



Bem-vindo ao
Laboratório de
Gestão Ambiental de Reservatórios

BIG 012 -Ecologia Geral C. Biológicas (Noturno)

Aula - 4 Predação

Prof. Ricardo Motta Pinto-Coelho
Departamento de Biologia Geral
ICB - UFMG



O Efeito da Predação na Estrutura das Comunidades

Pinto-Coelho, R.M.
Departamento de Biologia Geral
Instituto de Ciências Biológicas – ICB
UFMG

<http://www.icb.ufmg.br/~rmc>



Ecologia de Populações

Interações entre as espécies

1) Introdução

As interações entre as espécies podem tanto ser classificadas com base no mecanismos de interação quanto nos efeitos que estas interações causam reciprocamente. Uma classificação dos principais tipos de interação, com base nos mecanismos de atuação destas interações, é dada a seguir:

- 1.1) competição: duas espécies usam um recurso limitante (alimento, luz, água) causando prejuízos recíprocos;
- 1.2) predação: um animal consome outro animal inteiro ou de suas partes;
- 1.3) herbivoria: um animal consome um vegetal inteiro ou alguma de suas partes (caule, folhas, frutos, flores e sementes);
- 1.4) parasitismo: associação onde o parasita depende obrigatoriamente metabolicamente de um ou mais hospedeiros para completar o seu ciclo vital;
- 1.5) doença: associação entre um parasita patogênico e um ou mais hospedeiros onde o parasita causa impacto nocivo seja em termos genéticos quanto fisiológicos, cito-histológicos ou anatômicos;
- 1.6) mutualismo: associação entre duas espécies onde pode haver ou não benefícios mútuos;
- 1.7) simbiose: associação entre duas espécies mutualísticas onde exista um claro benefício recíproco

1 A predação como uma fonte de distúrbio

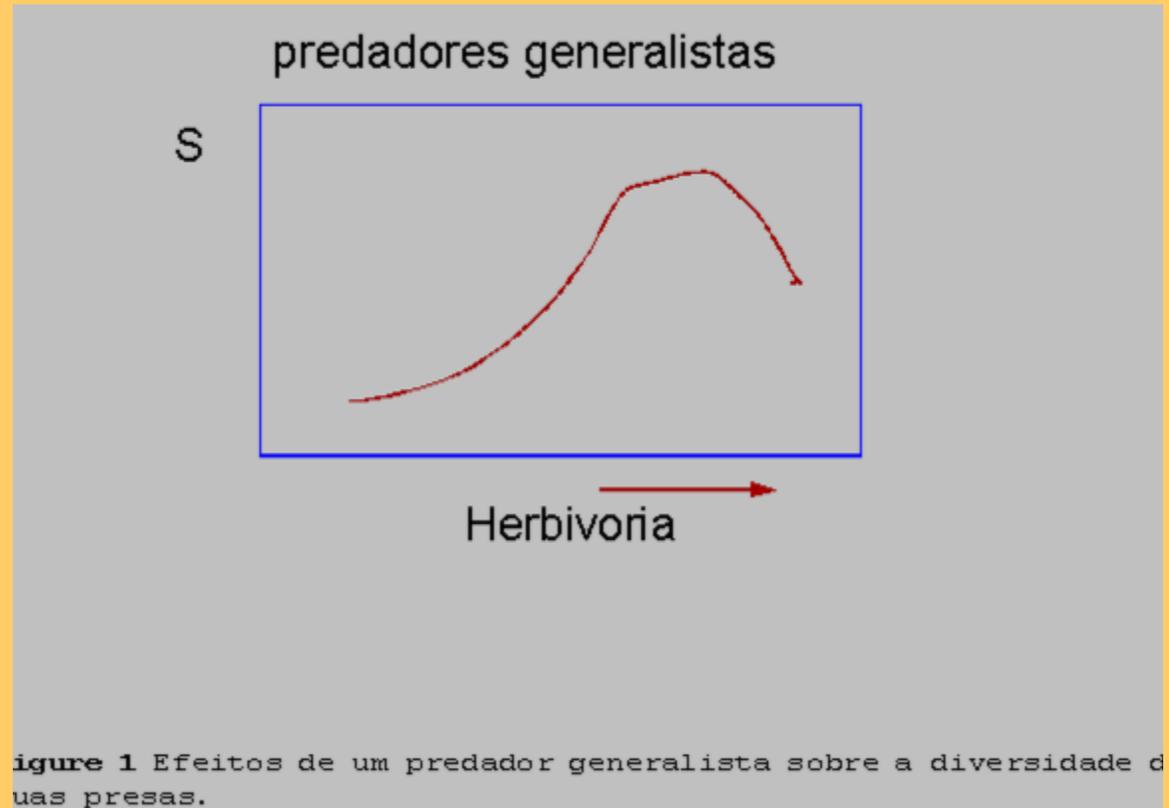
A explicação dos padrões de diversidade nas comunidades é, sem dúvida, um dos maiores enigmas da Ecologia. Pela teoria da competição seria de se esperar que espécies com potencial inferior de competição fossem em algum ponto do tempo levadas a extinção. Se isto fosse verdadeiro, a diversidade de uma comunidade seria explicada por uma partição de recursos entre espécies feita de tal maneira que cada espécie usaria uma porção definida dos recursos disponíveis, fração esta que não seria compartilhada por nenhuma outra espécie desta comunidade, pelo menos em sua totalidade. No entanto, esta argumentação se baseia em duas premissas não necessariamente válidas:

- a) Se a competição é uma força realmente importante isto implica que os recursos são limitantes. No entanto, há várias situações nas quais certos distúrbios sejam eles biológicos (predação) ou não (tempestades, fogo) mantêm as densidades populacionais em um nível muito abaixo (em termos de exploração dos recursos disponíveis) daquele que seria necessário para levar uma espécie a extinção.
- b) Se um recurso realmente está limitante e a competição realmente está operando, então a espécie superior em termos competitivos teria que inevitavelmente excluir aquelas competitivamente inferiores. No entanto, este processo, o da exclusão competitiva, exige certas condições de equilíbrio dificilmente verificáveis sob condições reais. Heterogeneidade espacial e temporal dos ecossistemas são aqui invocadas.

Neste ponto, deve ser feita a distinção entre teorias de equilíbrio e de não equilíbrio. Uma teoria de equilíbrio, tal como a da diferenciação de nicho, ajuda-nos a fixar atenção em certas propriedades do sistema no ponto de equilíbrio. O tempo e a variabilidade espaço-temporal não são essenciais a priori. Uma teoria do não-equilíbrio estuda o sistema fora de seus pontos de equilíbrio e especialmente, concentra-se no estudo da variabilidade temporal e espacial observada nos ecossistemas.

A predação pode ser vista como um distúrbio uma vez que as atividades dos predadores levam a um distúrbio no curso normal de uma dada sucessão. Neste sentido, a predação pode ser comparada a ação de patógenos. Assim a predação, doenças e tempestades podem ser vistas como mecanismos pelos quais novos 'espaços' são criados no ecossistema.

As lebres são consideradas grazers generalistas mas são um pouco seletivas podendo isto ser evidenciado pela ocorrência ao redor das suas tocas de certas plantas que lhe são inaceitáveis: *Atropa belladonna*, *Urtica dioica* e *Solanun dulcamara* e *Sambuca nigra*. No entanto, em muitas localidades os efeitos de pastejo das lebres assemelha-se ao produzido pelas máquinas de cortar grama. As lebres não são nativas nas ilhas britânicas e foram lá introduzidas provavelmente no século doze. Com o passar do tempo, atingiu-se um novo equilíbrio na vegetação e este equilíbrio pode ser perturbado se as lebres forem experimentalmente excluídas do ambiente. Isto foi o que fizeram Tansley & Adamson (1925) em South Downs (Inglaterra). Os efeitos logo se fizeram notar: poucas espécies de ervas logo se tornaram dominantes. Em 1954, a virose myxomatose foi introduzida na Inglaterra e esta doença dizimou consideravelmente as populações de lebres. A vegetação logo respondeu com um aumento no número de plantas de flores perenes seguido por sucessivos decréscimos no número de espécies de gramíneas tal como observado no experimento de Tansley & Adamson (figura 1). Níveis normais de populações de lebres aparentemente mantêm certas gramíneas com tendência a tornarem-se dominantes sob controle. No entanto, ao se aumentar-se exageradamente a pressão de pastejo, a diversidade diminui uma vez que os roedores tendem a modificar seus hábitos alimentares incluindo espécies que normalmente não são consumidas e levando-as provavelmente à extinção.





O molusco *Littorina* ocupa extensas áreas litorâneas no hemisfério norte. Após os experimentos de Lubchenco, ficou claro que a presença de *Littorina* era a responsável pela manutenção da estrutura de toda a comunidade estudada.

Para testar se o pastejo do molusco *Littorina* era importante na manutenção da estrutura das algas, a pesquisadora removeu os grazers de stands dominados por *Condrus*. Havia stands controle nos quais os moluscos não haviam sido retirados. Lubchenco observou que onde as populações de *Littorina* haviam sido retiradas, *Enteromorpha* e outras algas efêmeras imediatamente tornaram-se abundantes. Ela não notou nenhuma alteração significativa nos stands controle.



Lubchenko (1978) notou que a composição específica de poças d'água localizadas na faixa das marés em costões rochosos variava bastante. Havia locais com uma dominância de *Enteromorpha* e outros que por sua vez eram dominados por *Chondrus*. Ela demonstrou ainda que a adição de *Littorina* a unidades amostrais de espaço (*stands*) onde predominava a alga *Enteromorpha*, em um ano, causou uma redução de percentagem de cobertura de 100% para 5%. Esta demora é devida ao lento crescimento, algo que é típico da alga vermelha. Uma pergunta que ficaria seria a seguinte: Porquê então existem *stands* nos quais *Littorina* está ausente. Este animal exibe uma fase larvar planctônica e, por conseguinte, tem um alto poder de dispersão. No entanto, nos *stands* dominados por *Enteromorpha* existe o carangueijo *Carcinus maenas* que é um voraz predador de indivíduos jovens de *Littorina*. O elo final desta teia alimentar é representado por gaivotas que são predadores dos carangueijos. As aves são especialmente eficazes em eliminar os crustáceos onde a cobertura das algas verdes está reduzida, ou seja, nos *stands* dominados por *Chondrus*. Assim, existem melhores chances para o recrutamento das populações de *Littorina* nos *stands* dominados pela alga vermelha, exatamente aqueles onde a qualidade do seu alimento é pior.

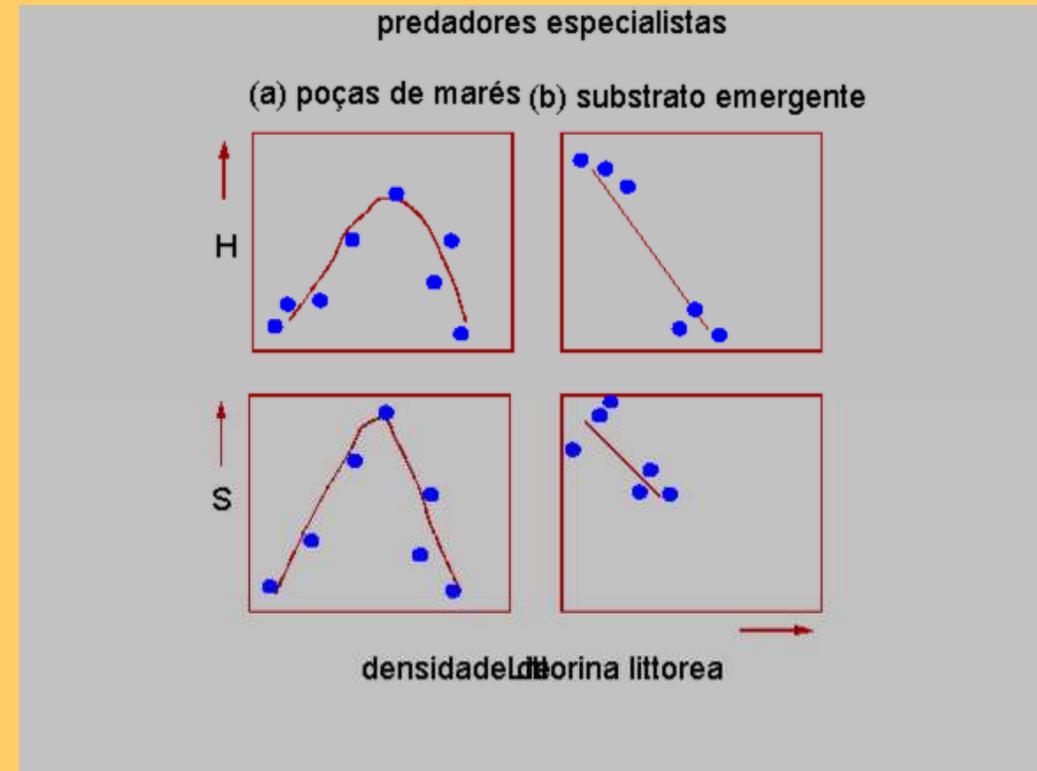


figure 2 Efeitos do predador seletivo, o molusco *Littorina* sobre a diversidade em um costão rochoso. Modif. de Begon et al. (1986).



A zona intertidal das costas do Pacífico nos USA foi o palco dos estudos pioneiros publicados por Paine (1966) enfocando a influência de um carnívoro, a estrela do mar *Pisaster (Heliaster)*, que se alimenta de organismos sésseis tais como mexilhões (*Mytilus*) e cracas (*Acorn*). Paine removeu, experimentalmente, todas as estrelas-do-mar de certo número de stands, no caso um retângulo 2x8m e repetiu periodicamente este procedimento ao longo de alguns anos. Em intervalos regulares a densidade de invertebrados bem como o percentual de cobertura de algas foi inventariado. Havia ainda uma área adjacente que permaneceu intocada e que era também regularmente monitorada.



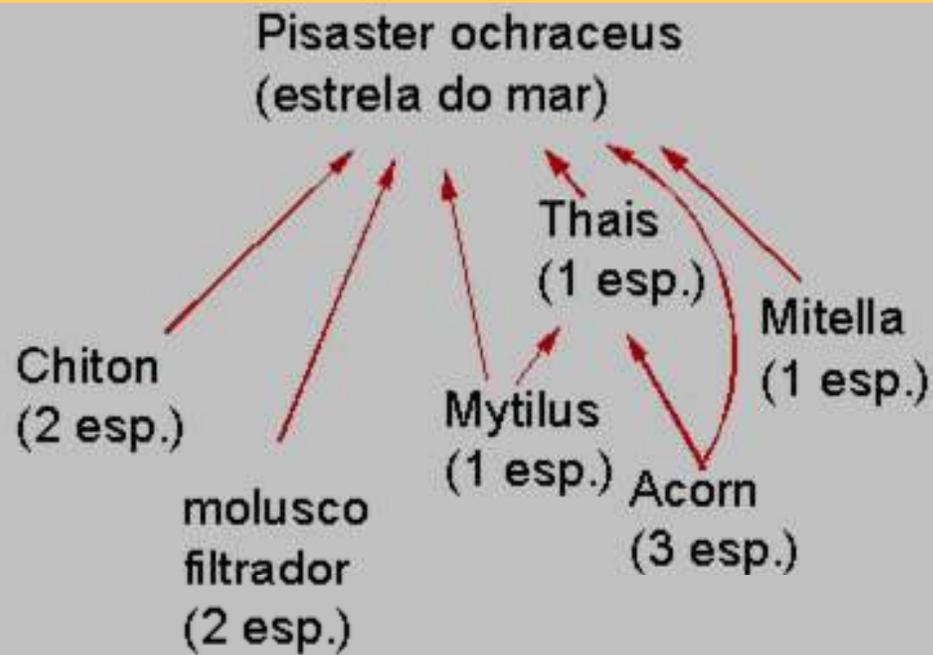


figure 3 Teia alimentar do predador estrela do mar no qual se baseou Paine (1966) para realizar seus estudos experimentais (modific. de Begon et al. 1986).

A remoção da estrela-do-mar (*P. ochraceus*) provocou mudanças dramáticas na estrutura da comunidade. A craca *Balanus glandula* se estabeleceu inicialmente muito bem. A seguir, cedeu lugar para *Mytilus californicus* que finalmente tornou-se dominante. De todas as algas originalmente presentes, apenas uma permaneceu no stand. No geral, a remoção da estrela causou a extinção de 7 espécies na área experimental (figura 3).

Existem vários modelos sobre otimização na escolha das presas: Emlen (1966), MacArthur e Pianka (1966), Schoener (1969 a e b), Rapport (1971), Cody (1974), Pyke et al. (1977). O grau de especialização reflete a largura ótima na escolha de presas. Normalmente a busca de uma presa envolve diferentes fases que demandam um certo tempo. Dentre elas podemos citar o tempo de procura, perseguição, manipulação, ingestão e assimilação de uma presa. Se é verdade que um predador deve maximizar os seus ganhos energéticos na obtenção de uma dada presa, isto significa em assumir que esses tempos definidos acima devem ser minimizados. Quando a soma (T):

$$T = T1 (\text{Procura}) + T2 (\text{perseguição})$$

for mínima, tem-se a dieta ótima.

