



Laboratório Gestão Ambiental de Reservatórios - LGAR

Cascata Trófica (Parte 1)

- José Fernandes B. Neto
- Depto. Biologia Geral

Ecologia de Comunidades

Predação e Cascata Trófica

- 1) A hipótese do tamanho-eficiência
- 2) Diferenças entre o controle top-down e bottom-up em ecossistemas de lagos
- 3) Efeitos diretos e indiretos da predação

Predação seletiva pelo tamanho

Primeiramente discutida por Hrbáček (1962)

Rozpravy Československé Akademie Ved, Rada Matematických a Přírodních Ved

Em lagos com < 700 peixes/ha, dominância por zooplâncton de grande tamanho:

Daphnia pulicaria (2.0-2.3 mm)

Daphnia longispina (1.4-1.8 mm)

Em lagos com $> 30,000$ peixes/ha, dominância por zooplâncton de pequeno tamanho:

Bosmina longirostris (0.3-0.4 mm)

Daphnia cucullata (0.7-0.8 mm)

Padrões observados por Brooks & Dodson (1965)

Estes autores pesquisaram muitos lagos na Nova Inglaterra e constataram que *Daphnia*, *Epischura* and *Mesocyclops* estavam ausentes em lagos contendo o peixe *Alosa pseudoharengus*



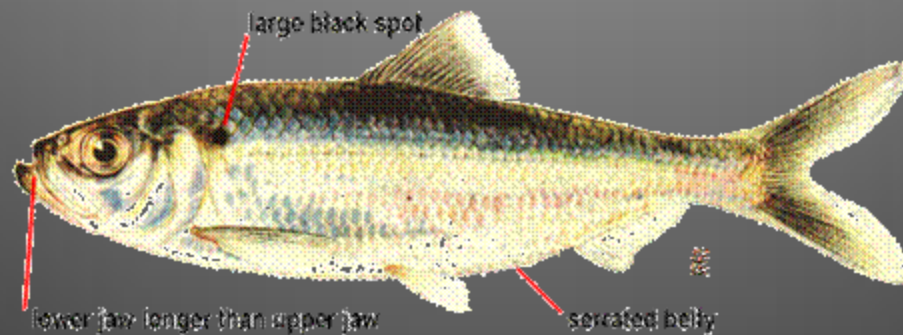
Lagos com esta espécie de peixe eram dominados por *Bosmina*, *Ceriodaphnia* and *Tropocyclops*



Lago Crystal, Connecticut

Brooks amostrou o plâncton em 1942

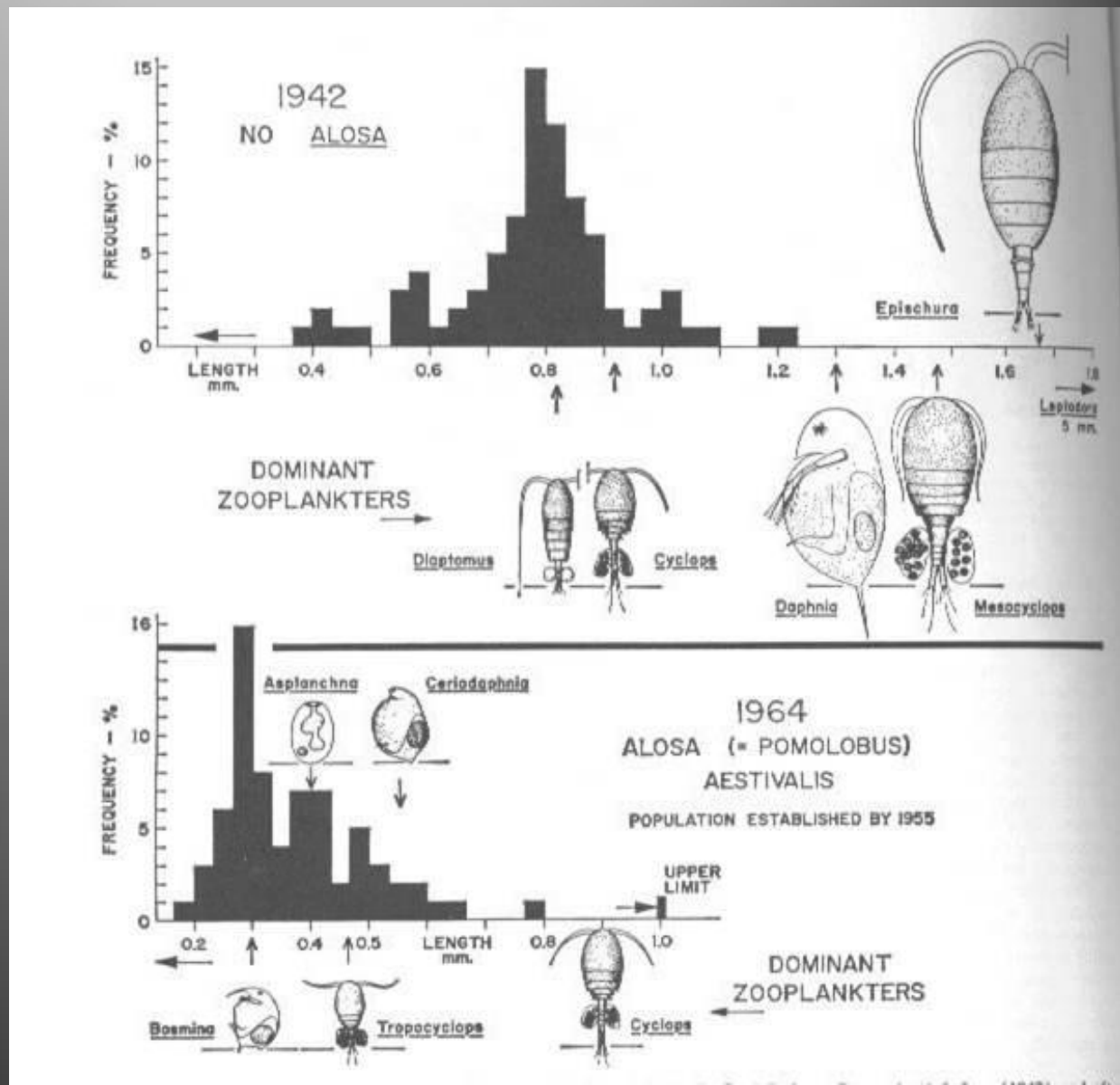
Alosa invadiu o lago na década de 50



Dodson era um estudante de graduação em Yale quando o lago foi amostrado em 1964

Brooks & Dodson
1965 (mais de
1350 citações)

Para explicar os
seus resultados
eles propuseram
a predação
seletiva pelo
tamanho e a
hipótese do
tamanho-
eficiência (HTE)



