

Interações Predador-p Parasitóide-Hospedeir

Nigel Cattlin/Photo Researchers, Inc



Begon et al. 2016

Sumário

- Continuando com interações Consumidor-Recurso
- Introdução interações Predador-presa
 - Como predadores afetam a estrutura de comunidades (composição de espécies e distribuição de tamanho de corpo)
 - Efeitos não letais de predadores
 - Como pressão de predação pode interagir com outros fatores ambientais para determinar a estrutura da comunidade
- Modelos predador-presa
 - Gerações contínuas (Lotka-Volterra)
- Parasitóide-Hospedeiro
 - Gerações Discretas (Nicholson-Bailey)
 - Pressupostos modelo Nicholson-Bailey
- Evolução de interações predador-presa e parasitóide-hospedeiro

O que são predadores?

- Um predador pode ser definido como qualquer organismo que consome outro em parte ou todo (sua presa ou hospedeiro), logo se beneficiando, mas reduzindo o crescimento, fecundidade, ou sobrevivência de sua presa
- **Predadores verdadeiros**
 - Invariavelmente matam suas presas e o fazem mais ou menos imediatamente depois de atacá-las
 - Consome algumas ou muitas presas durante sua vida
- **Pastejadores**
 - Atacam algumas ou muitas presas durante sua vida
 - Consome somente parte de cada presa
 - Normalmente não matam sua presa, especialmente no curto prazo

O que são predadores?

- **Parasitas**

- Consomem somente parte de cada presa, normalmente chamada de hospedeiro(a)
- Normalmente não matam suas presas, especialmente no curto prazo
- Atacam uma ou poucas presas durante sua vida, com as quais eles logo formam relações íntimas

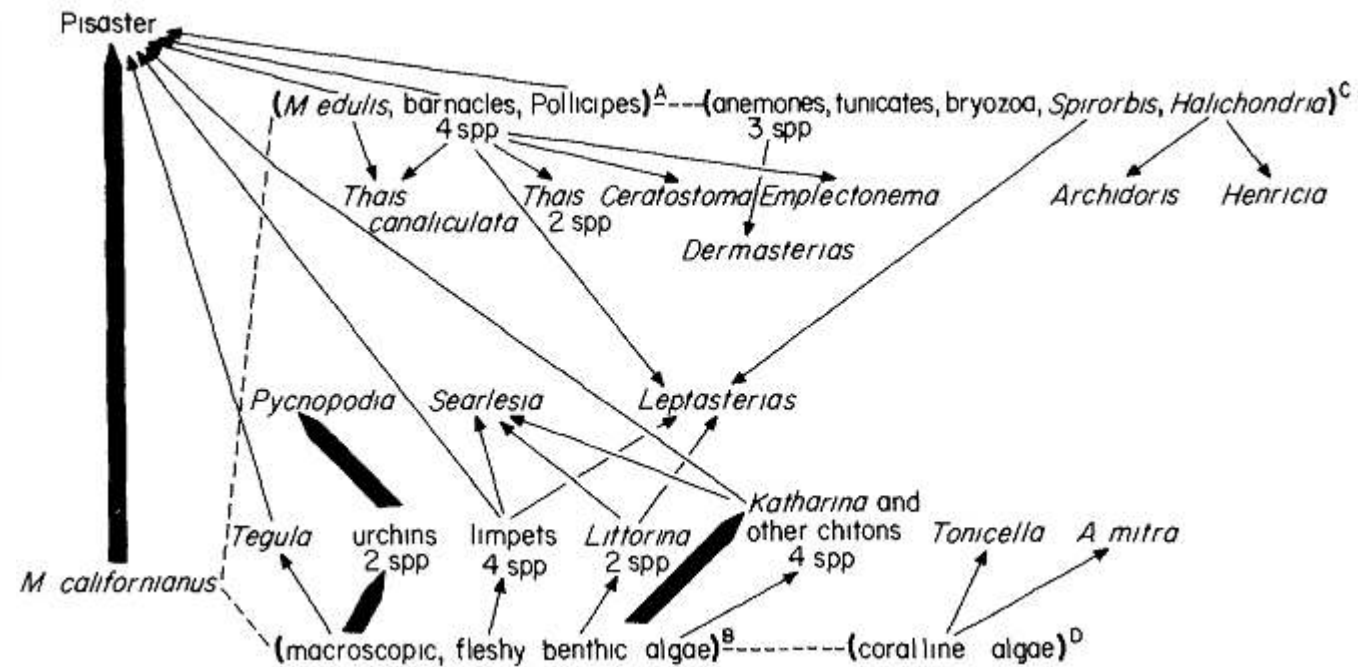
- **Parasitóides** são moscas e vespas cuja larva consome a larva de insetos hospedeiros a partir de dentro, tendo sido depositada como ovo nelas por sua mãe

- Tem somente um único hospedeiro, que eles sempre matam
- Parasitóides são um misto de ‘parasitas’ e ‘predadores verdadeiros’

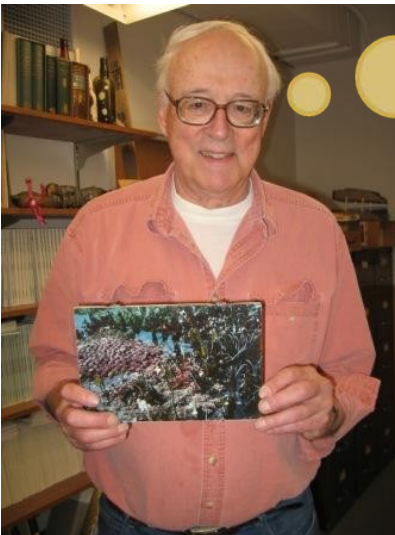
Como predadores influenciam padrões em comunidades

- Composição de espécies
- Atributos fenotípicos (e.g., Tamanho de corpo)
- Efeitos não letais
 - *Fitness* (sobrevivência)
 - Movimento/comportamento

Efeito de predadores na estrutura de comunidades

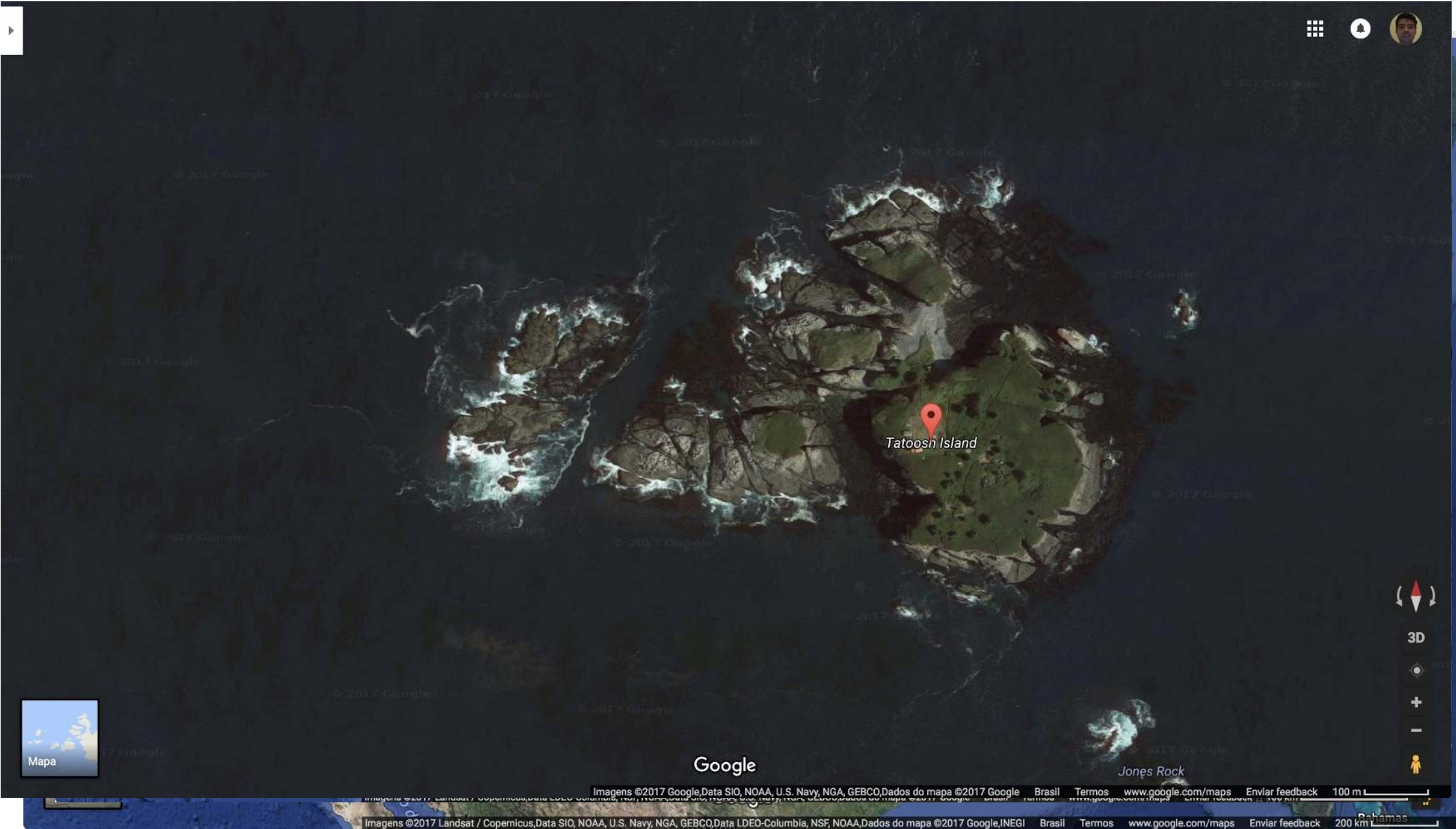


Robert Paine



Principal argumento

A diversidade local está diretamente relacionada com a eficiência com que predadores reduzem a monopolização de um recurso por somente uma espécie



