

Comunidades de ambientes lênticos

**Aula 4 – Adaptações de organismos ao
ambiente aquático**

Aula baseada em cap. 3 de Williams (2006) e
Cap. 2 de Brönmark & Hansson (2005)

Ao final da aula você deverá saber

- As principais adaptações para lidar com fatores abióticos
- Adaptações de organismos
 - Planktônicos
 - Nektonicos
 - Bentônicos
- Adaptações para secagem periódica
 - Plasticidade fenotípica
 - Efeitos em nível fisiológico de girinos

Diferença entre lago e poça

- **Lago** é um corpo d'água no qual turbulência produzida pelo vento é o principal agente promovendo a mistura da coluna d'água

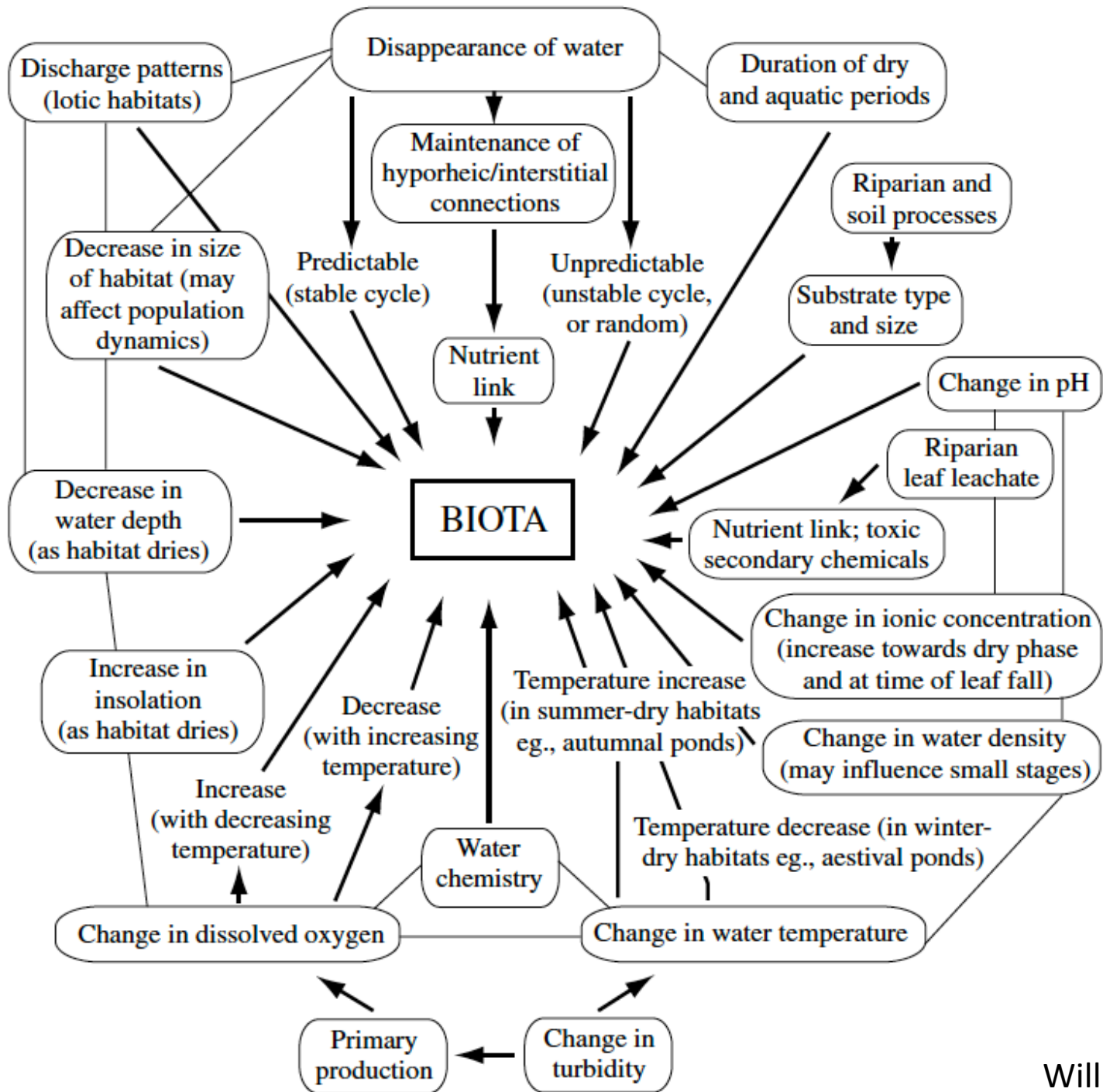


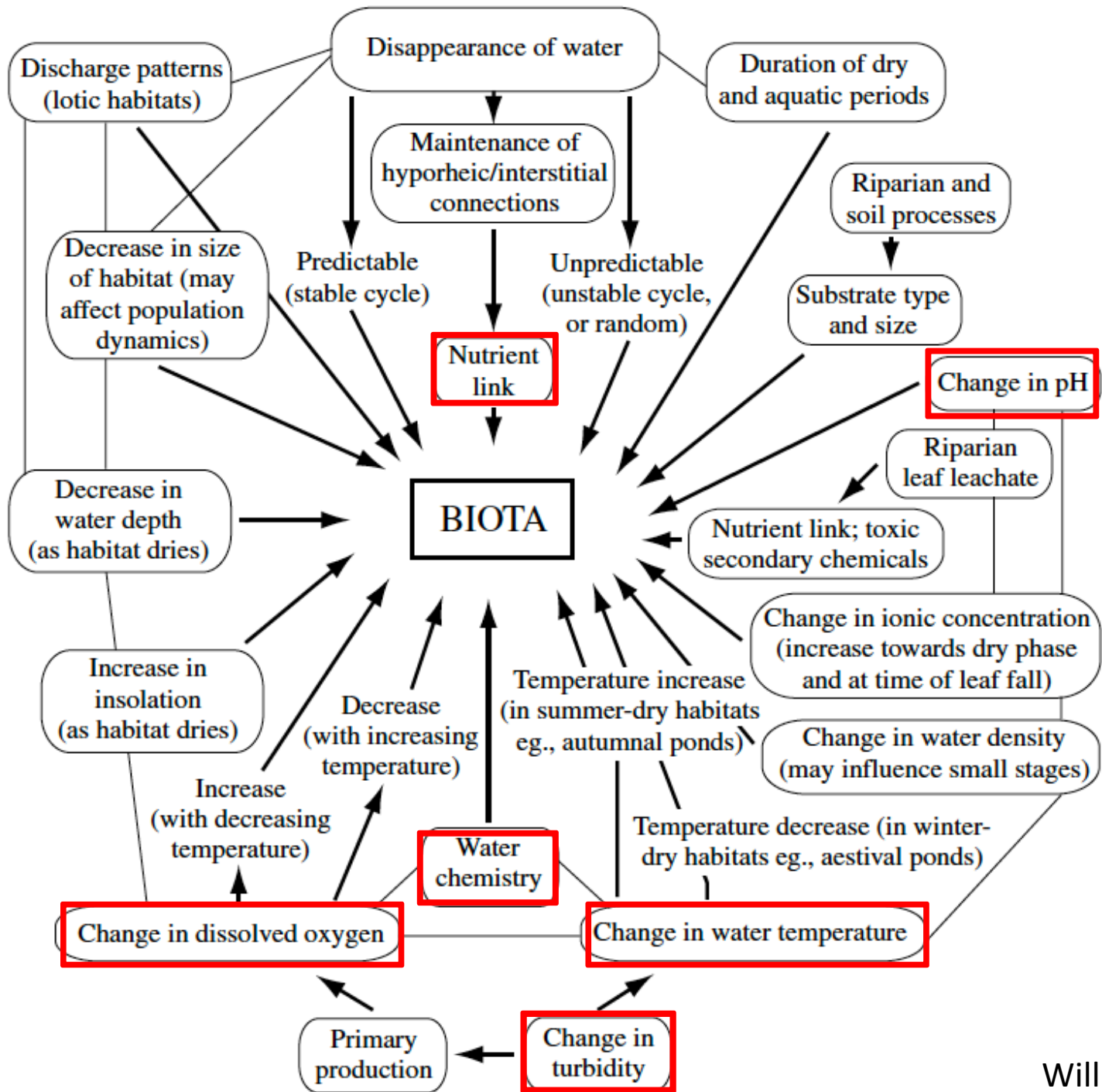
- Em **poças** essa mistura é mais sutil e promovida por diferenças em temperatura



Adaptações para lidar com condições abióticas

- Quais as principais variáveis abióticas para as quais os organismos têm de se adaptar?
 - Flutuação
 - Temperatura
 - Luz
 - Carbono
 - pH
 - Disponibilidade de nutrientes
 - Oxigênio