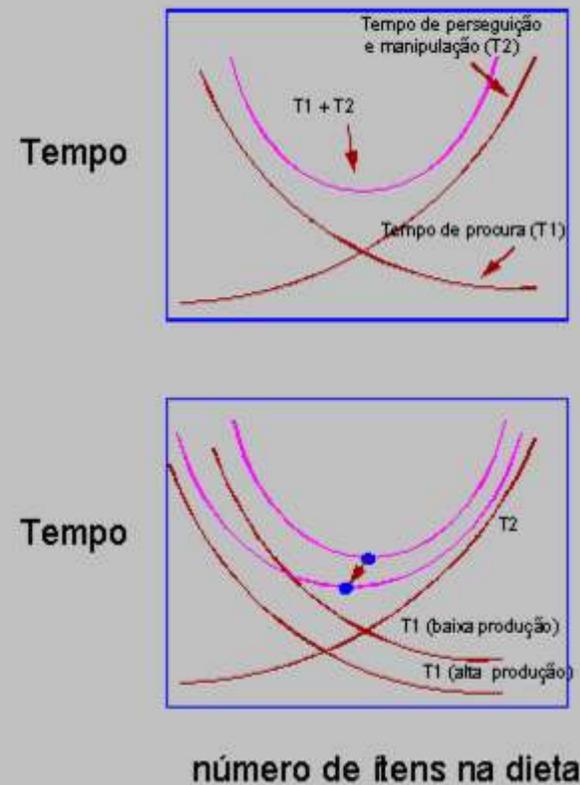
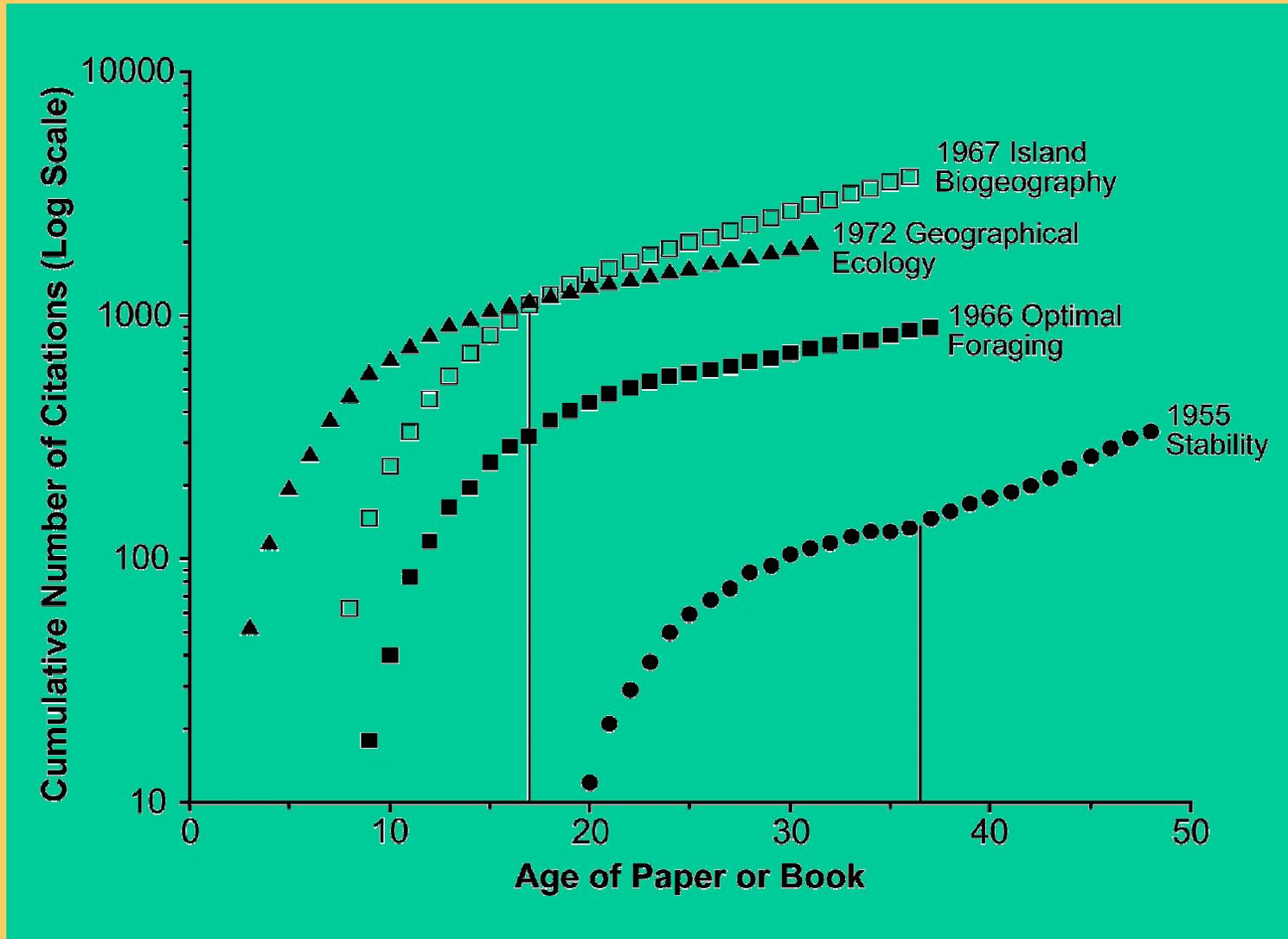


Figure 4 Influência do aumento da produção na largura do nicho de acordo com a teoria do forrageamento ótimo (modif. de Ricklefs 1980).



Número cumulativo de citações das principais teorias propostas por Robert Mac Arthur



Robert H. MacArthur ([April 7, 1930](#) – [November 1, 1972](#)) foi o ecólogo americano que obteve o maior impacto mundial a partir de suas teorias principalmente nas áreas de ecologia de populações e comunidades.

Ele obteve o seu primeiro grau universitário (Bachelor's) na faculdade [Marlboro College](#), posteriormente tirou o seu mestrado na [Brown University](#) (1953). Foi estudante do grande limnólogo [G. Evelyn Hutchinson](#), MacArthur obteve o seu Ph.D. na [Yale University](#) in 1958; a sua tese versou sobre a divisão dos nichos ecológicos entre pássaros em florestas de coníferas no estado de Nova Iorque. Ele foi professor na [University of Pennsylvania](#), entre os anos 1958-1965, e mais tarde professor de biologia na [Princeton University](#), 1965-1972.

Suas idéias e artigos foram importantes para o desenvolvimento da teoria do nicho ecológico. Em 1972, ele e [E.O. Wilson](#) lançam uma obra clássica, [The Theory of Island Biogeography](#), que mudou para sempre o campo de estudos da biogeografia e lançou as bases para o estudo da ecologia da paisagem ([Landscape ecology](#)). Em todo o seu trabalho, existe uma ênfase muito grande no mecanismo de teste de hipóteses o que mudou a ciência ecológica de um campo meramente descritivo para uma abordagem experimental além de estabelecer definitivamente a importância de ecologia teórica como matéria de estudo. Pode-se dizer que as idéias de MacArthur influenciam de modo marcante todas as teses e dissertações de mestrado do planeta desde então.

Ele fundou o jornal científico *Theoretical Population Biology*. He also wrote *Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species* (1972). Em 1969, ele foi eleito para a [National Academy of Sciences](#) . Robert MacArthur morreu de câncer em 1972. (modificado de Wikipedia)

Outra teoria interessante ligada aos possíveis efeitos dos predadores na estruturação das comunidades foi desenvolvida a partir dos estudos de Janzen sobre predadores de sementes de árvores em florestas tropicais (Janzen, 1970). Esse modelo talvez possa ajudar a entender a alta diversidade de plantas existentes nas florestas tropicais (Figura 5). Janzen observou que a taxa de sobrevivência de plântulas era maior em distâncias intermediárias da planta-mãe. Próximo à planta mãe todas as sementes eram facilmente consumidas por predadores de sementes. A medida que a distância da planta mãe crescia, crescia também a probabilidade de sobrevivência da semente e eram maiores as chances de desenvolvimento da plântula. Embora o número total de sementes por área decresça rapidamente com o aumento da distância, a taxa de recrutamento é máxima em uma distância intermediária da planta adulta. No entanto, um ponto aberto na teoria de Janzen refere-se ao fato de que a sua teoria não explica porque existem tantos predadores de sementes especializados nos trópicos.

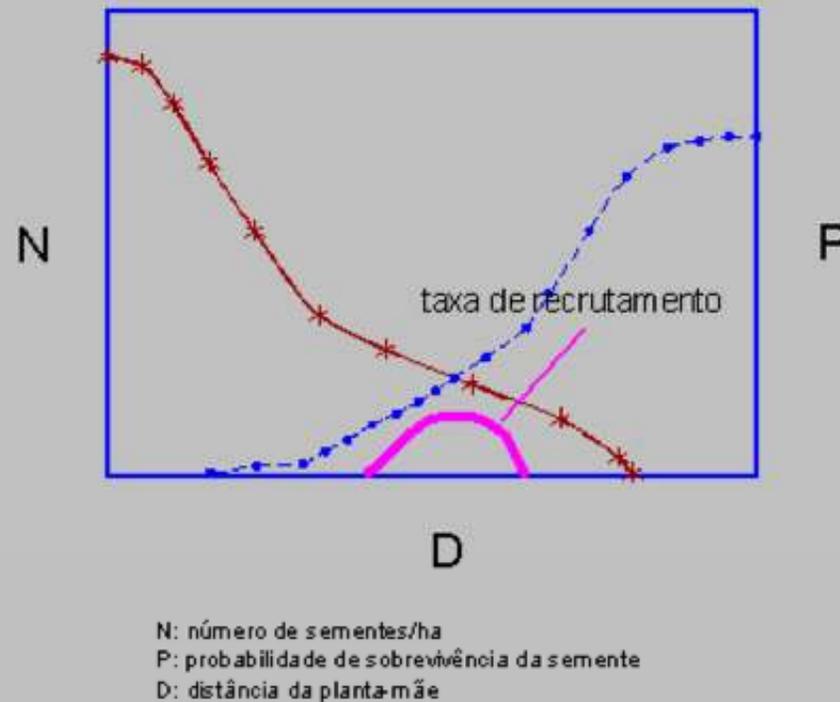
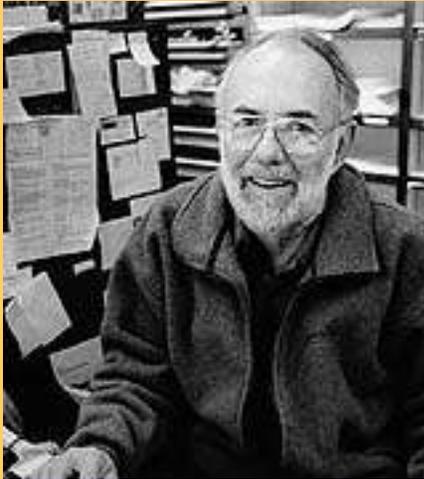


Figura 5 O modelo de predação de sementes em florestas tropicais proposto por Janzen (1970). Ilustração original.



O trabalho de Janzen exemplifica o **método dialético** aplicado ao campo da Biologia. Para ele, o importante não era a análise passiva de dados secundários e/ou dados de campo sobre processos ecológicos mas sim a criação ativa de cenários de vida gerados a partir de mudanças ecológicas aliados a uma meticulosa documentação de dados primários e secundários a partir dos quais seria possível formular teorias que pudessem inspirar experimentos gerando assim uma “espiral” de novos conhecimentos. O seu trabalho pode ser sumarizado em três grandes eixos: coevolução de plantas e animais, restauração de florestas tropicais e utilização sustentável dos ecossistemas.

Citações importantes:

Janzen, D. H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution*: 20(3) 249-275

Janzen, D. H. 1994. Wildland biodiversity management in the tropics: where are we now and where are we going? *Vida Silvestre Neotropical* **3**, 3-15.

Reid, W. V., S. A. Laird, R. Gómez, A. Sittenfeld, **D. H. Janzen**, M. A. Gollin and G. Juma. 1993. Biodiversity Prospecting. World Resources Institute, Washington, D.C. 341 pp.

Janzen, D. H. 1993. Caterpillar seasonality in a Costa Rican dry forest. In: Caterpillars. Ecological and evolutionary constraints on foraging, N. E. Stamp and T. M. Casey, eds., Chapman and Hall, New York, pp. 448-477.

Janzen, D. H. 1988. Guanacaste National Park: tropical ecological and biocultural restoration. In Rehabilitating Damaged Ecosystems, vol. 11, pp. 143-192, J. Cairns, Jr., ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.

Janzen, D. H. ed. 1983. Costa Rican Natural History, University of Chicago Press, Chicago, 816 pp.

Janzen, D. H. 1986. The future of tropical ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **17**, 305-24

As interações entre peixes planctófagos e o zooplâncton foi o ponto de partida de uma das mais importantes teorias sobre os efeitos da predação na estruturação das comunidades. Brooks e Dodson (1965) publicaram um estudo sobre os efeitos da introdução de um peixe clupeídeo planctófago no lago Cristal, EUA (Figura 6).



Alosa pseudoharengus (alewife)

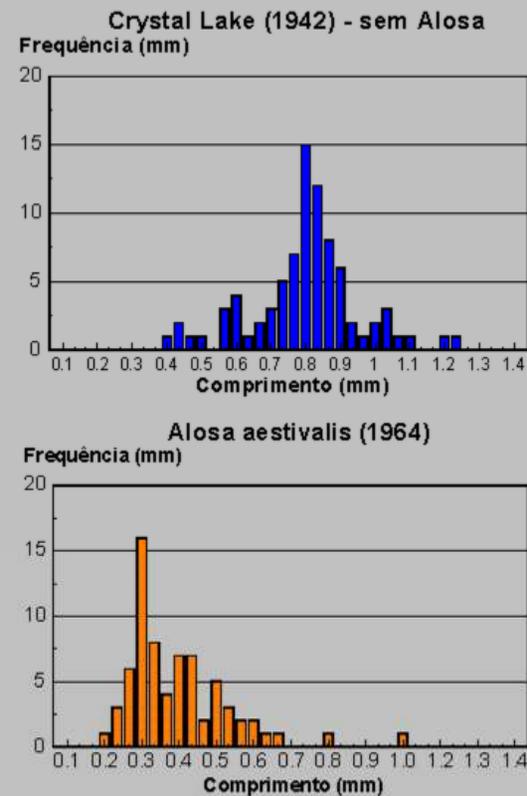
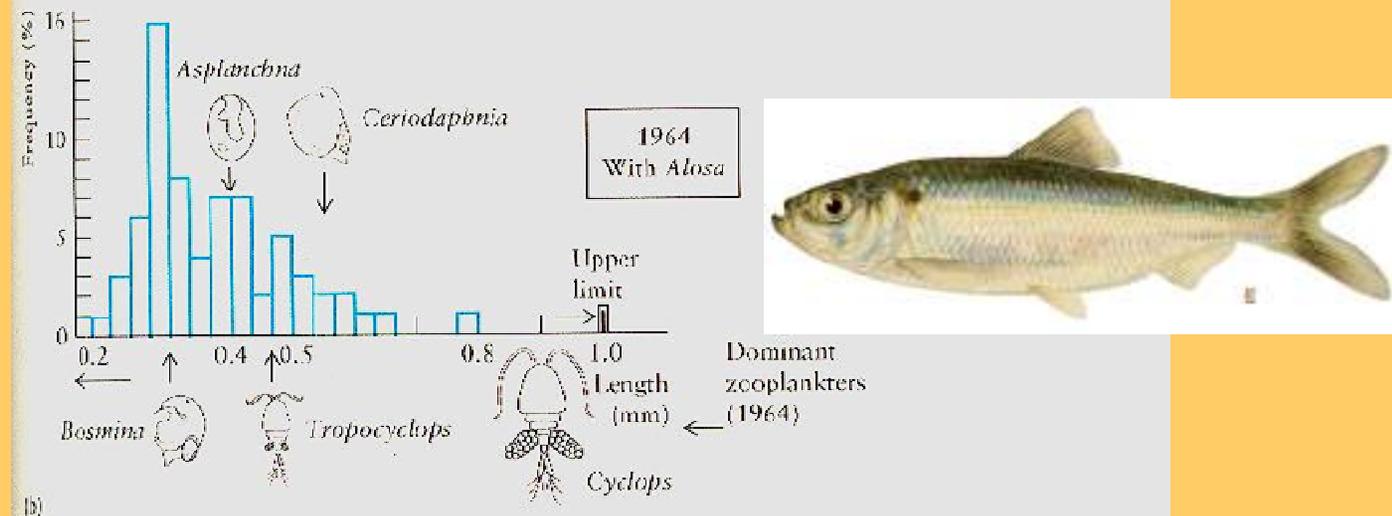
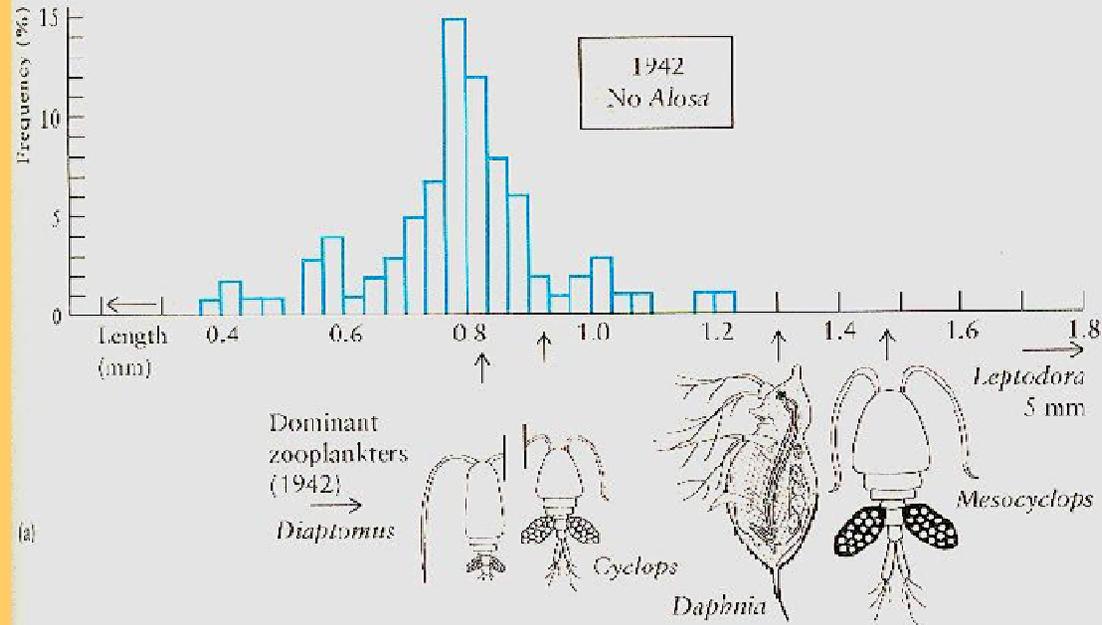
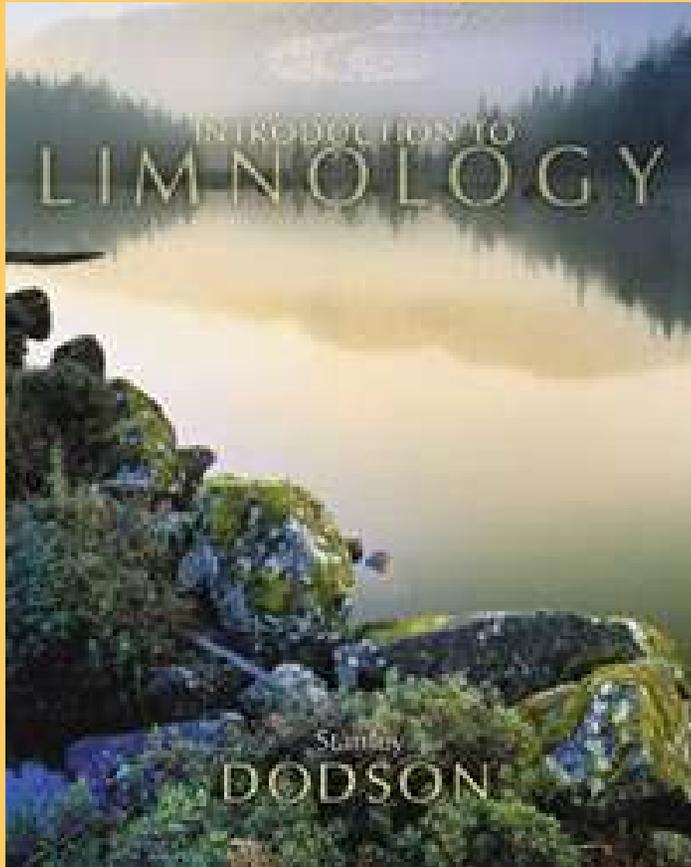


Figura 6 Modificações na estrutura alométrica do zooplâncton e resposta à introdução de *Alosa aestivalis* no Lago Crystal, EUA baseado em Brooks e Dodson, 1965).