Google



EFEITO DA PREDACÃO NAS POPULAÇÕES

Estado natural



Tempo 1



Estrela do mar



Mexilhão



Cracas

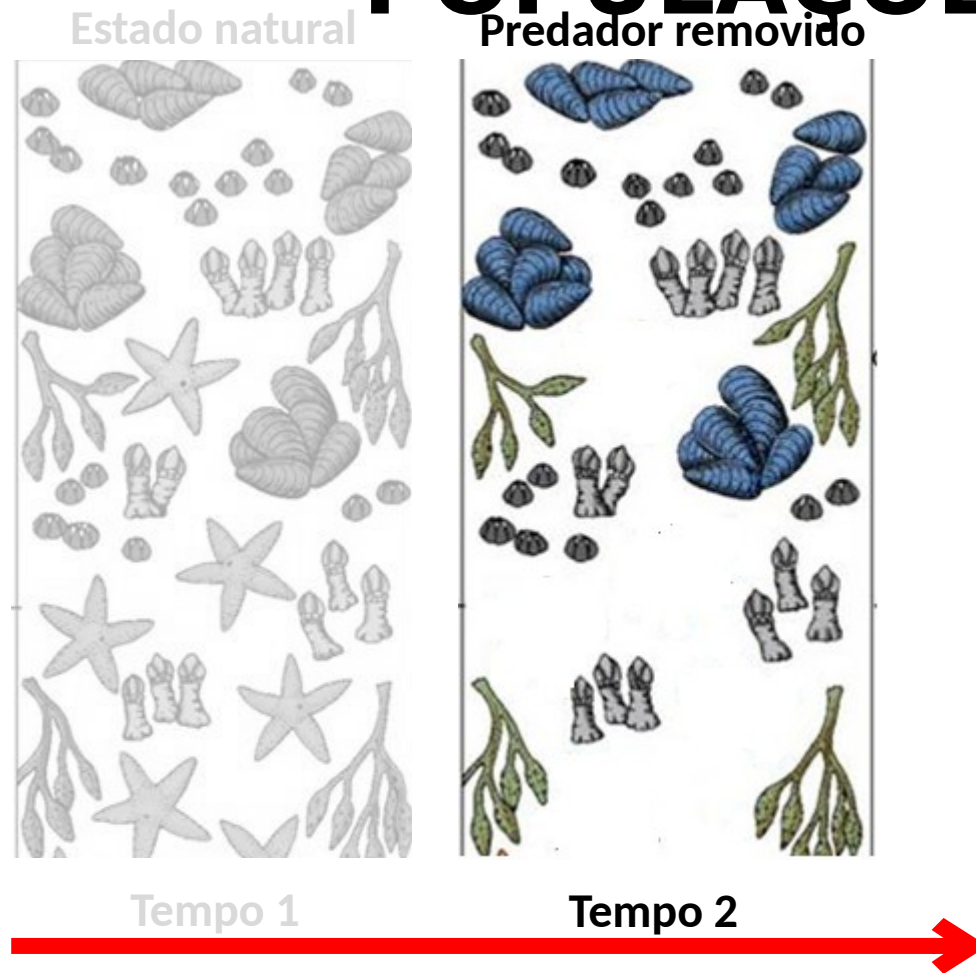


Cracas sp2



Rockweeds

EFEITO DA PREDACÃO NAS POPULAÇÕES



Estrela do mar



Mexilhão



Cracas

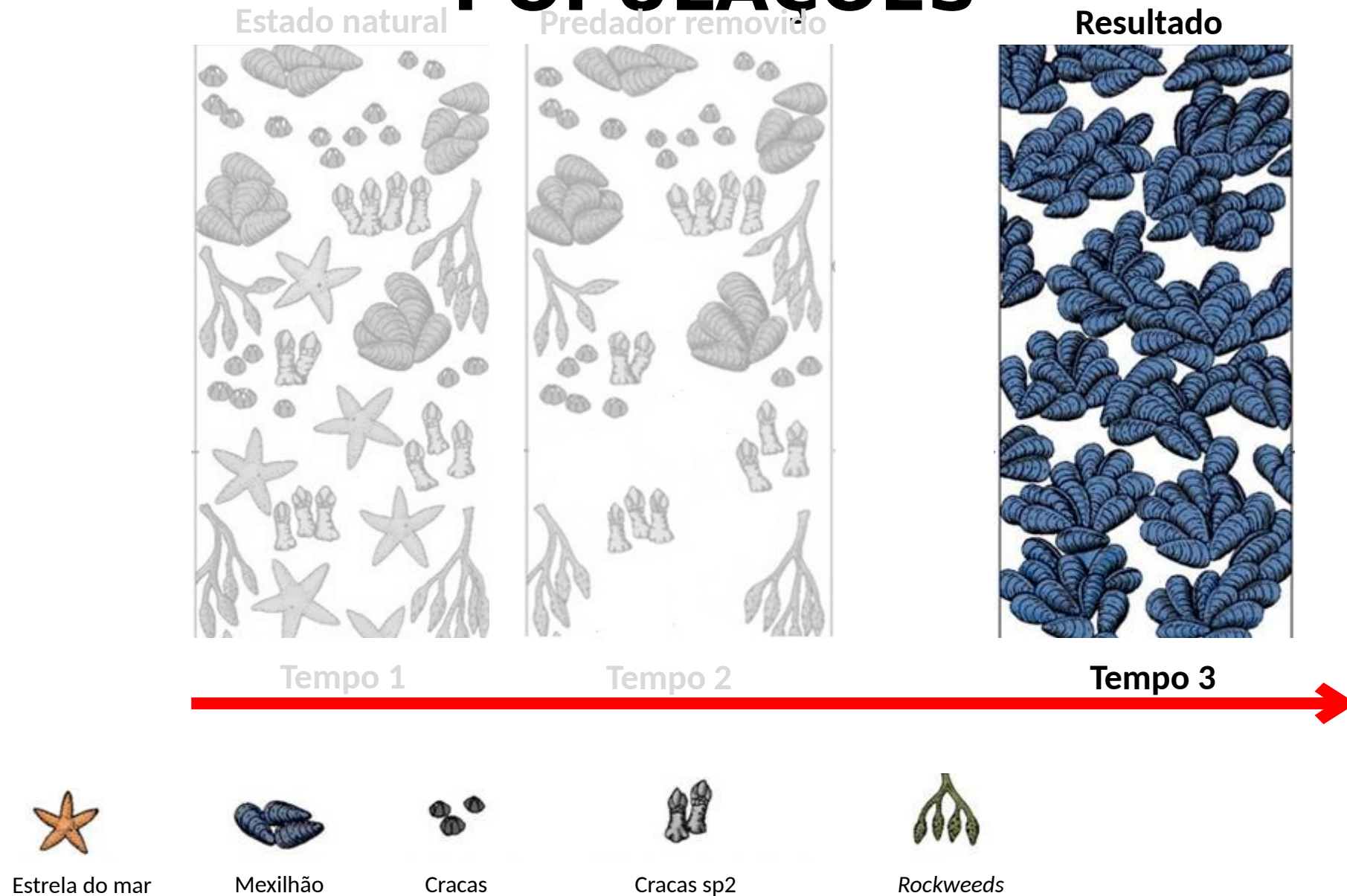


Cracas sp2



Rockweeds

EFEITO DA PREDACÃO NAS POPULAÇÕES



EFEITO DA PREDACÃO NAS POPULACÕES

Predadores interferem na interação
entre espécies que utilizam o
mesmo recurso. Assim, a predação
pode favorecer a coexistência
reduzindo a capacidade competitiva
de espécies-chave

Resultado



Estrela do mar



Mexilhão



Cracas



Cracas sp2



Rockweeds

Toward a trophic theory of species diversity

John W. Terborgh¹

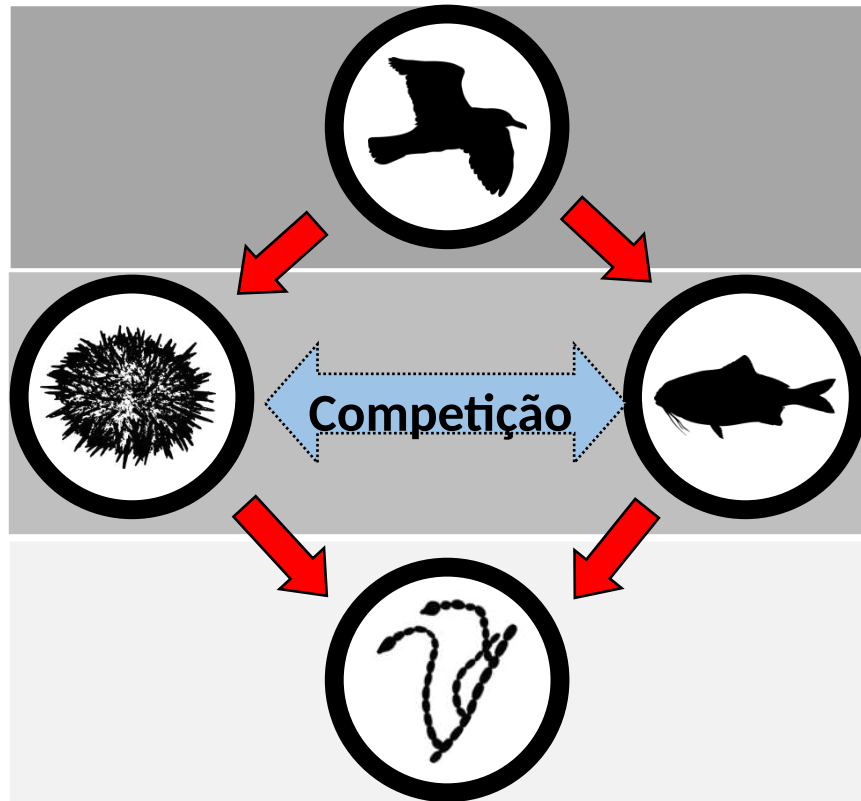
Center for Tropical Conservation, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, Durham, NC 27708

PNAS | September 15, 2015 | vol. 112 | no. 37 | 11415–11422

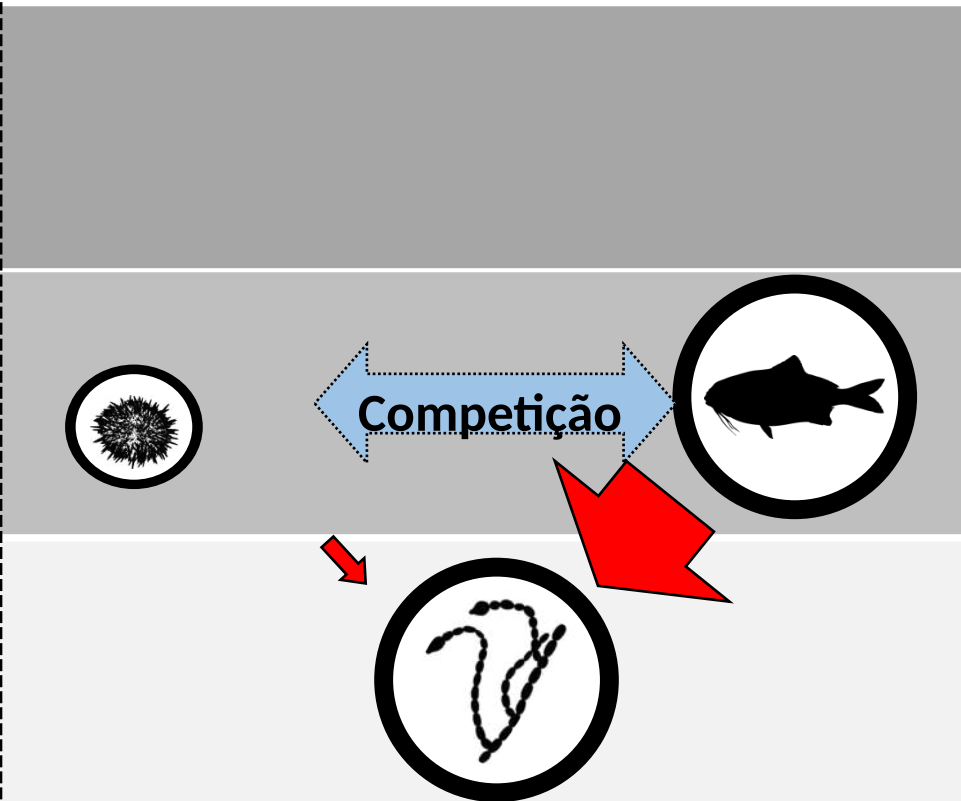
Principal argumento

A diversidade de espécies é mantida pela **interação entre predação e competição** e, desse modo, **predadores de topo reduzem a competição** e permitem a coexistência de espécies.

**Predador de topo reduz o
crescimento populacional
de competidores
potenciais**



**A remoção deste predador
pode desestabilizar o
sistema ao permite
monopolização de recurso**



Trophic Downgrading of Planet Earth

James A. Estes,^{1*} John Terborgh,² Justin S. Brashares,³ Mary E. Power,⁴ Joel Berger,⁵
William J. Bond,⁶ Stephen R. Carpenter,⁷ Timothy E. Essington,⁸ Robert D. Holt,⁹
Jeremy B. C. Jackson,¹⁰ Robert J. Marquis,¹¹ Lauri Oksanen,¹² Tarja Oksanen,¹³
Robert T. Paine,¹⁴ Ellen K. Pikitch,¹⁵ William J. Ripple,¹⁶ Stuart A. Sandin,¹⁰ Marten Scheffer,¹⁷
Thomas W. Schoener,¹⁸ Jonathan B. Shurin,¹⁹ Anthony R. E. Sinclair,²⁰ Michael E. Soulé,²¹
Risto Virtanen,²² David A. Wardle²³

SCIENCE VOL 333 15 JULY 2011



Qual a consequência da remoção de
consumidores de topo para a natureza?



Podem ser tanto predadores quanto herbívoros

Qual área possui consumidor de topo?

1) Campo



2) Floresta



Qual área possui consumidor de topo?

1) Campo



2) Floresta



Qual área possui consumidor de topo?

3) Savana



4) Rio



Qual área possui consumidor de topo?

3) Savana



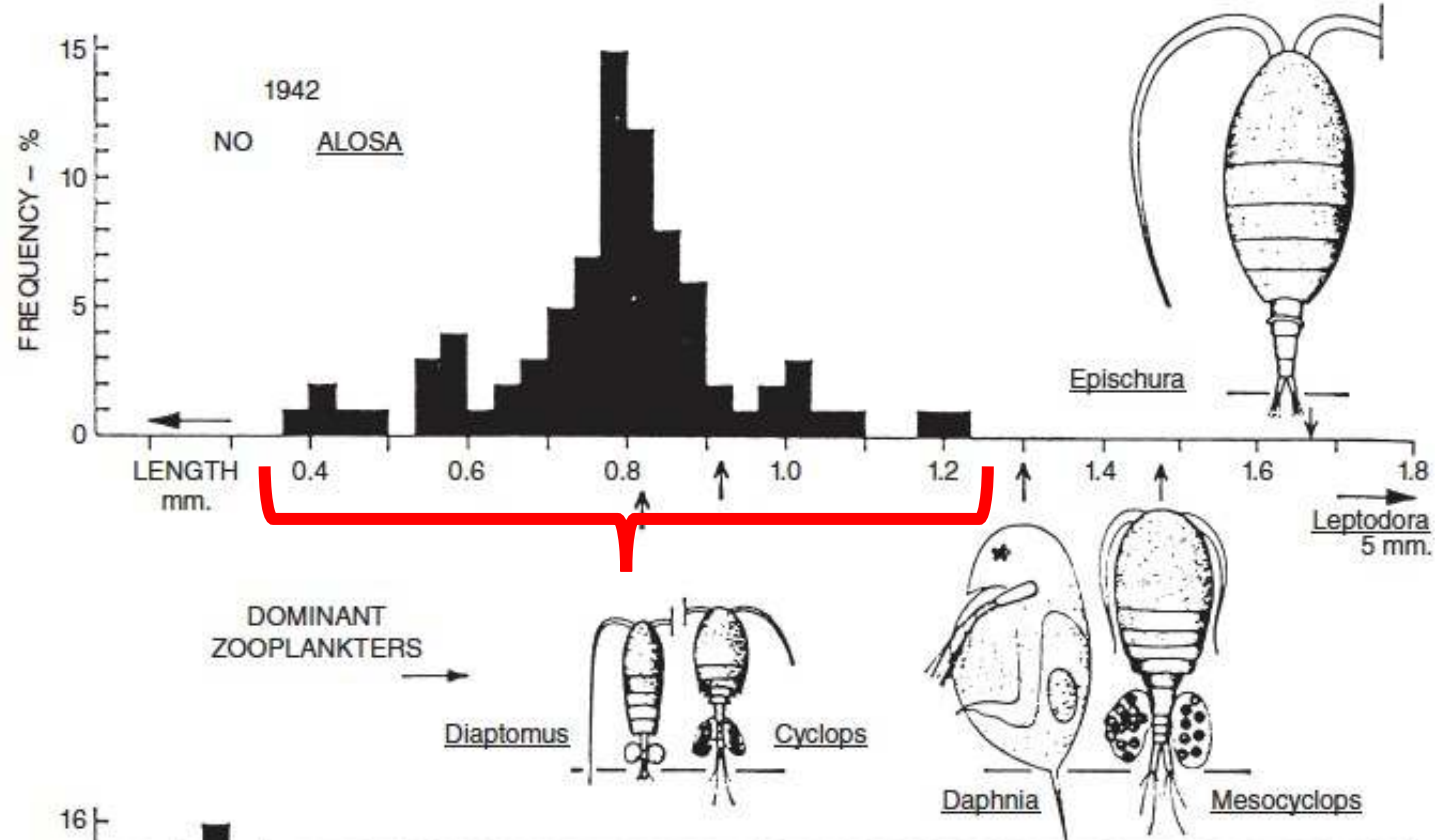
4) Rio



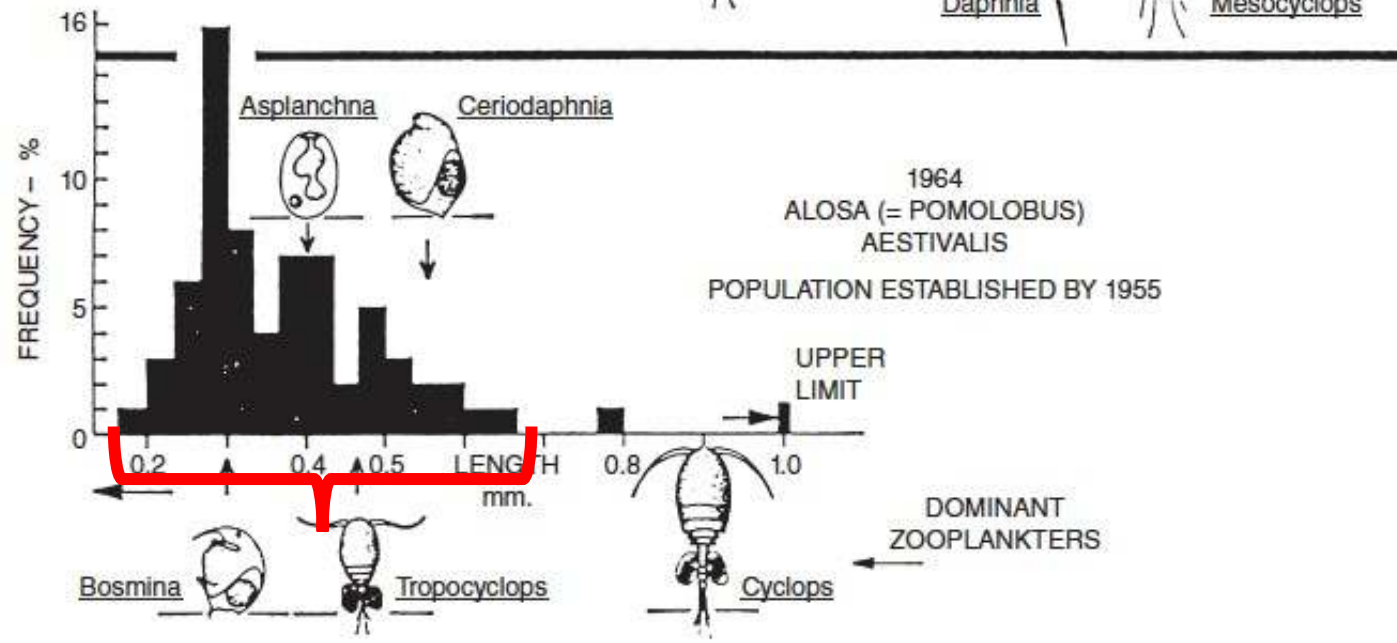
Efeito de predadores na distribuição
de tamanho de corpo

