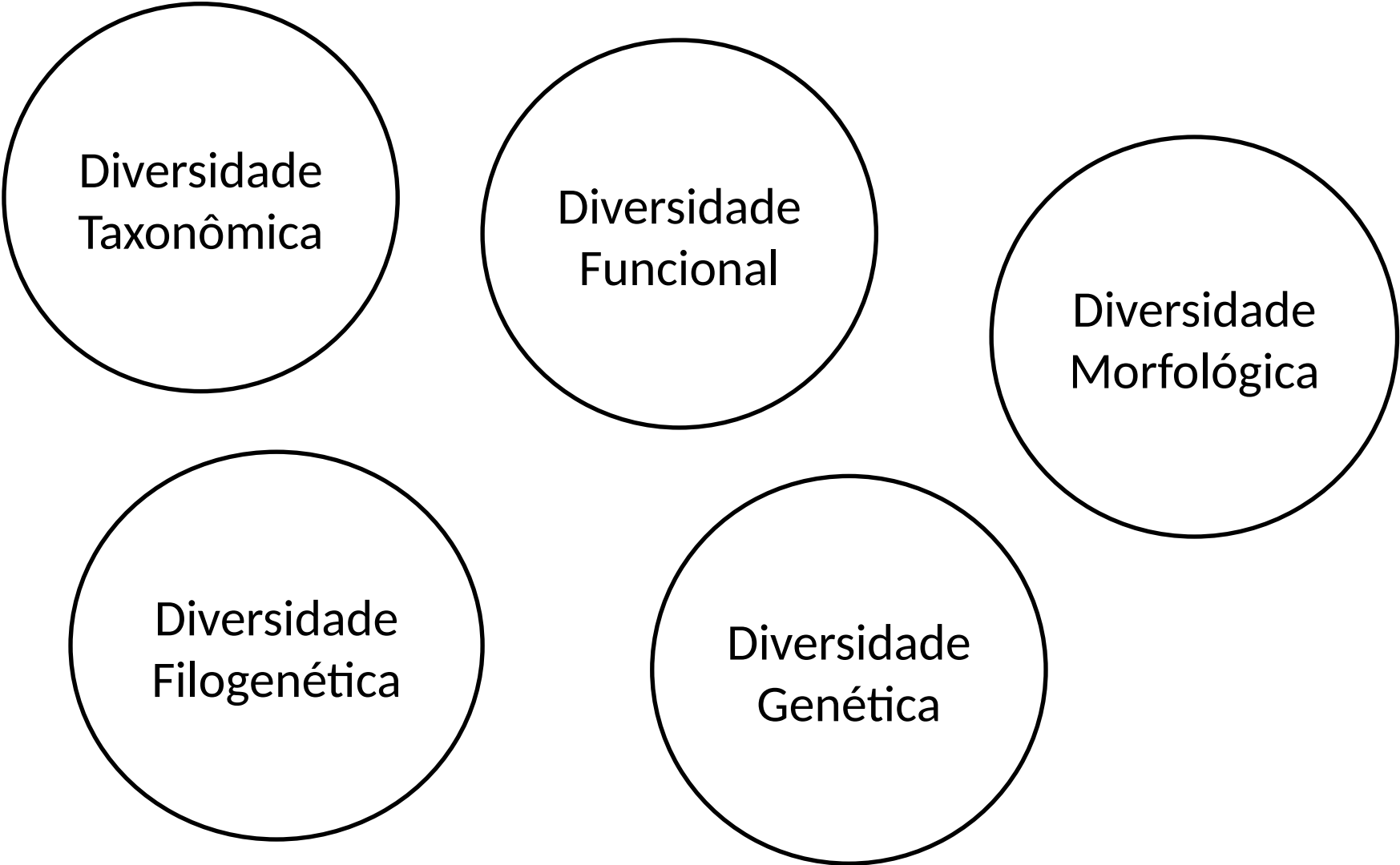
← = Fluxo de energia



Nutrientes



Dimensões da diversidade



Diversidade
Taxonômica

Diversidade
Funcional

Diversidade
Morfológica

Diversidade
Filogenética

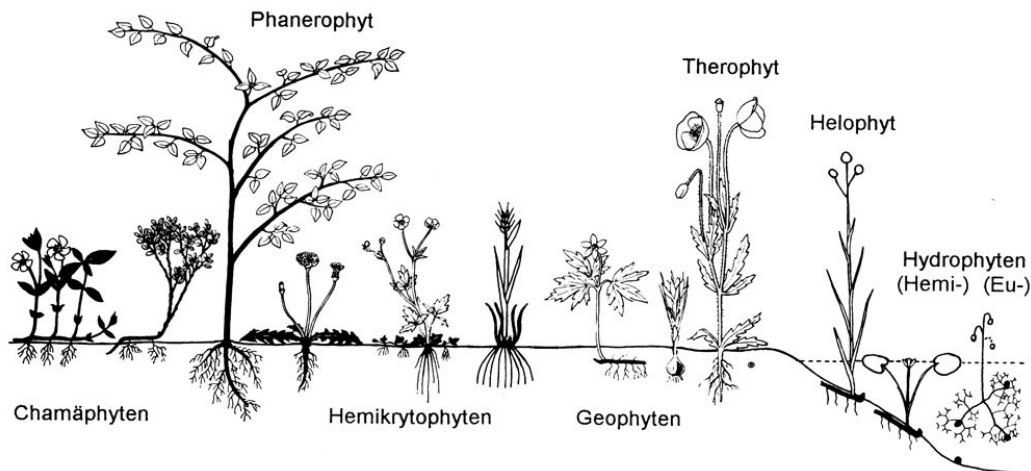
Diversidade
Genética

Dimensões da diversidade

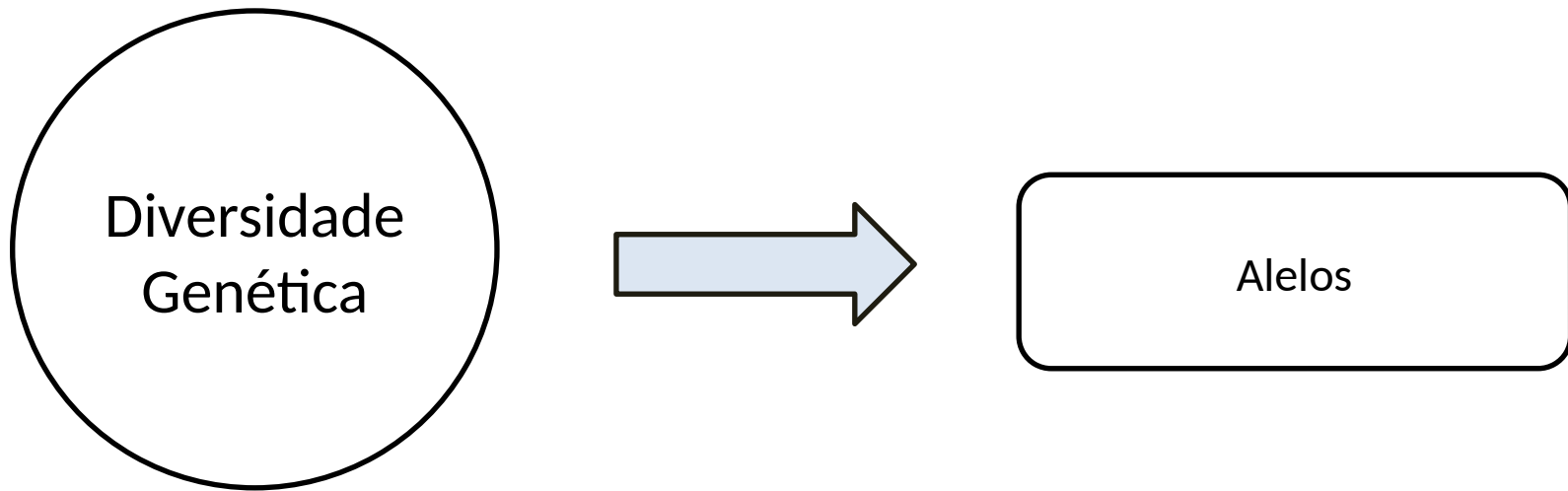
Diversidade
Morfológica



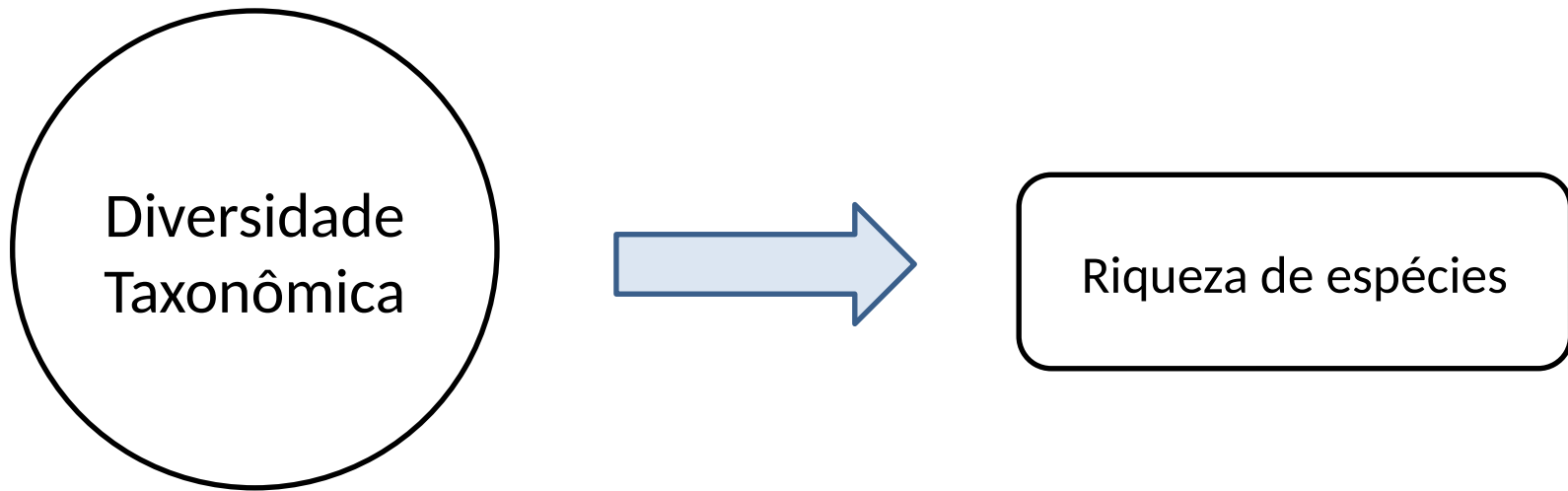
Formas



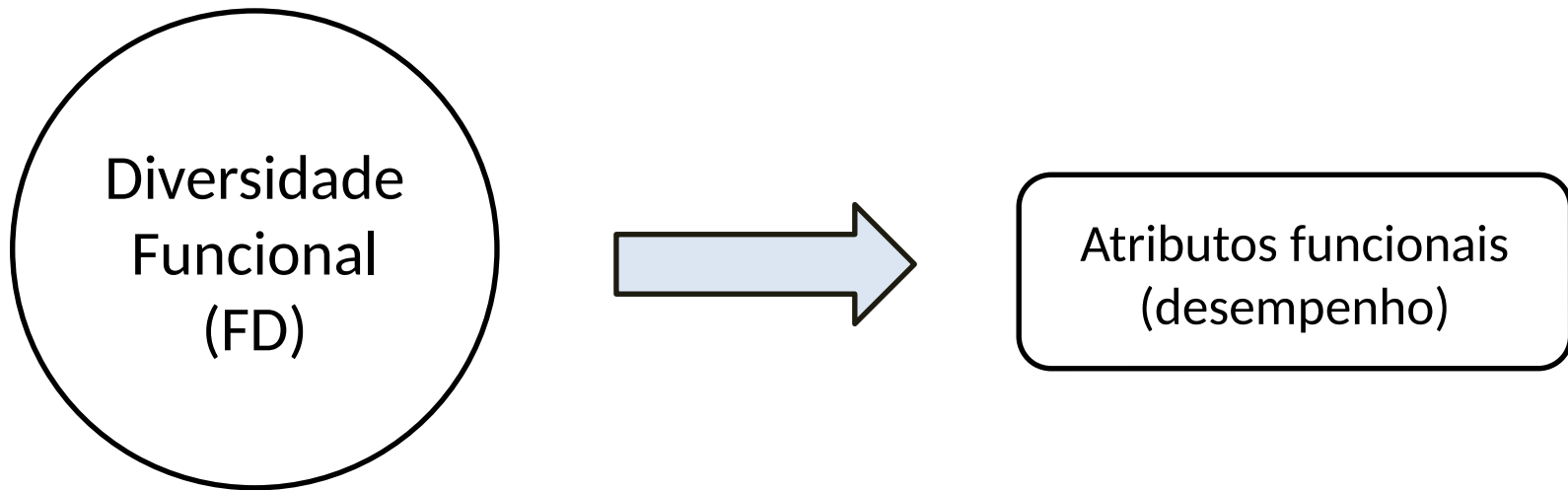
Dimensões da diversidade



Dimensões da diversidade



Dimensões da diversidade

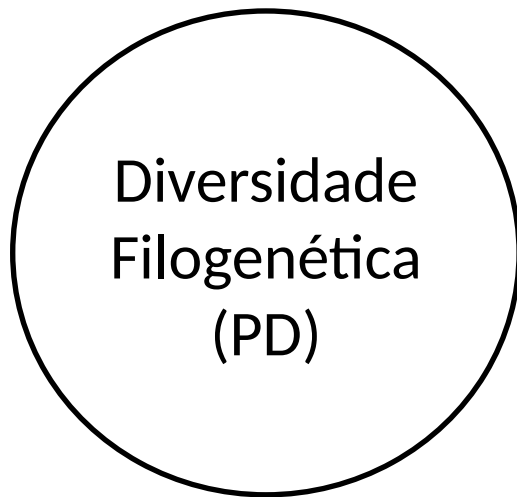


Tamanho de
semente

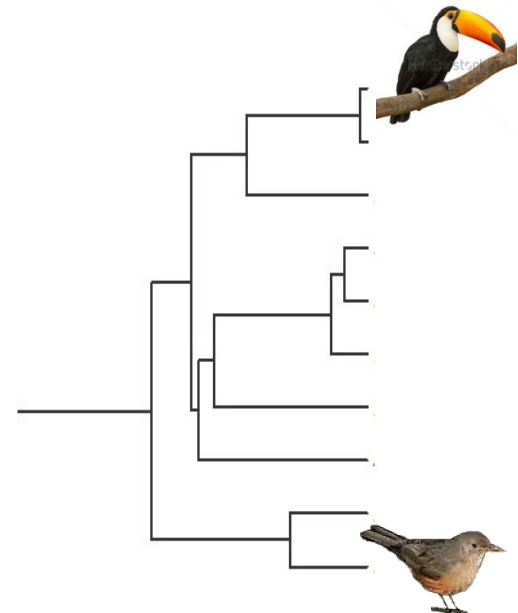
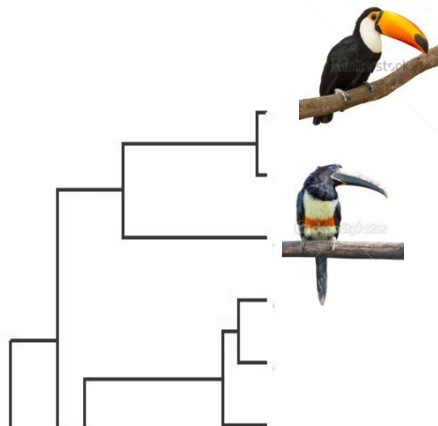
Tamanho do bico

