

BIOCENOSSES EM RESERVATÓRIOS

PADRÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS

Liliana Rodrigues
Sidinei Magela Thomaz
Angelo Antonio Agostinho
Luiz Carlos Gomes
(organizadores)

RiMa

2005

Copyright© 2005 dos autores

Direitos reservados desta edição:

RiMa Editora

Proibida a reprodução total ou parcial

Revisão, diagramação e fotolitos:

RiMa Artes e Textos

Relação dos Referees

Dr. Alex Prast (UFRJ)

Dra. Ana Luiza Burliga Miranda (Univali)

Dr. Antonio Carlos Beaumord (Univali)

Dr. Cristiano dos Santos Neto (UFSCar)

Dra. Gecely Rodrigues Alves Rocha (UESC)

Dr. Irineu Bianchini Junior (UFSCar)

Dr. Jansen Zuanon (INPA)

Dr. José Gonçalves Junior (UFMG)

Dr. José Luis Luque (UFRRJ)

Dr. Marcos Callisto (UFMG)

Dr. Marcos Nogueira (UNESP)

Dra. Maria do Carmo Calijuri (USP)

Dra. Maria José Tavares Ranzani de Paiva
(Instituto de Pesca)

Dr. Miguel Petrere Jr. (UNESP)

Dr. Ricardo Pinto Coelho (UFMG)

Dr. Ronaldo Angelini (UFG)

Dr. Rosseval Galdino Leite (INPA)

Dra. Sirlei Terezinha Bennemann (UEL)

Dra. Valéria de Oliveira Fernandes (UFES)

Dr. Willian Severi (UFPE)

B615b

Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais/organizado por Liliana Rodrigues, Sidinei Magela Thomaz, Angelo Antonio Agostinho e Luiz Carlos Gomes – São Carlos: RiMa, 2005.

333 p.

ISBN – 85-7656-067-6

1. Ecologia. 2. Limnologia. I. Título.

CDD: 574.9

RiMa

Editora

www.rimaeditora.com.br

DIRLENE RIBEIRO MARTINS

PAULO DE TARSO MARTINS

Rua Oscar de Souza Geribelo, 232 – Santa Paula

13564-031 – São Carlos, SP

Fone: (0xx16) 3372-5269

Fax: (0xx16) 3372-3264

Capítulo 23

A Piscivoria Controlando a Produtividade em Reservatórios: Explorando o Mecanismo *Top Down*

Fernando Mayer Pelicice
Fabiane Abujanra
Rosemara Fugi
João Dirço Latini
Luiz Carlos Gomes
Angelo Antonio Agostinho

Introdução

A ocorrência de elevados níveis de predação em ambientes aquáticos pode exercer grande influência em toda a cadeia trófica, afetando atributos da comunidade e controlando a produtividade do ambiente (Carpenter et al., 1985; He & Kitchell, 1990; Ramcharan et al., 1995). Pelo fato de a piscivoria ser uma das principais fontes de mortalidade em estoques naturais de peixes (Link & Garrison, 2002), o controle da biomassa por espécies piscívoras tem importantes aplicações práticas (mecanismo *top down*), podendo ser utilizada como método de manejo (Carpenter et al., 1987; Urho, 1994).

As alterações impostas pelos represamentos, aliadas aos procedimentos operacionais da barragem, podem resultar em grandes flutuações ambientais e dificultar previsões sobre a estrutura da comunidade de peixes. A seletividade dos equipamentos de amostragem e a introdução de espécies, que marcou as ações do setor elétrico brasileiro nos últimos 50 anos, reduzem ainda mais a probabilidade de acertos nessa previsão (Petts, 1984c; Agostinho & Júlio Júnior, 1996) e fazem com que os efeitos derivados da piscivoria sejam muito variáveis e seu entendimento, mais complexo.