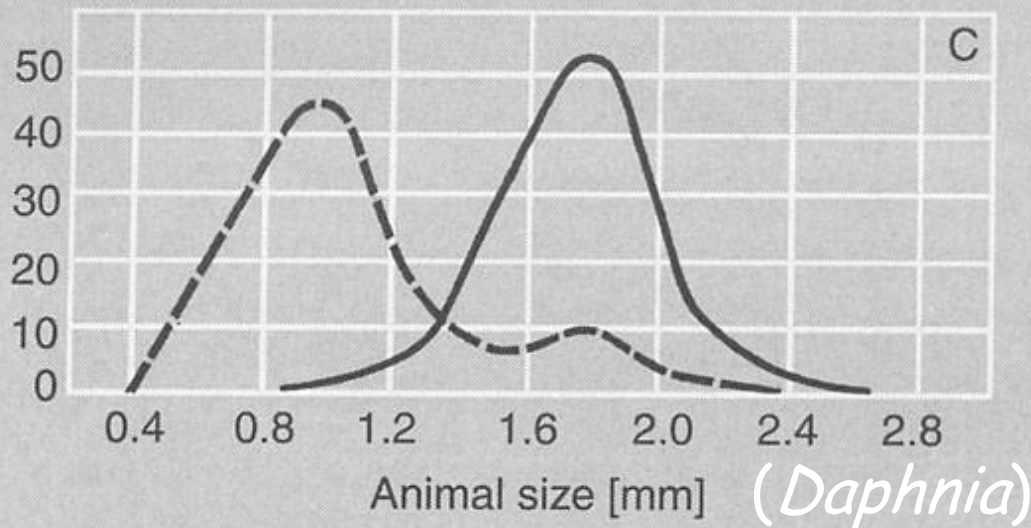
Mas em 1965 não havia evidência experimental que dava suporte à predação seletiva pelo tamanho e a hipótese do tamanho-eficiência (HTE)

Testes da idéia em outros lagos mostraram o mesmo efeito que foi descrito por Brooks & Dodson.

Galbraith (1967)

Estudando o espectro de tamanho do alimento de trutas e percas no Lago Stager

— — No lago
— No intestino



Hipótese do Tamanho-eficiência

Brooks & Dodson 1965

1) Todos os herbívoros planctônicos competem por pequenas partículas.

2) O zooplâncton de maior tamanho filtram mais eficientemente e também e podem coletar grandes partículas.

3) Quando a pressão de predação por peixes é pequena os herbívoros de pequeno tamanho serão competitivamente eliminados pelos herbívoros de grande porte (dominância de grandes cladóceros e copépodos calanóides).

Hipótese do Tamanho-eficiência

Brooks & Dodson 1965

4) Mas quando a predação é intensa, os organismos de grande porte serão eliminados, permitindo que o zooplâncton de pequeno tamanho domine.

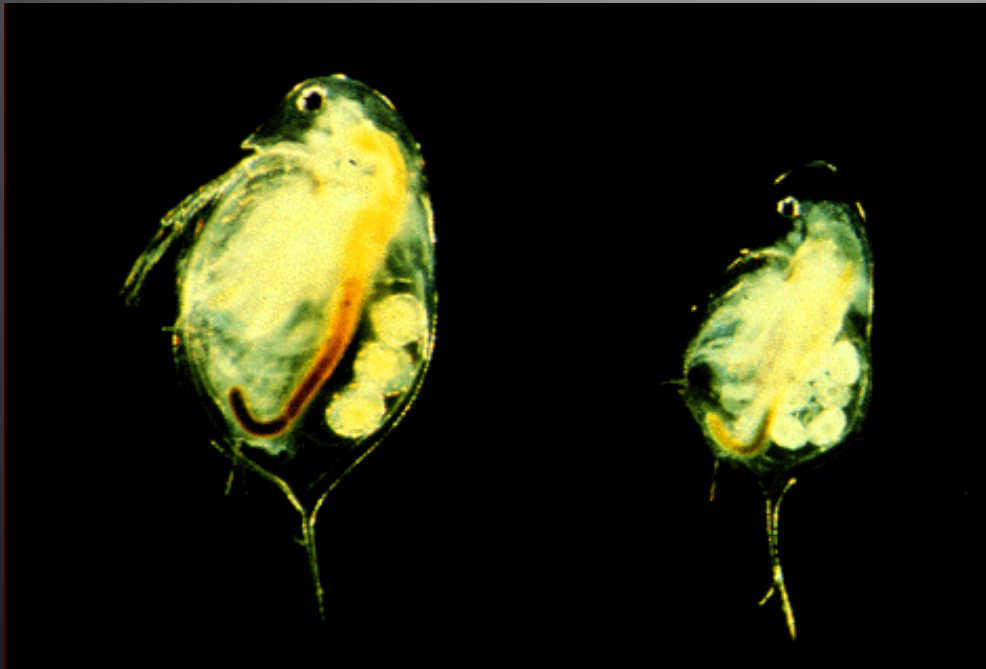
5) Quando a predação é de moderada intensidade, as populações de espécies de grande porte serão mantidas em baixas densidades, não permitindo assim que as pequenas espécies sejam eliminadas.

O que nós aprendemos desde 1965?

Padrões vs. Processos

1) Todos os herbívoros planctônicos competem por matéria particulada fina nas zonas limnética.

Somente quando os recursos são limitados

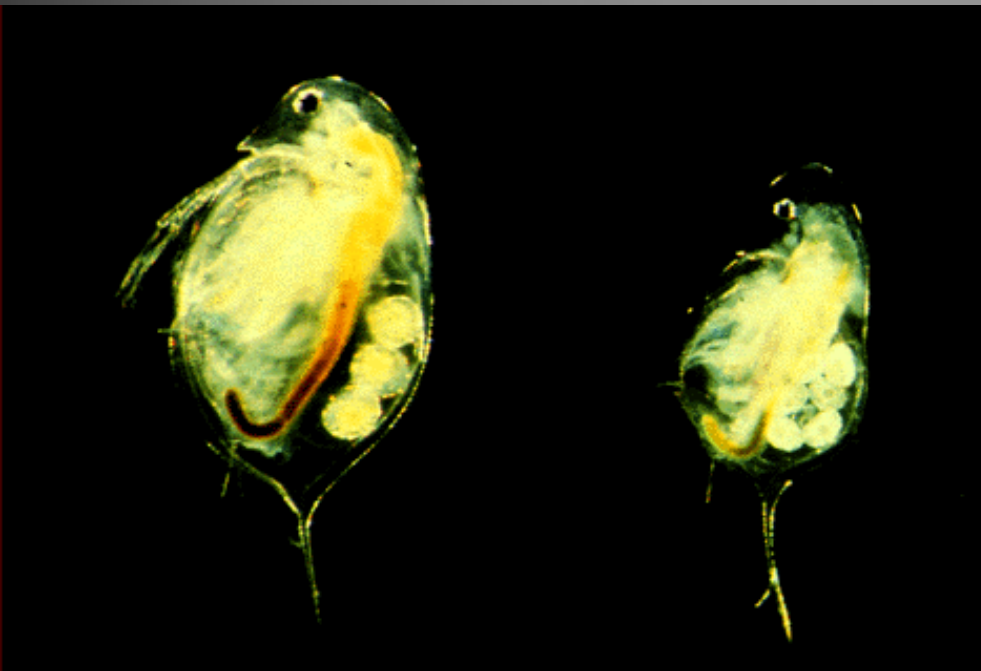


O que nós aprendemos desde 1965?