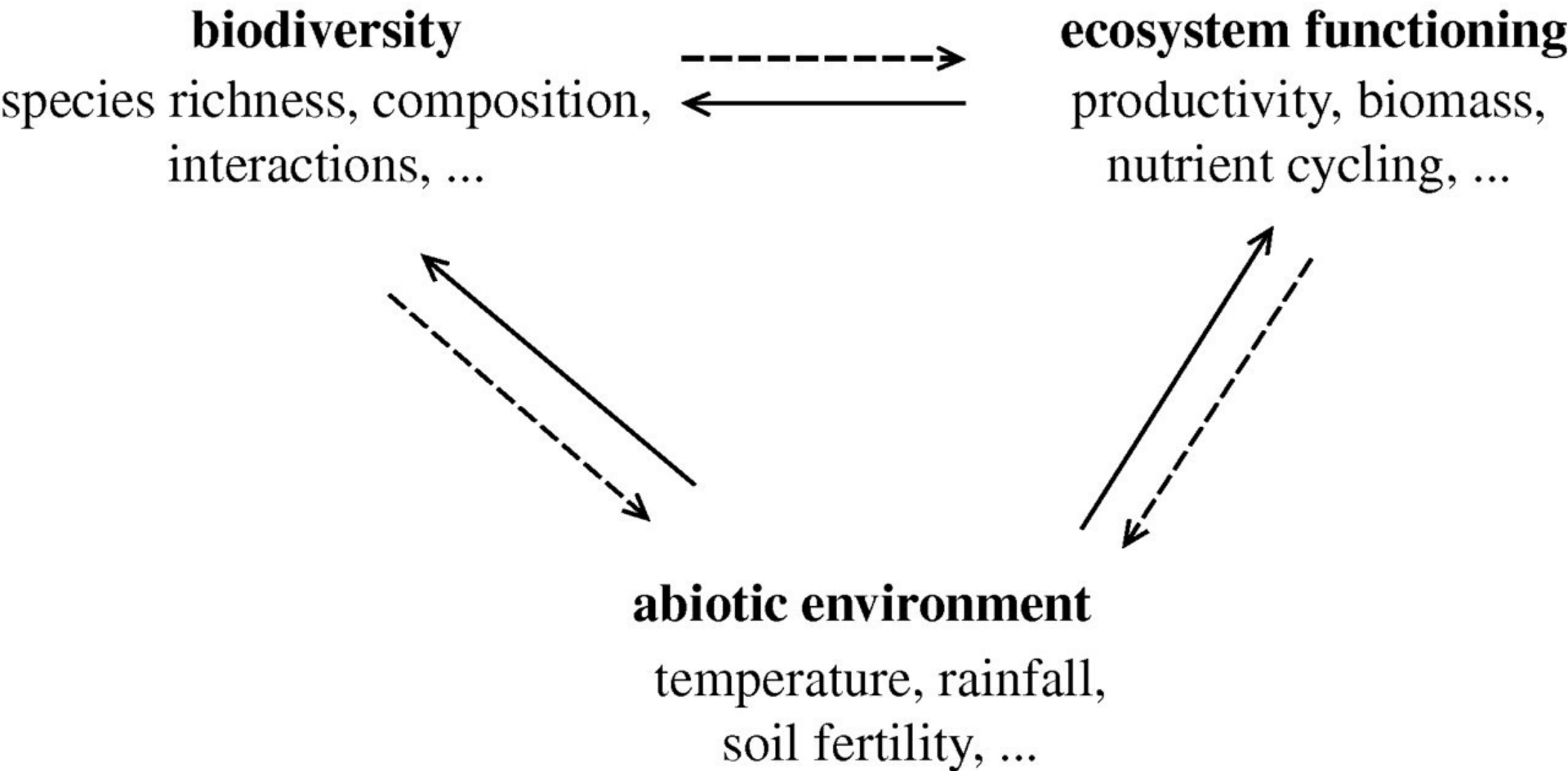


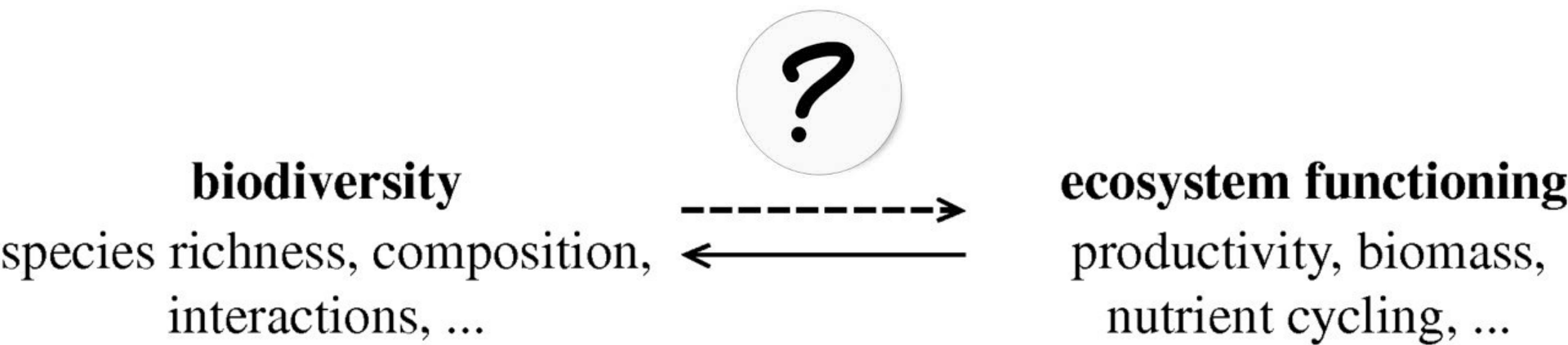
Dimensões da diversidade



Divergência evolutiva



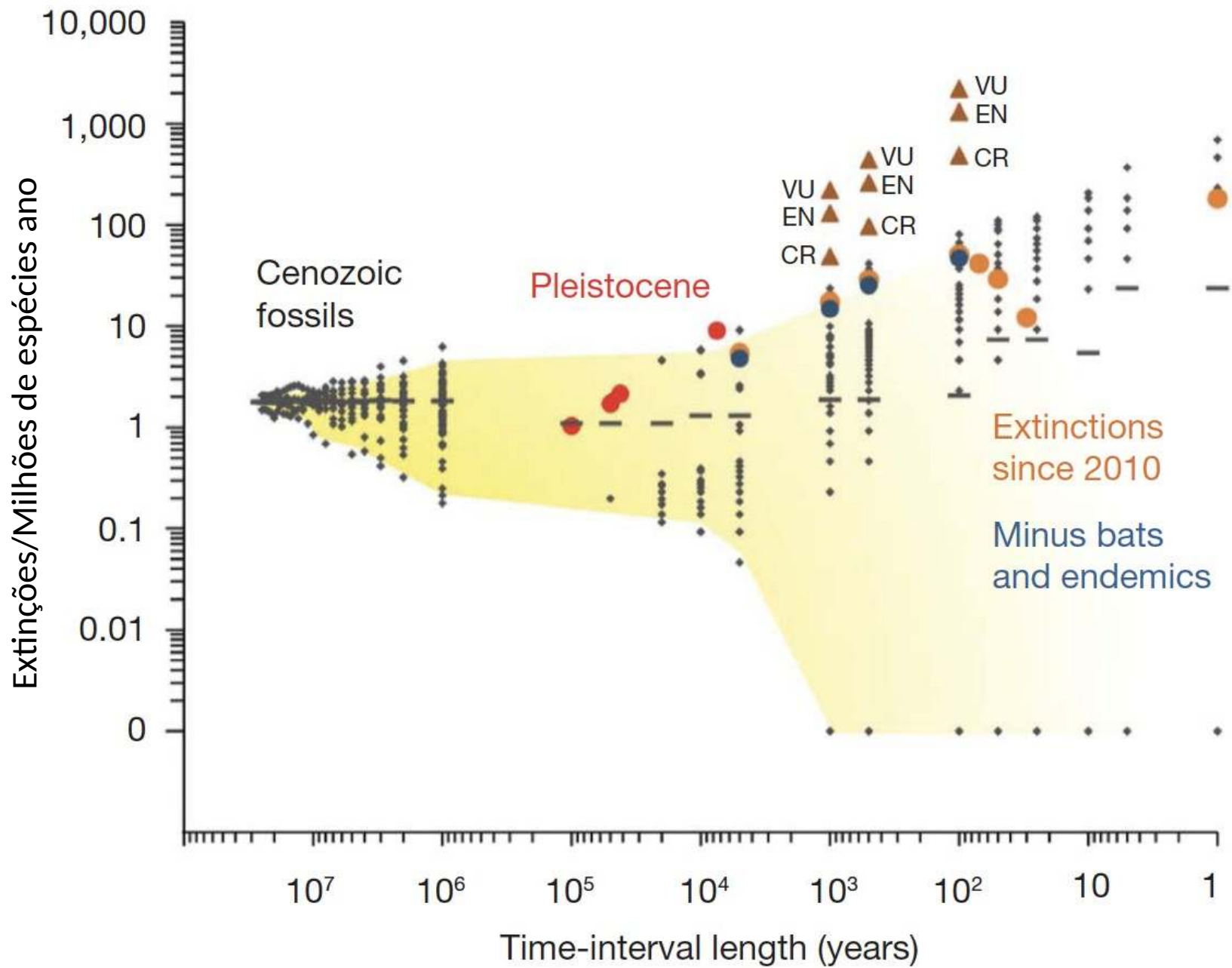


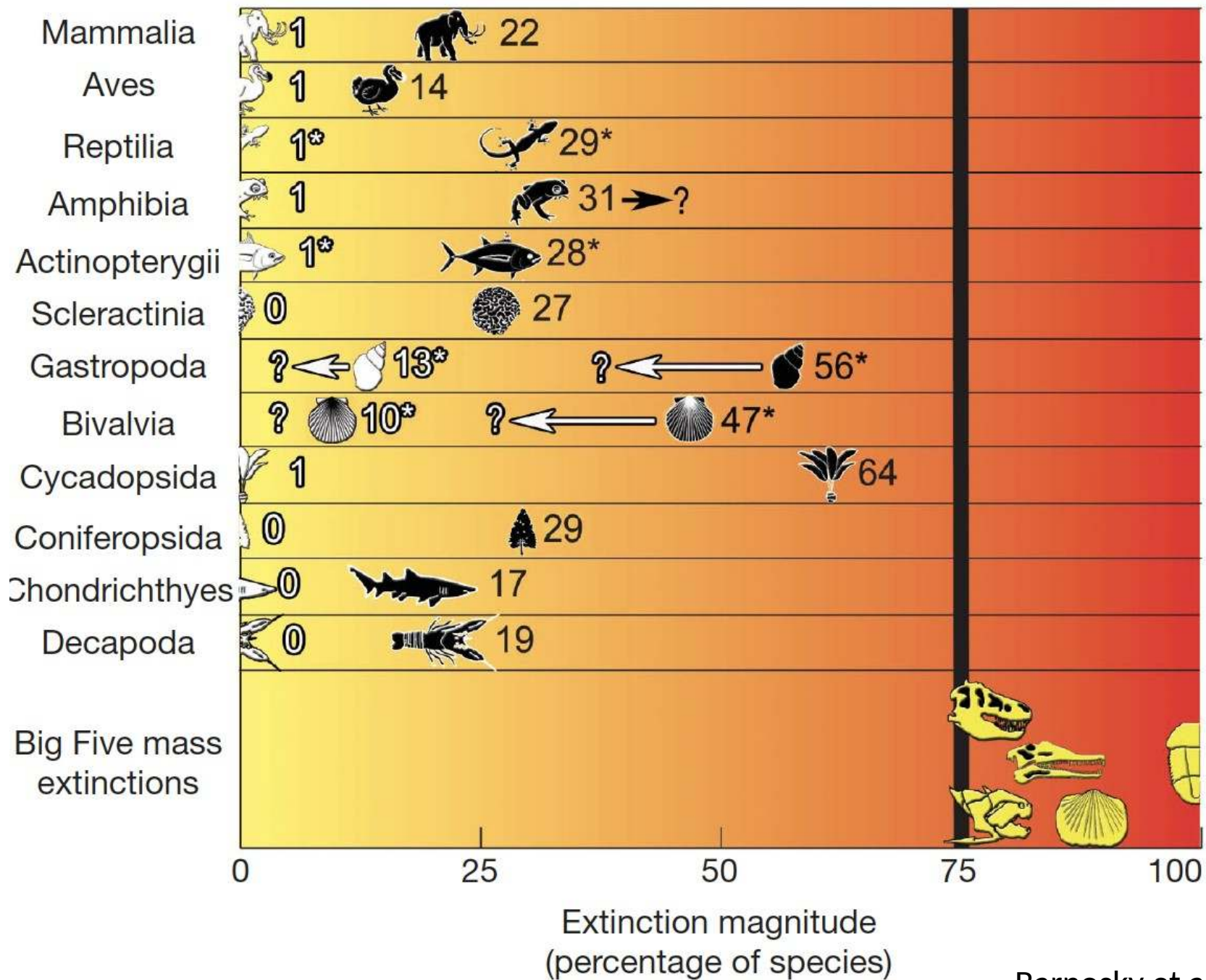


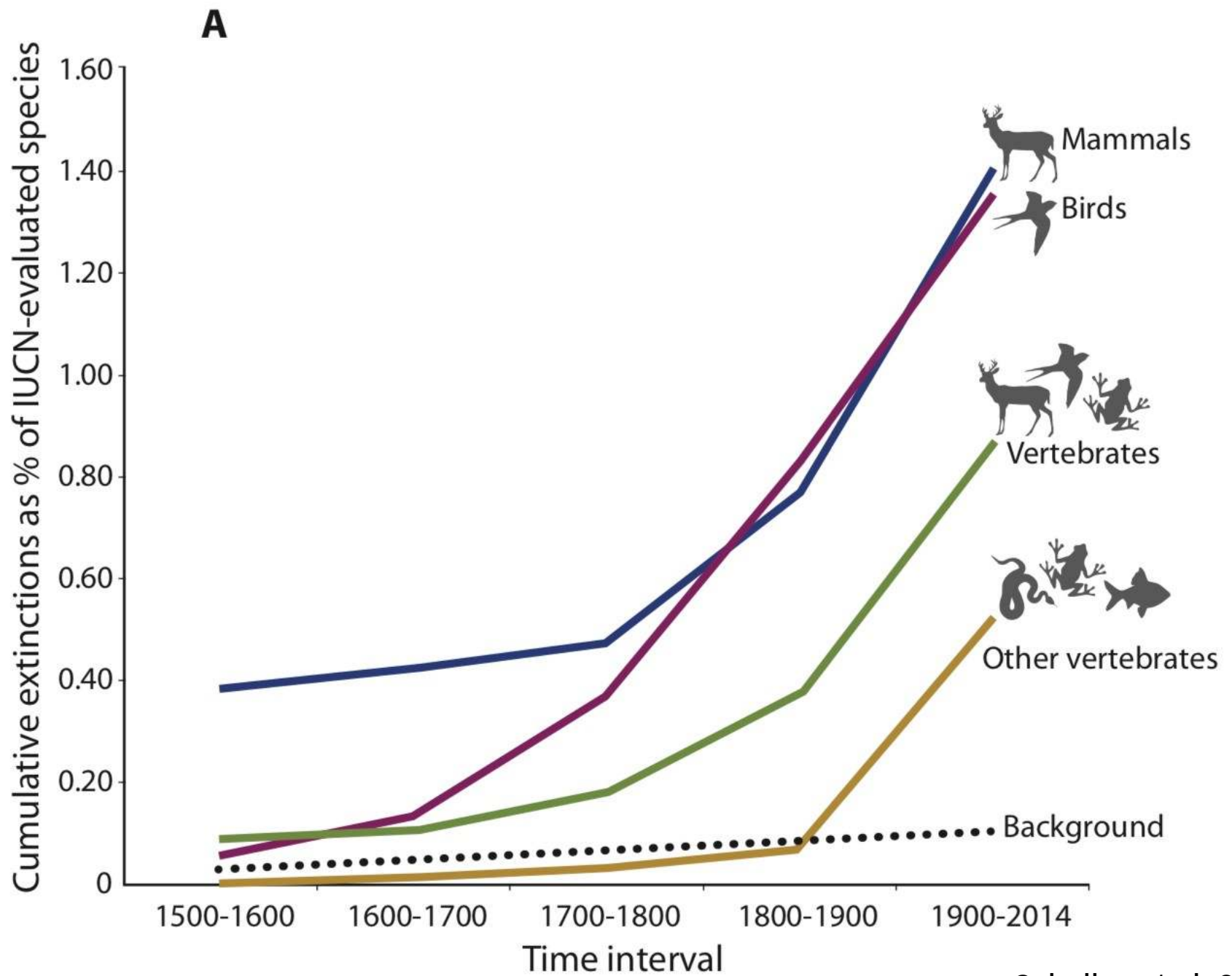
Biodiversidade e Funcionamento Ecossistêmico (B-FE)

- “Está bem testado experimentalmente que se uma área de solo for semeada com apenas uma espécie de grama e uma área similar for semeada com vários gêneros de grama, um maior número de plantas e maior biomassa será obtida.”
- C. Darwin 1985 - *The Origin of Species by Means of Natural Selection*, chap. 4, p. 185

Estamos no meio de uma 6^a extinção em massa?

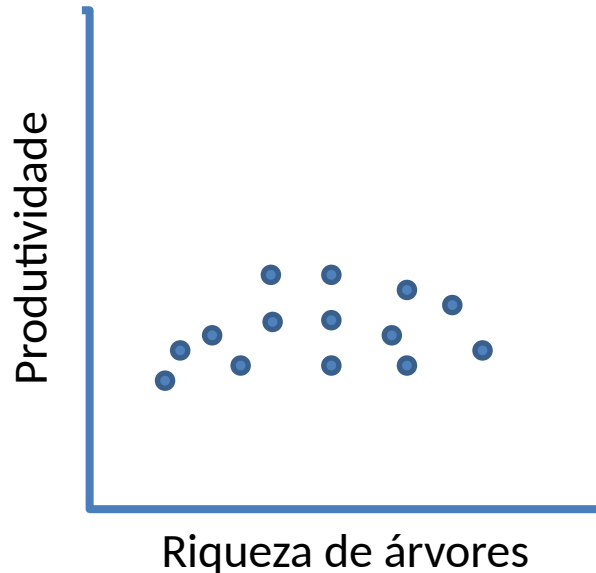
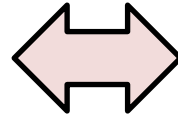






Qual o efeito da perda de espécies sobre o funcionamento e provisionamento de serviços ecossistêmicos?