Há uma enorme quantidade de reservatórios construídos no Estado do Paraná e bacias limítrofes, com diferentes atributos físicos, químicos e biológicos, incluindo a riqueza e a biomassa de espécies piscívoras. Tendo por base os dados da ictiofauna de 31 desses reservatórios, buscou-se, neste trabalho, a identificação de padrões que caracterizem os efeitos da biomassa e da riqueza de espécies piscívoras em atributos da comunidade de peixes, explorando a hipótese de que

elevadas biomassa e riqueza de espécies piscívoras realmente controlam a biomassa das demais espécies.

Base de Dados

As amostras foram realizadas na zona lacustre (*sensu* Thornton et al., 1990c) de 31 reservatórios do Estado do Paraná ou suas bacias limítrofes durante os meses de julho e novembro de 2001. Foram utilizadas redes de espera de diferentes malhagens (de 2,4 a 14,0 cm entre nós alternados), expostas durante 24 horas, com revistas de manhã, no final da tarde e à noite.

Para fins de análise, as espécies foram categorizadas de acordo com o hábito alimentar: espécies piscívoras (dieta predominantemente composta por peixes) e presas (dieta formada por outros itens alimentares), tendo por base informações contidas em Abelha et al. (ver Capítulo 16), Fugi et al. (ver Capítulo 15) e também outros dados levantados e ainda não publicados. Não foi observada a ocorrência de canibalismo entre as espécies piscívoras. Em cada reservatório foram calculadas a riqueza de espécies e a biomassa de peixes (expressa em captura por unidade de esforço, CPUE, kg/1000 m² de rede por 24 hs) para cada uma das categorias (piscívoras e presas). Os índices de equitabilidade (E) e diversidade de Shannon-Wiener (H') foram calculados para a matriz de espécies presas. Em todas as análises, a biomassa e a riqueza de espécies piscívoras foram consideradas variáveis explanatórias, investigando seus efeitos nas demais variáveis estudadas.

Riqueza de Espécies

A riqueza de espécies piscívoras se apresentou positivamente correlacionada à riqueza de espécies presas (Figura 1), o que permite levantar duas hipóteses. A primeira aponta que, em alguns reservatórios, altos valores de riqueza de espécies piscívoras poderiam exercer considerável pressão de predação sobre as demais espécies, impedindo a dominância e favorecendo a coexistência de espécies presas (Paine, 1966). De fato, a riqueza de espécies piscívoras se correlacionou positivamente com os índices de equitabilidade ($R = 0,41$; $p < 0,05$) e diversidade de presas ($R = 0,73$; $p < 0,0001$), indicando que, nos reservatórios mais ricos em espécies piscívoras, a assembléia de presas apresentou estrutura mais equitativa.

Entretanto, avaliando a distribuição dos reservatórios por bacia, uma hipótese mais plausível pode ser formulada, a de que a relação observada na Figura 1 pode estar mais associada à ação de fatores regionais/históricos, sendo que o número de espécies observado seria, na verdade, resultado da seleção do pool original característico da bacia. Para essa hipótese, de caráter histórico/evolutivo, o elevado número de espécies presas em uma dada bacia significaria maior diversidade de recursos, suportando uma assembléia piscívora mais diversificada (Eadie & Keast,

1984). Conferindo suporte a essa hipótese está a forte tendência observada de reservatórios da bacia dos rios Paranapanema e Iguazu apresentarem maior número de espécies, influenciando de forma marcante a relação. Além disso, alguns reservatórios com baixa riqueza de espécies presas apresentaram elevada biomassa relativa de uma única espécie piscívora (*Hoplias malabaricus*).