Padrões vs. Processos

2) Zooplâncton de grande porte são mais eficientes...

Não necessariamente



Resultados de competição são dependentes da condição

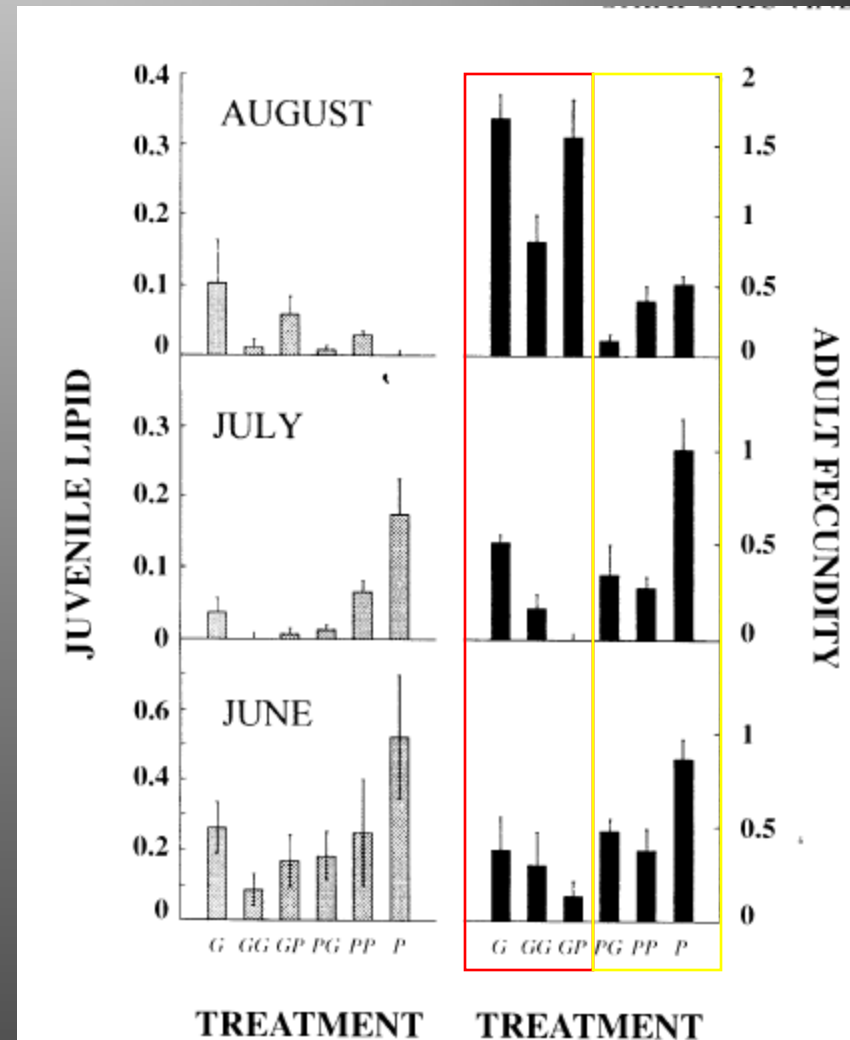


FIG. 10. Responses of *Daphnia* adults (clutch size of adults; right panels, black bars) and juveniles (body lipid index; left panels, shaded bars) to the three experimental treatments imposed upon each of the two species in each of the 3 mo during 1991. G, GG, and GP represent responses of *D. galeata mendotae* and P, PP, and PG represent responses of *D. pulicaria*. Height of bars indicate treatment means ± 1 SE based upon 2–4 replicate water column enclosures.

O que nós aprendemos desde 1965?

Padrões vs. Processos

2) ...e podem coletar grandes partículas

Mas o zooplâncton de grande porte pode perder as pequenas partículas



3) Entretanto, quando a predação é de baixa intensidade os organismos planctônicos herbívoros de pequeno tamanho serão competitivamente eliminados pelos herbívoros de grande porte (dominância de grandes cladóceros e copépodos calanóides).

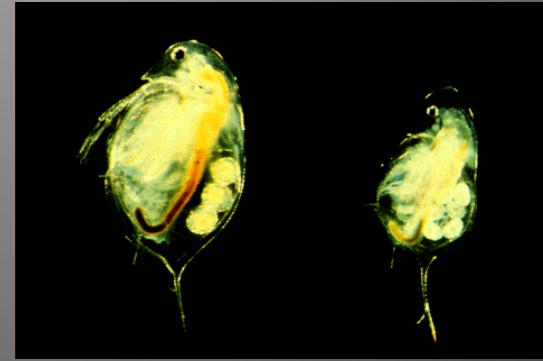
A dominância competitiva não é somente uma função do tamanho do corpo

Quando a predação por peixes é de baixa intensidade sobre os grandes pastadores, também é de baixa intensidade sobre os grandes predadores invertebrados como *Mesocyclops* e *Chaoborus*

Os predadores invertebrados como *Mesocyclops* e *Chaoborus* comem herbívoros de pequeno tamanho

4) Mas quando a predação é intensa, os organismos de grande porte serão eliminados, permitindo que o zooplâncton de pequeno tamanho domine.

Eliminando-se os organismos de grande porte inclui a eliminação dos predadores dos organismos de pequeno tamanho



5) Quando a predação é de moderada intensidade, as populações de espécies de grande porte serão mantidas em baixas densidades, não permitindo assim que as pequenas espécies sejam eliminadas.

Isto não é tão simples....