A introdução de *Alosa* causou uma dramática modificação no zooplâncton que passou a ser dominado por espécies de pequeno porte tais como *Bosmina* e *Ceriodaphnia*. Os grandes microcrustáceos tais como *Daphnia* e *Heterocope* desapareceram do lago. Na ausência do predador, esses grandes microcrustáceos, principalmente *Daphnia*, dominam o zooplâncton, já que são filtradores mais eficientes. No entanto, os peixes planctófagos predam visualmente, consumindo preferencialmente os maiores organismos. Essa teoria demonstrou como o zooplâncton pode ser estruturado pela predação e como organismos competitivamente inferiores podem se estabelecer de forma estável em um dado ecossistema.





- Dodson, S.I.,** W.R. Everhart, A.K. Jandl, and S.J. Krauskopf. 2006. Effect of watershed land use and lake age on zooplankton species richness. *Hydrobiologia*. *In press*.
- Peckham, S.D., J.J.W. Chipman, T.M. Lillesand, and S.I. Dodson. 2006. Alternate Stable States and the Shape of the Lake Trophic Distribution. *Hydrobiologia*. 571:401-407.
- Grishanin, A.K., E.M. Rasch, S.I. **Dodson** and G.A. Wyngaard. 2006. Variability in genetic architecture of the cryptic species complex of *Acanthocyclops vernalis* (Crustacea: Copepoda) II. Evidence for its origins and continuity from crossbreeding experiments & cytogenetics. *Evolution* 60: 247-256
- Szulkin, M., P. Dawidowicz, and S.I. **Dodson**. 2005. Behavioral uniformity as a response to cues of predation risk. *Animal Behavior*. 71: 1013-1019.
- Hoffmann, M.D. and S.I. **Dodson**. 2005. Land Use, Primary Productivity, and Lake Area as Descriptors of Zooplankton Diversity. *Ecology* 86:255-261.
- Grishanin, A.I., E.M. Rasch, S.I. **Dodson**, and G.A. Wyngaard. 2005. Variability in genetic architecture of the cryptic species complex of *Acanthocyclops vernalis* (Copepoda). I. Evidence from karyotypes, genome size, and ribosomal DNA sequences. *J. of Crustacean Biology*. 25: 375-383.
- Dodson, S.I.,** R.A. Lillie, and S. Will-Wolf. 2005. Land use, water chemistry, aquatic vegetation, and zooplankton community structure of shallow lakes. *Ecological Applications* 15:1191-1198.

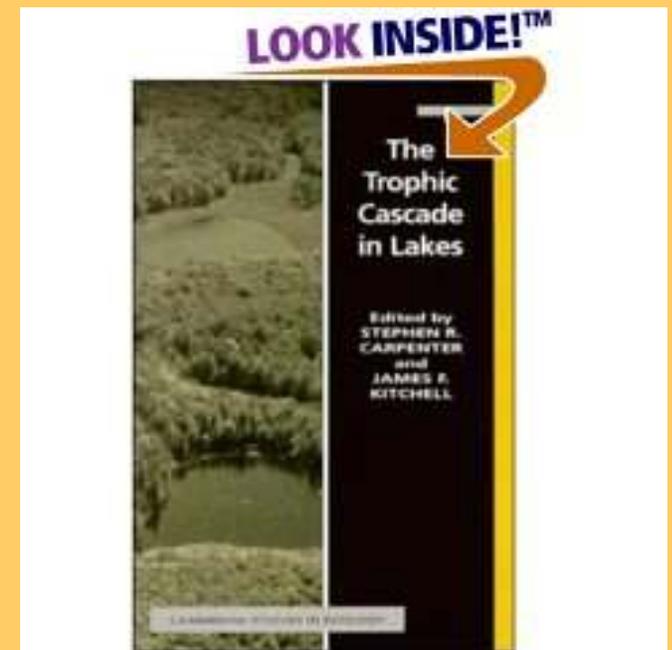
A Teoria da Cascata Trófica

Um artigo publicado por S. Carpenter (1985), de revisão tornou-se “clássico” ao difundir as idéias (já existentes mas adormecidas na literatura) de que as populações de produtores primários podem ser reguladas por predadores e que essas forças “top down” podem ser usadas em biologia da conservação e biomanipulação de cadeias alimentares.

A idéia central é a de que peixes podem influenciar as densidades de peixes predadores de topo podem causar um grande decréscimo nas taxas de consumo de organismos zooplanctônicos atribuídas aos peixes zooplanctófagos. Em decorrência, haverá um grande aumento nas taxas de herbivoria devidas ao zooplâncton com a conseqüente queda nos valores de clorofila-a.

Os autores sustentam que uma forma eficaz que combater a eutrofização de lagos seria estocar um lago com peixes piscívoros colocando assim uma alternativa ecológica de reabilitação dos lagos eutrofizados.

Stephen R. Carpenter
S. Alfred Forbes Professor of Zoology
Univ. Wisconsin, Center of Limnology



Carpenter, S.R., J.F. Kitchell, and J.R. Hodgson. 1985. Cascading trophic interactions and lake productivity. *BioScience* **35**:634-639.

Teoria da Cascata Trófica (fazendo justiça aos pais da teoria)

Nelson G. Hairston, Frederick E. Smith and Lawrence B. Slobodkin são os pais da teoria ecológica que está por trás do termo “cascata trófica” que foi difundido por Carpenter. Hairston, Smith and Slobodkin sustentaram ue os predadores reduziriam a abundância dos herbívoros permitindo que as plantas crescessem em biomassa. O trabalho original é Hairston NG, Smith FE, Slobodkin LB (1960) Community structure, population control and competition. American Naturalist 94:421-425. Essa teoria é muitas vezes referida como a teoria do “mundo verde”. Essa teoria teve o mérito de ressaltar a importância das forças top-down forces (como por exemplo a predação) bem como os seus efeitos indiretos de estruturar toda uma comunidade.

A visão tradicional das comunidades antes das idéias de Hairston, Smith and Slobodkin era a de uma comunidade trofodinâmica, ou seja, uma comunidade apenas moldada pelas forças bottom-up forces (ex: limitação por recursos). Smith certamente foi influenciado pelos experimentos do ecologista tcheco Hrbáček, que mostrou que os peixes em um tanque artificial podem reduzir a abundância do zooplâncton causando assim um acréscimo na biomassa do fitoplâncton. O trabalho é Hrbáček J, Dvořakova M, Kořínek V, Procházková L (1961) Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association. Verh. Internat. Verein. Limnol. 14: 192-195.

Teoria da "cascata trófica"

A teoria clássica supunha que a dinâmica do ecossistema seria controlada, em princípio, por fatores físico-químicos, principalmente a disponibilidade de nutrientes. Esses fatores abióticos regulariam e ditariam a ordem de magnitude do fluxo de energia a partir dos produtores primários. A essa visão convencionou-se chamar de conceito *bottom up*, ou seja, de baixo para cima.

O conceito de espécie-chave, a teoria do tamanho eficiência e as experiências acumuladas sobre a biomanipulação levaram à formulação de uma teoria mais ampla segundo os predadores poderiam controlar não só o nível trófico imediatamente abaixo, mas sim toda a comunidade e mesmo a disponibilidade de nutrientes no ecossistema. Essa teoria, chamada de teoria da "cascata trófica" foi proposta por Carpenter et al. (1985). Segundo essa teoria, a estrutura da comunidade é resultado direto da pressão de predação exercida pelos predadores de topo, que não mais seriam regulados pela disponibilidade de presas e sim, de modo oposto, regulariam a sua disponibilidade.

Carpenter et al. (1985) demonstraram que, em muitos lagos, os peixes piscívoros podiam efetivamente controlar as populações dos peixes planctófagos. A diminuição da predação sobre o zooplâncton, acarretava uma maior taxa de herbivoria sobre o fitoplâncton que em consequência diminuía a sua biomassa total (Figura 7). Esse novo enfoque deu origem a uma série de estudos com o emprego de mesocosmos (*enclosures*) ou limnocurrais, onde foram feitos experimentos de manipulação de peixes na tentativa de comprovar a teoria. Em uma revisão desses estudos, De Melo (1992) ressalta que a maioria dos estudos falhou em comprovar a teoria da cascata trófica e que os efeitos *top down* nem sempre se sobrepõem aqueles que vem da base da cadeia (*bottom up*).

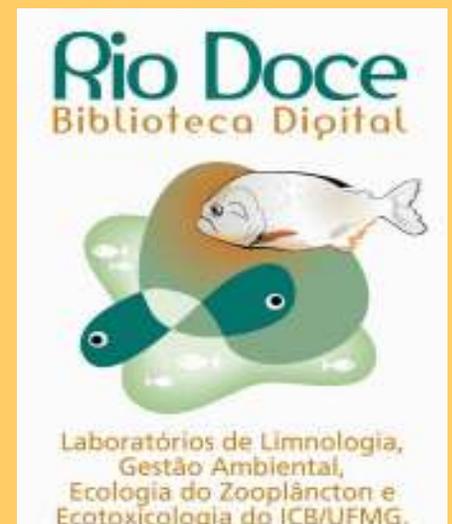
Nível trófico



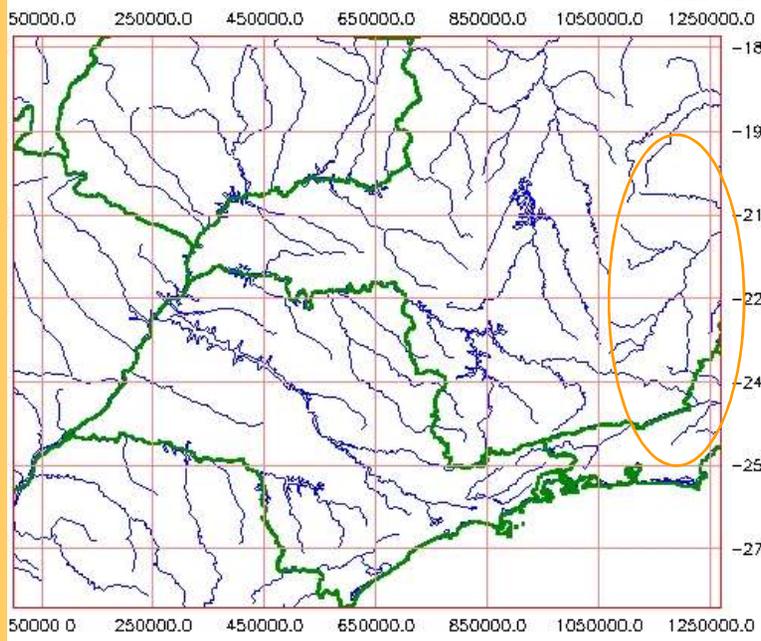
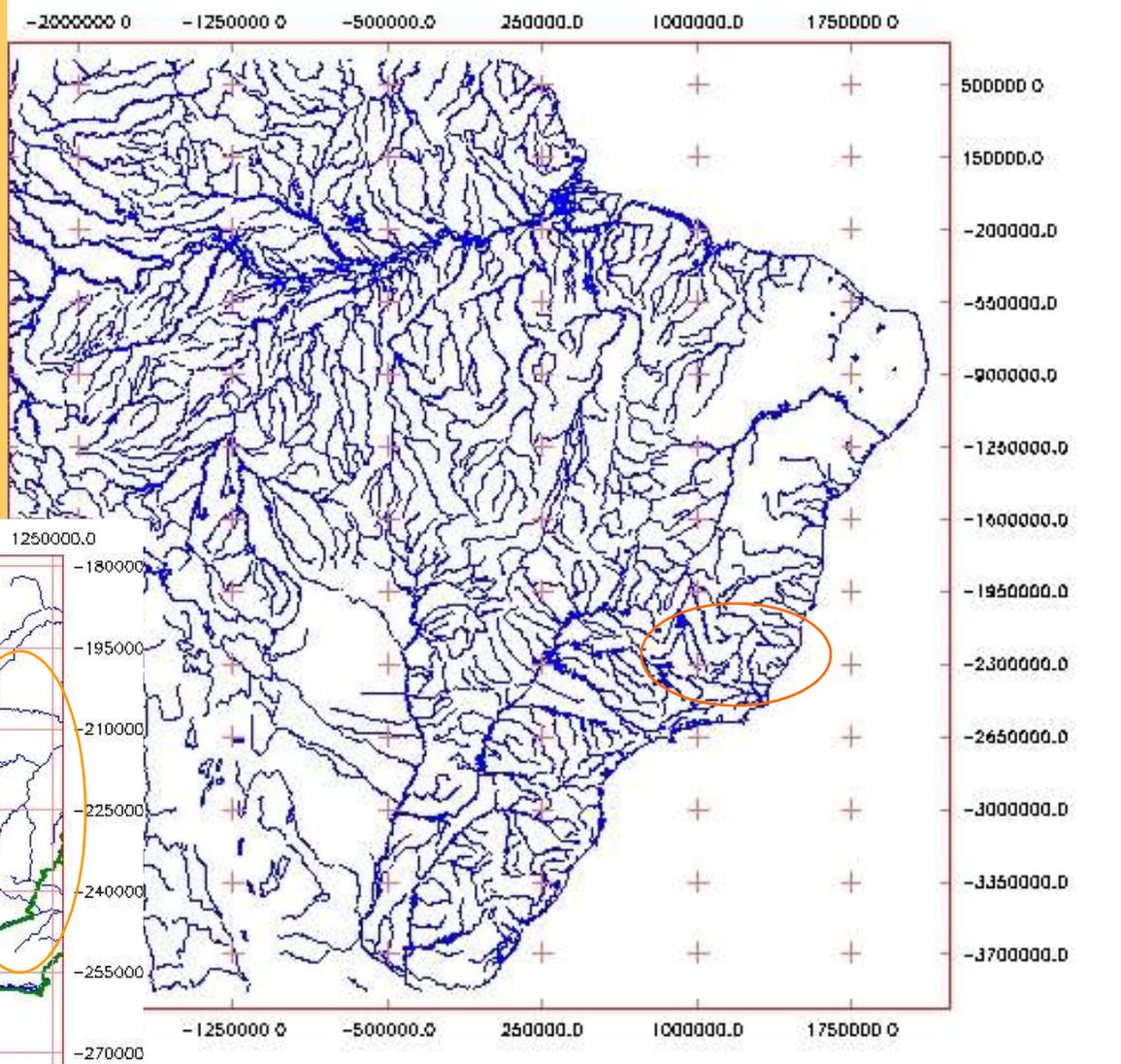
Figure 7 Fluxograma ilustrando como seriam as interações quantitativas ao longo de uma cadeia alimentar em uma comunidade aquática (modificado de Carpenter et al. 1985)

