

Ecologia – BIE210

Interações entre populações II

- Predação**
- Parasitismo**
- Mutualismo**

Interações entre populações

Interação	Espécie 1	Espécie 2	Descrição
Competição	-	-	inibição mútua
Predação	-	+	o predador mata ou explora a presa
Parasitismo	-	+	o parasita explora o hospedeiro
Amensalismo	-	0	inibição unilateral
Comensalismo	+	0	benefício unilateral
Mutualismo	+	+	benefício mútuo (facultativa/obrigatória)
Neutralismo	0	0	Nenhuma das populações sofre efeito

Efeitos na **população**

+ crescimento - decréscimo

0 sem efeito

Predação (+/-)

Consumo de um organismo (**presa**) por outro (**predador**), caracterizado pelo fato da **presa estar viva** quando o predador a ataca pela primeira vez.

Predadores – podem afetar a distribuição e a abundância das presas e vice-versa.

Predadores - Classificação

Categorização dos predadores baseada em diferentes critérios

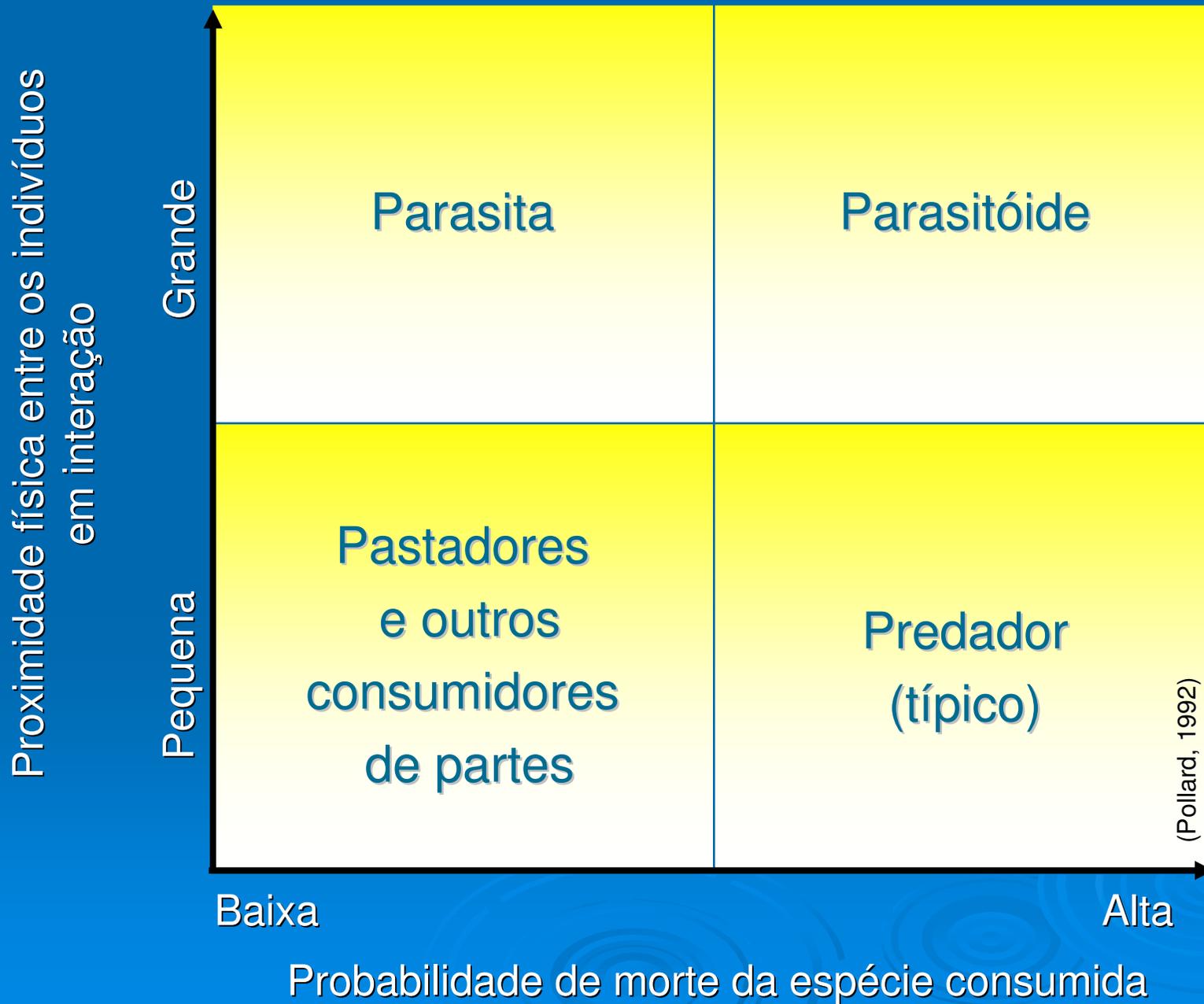
- De acordo com categorias tróficas (ou taxonômicas) das presas:
 - **Carnívoros**: Consumo de animais
 - **Herbívoros**: Consumo de produtores
 - **Onívoros**: Consumo de ambos

Predadores - Classificação

- De acordo com as conseqüências da interação e do grau de assciação entre predadores e presas (Thompson, 1982):

	Número de presas	Consumo da presa	Efeito sobre a presa	Exemplos
Predadores verdadeiros (ou típicos)	Alto	Total ou parcial	Morte ± imediata após ataque	 http://student.britannica.com/  http://eco.ib.usp.br/labmar/
Pastadores (Consumidor de partes)	Alto	Parcial	Raramente letal (não previsível)	 http://www.freefoto.com/  http://www.inmetro.gov.br/  http://www.mexfish.com/
Parasitas	1 ou poucos (associação íntima)	Parcial	Raramente letal	 http://w3.ufsm.br/parasitologia  http://www.ipm.iastate.edu  http://www2.col.com.br/
Parasitóides (dípteros e himenópteros)	1 (associação íntima)	Total	Morte a longo prazo (desenvolvimento da larva do parasitóide)	 http://www.rothamsted.ac.uk  http://biology.clc.uc.edu

Predadores - Classificação



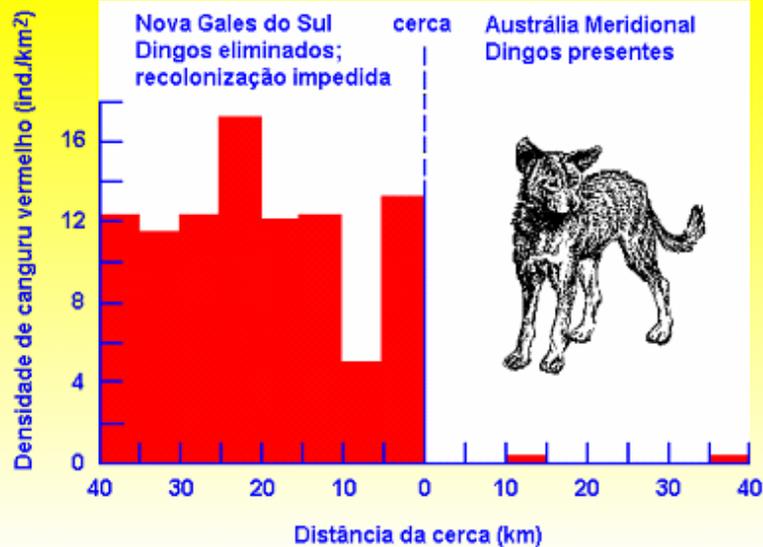
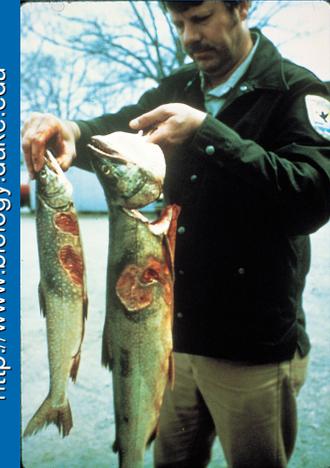
Efeito da predação sobre presas (+/-)

