

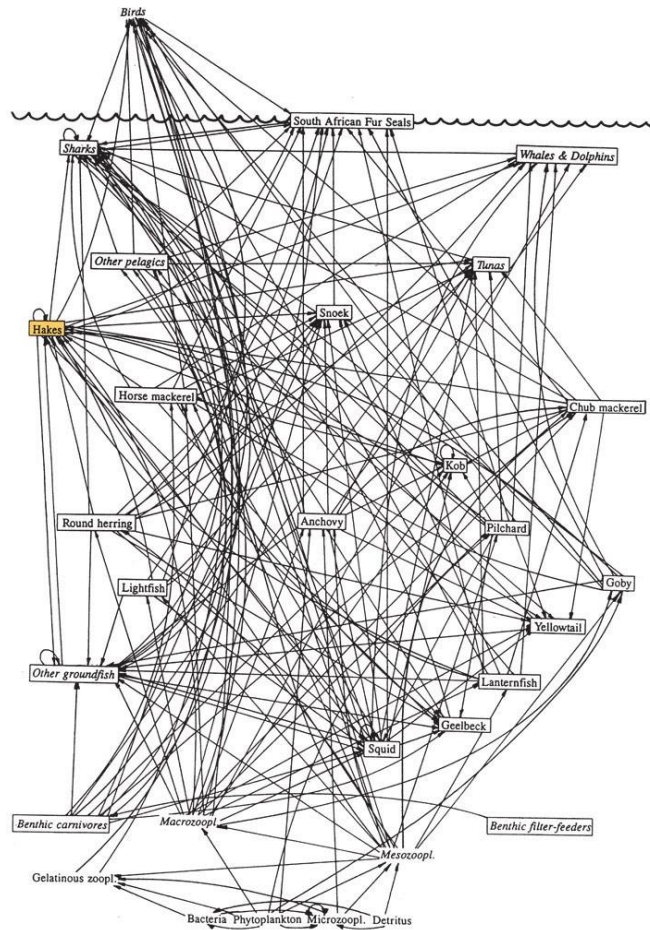
Comunidades de ambientes lênticos

Aula 7 – Determinantes de relações
tróficas em ambientes aquáticos

Aula baseada em Mittlebach (2012) e
Morin (2011)

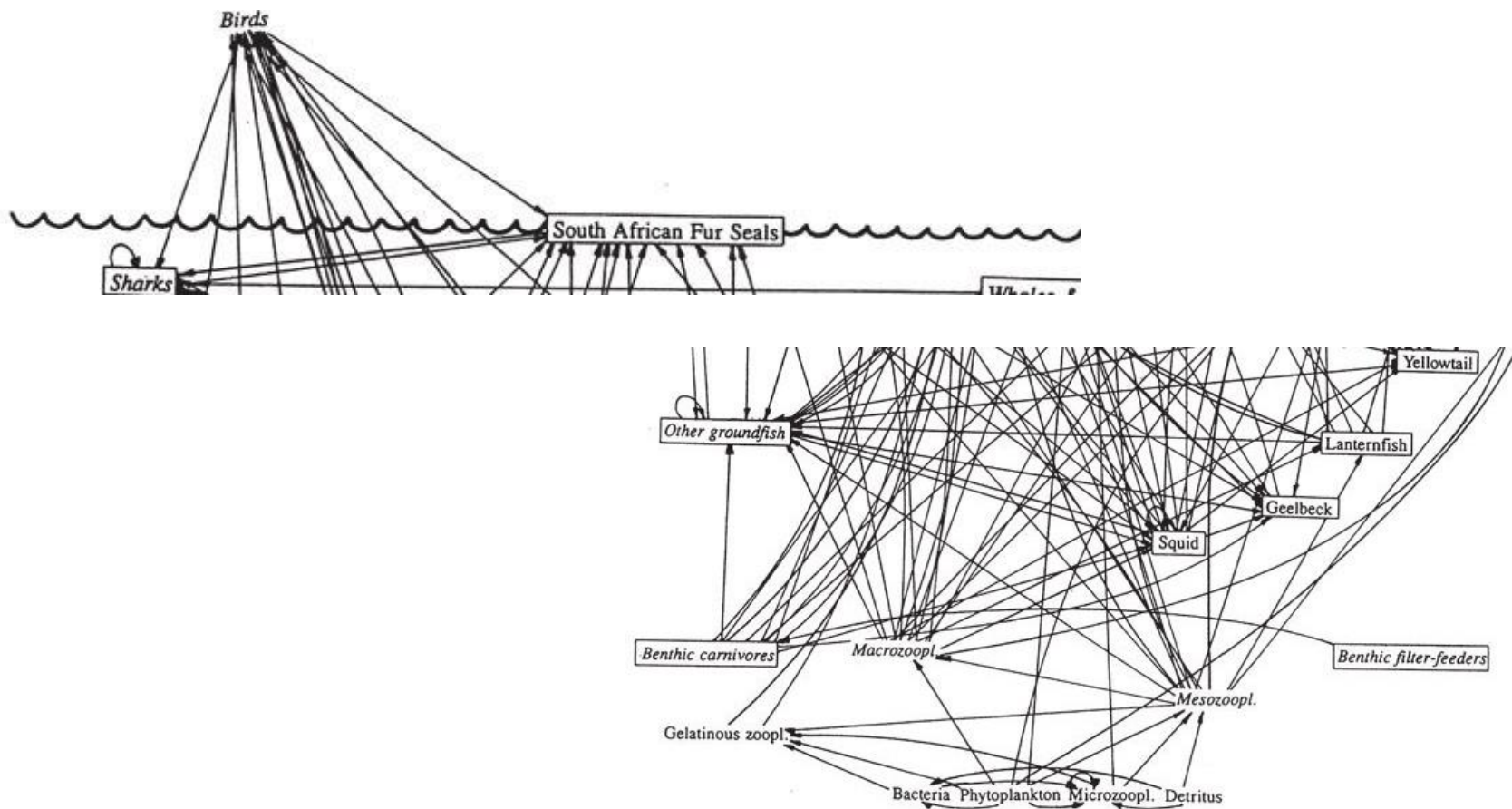
Ao final da aula você deverá saber

- Principais medidas para descrever estrutura de redes
- Como redes podem descrever tanto interações antagonísticas quanto mutualísticas
- Como a biodiversidade pode influenciar a estabilidade de um ecossistema
- O que são estados estáveis alternativos em comunidades e as suas consequências



COMMUNITY ECOLOGY, Figure 10.2
 © 2012 Sinauer Associates, Inc.

Figure 10.2 Rede trófica para o ecossistema marinho de Benguela na costa da África do Sul



COMMUNITY ECOLOGY, Figure 10.2

© 2012 Sinauer Associates, Inc.

Figure 10.2 Rede trófica para o ecossistema marinho de Benguela na costa da África do Sul



COMMUNITY ECOLOGY, Figure 10.2
 © 2012 Sinauer Associates, Inc.

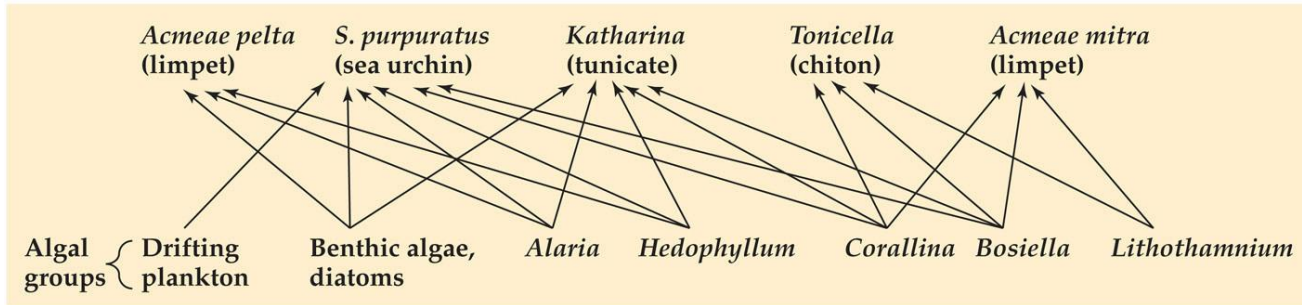
Figure 10.2 Rede trófica para o ecossistema marinho de Benguela na costa da África do Sul