Size-Efficiency hypothesis

- Brooks & Dodson 1965 Science
- Distribuição de tamanho de corpo em zooplankton
- Lagos que continham peixes pláctívoros tinham espécies de zooplankton menores
- Espécies de zooplakton maiores são competitivamente superiores aos menores
- Peixes agiam como um filtro biótico que selecionava espécies, predando as maiores
- Segregação de zooplankton em lagos de acordo com o tamanho do corpo



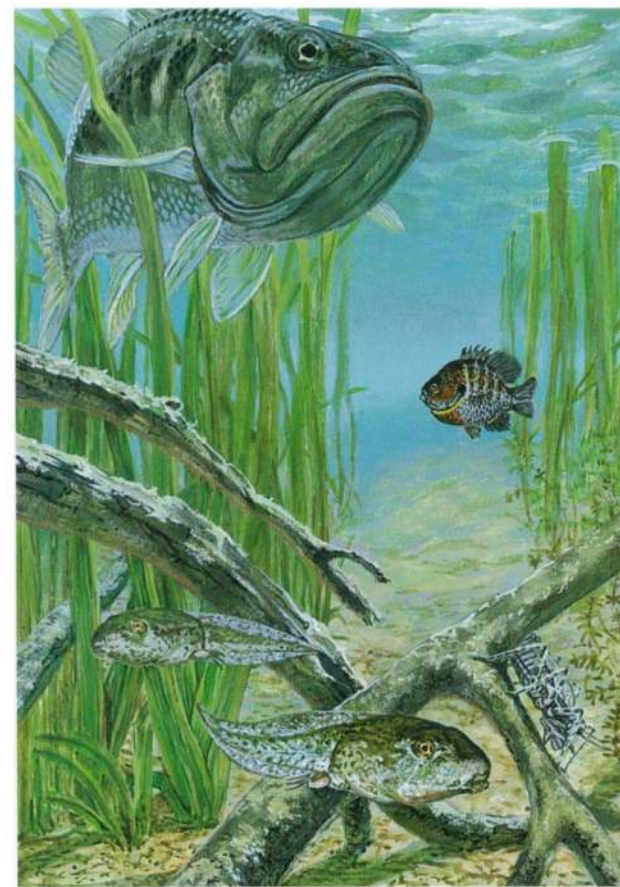
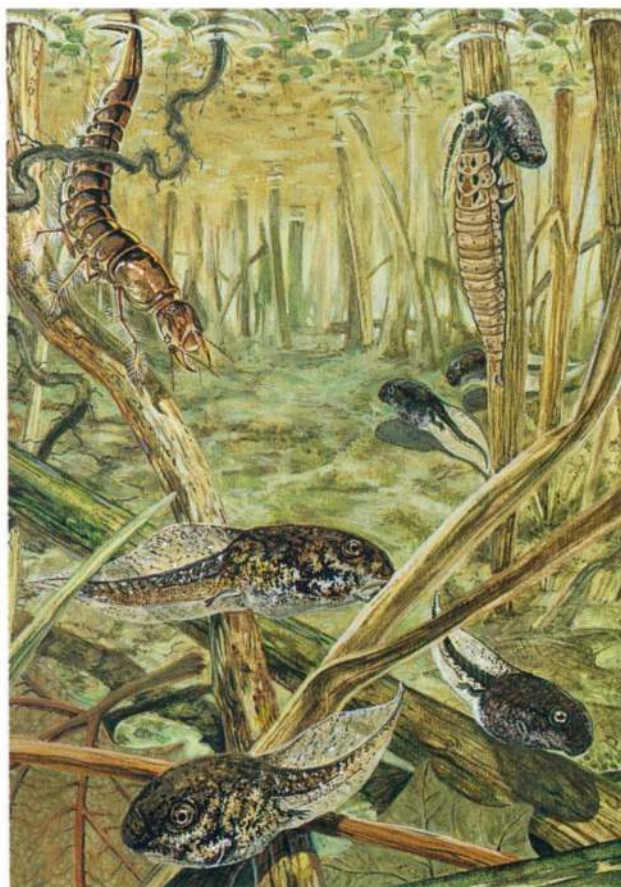
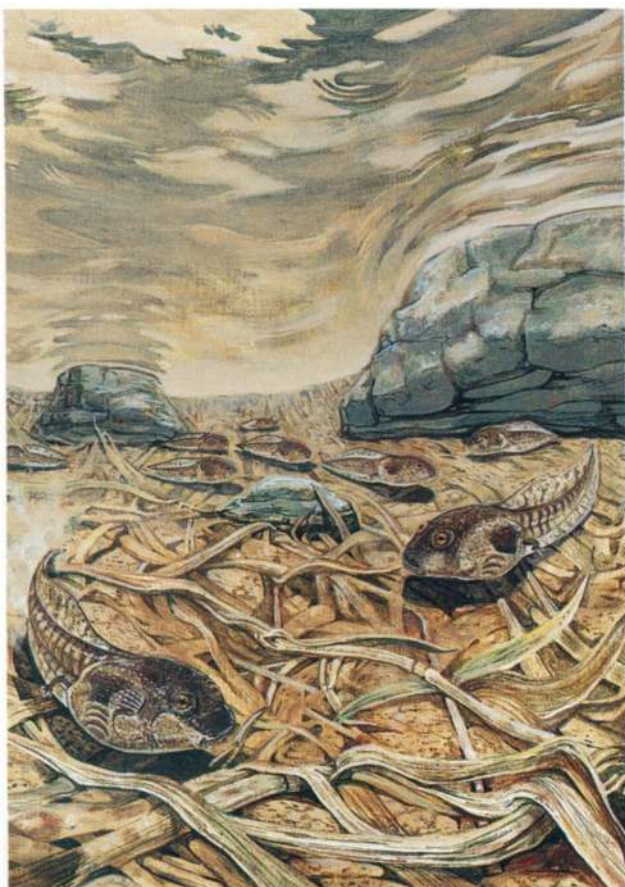
Sem peixes



Com peixes

Gradiente de hidropériodo

- Gradiente de permanência em poças
 - Quanto tempo uma dada poça sustenta água
- Gradiente de pressão de predação
 - Predadores invertebrados são comuns em poças temporárias e guiados por pistas tácteis
 - Predadores vertebrados só ocorrem em poças permanentes e são visualmente orientados
- Decisões comportamentais de resposta antipredatória varia ao longo deste gradiente => mecanismo que influencia a distribuição de espécies

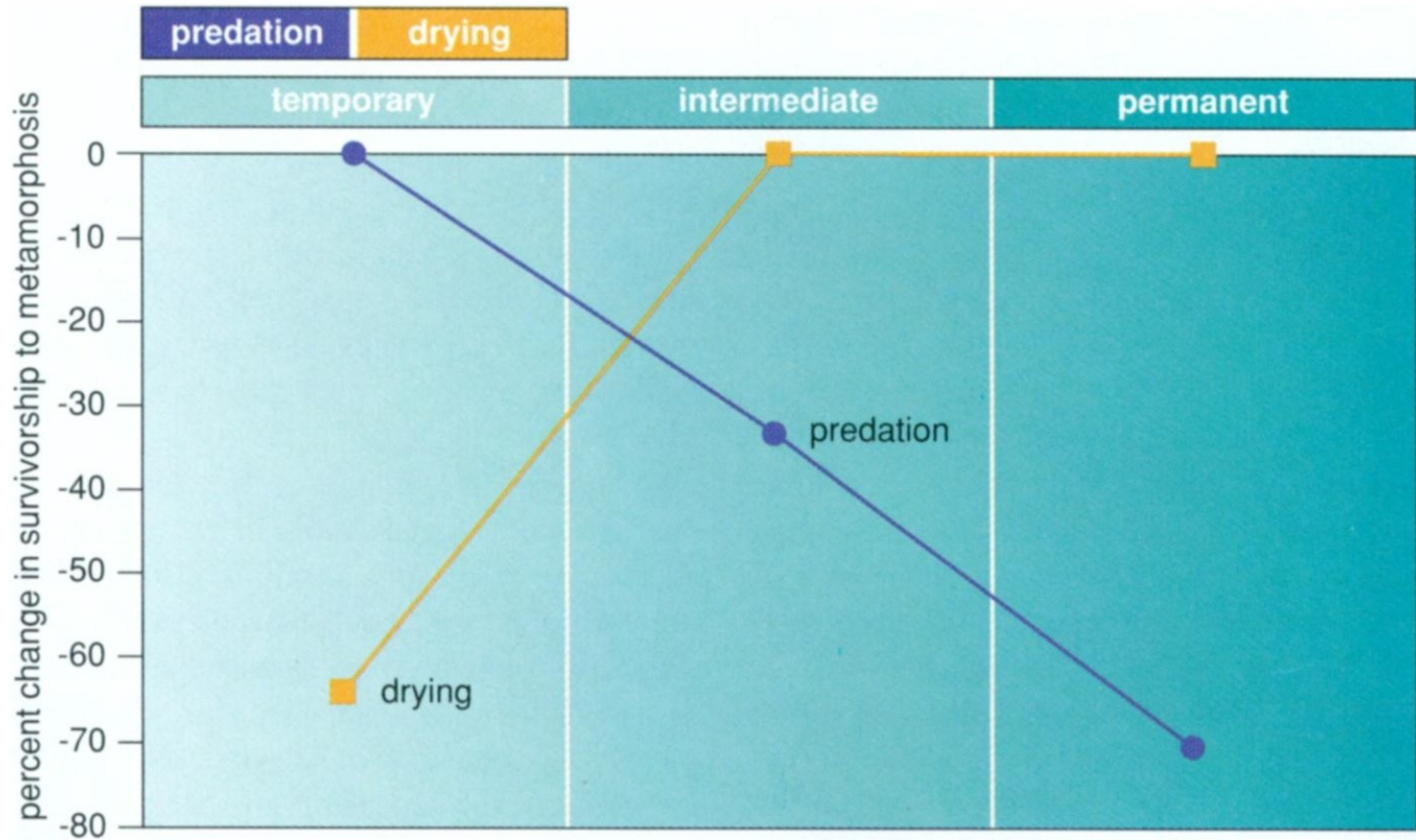


Gradiente de permanência da poça (Hidroperíodo)

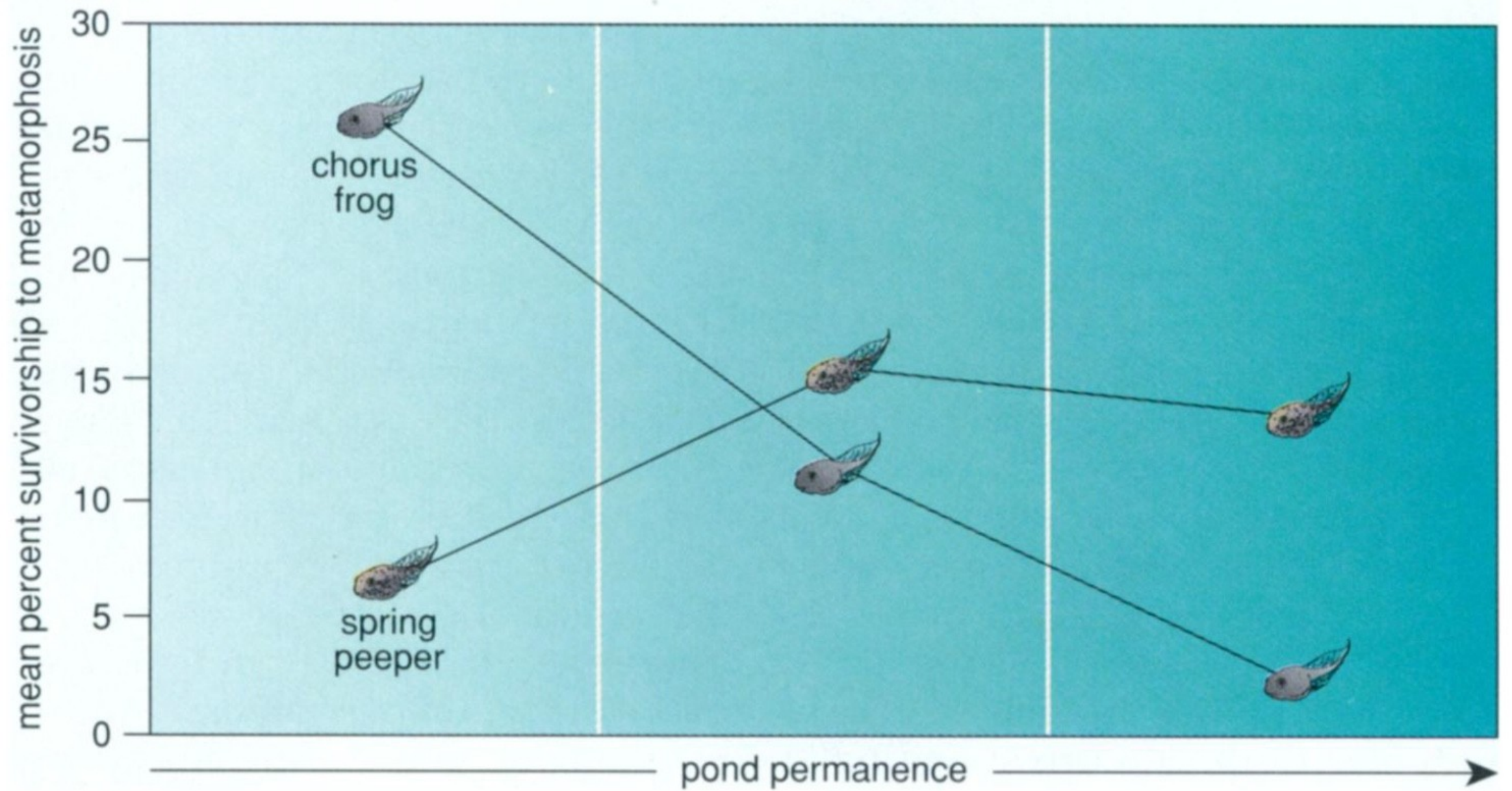
Experimentos de campo com transplante de espécies usando gaiolas