Para se explicar a estrutura de tamanho das comunidades zooplanctônicas de um ambiente particular, é necessário se considerar a forma da bacia, o comportamento do zooplâncton, competição e predação (incluindo o tipo de predador)

Não existe dúvida de que Brooks & Dodson observaram um padrão geral

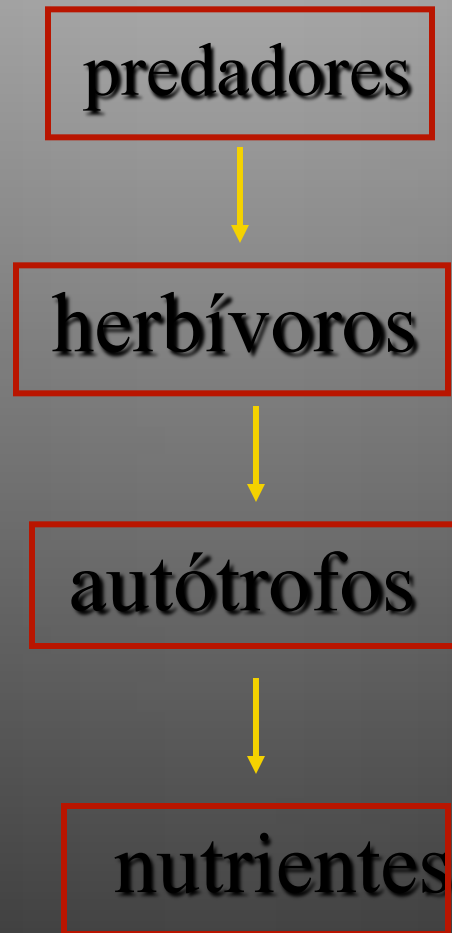
O estudo de Brooks & Dodson (1965) resultou em um novo estágio nas pesquisas sobre as comunidades aquáticas. A HTE tornou-se um paradigma em ecologia aquática

Na década de 80, Carpenter & Kitchell foram um passo adiante

Hipótese da Cascata Trófica

A estrutura da comunidade pode ser controlada de cima para baixo (**top-down**) pelos predadores (modelo da cascata trófica)

Prediz uma a série de efeitos +/- se os níveis superiores são manipulados



A densidade dos herbívoros é controlada pelos predadores

Hipótese da Cascata Trófica

Carpenter et al. 1985 (mais de 750 citações)

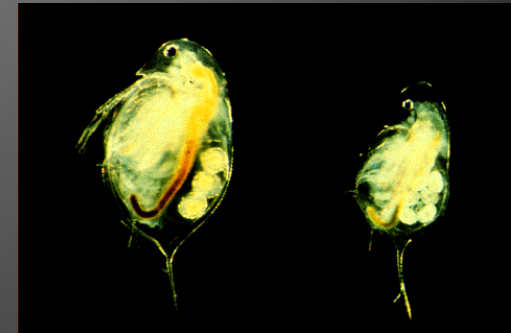
Aumento na biomassa
de piscívoros



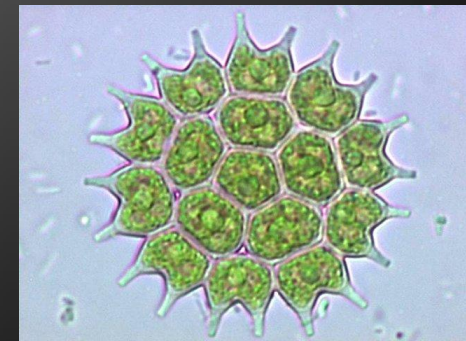
Leva a uma diminuição da
biomassa dos planctívoros



Um aumento na biomassa de
herbívoros



E a uma diminuição na
biomassa fitoplanctônica



A cascata trófica é também chamada "controle top-down"

É uma idéia muito atrativa para a maioria das pessoas...

Diminuição dos peixes piscívoros

Aumento da transparência da água

Mas nem todos acreditaram nesta idéia...

A alternativa, "controle bottom-up", é o pensamento que "muitas presas podem alimentar muitos predadores"

predadores



herbívoros



autótrofos



nutrientes

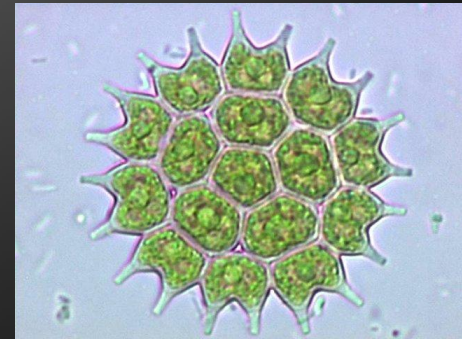
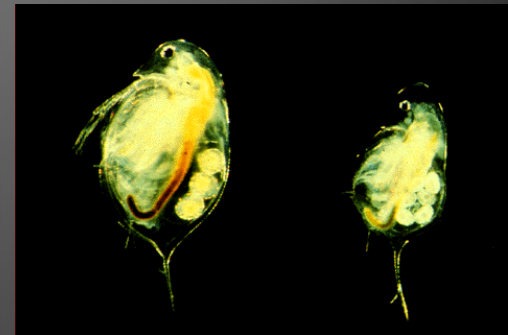
A estrutura da comunidade pode ser mudada pela manipulação dos níveis inferiores

Número de autótrofos é limitado pela concentração de nutrientes

No controle bottom-up, os níveis tróficos superiores dependem do suprimento dos níveis tróficos abaixo:

mais nutrientes → mais algas → mais zooplâncton
→ mais peixes planctívoros → mais peixes piscívoros

A complexidade na natureza cria numerosas razões sobre a ineficiência do controle "top-down" ou "bottom-up" em determinados ambientes



Efeitos contrários à teoria da cascata trófica



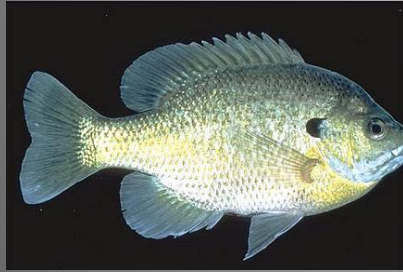
Introdução de piscívoros

Desaparecimento dos planctívoros

Liberação do predador invertebrado



Predadores múltiplos

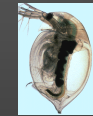


Peixes planctívoros

A presença de mais do que um predador pode influenciar a dinâmica das populações de presas e dos predadores



Chaoborus



Daphnia



Efeitos Diretos

- Redução da abundância
- Eliminação potencial
- **Cascata trófica**

Efeitos Indiretos

Resultados das interações ecológicas

- Diminuição da eficiência de forrageamento
- Redução da taxa de crescimento
- Diminuição do "fitness" reprodutivo
- Mudanças no uso do habitat
- Mudanças na história da vida