Redes de interação

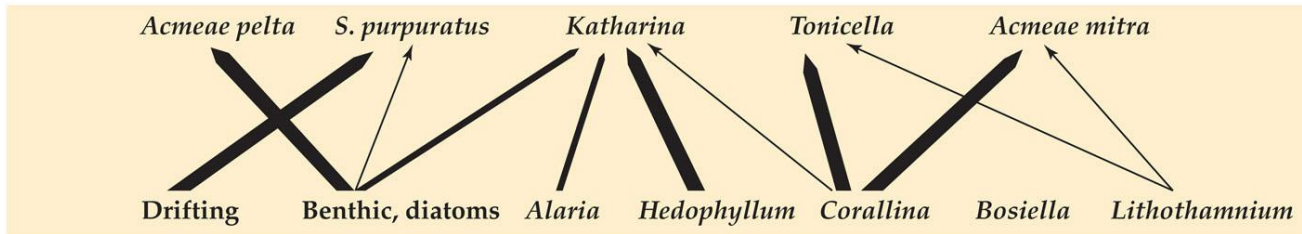
- Interações tróficas => teias alimentares
- Outros tipos de interações (mutualismo, hospedeiro-parasitóide)
 - Redes bipartidas
 - Parasitas são ainda pouco incluídos
- Redes de **conectividade**
- Redes de **fluxo de energia**
- Redes **funcionais**

Figure 10.3 Three distinct approaches for constructing food webs

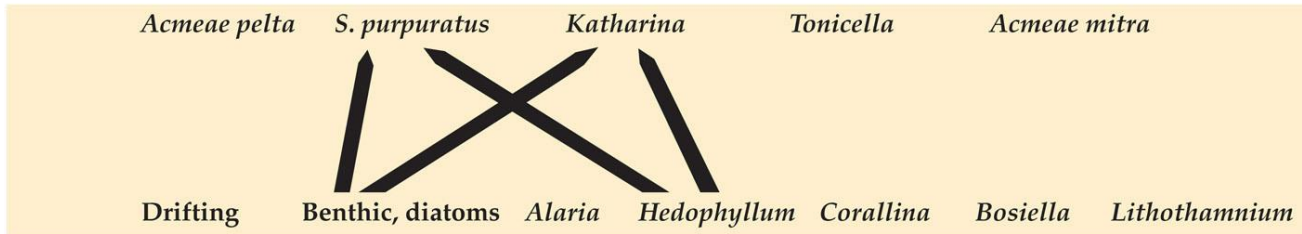
(A)



(B)



(C)



[home](#)[resources](#)[contribute data](#)[pics](#)[blog](#)[who we are](#)

Welcome to the Interaction Web Database. This is a nonprofit, cooperative database containing published data on species interaction networks. It is hosted by the [National Center for Ecological Analysis and Synthesis](#), at the University of California, Santa Barbara, U.S.A.

You must read our [Privacy Policy](#) before using the Interaction WebDatabase website

[IWDB
blog](#)[IWDB
dataset](#)[IWDB
pics](#)[updates](#)

February 03, 2017

Atlantic Forest bromeliad-pollinator network from [Kaehler et al. \(2005\)](#) added to IWDB.

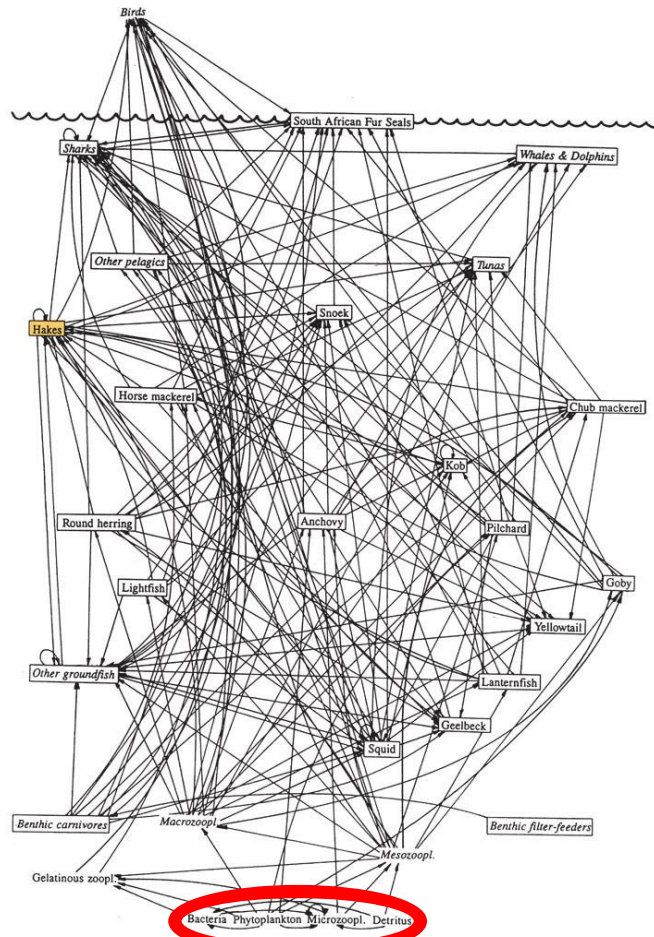
Atlantic Forest plant-hummingbird networks from [Kohler \(2011\)](#) added to IWDB.

Atlantic Forest bromeliad-pollinator network from [Varassin & Sazima \(2012\)](#) added to IWDB.

Cambelias-plant-pollinator network from [Kalanou-Daskalaki et al. \(2013\)](#) added to IWDB.

Redes de conectividade

- Somente mostram a presença de uma interação, mas não sua intensidade

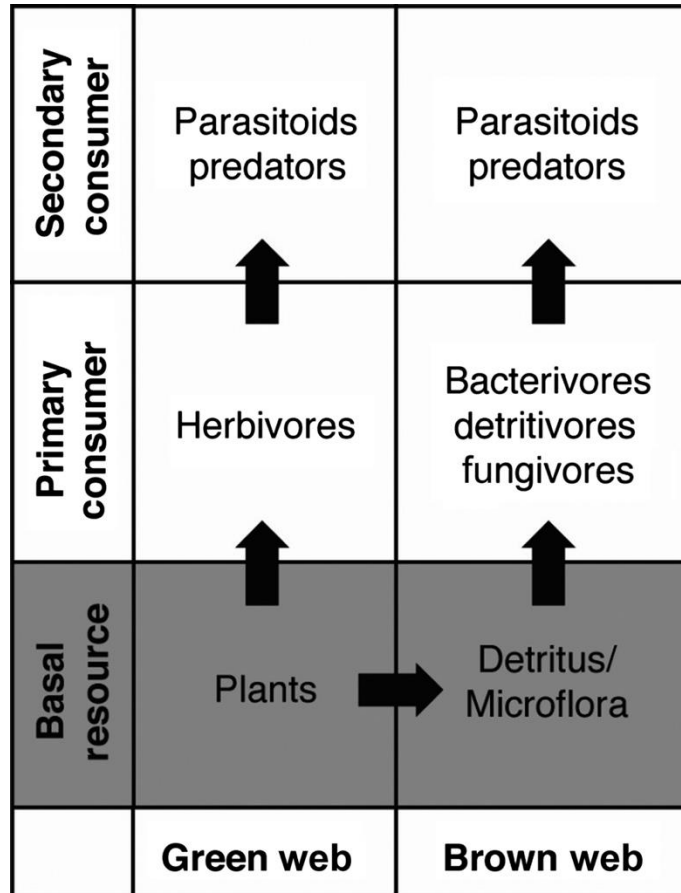


Tamanho de corpo

COMMUNITY ECOLOGY, Figure 10.2
© 2012 Sinauer Associates, Inc.