David Skelly
Yale



Dessecação da poça foi o fator que mais diminuiu a sobrevivência de girinos



Espécies evoluíram estratégias diferentes para lidar com essas duas pressões

temporary

intermediate

permanent

frequent drying

infrequent drying



beetle larva



very active, rapidly developing tadpoles



salamander larva



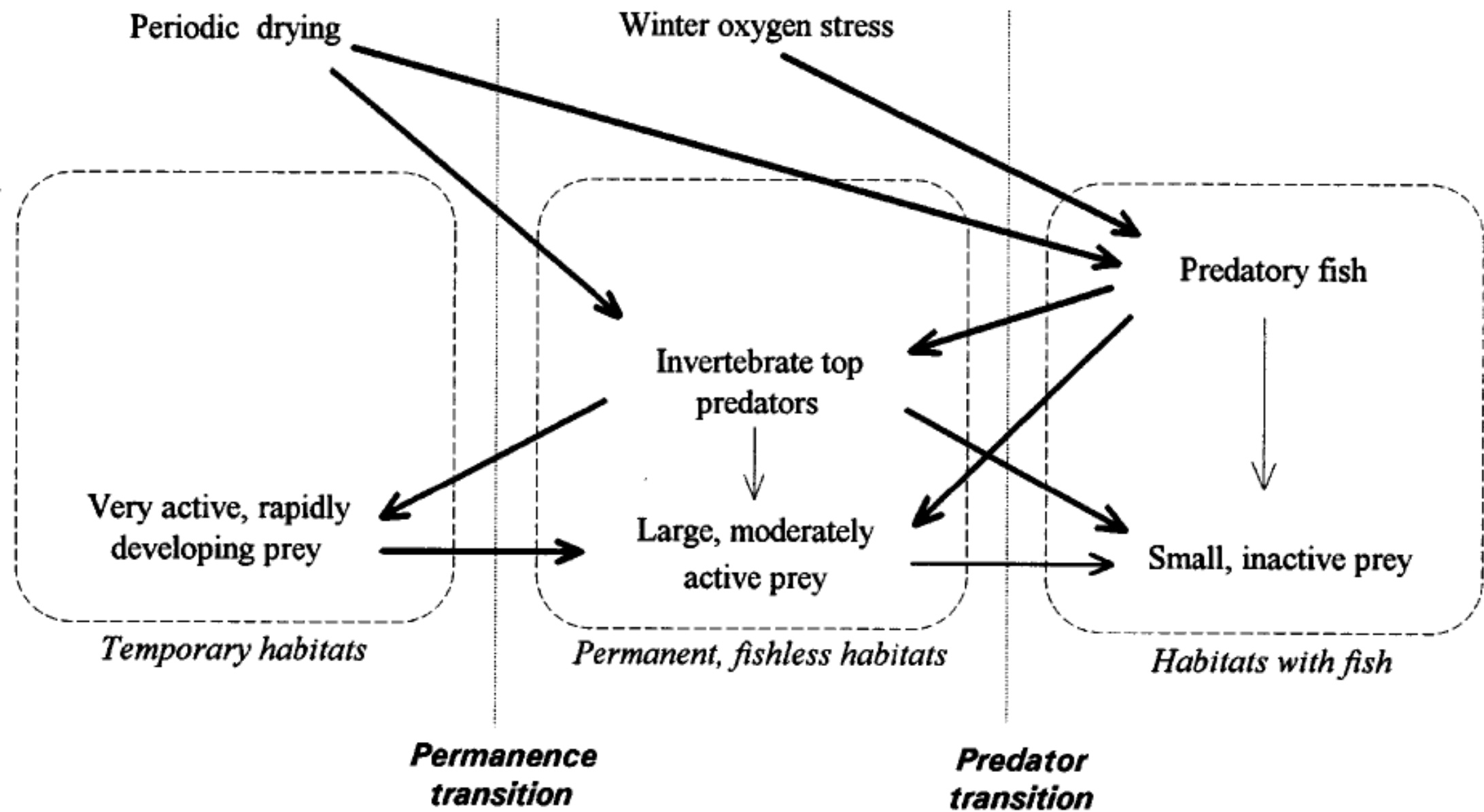
moderately active,
moderately developing tadpoles



predatory fish

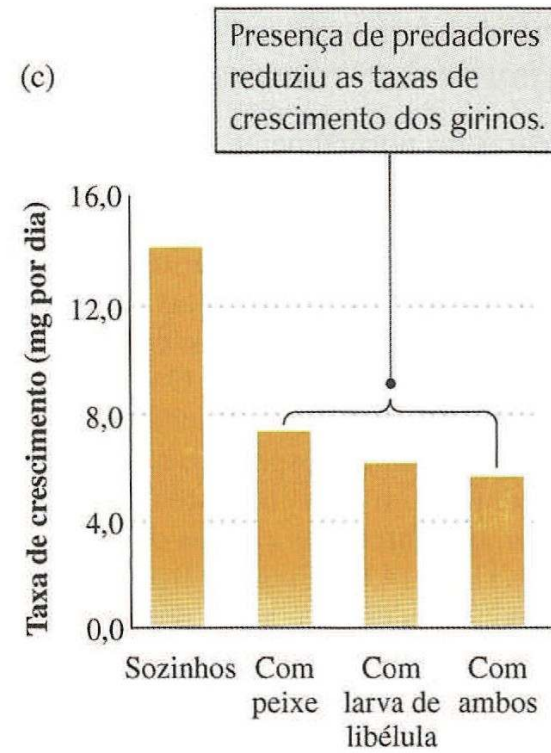
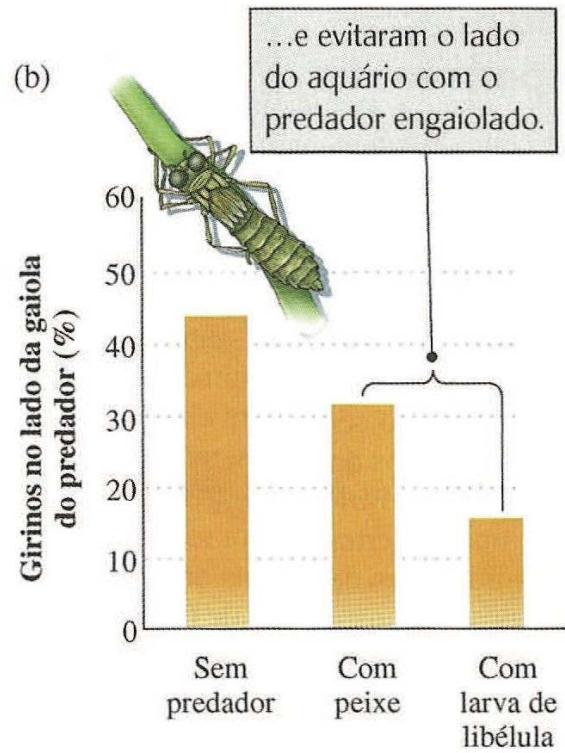
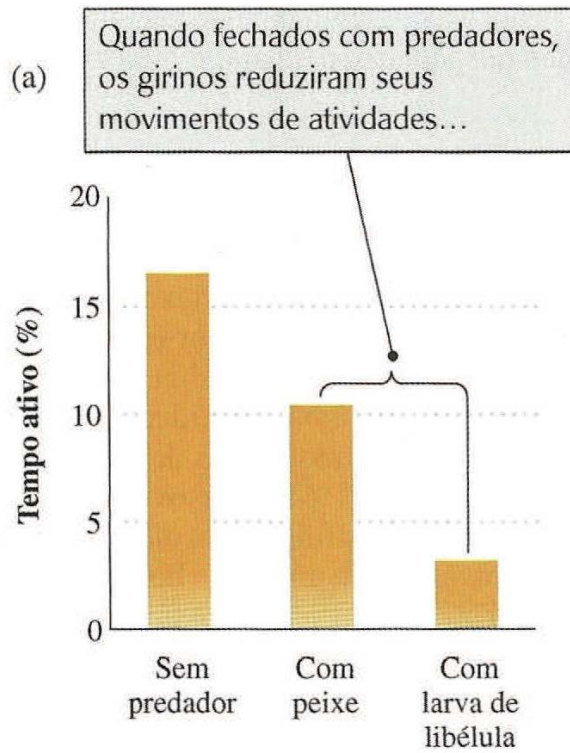


inactive, slowly developing tadpoles



Gradient from small ephemeral ponds to large permanent lakes

Efeitos não letais de predadores



Ricklefs



Rick Relyea

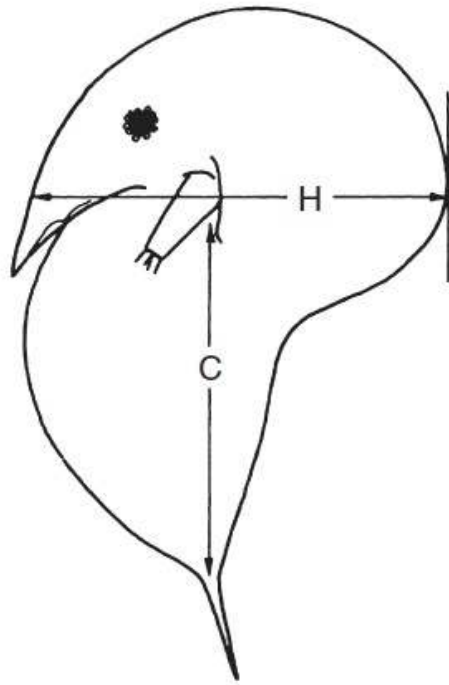


Earl E. Werner

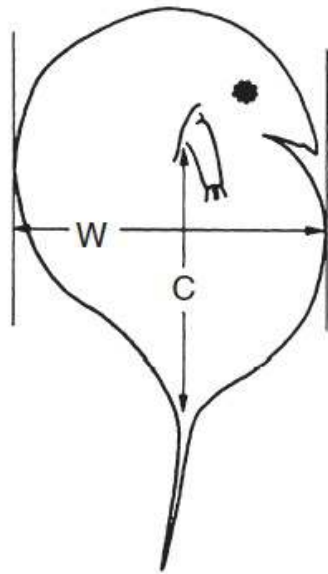
Deleasas induzidas e plasticidade fenotípica

Girinos

Daphnia

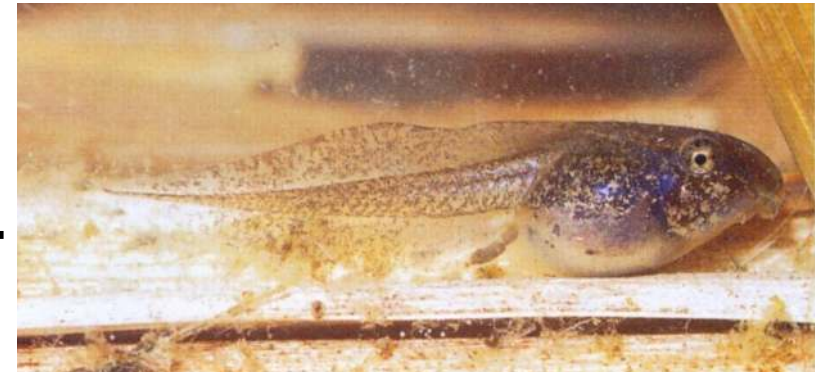


Sem predador



Com predador

Sem predador



Com predador



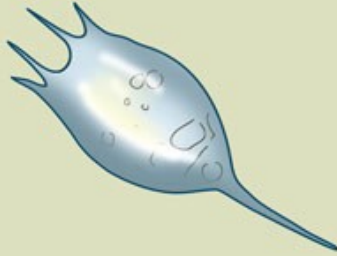
Vídeo?
National geographic

Typical
morph

Cladoceran
(*Daphnia*)



Rotifer
(*Keratella*)



Barnacle
(*Chthamalus*)



Mollusc
(*Thais*)

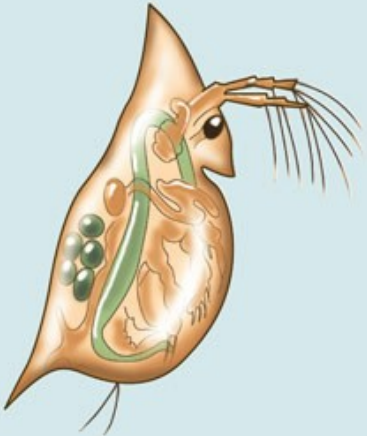


Tadpole
(*Hyla*)

