

Predação tem consequências muito importantes para a organização de comunidades biológicas.

Estas consequências emergem tanto dos efeitos diretos da predação, como dos efeitos indiretos da predação

EFEITO DIRETO

A ação imediata de uma espécie sobre outra (A sobre B)

Exemplos de efeito direto



Competição de interferência
Infecção de hospedeiro por parasita
Predação



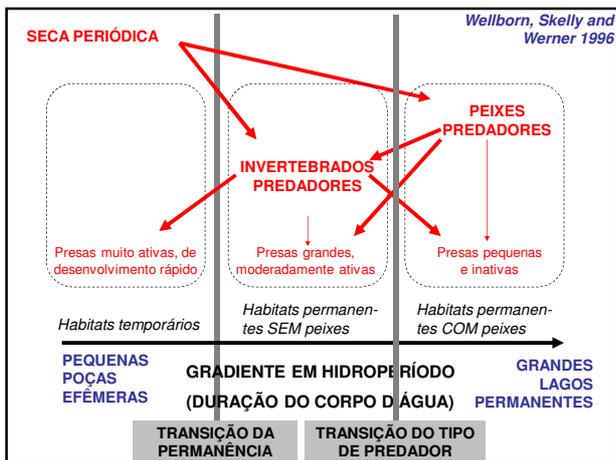
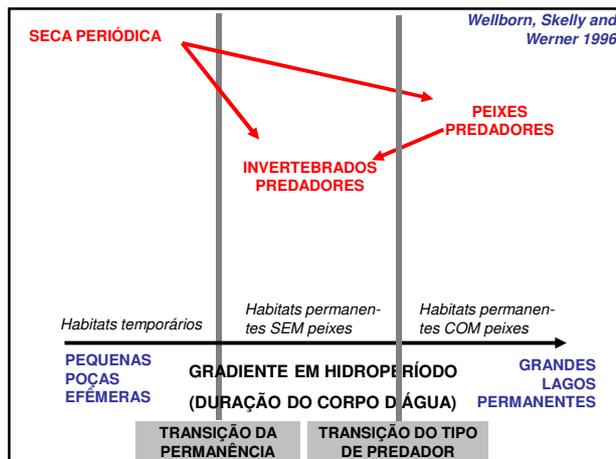
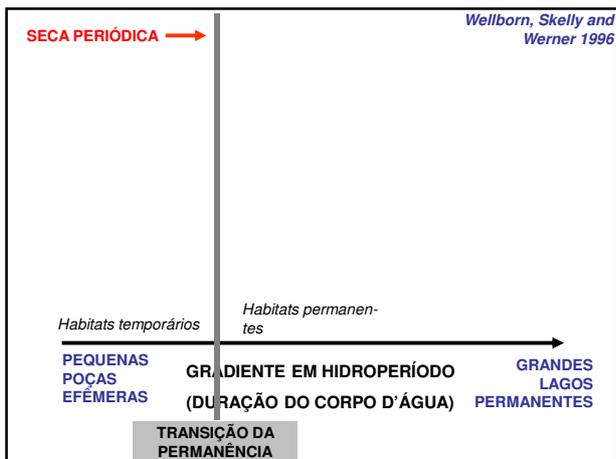
Na Ecologia estamos interessados nos padrões de distribuição e abundância das espécies, e predadores têm o potencial de regular a abundância de suas presas.

A erradicação completa de populações de presas é menos comum, e ocorre mais frequentemente quando predadores e presas não co-evoluíram.

Quando predadores e presas co-evoluíram, a evolução de atributos da presa que minimizem o risco de predação dá a FALSA impressão de que atualmente a predação não é importante em estruturar comunidades.

O gradiente em hidroperíodo





EFEITO INDIRETO

O efeito de uma espécie sobre outra, mediada por uma espécie intermediária (isto é, efeito de A sobre C conforme mediado por B)

Efeitos indiretos mediados pela densidade O efeito de A sobre C se dá através da **alteração na densidade** da espécie intermediária (B)

A → B → C

Importante: Presença de A não muda intensidade da interação entre B e C

Efeitos indiretos mediados pelos atributos O efeito de A sobre C se dá através da **alteração nos atributos** da espécie intermediária (B)

A → B → C

Presença de A induz mudanças em atributos da morfologia, fisiologia, comportamento e história de vida de B (isso ocorre se o atributo for plástico)

Podem ocorrer mesmo que não haja efeitos de A na densidade de B (embora tendam a estar associados)

Importante: presença de A pode mudar a intensidade da interação entre B e C

Efeitos indiretos mediados pela densidade O efeito de A sobre C se dá através da **alteração na densidade** da espécie intermediária (B)

A → B → C

Importante: Presença de A não muda intensidade da interação entre B e C

Considere uma CADEIA ALIMENTAR composta de

Um PREDADOR se alimentando de... P

+ ↔ -

Um CONSUMIDOR se alimentando de... C

+ ↔ -

Um RECURSO. R

Como saber o efeito final (líquido, indireto) de P sobre R?

Basta multiplicar os sinais das interações ao longo do caminho de interesse, ou seja,

P sobre R?
 (-) X (-) = (+)

E R sobre P?
 (+) X (+) = (+)

...Predadores podem ter efeitos positivos sobre plantas!

P ↔ C ↔ R

Hmmmm já está ficando interessante!...

Predadores ↔ Herbívoros ↔ Produtores

... e se considerarmos níveis tróficos inteiros, ao invés de indivíduos?

Nível trófico: grupo de organismos que têm hábitos alimentares comuns, ou que usam recursos comuns

P.ex. 'produtores', 'herbívoros', 'carnívoros'

A hipótese 'O mundo é verde' de Hairston, Smith e Slobodkin (1970)*

O mundo é verde, e sempre foi; portanto herbívoros não podem ser limitados por disponibilidade de alimento. Herbívoros então devem ser limitados por predação. Por sua vez, se plantas são abundantes e não limitadas por herbivoria, então plantas devem ser limitadas por competição. E se ninguém come predadores, então predadores são limitados pela disponibilidade de herbívoros. Ou seja, há alternância do processo regulador importante em cada nível trófico.

Predadores ↔ Herbívoros ↔ Produtores

COMPETIÇÃO

PREDIÇÃO

COMPETIÇÃO

Evidência para esta 'cascata trófica'

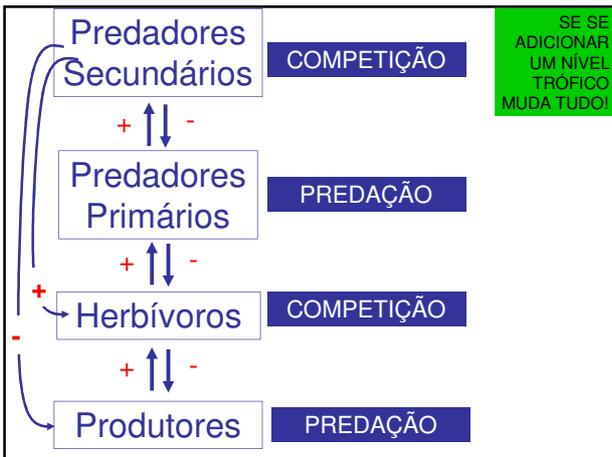
Peixes ↔ Zooplankton ↔ Algas

Epilimnion (mm³/m³)