Figure 10.2 Rede trófica para o ecossistema marinho de Benguela na costa da África do Sul

Invasive plants have different effects on trophic structure of green and brown food webs in terrestrial ecosystems: a meta-analysis

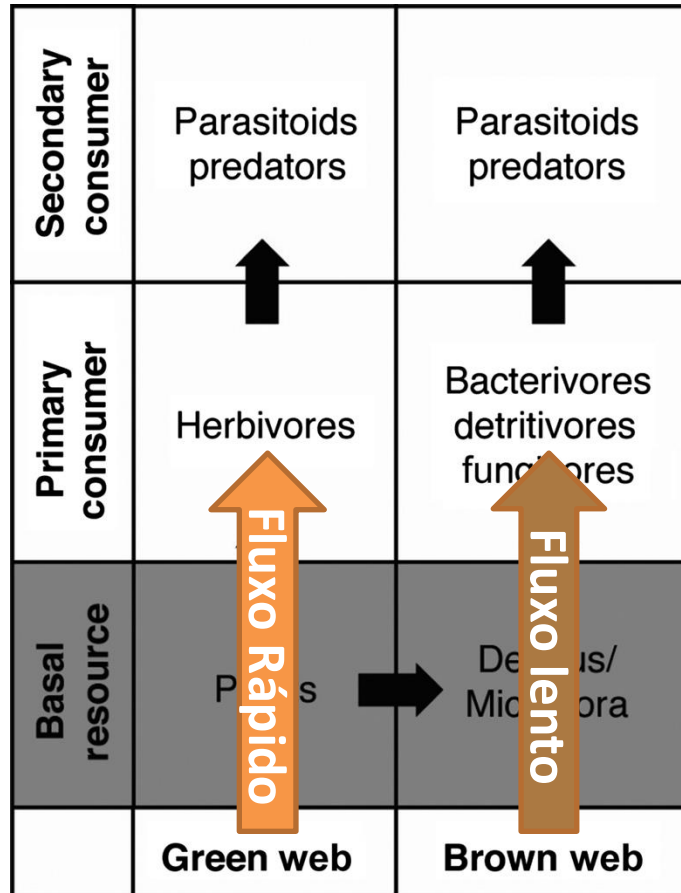


Ecology Letters

Volume 19, Issue 3, pages 328-335, 12 JAN 2016 DOI: 10.1111/ele.12562

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.12562/full#ele12562-fig-0001>

Invasive plants have different effects on trophic structure of green and brown food webs in terrestrial ecosystems: a meta-analysis



Ecology Letters

Volume 19, Issue 3, pages 328-335, 12 JAN 2016 DOI: 10.1111/ele.12562

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.12562/full#ele12562-fig-0001>

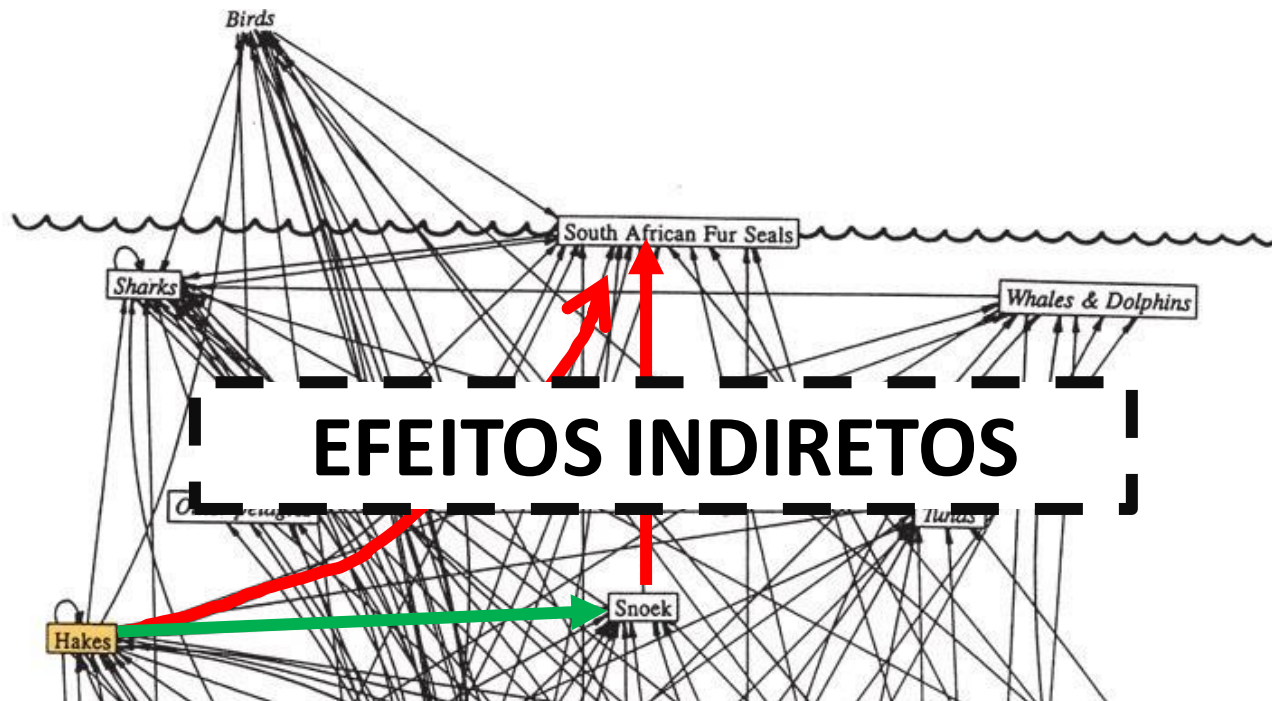
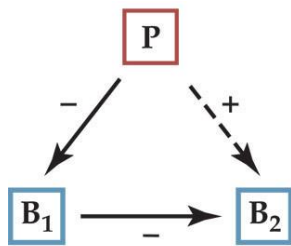
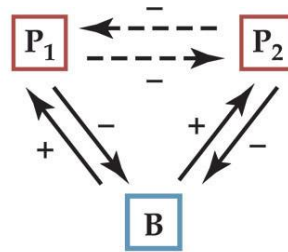


Figure 10.2 Rede trófica para o ecossistema marinho de Benguela na costa da África do Sul

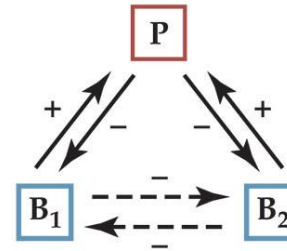
Figure 10.13 Modelos de 7 tipos de efeitos indiretos