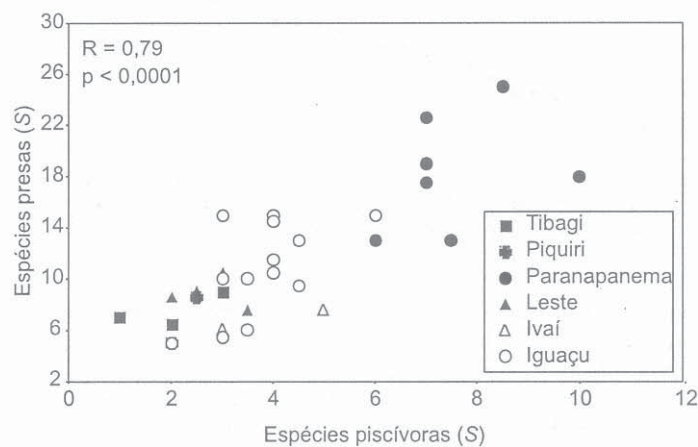


Figura 1 – Relação entre as riquezas (S) de espécies piscívoras e presas nos 31 reservatórios, indicando suas respectivas bacias.

Biomassa

Além da riqueza de espécies, a biomassa piscívora também pode ser um fator preponderante, influenciando a estrutura da assembléia de presas (Ramcharan et al., 1995; Lazzaro et al., 2003). Dessa forma, optou-se por analisar com mais detalhes as variações dessa biomassa entre os reservatórios.

Inicialmente verificou-se que a biomassa relativa de piscívoros é muito alta em alguns reservatórios, destacando-se Salto do Meio, Melissa, Salto do Vau, Guaricana, Passauna, Iraí, Apucarantina e Piraquara, onde essa categoria de peixes ultrapassa 50% da biomassa total (Figura 2). Considerando que os efeitos da piscivoria poderiam ser mais evidentes nesse grupo, as análises subsequentes foram realizadas a partir de dois tipos de reservatórios, categorizados de acordo com os valores da biomassa relativa de espécies piscívoras (Grupo 1: biomassa relativa de piscívoros < 50%; e Grupo 2: biomassa relativa de piscívoros > 50%).

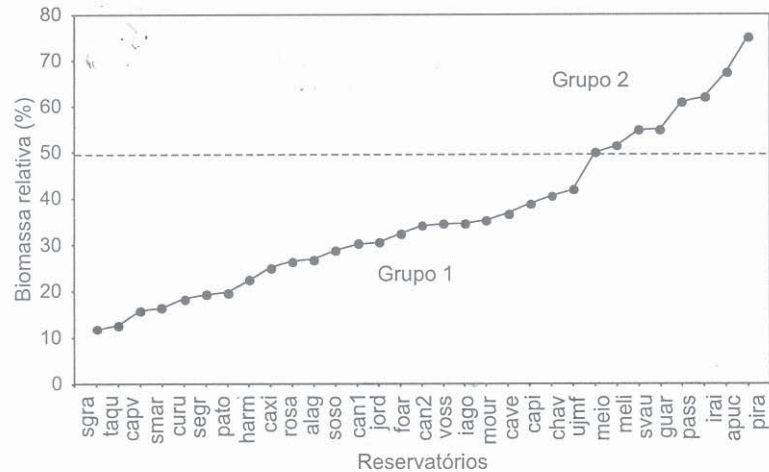


Figura 2 – Biomassa relativa das espécies piscívoras nos 31 reservatórios analisados. A linha tracejada separa os dois grupos de reservatórios: Grupo 1 = biomassa relativa < 50%; Grupo 2 = biomassa relativa > 50%. Legenda dos reservatórios: sgra = Salto Grande; taqu = Taquaruçu; capv = Capivara; smar = Santa Maria; curu = Curucaca; segr = Segredo; pato = Rio dos Patos; harm = Harmonia; caxi = Caxias; rosa = Rosana; alag = Alagados; soso = Salto Osório; can1 = Canoas 1; jord = Jordão; foar = Foz do Areia; can2 = Canoas 2; voss = Vossoroca; iago = Santiago; mour = Mourão; cave = Cavernoso; capi = Capivari; chav = Chavantes; ujmf = UJMF; meio = Salto do Meio; meli = Melissa; svau = Salto do Vau; guar = Guaricana; pass = Passauna; irai = Iraí; apuc = Apucarantina; e pira = Piraquara.