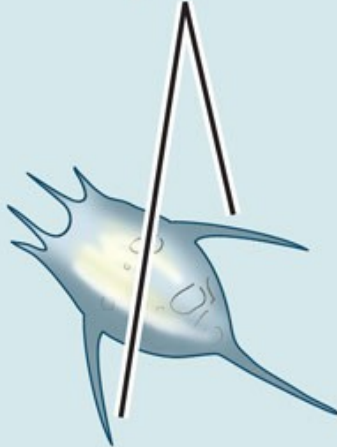


Predator-induced
morph

“Helmet” head



Spines



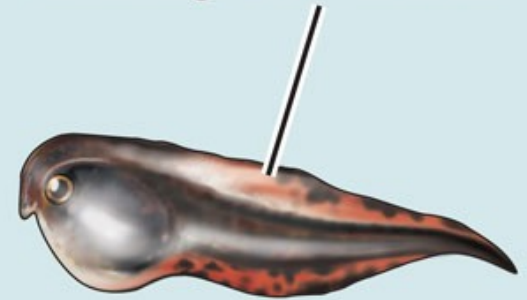
Aperture
rotated



Thickened,
“toothed” shell

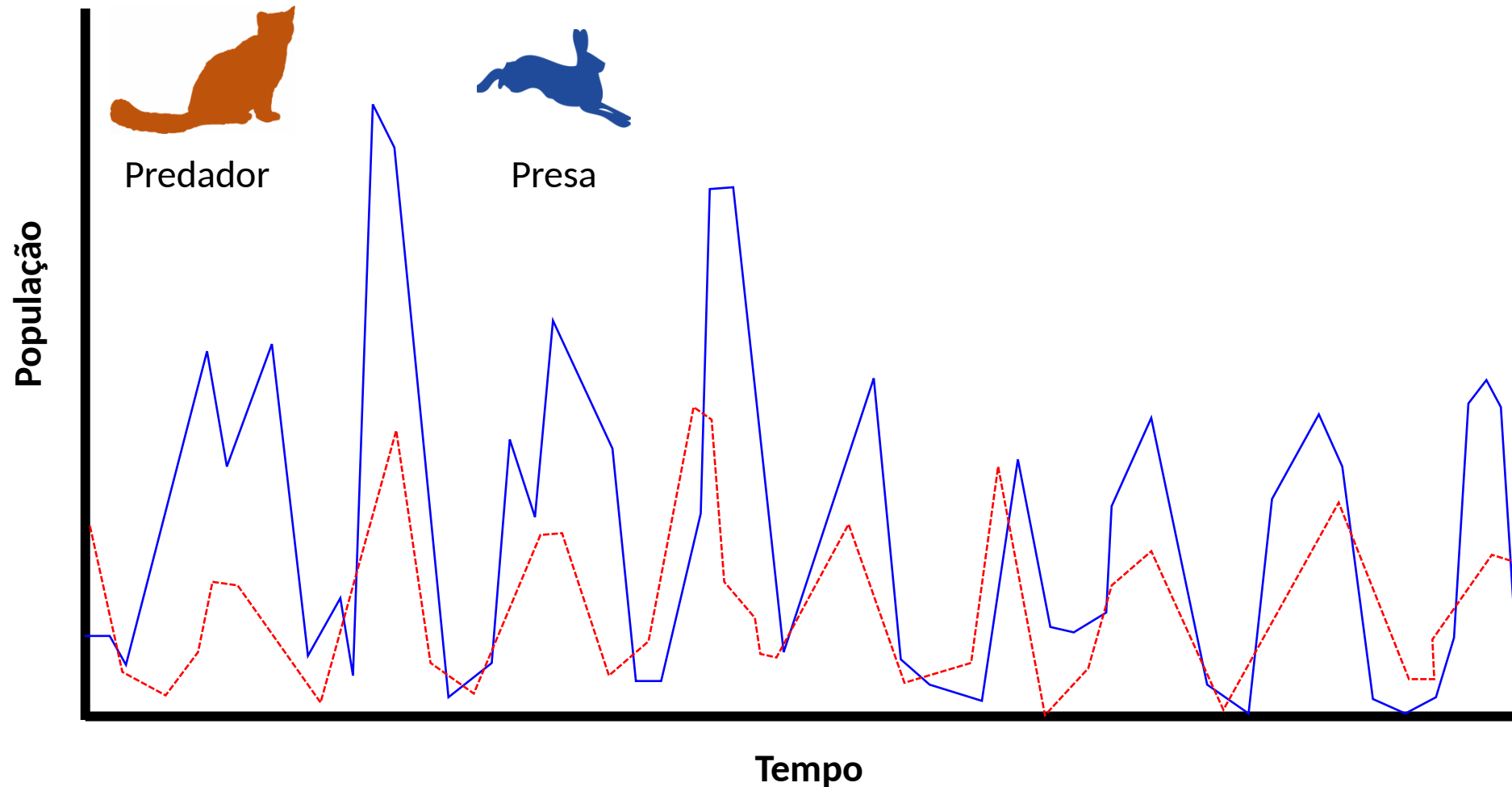


Larger tail muscles,
warning coloration



A NATUREZA DA PREDACÃO

A presença de predadores impõe limites ao crescimento de populações de presas



Mas como esses ciclos são gerados
e mantidos?

Modelo de Lotka-Volterra para predador-presa

$$\left[\begin{array}{l} \text{a taxa de variação} \\ \text{na população de presas} \end{array} \right] =$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{a taxa de crescimento intrínseca} \\ \text{da população de presas} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{l} \text{a remoção de indivíduos} \\ \text{das presas por predadores} \end{array} \right]$$

$$\left[\frac{dV}{dt} \right] =$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{a taxa de crescimento intrínseca} \\ \text{da população de presas} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{l} \text{a remoção de indivíduos} \\ \text{das presas por predadores} \end{array} \right]$$

$$\left[\frac{dV}{dt} \right] =$$

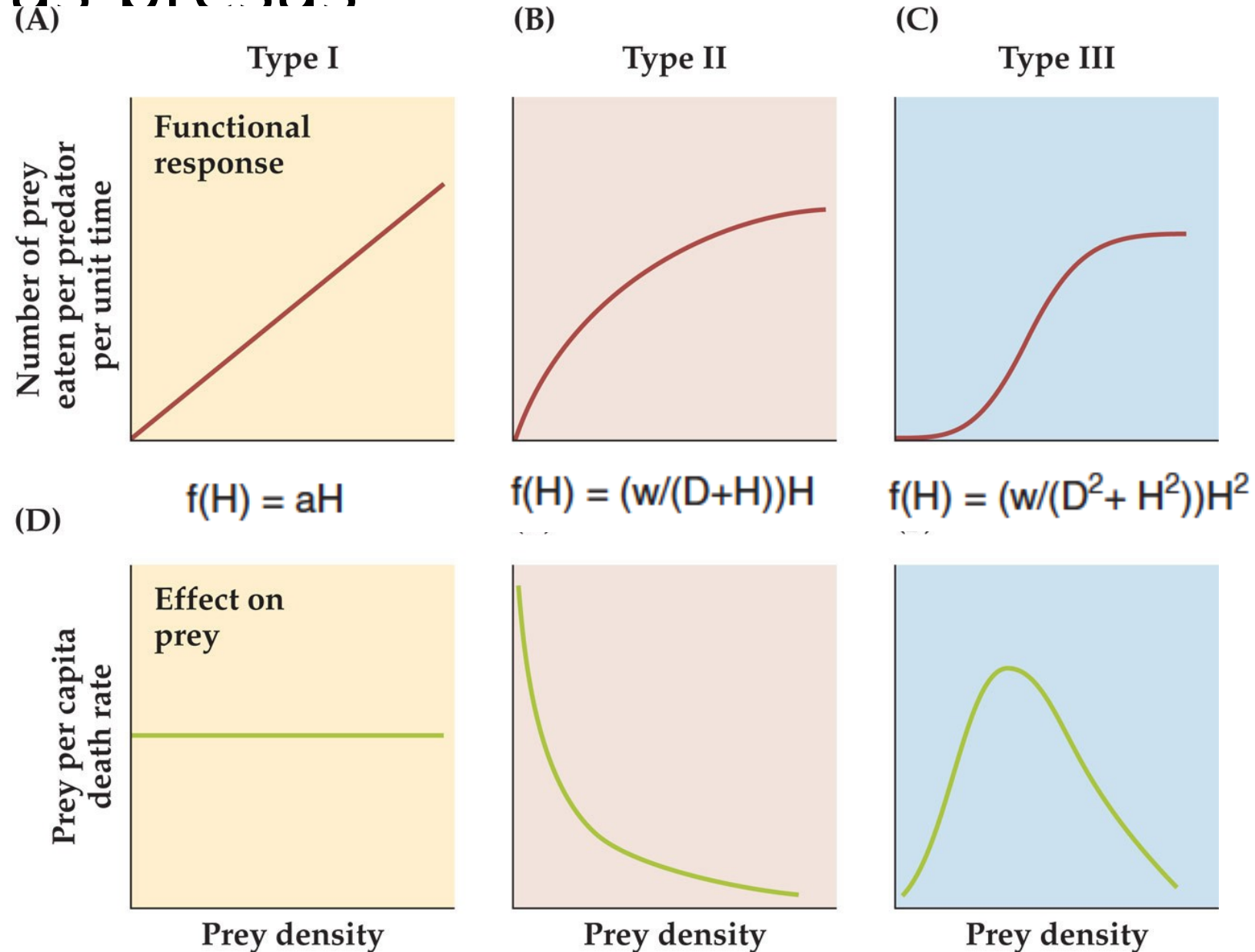
$$\left[rV \right] - \left[\text{a remoção de indivíduos das presas por predadores} \right]$$

Tipos de respostas funcionais

Definição

- A resposta de um predador médio à abundância da presa
- Se um indivíduo predador come mais presas quando são abundantes

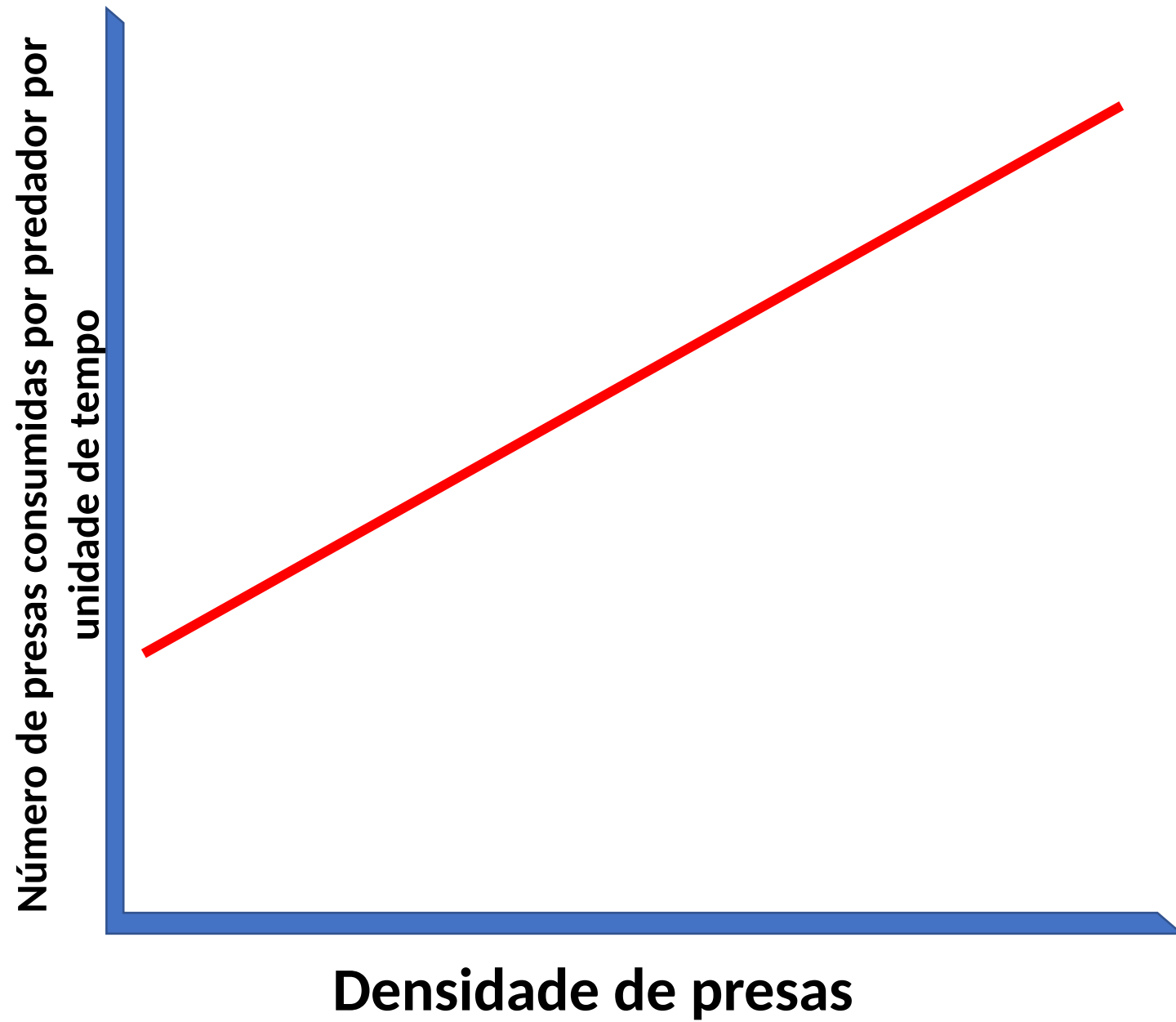
Tipos de resposta funcional e seus impactos sobre as presas



$$\left[\frac{dV}{dt} \right] = \left[rV \right] - \left[cVP \right]$$

- O número de presas perdidas pela predação são proporcionais ao *produto* do **número de predadores** e de **presas**
- **Significado da constante $c \Rightarrow$ eficiência de captura de presas por predadores**
 - Unidade: vítimas/(vítimas*tempo*predador)

$$cV$$



$$\frac{dV}{dt} = rV - cVP$$

$$\frac{dV}{dt} = V(r - cP)$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Taxa de variação na} \\ \text{população de predadores} \end{array} \right] = - \left[\begin{array}{c} \text{Morte natural} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Crescimento pop.} \\ \text{devido à conversão de} \\ \text{presas} \end{array} \right]$$