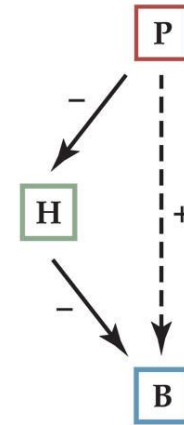
Keystone predation



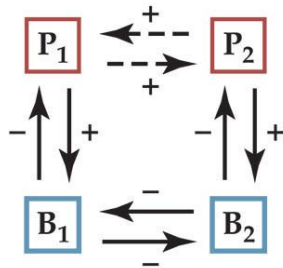
Exploitation competition



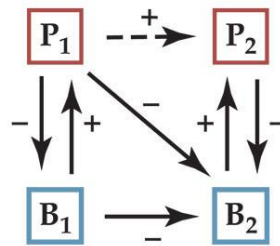
Apparent competition



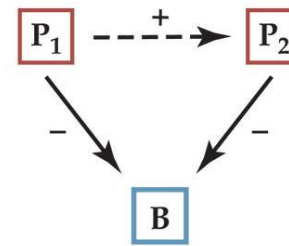
Trophic cascade



Indirect mutualism



Indirect commensalism



Habitat facilitation

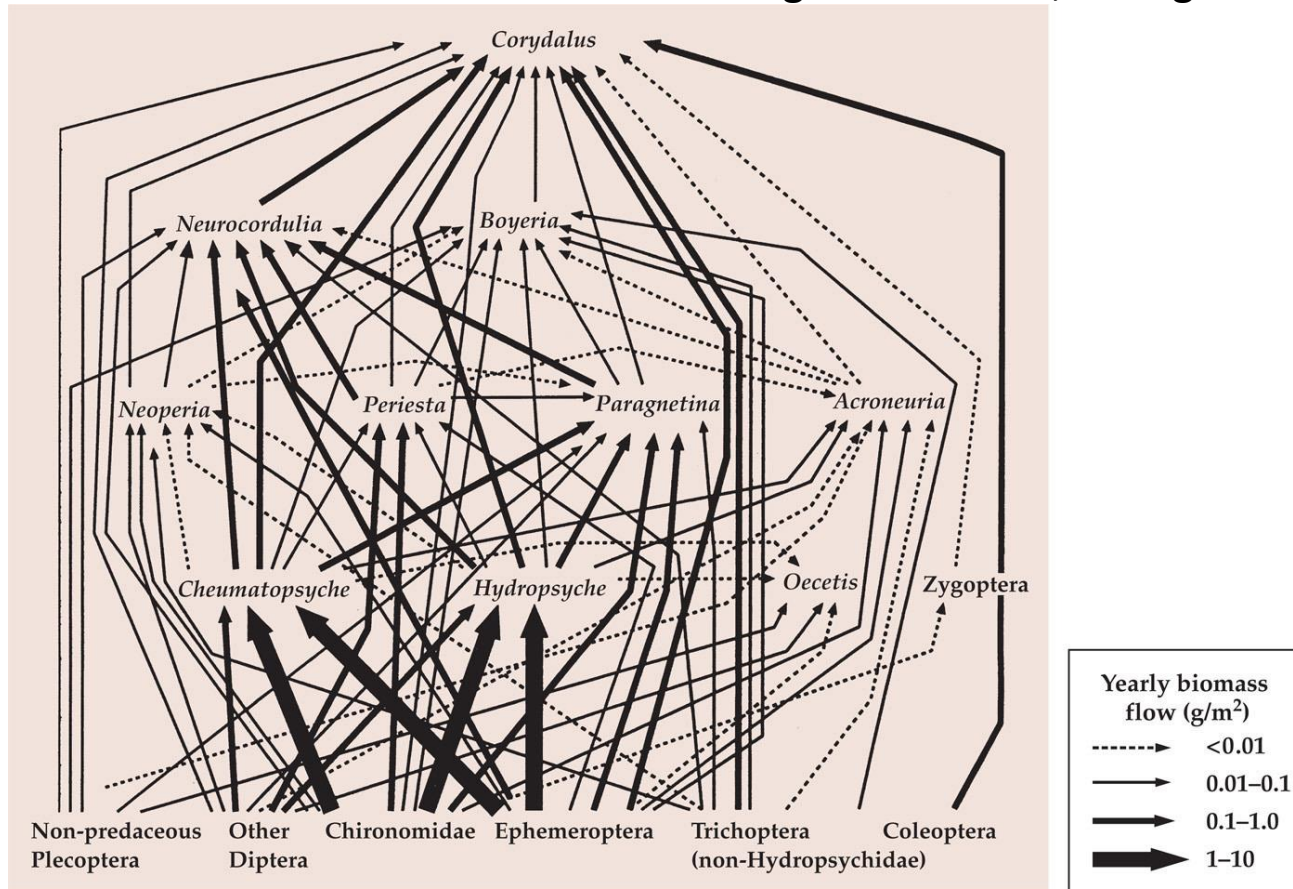
Efeitos indiretos em redes ecológicas

- Definição: uma espécie afeta uma outra espécie por meio de uma mudança numa terceira espécie
- Podem ser mediados por atributos/fenótipos (trait-mediated) ou por densidade (density-mediated)
 - Fenótipo = alteração no comportamento
- Relativamente comum em redes
- Efeitos diretos e indiretos têm magnitudes similares, ao menos em comunidades de entremarés
- Podem gerar resultados contraintuitivos

Redes de fluxo de energia

- Mede a quantidade de energia (em termos de biomassa) se movendo entre espécies numa rede trófica
- Podem ser preditor ruim do *impacto* que uma espécie em particular ou grupo de espécies podem ter numa rede trófica

Figure 10.4 Rede de fluxo de energia para os os maiores invertebrados predadores vivendo em restos de madeira no Ogeechee River, Georgia



Redes funcionais (ou de interação)

- Demonstra a **Força de interação** entre espécies numa comunidade, reconhecendo que nem todas as interações e espécies são igualmente importantes
- Experimentos de remoção de espécies e analisando as respostas das espécies restantes
- Paine (1992): poucas interações fortes inseridas numa maioria com efeitos negligenciáveis
- No entanto, interações fracas podem ser uma poderosa força estabilizadora em redes tróficas

Figure 10.3 Três abordagens diferentes para construir teias tróficas

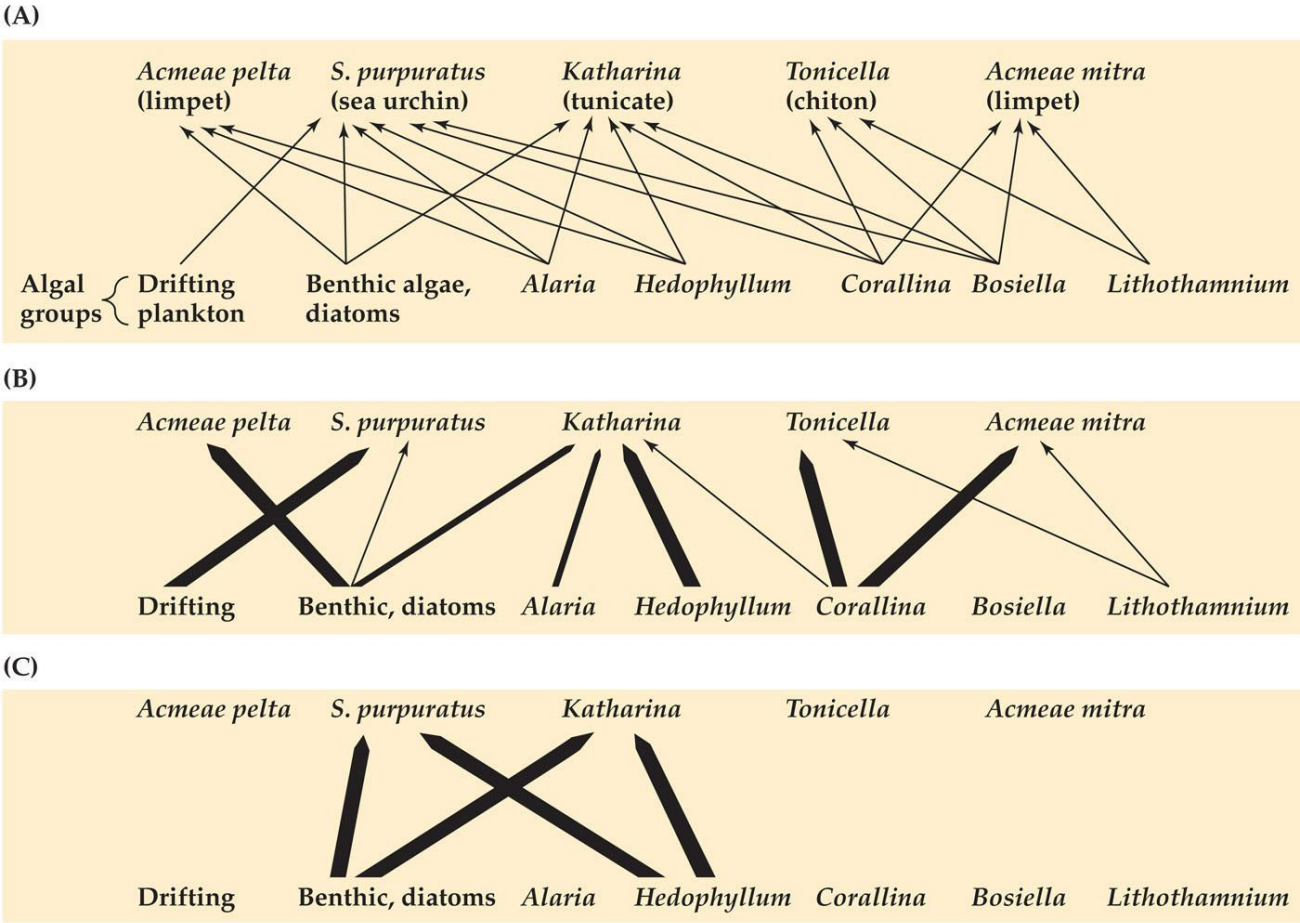
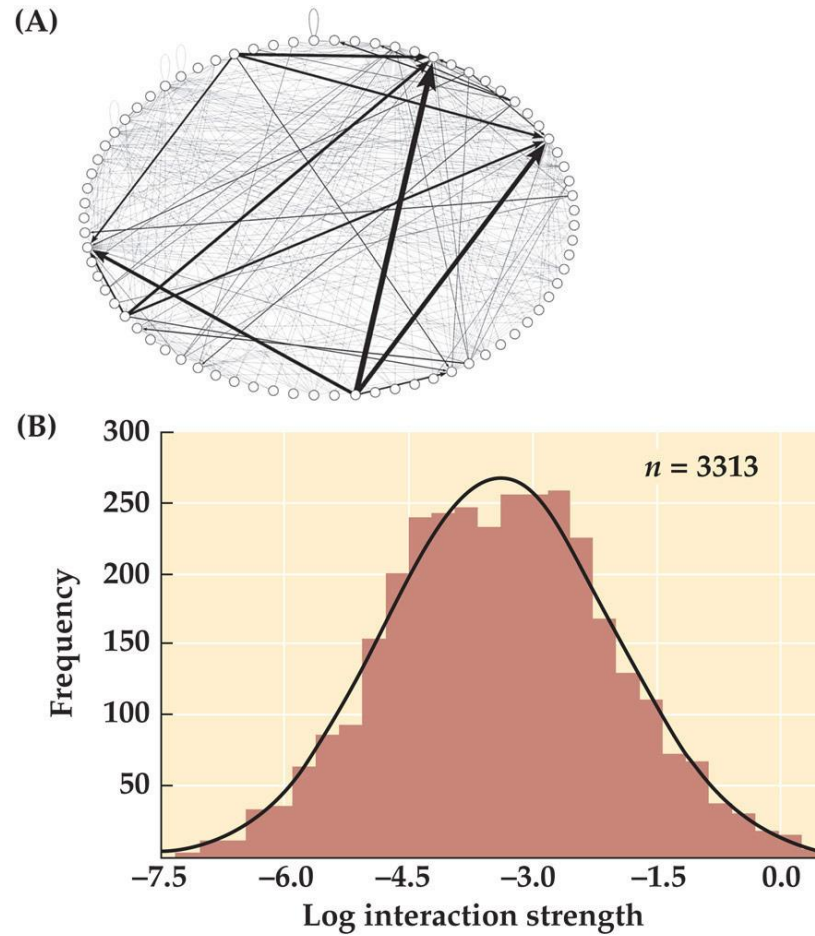