Biodiversidade e Funcionamento Ecosistêmico (BEF)



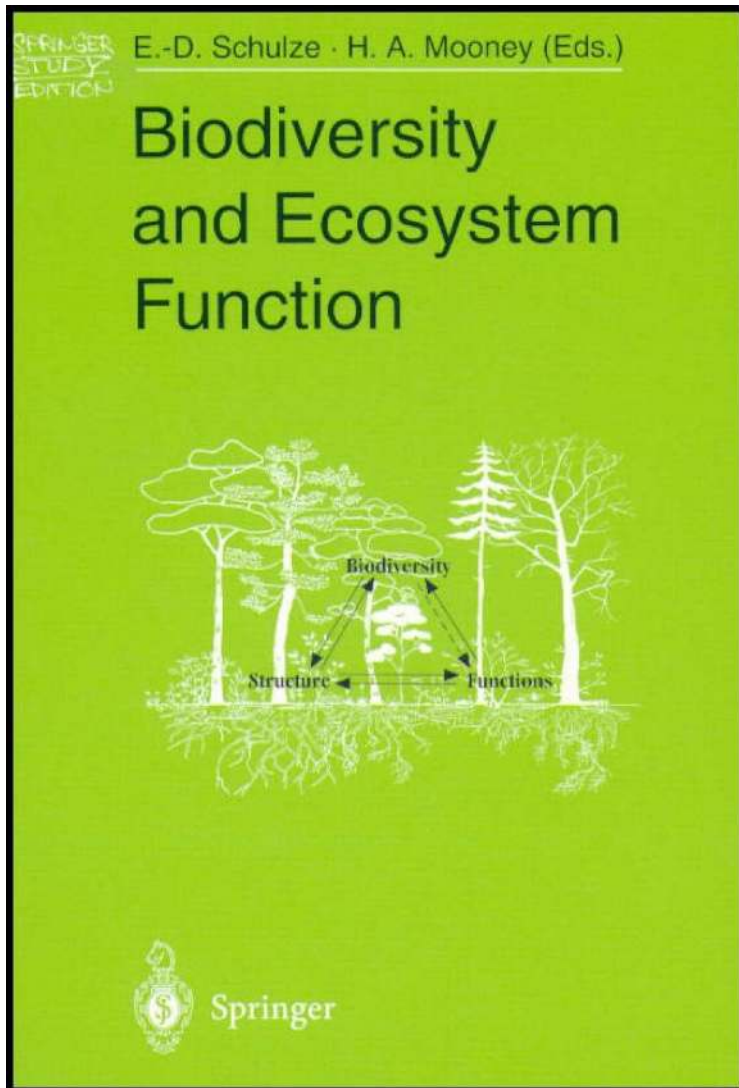
Ah, os anos 90...

VERÃO '90

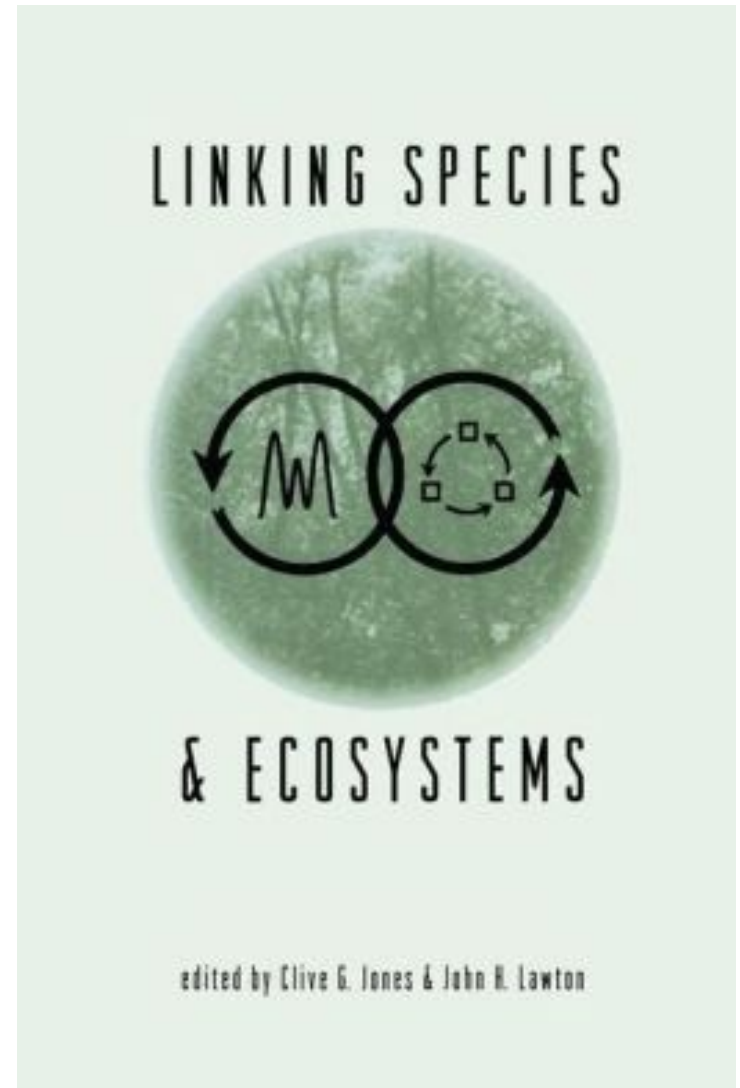


Convenção sobre a
Diversidade
Biológica
CBD-ONU

Nesta reunião, cientistas
chegaram a um consenso de
que as taxas de extinção de
espécies eram alarmantes, e
alertaram sobre os seus
efeitos para a humanidade



1993

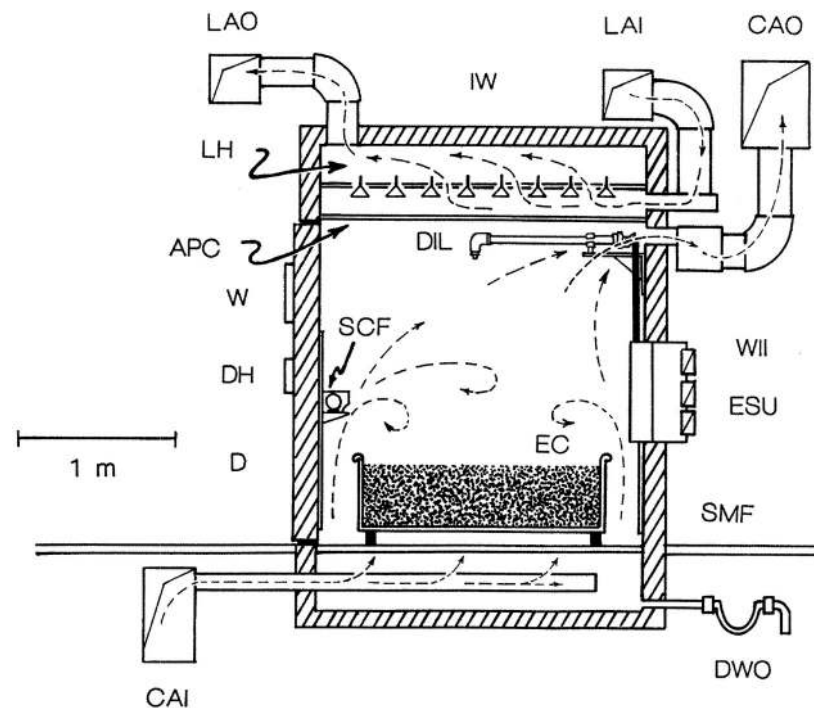
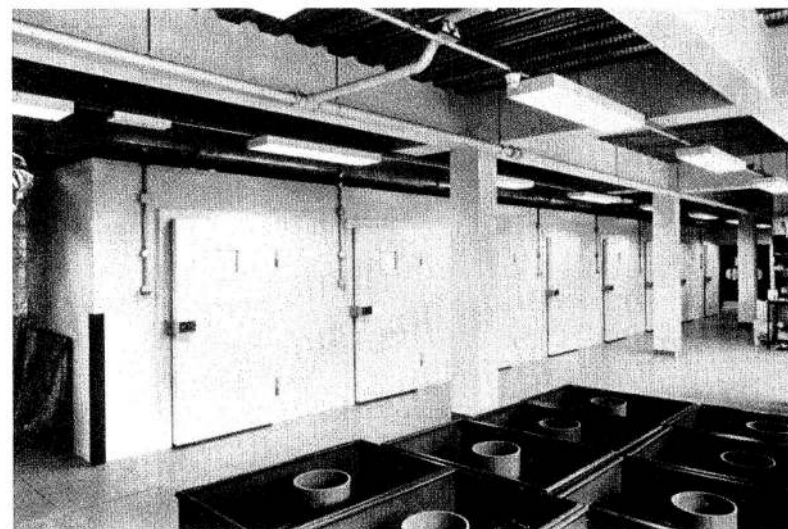


1995

ECOTRON

CONTROLLED ENVIRONMENT FACILITY

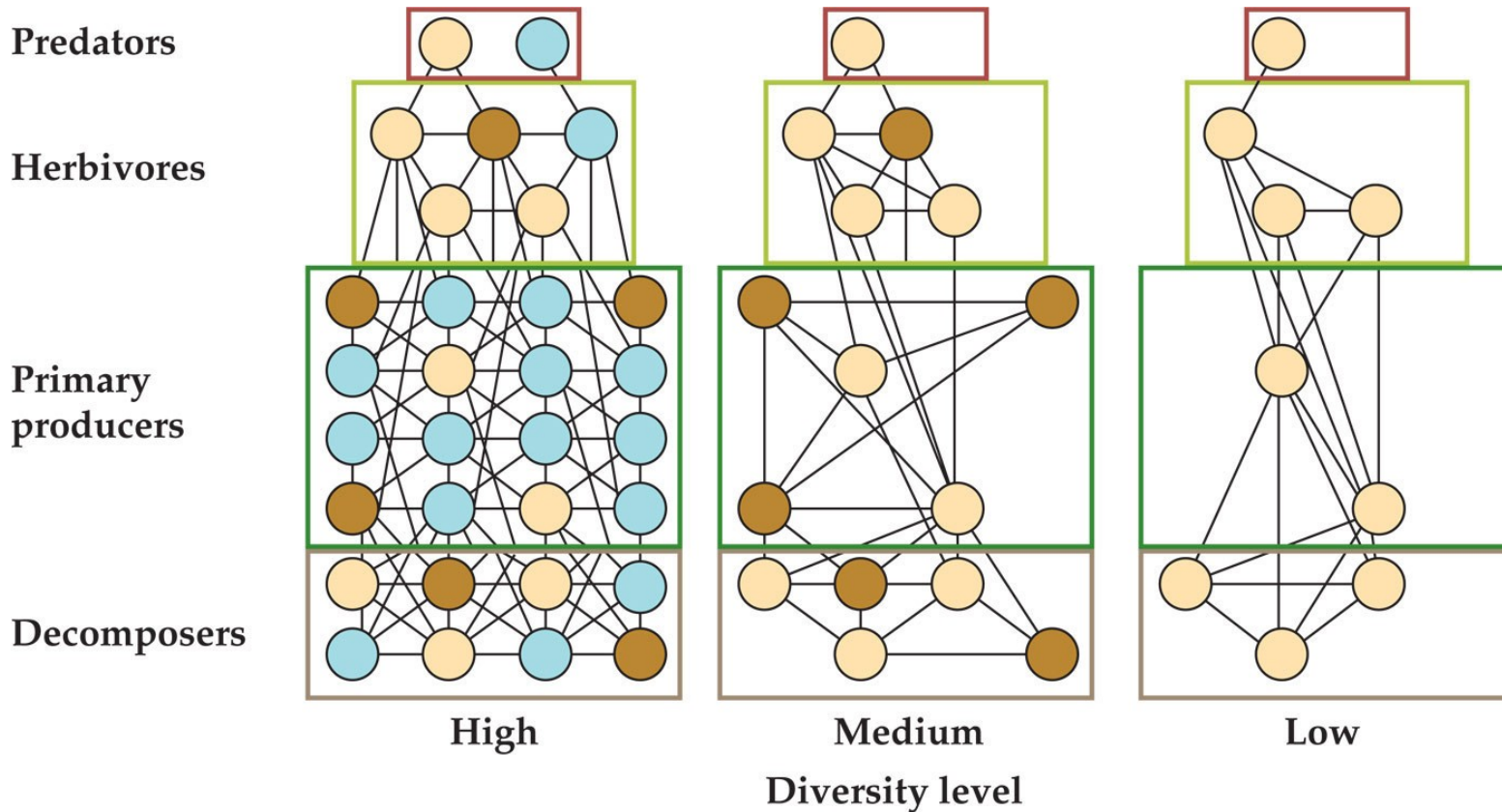
Instalação (14 câmaras) criada
em 1992 em Silwood Park, UK



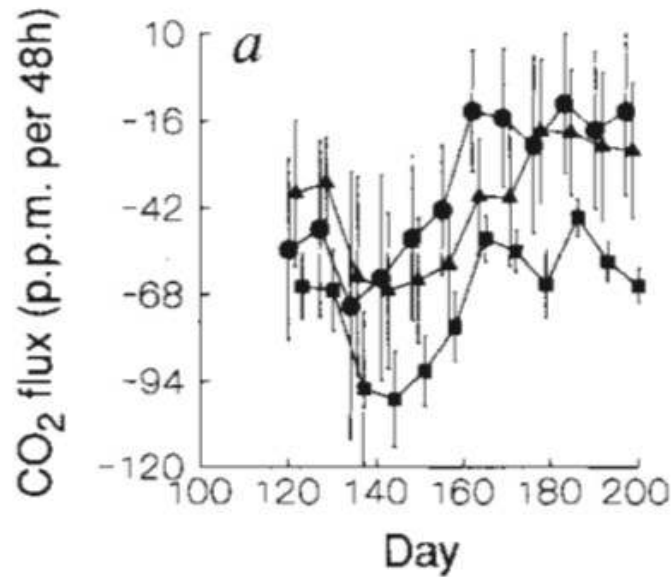
Experimento que testou em 1994 o efeito da perda de espécies em múltiplos níveis tróficos sobre funções ecosistêmicas



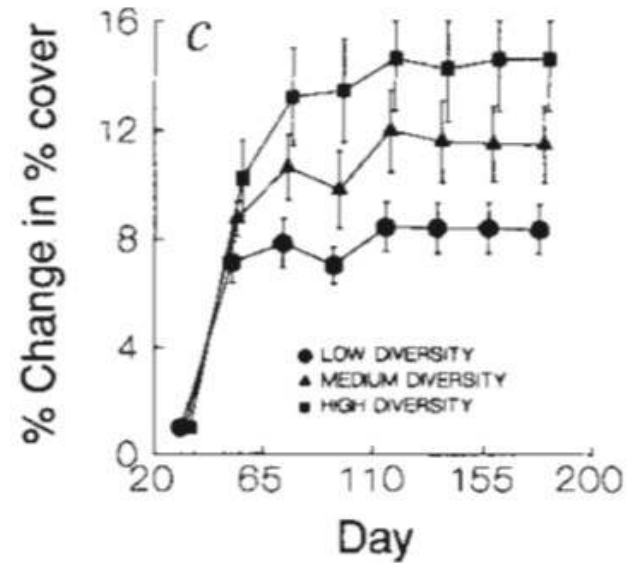
Shadid Naeem



Respiração



Produtividade



Comunidades com mais níveis tróficos consumiram mais CO₂ e tiveram maior produtividade