Os efeitos do predador dependem dos fatores físicos e biológicos

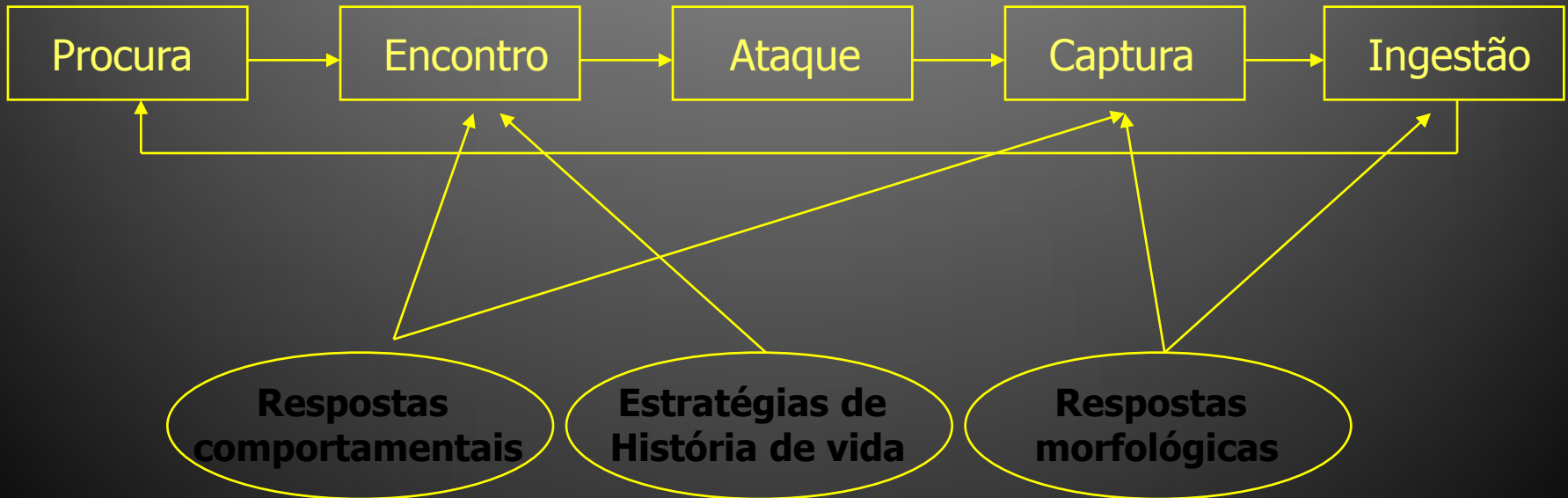
A estrutura trófica do ecossistema pode influenciar efeitos específicos

Reconhecimento do predador



Queromônios

Feromônios



Respostas comportamentais

- Moluscos de água doce reagem a um estímulo químico de um predador exibindo comportamentos variados de escape (Alexander & Covich, 1991).
- Larvas de anfíbios aumentam o uso de refúgio ou reduzem sua atividade quando eles percebem os sinais químicos de seus predadores (peixes ou odonatas) (Kats et al., 1988).
- Redução de atividade e uso de refúgio é uma característica comum para muitas espécies de peixes quando em contato com os sinais químicos de predadores (Pettersson et al., 2001).

Resposta comportamental

Migração vertical diária (MVD) — Mudança diária na distribuição dos organismos na coluna de água.

Species

A distância da migração pode variar de poucos metros a mais de 100 metros

É influenciada por:

Densidade do predador

Estágio de desenvolvimento

Transparência da água

Quantidade de alimento

Físico-química do ambiente

Padrão típico para lagos temperados oligotróficos



Alta predação por peixe
Alta exposição à radiação UV

Alta temperatura
Baixa predação por invertebrados
Muito alimento

Baixa predação por peixe

Pouco alimento

Baixas temperaturas

Alta predação por invertebrados.

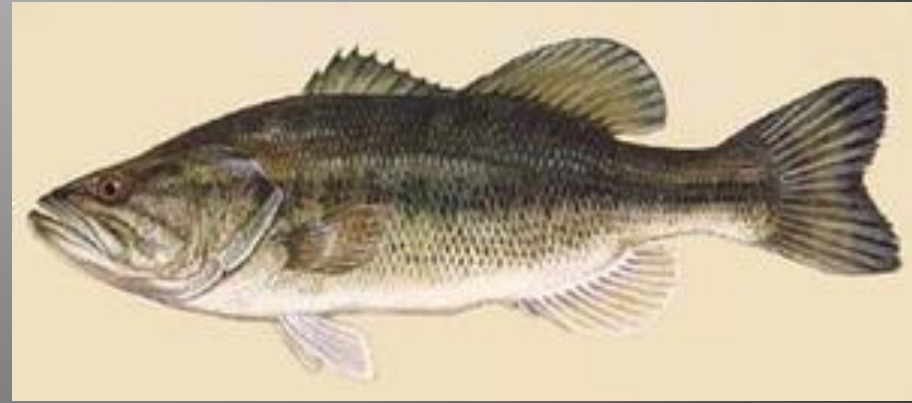


Em lagos tropicais e no verão em lagos temperados eutróficos, as camadas profundas tornam-se anóxicas e servem como refúgio contra a predação



Entre os peixes, também existem segregação de habitats em função de predação:

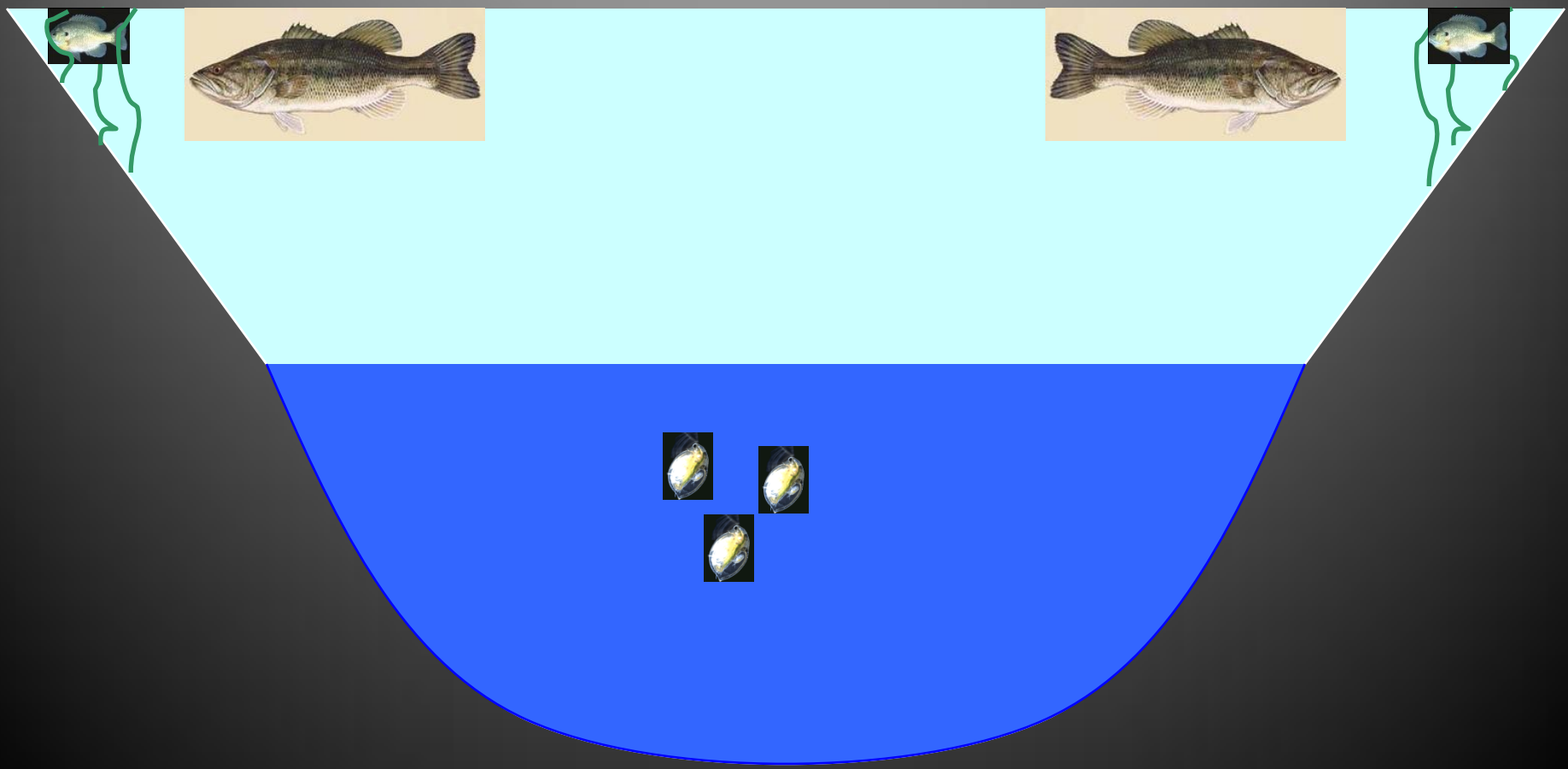
Largemouth bass
(*Micropterus salmoides*)