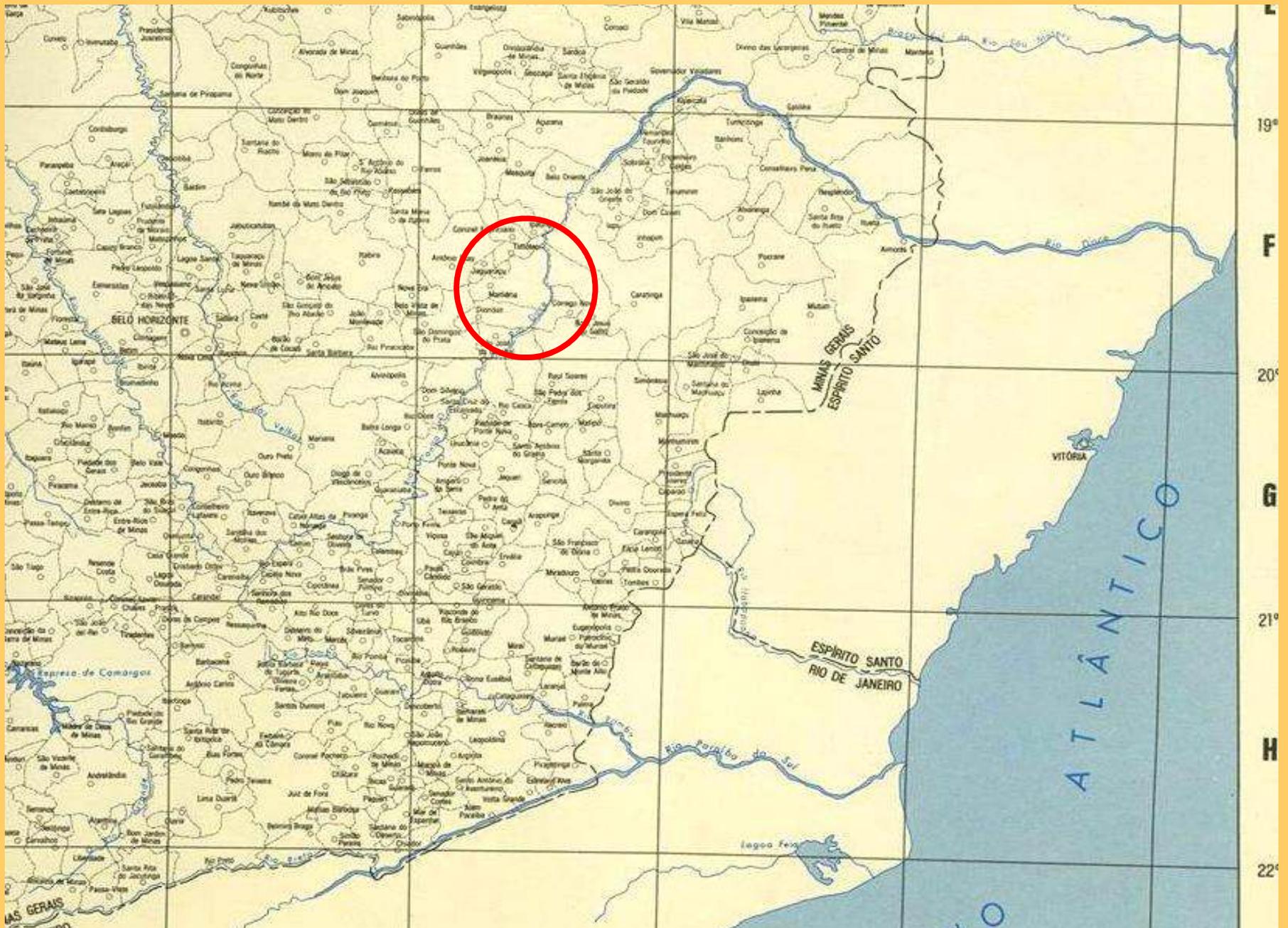
Cascata trófica invertida e relaxamento das tensões ecológicas causados por espécies invasoras de peixes na teia alimentar da lagoa Carioca, Parque Estadual do rio Doce, Minas Gerais.

Ricardo M. Pinto-Coelho, José F. Bezerra-Neto, Fabrícia S. Miranda, Rafael Resck, Tiago G. Mota, Maria Margarida Marques, Maíra O. Campos, Anderson S. Medeiros, P.M Barbosa e F.R. Barbosa

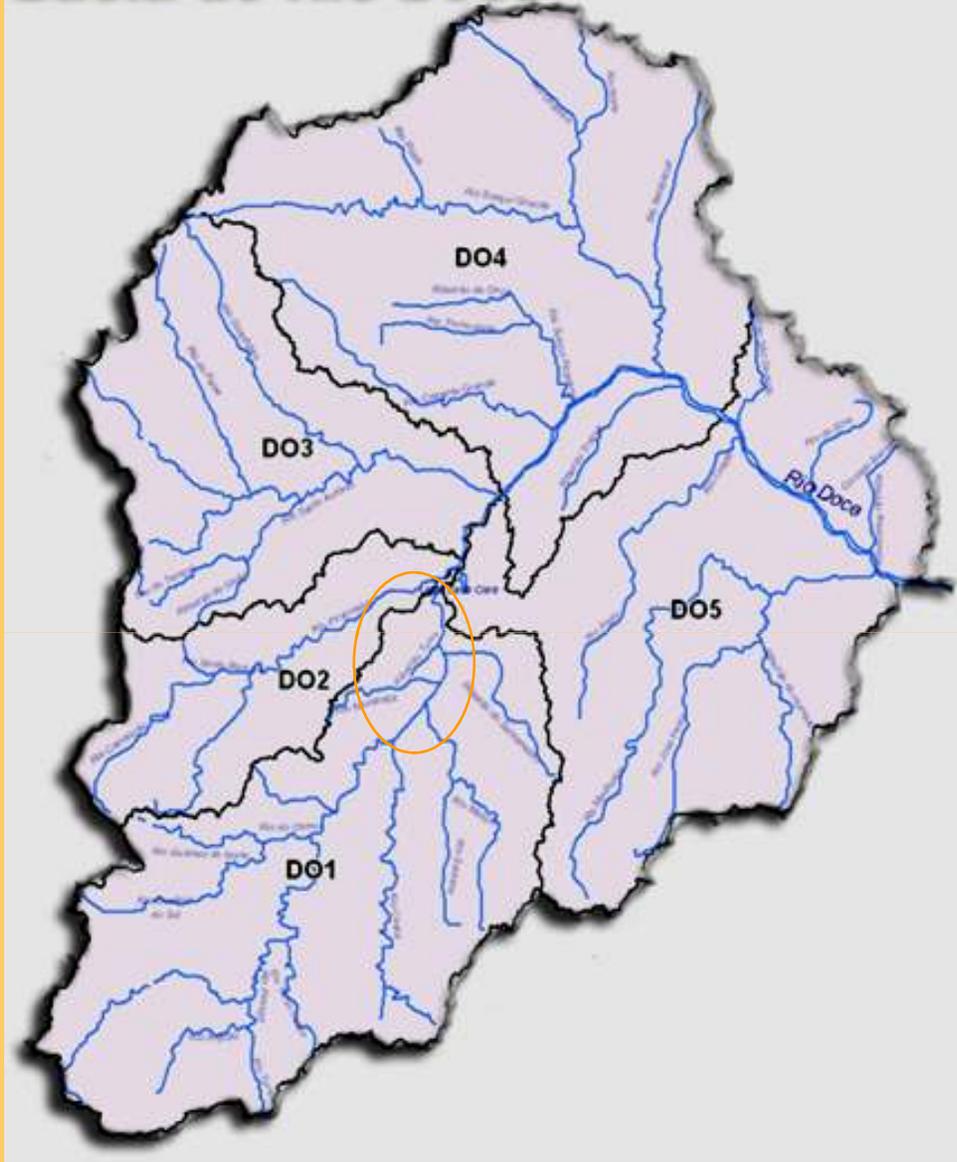


LOCALIZAÇÃO DA FOLHA





Bacia do Rio Doce



Bacia do Rio Jequitinhonha



Bacia do Rio Mucuri



Bacia do Rio Paraíba do Sul



FAPEMIG

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

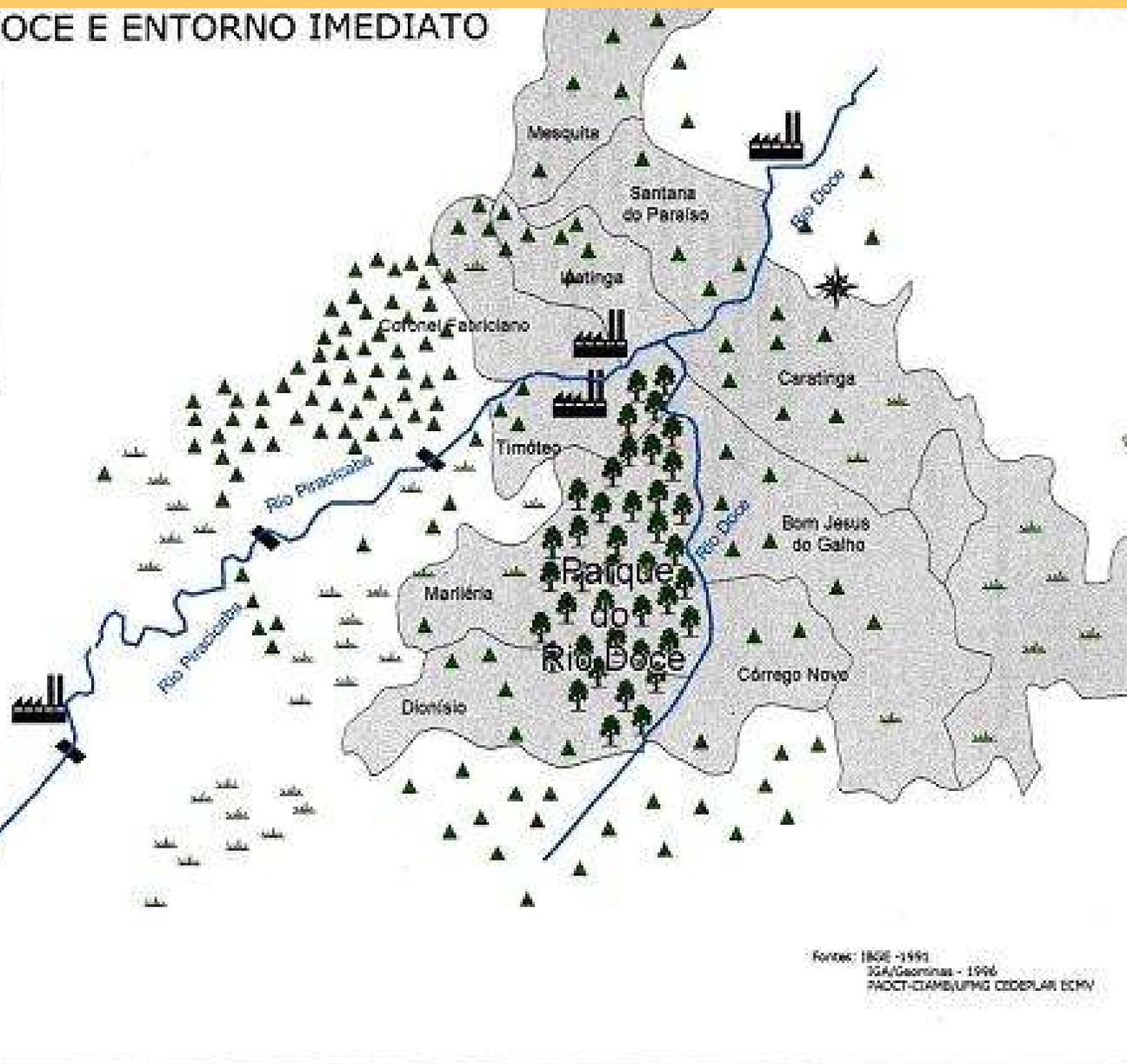


PARQUE DO RIO DOCE E ENTORNO IMEDIATO



Legenda

- Indústria
- Monocultura de Eucalipto
- Agropecuária
- Barragem
- Mata Atlântica

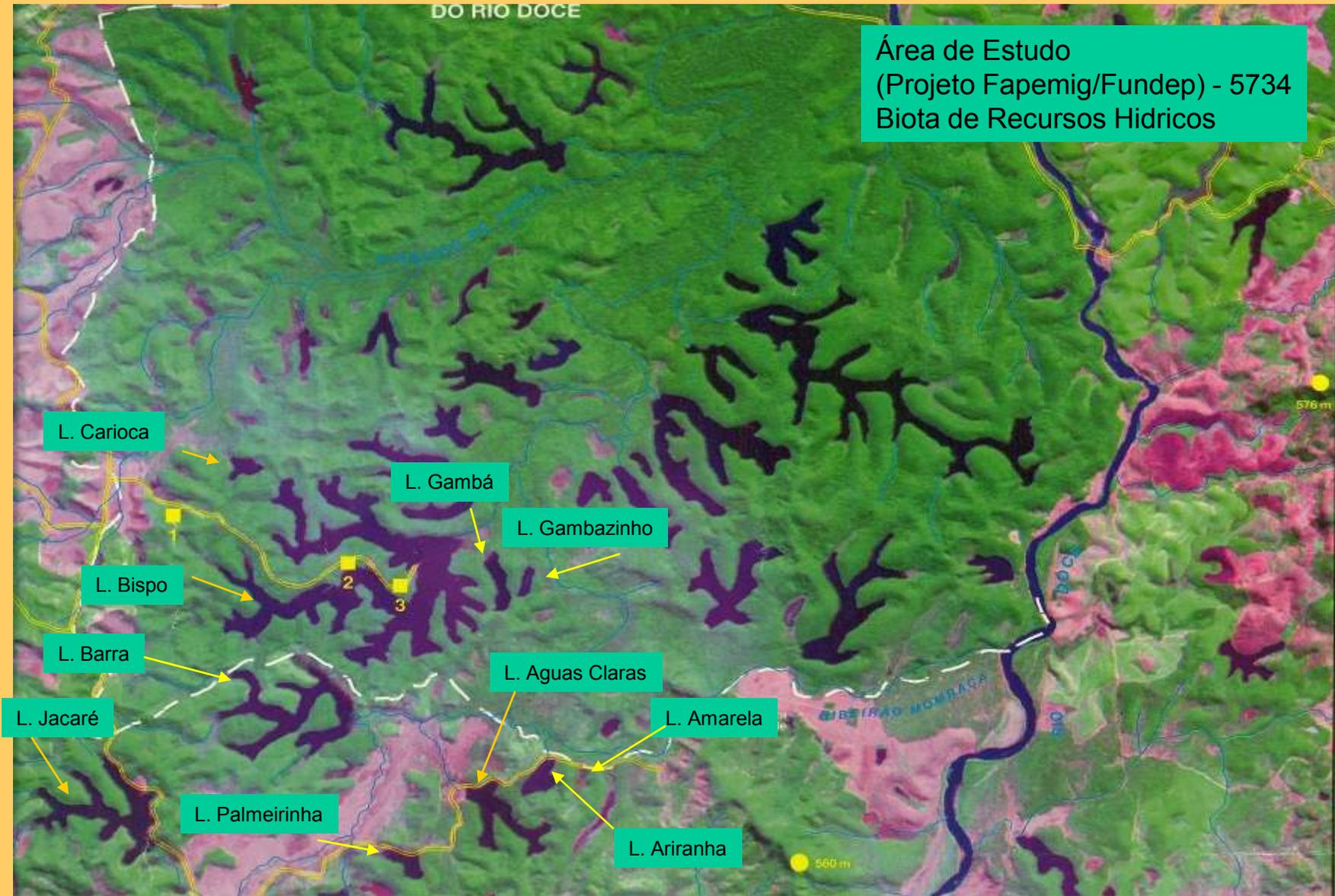


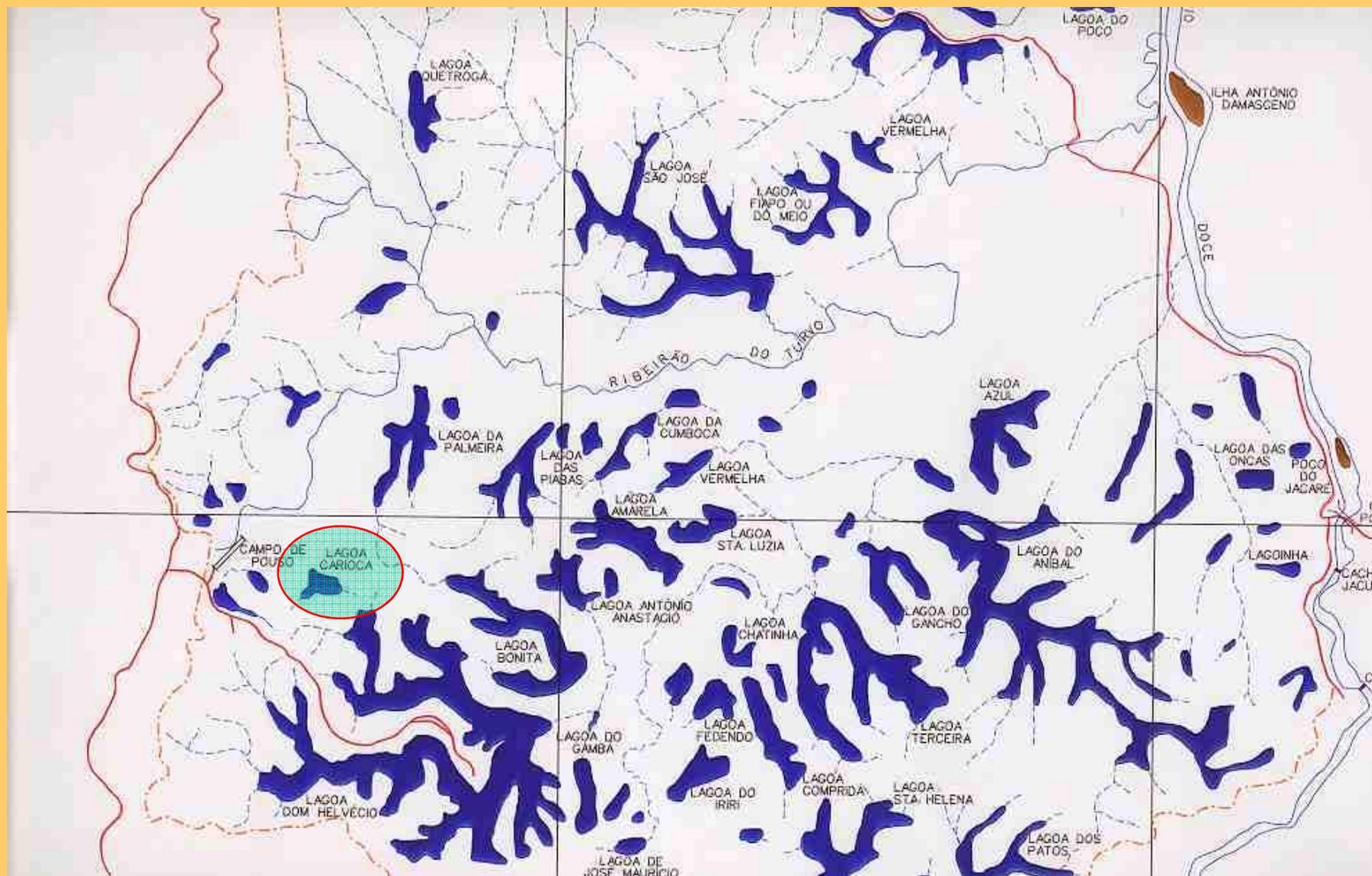
Fontes: 1852 - 1991
IGM/Geominas - 1996
PROCT-ETAMB/UFMG CEBELAR DCMV



