

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

EFEITOS DOS REGIMES DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS NA
TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA EM CADEIAS ALIMENTARES DE PEIXES
NEOTROPICAIS

LOUISE CRISTINA GOMES

CASCADEL

2015

LOUISE CRISTINA GOMES

EFEITOS DOS REGIMES DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS NA
TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA EM CADEIAS ALIMENTARES DE PEIXES
NEOTROPICAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Orientador: Dr. Pitágoras Augusto Piana

Co-orientadora: Dr^a. Diesse Aparecida de Oliveira Sereia

CASCADEL-PR

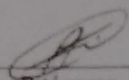
2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

LOUISE CRISTINA GOMES

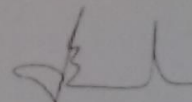
**"EFEITO DOS REGIMES DE OPERAÇÃO DE RESERVATORIO NA
TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA EM CADEIAS ALIMENTARES DE PEIXE
NEOTROPICAIS."**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais-Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:



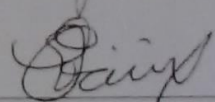
Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana.

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente/Orientador)



Prof. Dr. Gilmar Baumgartner

Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Profª. Dra. Evanilde Benedito

Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em 12 de fevereiro de 2015.

Local da defesa: Unioeste, Prédio de Salas de Aula, sala 56, Cascavel-PR.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G615e

Gomes, Louise Cristina

Efeitos dos regimes de operação de reservatórios na transferência de energia em cadeias alimentares de peixes neotropicais. /Louise Cristina Gomes.— Cascavel, 2015.

31 p.

Orientador^a: Prof^a. Dr. Pitágoras Augusto Piana

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

1.Represamentos. 2. Espectro de tamanho. 4. Fluxo de energia. 5. Conservação. 5. Ambientes aquáticos. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 639.3

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio – CRB 9^a/965

O amor para com todos os animais é das mais nobres virtudes da natureza humana!

Charles Darwin

Agradecimentos

A Deus e aos Espíritos de Luz pelo auxílio e amparo durante a jornada da vida! Para quem tem fé, a vida nunca tem fim!

Aos meus pais Neide e Ervino, que sempre me apoiaram e acreditaram nesse sonho. Tudo aquilo que sou e pretendo ser, devo àqueles que me deram a vida! A vocês o meu eterno amor e gratidão.

Aos meus irmãos (Ervino e Davi), irmãs (Elisa e Carolina), sobrinhos (Alison, Gustavo e Matheus) e sobrinhas (Ellen, Giovanna, Jhenifer e Beatriz), por alegrarem minha vida, deixando meus dias mais coloridos! A família é o alicerce da vida, um presente enviado por Deus. Eu amo vocês incondicionalmente!

A minha parceira felina Snow, que sempre me recebia de “patas abertas” e “miado no rosto” quando eu voltava do lab. Até que tenhas amado a um animal, uma parte de tua alma estará adormecida. Amo você minha gatona!

A minha querida amiga Fernanda Cristina, pelos quinze anos de amizade, companheirismo e lealdade! A amizade é um amor que nunca morre! Love you “xuxu”!

A minha amiga e companheira de graduação e mestrado Crislei, por todos esses anos em que pudemos compartilhar nossas aspirações e conquistas. A gente não faz amigos, reconhece-os! Amo você “miga”!

As amigas Fernanda, Denise e Bruna pelas incontáveis conversas, encontros e todos os momentos que juntas vivemos. A graduação passou, mas a amizade continua! Amigos de verdade não se separam apenas seguem caminhos diferentes! Amo vocês!

A amiga Alcione pelas inúmeras vezes em que fomos comer tapioca e pastel na feirinha.

Ao professor Dr. Pitágoras Augusto Piana, por aceitar me orientar nessa empreitada, pela paciência, dedicação e confiança a mim depositada. Mestre é aquele que caminha com o tempo, estendendo a mão, despertando sabedoria e ensinamentos eternos!

A professora Dr^a. Dienes pela co-orientação desse projeto e amizade.

A professora Dr^a Ana Tereza Bittencourt Guimarães, pelas dicas de estatísticas.