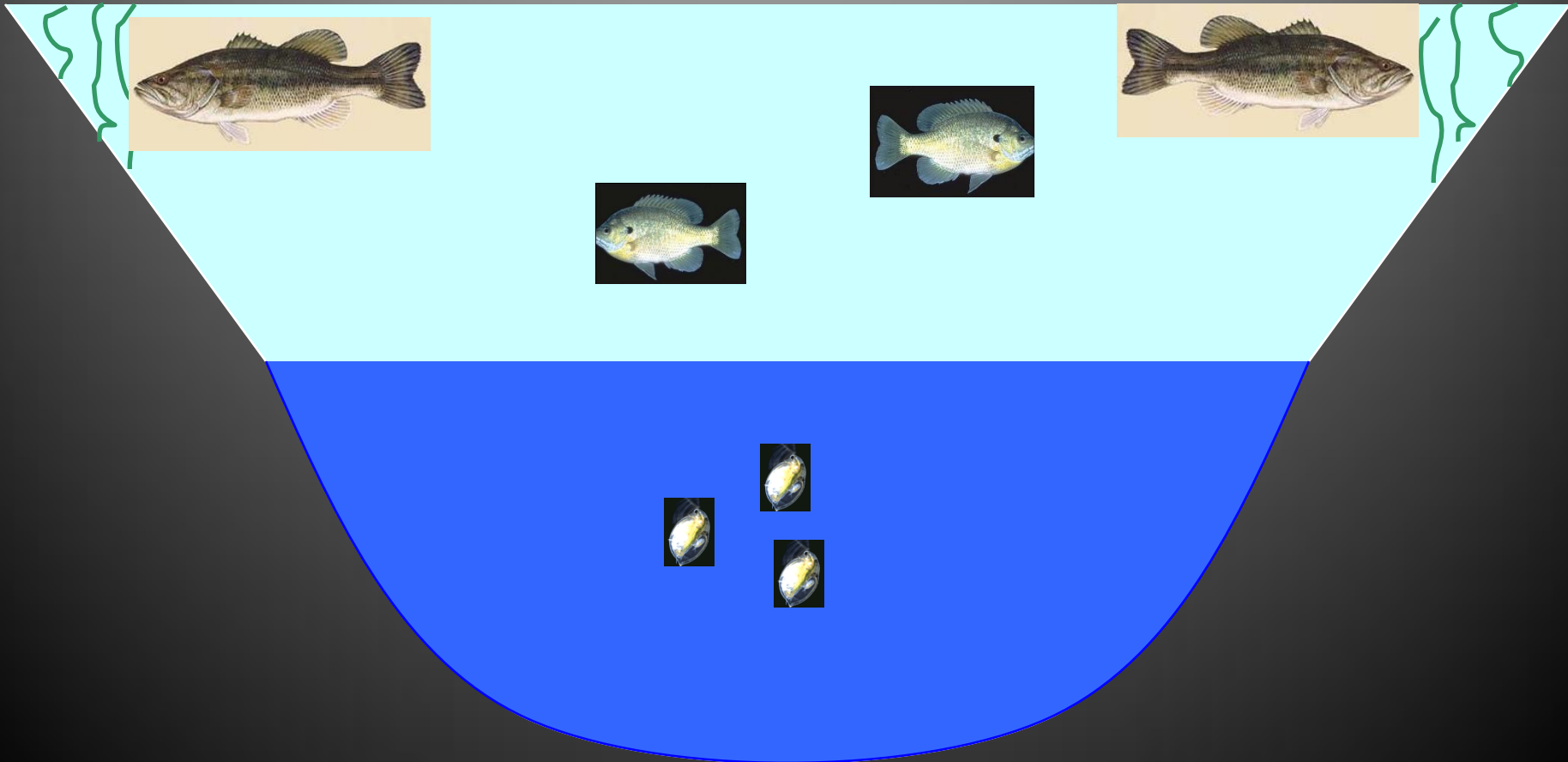
Bluegill
(*Lepomis macrochirus*)