DO RIO DOCE

Área de Estudo
(Projeto Fapemig/Fundep) - 5734
Biota de Recursos Hídricos



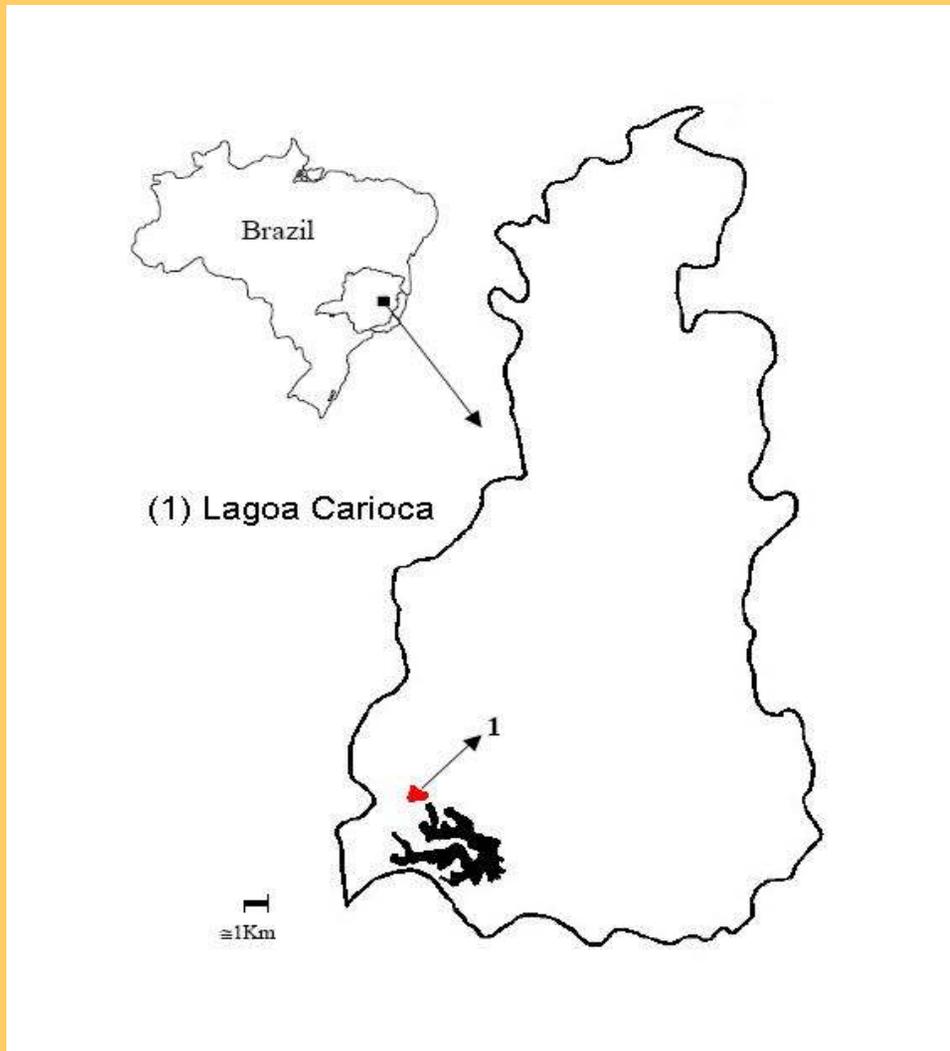


FAPEMIG
 Fundação de Amparo à Pesquisa do
 Estado de Minas Gerais

U F M G

Metodologia

- Área de Estudo



Lagoa Carioca:

- Rasa (11,8 m) e redonda;
- Pequena (área total = 13,30 ha);
- Cercada por floresta;
- Características limnológicas e fauna bem conhecidas;



Lagoa da Carioca, PERD. As populações do díptero zooplancônico chaoboridae atingem nesse ambiente elevadíssimas densidades. O estudo da dinâmica de chaoboriade nesse ambiente pode revelar os principais impactos que introduções de peixes exóticos podem causar nas diferentes comunidades que compõem o ecossistema.



Cylindropermopsis raciborskii na Lagoa
D.Helvécio jan/05



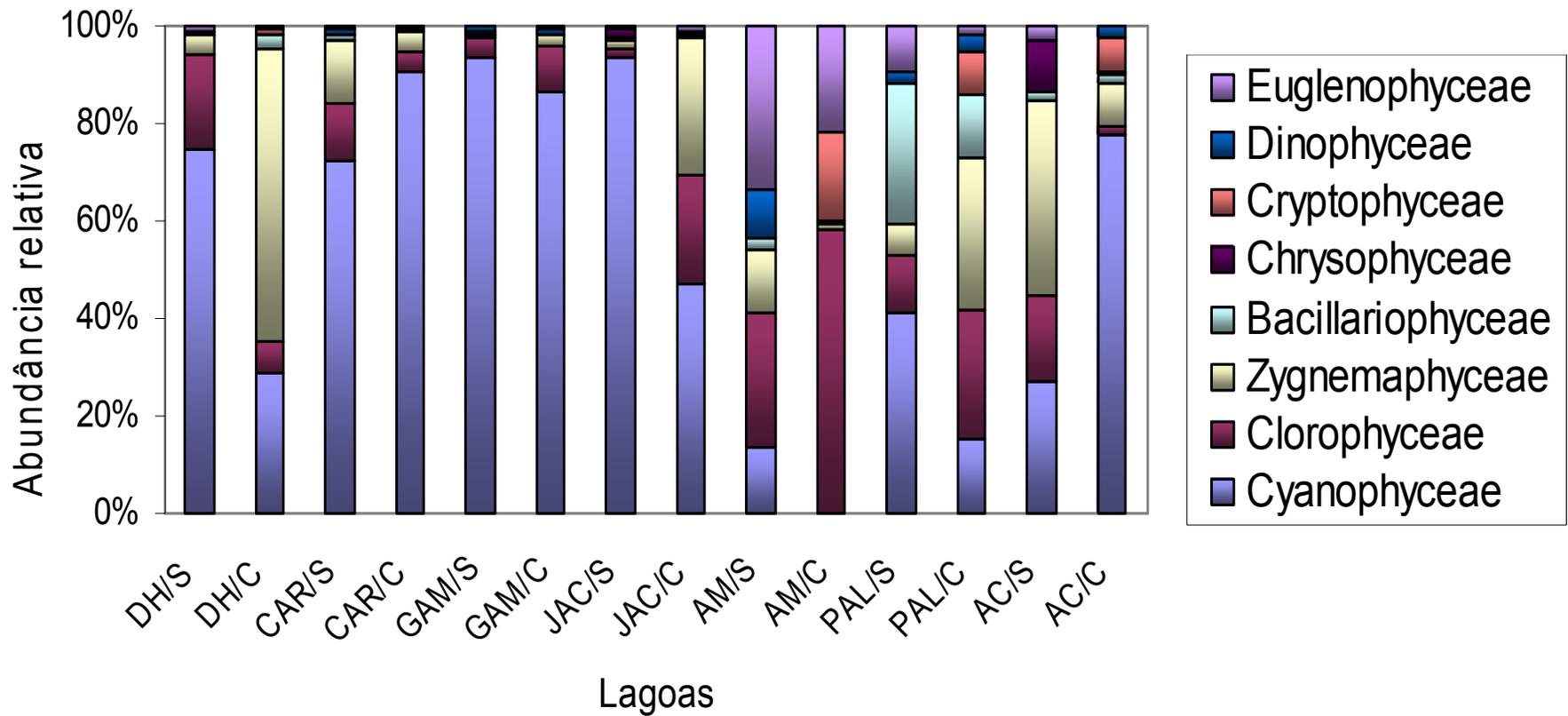
Staurodesmus convergens na Lagoa Jacaré jul/04



Phacus sp. na Lagoa Amarela jul/04

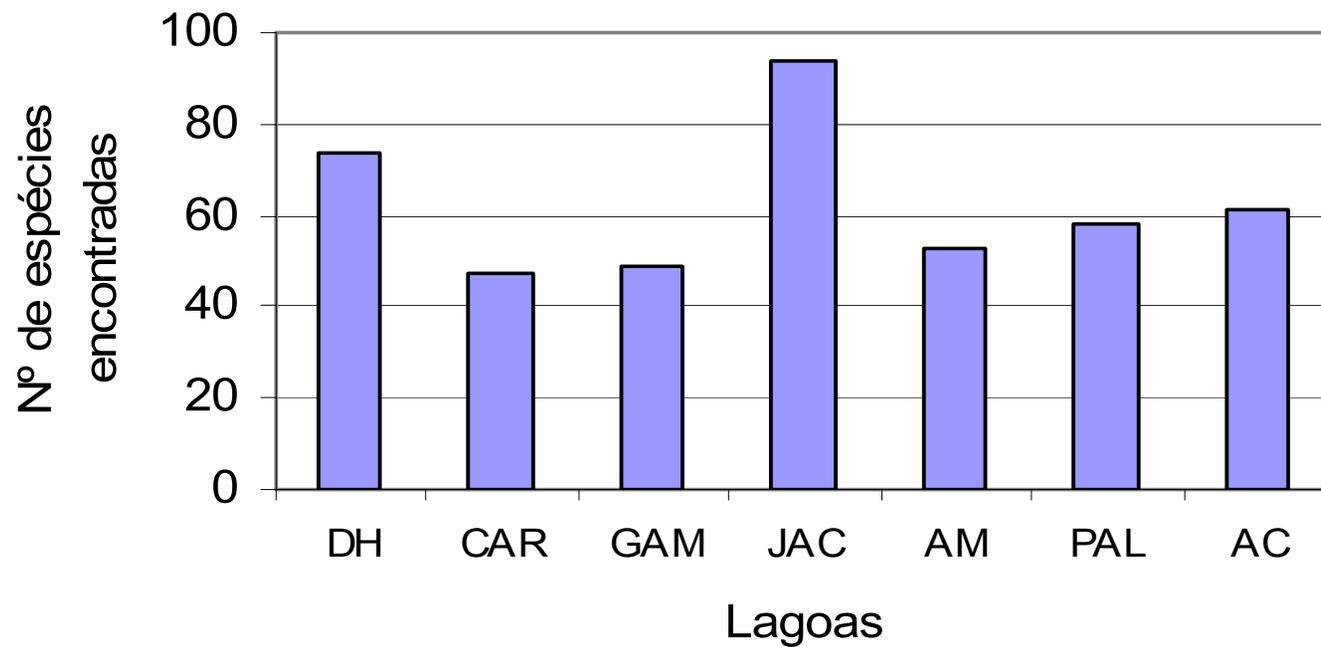


Pseudanabaena sp. na Lagoa Gambazinho jul/04



A lagoa Carioca apresenta hoje uma grande simplicidade estrutural da comunidade fitoplanctônica, sendo dominada por produtores procariontes Cyanobacteria. Será que essa situação sempre foi assim??

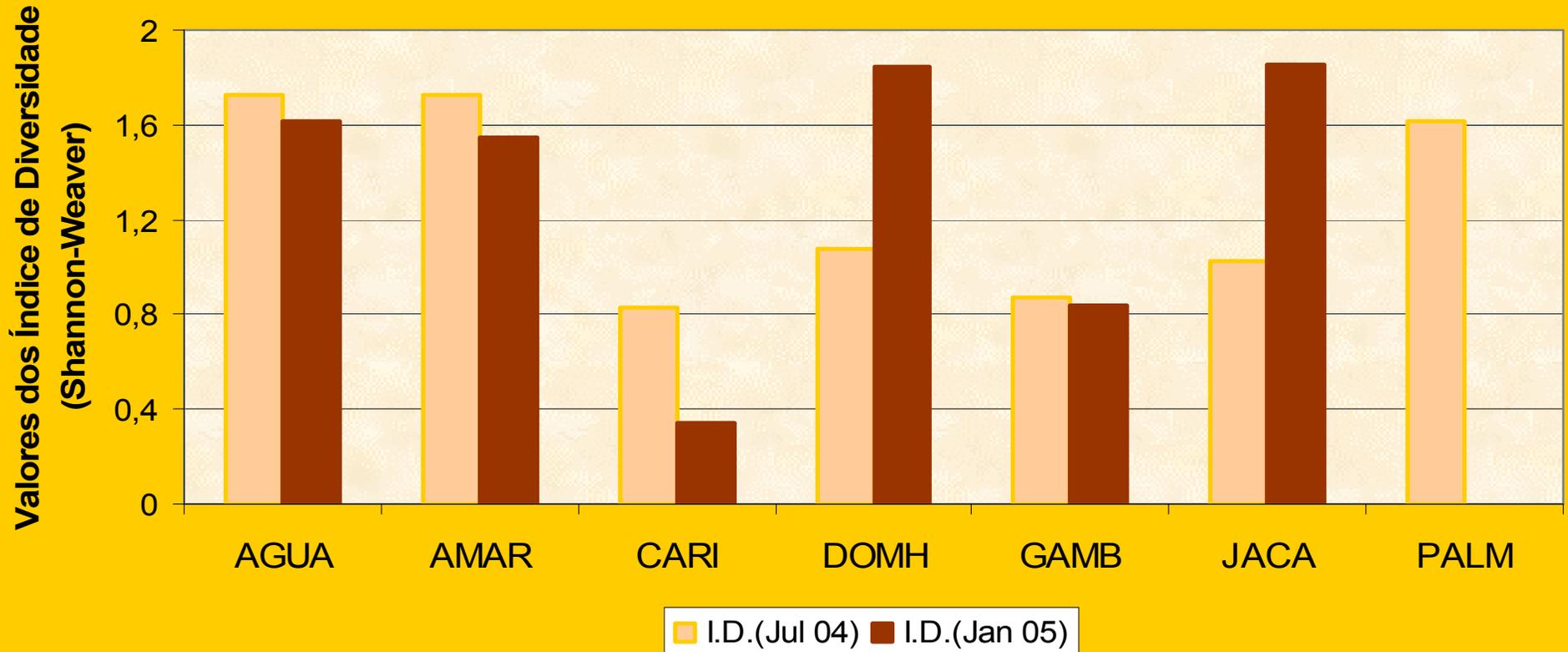
A lagoa Carioca apresenta hoje uma das mais baixas riquezas de espécies do fitoplâncton, dentre os lagos que compõem um conjunto representativo de lagos do médio rio Doce (lagoas PELD)



Campos, M.O. et cols, 2005

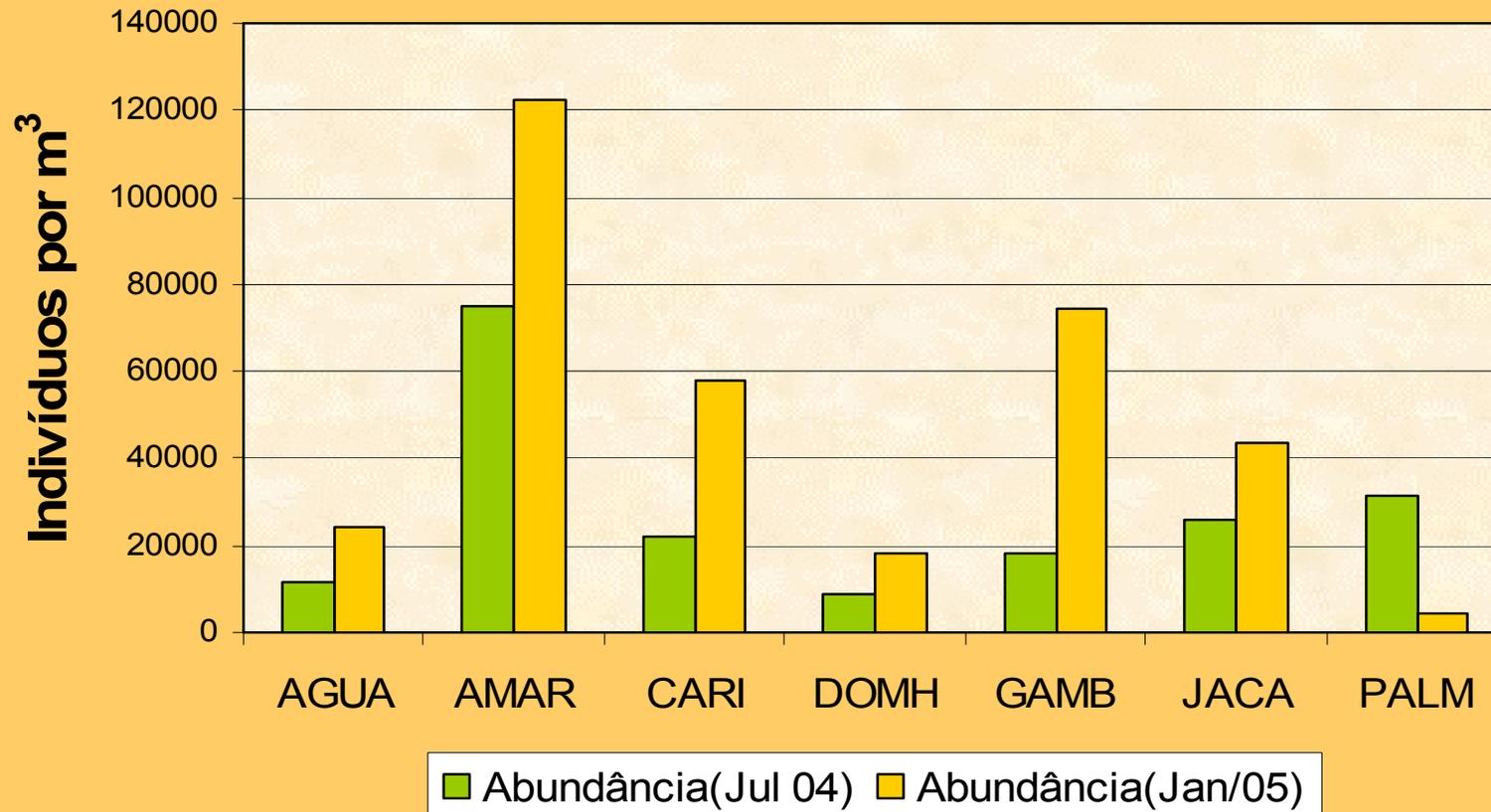
A comunidade do zooplâncton em lagos no medio rio Doce (Miranda et cols, 2005)

Diversidade em lagos do Parque Estadual do Rio Doce/MG



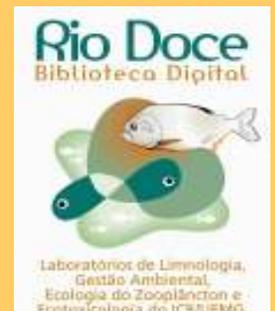
Em relação ao zooplâncton, a lagoa da Carioca apresenta igualmente um dos menores índices de diversidade entre os lagos componentes de um conjunto de lagos escolhido pelo grupo PELD como sendo representativo dos sistemas lacustres do médio rio Doce.