Aos membros da banca, doutores, Evanilde Benedito e Gilmar Baumgartner.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pelos ensinamentos e experiências compartilhadas.

A Márcia secretária do programa, pela sua atenção e ajuda durante o mestrado.

Ao Gerpel por disponibilizar os dados para a realização desse trabalho.

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram na minha formação e que participaram dessa caminhada, deixo aqui minha eterna gratidão por ter ao meu lado tantas pessoas especiais que acreditaram na realização do meu sonho!

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas para publicação científica *Freshwater Biology*. Disponível em: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-2427/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-2427/homepage/ForAuthors.html).

Sumário

RESUMO	9
SUMMARY	10
INTRODUÇÃO	11
MÉTODOS.....	13
Área de estudo	13
Amostragem	13
Análise de dados	14
RESULTADOS	15
DISCUSSÃO	15
AGRADECIMENTOS	18
REFERÊNCIAS	19
ANEXO 1.....	21
ANEXO 2.....	24

Efeitos dos regimes de operação de reservatórios na transferência de energia em cadeias alimentares de peixes neotropicais

Resumo

O espectro de tamanho associa a abundância de indivíduos com o tamanho do corpo destes. O objetivo principal foi investigar o efeito do regime de operação de reservatórios, sobre o processo de transferência de energia em assembleias ictíicas, testando-se a hipótese de que o regime de operação do reservatório altera a variabilidade espacial das inclinações dos espectros de tamanho, influenciando o fluxo de energia nos distintos reservatórios. Para isso, as amostras foram coletadas no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2007. Os dados foram obtidos de oito reservatórios, com diferentes regimes de operação localizados no estado do Paraná, região sul do Brasil. Para calcular as inclinações dos espectros de tamanho de peixes foi utilizado um modelo de Pareto tipo I. Os efeitos dos regimes de operação sobre os espectros de tamanho foram avaliados através do Teste t pareado. Com a análise dos resultados evidenciou-se que o regime de operação do reservatório apresenta efeito significativo sobre os espectros de tamanho das assembleias de peixes, sendo que as inclinações dos espectros indicaram que os reservatórios tendem a apresentar maiores proporções de indivíduos pequenos, sendo esse efeito mais pronunciado nos reservatórios que operam em regime de acumulação, indicando menor eficiência na transferência de energia nesses ambientes.

Palavras-chave: Represamentos, espectro de tamanho, fluxo de energia, conservação, ambientes aquáticos

Effects of the reservoir operation regime in the energy transfer in food webs of neotropical fishes

SUMMARY

1. The size spectrum associates the abundance of individuals with the size of their body. The main objective was to investigate the influence of reservoir operation regime on the process of energy transfer in fishes assemblage, testing the hypothesis that the reservoir operation modify the spatial variability of the slopes of the size spectra.
2. For this, samples were carried out the period from January 2005 to December 2007. Data were obtained in eight reservoir with different operation regime, located in the state of Paraná, southern Brazil. To calculate the slopes of fish size spectra we used Pareto I model. The effects of operation regime on the size spectra were evaluate from the paired t test.
3. The results showed that the reservoir operation regime presents significant effect on the size spectra of the fish assemblages, wherein the slopes of spectra indicated that the reservoirs tend to present higher proportions of the small individuals. This effect were more pronounced in the reservoirs that operate in accumulation, indicating less efficient energy transfer through food webs in these environments.

Keywords: Impoundment, size spectra, energy flow, conservation, aquatic environment

Introdução

O tamanho do corpo dos organismos correlaciona-se com características físicas, fisiológicas e comportamentais que determinam as relações dos indivíduos com o ambiente (Brown *et al.* 2004; Woodward & Warren 2007). O estudo entre a relação do tamanho do corpo e da abundância denominado espectro de tamanho, foi desenvolvido inicialmente por Sheldon *et al.* (1972), os quais utilizaram a distribuição de biomassa de bactérias à baleias em oceanos e formularam a hipótese de que a biomassa aquática esta uniformemente distribuída em classes logarítmicas de tamanhos.