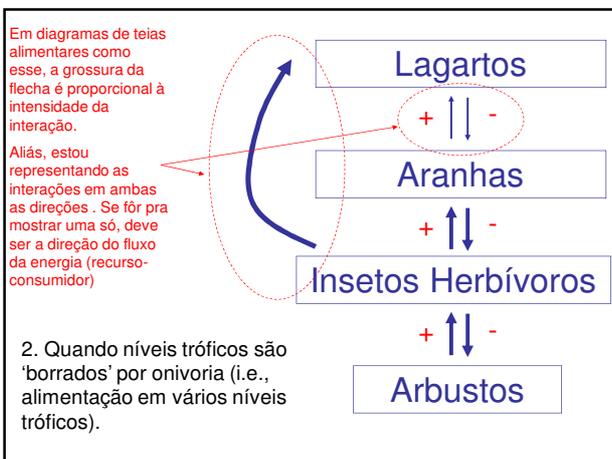
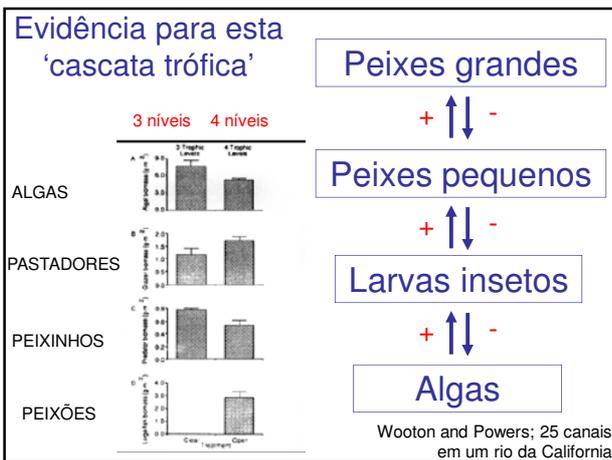
NO FISH	FISH
Algae (C): ~15	Algae (C): ~28
Zoop. (N): ~12	Zoop. (N): ~28
NO ZOOPLANKTON	
Algae (C): ~38	

Sem peixe, e portanto com zooplankton; menor densidade de algas do que quando peixes estão presentes

Leibold



importante para manejo de populações (biomanipulação), p.ex. para manejo de pestes (em sistemas terrestres) ou controle de eutrofização (em sistemas aquáticos)



Lontra do mar
 costa W da América do Norte; originalmente do Alasca ao México. Hoje só Alasca e Califórnia.

Predadores vorazes de invertebrados marinhos: caranguejos, moluscos, e especialmente ouriços
 Pesam ~20 kg, e consomem por dia um peso em comida equivalente a 20-23% do peso do corpo



Ouriços importantes pastadores das macroalgas que formam florestas de 'kelp'.
 Florestas de 5-20 metros de altura!!! Como uma floresta terrestre, cria complexidade estrutural que abriga e alimenta notável diversidade e biomassa de organismos

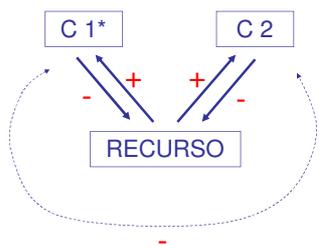
COM LONTRA	SEM LONTRA
Pressão de predação sobre ouriços, liberta florestas de kelp da pastagem.	Populações de ouriços se tornam tão densas (p.ex. 600-700/m ²) que devastam macroalgas e impedem recrutamento (estabelecimento) de novas algas
Acúmulo de detrito da decomposição de kelp alimenta teia alimentar de alta riqueza e biomassa.	Áreas improdutivas – poucas plantas e detrito para alimentar resto da teia alimentar
Complexidade estrutural provê abrigo para peixes menores, berçário para peixes maiores, possibilidade de diferenciação de nicho, etc.	
Produtividade atrai focas e águias.	

Diferença entre floresta e gramado!...

Outras formas de interações indiretas?

COMPETIÇÃO EXPLOITATIVA

Uma interação indireta mediada pelo compartilhamento de recursos



Consumidores têm efeito negativo sobre o recurso consumido; por sua vez, recurso tem efeito positivo sobre consumidores.

Assim, efeito de sp 1 sobre recurso é (-), mas efeito de recurso sobre sp 2 é (+). O efeito resultante de sp 1 sobre sp 2 é então (-) X (+) = (-)

*C de 'Consumidor'

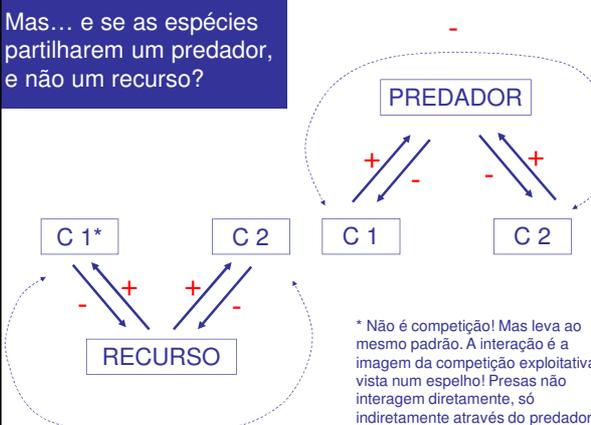
COMPETIÇÃO EXPLOITATIVA
CONSEQUÊNCIAS

1. Padrões de abundância inversa entre duas espécies
2. Segregação de hábitat entre duas espécies
3. Exclusão de uma espécie de uma comunidade quando outra é introduzida



No passado, todos estes padrões foram atribuídos – fenomenologicamente – à competição interespecífica.

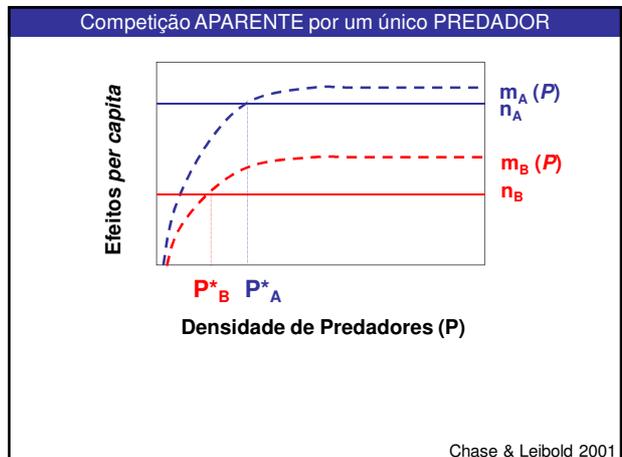
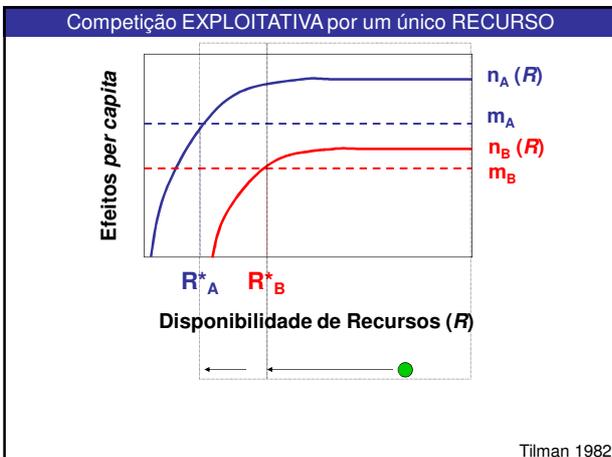
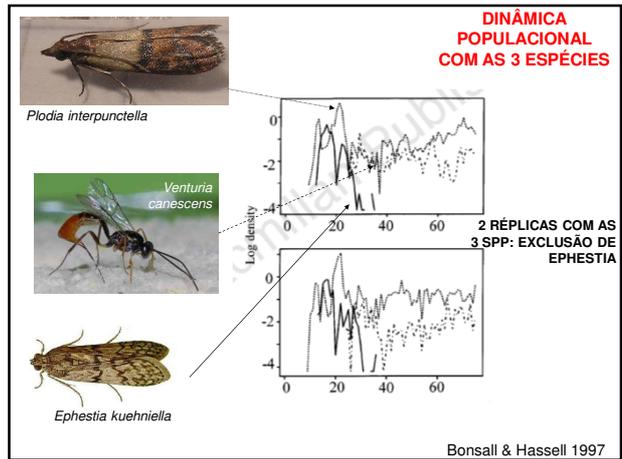
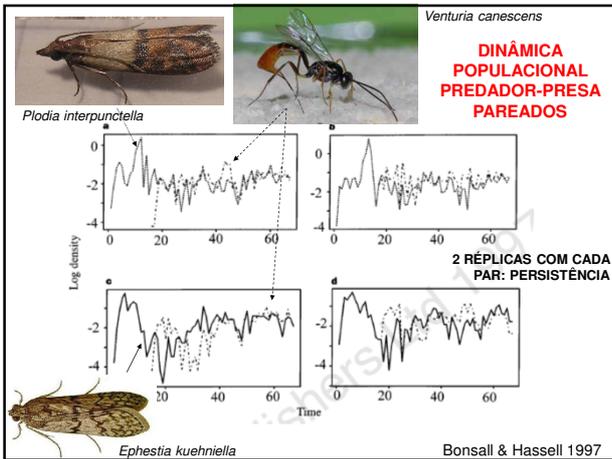
Mas... e se as espécies partilharem um predador, e não um recurso?