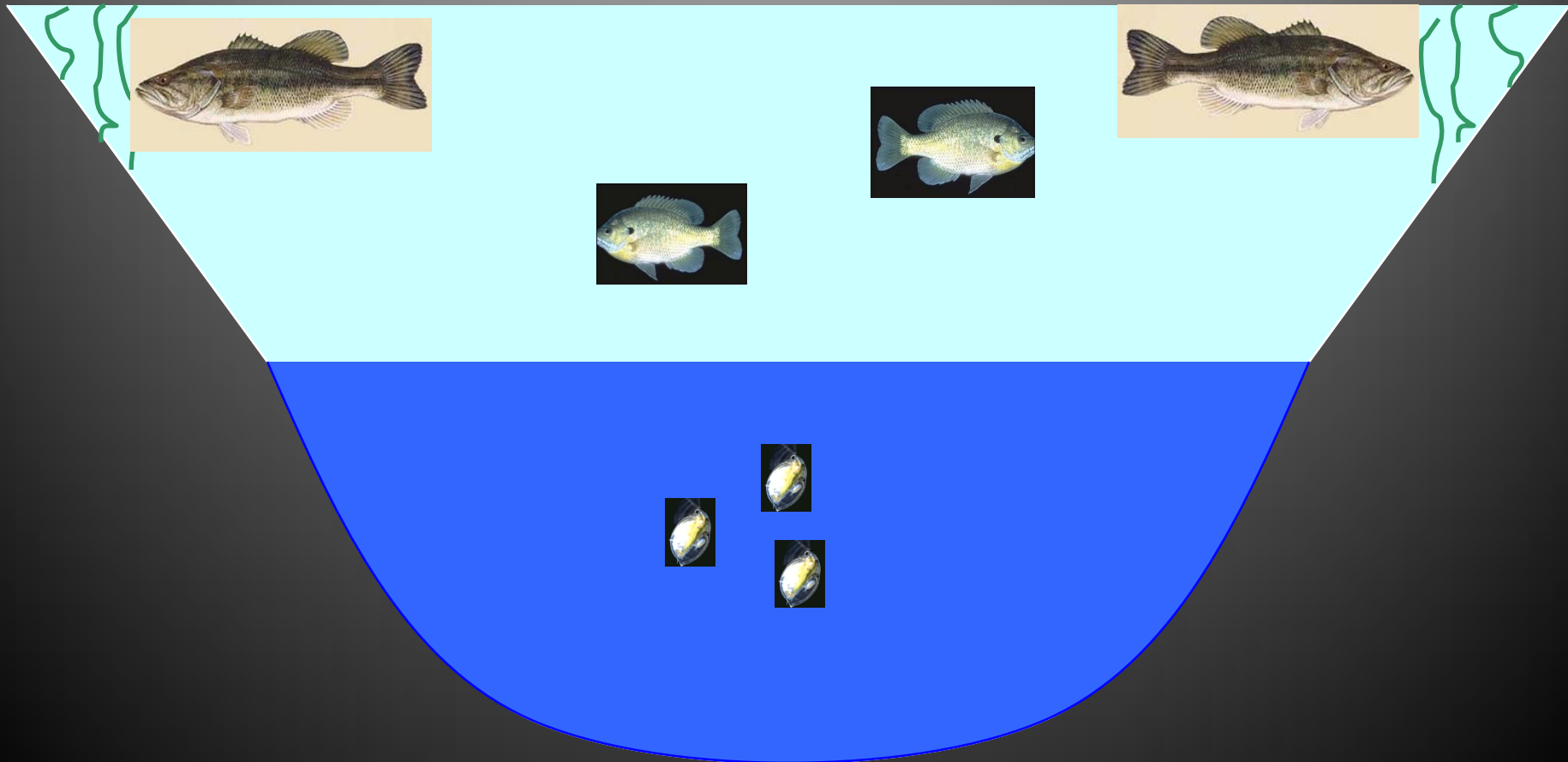
Pequenos bluegill (20-75 mm) são restritos pelos predadores (bass) à proteção da vegetação da zona litoral. Eles se alimentam de invertebrados bentônicos.



Acima de 75 mm, o predador (bass) é limitado pelo tamanho da boca, deste modo bluegill pode se alimentar na zona pelágica, aonde ele pode ter acesso a uma maior quantidade de zooplâncton.

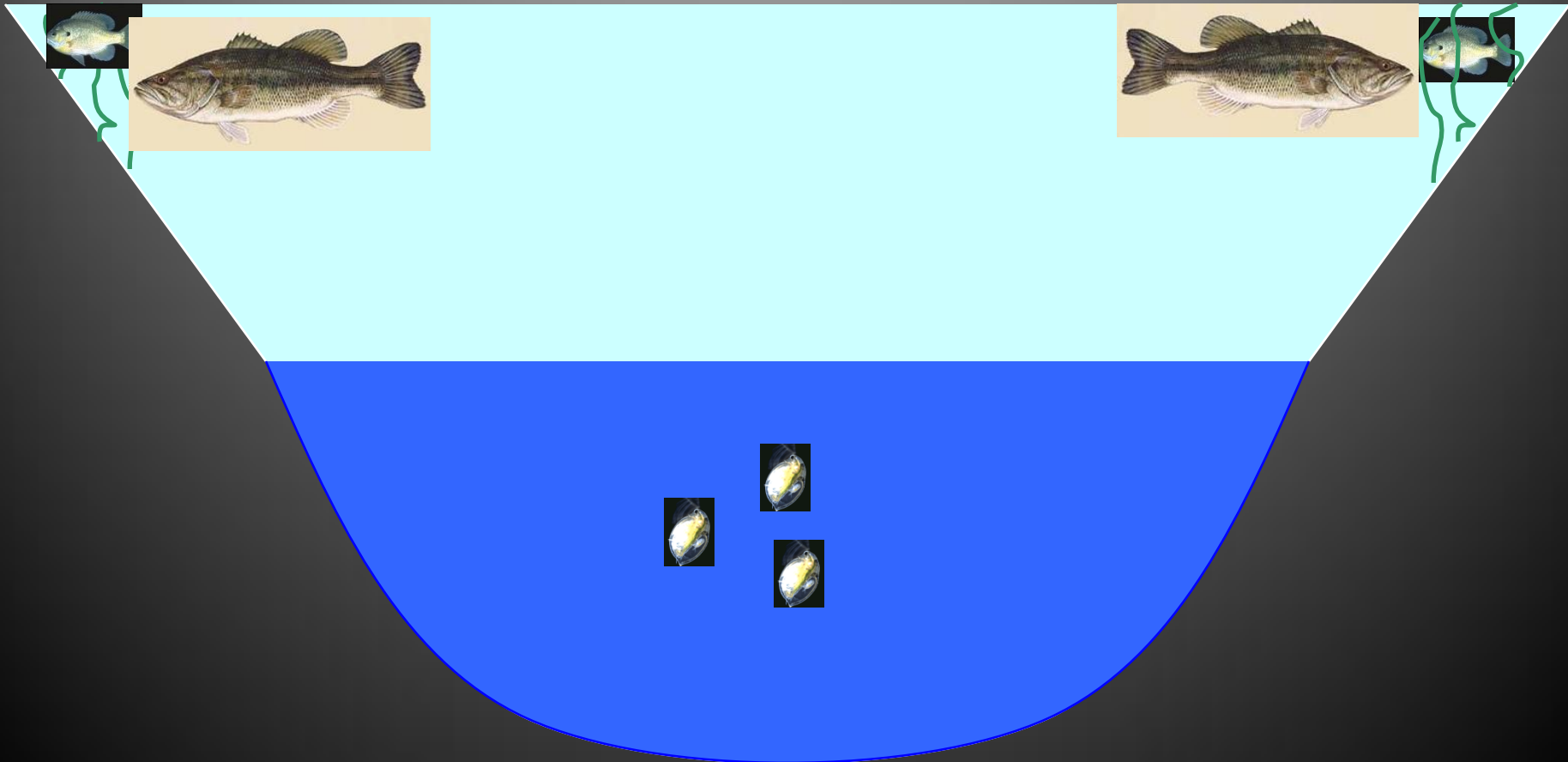


Bluegill de grande porte pode também circular entre a zona pelágica e a litoral.