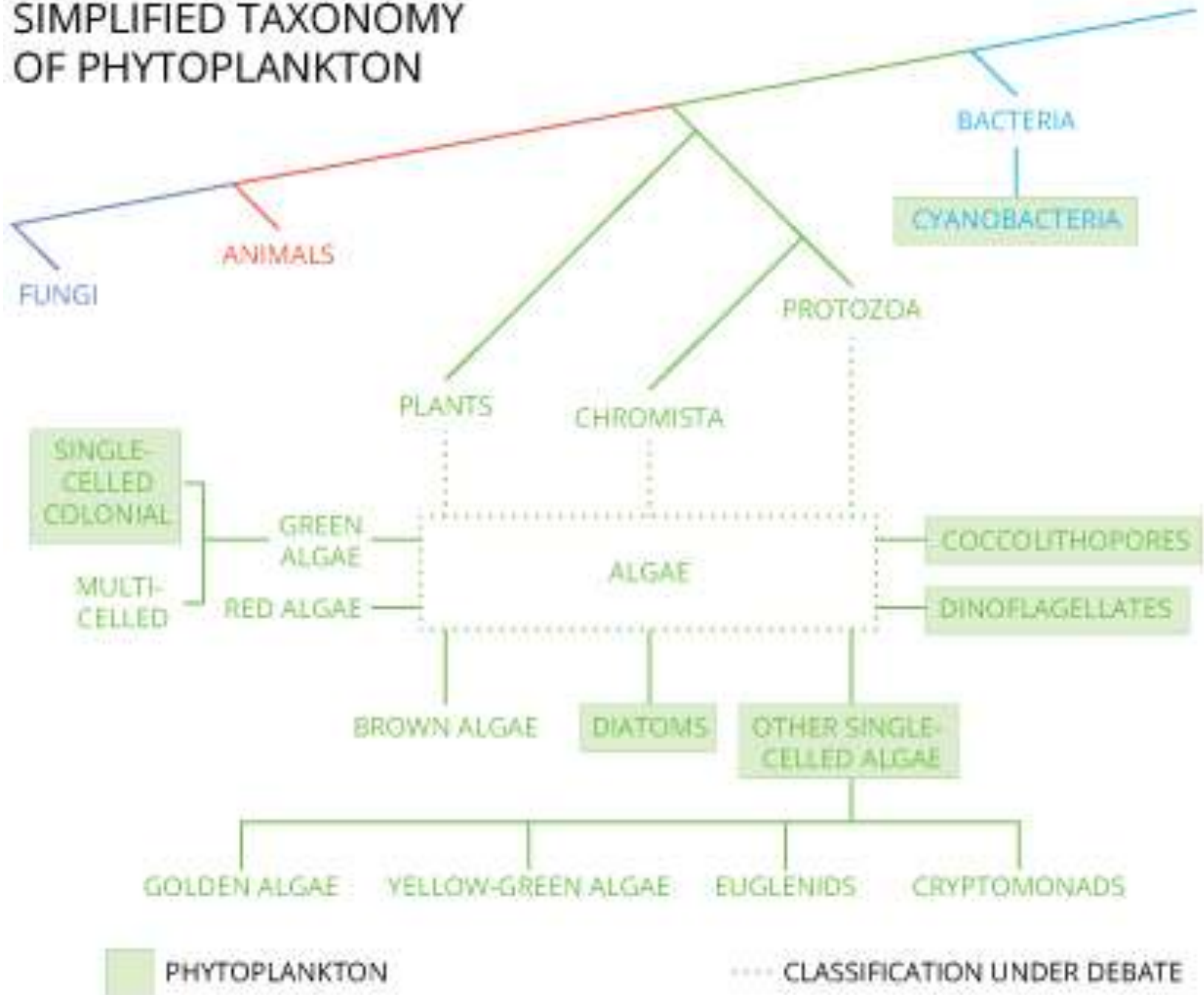




Adaptações para flutuação

- Algas planktônicas são um grupo diverso composto por organismos de diferentes filos (Charophyta, Chromista etc)

SIMPLIFIED TAXONOMY OF PHYTOPLANKTON



Adaptações para flutuação

- Algas planktônicas são um grupo diverso composto por organismos de diferentes filos (Charophyta, Chromista etc)
- Algas planktônicas têm de desenvolver adaptações para não afundarem
 - Reduzir a densidade
 - Ajustar o tamanho e *formato* da célula
 - Ter organelas de motilidade

Grandes grupos de fitoplankton

Cianobactérias



Diatomáceas



Dinoflagelados



Chlorophyta



Coccolithophore



Grandes grupos de fitoplankton

Cianobactérias



Diatomáceas



Dinoflagelados



Chlorophyta



Coccolithophore



Flagelo

**Formato
complexo da
célula**

Adaptações para flutuação

- Modificar a densidade
 - Formando vacúolos
 - Vesículas de gás
 - Moléculas de lastro
 - Muco (reduz o tamanho da célula)
- Para otimizar a posição de acordo com a disponibilidade de luz e nutrientes próximo à superfície

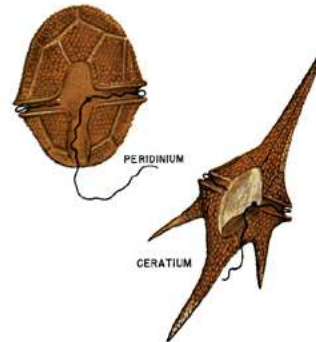
Adaptações para flutuação

- Modificar o formato
 - Reduz o afundamento
 - Inclui formar colônias (Diatomáceas e cianobactérias)



Fragilaria crotonensis

- Organelas de motilidade
 - Flagelos

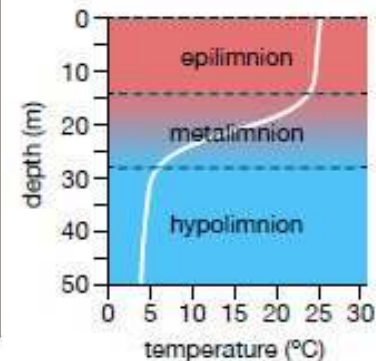
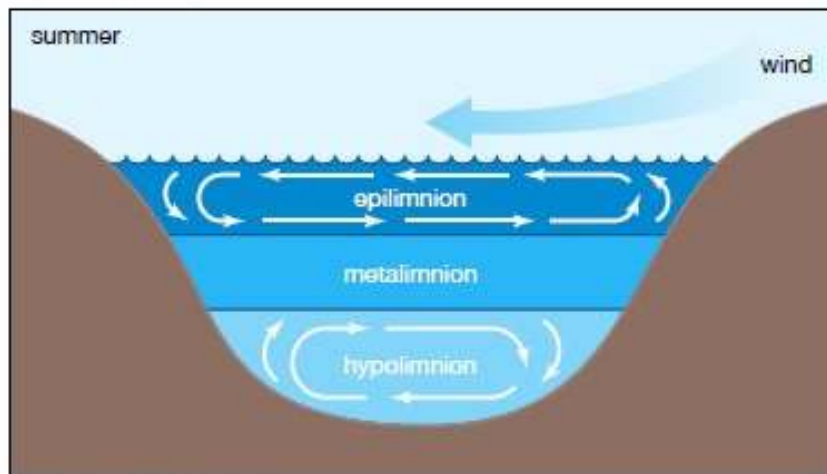


Anabaena

Adaptações para variações na temperatura

- Fonte de calor é radiação solar
 - Variação sazonal e circadiana (ver aulas passadas)
 - Maior parte é absorvida na superfície
 - Correntes geradas pelo vento distribuem calor pelo lago, mas só numa dada profundidade