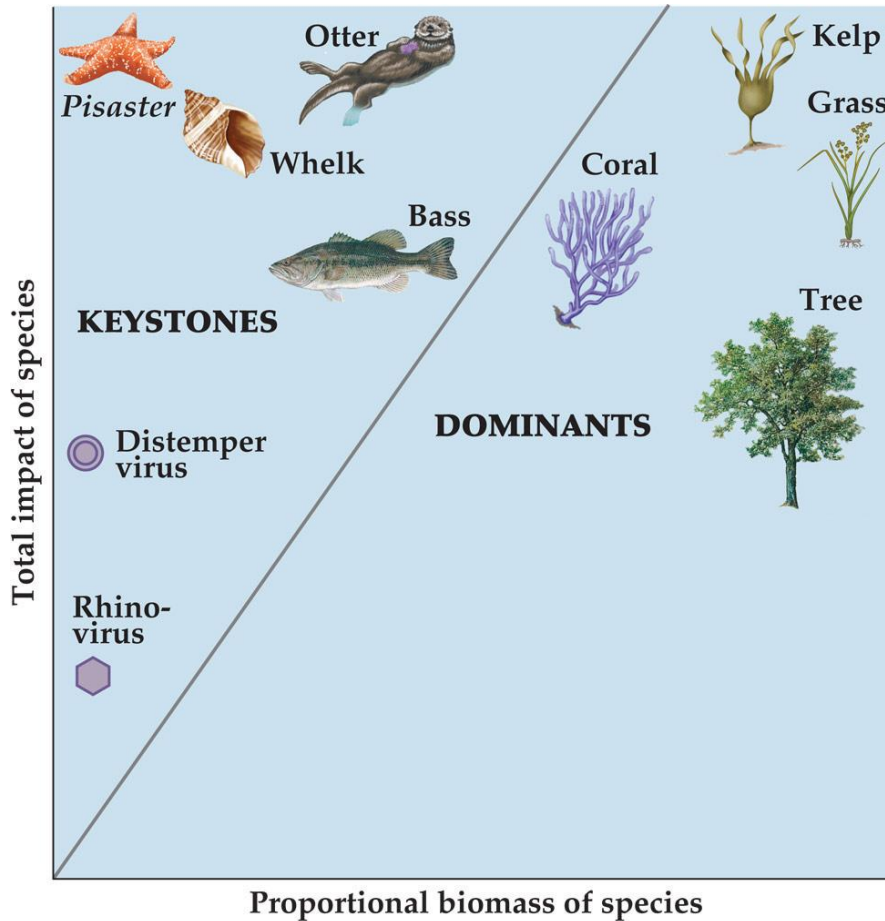
Figure 10.6 Variação na força de interação numa rede trófica real



Food Webs

Kevin S. McCann

MONOGRAPHS IN POPULATION BIOLOGY • 50



COMMUNITY ECOLOGY, Figure 10.7
© 2012 Sinauer Associates, Inc.

Poucas interações fortes são consistentes com a existência de *espécies chave*

Challenges in the Quest for Keystones

Identifying keystone species is difficult — but essential to understanding how loss of species will affect ecosystems

Mary E. Power, David Tilman, James A. Estes, Bruce A. Menge, William J. Bond, L. Scott Mills, Gretchen Daily, Juan Carlos Castilla, Jane Lubchenco, and Robert T. Paine



YouTube BR

Pesquisar



9+



5:10 / 19:28



Some Animals Are More Equal than Others: Keystone Species and Trophic Cascades

Watch Later Playlist

Diogo Borges Proença - 9 / 25

<https://youtu.be/hRGg5it5FMI>

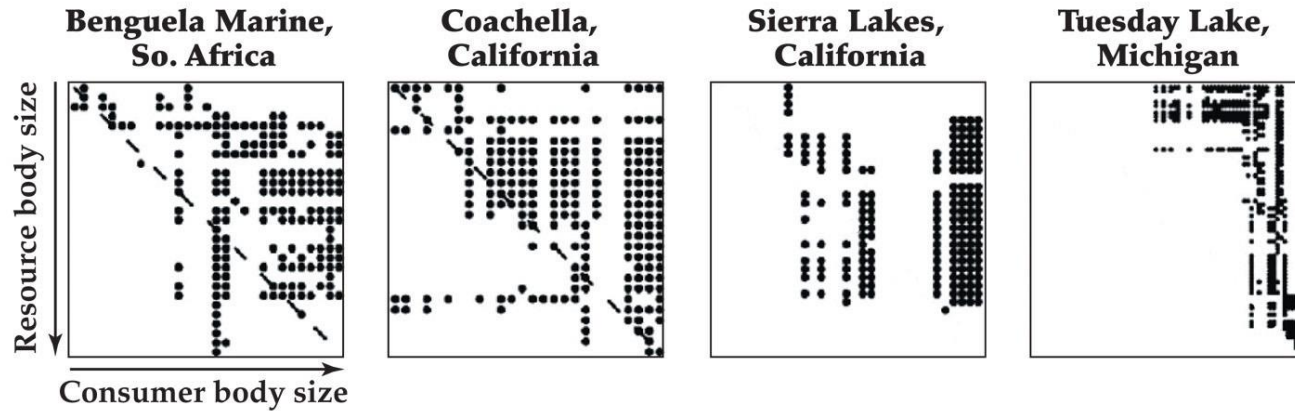
...mas quais os padrões gerais que emergem de teias tróficas

Atributos são a chave!

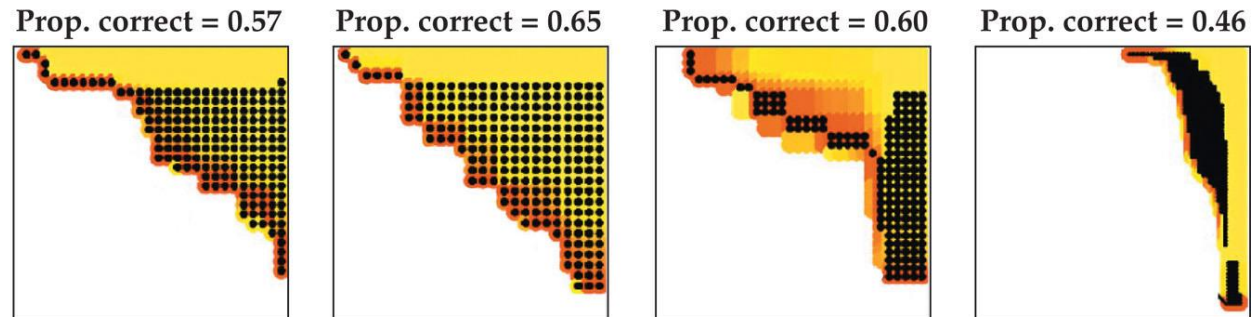
- Tamanho do corpo é um ótimo atributo para caracterizar força de interação
- Atributos de influenciam interação entre espécies escalonam com o tamanho do corpo (e.g., taxa metabólica, velocidade de movimento, taxa de encontro, tempo de manuseio)
- Modelos que incorporam tamanho da presa, conteúdo energético da presa, e tempo de manuseio predizem o número de ligações tróficas em redes

Figure 10.9 Relações de forrageamento baseadas no tamanho predizem a estrutura da teia trófica

(A) Actual



(B) Predicted



Atributos são a chave!