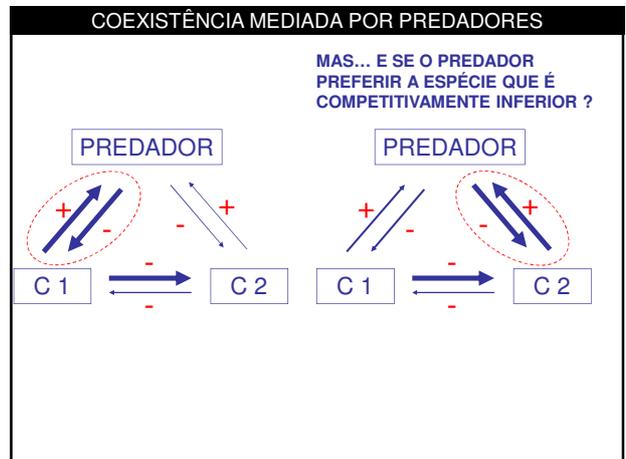
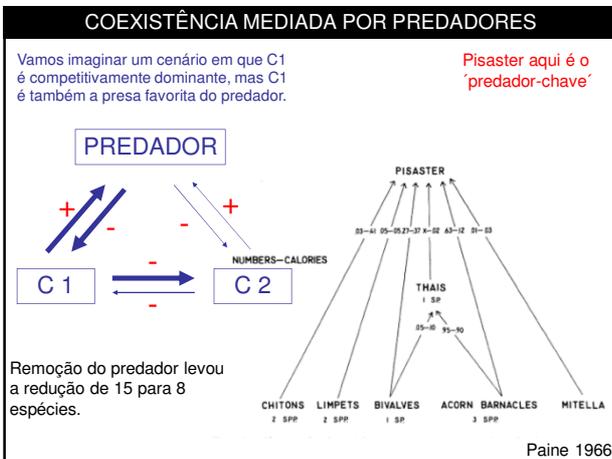
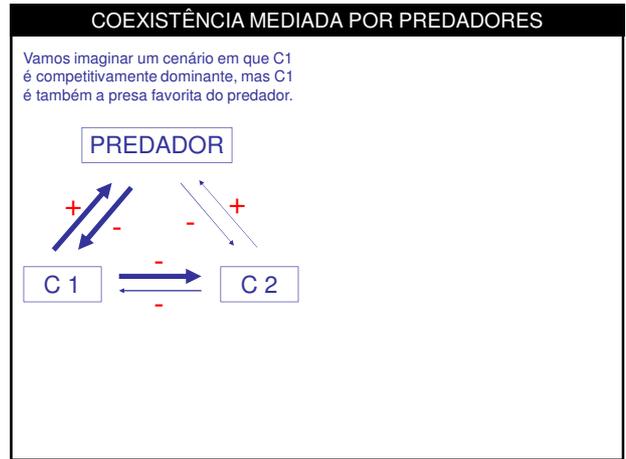
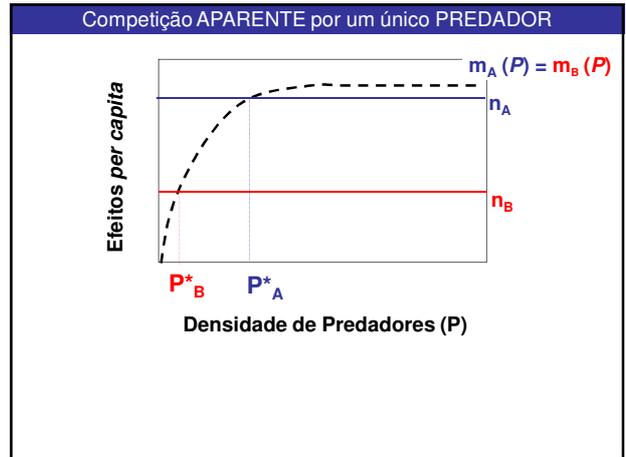
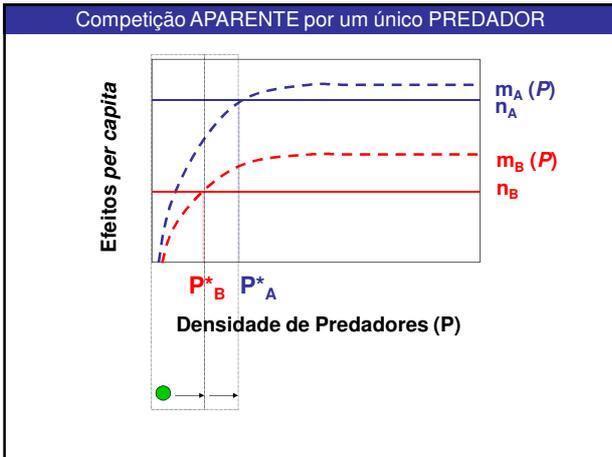


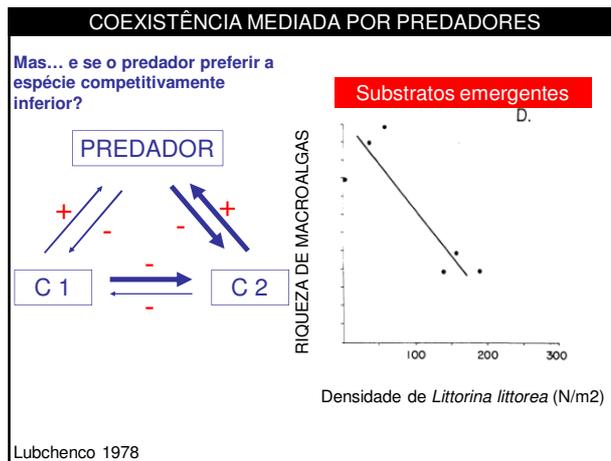
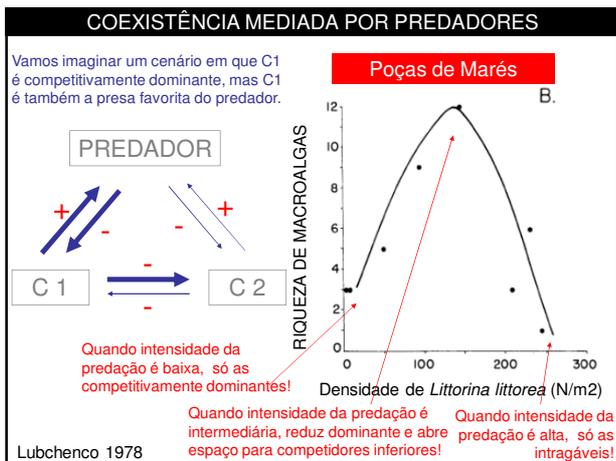
* Não é competição! Mas leva ao mesmo padrão. A interação é a imagem da competição explorativa, vista num espelho! Presas não interagem diretamente, só indiretamente através do predador compartilhado.