De forma semelhante à riqueza, a biomassa de espécies piscívoras se apresentou positivamente correlacionada à biomassa de espécies presas, nos dois grupos de reservatórios (Figura 3). Nos reservatórios do Grupo 1, de acordo com as relações clássicas de número e biomassa de presas/predadores (Elton, 2001), é provável que uma maior biomassa de espécies presas seja capaz de manter maiores biomassas de espécies piscívoras.

No entanto, tais relações não se aplicam aos reservatórios do Grupo 2, nos quais a elevada biomassa relativa de piscívoros é mantida por baixos valores de biomassa de presas. Para determinar diferenças entre os valores de biomassa (total, presa e piscívora) dos dois grupos, foi realizado o protocolo da ANOVA protegida (Scheiner, 1993c).

O resultado da MANOVA indicou que pelo menos uma das categorias de biomassa diferiu entre os grupos ($F_{3,27} = 7,47$; $p = 0,0009$). As biomassas piscívora e total foram semelhantes entre os dois grupos e somente a biomassa de presas apresentou diferença significativa ($F_{1,29} = 9,10$; $p = 0,0053$), com maiores valores nos reservatórios do Grupo 1.

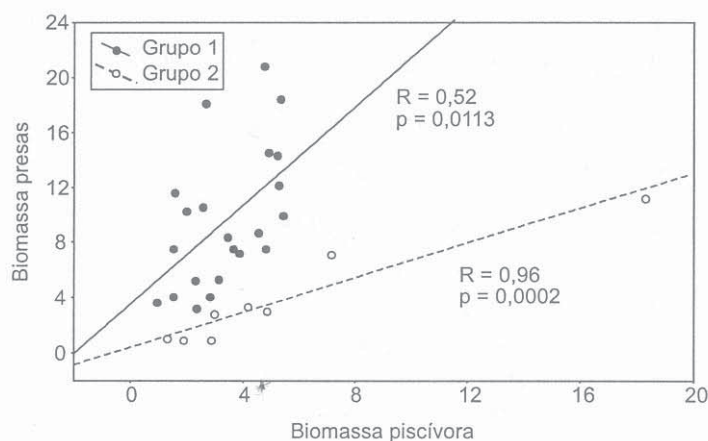


Figura 3. Relação entre as biomassas piscívora e de presas (CPUE, kg/1000 m²/24 h), destacando os dois grupos de reservatórios.

A fauna de presas dos reservatórios do Grupo 2 é caracterizada basicamente por espécies de pequeno porte (Figura 4a), que geralmente apresentam alto número de indivíduos, porém com baixa biomassa. As principais espécies piscívoras foram *Hoplias aff. malabaricus*, *Oligossarcus longirostris*, *Rhamdia quelen* e *Rhamdia voulezi*, sendo *H. malabaricus* a espécie piscívora dominante em seis dos oito reservatórios, apresentando médio porte e adaptação a habitats marginais (Barbieri, 1989; Freire & Agostinho, 2001). Um elevado *turnover* de indivíduos-presa poderia ser o mecanismo responsável pela manutenção da elevada biomassa relativa piscívora, uma vez que indivíduos de pequeno porte apresentam ciclo de vida curto (Lowe-McConnell, 1999).

Reservatórios do Grupo 1 apresentaram maiores valores médios de comprimento-padrão de presas (LS), como, por exemplo, Rosana (16,1 cm), Canoas 1 (14,9 cm) e Salto Grande (14,5 cm), o que contribui para aumento na biomassa total. As maiores biomassas de presas foram observadas nos reservatórios Curucaca, Harmonia e Taquaruçu, resultado da captura de alguns indivíduos de espécies de médio a grande porte, como *Cyprinus carpio* (Curucaca), *Prochilodus lineatus* (Harmonia e Taquaruçu), *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* (Harmonia) e *Schizodon nasutus* (Taquaruçu). Conseqüentemente, é provável que as assembléias de presas em reservatórios do Grupo 1, por serem representadas por indivíduos de maior porte, limitem de alguma forma o incremento da biomassa piscívora.