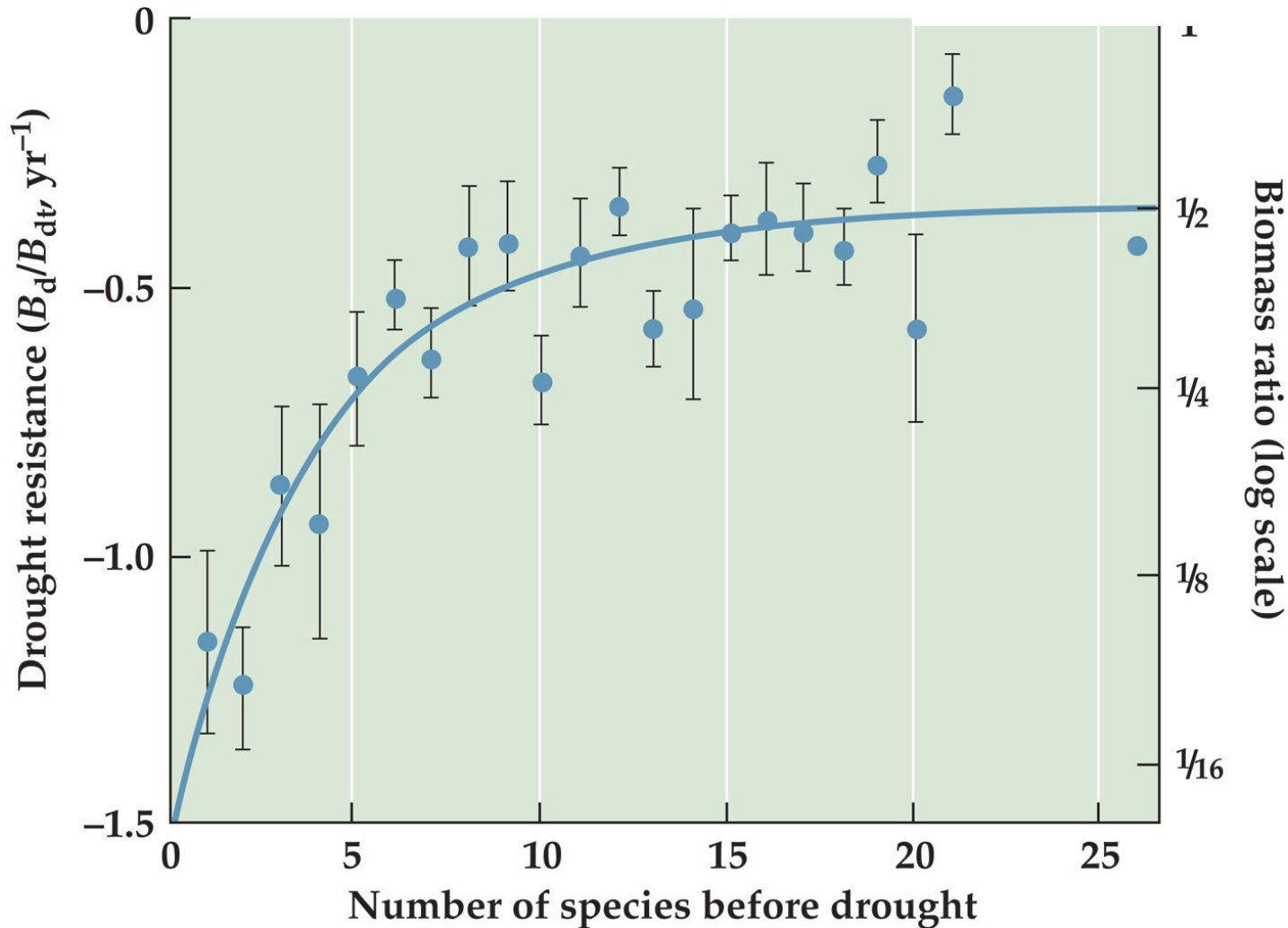
Vista aérea dos plots no Cedar Creek Ecosystem Science Reserve, Minnesota, U.S.A. criados em 1996



Biodiversity and stability in grasslands

David Tilman & John A. Downing

NATURE · VOL 367 · 27 JANUARY 1994

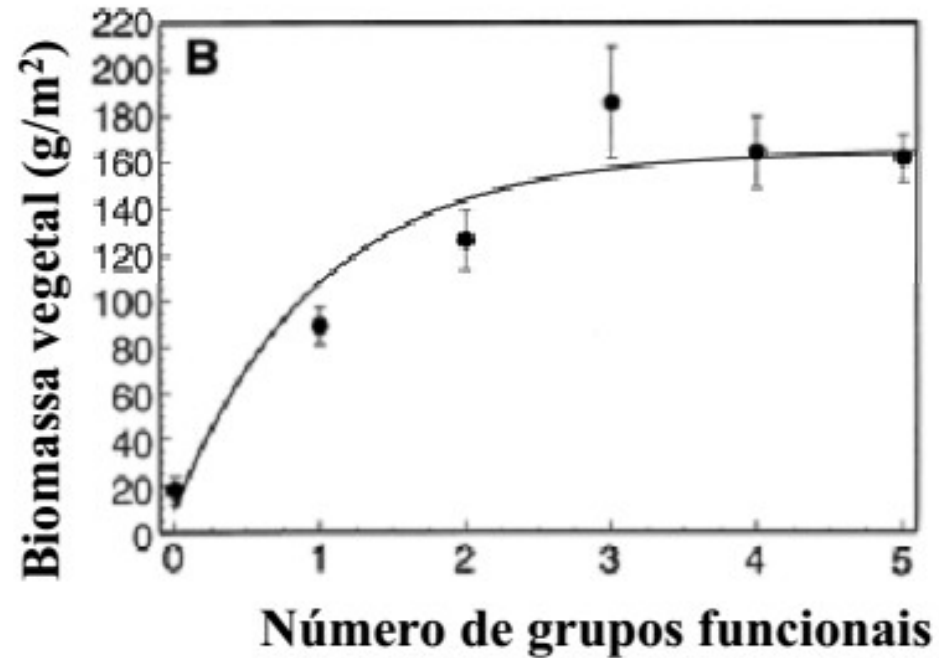
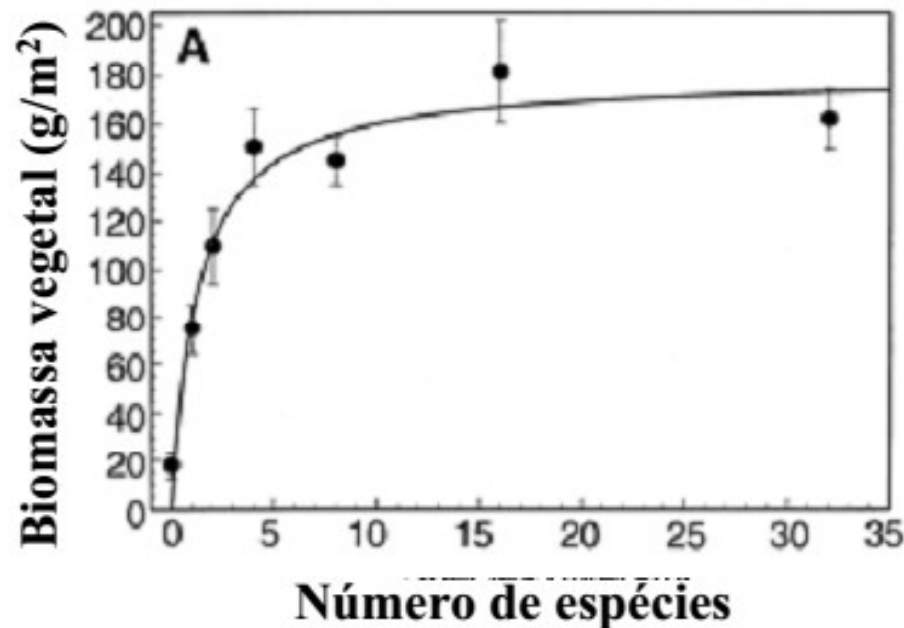




The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes

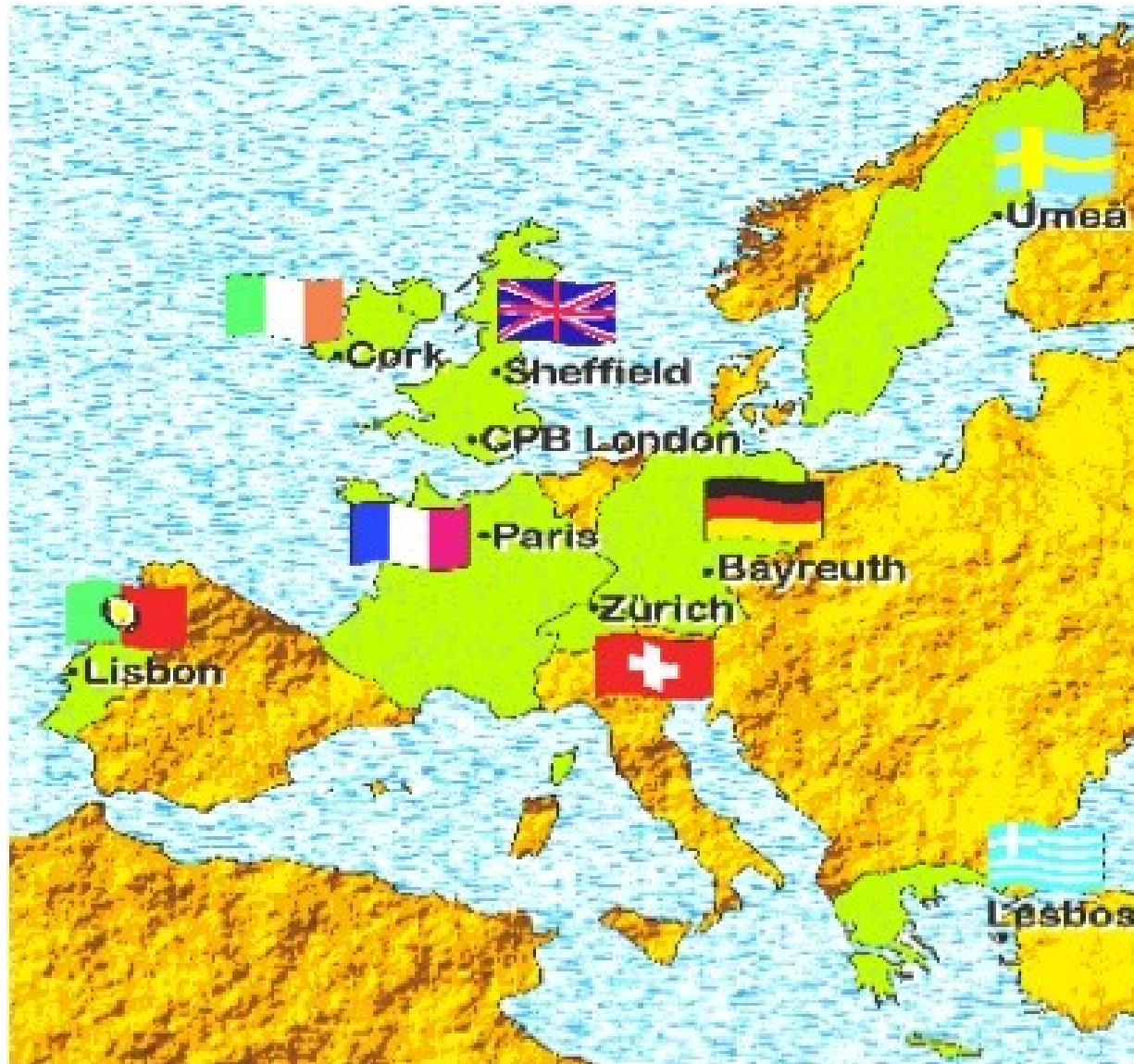
David Tilman,* Johannes Knops, David Wedin, Peter Reich, Mark Ritchie, Evan Siemann

SCIENCE • VOL. 277 • 29 AUGUST 1997 • www.sciencemag.org

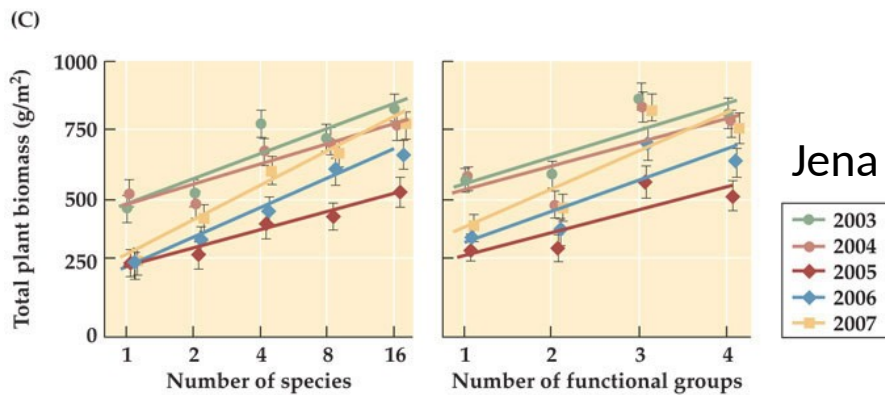
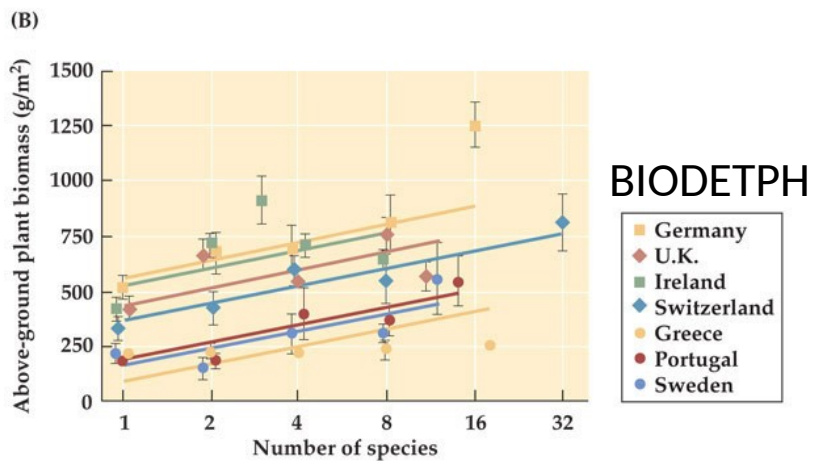
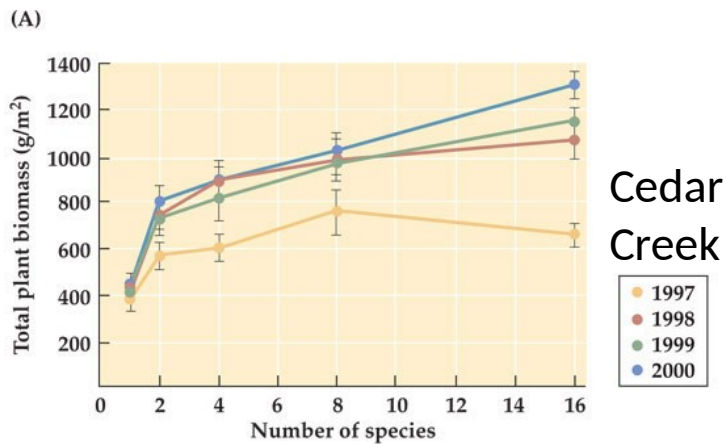


BIODEPTH

Rede de experimentos em 8 países

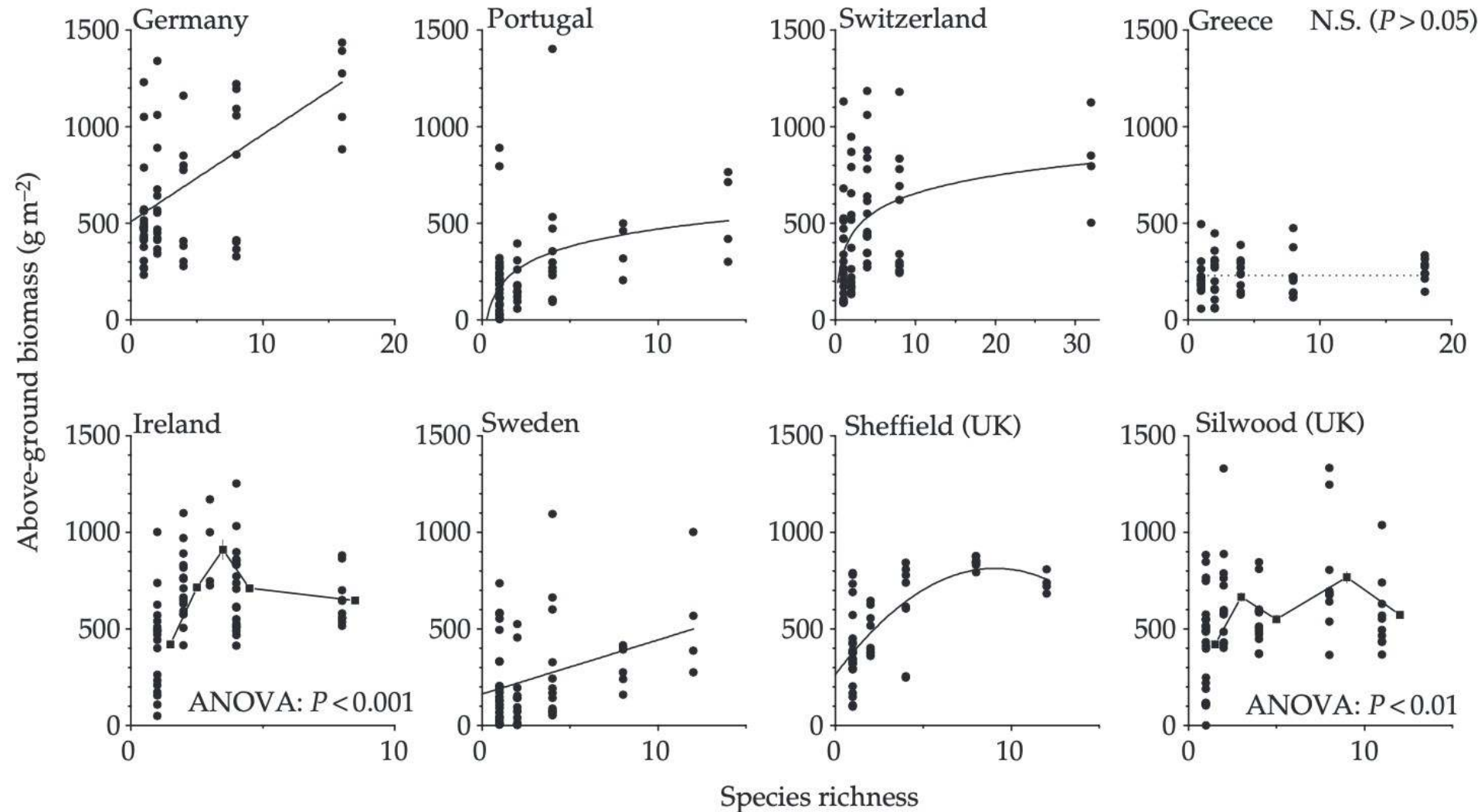






3 experimentos mostram
que a biomassa de plantas
(*proxy* para produção primária)
aumenta com o aumento
da riqueza de espécies