Lake stratification

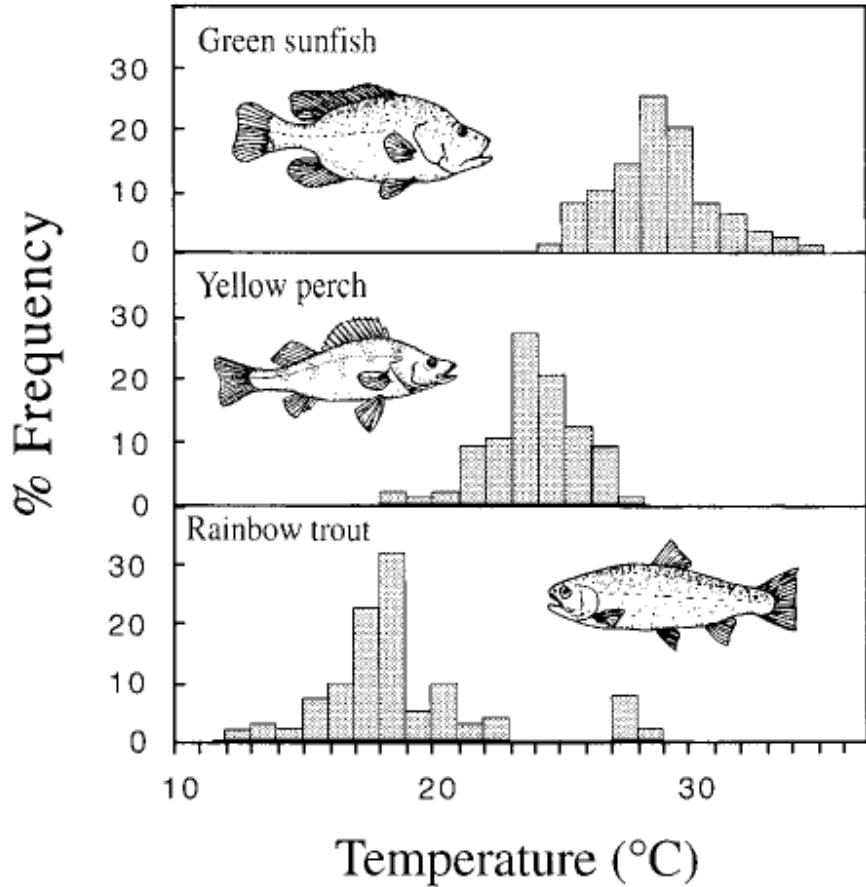
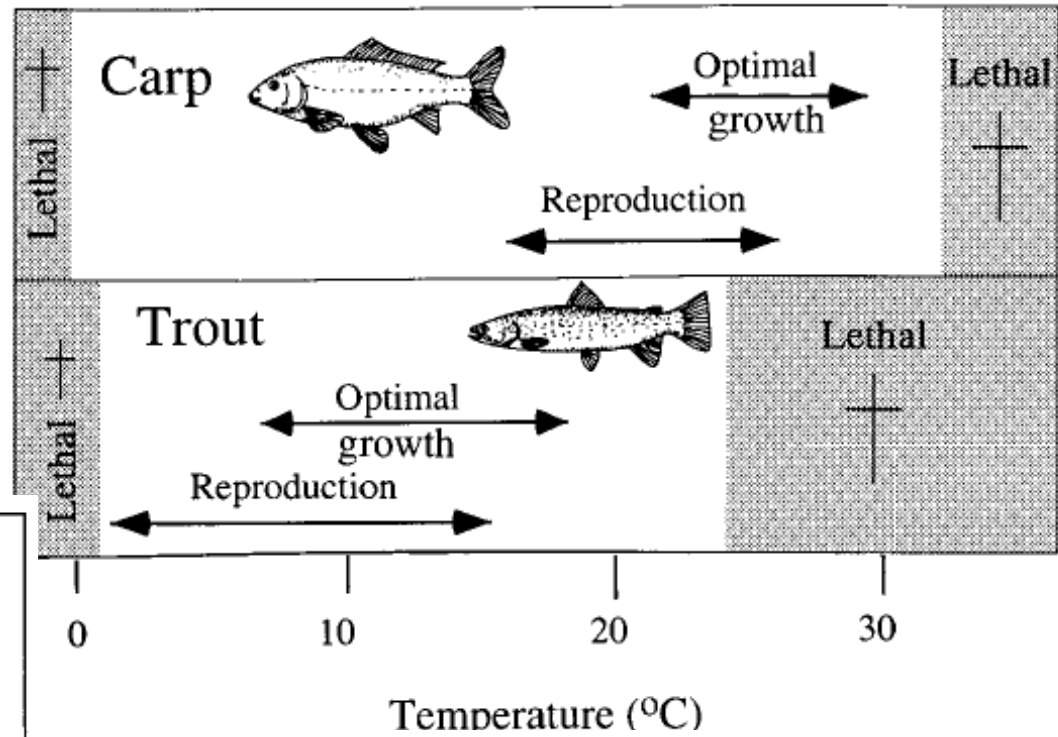


Adaptações para variações na temperatura

- Água tem alta capacidade de armazenamento de calor
 - Mudança circadiana de temperatura é muito menos drástica do que ambientes terrestres
- Temperatura afeta taxas metabólicas, padrões de distribuição, atividade, e comportamento.
 - Reações bioquímicas/fisiológicas dependem de enzimas cujas atividades dependem de uma temperatura ótima
 - Diferentes espécies têm ótimos diferentes
- Maioria dos organismos de água doce são poikilotermos
- Besouros aquáticos geralmente são mais ativos à noite ou pela manhã cedo para evitar altas temperaturas

Euritérmo

Estenotérmo



embrião neonato

macho

fêmea

efípio

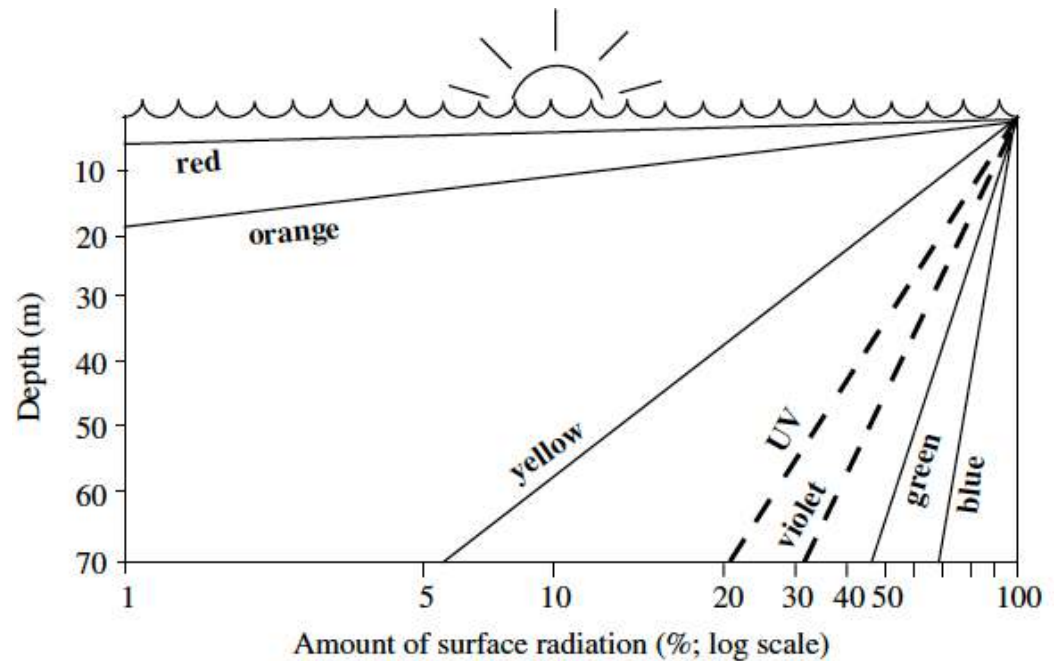


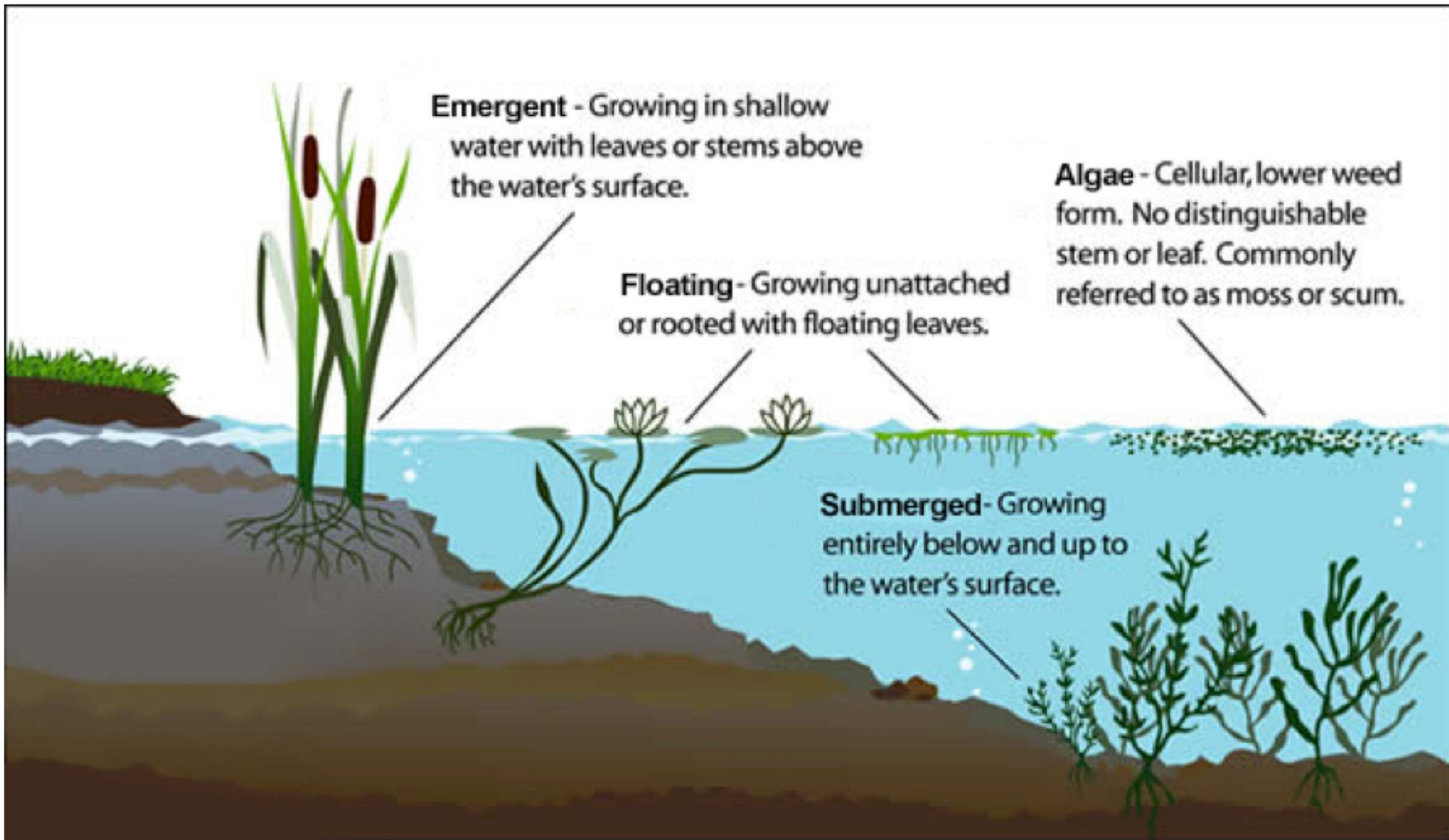
Ovo

Formação pode ser induzida
por baixas temperaturas
(Estrutura dormente)