Evidências

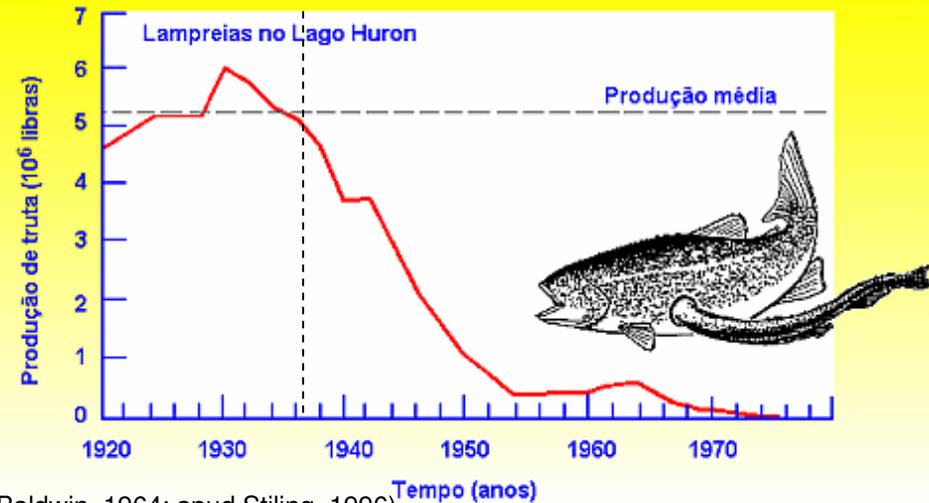
Predador típico



Consumidor de partes



(Caughley *et al.*, 1980; apud Stiling, 1996)



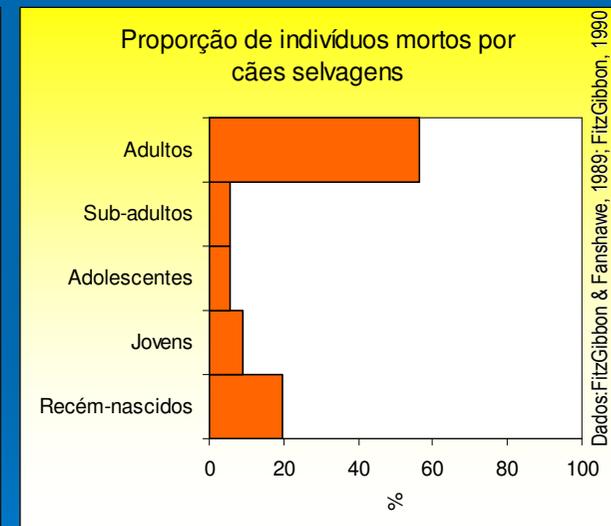
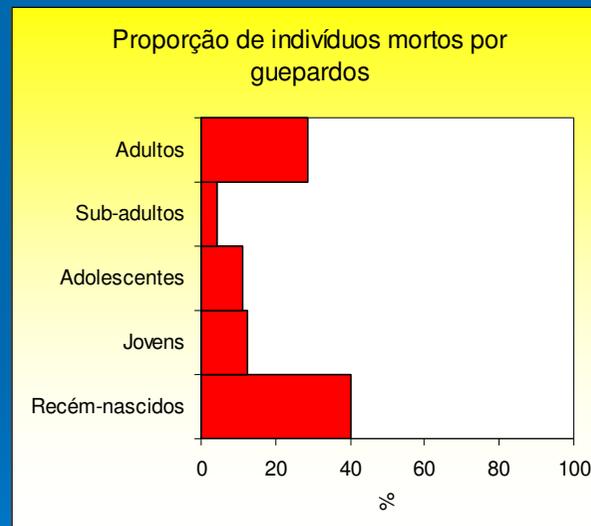
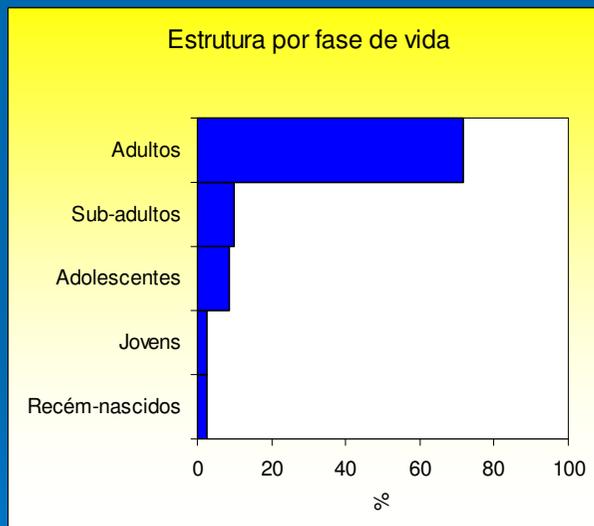
(Baldwin, 1964; apud Stiling, 1996)

Efeito da predação sobre presas (+/-)

Efeito na população de presas – nem sempre previsíveis

1. Influência **diferenciada** nos indivíduos da população de presas: tendem a ser aqueles com **menor potencial de contribuição imediata** para a estrutura/funcionamento populacional (jovens, deficientes, doentes, velhos com pouco ou nenhum **potencial reprodutivo**).

População de gazelas sob influência de predação



Dados: FitzGibbon & Fanshawe, 1989; FitzGibbon, 1990



Efeito da predação sobre presas (+/-)

Efeito na população de presas – nem sempre previsíveis

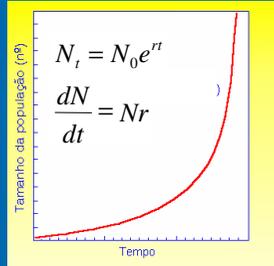
2. Pode causar mudanças compensatórias no crescimento, sobrevivência ou reprodução das presas sobreviventes:

- redução de competição intraespecífica (dependente de densidade)
- redução do ataque de outros predadores (dependente de densidade)
- aumento do desempenho biológico (em média) nos indivíduos remanescentes

Reações compensatórias são limitadas!!!

Predação e dinâmica populacional

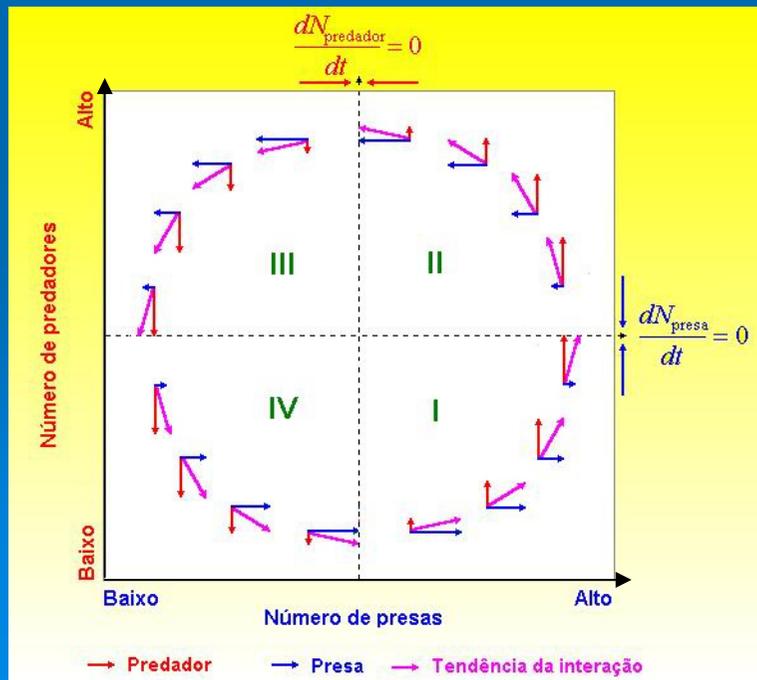
Pressupostos: - populações com potencial de **crescimento exponencial**, **limitadas apenas pela interação**;