- Tamanho do corpo é um ótimo atributo para caracterizar força de interação
- Atributos de influenciam interação entre espécies escalonam com o tamanho do corpo (e.g., taxa metabólica, velocidade de movimento, taxa de encontro, tempo de manuseio)
- Modelos que incorporam tamanho da presa, conteúdo energético da presa, e tempo de manuseio predizem o número de ligações tróficas em redes
- Tamanho de corpo de presas e predadores = força de interação?

Complexidade vs. Estabilidade

O que é estabilidade?

Complexidade vs. Estabilidade

O que é estabilidade?

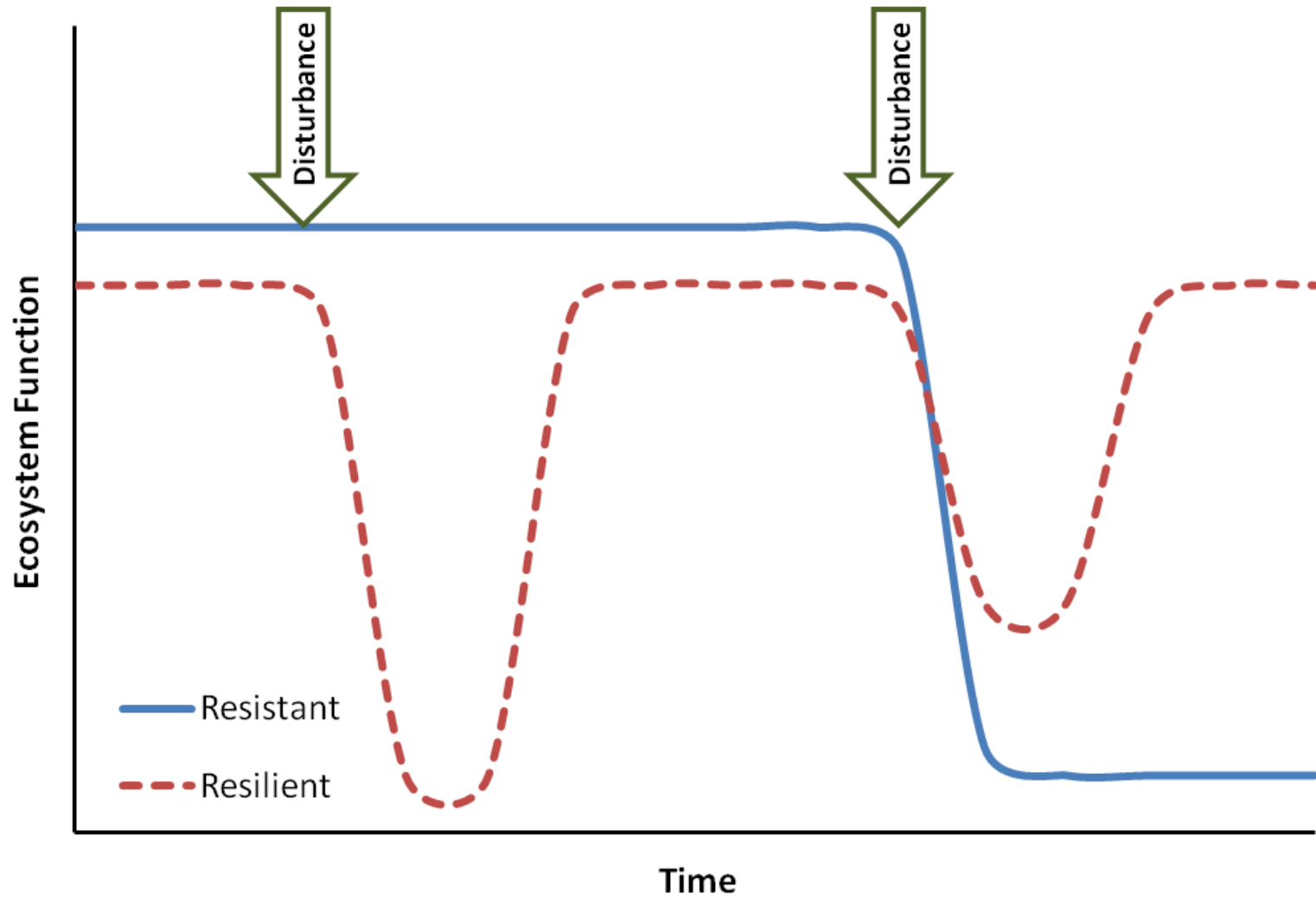
Resiliência

Resistência

MUSE



**THE
RESISTANCE**



Conceitos

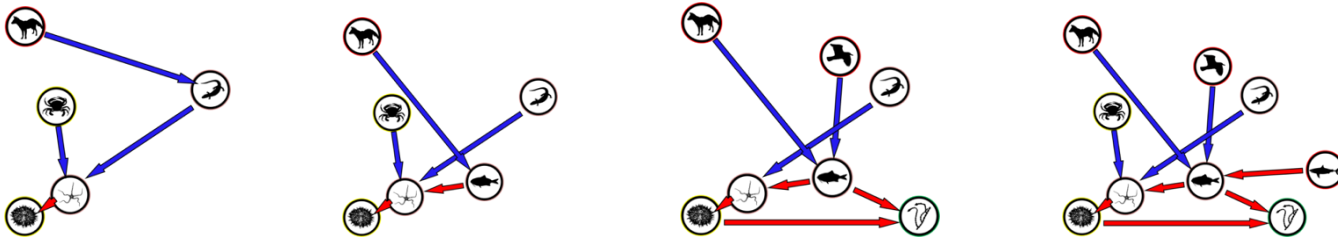
- **Estabilidade:** capacidade de uma comunidade em *manter* uma estrutura específica após um distúrbio/perturbação
 - **Resistência:** o *quanto* uma comunidade muda quando é afetada por algum distúrbio
 - **Resiliência:** o *tempo* que uma comunidade leva para retornar ao estado original depois de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

Mas que diabos isso tem a ver com
redes ecológicas?

Relação complexidade-estabilidade

Quanto **maior número de rotas de energia** passando através da comunidade, **menos provavelmente as densidades das espécies** constituintes **mudariam em resposta** a um aumento ou diminuição **anormais** na densidade de uma dessas espécies

(MacArthur 1955).



Histórico de idéias

- Elton (1927) => abundância de espécies flutuava mais em comunidades simples e estas eram mais suscetíveis à invasões.
- MacArthur (1955) => comunidades mais complexas (com mais interações) eram mais estáveis em relação à flutuações ambientais e perda de espécies
- Sir R. May (1973) => comunidades mais diversas são menos estáveis
 - Força de interação era aleatória no modelo!
- McCann (2000) => diferença na força de interação na comunidade estabiliza redes (tampona oscilações populacionais)

Complexidade vs. estabilidade

insight review articles NATURE | VOL 405 | 11 MAY 2000 | www.nature.com

The diversity–stability debate

Kevin Shear McCann

1) Diversidade geralmente aumenta a estabilidade;

Complexidade vs. estabilidade

insight review articles NATURE | VOL 405 | 11 MAY 2000 | www.nature.com

The diversity–stability debate

Kevin Shear McCann

- 1) Diversidade geralmente aumenta a estabilidade;
- 2) Esta relação depende de espécies-chave com maior contribuição para os valores de conectância;**

Table 1 Definitions of stability

Term	Definition
<i>Definitions of dynamic stability</i>	
Equilibrium stability	A discrete measure that considers a system stable if it returns to its equilibrium after a small perturbation away from the equilibrium. A stable system, therefore, has no variability in the absence of perturbations.
General stability	A measure which assumes that stability increases as the lower limit of population density moves further away from zero. Under non-equilibrium dynamics, such limits to population dynamics generally imply a decrease in population variance (see variability definition below).
Variability	The variance in population densities over time, usually measured as the coefficient in variation. Common in experimental tests of stability.
<i>Definitions of resilience and resistance stability</i>	
Equilibrium resilience	A measure of stability that assumes system stability increases as time required to return to equilibrium decreases after a perturbation. A rapid response means that a system recoils rapidly back to its equilibrium state.
General resilience	A measure of stability that assumes system stability increases as return time to the equilibrium/non-equilibrium solution decreases after a perturbation. A rapid response means that a system recoils rapidly back to its equilibrium/non-equilibrium state.
Resistance	A measure of the degree to which a variable changes after a perturbation. Frequently used as a discrete measure that assesses a community's ability to resist invasion (that is, if an invader fails, the community resists invasion).