COMPETIÇÃO EXPLOITATIVA	COMPETIÇÃO APARENTE
CONSEQUÊNCIAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrões de abundância inversa entre duas espécies 2. Segregação de hábitat entre duas espécies 3. Exclusão de uma espécie de uma comunidade quando outra é introduzida 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrões de abundância inversa entre duas espécies 2. Segregação de hábitat entre duas espécies 3. Exclusão de uma espécie de uma comunidade quando outra é introduzida

COMPETIÇÃO EXPLOITATIVA	COMPETIÇÃO APARENTE
CONSEQUÊNCIAS	
<p>Aumenta densidade da presa 1, aumenta a densidade do predador, aumenta a taxa de ataque sobre a presa 2, diminui a densidade da presa 2!</p> <p>Uma forma de diminuir este efeito deletério: segregação de hábitat entre as presas!!</p> <p>Se presa 1 aumenta suficientemente, pode levar presa 2 à extinção!</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrões de abundância inversa entre duas espécies 2. Segregação de hábitat entre duas espécies 3. Exclusão de uma espécie de uma comunidade quando outra é introduzida







COEXISTÊNCIA MEDIADA POR PREDADORES

Como pode? Mudou a preferência do predador nos diferentes ambientes?

TABLE 1
FOOD PREFERENCES OF *Littorina littorea**

Preference Ranking	Chlorophyceae (Greens)	Phaeophyceae (Browns)	Rhodophyceae (Reds)
High	<i>Cladophora</i> <i>Enteromorpha</i> <i>Monostroma</i> <i>Spongomorpha</i> <i>Ulva</i> <i>Ulothrix-Urospora</i>	<i>Ectocarpus-Pylaiella</i> <i>Elachistea</i> <i>Petalonia</i> <i>Scytosiphon</i>	<i>Ceramium</i> <i>Porphyra</i>
Medium	<i>Rhizoclonium</i>	<i>Dictyosiphon</i>	<i>Asparagopsis</i> <i>Cystoclonium</i> <i>Dumontia</i> <i>Halosaccion</i> <i>Phycodrys</i> <i>Polysiphonia lanosa</i>
Low	<i>Chaetomorpha</i> <i>Codium</i>	<i>Agarum</i> <i>Ascophyllum</i> <i>Chorda</i> <i>Chordaria</i> <i>Desmarestia</i> <i>Fucus</i> <i>Laminaria</i> <i>Ralfsia</i> <i>Saccorhiza</i>	<i>P. flexicantilis</i> <i>Alingitia</i> <i>Chondrus</i> <i>Euthora</i> <i>Gigartina</i> <i>Polysida</i> <i>Rhodomenia</i>

Lubchenco 1978

COEXISTÊNCIA MEDIADA POR PREDADORES

Não! Mudou a hierarquia competitiva nos dois ambientes porque algas sujeitas a TRADEOFF!

Habilidade competitiva vs evitação de predadores/tolerância à dessecação

Algas verdes são competitivamente superiores porque crescem e ocupam espaço mais rápido, mas são por isso mesmo mais frágeis e portanto suscetíveis à predação e dessecação

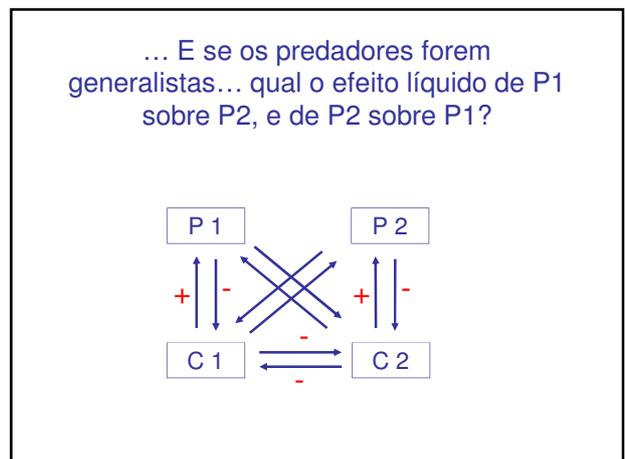
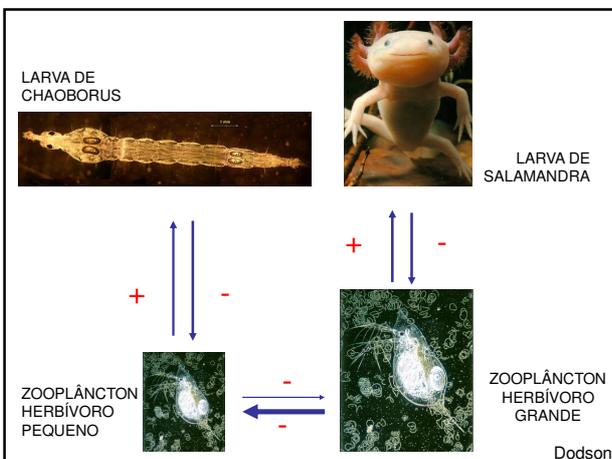
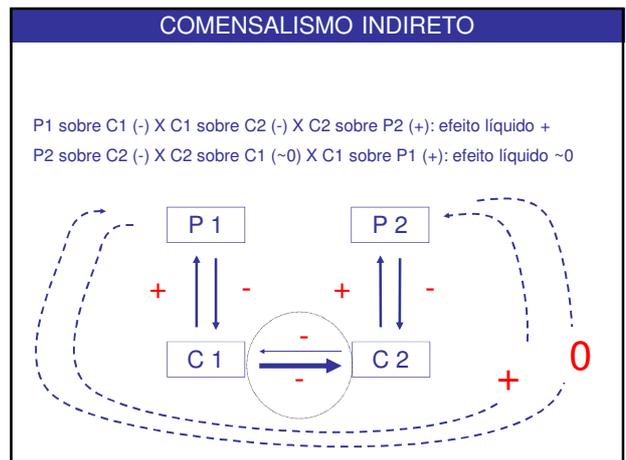
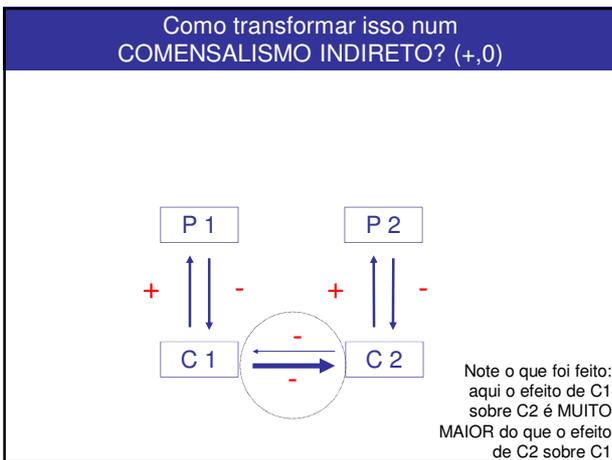
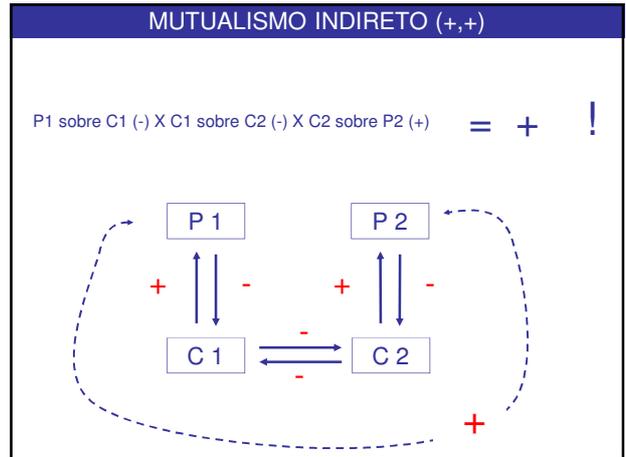
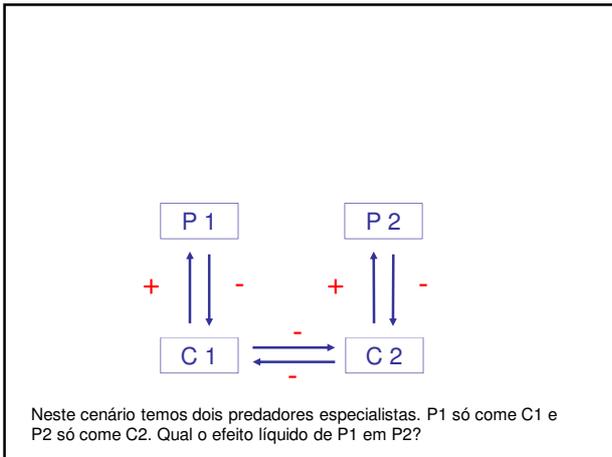
Algas marrons são mais resistentes à predação e à dessecação porque crescem mais devagar e investem mais em estrutura. Por isso competidoras inferiores.