Uma possível evidência do controle da biomassa de peixes-presa por parte de piscívoros pode ser observada na variabilidade das relações mostradas na Figura 3.

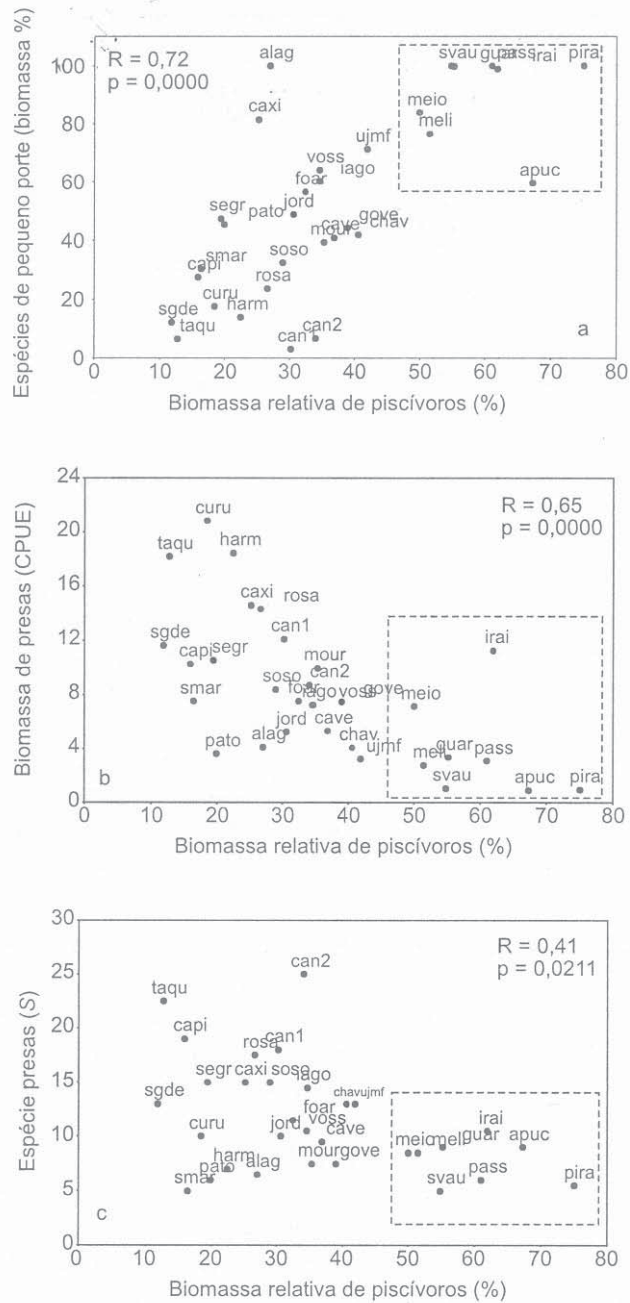


Figura 4 – Relação da biomassa relativa de piscívoros com a biomassa de espécies de pequeno porte e ciclo de vida curto (a) e com a biomassa (CPUE, kg/1000 m²/24 h) (b) e a riqueza (S) de espécies presas (c). A linha tracejada indica os reservatórios do Grupo 2.

Nos reservatórios do Grupo 2, a biomassa piscívora explicou quase toda variação na biomassa das demais espécies. Nesses reservatórios, onde a biomassa de piscívoros representa mais de 50% do total, uma forte pressão de predação poderia estar controlando efetivamente a biomassa das demais espécies. Diferentemente, elevada variação residual foi observada na relação com dados do Grupo 1, em que outros fatores devem estar atuando em conjunto com a piscivoria, como bacia hidrográfica, área dos reservatórios, produtividade primária, qualidade e disponibilidade de recursos, estruturação espacial, entre outros não analisados neste trabalho.