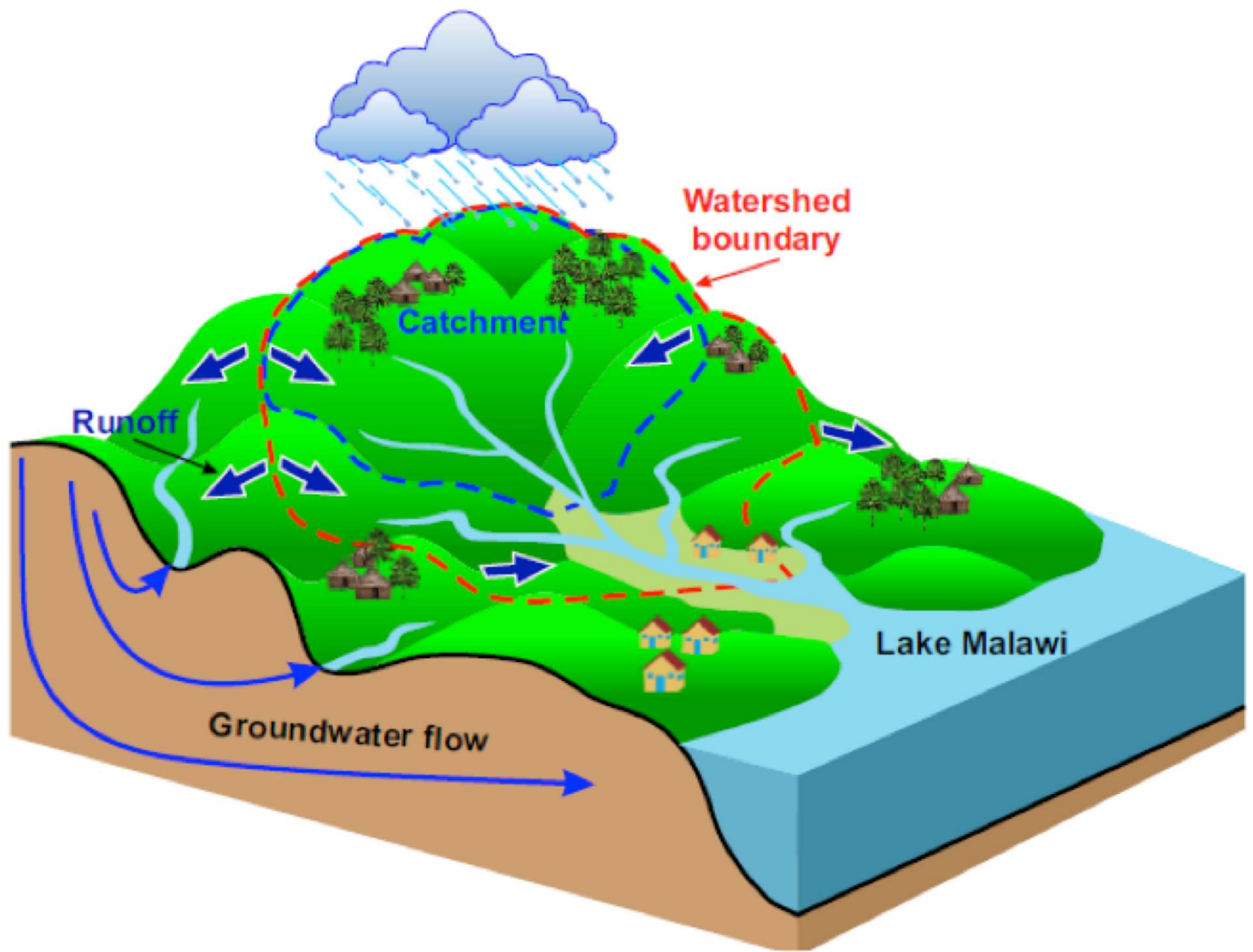
Adaptações para luz

- A profundidade com a qual a luz penetra um corpo d'água é determinada principalmente pela quantidade de partículas dissolvidas ou suspensas na água





Fatores abióticos afetados pela área de drenagem do lago/poça



Trofia de lagos (quantidade de nutrientes)

- Tamanho, formação rochosa, e vegetação influenciam entrada de nutriente, pH e cor da água.

Oligotrophic lake

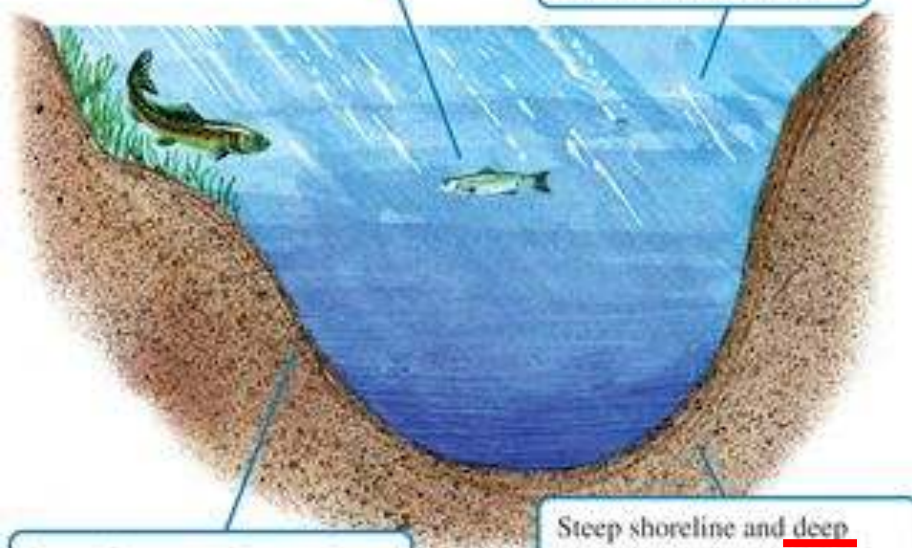
Eutrophic lake

Cool temperatures and high oxygen concentrations provide a suitable environment for fish such as trout and whitefish.

Low availability of nutrients, especially phosphorus and nitrogen, support low densities of phytoplankton and vascular aquatic plants,

Warm temperatures and low oxygen availability provide environments favouring tolerant fish such as catfish and bowfins.

High availability of nutrients, especially phosphorus and nitrogen, support high densities of phytoplankton and vascular aquatic plants.



Invertebrate species requiring high oxygen concentrations are dominant in the benthic fauna.

Steep shoreline and deep bottom reduce heating during summer and help maintain lower water temperatures.

Benthic invertebrate biomass is high and dominated by species tolerant of warm temperatures and low oxygen.

Shallow bottom reduces total water volume and increases heating in summer.

Adaptações para carbono

- Difusão de CO_2 é mais lenta na água do que no ar
 - À medida que plantas consomem CO_2 durante o dia para realizar fotossíntese, regiões ao redor de plantas aquáticas ficam com pouco CO_2
 - Plantas submersas CAM => adaptação para baixa $[\text{CO}_2]$



Isoetes

Adaptações para carbono

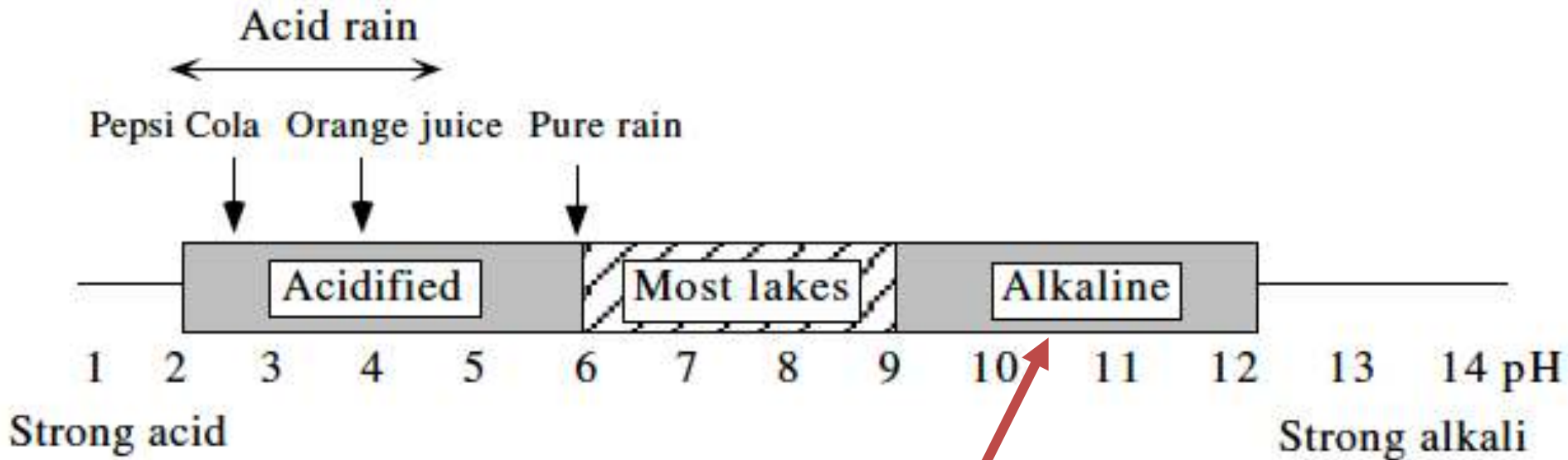
- Heterofilia

**Folhas aéreas
e submersas
capazes de
fotossíntese**



Hippuris vulgaris

Adaptações para pH



A fotossíntese em lagos de locais ricos em Ca pode causar a precipitação de CaCO_3 devido ao consumo de CO_2 pelas plantas

Adaptações para pH

- Redução no pH afeta negativamente a reprodução de muitos organismos, incluindo lagostins, *Daphnia*, moluscos, insetos, e muitas espécies de peixes, o que reduz suas abundâncias.