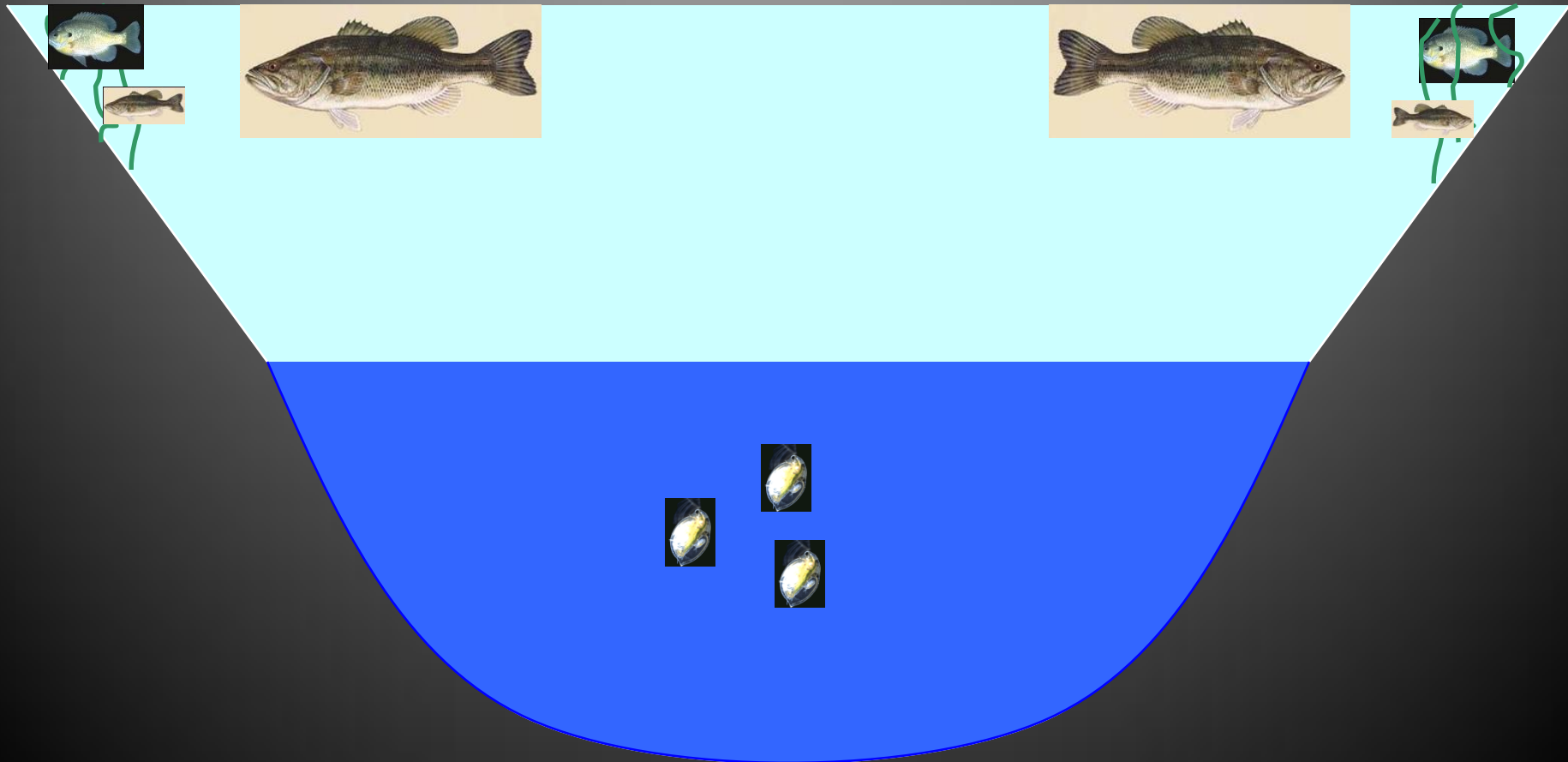
Interação presa-predador

A zona litoral serve de refúgio contra predação aos bluegills de pequeno porte e o grande tamanho é um refúgio para os bluegills de grande porte



Interação de competição

Bass jovens também obtém refúgio e alimento na zona litoral



Resposta comportamental

- Tem sido observado a formação em nuvem do tipo vortex no campo...

⇒ Zooplâncton oceânico *Anchylomera blossevilli* em formação vortex-swarming no campo [Lobel and Randall, J. Plankt. Res. 8, 253 (1986)]



...e em laboratório



Respostas morfológicas



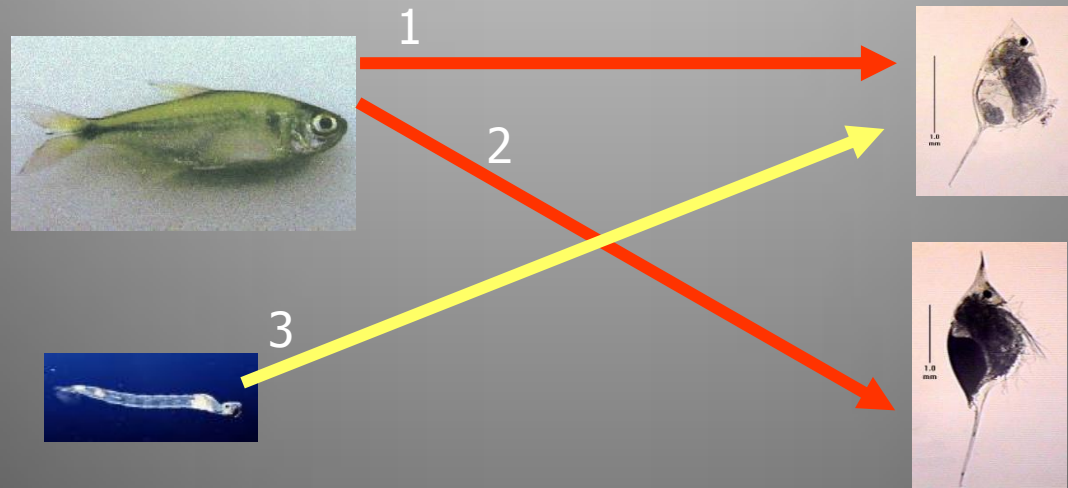
Formação de espinhos e
elmos induzidos
quimicamente pela
presença do predador



Estratégias de história de vida

- Crowl & Covich (1990), demonstraram que moluscos de riachos sem predador (carangueijos), reproduzem-se mais cedo do que moluscos de riachos com predadores.
- Lardner (2001), mostrou que os girinos de *Bufo bufo*, tendem a responder à presença do predador com a redução de sua taxa de crescimento.

Estratégias de história de vida



1 - PEIXE / *DAPHNIA*: Antecipação da reprodução e produção de uma prole menor em tamanho e mais numerosa (Sakwinska, 1998).

2 - PEIXE / *DAPHNIA*: Indução de ovos de resistência (efípias) (Slusarczyk, 1995).

3 - *CHAOBORUS* / *DAPHNIA*: Atraso na reprodução e aumento de tamanho dos recém-natos (Berendonk, 1999).