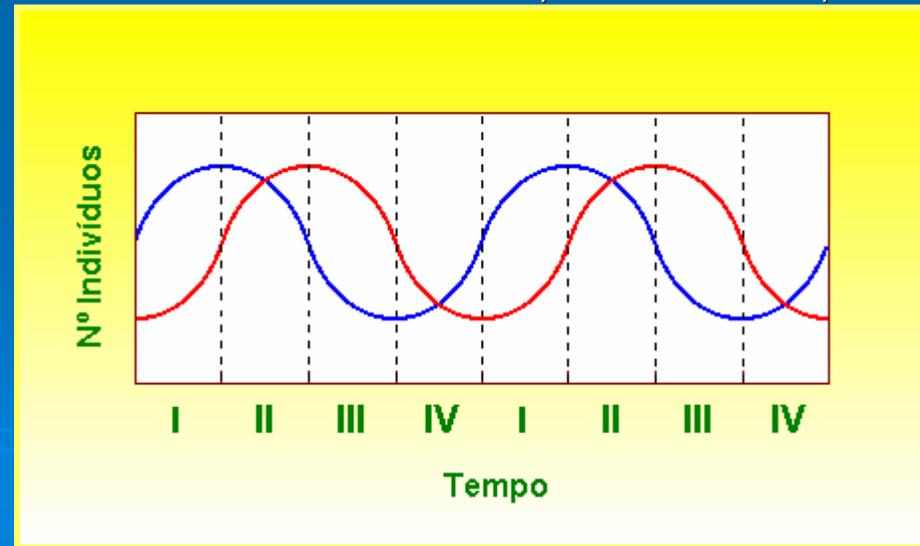
- predadores podem consumir nº infinito presas;
- encontros ao acaso em ambiente homogêneo.

Limitação: Os pressupostos do modelo não consideram a **interferência de outros fatores** do ambiente

Varição $N_{predador} \times N_{presa}$



Varição temporal de $N_{predador}$ e de N_{presa}

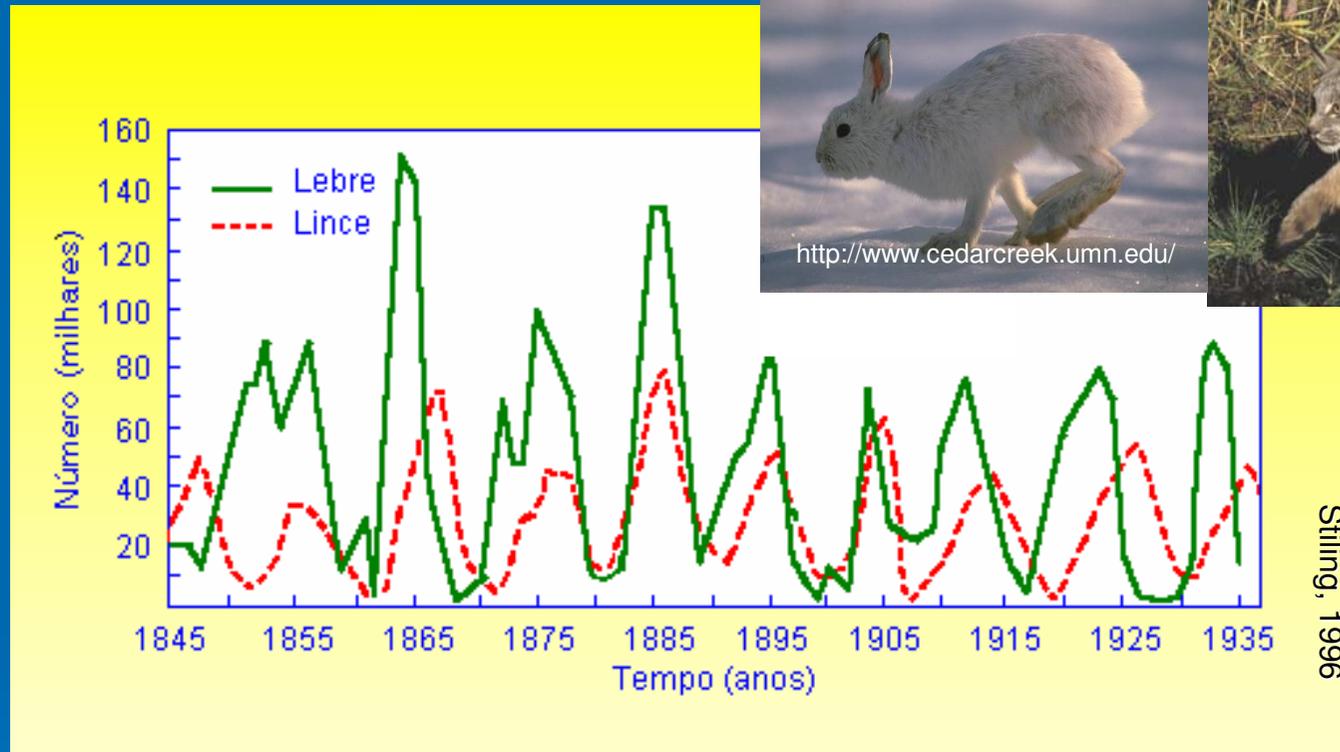


Padrão básico - tendência a ciclos

Predação e dinâmica populacional

Lepus americanus

Lynx canadensis



Diminuição da população de lebres:

- predação
- aumento da impalatabilidade das plantas (resposta à pressão de herbivoria)