A partir de então, essa abordagem contribuiu com a simplificação das teias alimentares para melhor compreender o funcionamento de ecossistemas aquáticos. Posteriormente, outros estudos testaram a hipótese contextualizada, buscando explicações para os processos reguladores do fluxo de energia nestes ambientes (Rodríguez & Mullin, 1986; Boudreau & Dickie, 1992; Thiebaut & Dickie, 1992; Zhou, Carlotti & Zhu, 2010).

Do ponto de vista aplicado, a análise do espectro de tamanho é de grande relevância, pois as inclinações fornecem informações acerca da transferência de biomassa de indivíduos menores aos maiores (Gaedke 1992, Gaedke, 1993; Petchey & Belgrano, 2010). Desta forma, elas atuam como indicadoras do fluxo de energia no ecossistema (Rice & Gislason, 1996) e, por isso, podem ser usadas para avaliar perturbações antropogênicas (Shin *et al.* 2005; Gamble *et al.* 2006). Como as abordagens baseadas no tamanho do corpo independem do táxon, indivíduos que apresentam um mesmo tamanho corpóreo são considerados equivalentes energéticos, dessa maneira são utilizados como referência para simplificar teias tróficas.

Para estudos com assembleias de peixes, essa abordagem tem sido utilizada para avaliar impactos causados pela atividade pesqueira em relação ao tamanho dos estoques e a dinâmica da teia trófica marinha (Rice & Gislason, 1996; Shin *et al.* 2005; Gamble *et al.* 2006). Já em ambientes aquáticos continentais, Fernandes (2009) utilizou essa metodologia para mostrar alterações temporais na estrutura da assembleia de peixes ocorridas devido a formação do reservatório de Corumbá.

Os reservatórios são ambientes historicamente recentes e considerados ecossistemas complexos, com características distintas de rios e lagos naturais (Fernando e Holcik, 1991). As principais bacias hidrográficas neotropicais encontram-se alteradas por barramentos, que foram construídos para diversas finalidades, como a geração de energia, irrigação e abastecimento urbano (Agostinho *et al.* 1999, Sternberg, 2006). Os reservatórios

associados à construção de usinas hidrelétricas são sistemas híbridos entre rios e lagos, e apresentam características físicas e químicas diferenciadas daquelas dos rios que os originaram (Tundisi, 1988). Esses ambientes provocam grandes modificações na paisagem da bacia em que são instalados, passando de ambiente lótico para um ambiente lêntico ou semilêntico (Agostinho *et al.*, 2007). Promovem ainda, fragmentação e transformação do rio (WCD, 2000), mudanças na diversidade de espécies, estrutura trófica e composição da comunidade (Ward & Stanford, 1995; Poff *et al.*, 1997).

Assim, esses sistemas ficam expostos às forças naturais e artificiais as quais determinam suas características dinâmicas, e além dos eventos climatológicos e hidrológicos, a operação do reservatório, tipo de construção e seus usos também interferem na dinâmica do sistema e em sua organização espacial e temporal (Straskraba, Tundisi & Duncan 1993). Dessa forma, o regime de operação dos reservatórios impacta significativamente a hidrologia do rio, altera a magnitude, frequência, duração e tempo do regime do fluxo (Suen, 2011).

Nesse contexto, a forma de operação do reservatório pode ser classificada quanto ao mecanismo de controle da água evertida e turbinada, sendo o sistema operado a fio d'água, cujas características são semelhantes a de lagos naturais, permitindo maior estabilidade na margem devido às baixas oscilações no nível da água, e o sistema de acumulação, no qual o estoque de água é mantido principalmente em épocas de alta pluviosidade, o que possibilita a manutenção das atividades em períodos secos (Poff & Hart, 2002). Este último causa maiores variações no nível da água, conduzindo a exposição de grande parte do leito em épocas de rebaixamento no nível da água, causando diminuição ou perda do abrigo, bem como redução da disponibilidade dos recursos alimentares para os organismos aquáticos (Júlio Jr, Bonecker & Agostinho 1997). Assim, o uso de abordagens baseadas no tamanho corpóreo podem contribuir para a compreensão dos efeitos da regulação do nível de água sobre o fluxo de energia (Layman *et al.* 2005).