- Nessas situações, o fitoplankton se torna dominado por “algas” flageladas grandes, tais como *Peridinium* ou *Gonyostomum*, enquanto o zooplankton se torna dominado por copépodos grandes (e.g., *Eudiaptomus*) ao invés de Daphnidae.

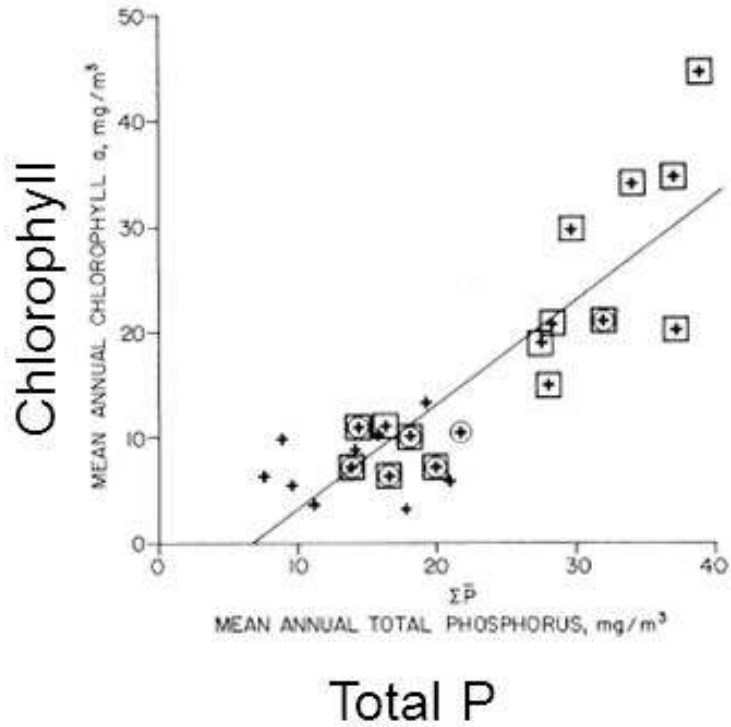
Adaptações para disponibilidade de nutrientes

- A quantidade de nutrientes em lagos é principalmente determinada pelo tipo de formação rochosa, cobertura vegetal, tamanho, e atividades humanas na área

Adaptações para disponibilidade de nutrientes

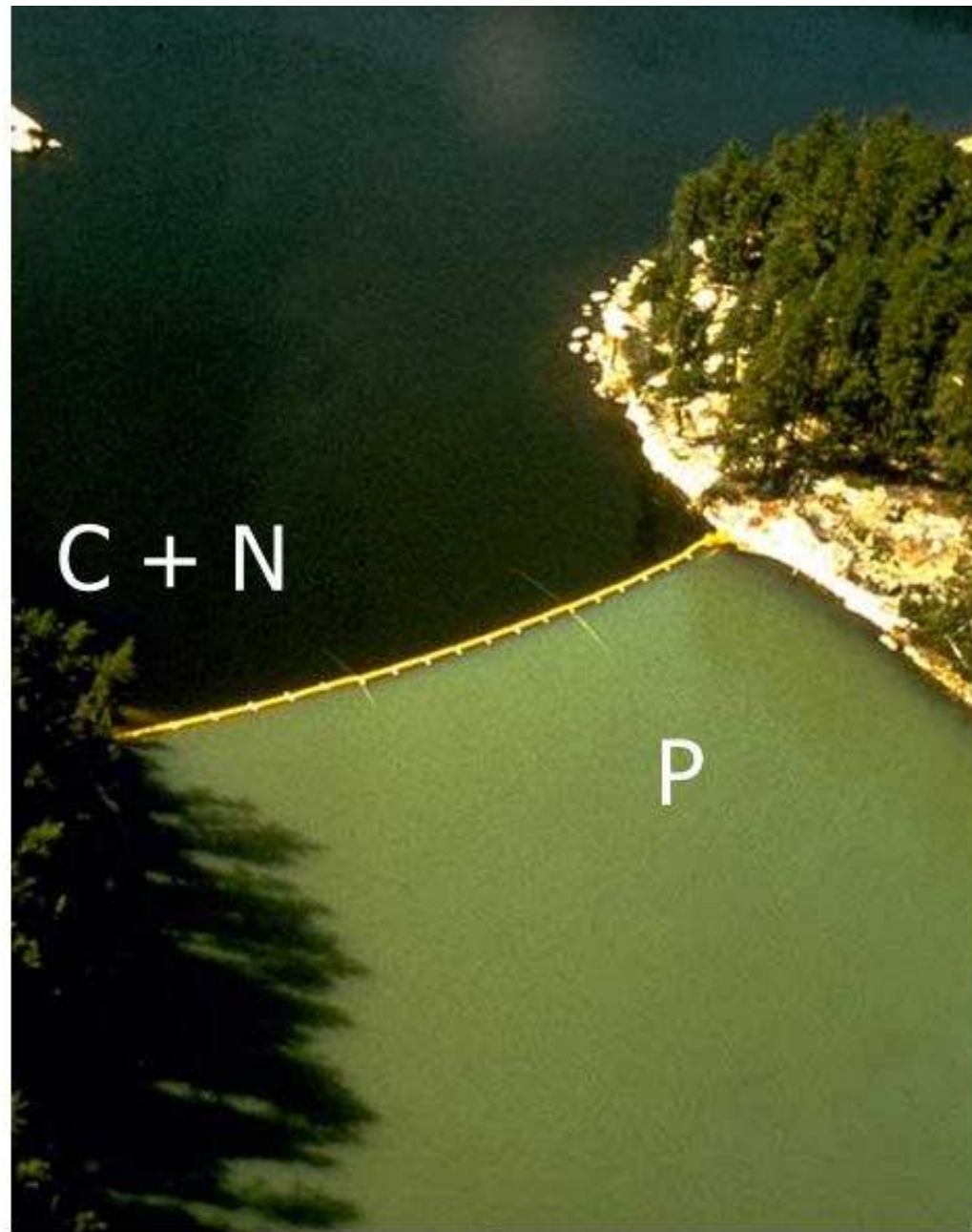
- Fósforo é o elemento normalmente que mais limita o crescimento de algas, por estar em baixa disponibilidade
 - Principal determinante de produtividade primária
 - Envolvido no metabolismo celular
 - Mais fácil de medir que carbono
 - Classificação de trofia baseado em P e não C
- Sedimento é mais rico em P do que coluna d'água

- P consistently limited growth



- C could be obtained from atmospheric inputs

Schindler (1977)



Adaptações para disponibilidade de nutrientes

- Plantas aquáticas têm tamanho pequeno para aumentar a taxa de obtenção de nutrientes
- Estabelecimento no sedimento, onde a disponibilidade de P é maior
- Armazenas P quando a oferta é maior

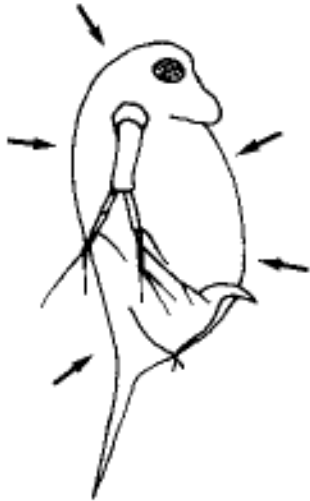
Adaptações para obter oxigênio

- As mudanças espaciais e sazonais na disponibilidade de O_2 afetam as estratégias de história de vida, padrões de distribuição, comportamento, e interações interespecíficas
- Difusão da atmosfera e produção por plantas e “algas”
- Fatores que aumentam a concentração de O_2 na água
 - Fotossíntese
 - Baixa temperatura
 - Durante o dia
- Fatores que diminuem a concentração de O_2 na água
 - Decomposição
 - Alta temperatura
 - Respiração
 - Durante à noite

Adaptações para obter oxigênio

- Dividem-se em dois grupos:
 - Para obter O_2 dissolvido na água...
 - Brânquias/Traquéias
 - Respiração cutânea (pequeno tamanho)