Predação e dinâmica populacional

Strix aluco



Predador

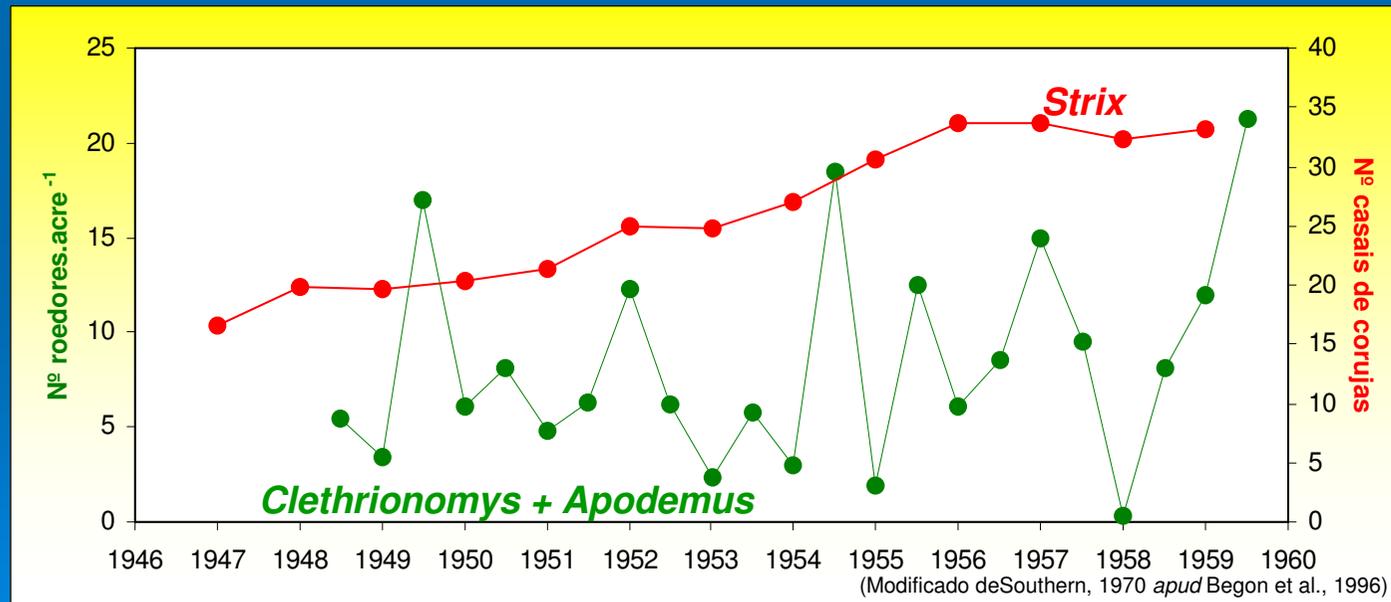
Clethrionomys glareolus



Apodemus sylvaticus



Principais presas



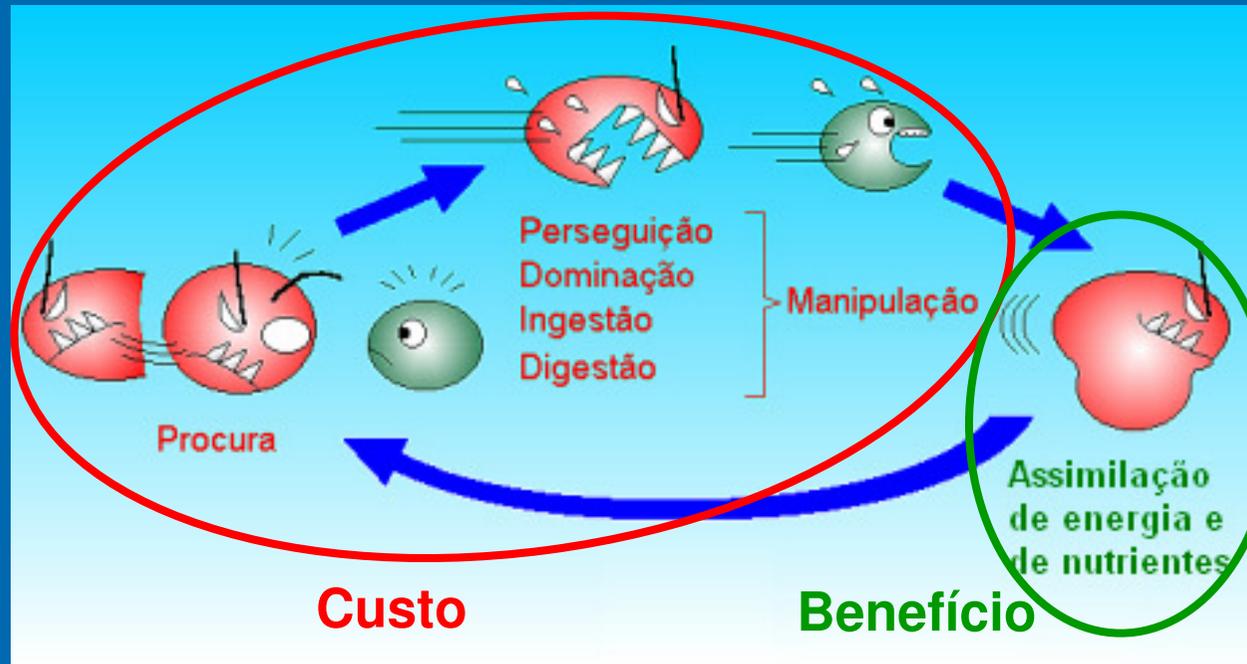
Predação e seleção natural



- I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas
- II - Desenvolvimento de estratégias de predação/dieta

Predação e seleção natural

Custos e benefícios da predação



Eficiência de captura → Pressão seletiva sobre a população da presa

Eficiência de escape → Pressão seletiva sobre a população do predador

Predação e seleção natural

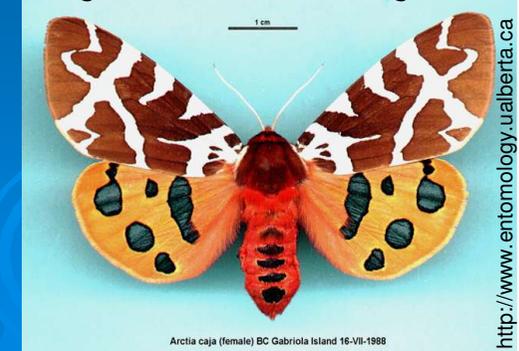
I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas

Adaptações Morfológicas

Estruturas raptorais x Defesas mecânicas Coloração de alerta (aposemática)



Coloração de intimidação/desorientação



Predação e seleção natural

I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas

Adaptações Morfológicas

Polimorfismo
(variação em caracteres morfológicos)



Camuflagem
(semelhante ao ambiente)



Mimetismo
(semelhante a outro organismo)



Predação e seleção natural

I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas

Adaptações Comportamentais

- Diferença de período e/ou local de atividade entre predador e presa
- Abordagem x fuga/confronto/desorientação
- Eficiência de infestação (ectoparasita)



X
limpeza corporal

Predação e seleção natural

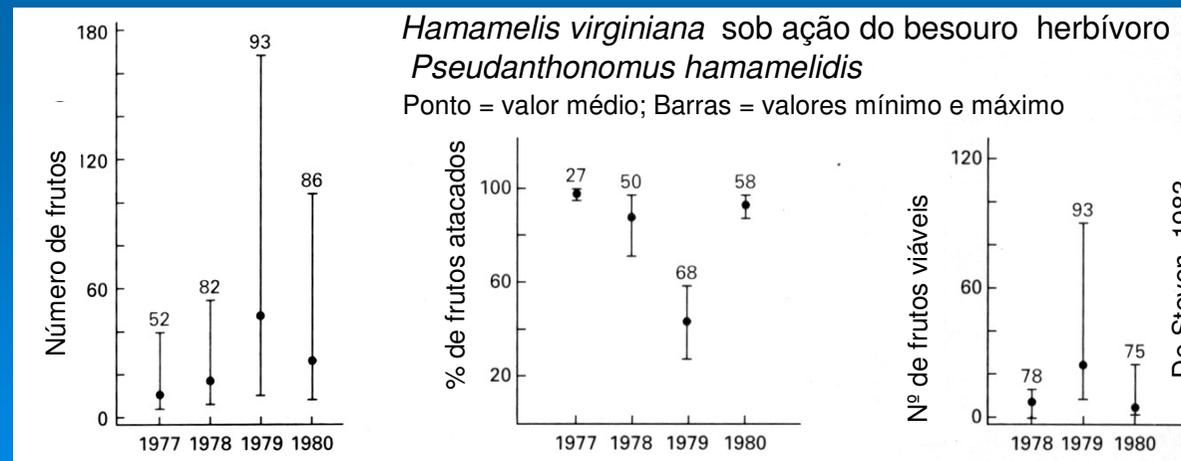
I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas

Adaptações Fisiológicas

Peçonhas e defesas químicas



Produção excepcional e sincrônica de sementes (*masting*)



Sistema imunológico (contra endoparasitas)

Predação e seleção natural

I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas

Coevolução predador-presa: **Corrida armamentista evolutiva**

Predador

Presas

Ataque

Escape

Melhora na
capacidade
predatória

Melhora na
capacidade de evitar
ou resistir à predação

...