Relação Riqueza de espécies-Biomassa muda com a latitude



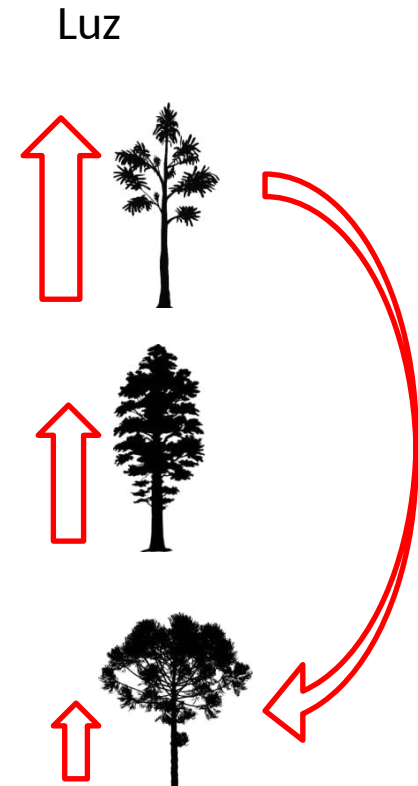
Quais os mecanismos?

**Efeito de
Complementariedade**

Efeito de Seleção

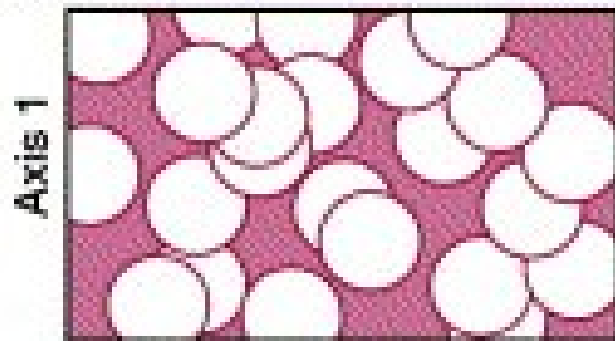
Mecanismos da BEF

- Efeito de complementaridade
 - Diferenciação de nichos
 - Facilitação





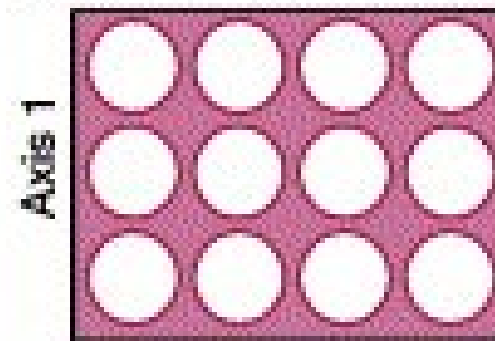
(a)



Axis 2

Niche overlap among species
Random occupation of niche
space
High intraspecific homogeneity
in niche occupation

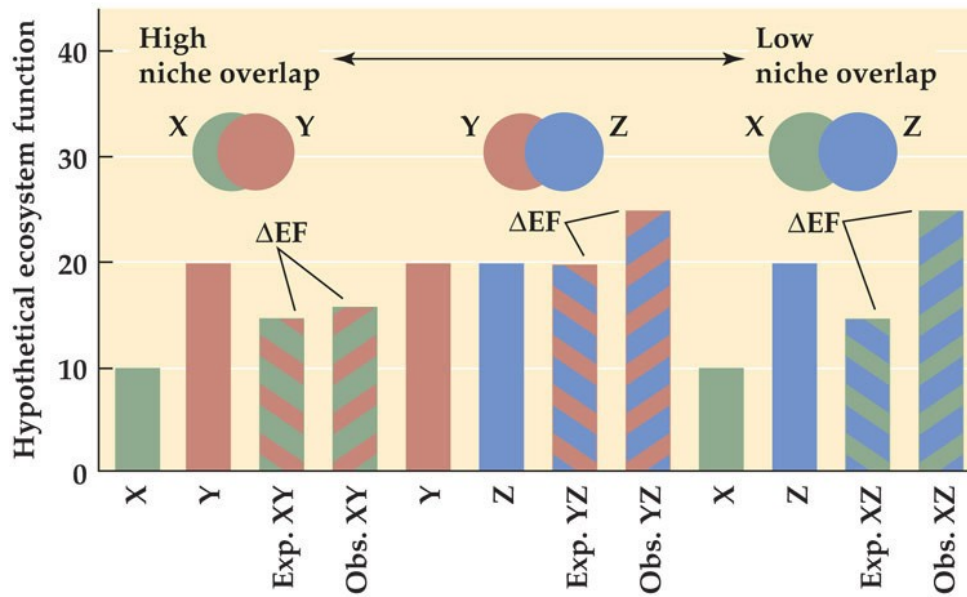
(b)



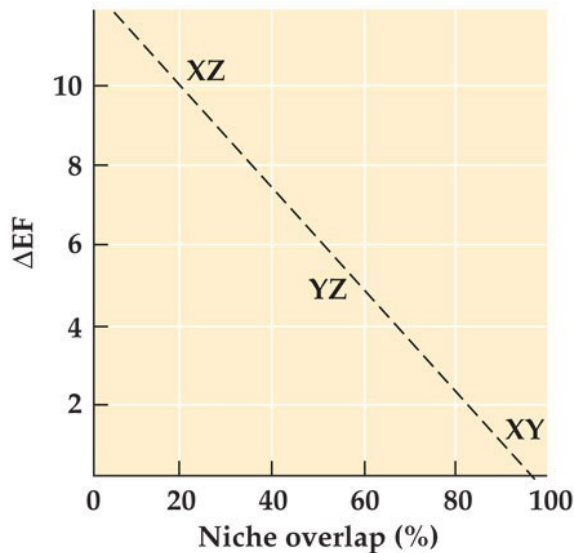
Axis 2

No niche overlap among
species
Nearly uniform occupation
of niche space
High intraspecific
homogeneity in niche
occupation

(A) superprodução transgressora



(B)



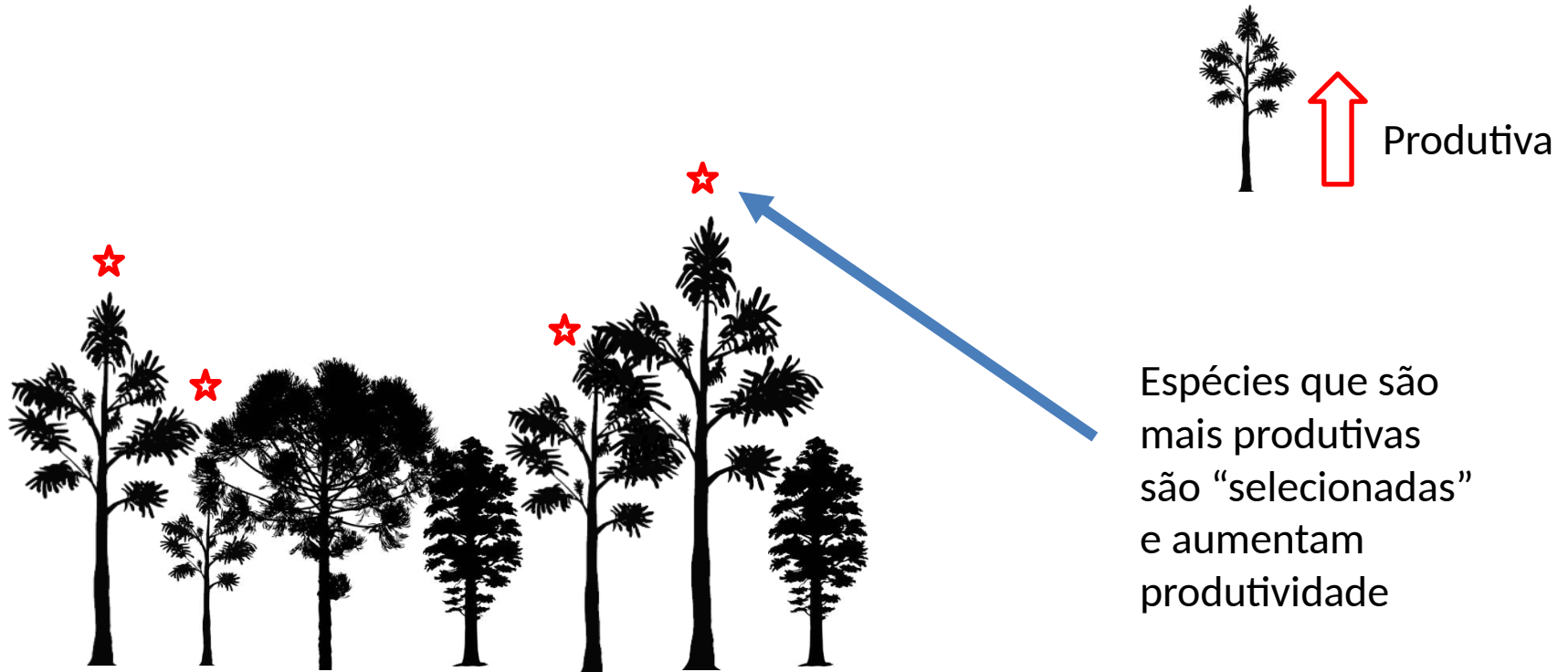
Complementaridade de nicho

Combinações de espécies que diferem no uso de recursos têm maior eficiência no seu aproveitamento de recursos disponíveis, reflete em maior produtividade

Produtividade é maior em combinações de espécies complementares do que quando essas espécies estão seaparas

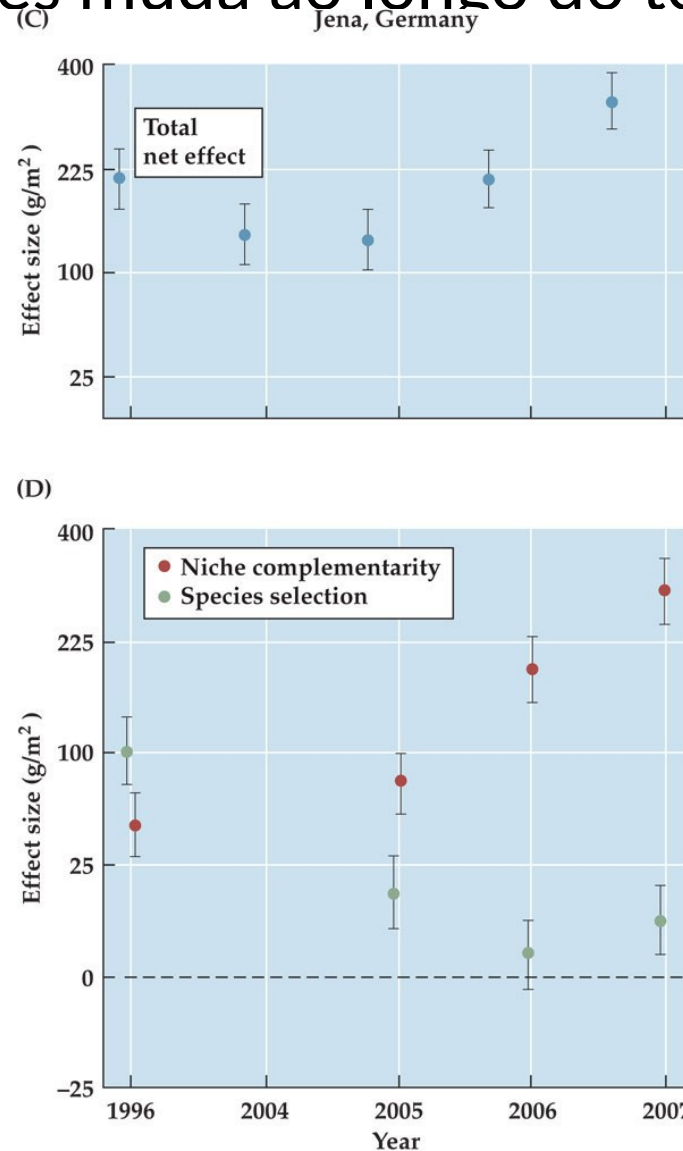
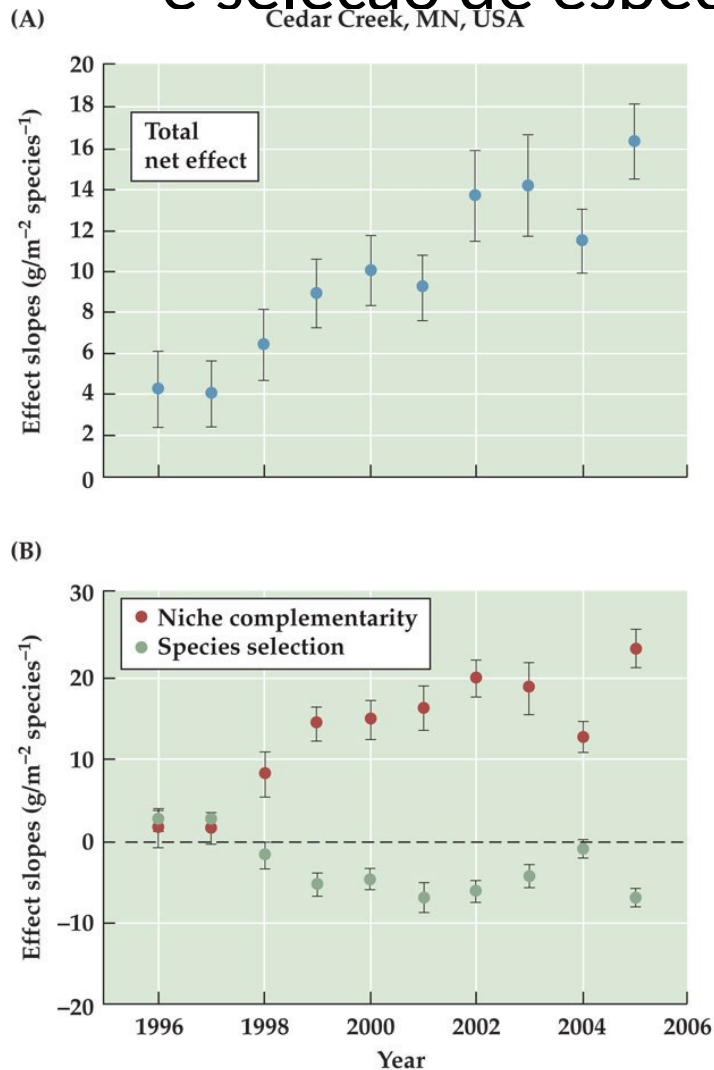
Mecanismos da BEF

- Efeito de seleção (amostragem)
 - Competição
 - Dominância



A contribuição relativa da complementaridade de nicho

e seleção de espécies muda ao longo do tempo



Complementari-
dade aumenta
com o tempo

Quais as relações mais testadas?