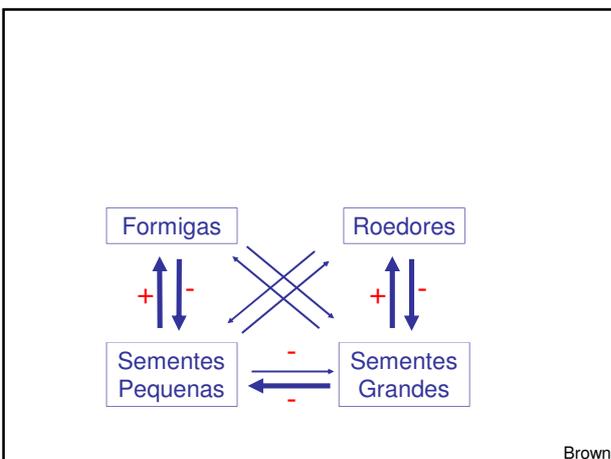
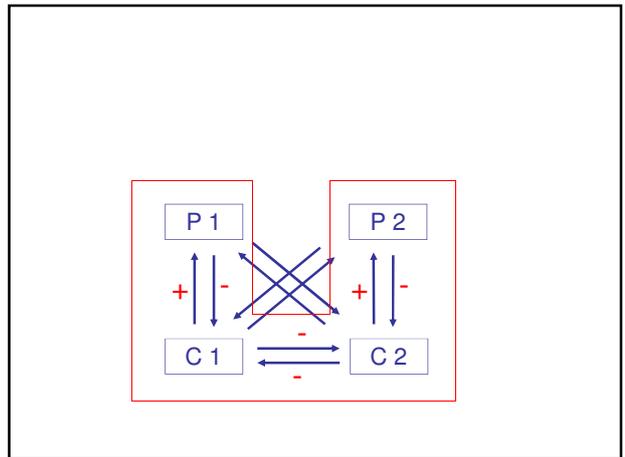
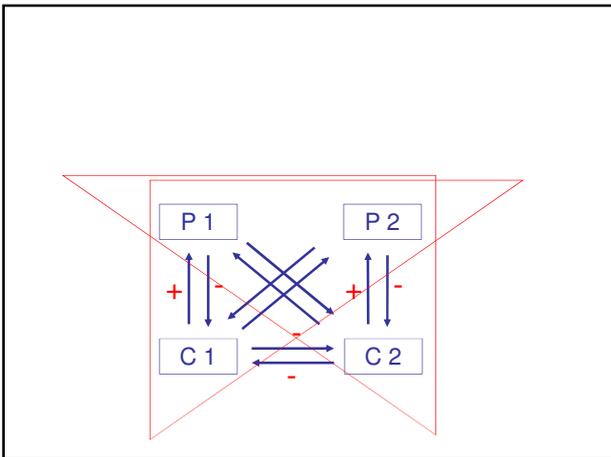
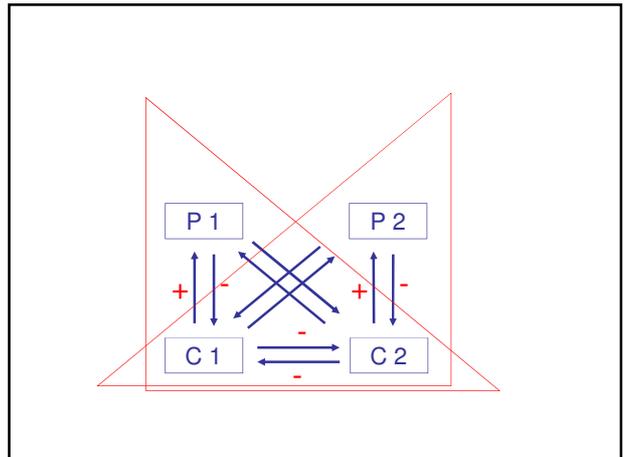
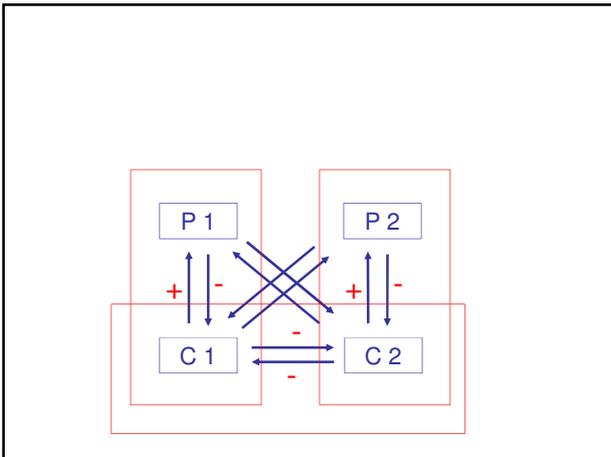
Lubchenco 1978

Isso mostra o quanto pode ser ingênua a discussão de se é **COMPETIÇÃO**, ou **PREDAÇÃO**, o processo estruturante principal de determinada comunidade

!!!

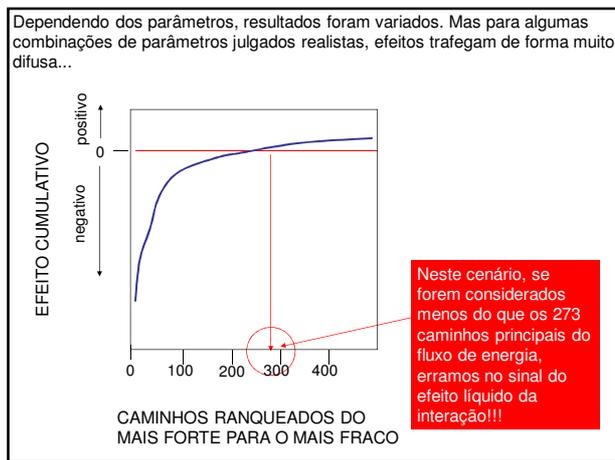
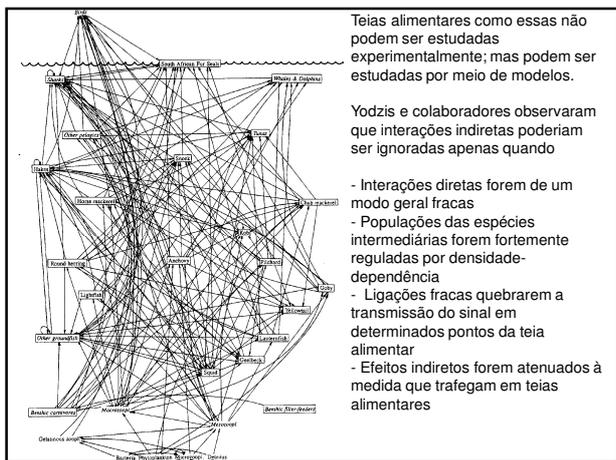
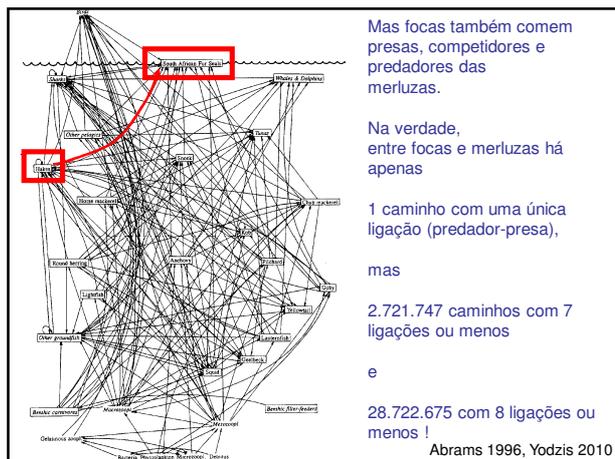
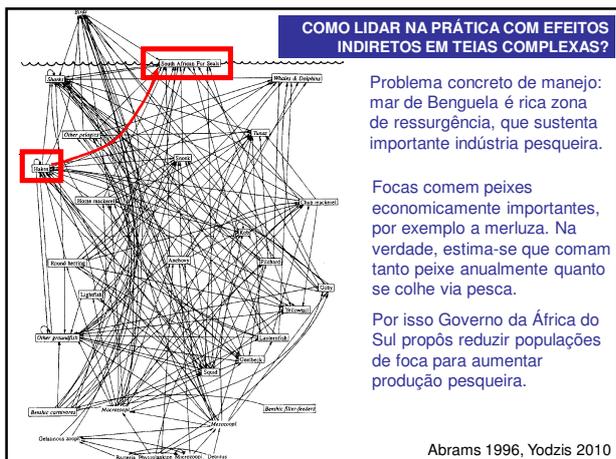
Ainda outras possibilidades?