$$\left[\frac{dP}{dt} \right] = - \left[-dP \right] + \left[cVP \right]$$

$$\frac{dP}{dt} = acVP - dP$$

$$\frac{dV}{dt} = P(r - cV)$$

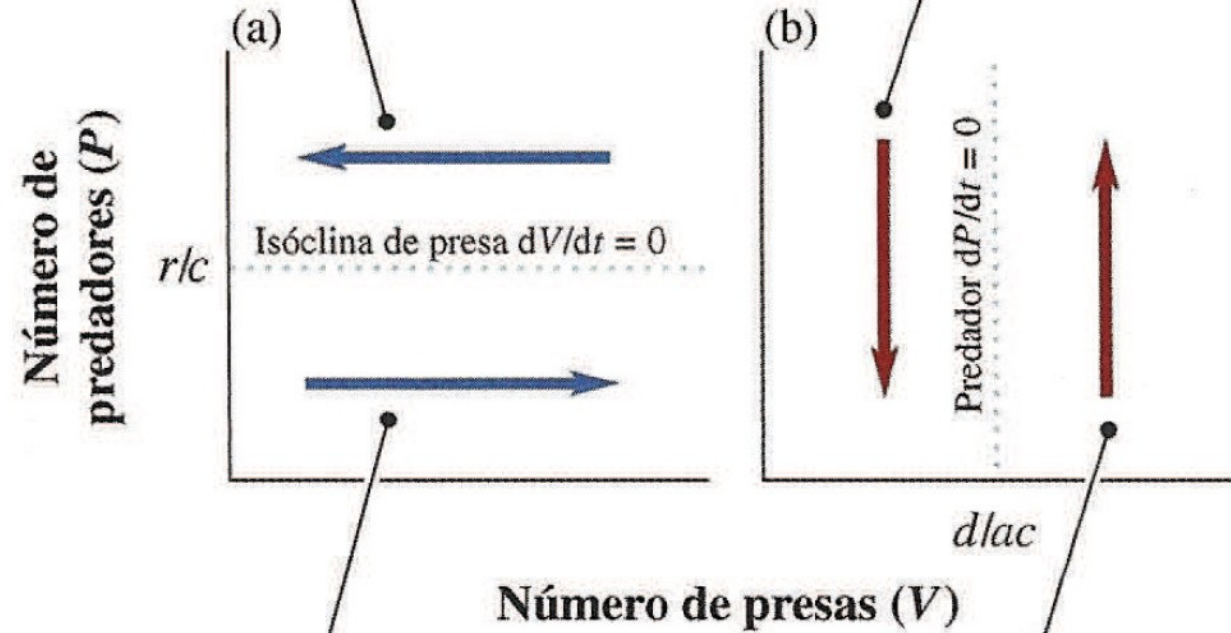
$$\frac{dV}{dt} = rV - cVP$$

$$\frac{dP}{dt} = acVP - dP$$

Equações Ordinárias
Diferenciais acopladas

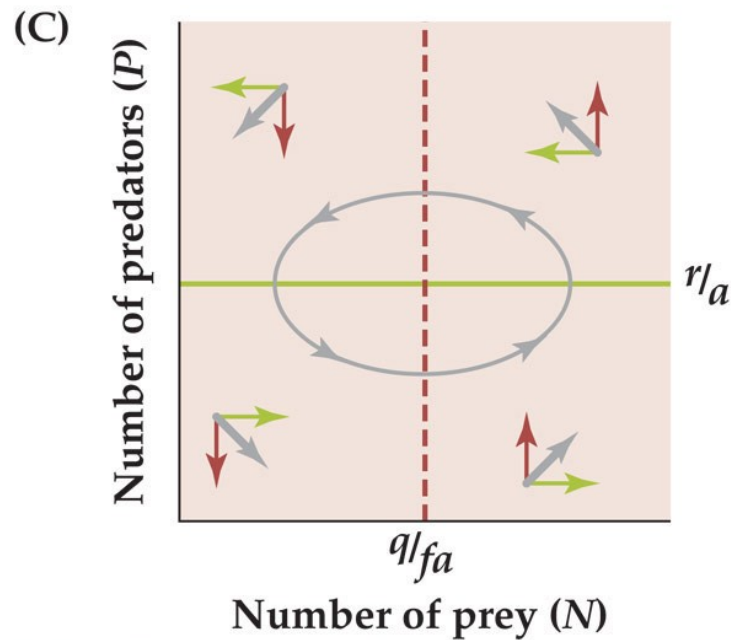
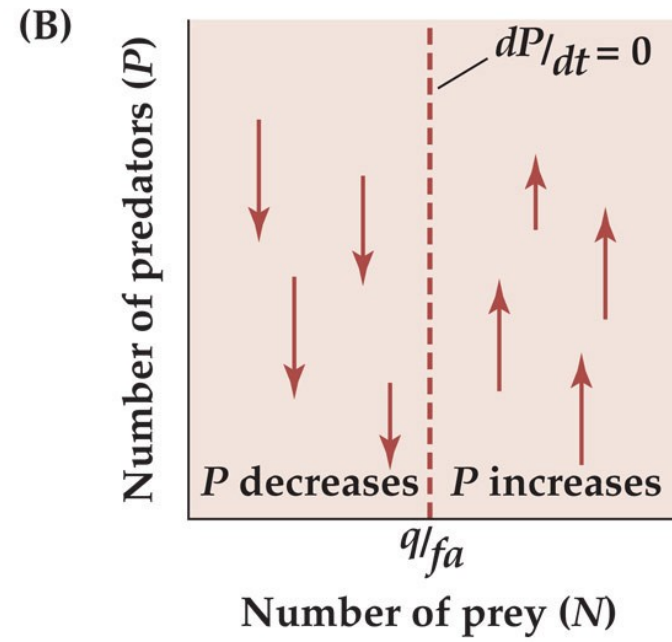
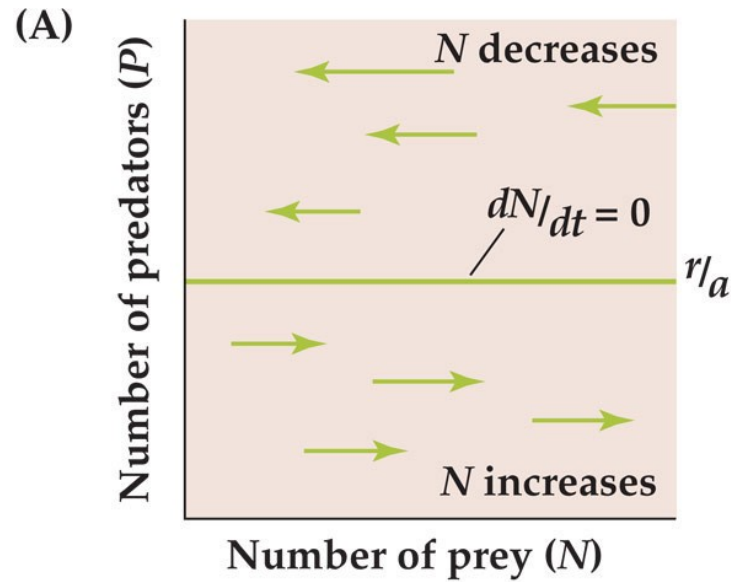
As populações de presas diminuem nesta região do gráfico porque elas têm muitos predadores.

As populações de predadores diminuem nesta região do gráfico porque elas têm muito poucas presas para comer.



As populações de presas aumentam nesta região do gráfico porque elas têm poucos predadores.

As populações de predadores aumentam nesta região do gráfico porque elas têm muitas presas para comer.



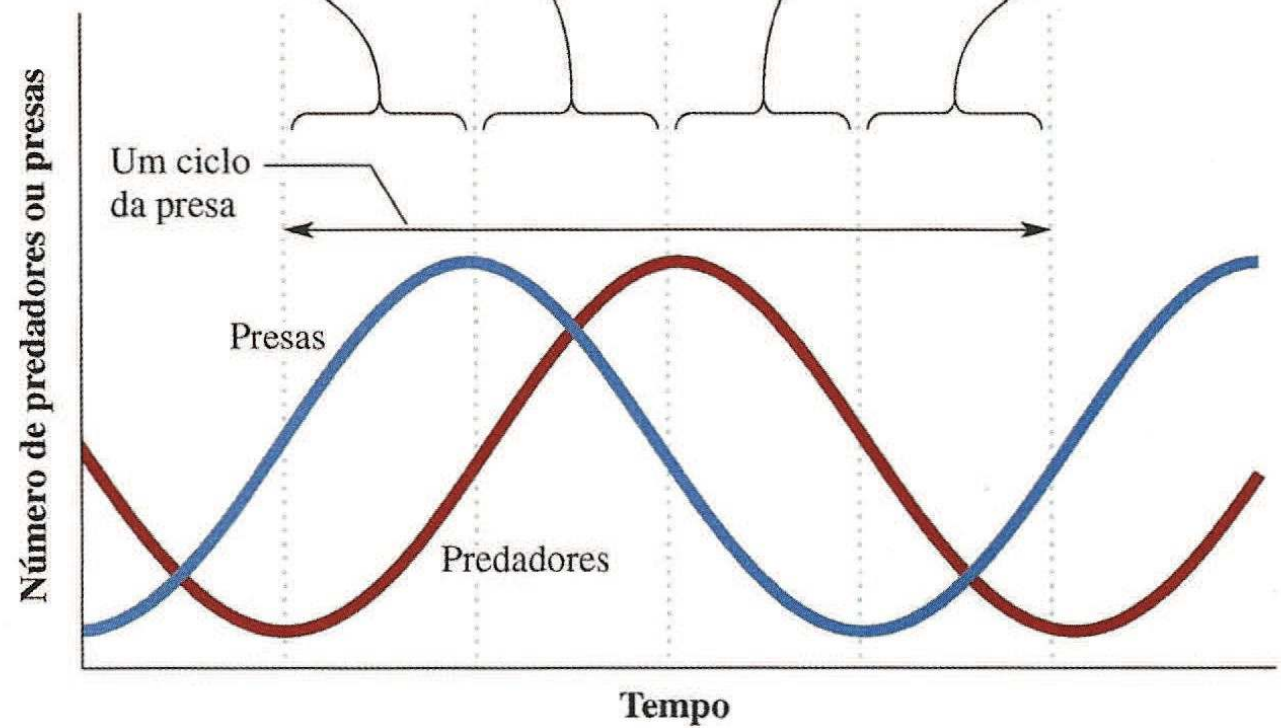
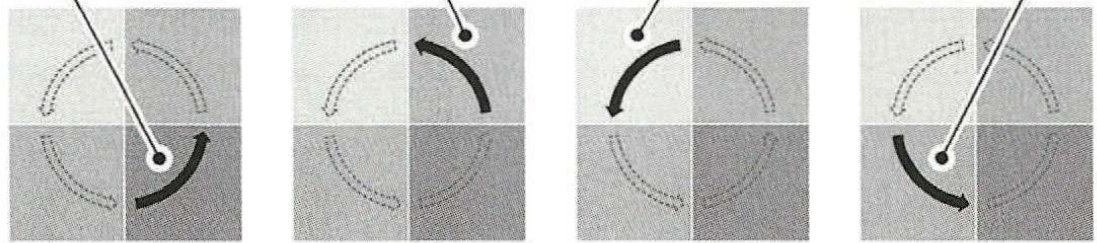
COMMUNITY ECOLOGY, Figure 5.5

Um aumento da população de presas é seguido por um aumento na predação.

Um aumento no número de predadores causa um declínio na população de presas.

À medida que a população de presas diminui, ela sustentará menos predadores.....

...e com menos predadores, a população de presas sobe novamente.



Quais conclusões podemos tirar deste modelo?

- Dado um pequeno número de predadores e um certo número (não pequeno) de presas, temos que:
 - A disponibilidade de presas faz com que a população de predadores cresça
 - A população de presas vai crescer mais devagar e depois de um certo tempo passa a diminuir
 - Enquanto a população de predadores atinge o tamanho máximo, depois da qual a sua população começa a diminuir, devido à falta de presas
 - Neste ponto, a população de presas chega ao tamanho mínimo e começa a crescer novamente à medida que o número de predadores diminui

Modelo Lotka-Volterra

- Pressupostos do modelo

1. O crescimento da população de presas é somente limitado pela predação, e cresce exponencialmente na ausência de predadores
2. O predador é especialista e só pode persistir na presença da presa
3. Cada predador pode consumir um número infinito de presas
4. Os predadores e presas se encontram ao acaso no ambiente, que é homogêneo

Mas será que esses pressupostos
são realistas?

O que é e para quê serve um
modelo?

Modelo Lotka-Volterra

- Pressupostos do modelo

1. O crescimento da população de presas é somente limitado pela predação, e cresce exponencialmente na ausência de predadores (inclusão de outras formas de crescimento, logístico)
2. O predador é especialista e só pode persistir na presença da presa (modelos de mudança de presa – prey switching)
3. Cada predador pode consumir um número infinito de presas (mudar a resposta numérica, introdução de saciedade)
4. Os predadores e presas se encontram ao acaso no ambiente, que é homogêneo (refúgios espaciais ou temporais)

Lotka-Volterra com Resposta Funcional tipo II

$$\frac{dC}{dt} = \text{births} - \text{deaths}$$
$$= kC \left(\frac{aR^2}{1 + aT_h R^2} \right) - dC.$$

Consumption of resources is converted to reproduction of C according to the conversion rate, k

Consumption by predators follows a type 2 functional response with encounter rate a and handling time T_h . For total consumption by the entire population, multiply this by the number of predators, C .

Consumers have constant per capita death rate d independent of C or R .

Equação para presas com predadores seguindo Resposta Funcional Tipo II

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dt} &= \text{recruitment} - \text{deaths to predators} \\ &= \underbrace{rR \left(1 - \frac{R}{K} \right)}_{\text{Logistic birth rate function}} - \underbrace{C \left(\frac{aR^2}{1 + aT_h R^2} \right)}_{\text{Death due to consumption by predators equals the functional response multiplied by the number of predators, } C.} \end{aligned}$$

O que acontece se introduzirmos
mais realismo na história?

Efeito da abertura da população sobre ciclos de predador-presa

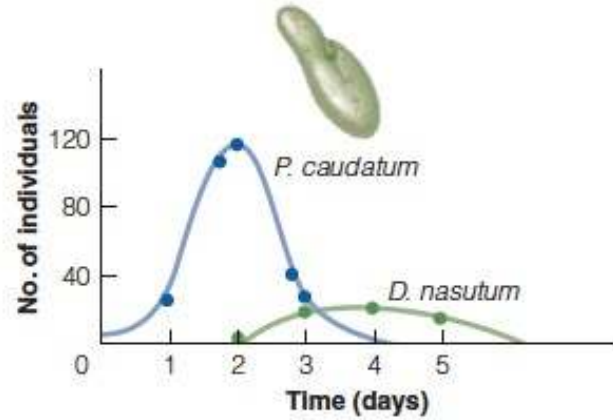
- Experimentos de laboratório (microcosmo) mostram que predadores extinguem presas e depois "morrem de fome"
- Imigração permite que predadores coexistam com presas
- Presença de ciclos periódicos
- Conclusão: o que estabiliza o sistema é um componente extrínscico e não uma dinâmica do próprio sistema.