Diversidade-estabilidade

Idiossincrática

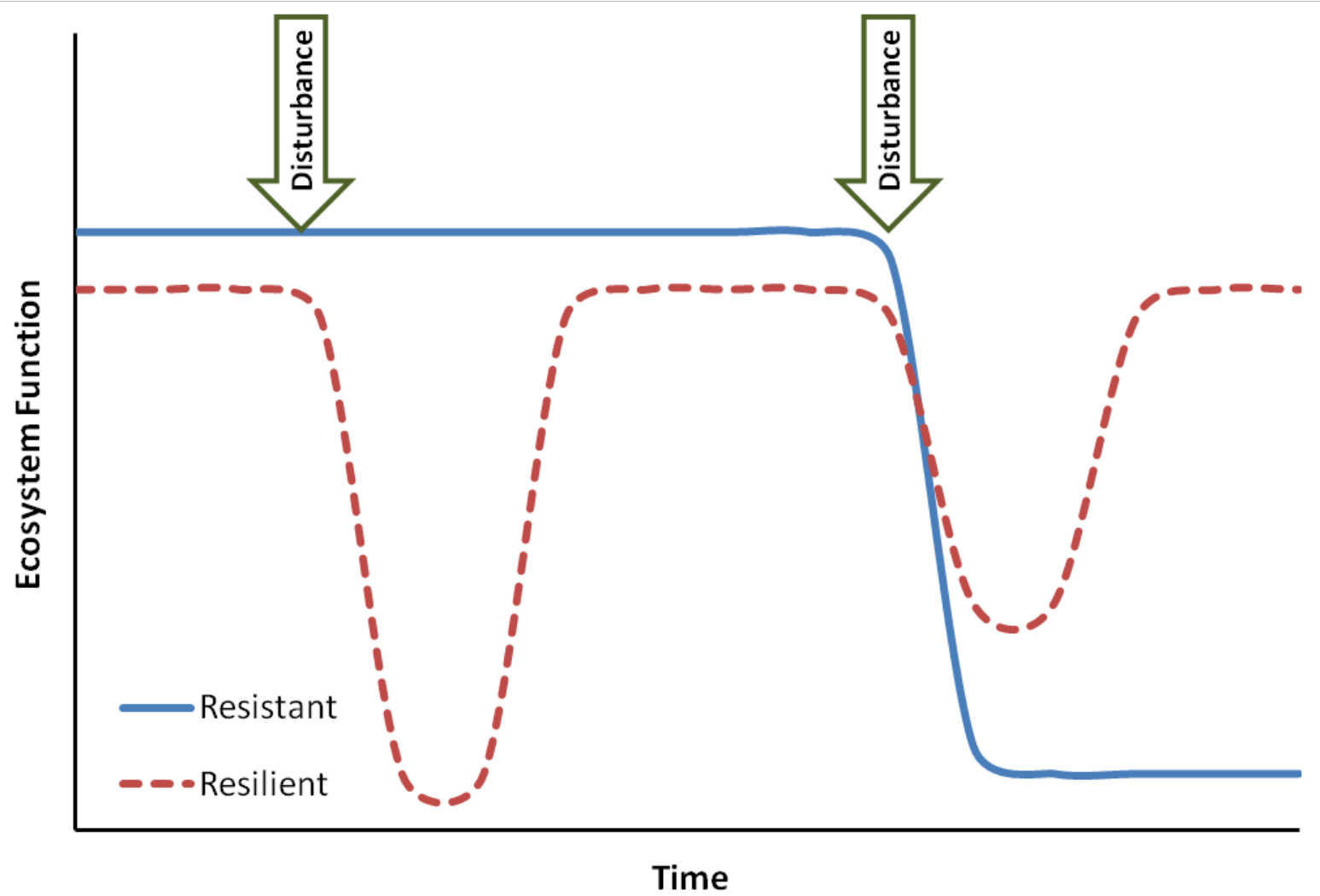
Redundância

Complexidade vs. Estabilidade

O que é estabilidade?

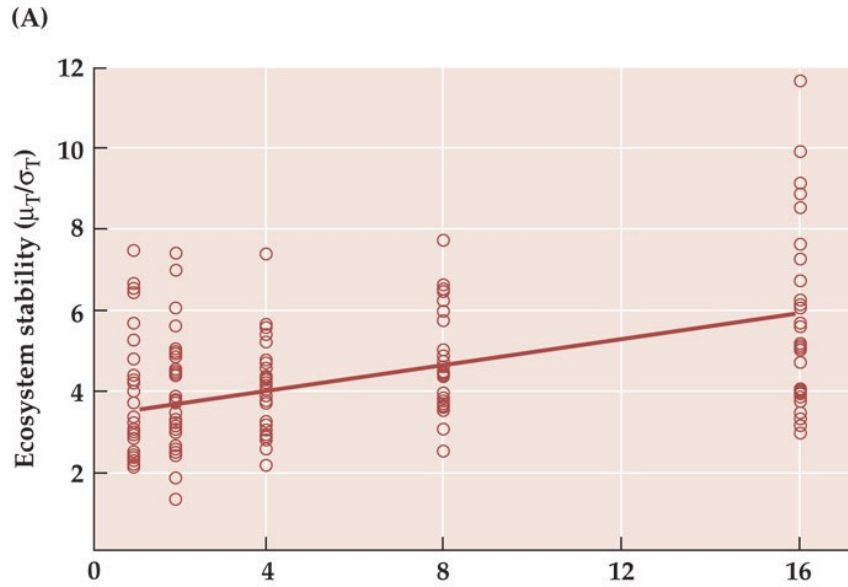
Resiliência

Resistência

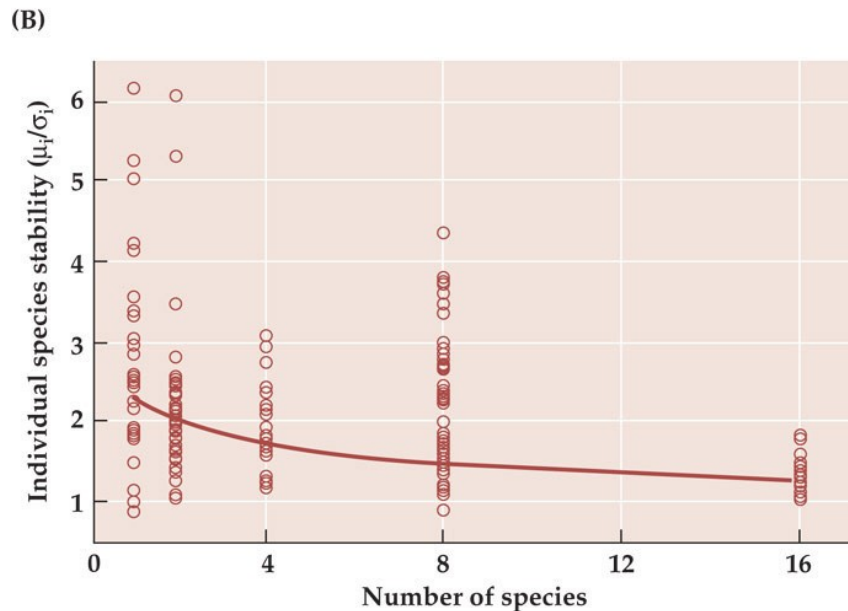


Conceitos

- **Estabilidade:** capacidade de uma comunidade em *manter* uma estrutura específica após um distúrbio/perturbação
 - **Resistência:** o *quanto* uma comunidade muda quando é afetada por algum distúrbio
 - **Resiliência:** o *tempo* que uma comunidade leva para retornar ao estado original depois de perturbada



Estabilidade temporal
na biomassa total aumenta
com a riqueza total de espécies

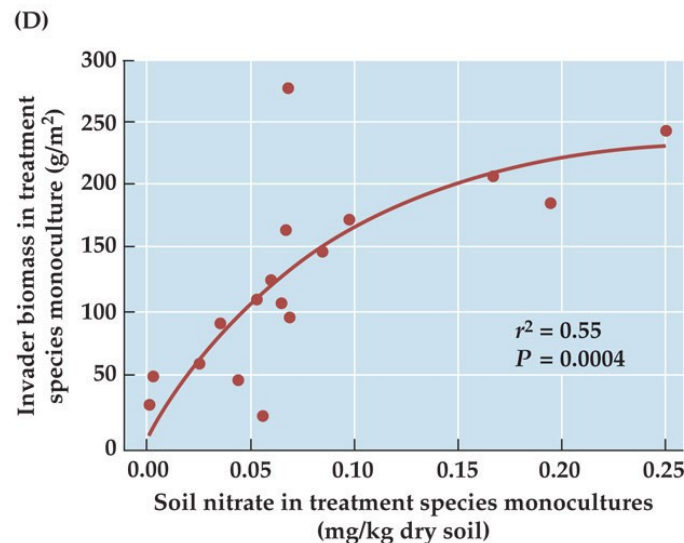
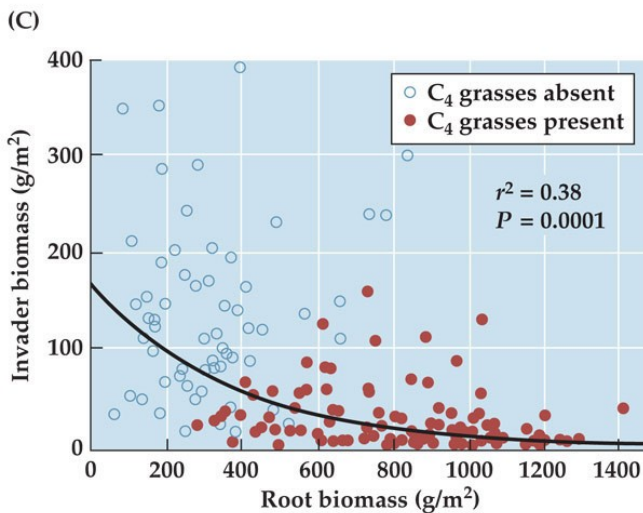
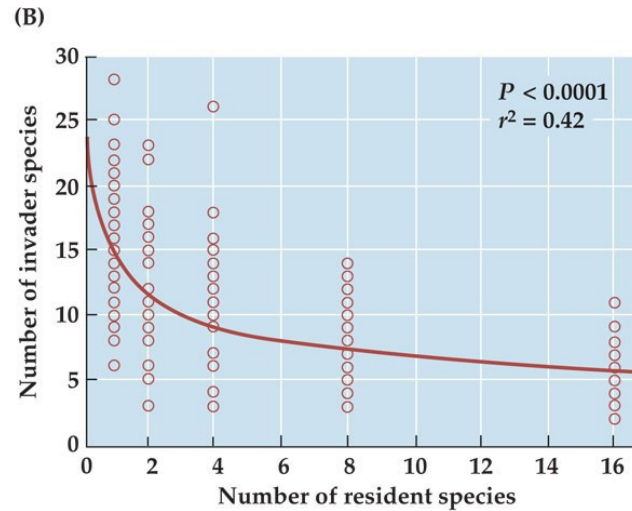
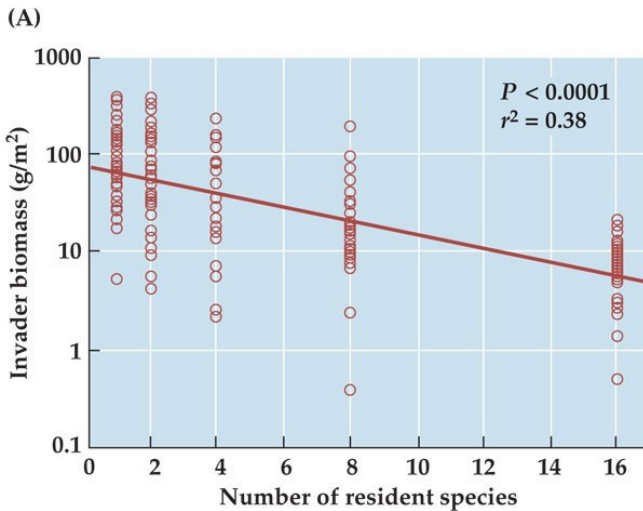


Quanto maior a riqueza de
espécies, maior a
probabilidade delas
responderem diferentemente
à variações ambientais

Diversidade-estabilidade

- Diversidade aumenta estabilidade ou por
 - aumentar a abundância total
 - Diminuir variância nas abundâncias
 - Diminuir a covariância
 - Combinação das anteriores
- Efeito de portfólio
- Competição => covariância negativa
- Mutualismo/facilitação => covariância positiva

Diversidade-invasibilidade



Comunidades
mais ricas
em espécies
de plantas
são
mais resistentes
à invasão

- Mesmo processo ocorre em comunidades entre-marés

Ecology, 83(9), 2002, pp. 2575–2590
© 2002 by the Ecological Society of America

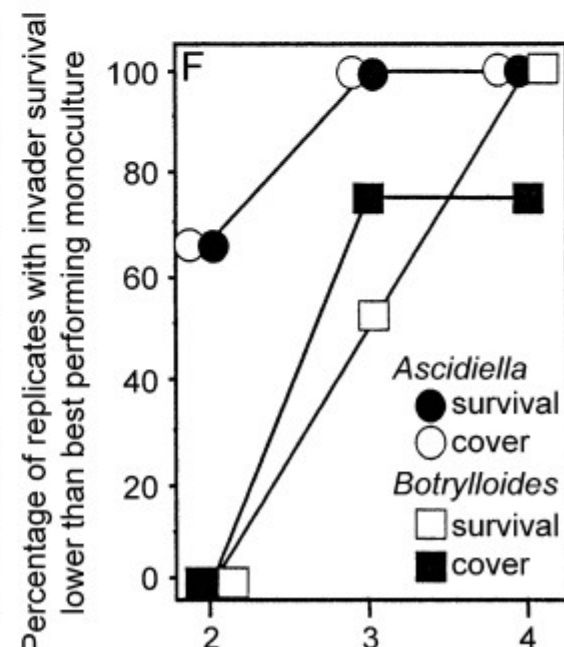
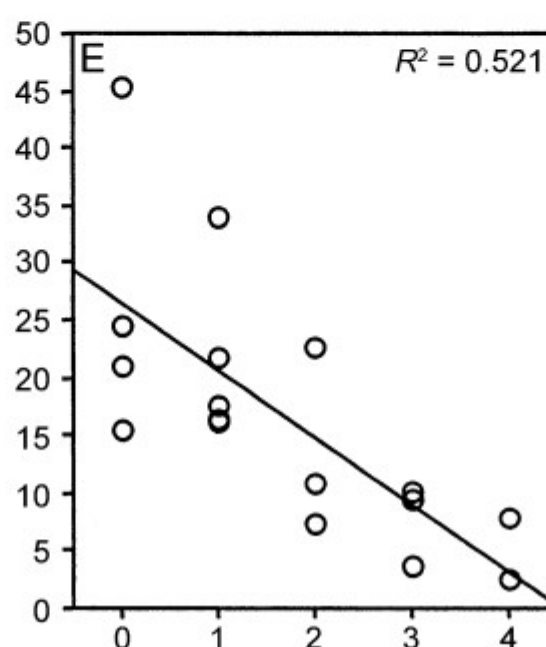
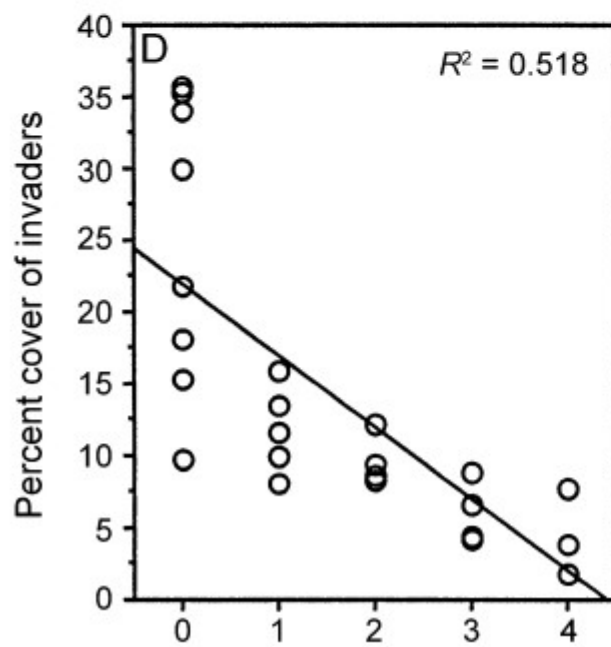
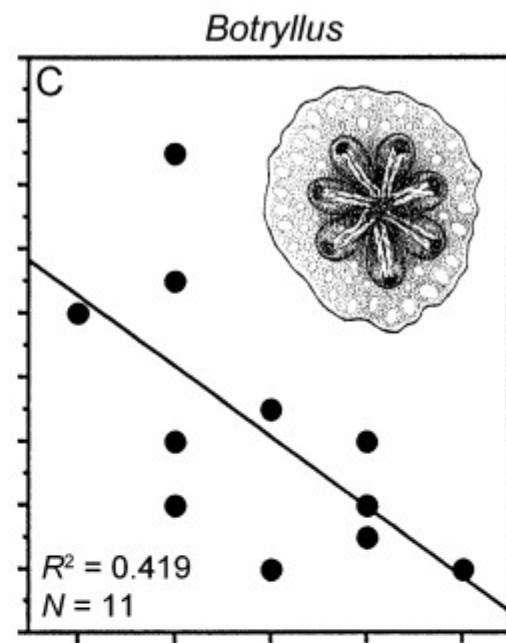
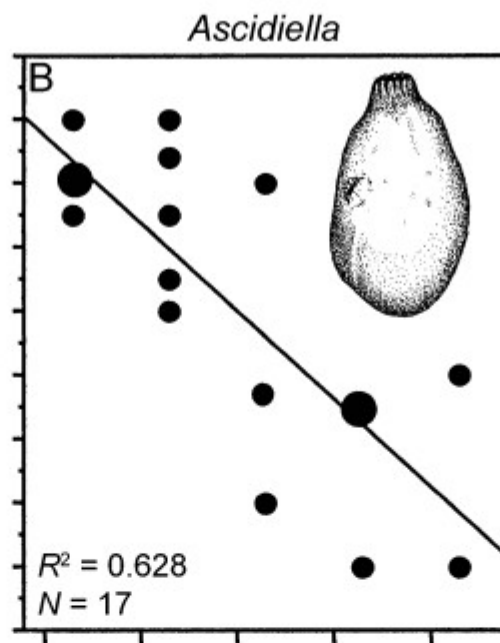
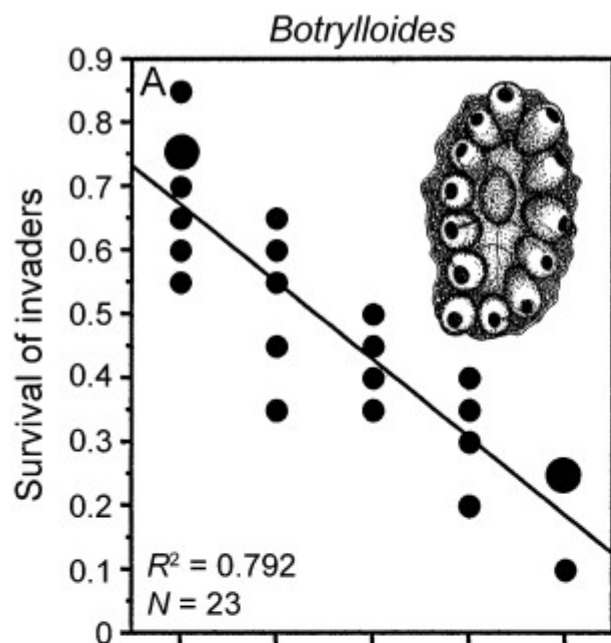
BIODIVERSITY, INVASION RESISTANCE, AND MARINE ECOSYSTEM FUNCTION: RECONCILING PATTERN AND PROCESS