Abundância do microzooplâncton

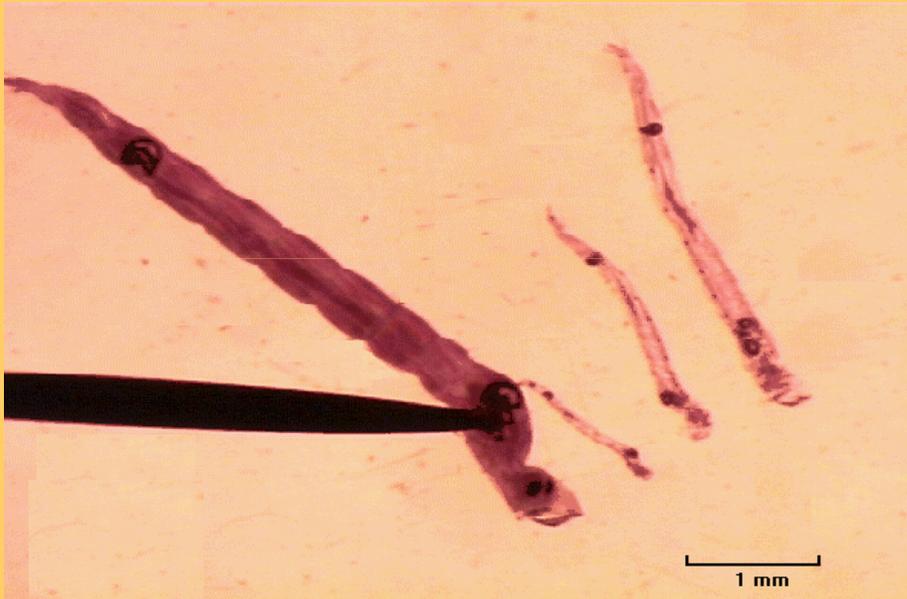


Em contraste, a comunidade do zooplâncton da lagoa da Carioca apresenta abundâncias relativamente elevadas dos componentes do microzooplâncton ($L < 200 \mu\text{m}$).

Miranda, F. et cols, 2005

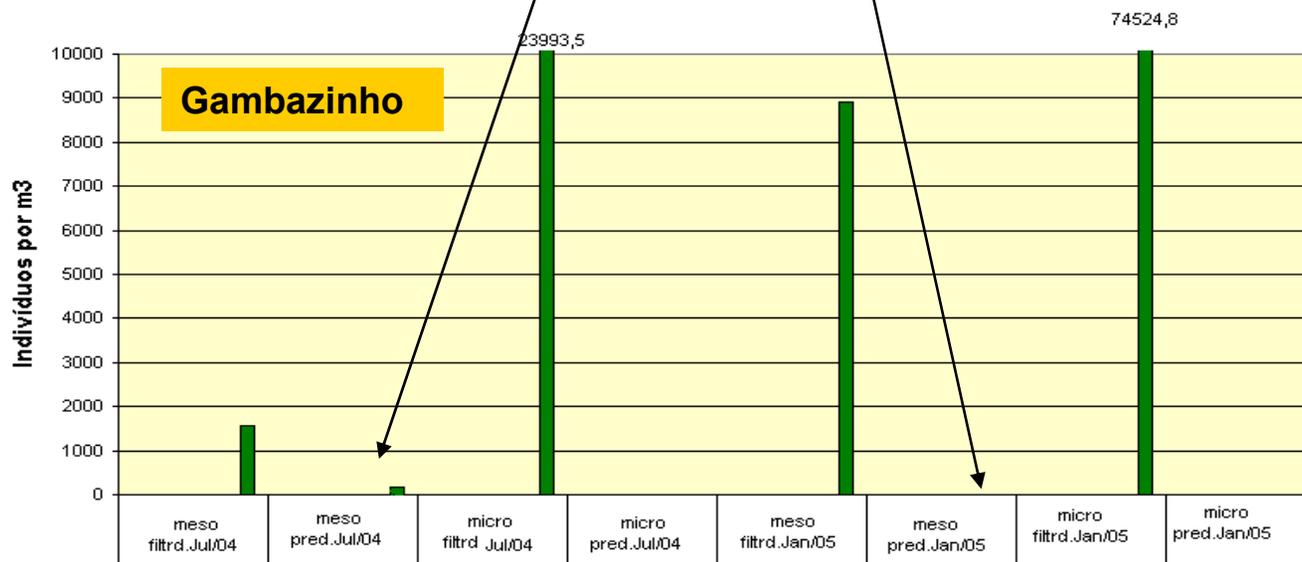
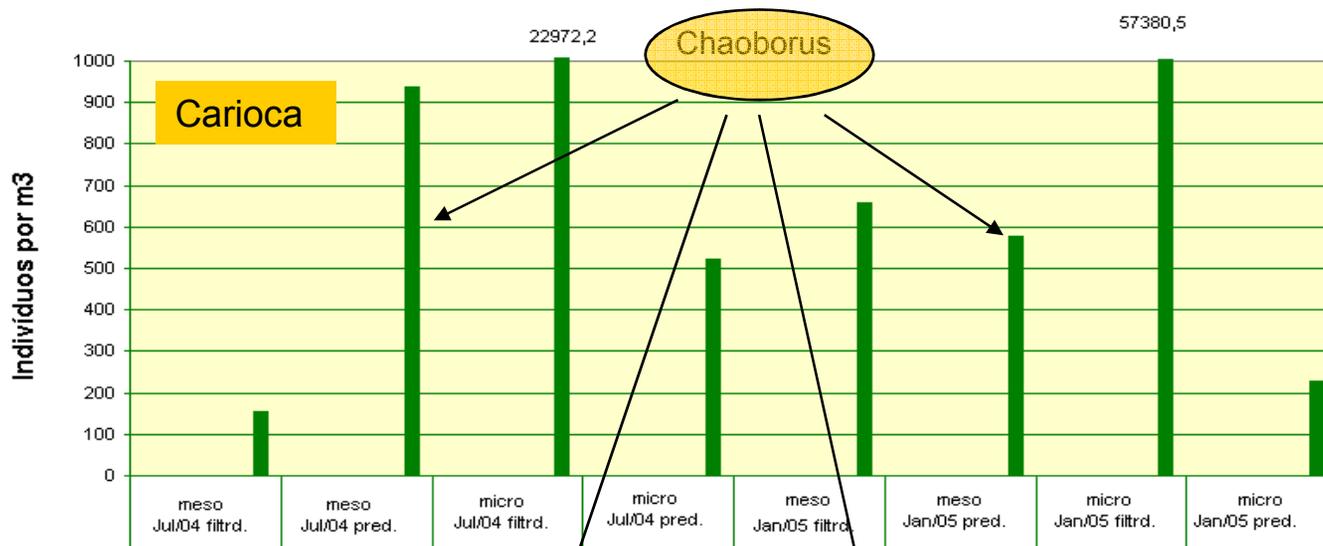


Estamos propondo que o fenômeno, “relaxamento das tensões ecológicas”, causado pela depressão da predação de planctivoria por alevinos de peixes, está causando um completo rearranjo na teia alimentar da lagoa da Carioca. Os peixes nativos foram dizimados pela introdução de peixes exóticos tais como *Cichla ocellaris* (tucunaré) e *Pygocentrus natterelli* (piranha).



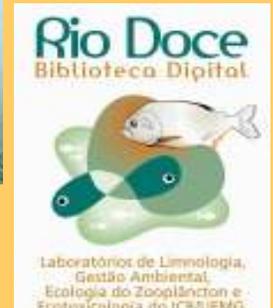
O grande aumento observado nas populações do diptero *Chaoborus* spp. na lagoa Carioca é uma das principais manifestações dessas mudanças induzidas pelos peixes exóticos.

Fotomicrografia dos diferentes instares larvais de *Chaoborus brasiliensis*, um chaoborideo muito comum em nossas águas. Foto de Jose Fernandes Bezerra Neto a partir de espécimens coletados na Lagoa do Nado, BH.



Em uma comparação com um lago sem peixes invasores (Gambazinho), notamos que a fração do mesozooplâncton é nitidamente mais importante na lagoa da Carioca (independente da estação do ano) sendo quase que exclusivamente dominada por larvas de Chaoborus.

Miranda, F. et cols, 2005



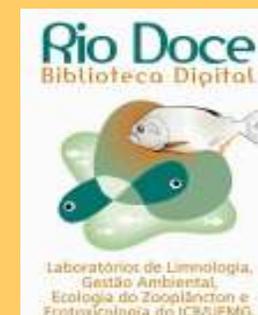
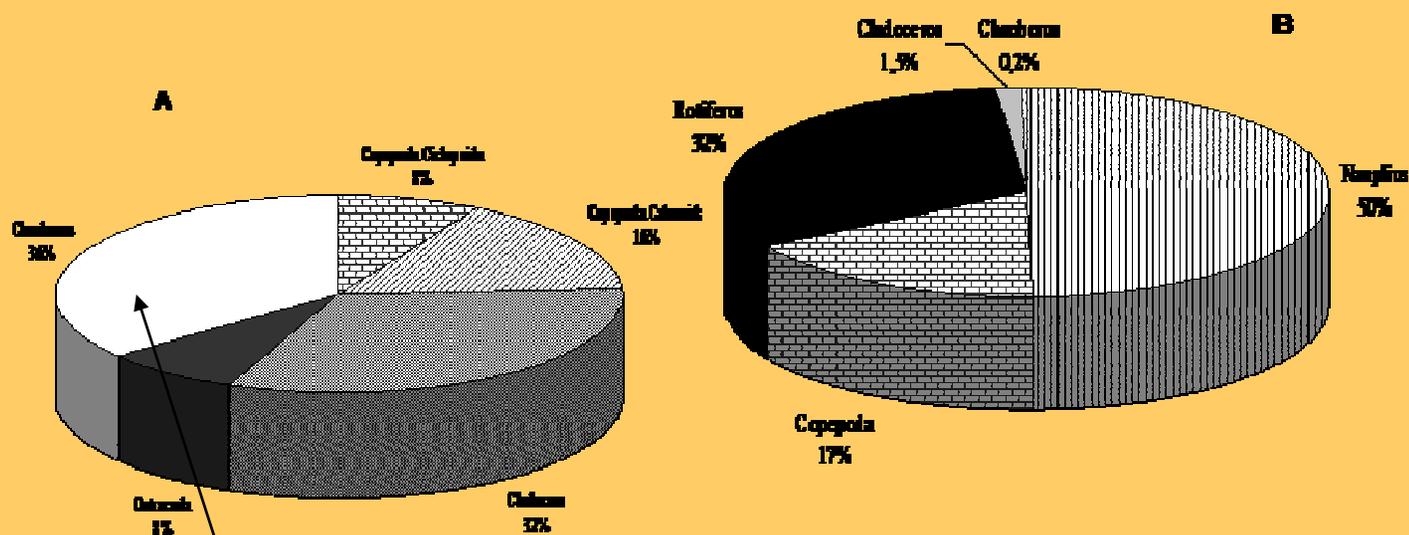


Figura 11. Composição Zooplantônica do Lago Dom Helvécio. A: Mesozooplâncton, B: Microzooplâncton.

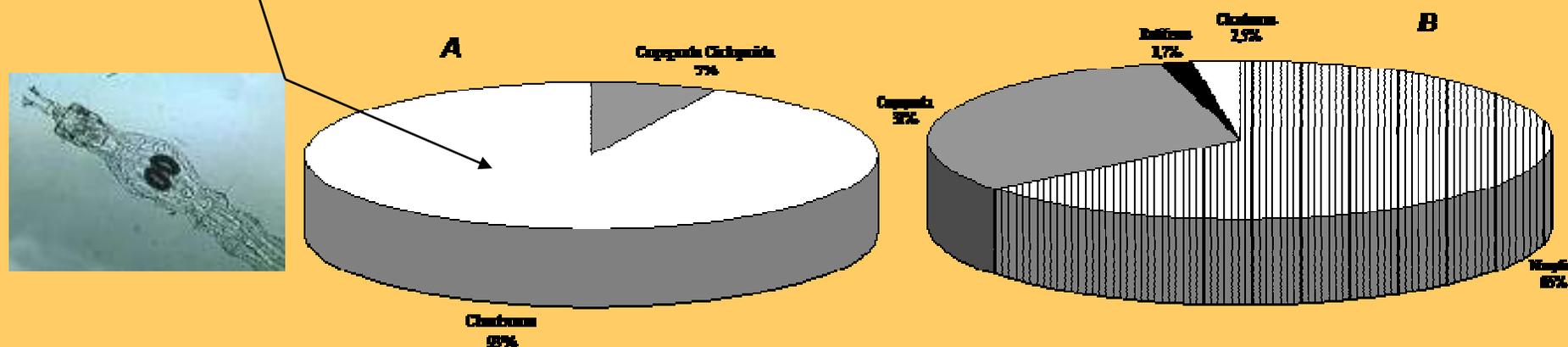
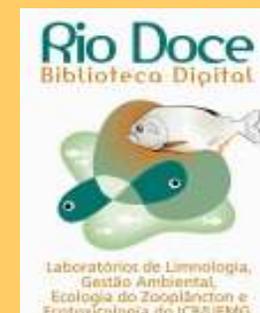
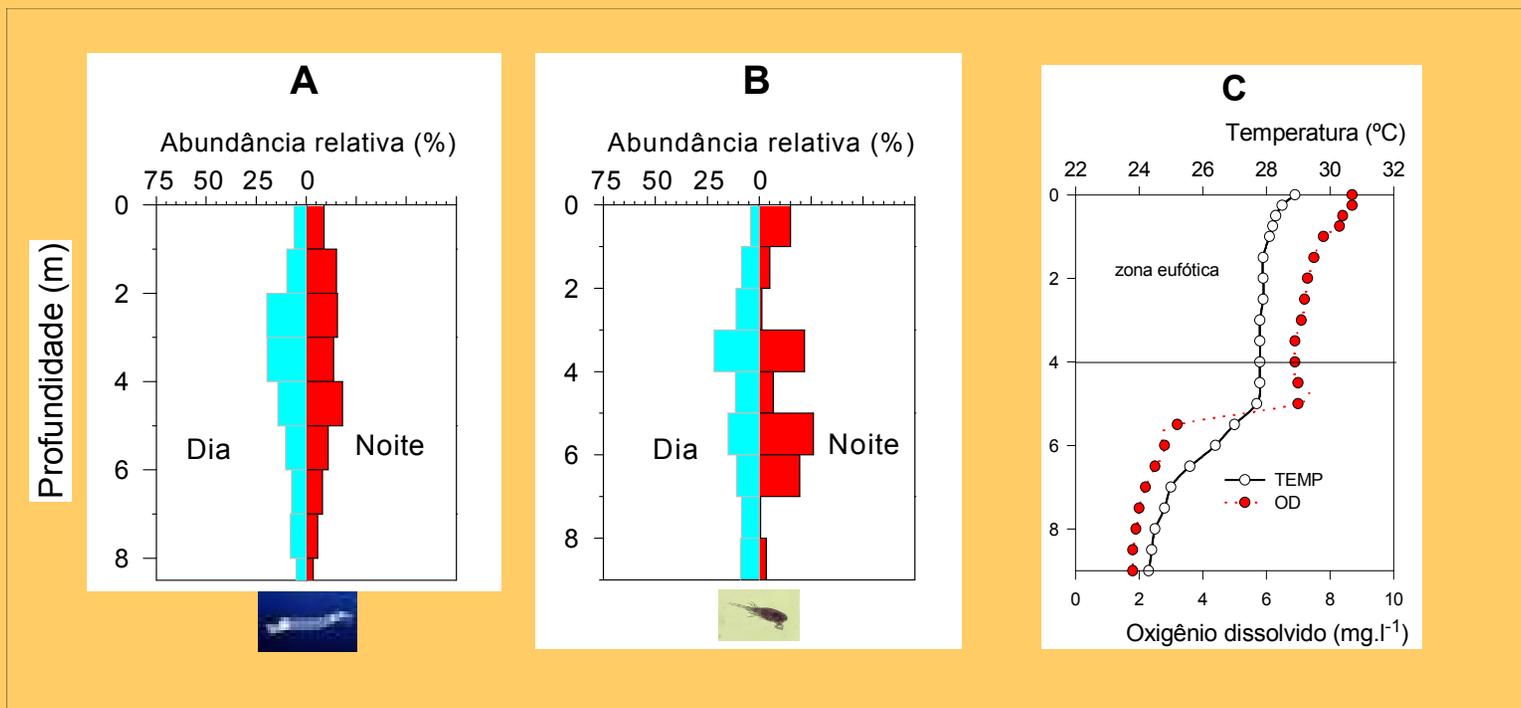
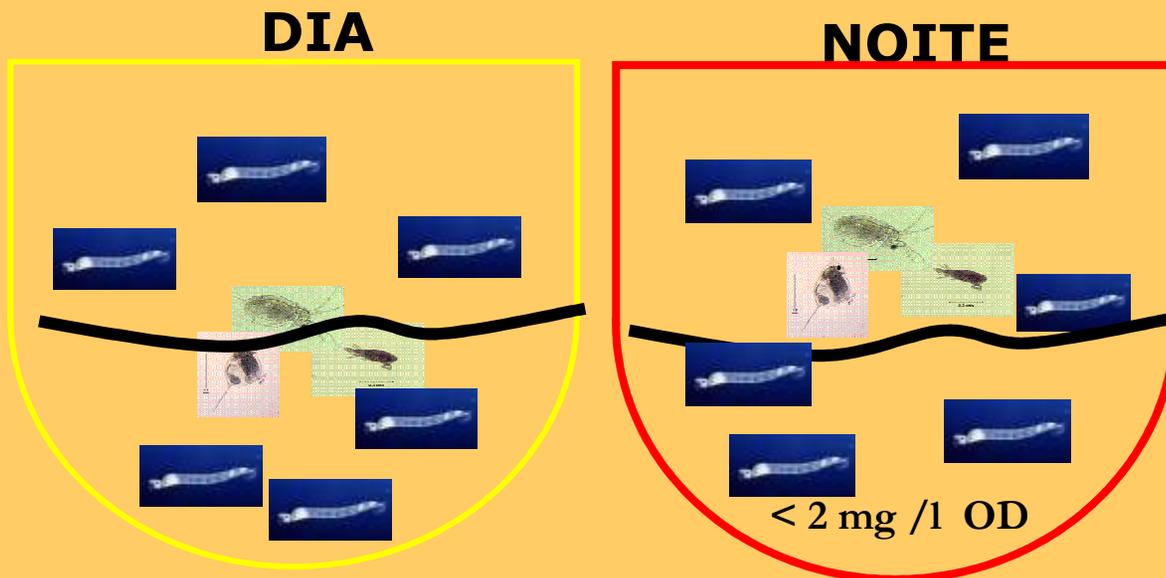


Figura 12. Composição Zooplantônica do Carioca. A: Mesozooplâncton, B: Microzooplâncton.