Além disso, outros indícios de um mecanismo do tipo *top down* controlando a assembléia de presas, principalmente em nível de biomassa, foram observados em relações com a biomassa relativa de piscívoros (Figura 4b e c). Relação negativa dessa variável foi identificada tanto com a biomassa (Figura 4b) quanto com a riqueza de espécies presas (Figura 4c).

Como as relações observadas nas Figuras 4b e 4c são influenciadas em grande parte pelos reservatórios do Grupo 2, seria necessário discernir se esses resultados derivam (a) dos efeitos negativos da elevada predação (*top down*) ou (b) se são decorrentes do fato de esses reservatórios serem caracterizados naturalmente por baixa biomassa de presas, mantendo a biomassa piscívora pelo elevado *turnover* de indivíduos/biomassa das espécies de pequeno porte.

É importante ressaltar que metade dos reservatórios do Grupo 2 pertence à bacia do rio Iguaçu (Iraí, Piraquara, Passauna e Salto do Vau) e, de forma geral, apresenta menores valores de área em comparação aos demais. Os outros reservatórios desse grupo, pertencentes às bacias dos rios Tibagi (Apucarantina), Leste (Salto do Meio e Guaricana) e Piquiri (Melissa), destacam-se também por apresentarem pequenas áreas, variando de 0,1 a 0,9 km². Espécies piscívoras adaptadas a ambientes lênticos, como *H. malabaricus*, podem obter grande sucesso na colonização de reservatórios com alta relação margem/zona pelágica (Agostinho et al., 1995; Freire & Agostinho, 2001). Dessa forma, alta biomassa de *H. malabaricus* poderia resultar em elevada pressão de predação, conferindo suporte à hipótese de um mecanismo *top down*. Fraser & Gilliam (1992) demonstraram que a pressão exercida por *H. malabaricus* pode alterar atributos comportamentais e populacionais de algumas espécies de pequeno porte.

Em estudo na região Nordeste do país, Paiva et al. (1994) verificaram que muitas espécies piscívoras em um único açude diminuem o rendimento pesqueiro. Valores intermediários de riqueza de piscívoros se relacionaram com os maiores valores de rendimento pesqueiro. No entanto, neste trabalho não foi observada relação entre o número de espécies piscívoras e a biomassa de presas ($p > 0,05$). Similarmente, Gomes & Miranda (2001) não encontraram evidências de que

a riqueza de espécies piscívoras é o fator responsável pela baixa produtividade pesqueira em reservatórios da bacia do rio Paraná. Dessa forma, sugerimos que talvez a biomassa piscívora, e não a riqueza de espécies, seja o fator preponderante na determinação da biomassa total de peixes em alguns reservatórios da bacia do rio Paraná, especialmente naqueles com pequena área e presença de *H. malabaricus*.

Considerações Finais

É possível que a biomassa de peixes em alguns reservatórios aqui estudados esteja sendo controlada pela predação de peixes piscívoros. No entanto, considerando a baixa produtividade primária e o pequeno rendimento pesqueiro característico de muitos desses reservatórios (Gomes et al., 2002), seria necessária a elaboração de estudos mais específicos para testar as hipóteses aqui formuladas e ampliar o entendimento desse mecanismo. Isso porque, embora a existência de resultados antagônicos e estudos atuais aponte diversos fatores determinando o comprimento das cadeias tróficas (Jepsen & Winemiller, 2002; Post, 2002), as teorias clássicas sobre a produtividade predizem que sistemas pouco produtivos suportam cadeias tróficas mais curtas e menor número de piscívoros e são controlados principalmente pela disponibilidade de nutrientes (Elton, 2001).