JOHN J. STACHOWICZ,¹ HEATHER FRIED,² RICHARD W. OSMAN,³ AND ROBERT B. WHITLATCH²

¹*Section of Evolution and Ecology, University of California, Davis, California 95616 USA*

²*Department of Marine Sciences, University of Connecticut, Groton, Connecticut 06340 USA*

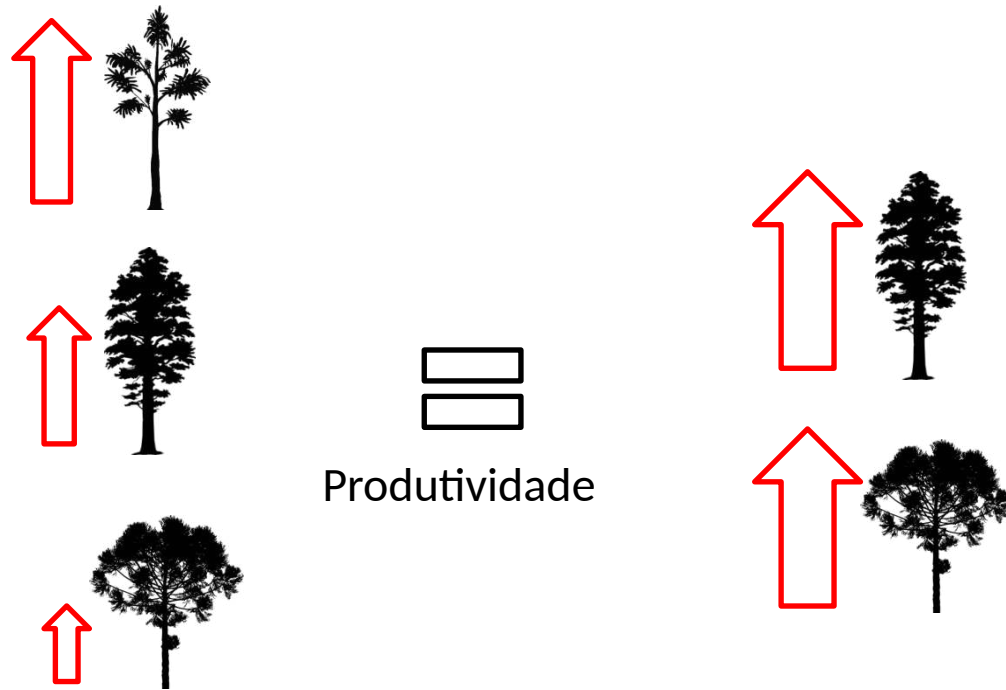
³*Academy of Natural Sciences, Estuarine Research Center, St. Leonard, Maryland 20685 USA*



Species richness

Hipótese da Redundância

Expansão de nicho por algumas espécies



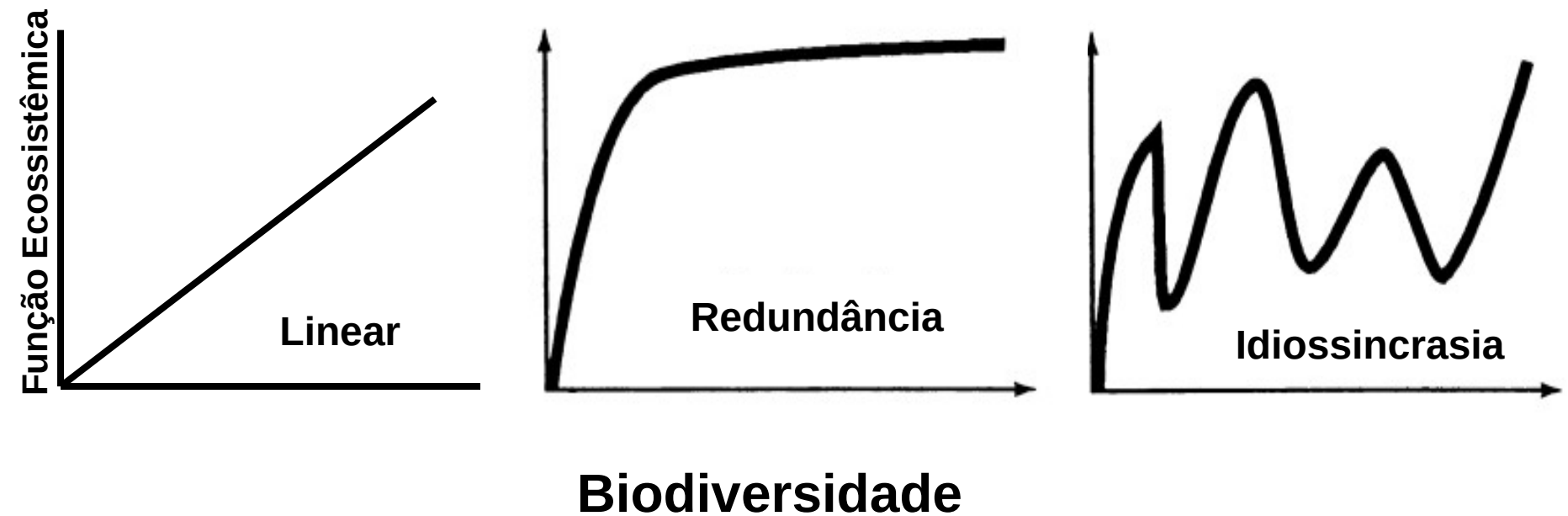
Maior probabilidade
em grupos funcionais

Walker 1992

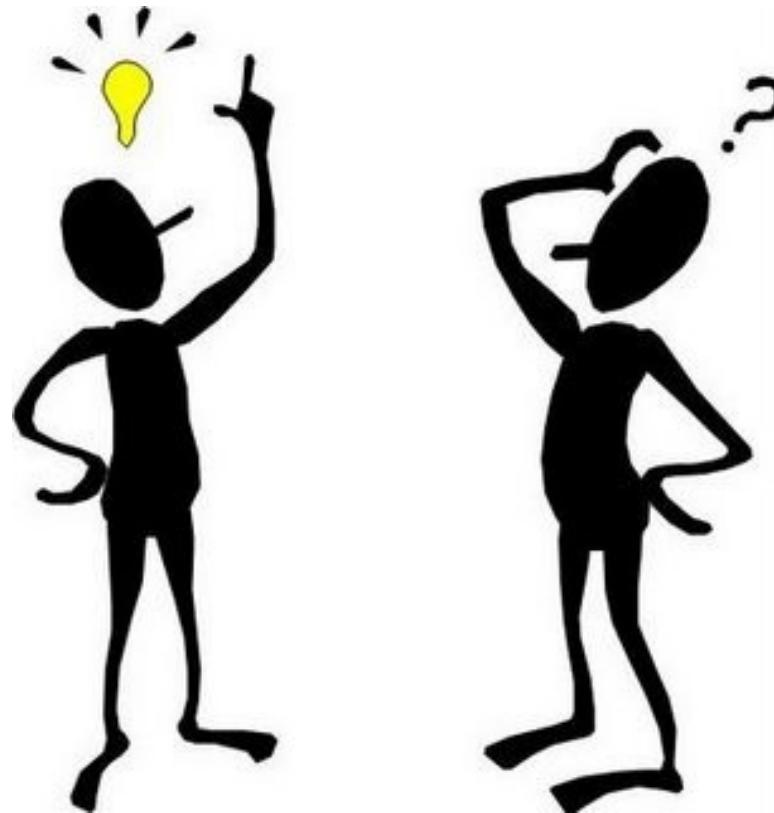
Hipótese Idiossincrática

- Papel das espécies vai depender do contexto
- Não existe relação clara

Hipóteses



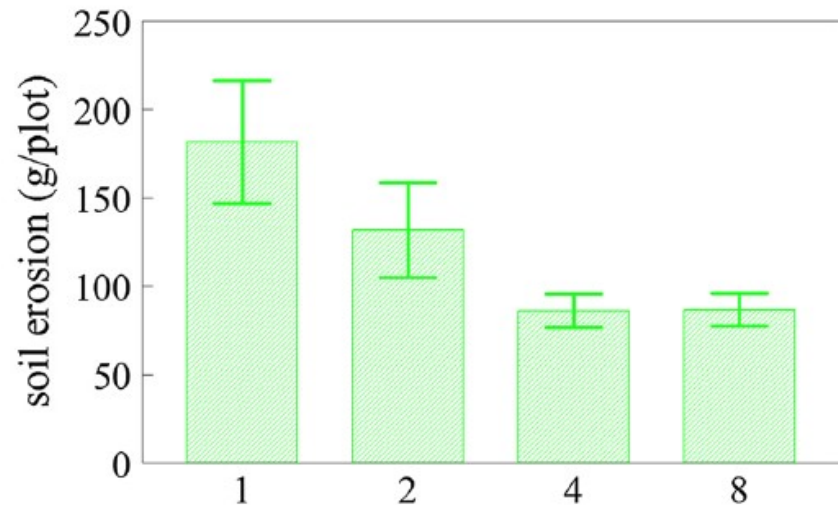
Podemos aplicar a teoria na prática?



Loss of Plant Species Diversity Reduces Soil Erosion Resistance

Frank Berendse,^{1*} Jasper van Ruijven,¹ Eelke Jongejans,² and Saskia Keesstra³

Manejo de solo



Journal of Applied Ecology 2015

doi: 10.1111/1365-2664.12442

Reducing soil erosion by improving community functional diversity in semi-arid grasslands

Huoxing Zhu^{1,2}, Bojie Fu^{1,2*}, Shuai Wang¹, Linhai Zhu¹, Liwei Zhang¹, Lei Jiao¹ and Cong Wang¹

Aplicações

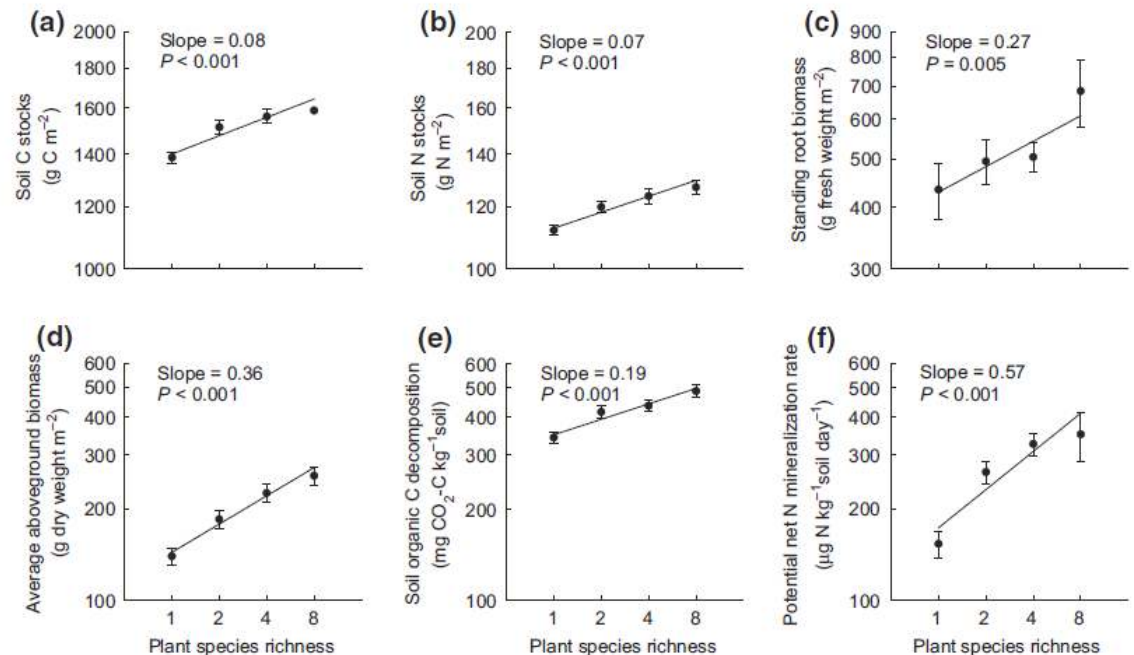
Estoque de carbono e nitrogênio

Journal of Ecology 2014, **102**, 1163–1170

doi: 10.1111/1365-2745.12280

Plant species richness promotes soil carbon and nitrogen stocks in grasslands without legumes

Wen-Feng Cong¹, Jasper van Ruijven^{2*}, Liesje Mommer², Gerlinde B. De Deyn¹, Frank Berendse² and Ellis Hoffland¹



Aplicações

Restauração ecológica



Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta-Analysis

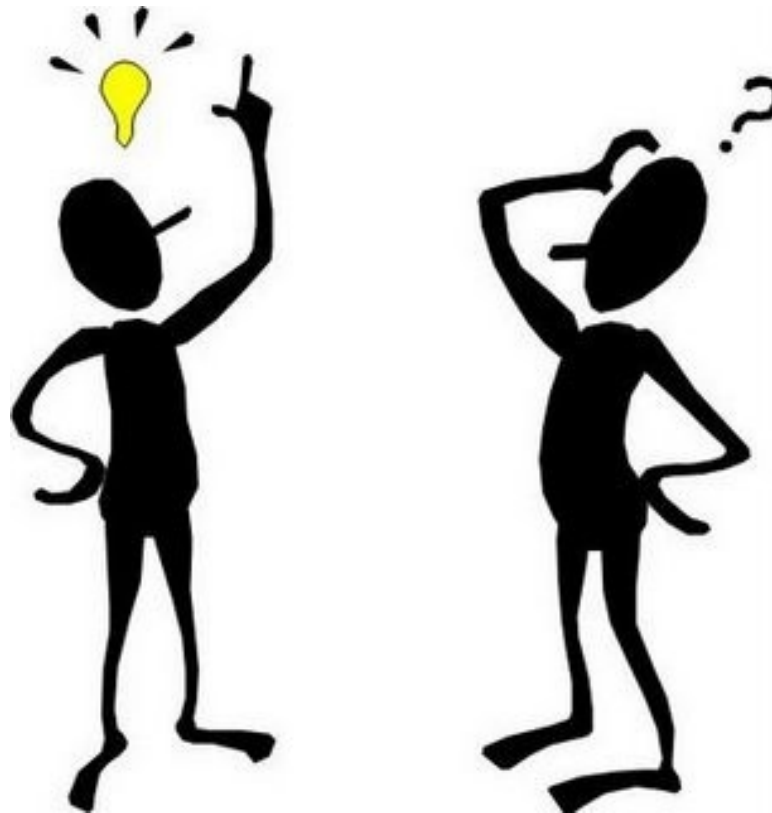
José M. Rey Benayas,^{1,2*} Adrian C. Newton,³ Anita Diaz,³ James M. Bullock⁴

Tudo é positivo?

Dependência de contexto



Quais as implicações deste tipo de relação?