Zooplankton



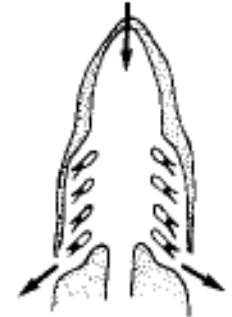
Cutânea

Insects



Traqueal/
Branquial

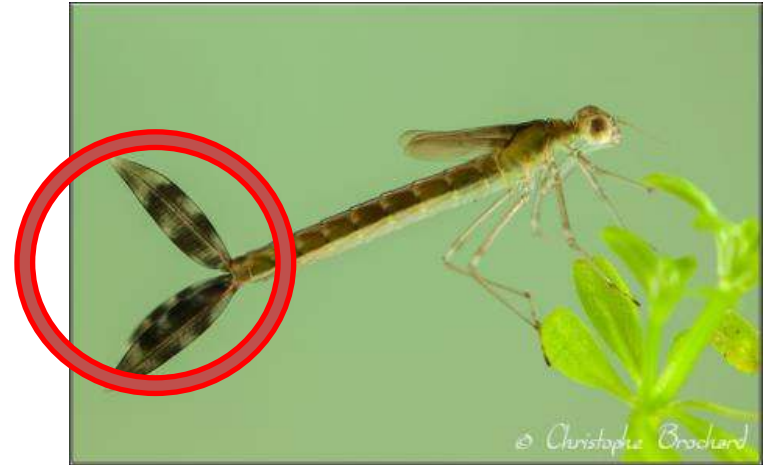
Fish





Larvas de Odonata:Zygoptera Branquias





Larvas de Odonata:Zygoptera
Branquias

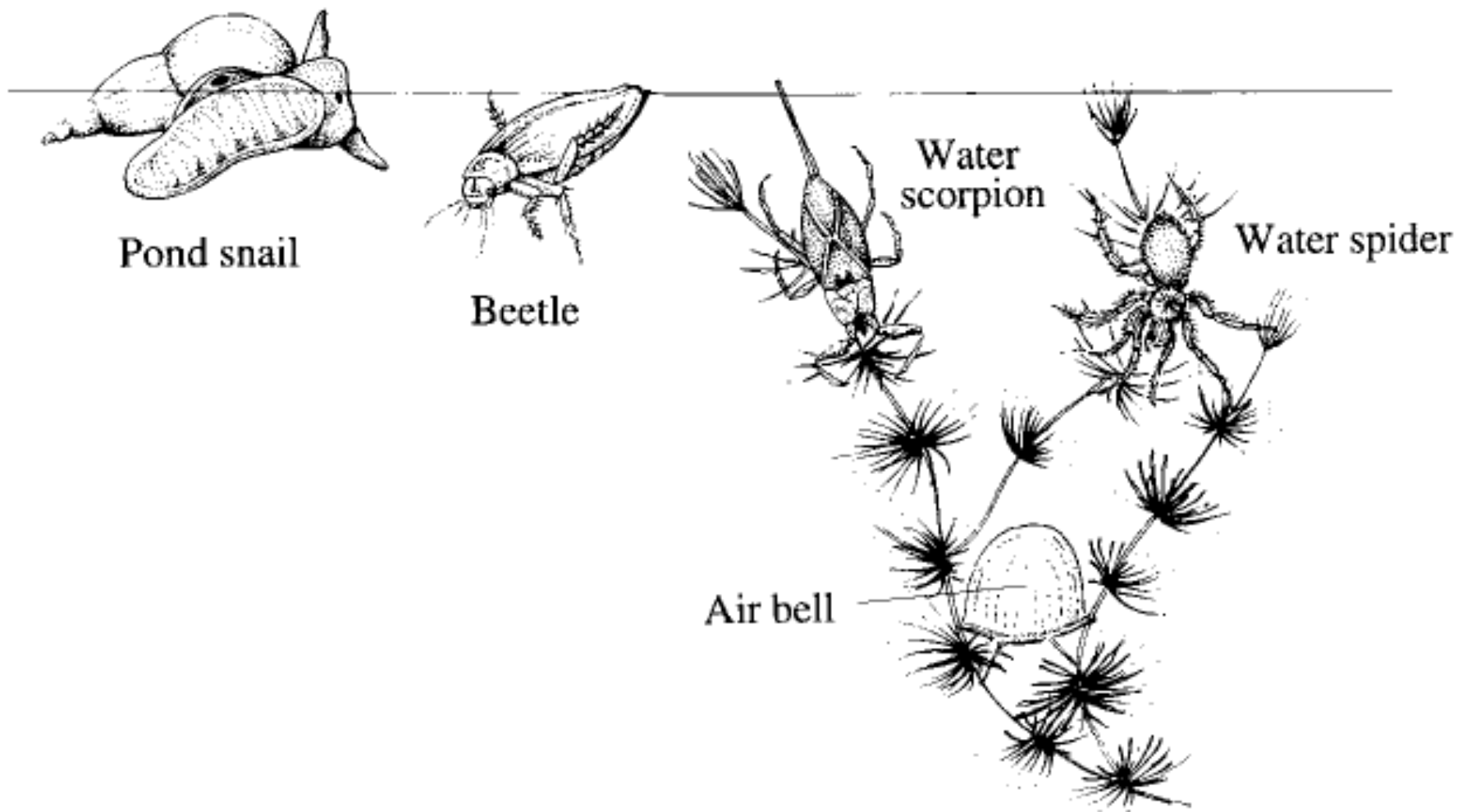


Larvas de Ephemeroptera Branquias



Adaptações para obter oxigênio

- Dividem-se em dois grupos:
 - Para obter O₂ dissolvido na água...
 - Brânquias/Traquéias
 - Respiração cutânea (pequeno tamanho)
 - ... Ou atmosférico
 - Tubo/sifão respiratório (Snorkel)
 - Bolha de ar