Predador: *Dinidium*

Presa: *Paramecium*

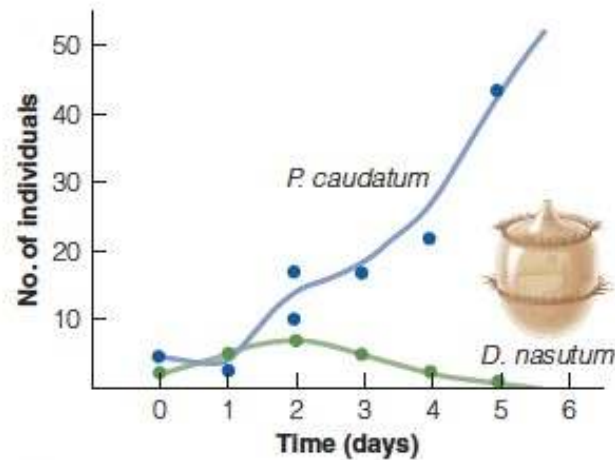
Sedimento é um tipo de refúgio para presas

Introdução de 1 ind de cada espécie a cada 3 dias



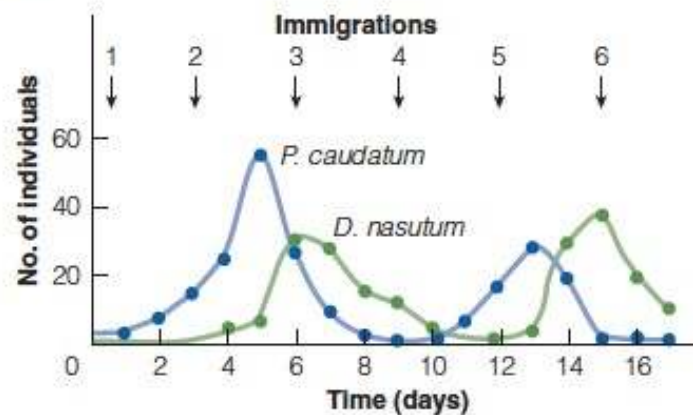
Meio de cultura com aveia e **sem** sedimento

(a)



Meio de cultura com aveia e **com** sedimento

(b)

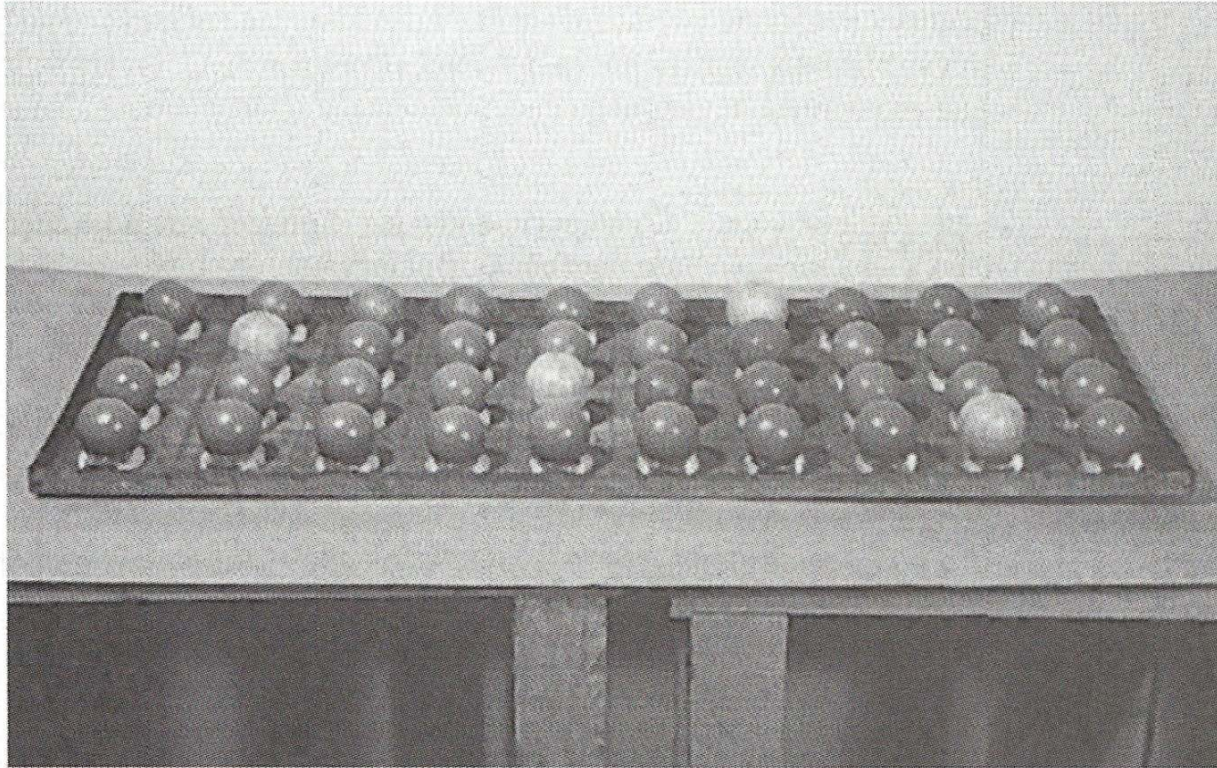


Meio de cultura com aveia e **sem** sedimento e com imigração

Efeito da heterogeneidade ambiental em ciclos de predador-presa

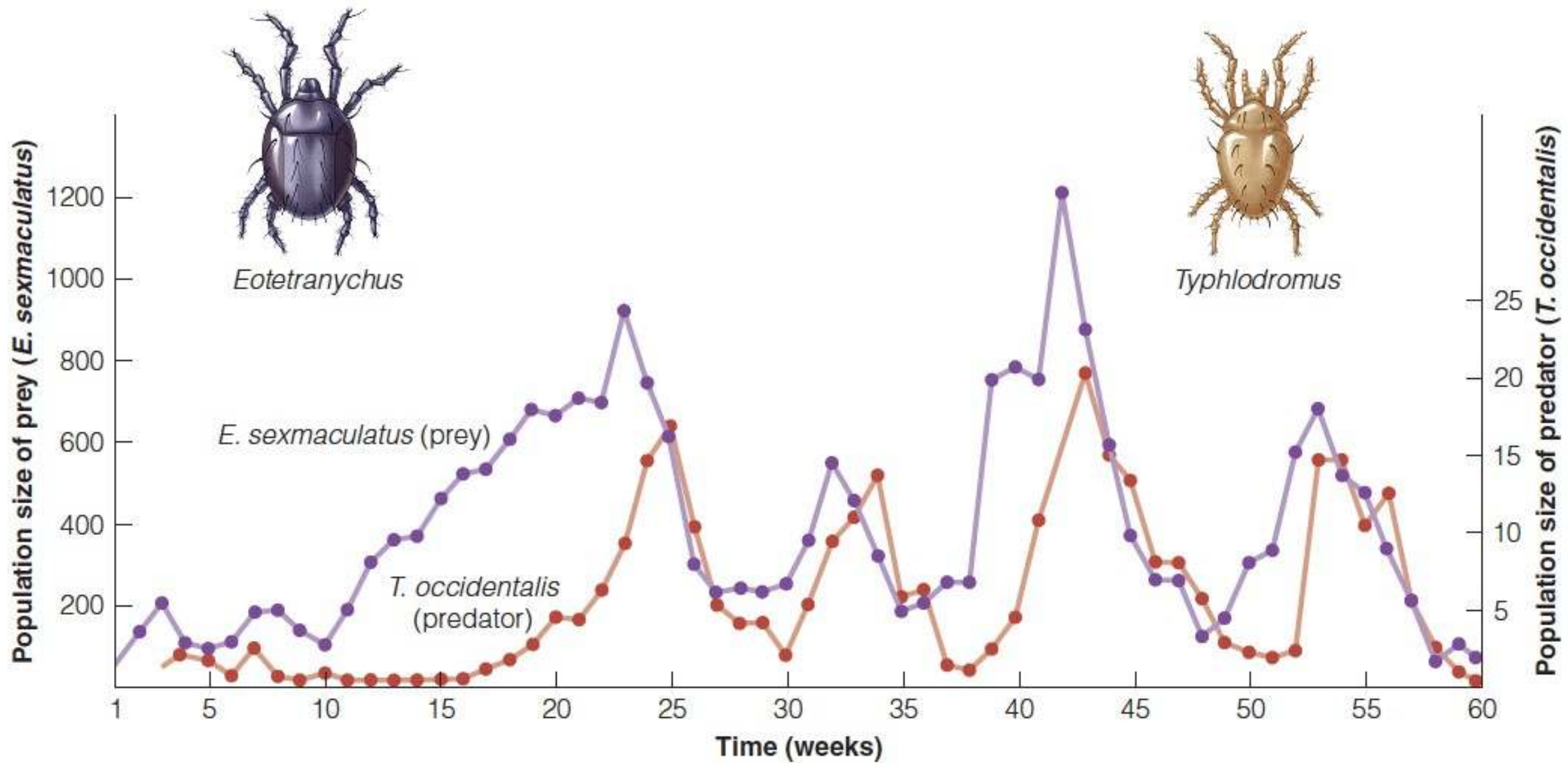
- Um pouco mais realistas
- Fatores que podem estabilizar a dinâmica de predador-presa:
 - Disponibilidade de refúgios para presas
 - Arranjo espacial dos habitats, cuja qualidade varia tanto para presas quanto para predadores
 - Limites de dispersão de predadores
- Experimento de Huffaker com ácaros que infestam laranjas

(a)



(b)

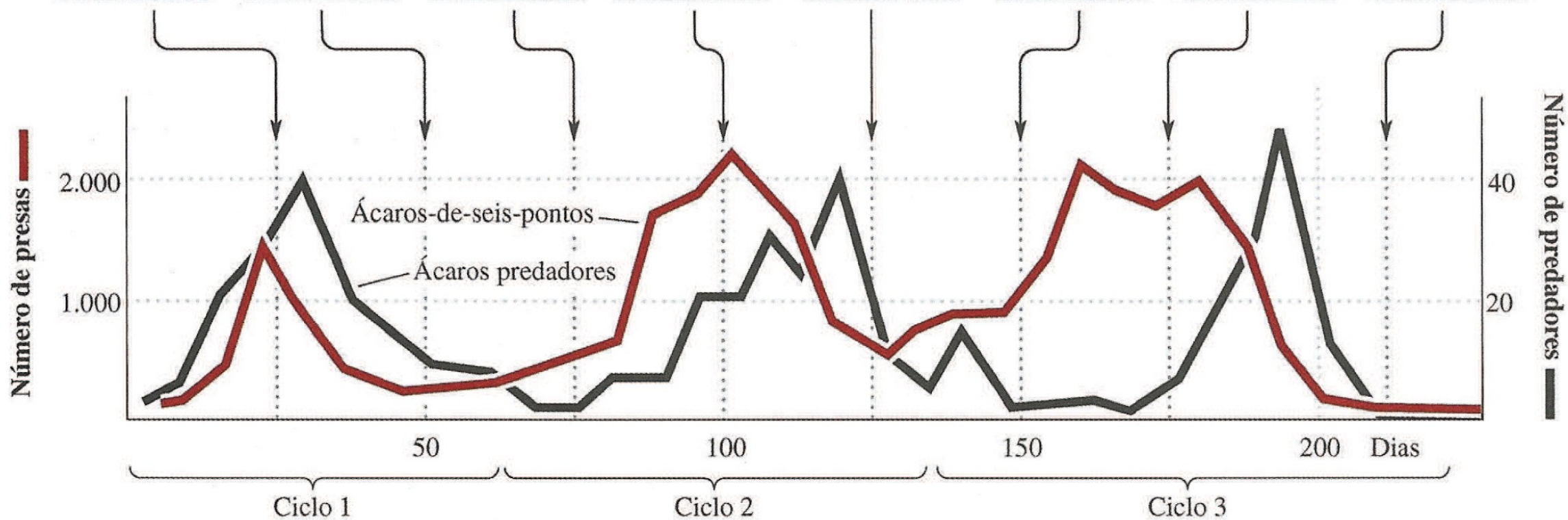
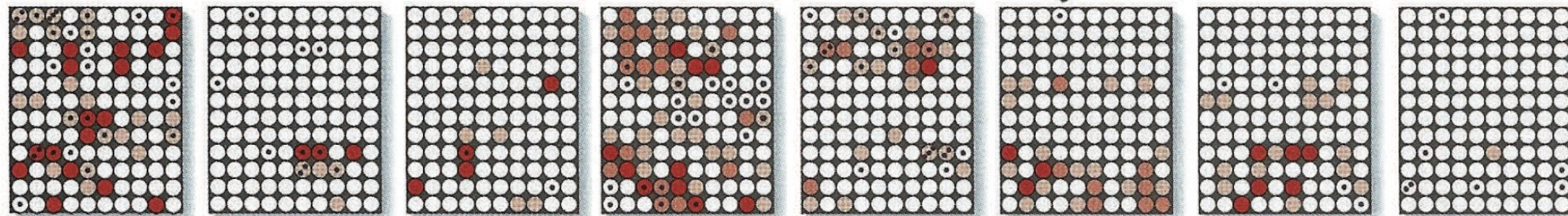




Cada bandeja tem 120 posições de alimentos possíveis.

Sombreamento representa densidade relativa de ácaros-de-seis-pontos em cada posição...

...e os pontos indicam a presença dos ácaros predadores.