Histórico de idéias

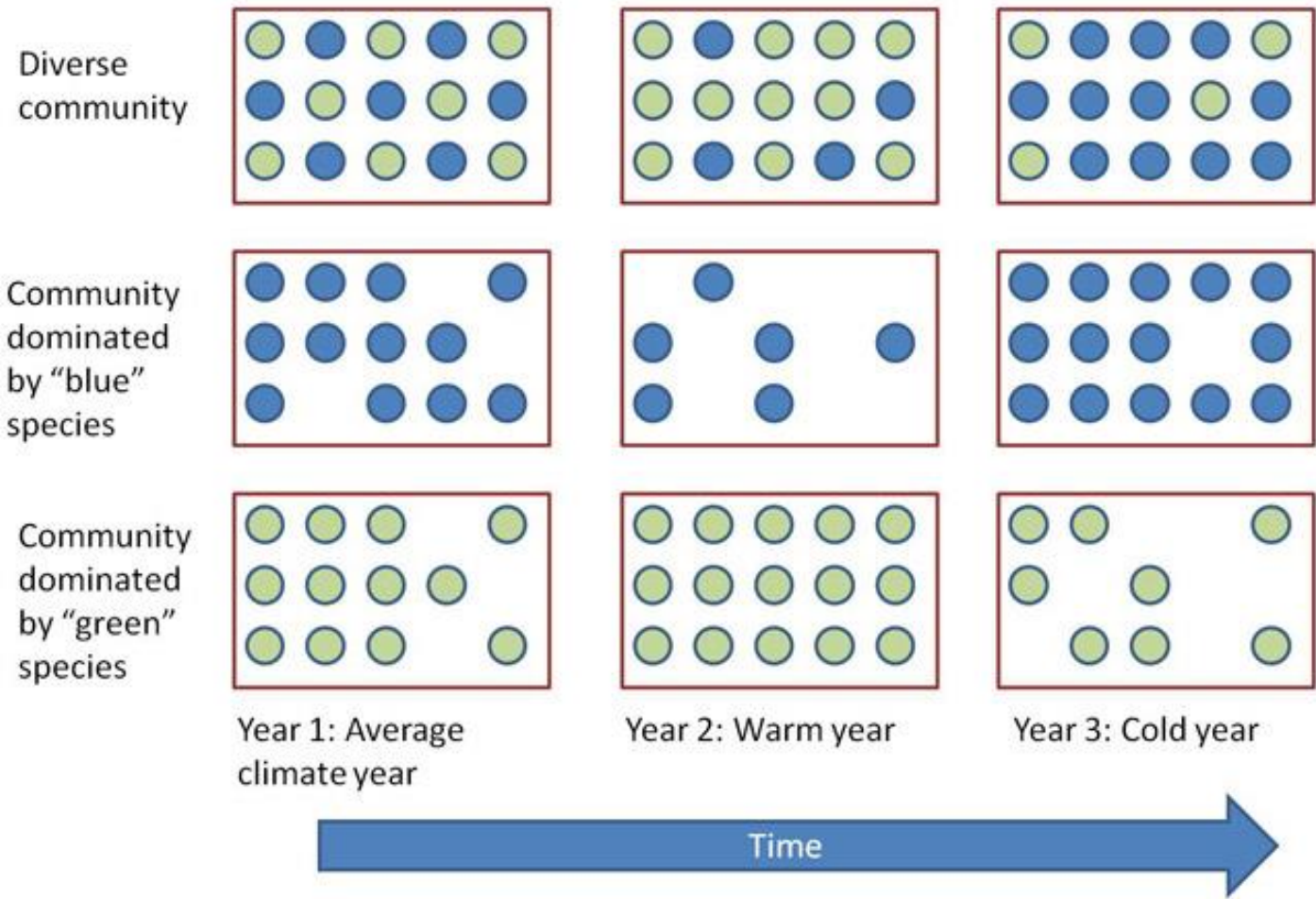
- Diversidade pode promover estabilidade se o número de interações tróficas fracas aumenta com a diversidade
- Modularidade aumenta persistência de teias tróficas por tamponar perturbações de extinções locais de espécies

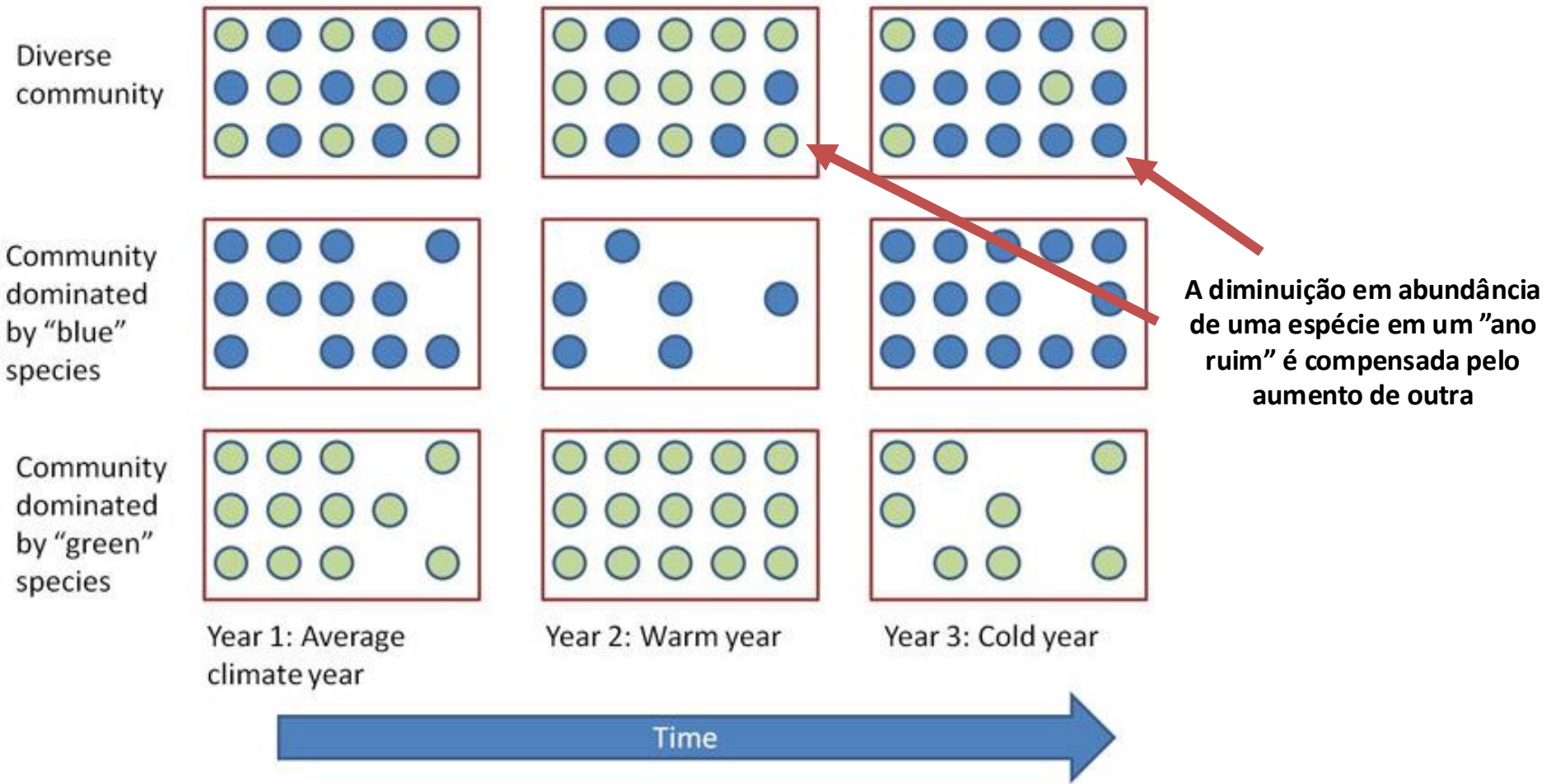
IDEA AND PERSPECTIVE

Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms

Michel Loreau^{1*} and Claire de
Mazancourt

- 1) Assincronia na resposta de espécies à flutuações ambientais;
- (2) diferenças na velocidade com a qual espécies respondem à perturbações;
- (3) redução da intensidade de competição.