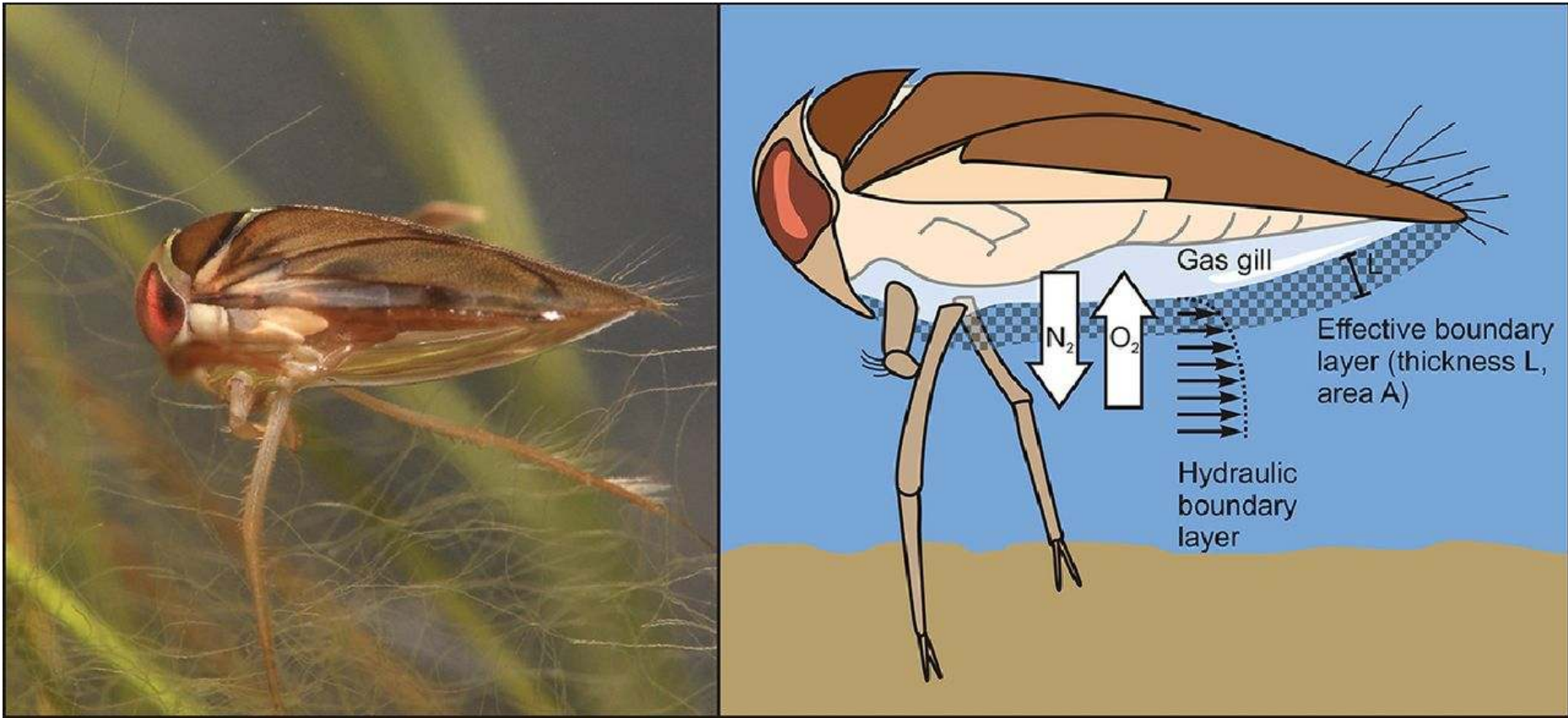


Larvas de Coleoptera:Dytiscidae
Tubo de respiração



Adultos de Dytiscidae, Nepidae e
Belostomatidae
Bolha de ar





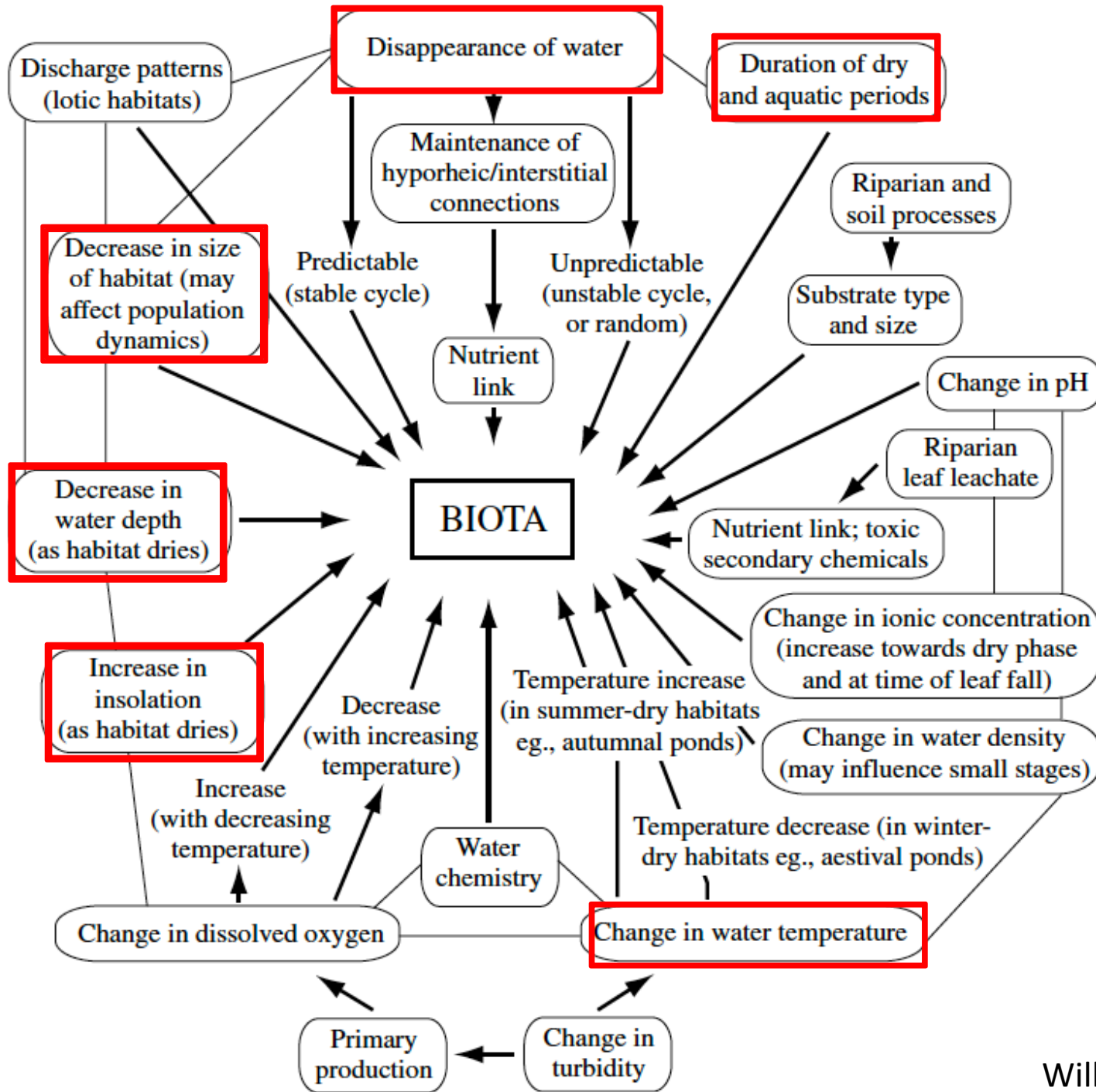
Adultos Corixidae



Aranhas adultas
Bolhas de ar



Adaptações para permanência de hábitat



Adaptações para mudança na permanência de hábitat

- Organismos residentes permanentes
- Organismos residentes temporários

Adaptações de residentes permanentes

- Entocando no fundo do corpo d'água
- Estágios dormentes (e.g., efípia, cistos, ovos dormentes)
 - Períodos secos ou com baixas temperaturas
- Anelídeos secretam muco para evitar dessecação

Adaptações de residentes temporários

- Sair da poça: Metamorfose!
- Geralmente compreende uma *mudança ontogenética de nicho*: mudança de hábitat, morfologia, hábito alimentar etc

THE ONTOGENETIC NICHE AND SPECIES INTERACTIONS IN SIZE-STRUCTURED POPULATIONS

AMER. ZOOL., 15:405-417 (1975).

**The Adaptive Significance of the Tadpole Stage with Comments
on the Maintenance of Complex Life Cycles in Anurans**

Earl E. Werner

RICHARD J. WASSERSUG

Kellogg Biological Station and Department of Zoology, Michigan State University,
Hickory Corners, Michigan 49060

James F. Gilliam

Ann. Rev. Ecol. Syst. 1980. 11:67-93
Copyright © 1980 by Annual Reviews Inc. All rights reserved

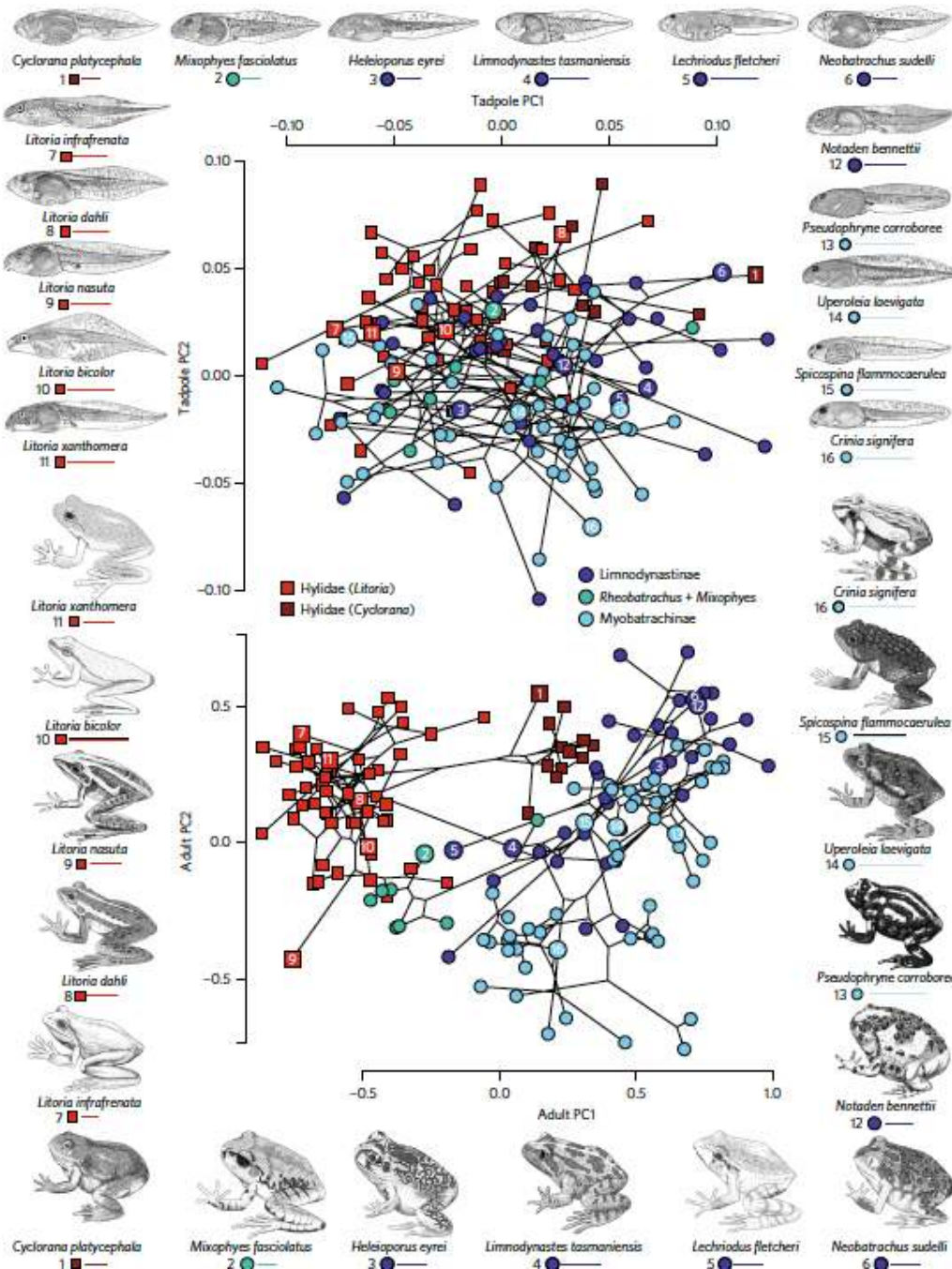
COMPLEX LIFE CYCLES

❖4172

Henry M. Wilbur

Adaptações de residentes temporários

- Sair da poça: Metamorfose!
- Geralmente compreende uma *mudança ontogenética de nicho*: mudança de hábitat, morfologia, hábito alimentar etc
- Envolve desacoplamento entre fases de vida, que passam a estar sujeitas à pressões seletivas diferentes
 - Podem seguir “caminhos adaptativos” distintos