→ = Pressão seletiva



Predação e seleção natural

I - Influências evolutivas mútuas entre predadores e presas

Corrida armamentista evolutiva

A longo prazo (tempo evolutivo), pode resultar em processo de especialização extrema, ou até em **especiação**

Exemplos:

Espécies próximas de borboleta especializadas em consumir espécies próximas de plantas

Heliconiini e Passifloraceae



Danaus plexippus
(borboleta monarca)



Asclepia curassavica



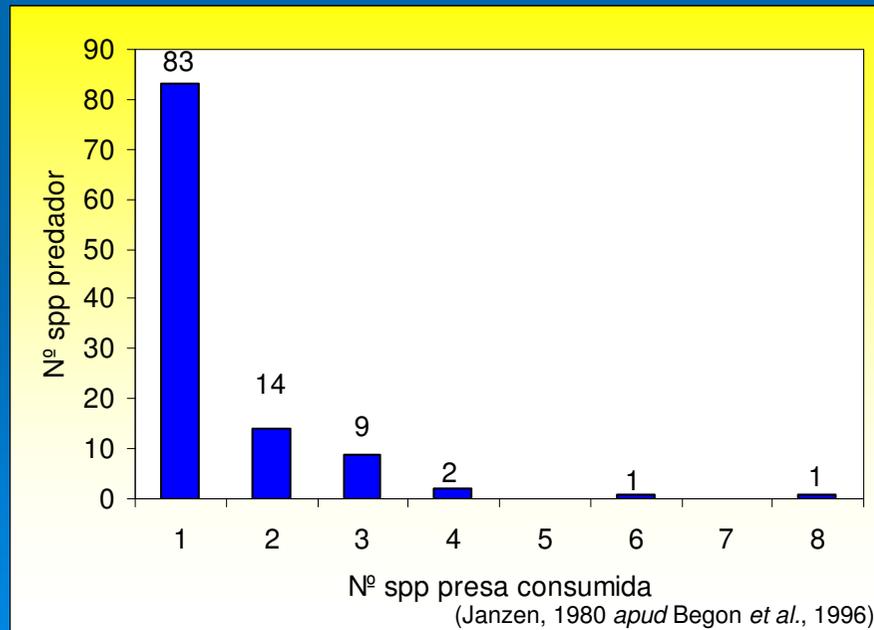
Predação e seleção natural

II - Desenvolvimento de estratégias de predação/dieta

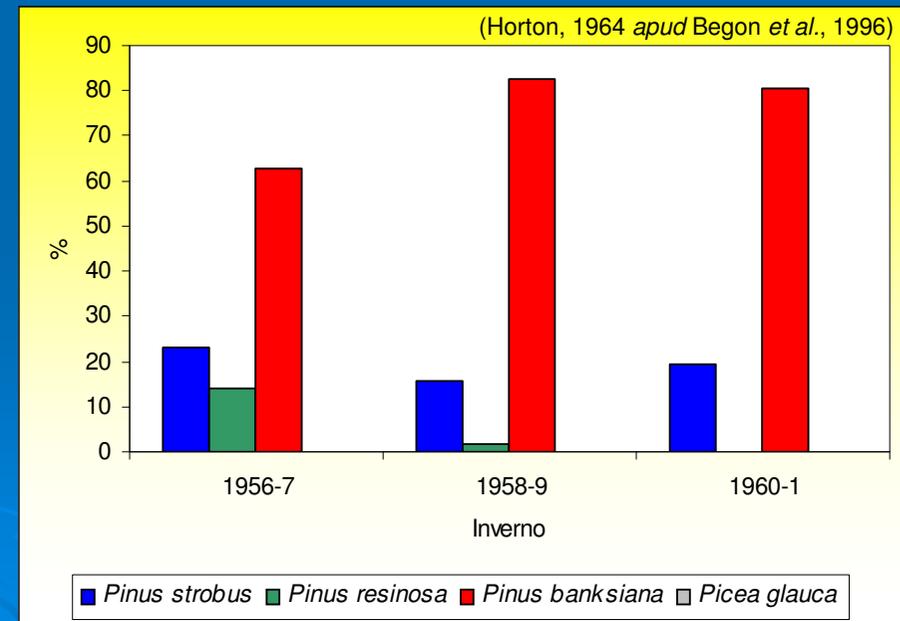
Tendência à especificidade do tipo de presa utilizado em diversos casos.

Número de itens alimentares menores do que seria permitido por suas características biológicas ou pela disponibilidade de presas potenciais

110 spp besouros x 975 spp plantas



Cervos em cultivo de 4 espécies de árvores igualmente representadas



Predação e seleção natural

II - Desenvolvimento de estratégias de predação/dieta

Teoria do Forrageamento Ótimo

(MacArthur & Pianka, 1966; Charnov, 1976)

Objetivo: Prever a estratégia de forrageamento (busca e exploração de alimento) de um predador, em termos da otimização da relação custo-benefício

Princípios:

Se um indivíduo apresenta um **padrão de predação eficiente** nas **condições ambientais** em que se encontra



Alta aptidão individual favorecida pela seleção natural



Se essa capacidade for herdável, **será disseminada na população, em tempo evolutivo**

Estratégia de forrageamento ótimo

Número de itens alimentares que propicia maior ganho energético em relação ao custo de obtenção (= otimização da relação custo-benefício)

Predação e seleção natural

II - Desenvolvimento de estratégias de predação/dieta

Teoria do Forrageamento Ótimo

(MacArthur & Pianka, 1966; Charnov, 1976)

Objetivo: Prever a estratégia de forrageamento (busca e exploração de alimento) de um predador, em termos da otimização da relação custo-benefício

Pressupostos:

1. Comportamento forrageamento atual: Seleção natural no passado favorecendo **maximização da aptidão individual**
2. Aptidão individual **proporcional à taxa de incorporação de energia líquida** (balanço energia bruta - custos de aquisição).



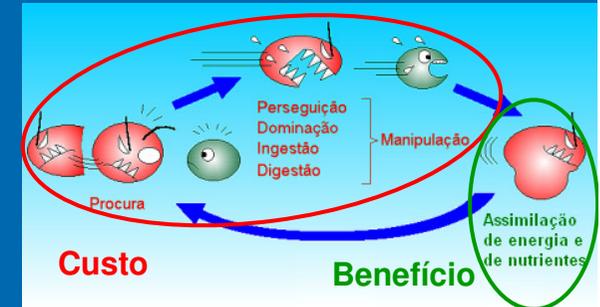
3. Animais observados em ambientes adequados ao seu forrageio (ambiente natural similar àquele onde evoluíram)

Teoria do forrageamento ótimo: Modelo

Dieta do predador composto por n itens, cada um envolvendo:

Tempo médio de procura = \bar{s} Energia incorporada = E

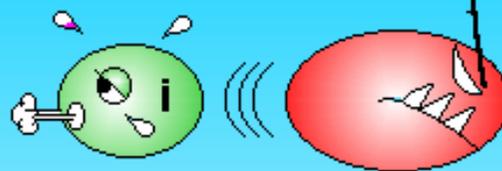
Tempo de manipulação = h Ganho líquido médio = $\frac{\bar{E}}{\bar{h}}$



No momento da alimentação,
encontra item i
(novo na dieta)



Ignora i e procura outro item



Gasto adicional de um \bar{s}
Ganho líquido ao
consumir outro item = $\frac{\bar{E}}{(\bar{h} + \bar{s})}$



Estratégia ótima
Incluir i na dieta somente se:

$$\frac{E_i}{h_i} \geq \frac{\bar{E}}{(\bar{h} + \bar{s})}$$

Limitações do modelo:

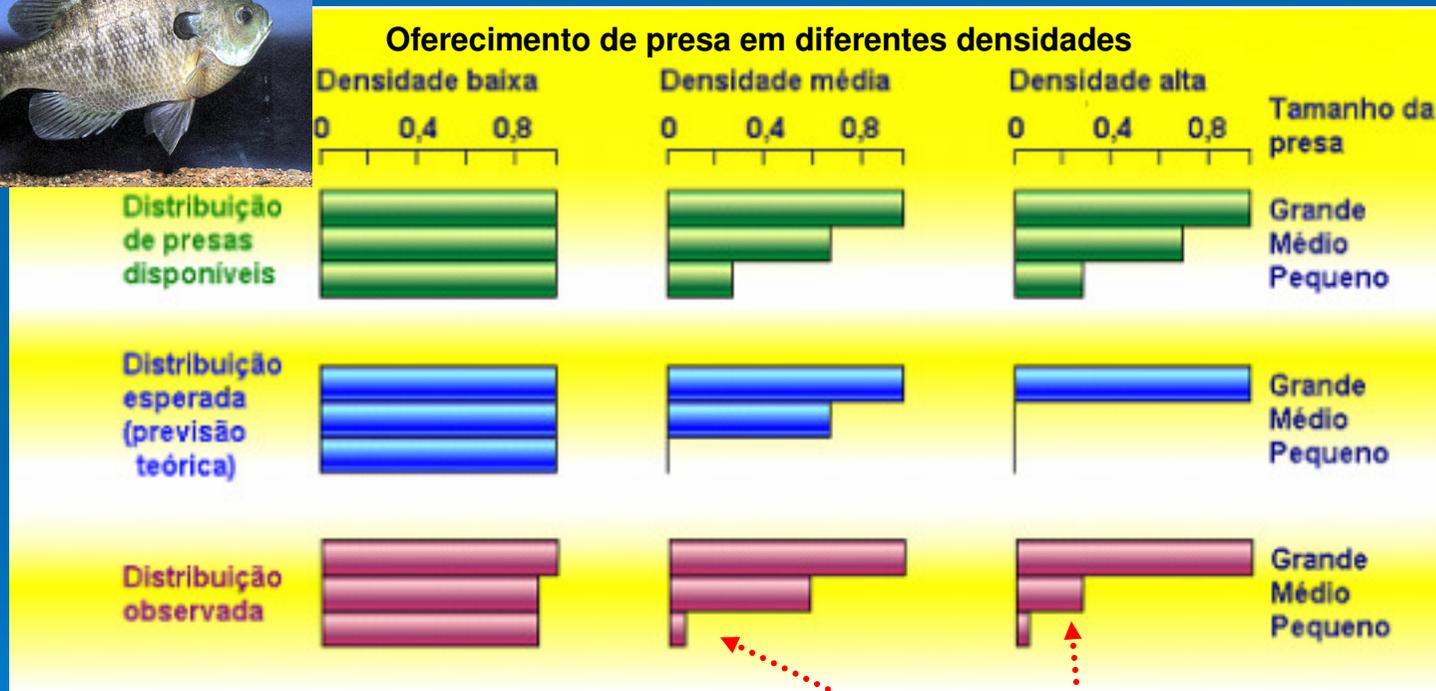
- não considera a possibilidade de predadores substituírem itens da dieta de acordo com a densidade dos mesmos
- não considera influência de outros fatores ambientais (bióticos ou abióticos)

Teoria do forrageamento ótimo: Exemplo

Lepomis macrochirus

Comparação entre a dieta esperada pela teoria do forrageamento ótimo e aquela efetivamente verificada

<http://www.nativefish.org/>



(Werner & Hall, 1974, *apud* Begon *et al.*, 1996)

Tendência à especialização total da dieta

Presas menores do que as previstas são incluídas na dieta (diferenças individuais)

Predação e seleção natural

II - Desenvolvimento de estratégias de predação/dieta

Relação Custo-Benefício → Estratégias de predação

Estratégia	Monofagia/Oligofagia (especialistas)	Polifagia (generalista)
Característica		
Número de itens (tipos)	1 ou poucos	vários
Favorável em situações em que a abundância do(s) item(ns) é:	alta	baixa ou variável
Tempo de procura comparado ao tempo de manipulação	curto	longo

Estratégia de forrageamento ótimo → número de itens que propicia maior ganho energético em relação ao custo de obtenção (= otimização da relação custo-benefício)

Parasitismo (+/-)

Parasita x Outros tipos de predador

(Modificado de Thompson, 1982)

	Número de presas	Consumo da presa	Efeito sobre a presa
Predadores verdadeiros (ou típicos)	Alto	Total/parcial	Morte ± imediata após ataque
Pastadores (Consumidor de partes)	Alto	Parcial	Raramente letal (não previsível)
Parasitas	1 ou poucos (associação íntima)	Parcial	Raramente letal
Parasitóides (himenópteros e dípteros)	1 (associação íntima)	Total	Morte a longo prazo (desenvolvimento da larva do parasitóide)

Parasitismo (+/-)

Adaptações específicas em relação ao hospedeiro:
reconhecimento, fixação, resistência a defesas, transmissão de um indivíduo para outro

Tipos:

Relação com o hospedeiro	Categorias	Descrição
Local de fixação	Ectoparasita Endoparasita	sobre o corpo dentro do corpo
Grau de fidelidade	Obrigatório Facultativo	alimentação e reprodução exclusivamente no hospedeiro apresentam meios alternativos de alimentação e reprodução
Nº de hospedeiro	Monogenético Poligenético	uma espécie de hospedeiro duas ou mais espécies de hospedeiros

Parasitismo (+/-)

Trapaceiros (*cheaters*) evolutivos



Diglossa plumbea



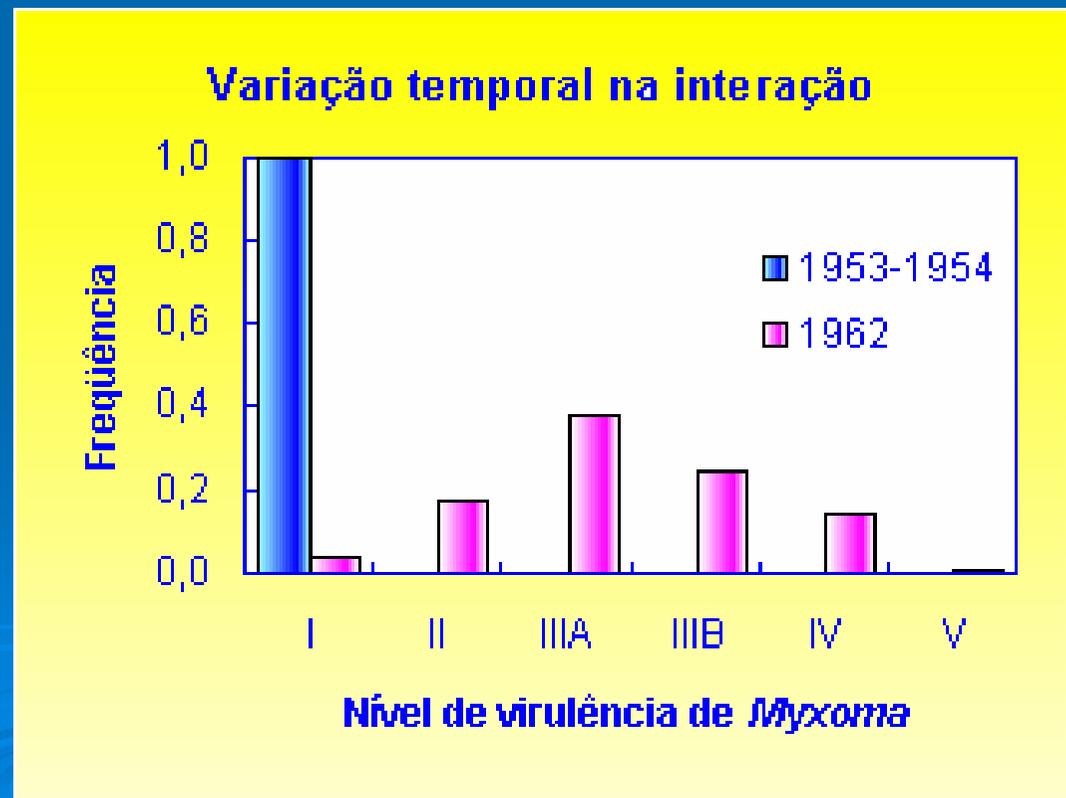
Parasitismo e seleção natural: estabilização evolutiva