Ausência de migração vertical diária (abundância relativa %) de (a) *Chaoborus* e (b) *Thermocyclops minutus* em abril de 2003, na lagoa Carioca. Em (c) podemos observar os perfis de temperatura e oxigênio durante a coleta.

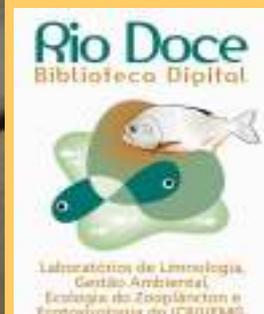
Bezerra_Neto et cols., 2005

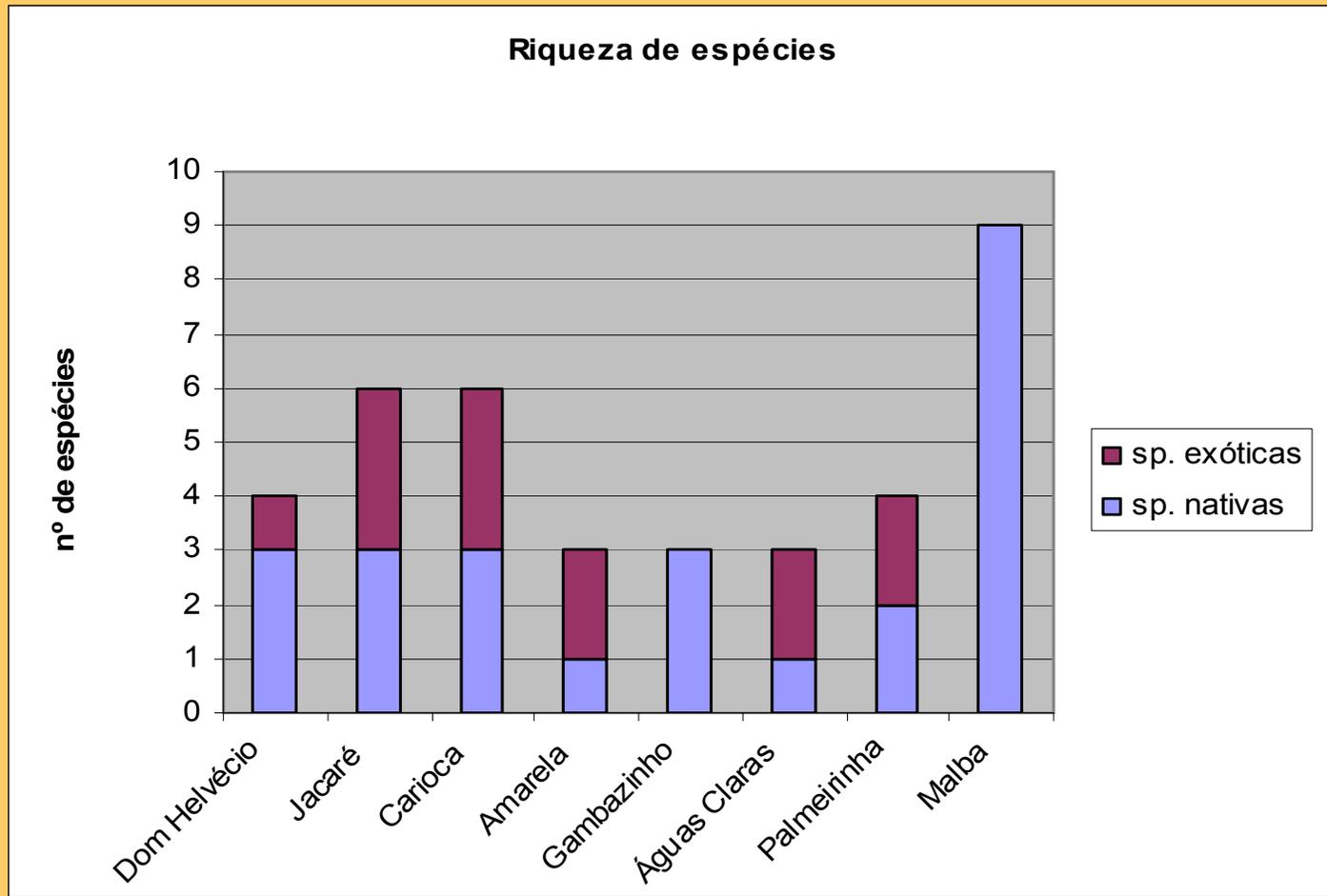


A comunidade de peixes em lagos no medio rio Doce (Mota et cols, 2005)



Exemplares da piranha vermelha, *Pygocentrus nattereri*, capturados no dia 17 de abril de 2005, na Lagoa D. Helvécio, por alunos do curso PG/ECMVS (Ecologia de Comunidades).





A lagoa da Carioca apresenta baixa riqueza de peixes, sendo que das seis espécies encontradas, três são exóticas.

Mota, T.G. et cols, 2005



Fotografias dos peixes exóticos piranha e tucunaré, hoje amplamente dominantes na ictiofauna dos lagos Carioca e D. Helvécio. Foto de Tiago Gripp Mota, tomada em fevereiro de 2005 no PERD. Maiores informações sobre a ictiofauna da região de estudos pode ser acessada em:

<http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/RioDoce/website/peixes.htm>.

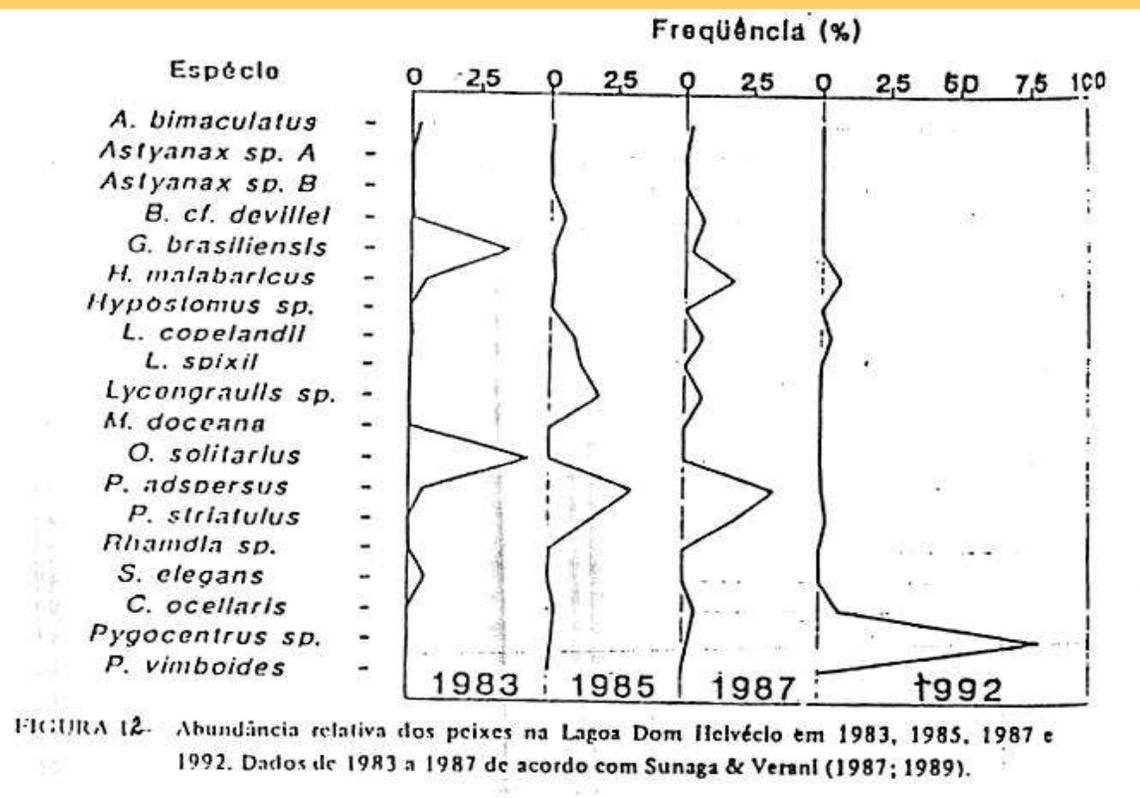


Peixes no sistema lacustre do rio Doce (2004-2005)

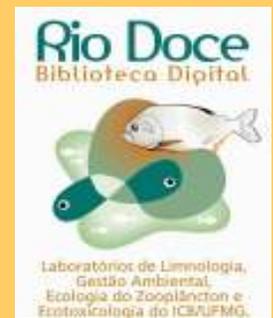
Mota, T.G. et cols, 2005

| Espécies | Lagos | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | D.H | Jaca | Cari | Amar | Gamb | Agua | Palm | Malb |
| Nativas | | | | | | | | |
| Characiformes | | | | | | | | |
| <i>Astyanax bimaculatus</i> | | X | | | X | | | X |
| <i>Oligosarcus solitarius</i> | | | | | X | | | X |
| <i>Leporinus steindachneri</i> | | | | | | | | X |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | X | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>Cyphocarax gilbert</i> | | | | | | | | X |
| <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> | | | X | | | | | |
| Siluriformes | | | | | | | | |
| <i>Parauchenipterus striatulus</i> | | X | X | | | | X | X |
| <i>Hypostomus</i> sp. | | | | | | | | X |
| Perciformes | | | | | | | | |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Pachypops adspersus</i> | X | | | | | | | X |
| Clupeiformes | | | | | | | | |
| <i>Lycengraulis</i> sp. | X | | | | | | | |
| Introduzidas | | | | | | | | |
| Characiformes | | | | | | | | |
| <i>Pygocentrus nattereri</i> | X | X | X | X | | X | X | |
| Perciformes | | | | | | | | |
| <i>Cichla</i> cf. <i>monoculus</i> | | | X | | | X | | |
| <i>Astronotus ocellatus</i> | | X | | | | | | |
| <i>Hoplosternum litoralle</i> | | X | X | X | | | X | |
| Total | 4 | 6 | 6 | 3 | 3 | 3 | 4 | 9 |

Apesar de estarem localizados dentro de uma U.C. (PERD), muitos desses lagos estão sofrendo uma perda de sua biodiversidade em vários compartimentos de sua biota aquática. Isso é particularmente visível na ictiofauna, onde existe a dominância de dois peixes piscívoros – exóticos -, o tucunaré, *Cichla monoculus* e a piranha vermelha, *Pygocentrus nattereri* (Godinho et al, 1994).



Godinho et cols. 1994. The ecology of predator fish introductions: the case of Rio Doce Valley lakes. In: Pinto-Coelho, R.M., E. von Sperling & A. Giani [eds] Ecology and Human Impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies. Segrac, Belo Horizonte, pp 77-83.

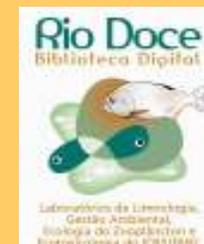


Lista de espécies de peixes coletadas em lagoas da bacia do médio rio Doce, Minas Gerais

| Espécies | Lagos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | D. Helvécio | | | | | Jacaré | | | | | Carioca | | | | | Amarela | | | | |
| | 83 ₁ | 85 ₁ | 87 ₁ | 92 ₂ | 05 ₃ | 83 ₁ | 85 ₁ | 87 ₁ | 92 ₂ | 05 ₃ | 83 ₁ | 85 ₁ | 87 ₁ | 92 ₂ | 05 ₃ | 83 ₁ | 85 ₁ | 87 ₁ | 92 ₂ | 05 ₃ |
| Nativas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Characiformes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Astyanax bimaculatus</i> | X | X | X | X | | X | X | | | X | X | X | | | X | | X | X | X | |
| <i>Astyanax fasciatus</i> | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | |
| <i>Astyanax</i> sp. A | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Astyanax</i> sp. B | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Moenkhausia doceana</i> | X | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | |
| <i>Brycon</i> cf. <i>devillei</i> | X | X | X | X | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | |
| <i>Oligosarcus solitarius</i> | X | | | | | | | | | | | X | | | | X | X | X | | |
| <i>Cyphocarax gilberti</i> | X | | | | | | | | | | X | X | | | | X | | | | |
| <i>Leporinus steindachneri</i> | X | X | X | X | | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | |
| <i>Hoplias malabaricus</i> | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> | | | | | | | | | | | X | | | X | X | | | | | |
| <i>Prochilodus vimboides</i> | | X | | | | X | X | | | | | | | | | | X | X | | |
| Siluriformes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Parauchenipterus striatulus</i> | | X | X | X | | X | X | X | X | X | | | | X | X | X | X | X | | |
| <i>Rhamdia</i> sp. | | X | | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | | X | | X | | |
| <i>Hypostomus</i> sp. | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Loricariichthys spixii</i> | | X | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Loricariidae</i> sp. | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Perciformes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cichlasoma</i> sp. | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| <i>Cichlasoma facetum</i> | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Crenicichla</i> cf. <i>lacustris</i> | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> | X | X | X | | | X | X | | X | | X | X | | | | | | | | |
| <i>Pachypops adpersus</i> | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clupeiformes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lycengraulis</i> sp. | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| Introduzidas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Characiformes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pygocentrus nattereri</i> | | X | X | X | X | X | X | | | X | | | | X | X | | X | X | | X |
| Perciformes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cichla</i> cf. <i>monoculus</i> | | X | X | X | | X | | X | X | | | X | X | X | X | | | | | |
| <i>Astronotus ocellatus</i> | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | X | | |
| <i>Hoplosternum littorale</i> | | | | | | | | | X | | | | | | X | | | | | X |
| Total | 11 | 14 | 10 | 11 | 4 | 11 | 7 | 4 | 7 | 6 | 10 | 11 | 7 | 9 | 6 | 6 | 6 | 9 | | 3 |

Mota, T.G. et cols, 2005

O estudo comparativo com várias fontes de literatura indica que a diversidade na ictiofauna dos lagos no médio Rio Doce mostra um descréscimo ao longo das duas últimas décadas.





Cápsulas cefálicas de larvas de chironomidae encontradas em sedimentos no centro da lagoa da Carioca, PERD, MG

Subfósseis de chironomidae no sedimento da lagoa da Carioca ajudam a reforçar a tese de que a lagoa vem passando por grandes modificações em sua biota em passado recente...