Estados estáveis alternativos

Alternate stable states

Conceito de estados alternativos

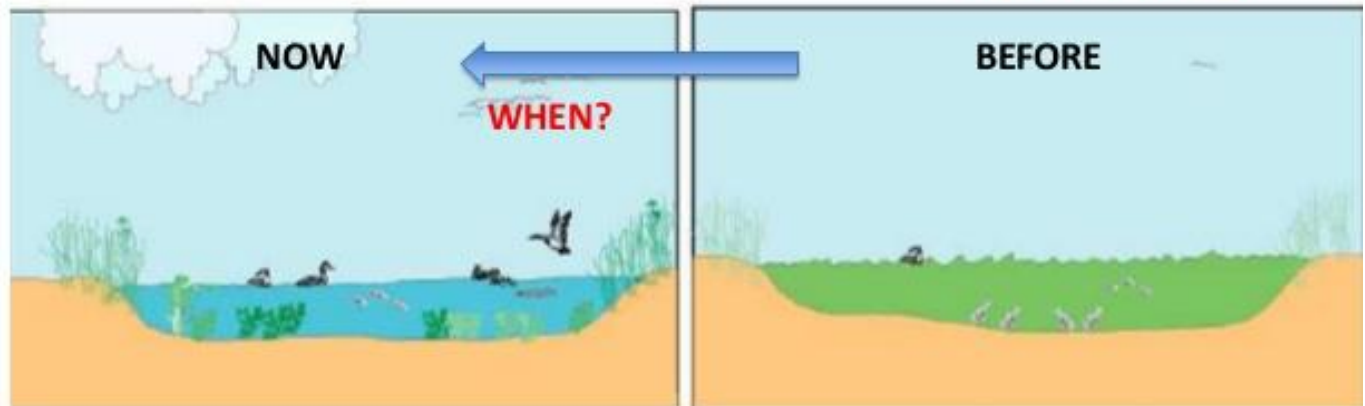
- Uma comunidade pode ser resiliente ou resistente à uma perturbação e retornar ao seu estado original com o tempo...
- ...ou mudar para um outro estado estável alternativo que será substancialmente diferente daquele original e resistente
- Esses estados alternativos podem representar comunidades com composição de espécie totalmente diferente daquele original, tanto sob o ponto de vista taxonômico (riqueza e abundância) quanto funcional (características dessas espécies)
- Precisa de uma grande perturbação, tal como perda de uma espécie chave

Alternative Equilibria in Shallow Lakes

The turbidity of lakes is generally considered to be a smooth function of their nutrient status. However, recent results suggest that over a range of nutrient concentrations, shallow lakes can have two alternative equilibria: a clear state domi-

M. Scheffer, S.H. Houser, M-L. Meijer,
B. Moss and E. Jeppesen

Both states are
RESILIENT
Shifts associated to
DISTURBANCES



MACROPHYTES
(clear)

PHYTOPLANKTON
(turbid)

WHY?



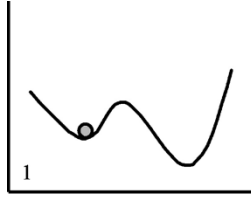
Andes • Ganges • Limpopo • Mekong • Nile • Volta

Volta

Consequências para manejo de ecossistemas

Consequências para manejo

- Se o "novo" estado estável não for "desejável" (e.g., lago oligotrófico tornado em um *bloom* de algas), pode ser difícil ou impossível reverter à situação anterior
- Imprevisibilidade do distúrbio causador



clear-water
lakes

coral-dominated
reefs

grassland

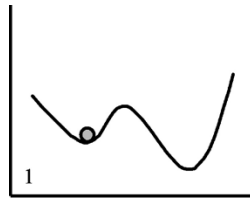
grassland

kelp forests

pine forest

seagrass beds

tropical lake with sub-
merged vegetation



clear-water lakes

coral-dominated reefs

grassland

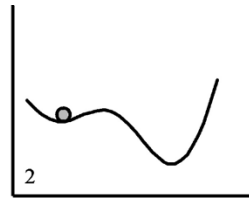
grassland

kelp forests

pine forest

seagrass beds

tropical lake with submerged vegetation



phosphorous accumulation in agricultural soil and lake mud

overfishing, coastal eutrophication

fire prevention

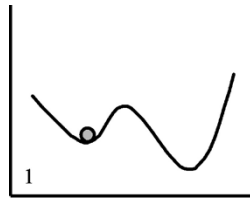
hunting of herbivores

functional elimination of apex predators

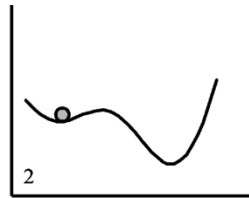
microclimate and soil changes, loss of pine regeneration

removal of grazers, lack of hurricanes, salinity moderation, spatial homogenization

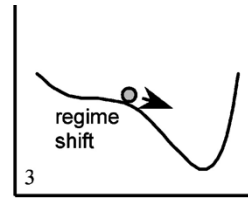
nutrient accumulation during dry spells



clear-water lakes



phosphorous accumulation in agricultural soil and lake mud



flooding, warming, overexploitation of predators

coral-dominated reefs

overfishing, coastal eutrophication

disease, bleaching hurricane

grassland

fire prevention

good rains, continuous heavy grazing

grassland

hunting of herbivores

disease

kelp forests

functional elimination of apex predators

thermal event, storm, disease,

pine forest

microclimate and soil changes, loss of pine regeneration

decreased fire frequency, increased fire intensity

seagrass beds

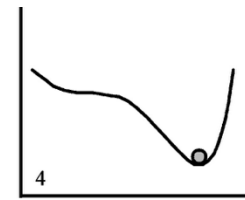
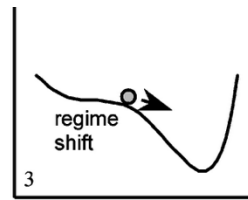
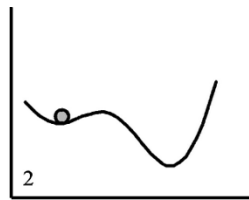
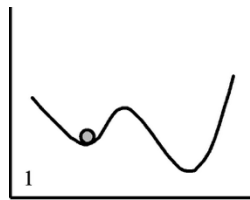
removal of grazers, lack of hurricanes, salinity moderation, spatial homogenization

thermal event

tropical lake with submerged vegetation

nutrient accumulation during dry spells

nutrient release with water table rise



1
clear-water lakes

2
phosphorous accumulation in agricultural soil and lake mud

3
flooding, warming, overexploitation of predators

4
turbid-water lakes

coral-dominated reefs

overfishing, coastal eutrophication

disease, bleaching hurricane

algae-dominated reefs

grassland

fire prevention

good rains, continuous heavy grazing

shrub-bushland

grassland

hunting of herbivores

disease

woodland

kelp forests

functional elimination of apex predators

thermal event, storm, disease,

sea urchin dominance

pine forest

microclimate and soil changes, loss of pine regeneration

decreased fire frequency, increased fire intensity

oak forest

seagrass beds

removal of grazers, lack of hurricanes, salinity moderation, spatial homogenization

thermal event

phytoplankton blooms

tropical lake with submerged vegetation

nutrient accumulation during dry spells

nutrient release with water table rise

floating-plant dominance