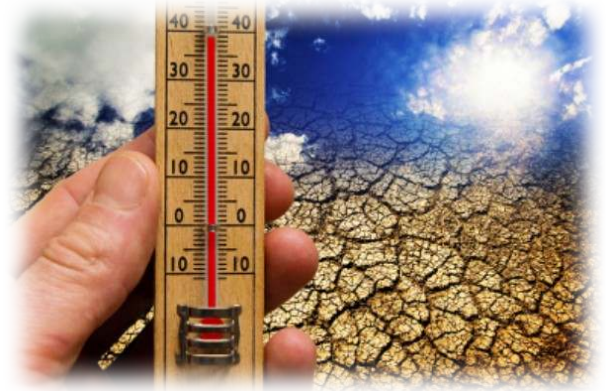


Implicações

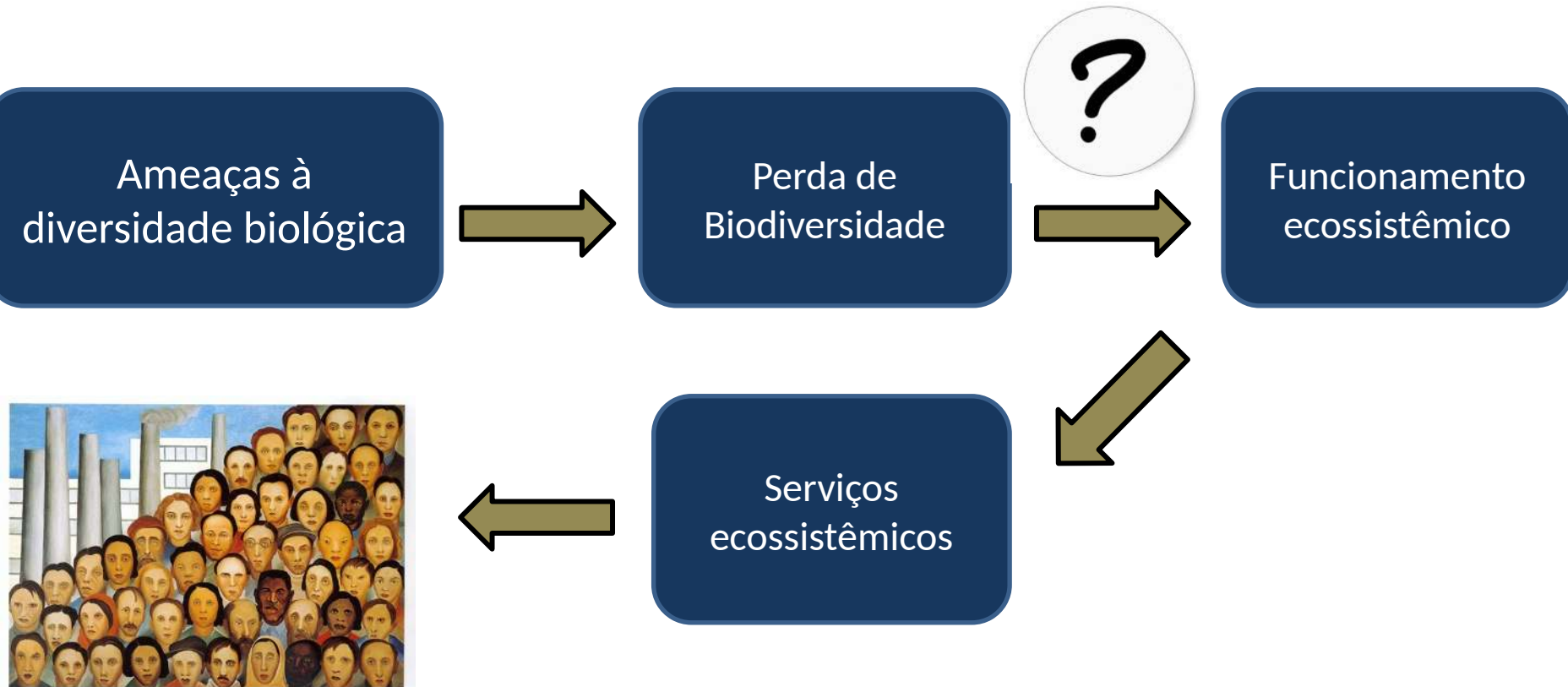
Ameaças à
diversidade biológica



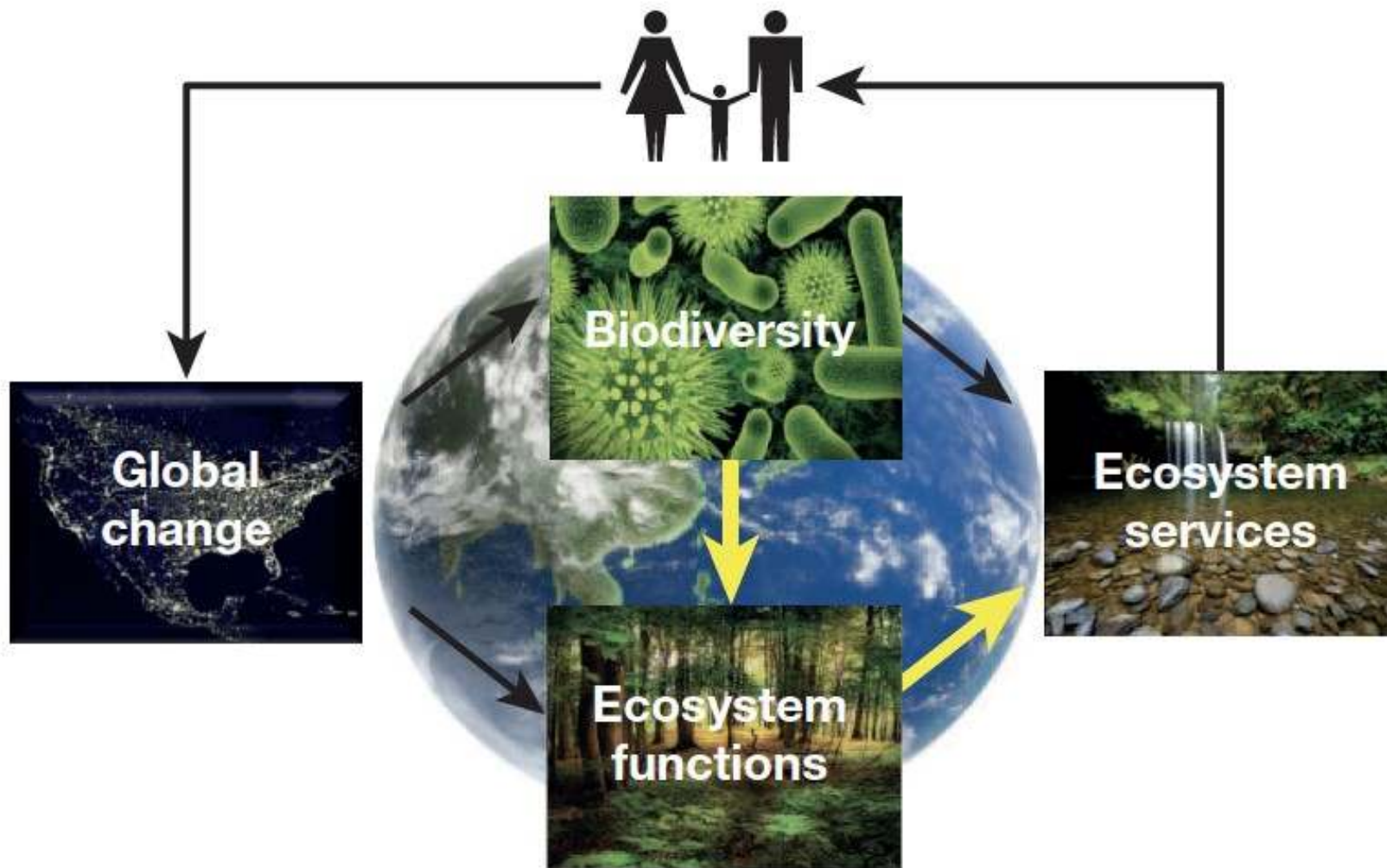
Perda de
Biodiversidade



Quais os efeitos da perda de diversidade?



(Cardinale et al
2012)



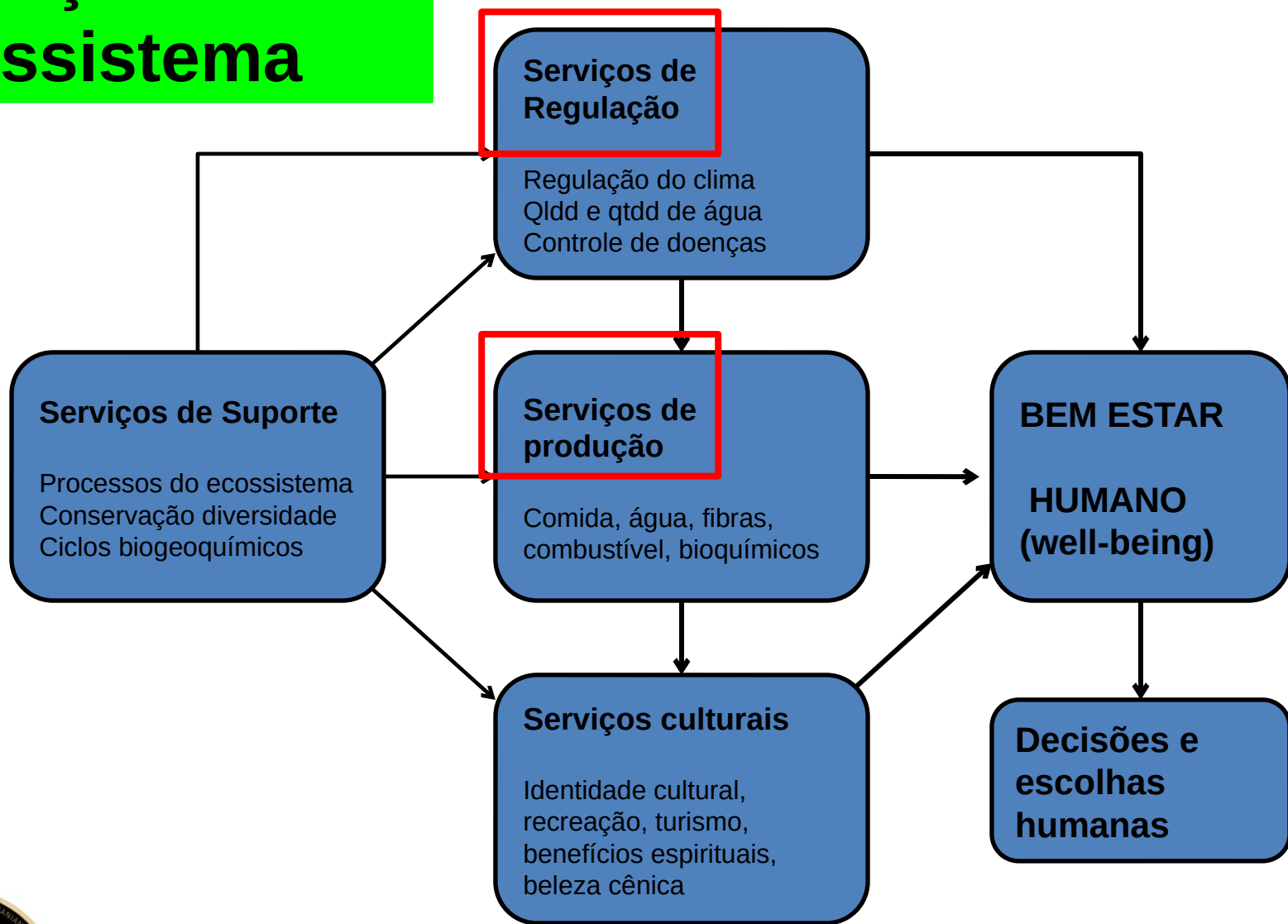
Como estes elementos interagem?





Ecosystemas e seus serviços

Serviços de ecossistema



Serviços do Ecossistema

visão social

- Derrubada de mata
- Manutenção da mata
- Polinização
- Vetores doenças
- Lençol freático
- Pesca
- Desenvolvimento cognitivo
- Biorremediação
- Qualidade ar e água
- Artesanato



- Manutenção da mata = mantém serviços do ecossistema e potencializa a saúde humana



Serviços do Ecossistema

visão comercial

- Manutenção da mata
- Inimigos naturais
- Evita explosão de pragas
- Conserva água
- Evita erosão
- Mantém nutrientes



- Manutenção da mata = mantém serviços do ecossistema e potencializa a economia humana
- Benefício de se desmatar = mais área (mais produção)

Benefício de se conservar = mais serviços (mais produtividade)



Serviços ambientais

Por que valorar?

- Bens e serviços têm efeitos positivos difusos e os custos para mantê-los são pontuais
- Bens e serviços não têm direito de propriedade
- “Tragédia dos (bens) comuns” (Hardin, 1968)



Implicações

Podemos fazer previsões?



LETTER

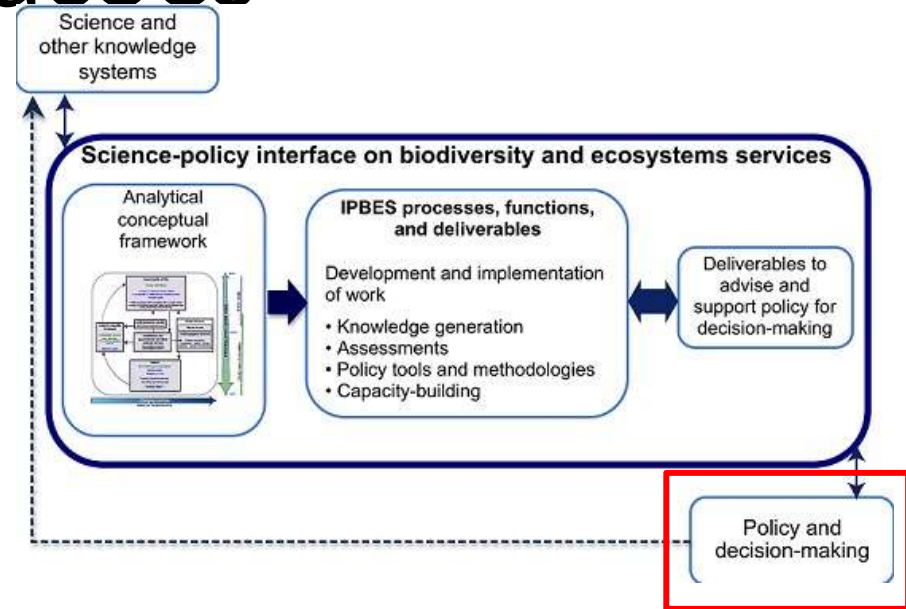
doi:10.1038/nature11118

A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change

David U. Hooper¹, E. Carol Adair^{2,3}, Bradley J. Cardinale⁴, Jarrett E. K. Byrnes², Bruce A. Hungate⁵, Kristin L. Matulich⁶, Andrew Gonzalez⁷, J. Emmett Duffy⁸, Lars Gamfeldt⁹ & Mary I. O'Connor^{2,10}

Implicações

Podemos fazer previsões?



Intergovernmental Platform on
Biodiversity & Ecosystem Services



Table 1 | Balance of evidence linking biodiversity to ecosystem services

Cardinale et al. 2012

Category of service	Measure of service provision	SPU	Diversity level	Source	Study type	N	Relationship	
							Predicted	Actual
Provisioning								
Crops	Crop yield	Plants	Genetic	DS	Exp	575		
			Species	DS	Exp	100		
Fisheries	Stability of fisheries yield	Fish	Species	PS	Obs	8		
Wood	Wood production	Plants	Species	DS	Exp	53		
Fodder	Fodder yield	Plants	Species	DS	Exp	271		
Regulating								
Biocontrol	Abundance of herbivorous pests (bottom-up effect of plant diversity)	Plants	Species	DS*	Obs	40		
		Plants	Species	DS†	Exp	100		
		Plants	Species	DS‡	Exp	287		
		Plants	Species	DS§	Exp	100		
	Abundance of herbivorous pests (top-down effect of natural enemy diversity)	Natural enemies	Species/trait	DS*	Obs	18		
		Natural enemies	Species	DS†	Exp/Obs	266		
		Natural enemies	Species	DS‡	Exp	38		
	Resistance to plant invasion	Plants	Species	DS	Exp	120		
	Disease prevalence (on plants)	Plants	Species	DS	Exp	107		
	Disease prevalence (on animals)	Multiple	Species	DS	Exp/Obs	45		
Climate	Primary production	Plants	Species	DS	Exp	7		
	Carbon sequestration	Plants	Species	DS	Exp	479		
	Carbon storage	Plants	Species/trait	PS	Obs	33		
Soil	Soil nutrient mineralization	Plants	Species	DS	Exp	103		
	Soil organic matter	Plants	Species	DS	Exp	85		
Water	Freshwater purification	Multiple	Genetic/species	PS	Exp	8		
Pollination	Pollination	Insects	Species	PS	Obs	7		