Modelo Parasitóide-Hospedeiro



Alexander J. Nicholson



Victor A. Bailey



Begon et al. 2016

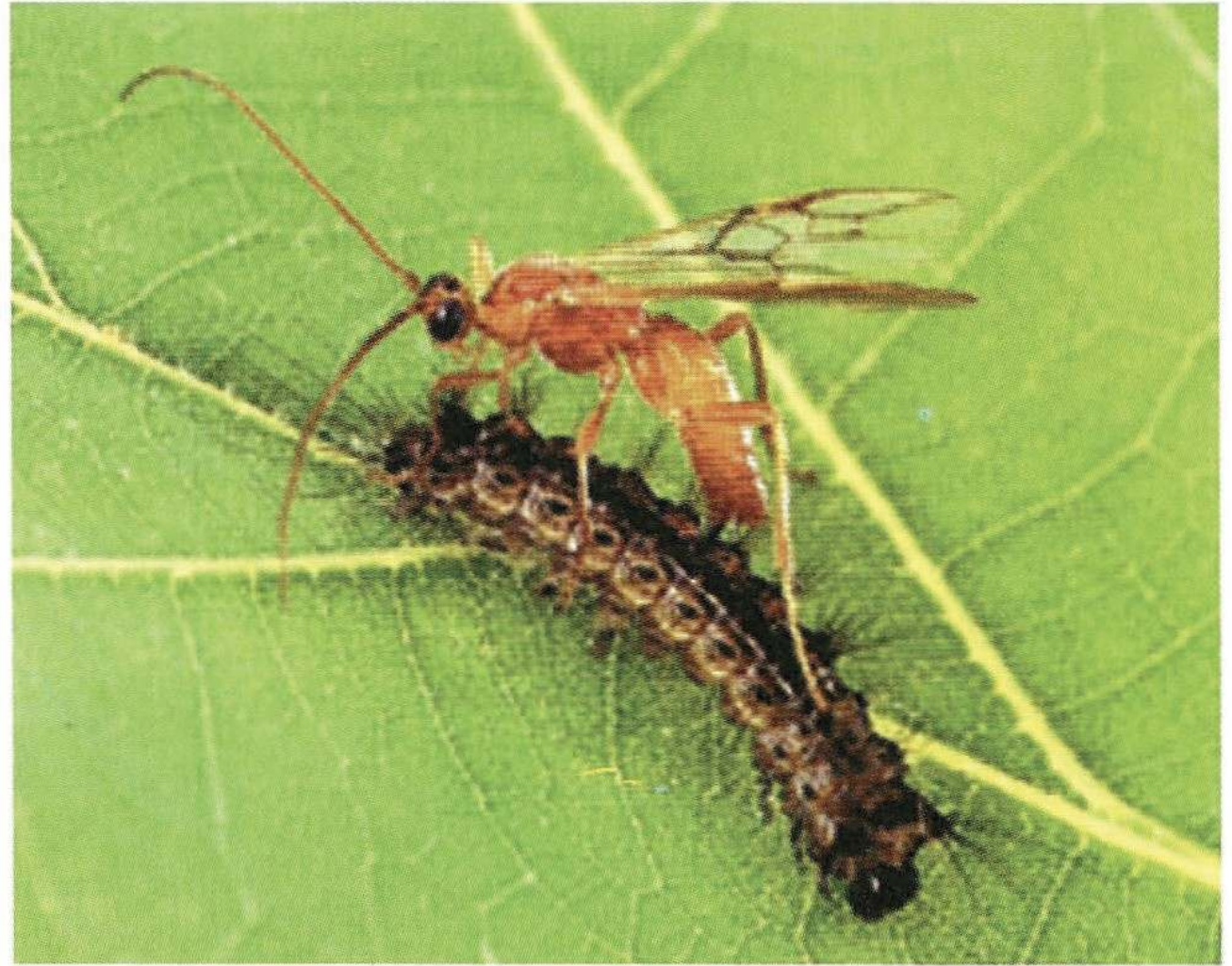
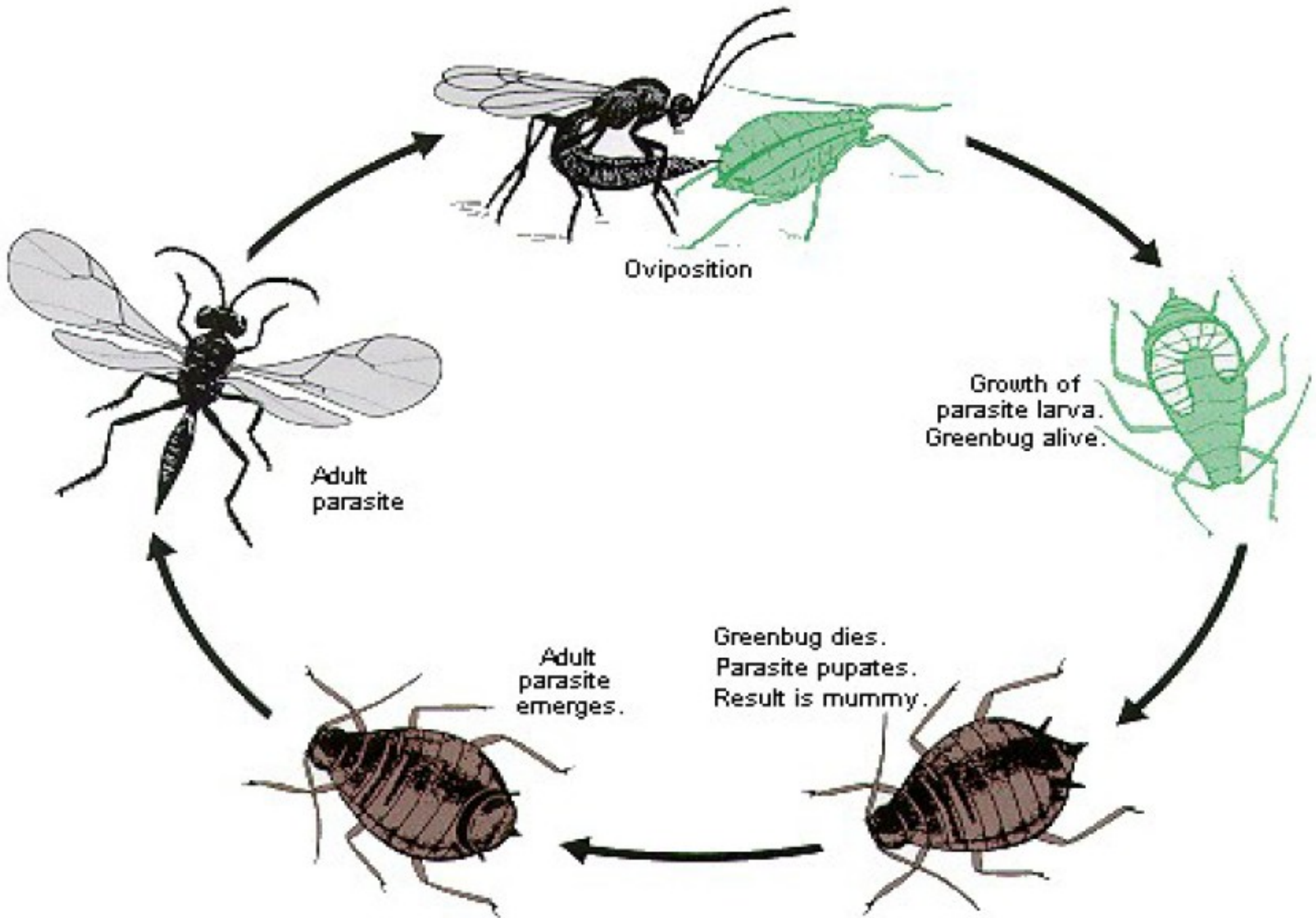


FIG. 14.3 As vespas parasitoides se desenvolvem dentro de larvas ou pupas de outros insetos. Fotografia de Scott Bauer.



Modelo Nicholson-Bailey

- Parasitóides são vespas (Hymenoptera) e alguns Diptera que colocam ovos dentro dos seus hospedeiros, e eles crescem consumindo o hospedeiro por dentro
- Modelo de predador-presa para gerações discretas
- Muitos insetos e plantas não têm sobreposição de gerações
 - Gerações não ocorrem no mesmo período de tempo

Pressupostos do modelo

- A fecundidade potencial dos parasitóides é ilimitada e eles colocam 1 ovo a cada encontro com o hospedeiro, e o mesmo hospedeiro pode ser encontrado várias vezes, mesmo quando o número de encontros é grande (e.g., se a densidade de hospedeiros é alta)
- Logo, o modelo pode superestimar as taxas de parasitoidismo em densidades altas de hospedeiro
- Todos os hospedeiros infectados produzem uma nova geração de parasitóides, enquanto todos os não-infectados terão as suas próprias crias

O modelo

$$\begin{aligned}H_{t+1} &= kH_t e^{-aP_t} \\P_{t+1} &= cH_t (1 - e^{-aP_t})\end{aligned}$$

H = tamanho populacional do hospedeiro

P = tamanho populacional do parasitóide

k = taxa reprodutiva do hospedeiro

a = eficiência de busca do parasitóide

c = número médio de ovos viáveis que um parasitóide consegue colocar num único hospedeiro

O modelo

$$H_{t+1} = kH_t e^{-aP_t}$$

$$P_{t+1} = cH_t \left(1 - e^{-aP_t}\right)$$

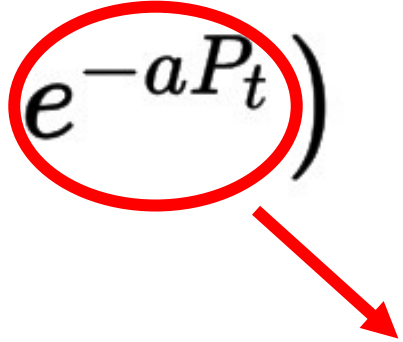
H = tamanho populacional do hospedeiro

P = tamanho populacional do parasitóide

k = taxa reprodutiva do hospedeiro

a = eficiência de busca do parasitóide

c = número médio de ovos viáveis que um parasitóide consegue colocar num único hospedeiro



Probabilidade de sobrevivência de um hospedeiro a P predadores

Nicholson–Bailey Model—Host numbers are H and parasite numbers are P :

$$H_{t+1} = \lambda H_t \underbrace{\exp(-aP_t)}_{\text{fraction of hosts at time } t \text{ that escape parasitism}}$$

The geometric growth rate of the hosts in the absence of parasitism

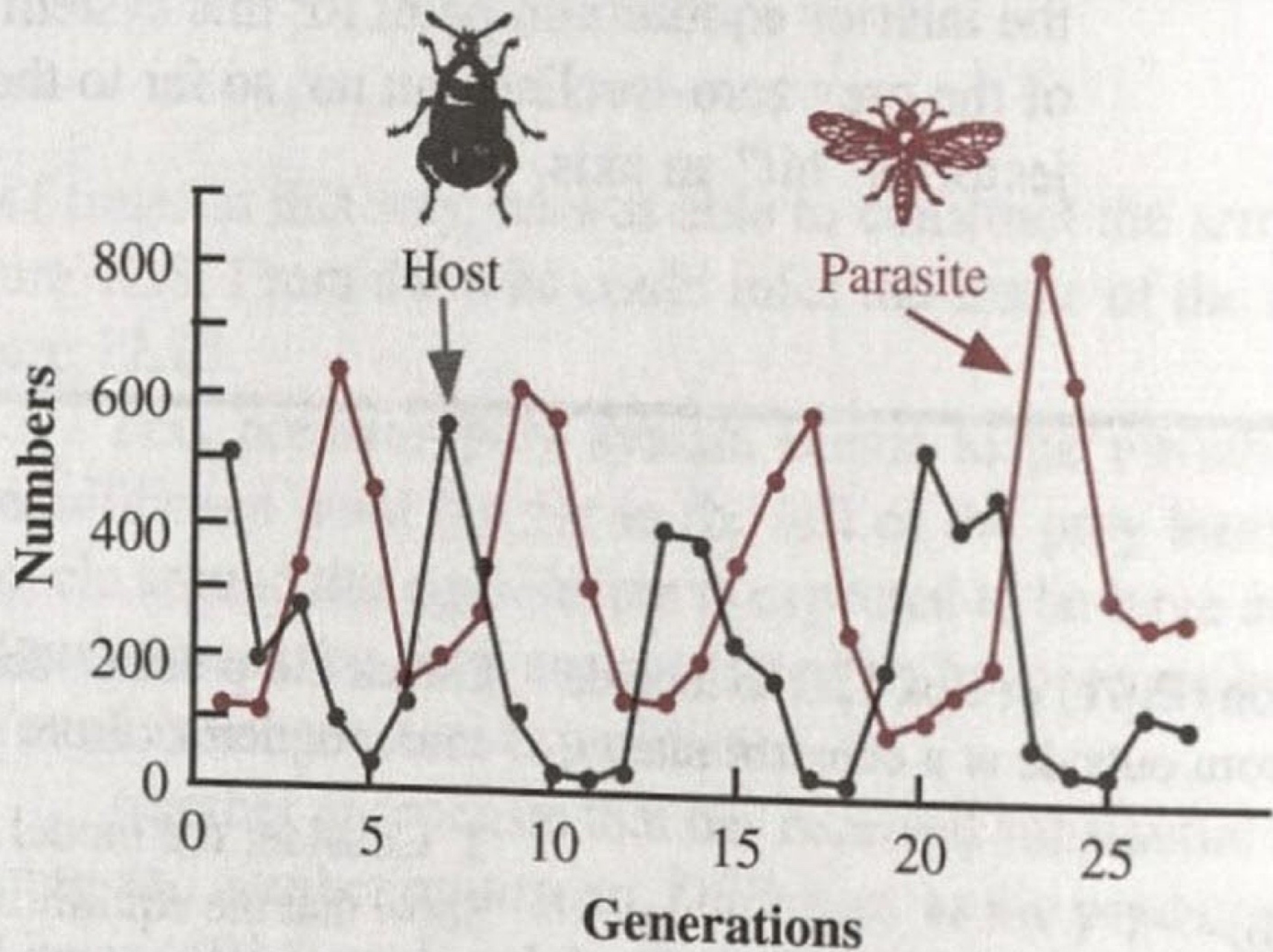
The fraction of hosts at time t that escape parasitism. Parameter a is the searching efficiency of the parasites. As P goes toward infinity, this term goes to zero. If $P = 0$, this term becomes 1.

Hosts grow geometrically in the absence of parasites ($P = 0$). Assume that only one parasite infects each infected host; then the parasite equation is

$$P_{t+1} = c \lambda H_t \underbrace{[1 - \exp(-aP_t)]}_{\text{fraction of hosts at time } t \text{ that are parasitised}}$$

If all parasites emerge from infected hosts, then $c = 1$, but if some die then $c < 1$.

The fraction of hosts at time t that are parasitised



Nicholas J. Gotelli

Ecologia

QUARTA EDIÇÃO

editora
PLANTA

Copyrighted Material

An Illustrated Guide to Theoretical Ecology



Ted J. Case

Copyrighted Material

Próximo BatEncontro: exercícios
com simulações dos modelos no
laboratório de informática SEDFOR
Philip e Marcos