Myxioma (vírus) x *Oryzctolagus cuniculus* (coelho da Grã-Bretanha)

Coelhos - introduzidos Austrália 1859 → problemas às espécies locais

Vírus *Myxioma* (América do Sul) introduzido em 1950 como agente de controle biológico

Grau de virulência	Tempo médio de sobrevivência do hospedeiro (dias)
I	< 13
II	14 -16
IIIA	17 - 22
IIIB	23- 28
IV	29 - 50
V	-



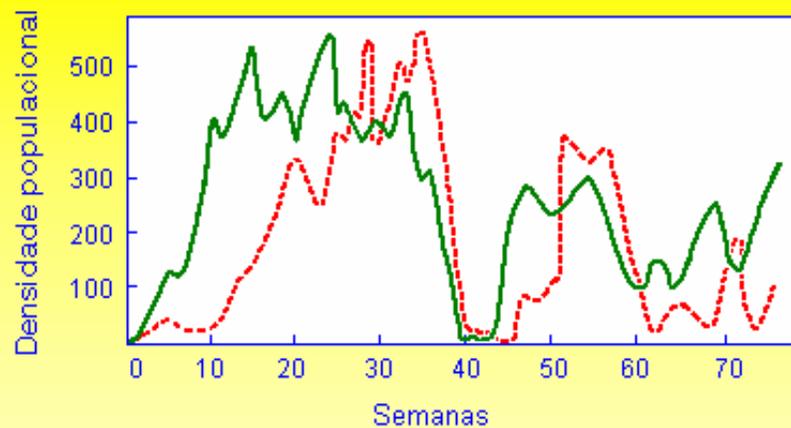
Parasitismo e seleção natural: estabilização evolutiva

Em parasitóides

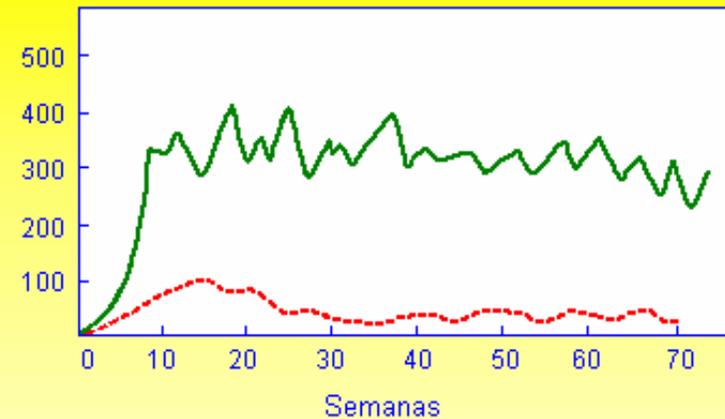
Nasonia vitropennis
(vespa parasitóide)

×

Musca domestica
(mosca doméstica)



2 anos



— *Musca domestica* (hospedeiro)
- - - *Nasonia vitropennis* (parasita)

Mutualismo (+/+)

Associação de duas espécies, com diversos graus de integração física, sendo ambas favorecidas.

Benefícios da interação superam custos para ambas as populações

Apresenta grande variedade de situações

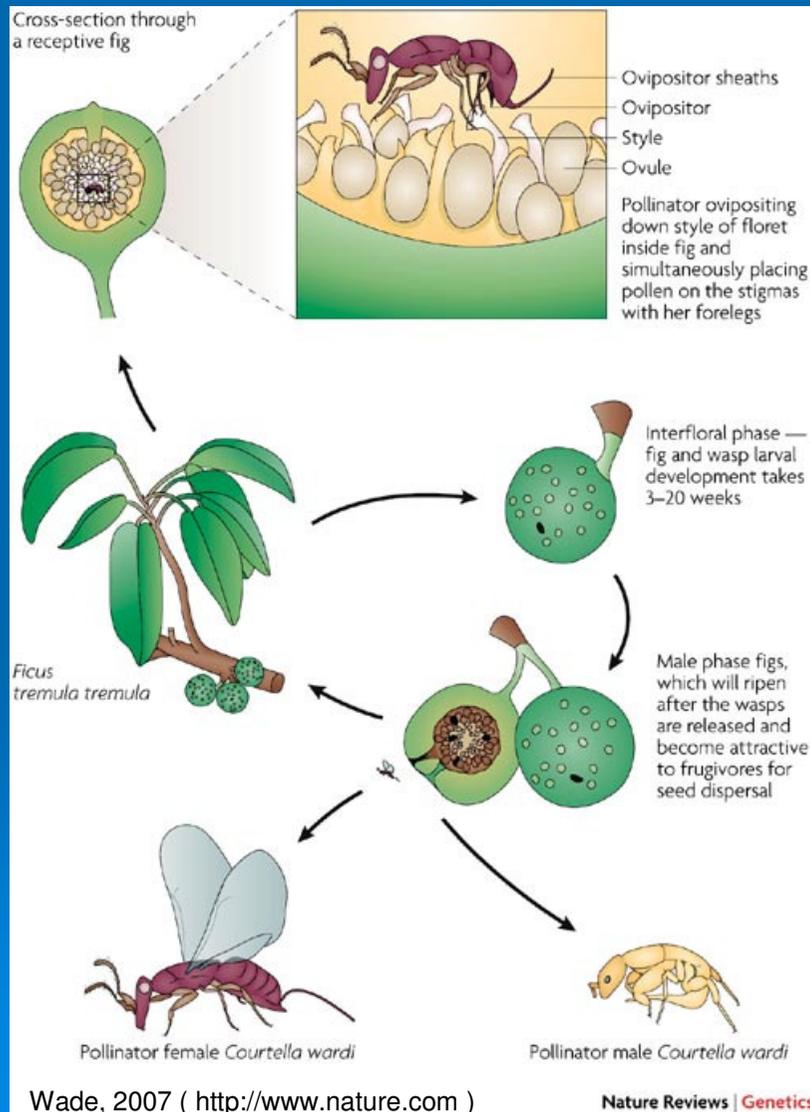
Abordagens (classificação):

- Obrigatório x facultativo
- Simbiótico x não simbiótico (proximidade física dos organismos participantes)
- Trófico, defensivo e dispersivo (tipo de benefício)
- Mutualismos ao longo de um contínuo de crescente grau de integração física entre os envolvidos.

Mutualismo (+/+)

Obrigatório

Ficus tremula tremula (figueira)



- Inflorescência fechada
- Produzem substâncias voláteis que atraem vespas (fêmeas adultas fertilizadas)
- Flores femininas amadurecem antes das masculinas (entrada da vespa fêmea na inflorescência)
- Flores masculinas amadurecem na ocasião em que as vespas (geração seguinte) saem do fruto.