Brown

Notem que o EFEITO LÍQUIDO de uma espécie sobre outra é o **BALANÇO DO EFEITO DIRETO MAIS TODOS OS INDIRETOS!**



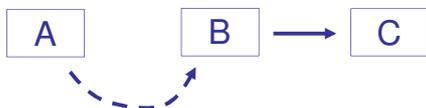
Fascinante !!!

Até o momento focamos em
EFEITOS INDIRETOS MEDIADOS
PELA DENSIDADE

... AGORA VEREMOS ALGO
SOBRE OS EFEITOS INDIRETOS
MEDIADOS PELOS ATRIBUTOS!

Efeitos indiretos mediados pelos atributos

O efeito se dá através da alteração de mudanças nos atributos da espécie intermediária



Presença de A induz mudanças em atributos da morfologia, fisiologia, comportamento e história de vida de B (isso ocorre se o atributo for plástico)

Pode ocorrer mesmo que não haja efeitos de A na densidade de B (embora tendam a estar associados)

Porque esta distinção é crítica?

Tradicionalmente interações eram conceitualizadas como sendo uma propriedade fixa das espécies interagentes (e.g., alfa!).

Em termos operacionais, se soubéssemos o efeito per capita da espécie A na espécie B, e o efeito per capita da espécie B sobre a espécie C, poderíamos facilmente calcular o efeito indireto per capita da espécie A sobre C. E sabendo as abundâncias, poderíamos escalonar isso para a população como um todo diretamente.

Isso pode ser verdadeiro para as interações indiretas mediadas pela densidade, onde a qualidade da interação entre B e C não é afetada pela espécie A.

Porque esta distinção é crítica?

Isso era reconfortante, porque a perspectiva de quebrar sistemas complexos em sistemas simples, e depois rejuntar sistemas simples para explicar sistemas complexos era iniciativa perfeitamente válida.

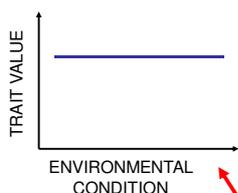
Mas se a espécie A de alguma maneira altera o fenótipo da espécie B, e a interação entre as espécie B e C é produto deste fenótipo, então... temos uma propriedade emergente, uma vez que a presença de A mudou a qualidade da interação entre B e C, e pela densidade das espécies interagentes seria impossível prever com acurácia o resultado final!

PRÉ-CONDIÇÃO PARA A OCORRÊNCIA DE IIMA: PLASTICIDADE FENOTÍPICA

PLASTICIDADE FENOTÍPICA

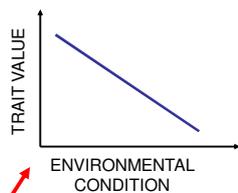
A CANALIZED trait:
the trait value will be the same independent of the environment

ONE GENOTYPE = ONE PHENOTYPE



A PLASTIC trait:
depending on the environment, it will achieve a different value

ONE GENOTYPE GIVES RISE TO MULTIPLE PHENOTYPES DEPENDING ON THE ENVIRONMENT



Graphs showing the phenotypic response of one genotype to varying environmental conditions are called 'REACTION NORMS'

PLASTICIDADE FENOTÍPICA PODE SE MANIFESTAR SOBRE ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS, FISIOLÓGICOS, COMPORTAMENTAIS E DE HISTÓRIA DE VIDA.

GATILHOS PARA A PLASTICIDADE FENOTÍPICA PODEM SER ABIÓTICOS OU BIÓTICOS

... QUE É O QUE INTERESSA NA AULA DE HOJE

PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DE COMPETIÇÃO INTRAESPECÍFICA

Plastic response of presence of wings to population density in aphids

PROXIMATE FACTOR (cue, mechanism, how?): jostling among mothers signals high population density

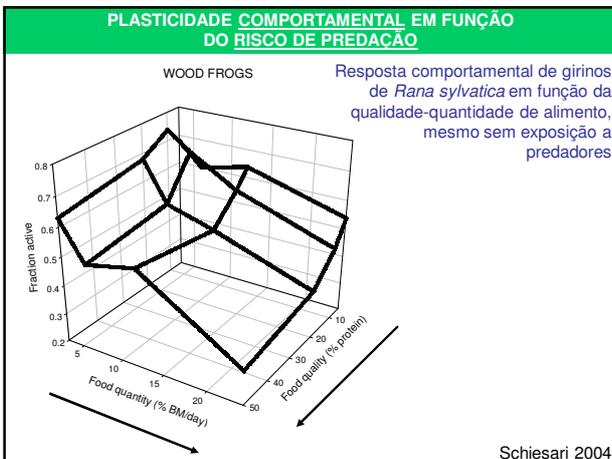
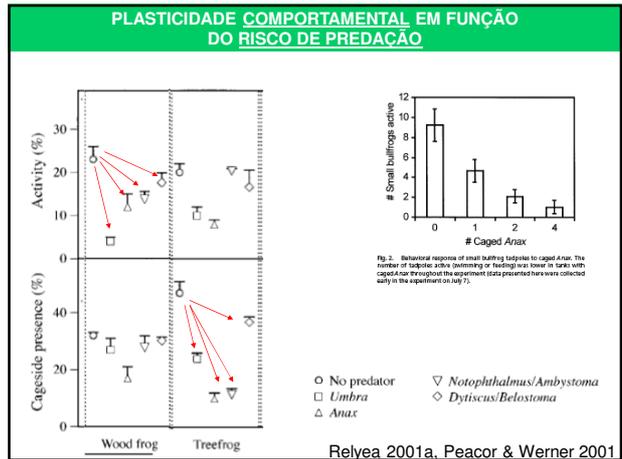
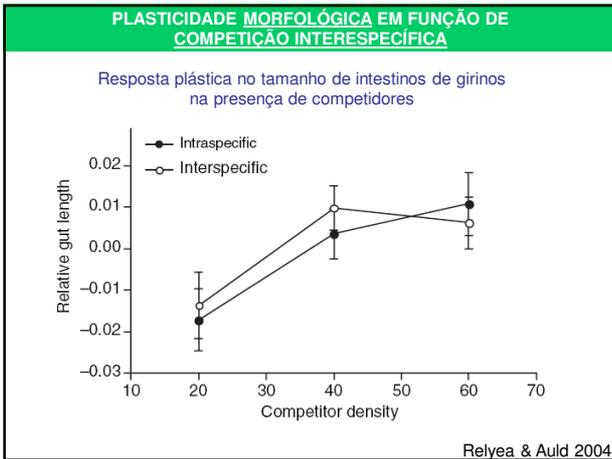
ULTIMATE FACTOR (evolutionary explanation, selective advantage, why?): dispersal reduces intraspecific competition

If dispersal is advantageous, why not ALWAYS developing wings?