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi o de investigar o efeito do regime de operação de reservatórios, fio d'água e acumulação, sobre o processo de transferência de energia em assembleias ictíicas, testando-se a hipótese de que o regime de operação do reservatório altera a variabilidade espacial das inclinações dos espectros de tamanho, influenciando o fluxo de energia nos distintos reservatórios.

Métodos

Área de estudo

O presente estudo foi realizado em oito reservatórios localizados no estado do Paraná, região sul do Brasil. Foram analisados seis reservatórios na bacia do Paraná pertencentes as seguintes sub-bacias: Iguaçu (Governador Bento Munhoz da Rocha Netto “Foz do Areia” e Governador Ney Aminthas de Barros Braga “Segredo”, Salto Santiago e Salto Osório), Ivaí (Usina Hidrelétrica dos Patos “Rio dos Patos” e Usina Hidrelétrica Mourão I “Mourão”), e ainda, dois reservatórios litorâneos: São Jorge (Usina Hidrelétrica Chaminé “Salto do Meio” e “Vossoroca”) (Fig1). Os reservatórios foram agrupados em pares de acordo com a sub-bacia a qual pertencem, a proximidade e o regime de operação (Tabela 1).

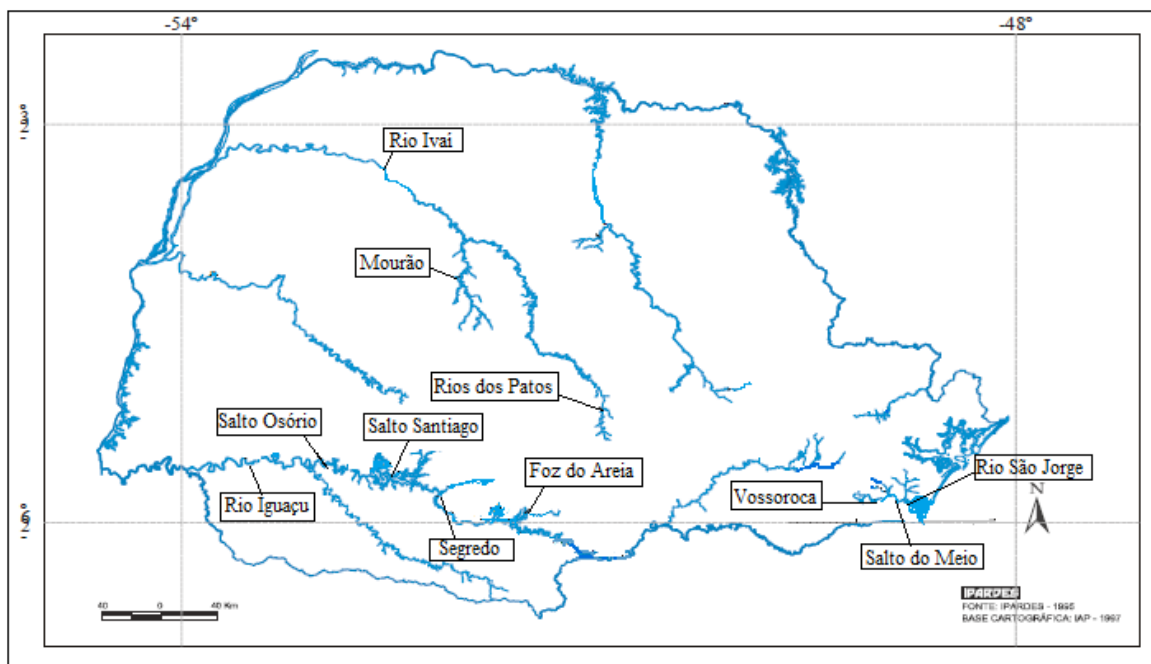


Fig 1: Localização dos oito reservatórios neotropicais amostrados no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2007.

Amostragem

As amostragens ocorreram entre janeiro de 2005 a dezembro de 2007 (Tabela1). Foram utilizadas as informações provenientes das coletas realizadas nas regiões marginais dos oito reservatórios, com redes de espera de malhas entre 2,4 cm e 16 cm entre nós não adjacentes, expostas por 24 horas e revistadas às 8, 16 e 22 horas.