Resck, R. et cols, 2005





Resck, R. et cols, 2005

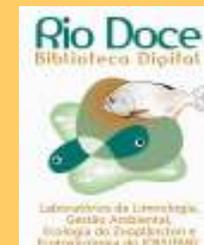


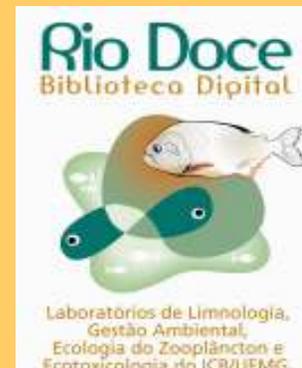


Foto e Montagem: Rafael Resck

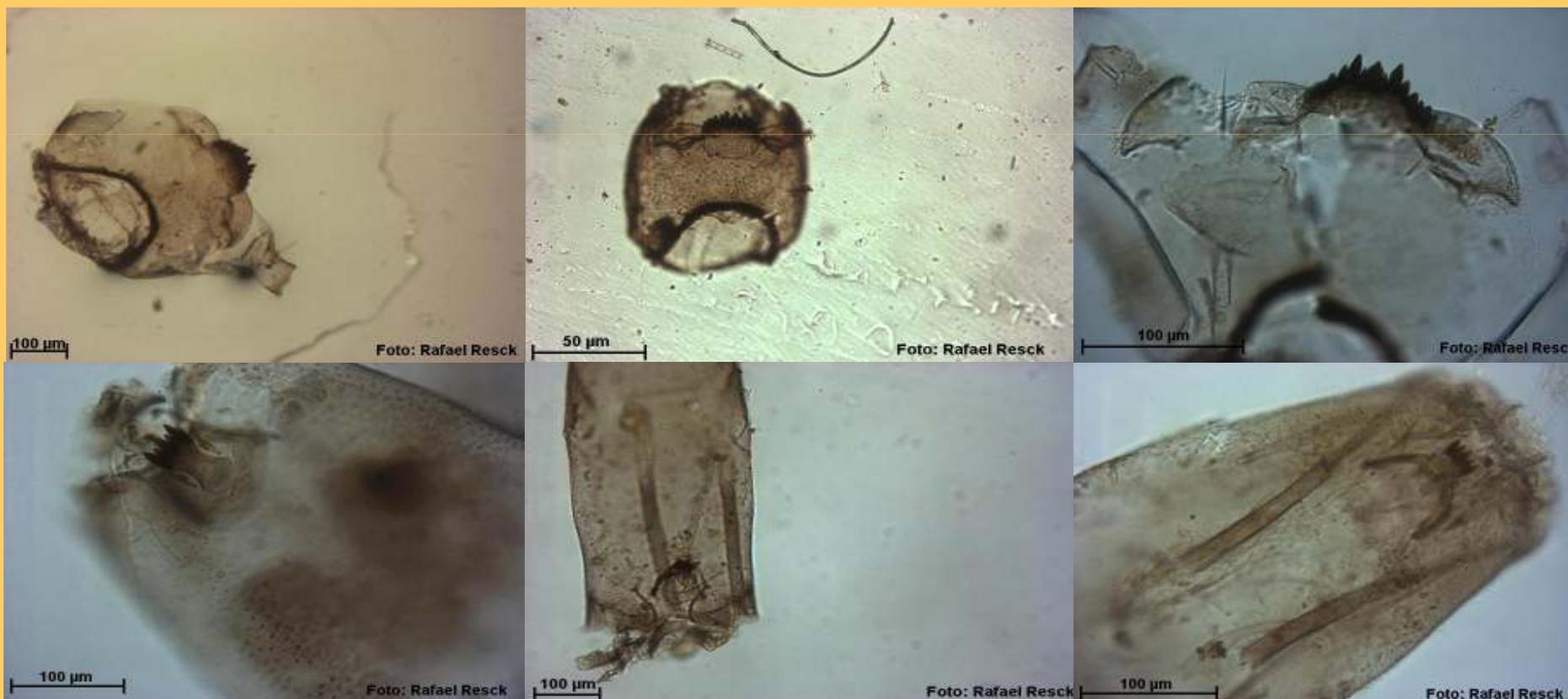
Resck, R. et cols, 2005

Identificação das Carapaças

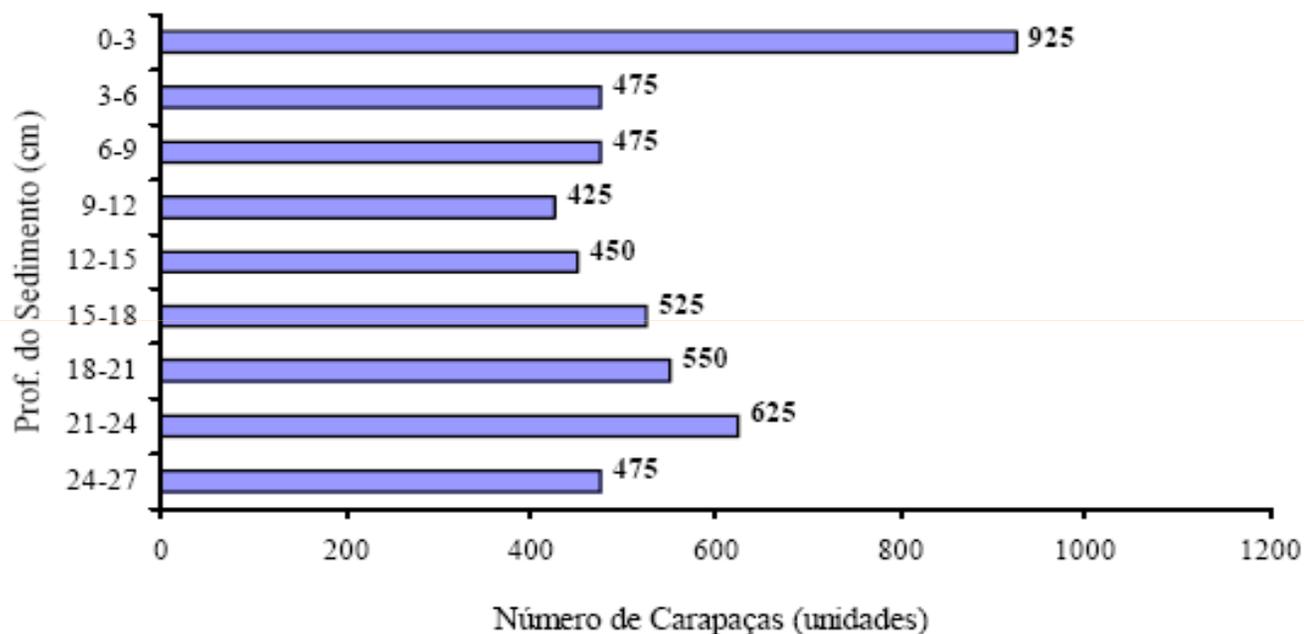
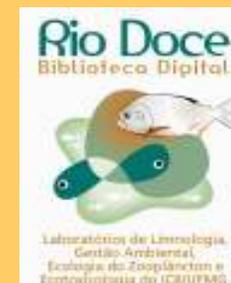
- 38% das carapaças foram identificadas até gênero;
- 17 gêneros foram encontrados (2 subfamílias);



Resck, R. et cols, 2005



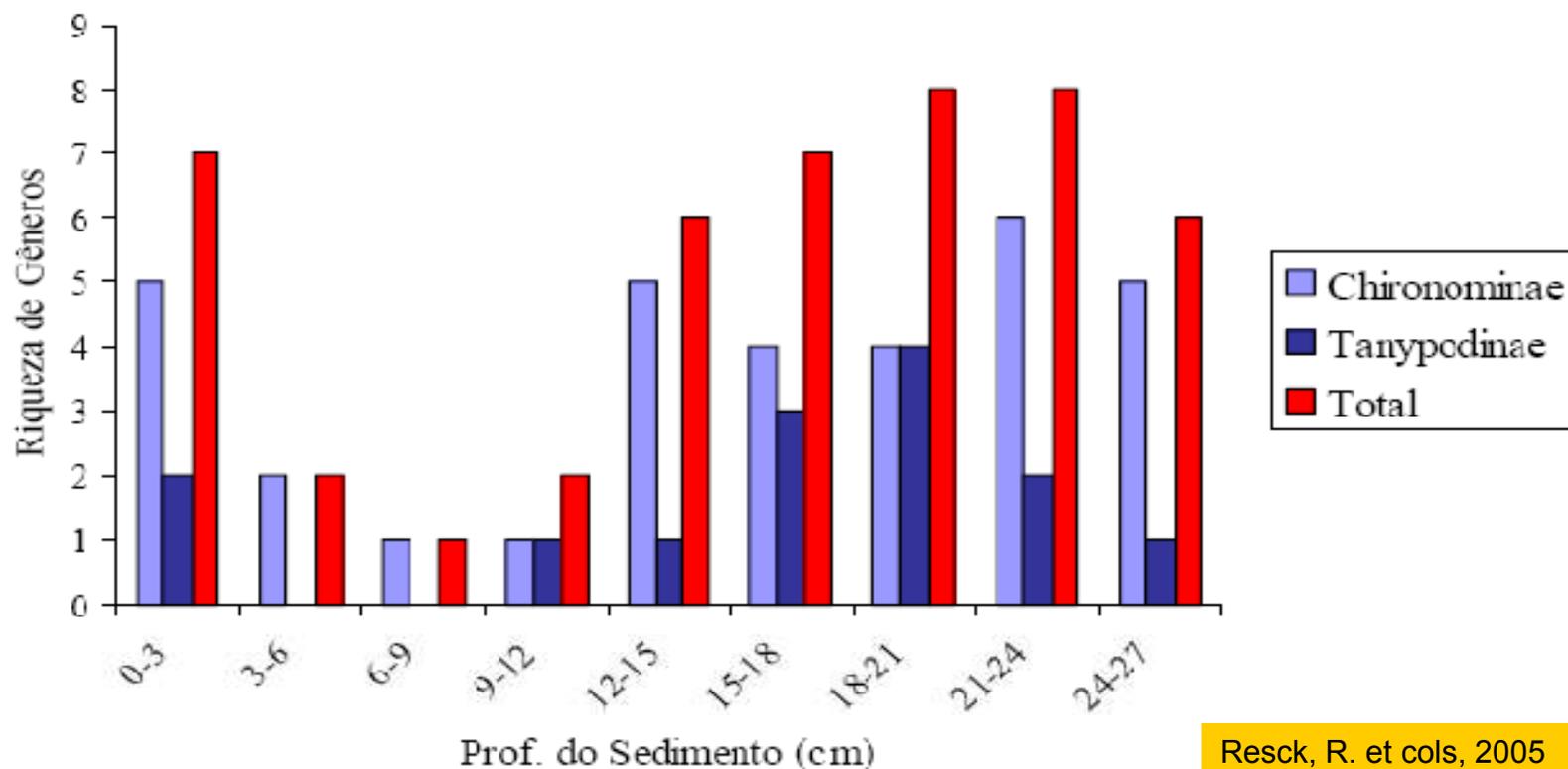
As abundância de Chironomidae nos diferentes estrados do sedimento da lagoa Carioca sugerem que o ambiente passou por modificações ecológicas importantes em passado recente...



Número de carapaças por grama de sedimento seco. 1 mL de sedimento úmido equivale a aproximadamente 0,04 g de sedimento sem água e MO.

Resck, R. et cols, 2005

A diversidade de taxa de chironomidae decresceu em períodos recentes na lagoa da Carioca...



Riqueza de gêneros de chironomidae nos diferentes extratos do esdimento

Teoria da cascata trófica (Carpenter & cols, 1988):

Essa teoria, fundamentada em relações peixes-zooplâncton de lagos temperados prevê um decréscimo dos produtores primários em função de um aumento de peixes piscívoros. A aplicação desse princípio deu origem a toda uma série de trabalhos de biomanipulação em lagos temperados (Lynch, Shapiro, etc).



Nível trófico

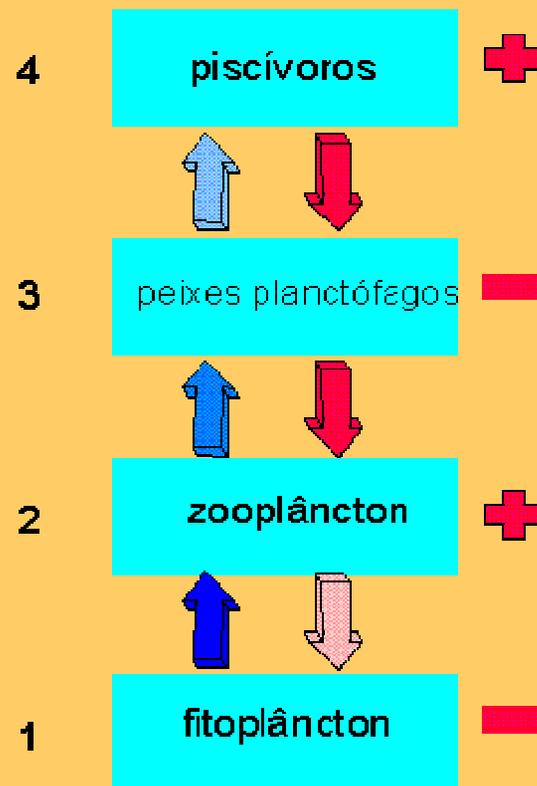


Figure 7 Fluxograma ilustrando como seriam as interações quantitativas ao longo de uma cadeia alimentar em uma comunidade aquática (modificado de Carpenter et al. 1985)



Introdução de Peixes Exóticos
Tucunaré + Piranha



Extinções locais
(ictiofauna nativa)



Aumento das densidades de
chaoboriade (keystone species)



Forte pressão sobre o micro-zooplâncton herbívoro
(*Bosmina* e *Ceriodaphnia*), com predomínio de rotíferos



Aumento na densidade de algas e piora da
qualidade de água com estabelecimento de
condições eutróficas em plena oligotrofia
nutricional.



Equipe do projeto “banco de dados – rio Doce, Fapemig/Fundep-UFMG”

| | Nomes | Função | Instituição | Titulação |
|---|---|--|------------------|------------------|
| 1 | <i>Ricardo Motta Pinto Coelho</i> | Coordenador | UFMG | doutor |
| 2 | <i>Francisco Antônio Rodrigues Barbosa</i> | Colaborador | UFMG | doutor |
| 3 | <i>Paulina Maia Barbosa</i> | Colaborador | UFMG | doutor |
| 4 | <i>Maria Margarida Marques</i> | Bentos | bolsa PD Fapemig | doutor |
| 5 | <i>Zenilde G. da Silva</i> | Parceria IGAM | IGAM | doutoranda ECMVS |
| 6 | <i>Taigo Grip Mota</i> | <i>Ictiologia</i> | bolsa IC Fapemig | bacharelado |
| 7 | <i>Maira de Oliveria Campos</i> | Ficologia | bolsa IC Fapemig | bacharelado |
| 8 | <i>Fabricia de Souza Miranda</i> | Invertebrados planctônicos | bolsa IC Fapemig | bacharelado |
| 9 | <i>Barbara Aparecida da Silva Rego</i> | DBO, Colimetria e físico-química | bolsa AT/ CNPq | bacharelado |



Financiamento:

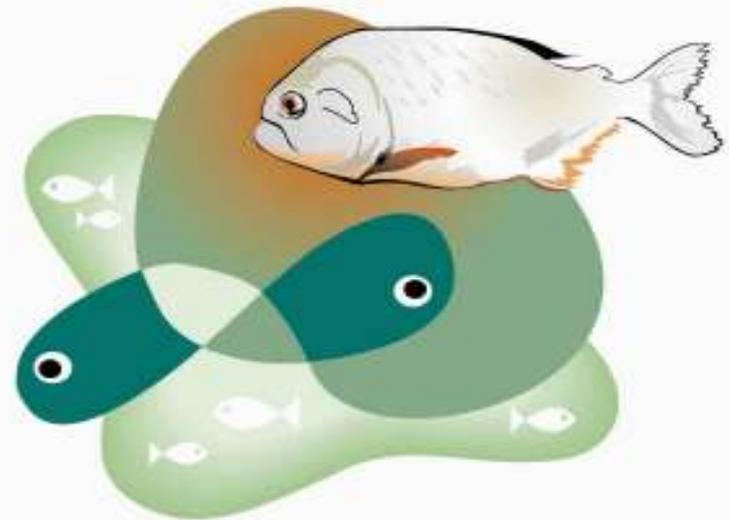
Projeto: Elaboração de um banco de dados sobre a biota de Minas Gerais: fase I (médio rio Doce).
Fapemig/Fundep 5734

Agradecimentos:

- Programa de PG em Ecologia, Conservação e manejo da vida silvestre, ICB, UFMG;
- Curso de graduação em C. Biológicas, ICB, UFMG;
- PELD, sitio PERD;
- Instituto estadual de Florestas, IEF.

Rio Doce

Biblioteca Digital



Laboratórios de Limnologia,
Gestão Ambiental,
Ecologia do Zooplâncton e
Ecotoxicologia do ICB/UFMG.



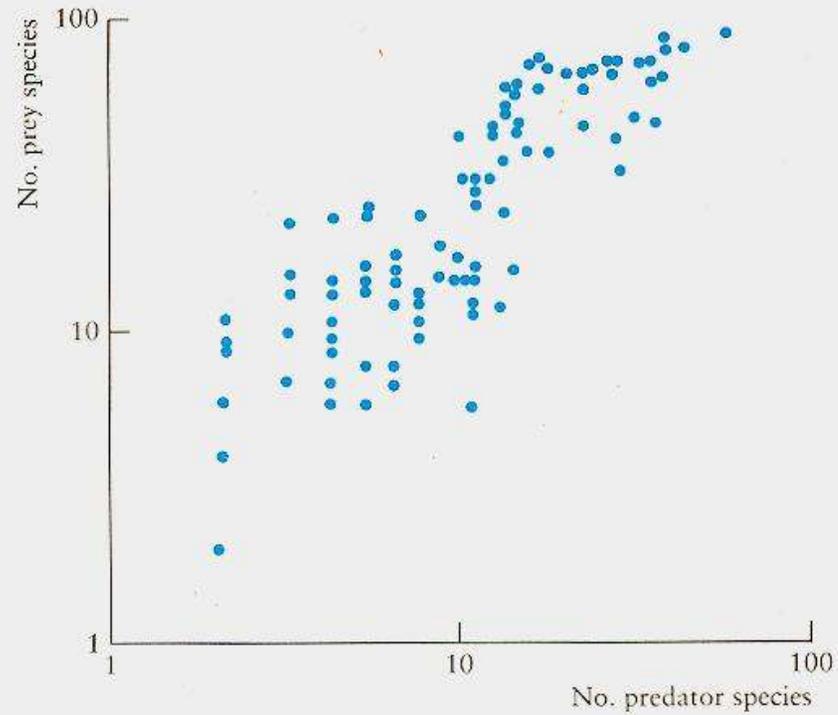


Figure 24.7 The relationship between the number of predator species and the number of prey species in 92 freshwater invertebrate food webs. The prey-predator ratio varied between 2:1 and 3.5:1 in these communities. (Data from Jeffries and Lawton 1985.)