Developing wings come at a cost. The principle of allocation is a widespread tradeoff. An individual has a limited energy budget. If allocates energy to

In this case, there is a specific developmental 'switch'.

This is a specific case of phenotypic plasticity called **'POLYPHENISM'** or **'SOMATIC POLYMORPHISM'** where the change is discontinuous (you either have wings, or you don't)



PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO

FILMINHO ???

Fascinante !!!



PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO

Sem pista química de *Anax*

Com pista química de *Anax*

Relyea 2001b

PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO

Sem pista química de *Anax*

Com pista química de *Anax*

Tail shape

Muscle shape

Body shape

No predator Predator

Relyea 2002a

PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO

Daphnia: the water flea (a planktonic microcrustacean)

Predator-environment

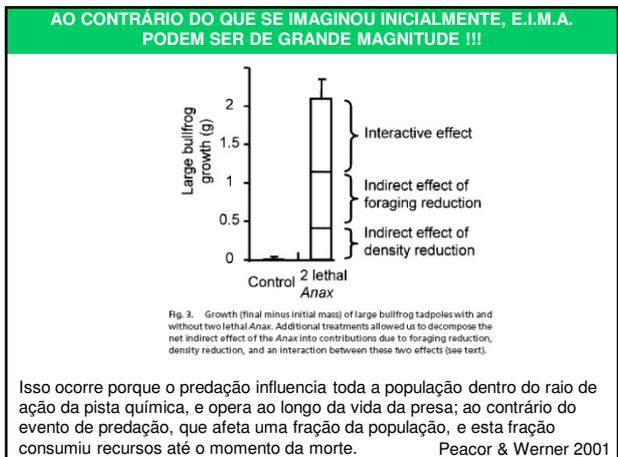
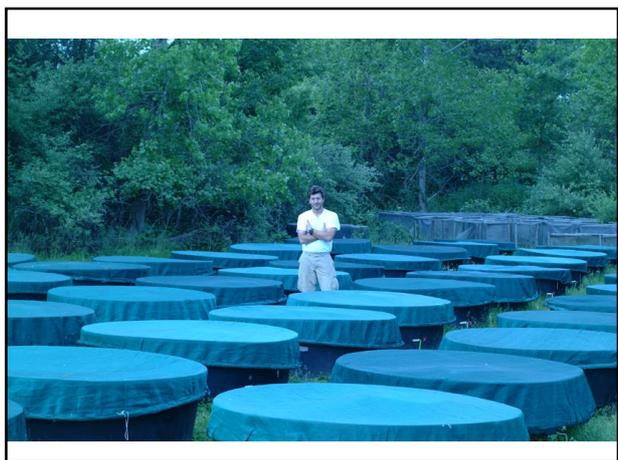
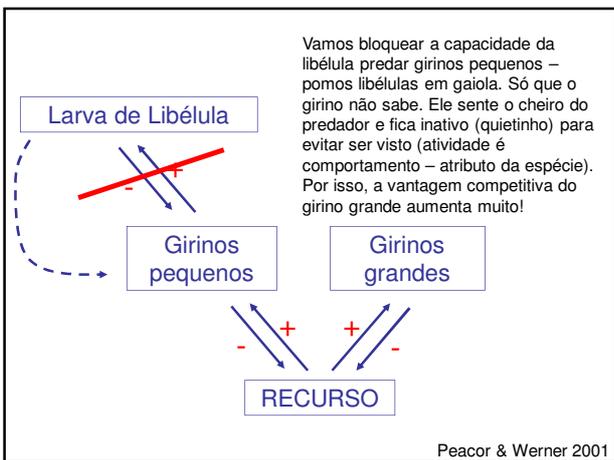
No-predator environment

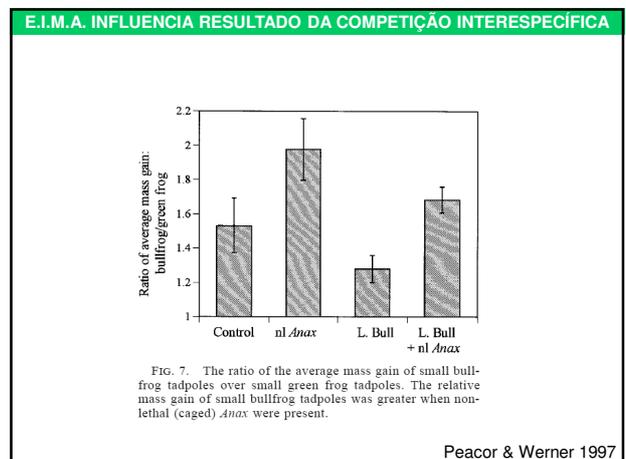
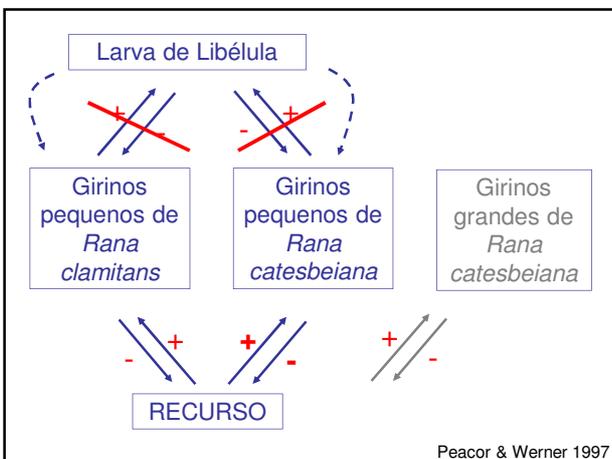
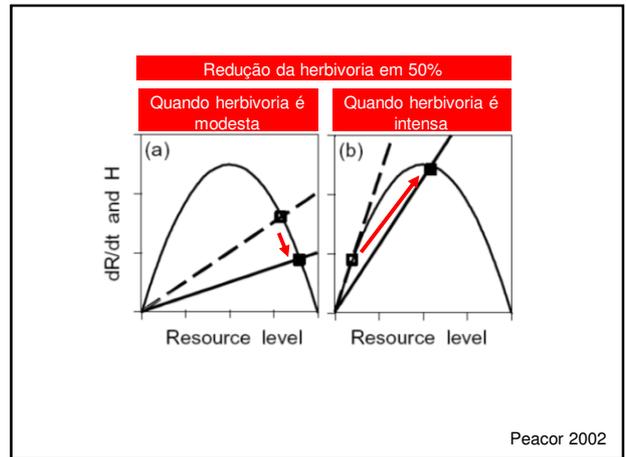
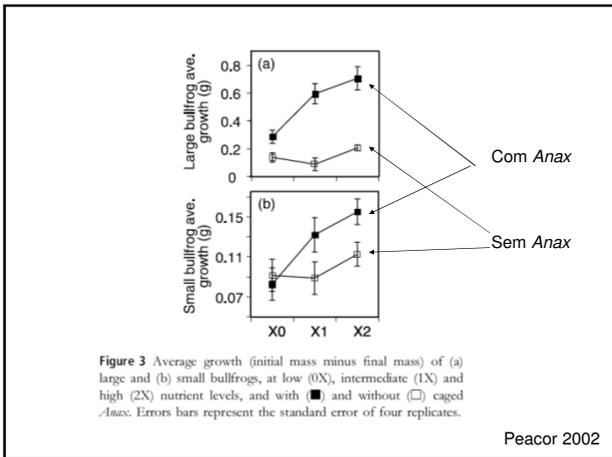
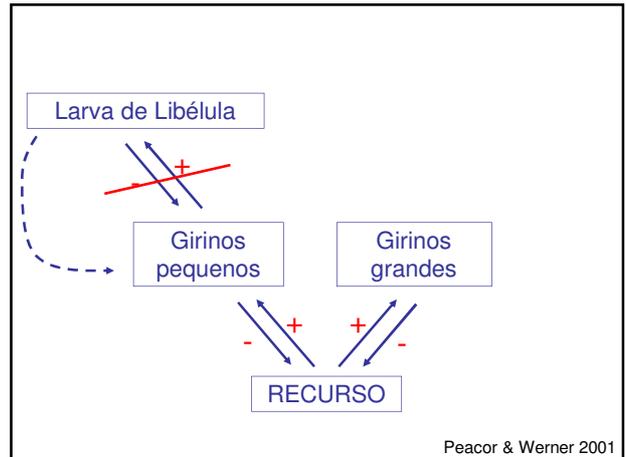
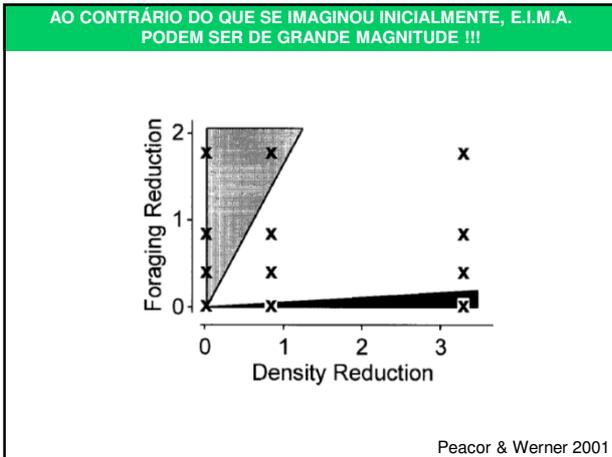
C. Laforch