Os peixes capturados foram anestesiados com hidrocloreto de benzocaína (250mg/L), conforme determina a Resolução N° 714/CFMV de 20 de julho de 2002, a qual

dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais (CFMV, 2002), e em seguida fixados em formalina 10% e álcool 70% (Shibatta & Cheida, 2003), e identificados quanto ao local, turno e mês de coleta. Posteriormente, os exemplares foram conduzidos ao laboratório para análise.

Tabela 1: Fatores físicos dos reservatórios analisados. Pares (FOA = Foz do Areia e SEG = alto Santiago e SO = Salto Osório, VOS = Vossoroca e SME = Salto do Meio, MOU = Mourão e PAT = Rio dos Patos). Fonte: Copel (2009)¹.

Reservatório	Regime operação	Sub-bacia	Ano de enchimento ¹	Área (Km ²)	Periodicidade
FOA	Acumulação	Iguaçu	1980	138,5	Trimestral
SEG	Fio d'água	Iguaçu	1992	80,6	Trimestral
SS	Acumulação	Iguaçu	1980	208	Bimestral
SO	Fio d'água	Iguaçu	1975	51	Bimestral
VOS	Acumulação	Litorânea	1931	5,1	Trimestral
SME	Fio d'água	Litorânea	1931	0,1	Trimestral
MOU	Acumulação	Ivaí	1984	11,3	Trimestral
PAT	Fio d'água	Ivaí	1949	1	Trimestral

No Laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Toledo, os indivíduos foram identificados segundo a classificação proposta por Eschmeyer (1990), Britski *et al.* (1999) e Graça & Pavanelli (2007). Em seguida, foi obtido o peso de cada exemplar. Todas as espécies capturadas apresentam exemplares testemunhos depositados no Museu de Ictiologia do Nupélia/ Universidade Estadual de Maringá (Tabela 2).

Análise dos dados

Para representar o espectro de tamanho, foram utilizados todos os indivíduos com peso maior que 0,01g capturados nas regiões marginais de cada reservatório. O cálculo do espectro foi realizado através do modelo de distribuição contínua de Pareto tipo I para cada reservatório. Segundo esse modelo a probabilidade de encontrar indivíduos maiores ou iguais a determinado tamanho decai em escala logarítmica conforme o tamanho aumenta (Vidondo *et al.* 1997). A derivação do modelo de Pareto tipo I é descrito pela equação:

$$\log_2 \text{Prob}(s \geq S) = c * (\log_2 K - \log_2 S)$$

onde a $\text{Prob}(s \geq S)$ foi contabilizada como a fração de indivíduos com tamanho superior (s) a determinado tamanho tomado ao acaso (S). A constante c corresponde à inclinação dos espectros de tamanho, representando a distribuição de frequência do tamanho do corpo dos peixes. Assim, se $c = -1$, a distribuição da frequência individual é uniforme entre peixes de diferentes tamanhos; se $c < -1$, a frequência de indivíduos menores é superior a de indivíduos maiores; e $c > -1$, a frequência de indivíduos de tamanhos maiores é superior a de indivíduos menores.

O modelo de Pareto foi ajustado através da regressão não linear pelo método de mínimos quadrados. Os possíveis efeitos dos regimes de operação sobre os espectros de biomassa das assembleias de peixes foram avaliados através do Teste t pareado, utilizando para tanto o software Statistica 7.1® (Stat Soft, 2005). O nível de significância adotado para verificar os efeitos foi de 5%.

Resultados

As inclinações dos espectros indicaram que alguns reservatórios tenderam a apresentar maiores concentrações de indivíduos pequenos ($c < -1$), outros apresentaram distribuição igualitária entre pequenos e grandes ($c \sim -1$) e outros maiores proporções de indivíduos grandes ($c > -1$) (Fig 2). Reservatórios operados a fio d'água apresentaram valores significativamente superiores aos seus pares operados a acumulação (teste T pareado: $t=3,777$; $p=0,032$).