Adult frogs and tadpoles have different macroevolutionary patterns across the Australian continent

Emma Sherratt^{1*}, Marta Vidal-García¹, Marion Anstis² and J. Scott Keogh¹

- Adultos e girinos têm *morfospace* distintos
- Diferentes processos evolutivos estão envolvidos na diversificação de formato de corpo de cada fase de vida
- Girinos têm convergência enquanto adultos são divergentes

Adaptações de residentes temporários

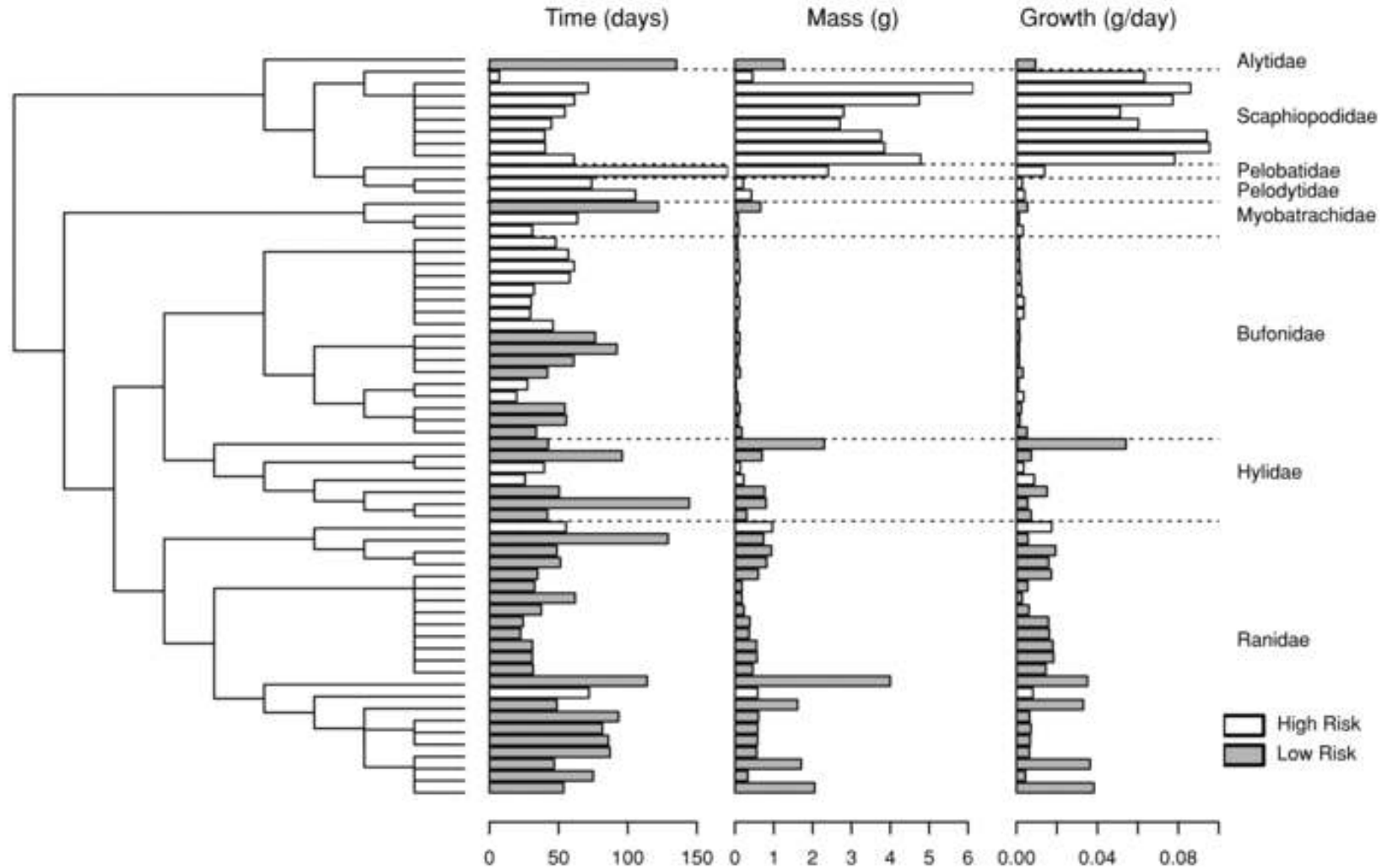
- Estágio larval surgiu para tirar proveito da alta produtividade primária em corpos d'água e assim obter rápido crescimento (Wilbur 1980, 1984)
 - Larvas (com poucas exceções) são “máquinas de comer”
 - Adultos são dedicados à reprodução e dispersão
 - Desacoplamento de funções

Adaptações de residentes temporários

- Anfíbios têm de lidar com uma demanda conflitante
 - Metamorfosear antes a um tamanho menor antes da poça secar ou metamorfosear tardiamente a um tamanho maior e enfrentar o risco de dessecação
 - Importante: tamanho ao metamorfosear é um importante componente do *fitness*. Indivíduos maiores têm maior fitness (reprodução e dispersão)
- Qual a solução ideal para maioria das spp?
 - Metamorfosear mais cedo a um tamanho menor
 - Estresse oxidativo (aumento do metabolismo)
 - Custos: perna menor => capacidade de salto menor

Evolution and plasticity of anuran larval development in response to desiccation. A comparative analysis

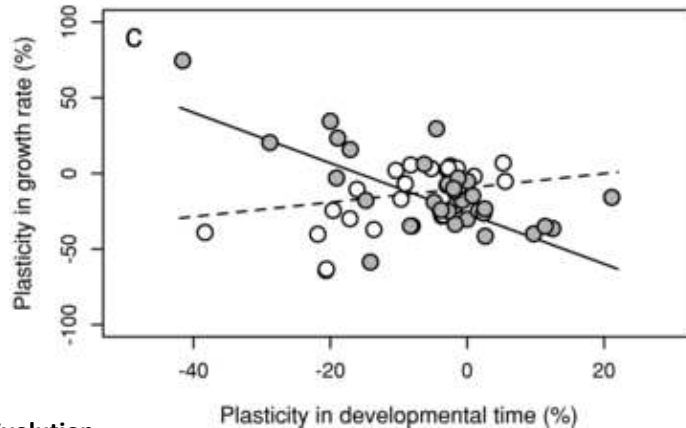
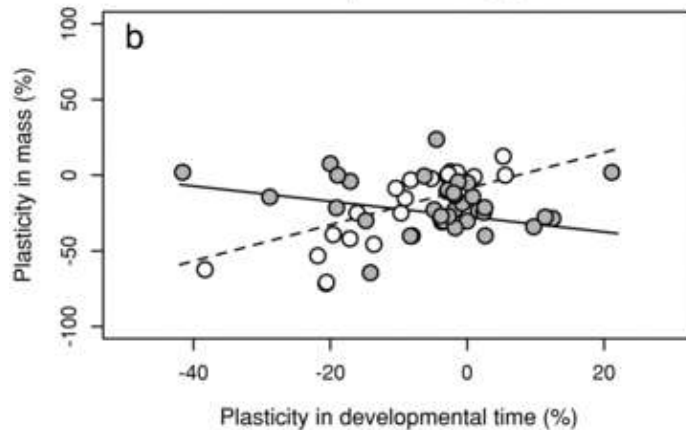
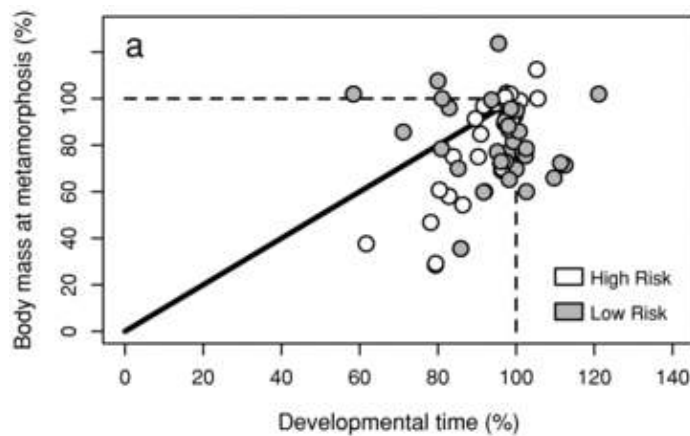
Alex Richter-Boix¹, Miguel Tejedo² & Enrico L. Rezende³



Evolution and plasticity of anuran larval development in response to desiccation. A comparative analysis

Alex Richter-Boix¹, Miguel Tejedo² & Enrico L. Rezende³

62 casos independentes, compreendendo 30 espécies no total



Um certo grau de plasticidade na estratégia, mas em geral a solução ideal é...

Evolution and plasticity of anuran larval development in response to desiccation. A comparative analysis

Alex Richter-Boix¹, Miguel Tejedo² & Enrico L. Rezende³