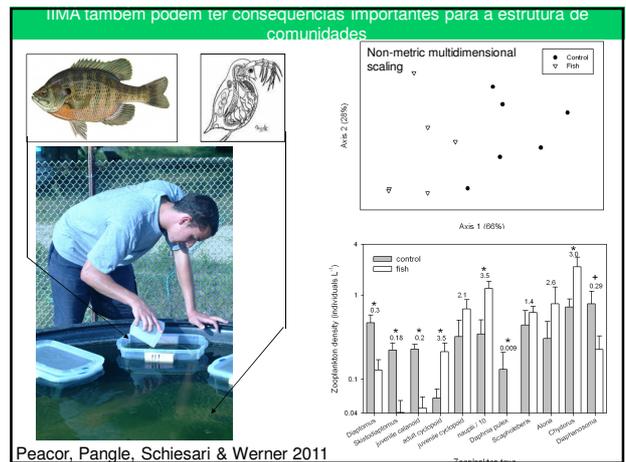
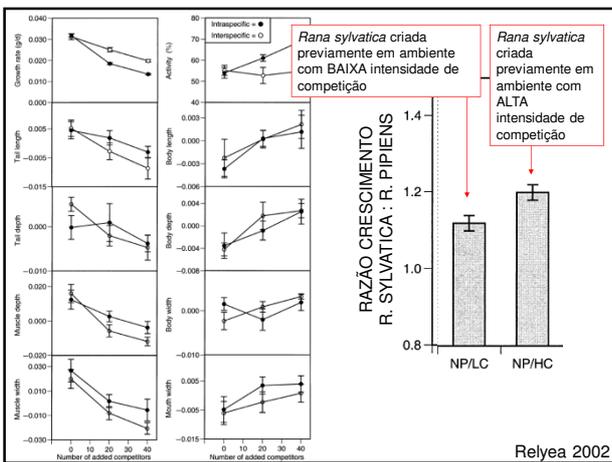
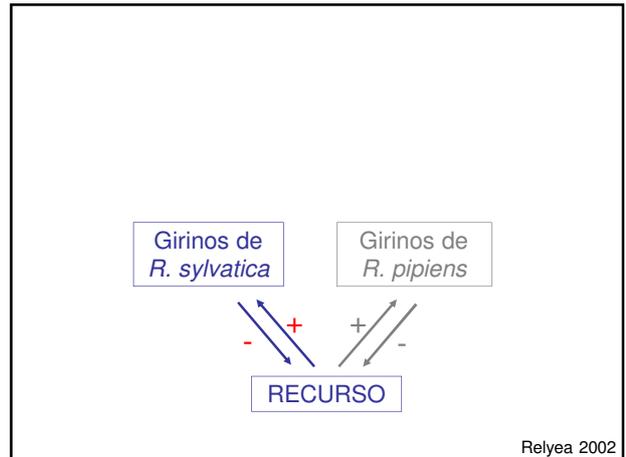
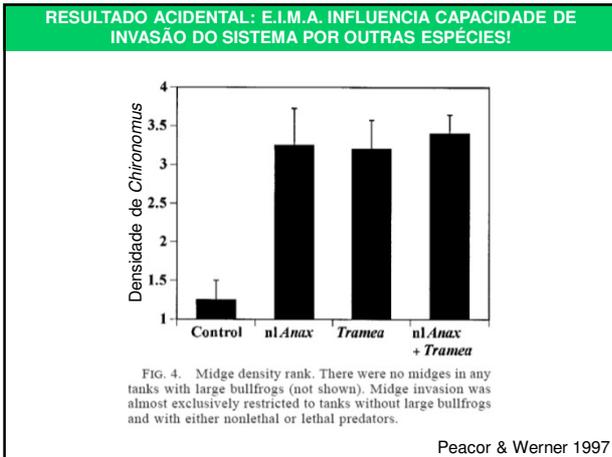
C. Laforch

BEM... SE A PRESENÇA DA ESPÉCIE 1 INFLUENCIA O FENÓTIPO DA ESPÉCIE 2, E SE A INTERAÇÃO ENTRE A ESPÉCIE 2 E A ESPÉCIE 3, 4, 5, ... É REGULADA POR SEU FENÓTIPO.....

EFEITOS INDIRETOS MEDIADOS PELOS ATRIBUTOS EMERGEM!







CONSIDERAÇÕES FINAIS

PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DA PRESENÇA DE PREDADORES	PLASTICIDADE MORFOLÓGICA EM FUNÇÃO DA PRESENÇA DE COMPETIDORES
Documentada em	Documentada em
Protistas	Invertebrados marinhos clonais
Rotíferos	Anfíbios
Cladóceros e outros Crustáceos	Peixes
Briozoários	
Gastropodes	
Peixes	
Anfíbios	

Werner & Peacor 2003

CONHECIMENTO DOS
ATRIBUTOS QUE REGULAM A
INTERAÇÃO DAS ESPÉCIES
ENTRE SI E COM O MEIO, MAIS
UMA VEZ, SE MOSTRA DE
ENORME IMPORTÂNCIA!

Bibliografia Seleccionada

Abrams, PA, BA Menge, GG Mittlebach, DA Spiller, P Yodzis. The role of indirect effects in food webs.

Benard 2004. *Annu. Ver. Ecol. Syst.* 35: 651-673.

Miner et al. 2005. *TREE* 20(12): 685-692.

Peacor 2002. *Ecology Letters* 5: 77-85.

Peacor & Werner 2001. *PNAS* 98: 3904-3908.

Tollrian & Harvell 1999. *The ecology and evolution of inducible defenses.*

Werner & Peacor 2003. *Ecology* 1083-1100

Yodzis 2010. *TREE* 16(2): 78-84.