Discussão

O presente estudo evidenciou mudanças nos espectros de tamanhos das assembleias de peixes ao longo dos oito reservatórios amostrados. As oscilações no nível da água nos reservatórios que operam em regime de acumulação, causam inundações periódicas nas regiões marginais consideradas críticas para a alimentação dos peixes (Hahn *et al.* 1998), podendo atuar como um fator de distúrbio, alterando a estrutura e estabilidade das assembleias de peixes (Tundisi, Matsumura-Tundisi & Rodríguez, 2003; Baumgartner, 2010).

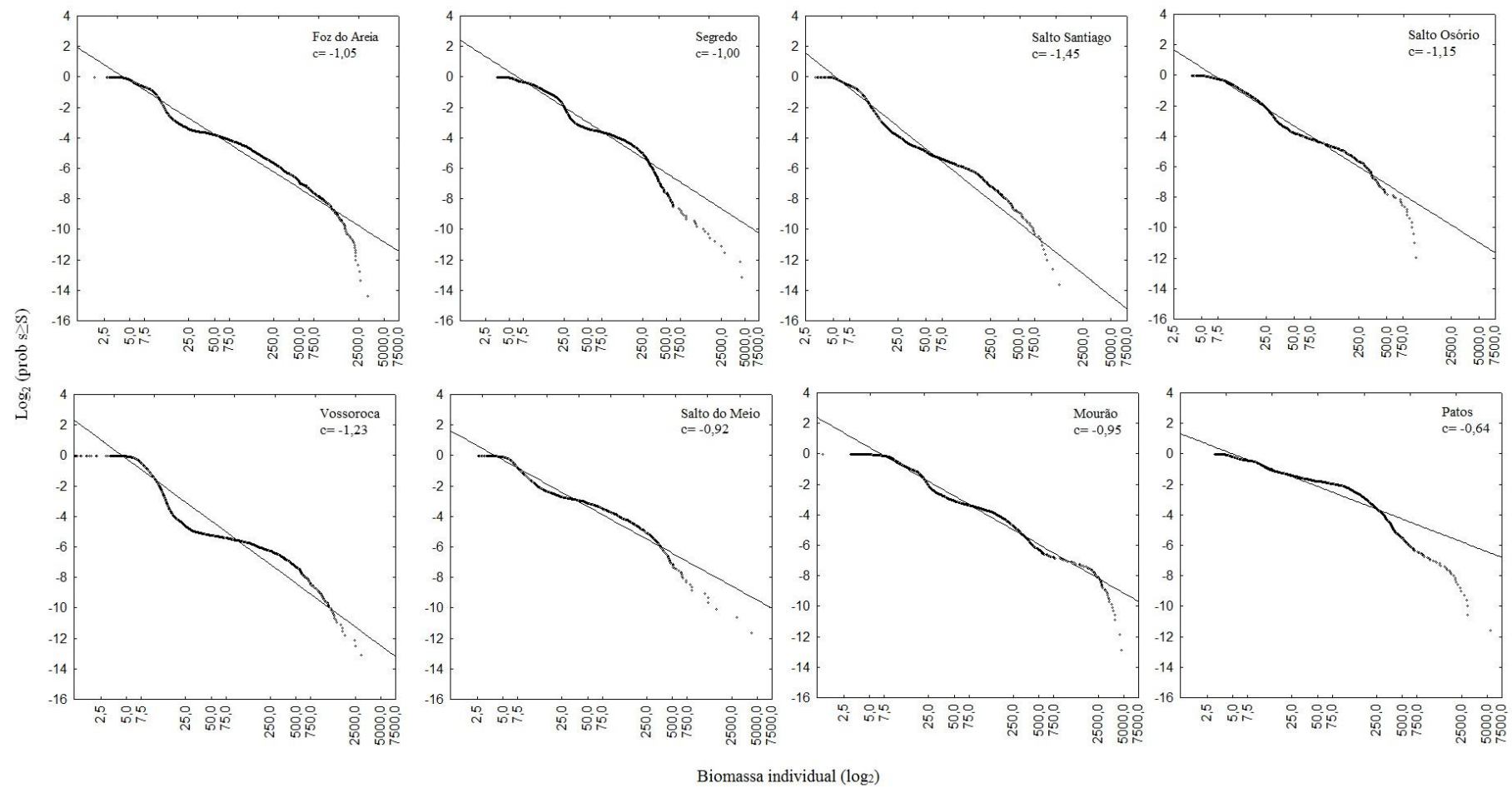


Fig 2: Espectros de tamanho de peixes dos oito reservatórios amostrados, ajustados a partir de um modelo de Pareto tipo I.