Courtella wardi (vespa polinizadora)

- Eclosão, desenvolvimento e acasalamento dentro da inflorescência
- Fêmea fertilizada sai do fruto carregando grãos de pólen e entra em nova inflorescência para oviposição
- Durante a oviposição, ocorre polinização de flores femininas maduras

Mutualismo (+/+)

Defensivo

<http://gracie>



Corpos beltianos
(lipídio e proteínas)

Nectários
(açúcar e amino-
ácidos)

Espinhos ocos
(abrigo)

ços
e os
es de
s de



Li

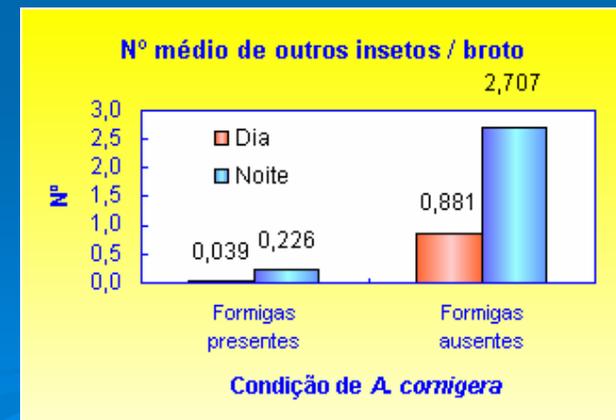
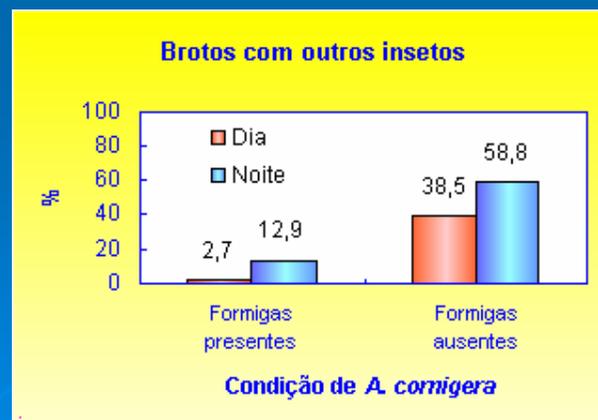
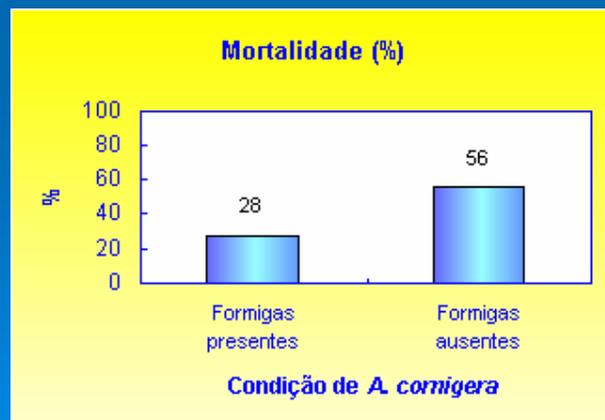
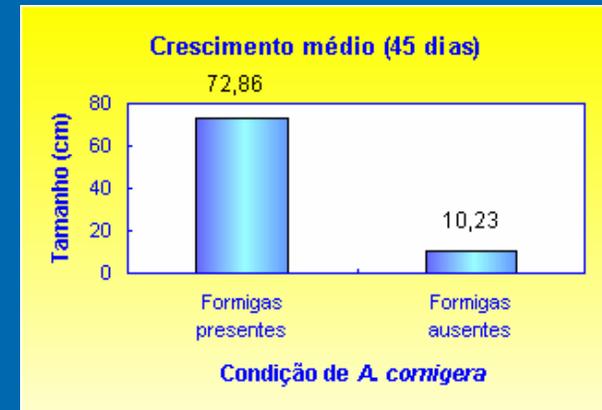
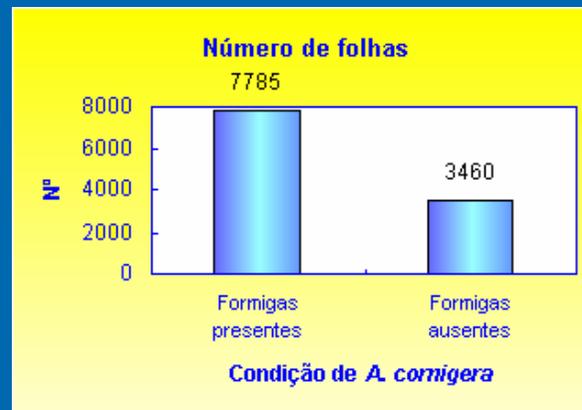
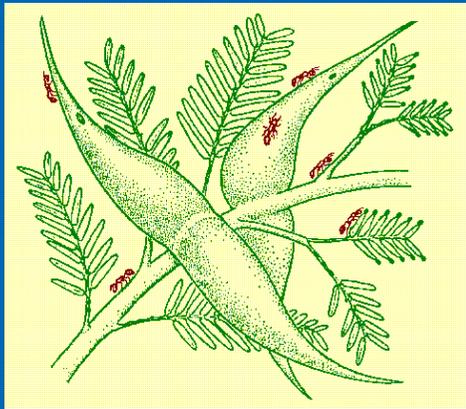
Consome
detritos o
corpo de

<http://www.mtu.edu>

Mutualismo (+/+)

Defensivo

Acacia cornigera (plântulas) x *Pseudomyrmex ferruginea*



(Dados: Janzen, 1966)

Mutualismo (+/+)

Dispersivo



<http://eco.ib.usp.br/beelab/>

Dispersores de pólen
(polinizadores)

Atuam na reprodução da
espécie vegetal



<http://www.nrcs.usda.gov>



<http://www4.ncsu.edu/>

Dispersores de sementes

Atuam na distribuição
espacial da planta



<http://www.nature.com>

Mutualismo (+/+)

Trófico

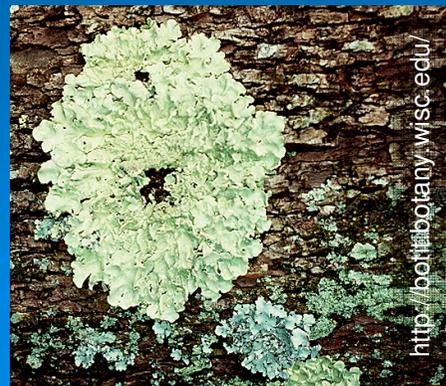
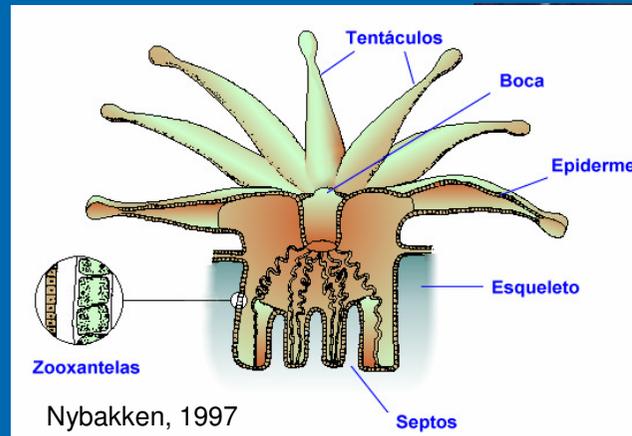
Envolve troca de substâncias nutritivas

Plantas superiores e fungos
(micorrizas)

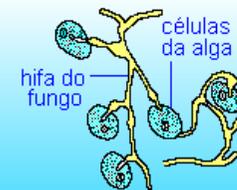


Ectomicorrizas em plântula de *Pinus* com 4 cm acima do solo (extraído de Raven *et al.* 2001)

Corais e zooxantelas (produtores unicelulares)



Algas + fungos (=líquens)



Hifas do fungo penetram células da alga



Hifas e filamentos da alga entremeados



Hifas e células da alga em contato estreito

Odum, 1985

Interações e outros fatores ambientais

Para um mesmo par de espécies, o tipo de interação pode mudar por influência do contexto ambiental.

Exemplo: micorrizas e bacteriorrizas

- solo **enriquecido por nutrientes**: o benefício da interação torna-se **menor** para a planta
- **custo relativo do fornecimento** de compostos orgânicos para o fungo/bactéria torna-se maior
- A relação **mutualística** pode se converter em **parasitismo**

Possíveis vias de alteração da natureza da interação (não exaustivas)