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 124, p. 36-44, set./out. 1996.
- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. de M.; THOMAZ, S. M. The High river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p. 59-104.
- BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da represa do Monjolinho, São Carlos, SP. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 225-233, ago. 1989.
- CARPENTER, S. R.; KITCHELL, J. F.; HODGSON, J. R. Cascading trophic interactions and lake ecosystem productivity. *BioScience*, Washington, D.C., v. 35, n. 10, p. 634-639, Nov. 1985.
- CARPENTER, S. R. et al. Regulation of lake primary productivity by food web structure. *Ecology*, Washington, D.C., v. 68, n. 6, p. 1863-1876, Dec. 1987.
- EADIE, J. McA.; KEAST, A. Resource heterogeneity and fish species diversity in lakes. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, v. 62, n. 9, p. 1689-1695, 1984.
- ELTON, C. S. *Animal ecology*. Chicago: University of Chicago Press, 2001. 209 p.

- FRASER, D. F.; GILLIAM, J. F. Nonlethal impacts of predator invasion: facultative suppression of growth and reproduction. *Ecology*, Washington, D.C., v. 73, n. 3, p. 959-970, June 1992.
- FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2001.
- GOMES, L. C.; MIRANDA, L. E. Riverine characteristics dictate composition of fish assemblages and limit fisheries in reservoirs of the Upper Paraná river basin. *Regulated Rivers: Research & Management*, Chichester, v. 17, n. 1, p. 67-76, Jan.-Feb. 2001.
- GOMES, L. C.; MIRANDA, L. E.; AGOSTINHO, A. A. Fishery yield relative to chlorophyll *a* in reservoirs of the Upper Paraná river, Brazil. *Fisheries Research*, Amsterdam, v. 55, n. 1-3, p. 335-340, Mar. 2002.
- HE, X.; KITCHELL, J. F. Direct and indirect effects of predation on a fish community: a whole-lake experiment. *Transactions of the American Fisheries Society*, Lawrence, v. 119, n. 5, p. 825-835, Sept. 1990.
- JEPSEN, D. B.; WINEMILLER, K. O. Structure of tropical river food webs revealed by stable isotope ratios. *Oikos*, Copenhagen, v. 96, n. 1, p. 46-55, Jan. 2002.
- LAZZARO, X. et al. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs? *Freshwater Biology*, Oxford, v. 48, n. 4, p. 649-668, Apr. 2003.
- LINK, J. S.; GARRISON, L. P. Changes in piscivory associated with fishing induced changes to the finfish community on Georges Bank. *Fisheries Research*, Amsterdam, v. 55, n. 1-3, p. 71-86, Mar. 2002.
- LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução de Anna Emília A. de M. Vazzoler, Angelo Antonio Agostinho, Patrícia T. M. Cunningham. São Paulo: EDUSP, 1999. 534 p. (Coleção Base).
- PAINE, R. T. Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist*, Chicago, v. 100, n. 910, p. 65-75, Jan.-Feb. 1966.
- PAIVA, M. P. et al. Relationship between the number of predatory fish species and fish yield in large north-eastern Brazilian reservoirs. In: COWX, I. G. (Ed.). *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Oxford: Fishing News Books, 1994. ch. 11, p. 120-129.
- PETTS, G. E. *Impounded rivers: perspectives for ecological management*. Chichester: J. Wiley & Sons, 1984c. 326 p.
- POST, D. M. The long and short of food-chain length. *Trends in Ecology and Evolution*, London, v. 17, n. 6, p. 269-277, June 2002.
- RAMCHARAN, C. W. et al. A comparative approach to determining the role of fish predation in structuring limnetic ecosystems. *Archiv für Hydrobiologie*, Stuttgart, v. 133, n. 4, p. 389-416, June 1995.

SCHEINER, S. M. MANOVA: multiple response variables and multispecies interactions. In: SCHEINER, S. M.; GUREVITCH, J. (Eds.). *Design and analysis of ecological experiments*. New York: Chapman & Hall, 1993c. ch. 5, p. 94-112.

THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E. (Eds.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York: J. Wiley & Sons, 1990c. 246 p.

URHO, L. Removal of fish by predators – theoretical aspects. In: COWX, I. G. (Ed.). *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Oxford: Fishing News Books, 1994. ch. 9, p. 93-101.