O aumento de nutrientes, proveniente da decomposição da vegetação inundada, propicia uma elevação na produtividade primária e o consequente aumento de indivíduos de tamanhos menores (Fernandes, 2009).

De acordo com Agostinho *et al.* (2001), o número de indivíduos juvenis pode ser favorecido devido às grandes cheias, podendo dessa forma influenciar os padrões de distribuição do tamanho individual (Fernandes, 2009). Os reservatórios, a exemplo de outros ambientes artificiais, requerem mais atenção nas medidas de manejo em relação aos ambientes naturais, principalmente, devido às alterações estruturais decorrentes da formação de uma barragem (Miranda *et al.* 2010).

Durante o processo de colonização do reservatório, é possível observar a proliferação de espécies de menor porte em detrimento das de maior porte, devido às condições ambientais favoráveis para tais espécies (Agostinho *et al.* 1999). Dessa forma, a instabilidade encontrada no novo ambiente, é produzida não apenas devido ao impacto inicial do represamento, mas também devido a distúrbios não-cíclicos decorrentes da operação da barragem e ações antropogênicas, tornando ao longo do tempo as comunidades instáveis e simples (Agostinho & Gomes, 2005).

O grande sucesso para uma maior proporção de indivíduos pequenos em reservatórios de acumulação possivelmente se devem as oscilações no nível da água que proporcionam melhores condições para algumas espécies. Do ponto de vista reprodutivo, espécies do gênero *Astyanax*, por exemplo, apresentam ovos adesivos (Sato *et al.* 2006) e desova parcelada (Agostinho, 1999), facilitando o uso das regiões marginais como local para desova e abrigo de juvenis, quando o reservatório encontra-se com suas cotas elevadas. Quando ocorre o contrário, ou seja, o rebaixamento no nível da água, deixando as margens e vegetação expostas, há uma tendência ao aumento da turbidez, esse fato, reduz a visibilidade de piscívoros e consequentemente a taxa de predação é diminuída (Robertis *et al.* 2003).

Os reservatórios que apresentam o regime operado a fio d'água, não apresentam grandes flutuações como os de acumulação e dessa forma possuem baixas taxas de distúrbio, apresentando assembleias mais estáveis, o que pode favorecer o estabelecimento de indivíduos de maior porte (Sereia, 2012) e assim melhor eficiência na transferência de energia para indivíduos maiores. A busca pelo entendimento dos processos reguladores e a dinâmica trófica de ecossistemas aquáticos, tem sido foco em estudos de ecologia

(Shin & Cury, 2004; Jansson *et al.* 2007) e a abordagem utilizando o tamanho do corpo dos indivíduos tem sido utilizada para fornecer informações acerca da conservação de ambientes aquáticos (Petchey & Belgrano, 2010), estrutura trófica e interações bióticas das assembleias de peixes (Emmrich *et al.* 2011; Jennings *et al.* 2001). Nesse sentido, o tamanho do corpo é determinante para prever respostas quanto ao fluxo de energia, diversidade de espécies e densidades populacionais (Layman *et al.* 2005).

Do ponto de vista ecológico, a dinâmica trófica é altamente sensível aos distúrbios ambientais decorrentes das oscilações no nível da água (Tundisi *et al.* 2003), sendo que essas alterações são componentes chave para a reorganização das assembleias de peixes que tem suas áreas de alimentação e reprodução afetadas (Agostinho *et al.* 2007).

Apesar dos reservatórios serem elementos dominantes das paisagens hidrológicas, os estudos dos efeitos do regime de operação sobre o espectro de biomassa ainda são escassos, tornando difícil as inferências com relação a distribuição de tamanhos individuais e o fluxo de energia nas comunidades. Contudo, nesse estudo, a partir dessa abordagem, conclui-se que o espectro de tamanho é alterado pelo regime de operação do reservatório, indicando diferenças com relação a transferência de energia para indivíduos maiores nos distintos reservatórios. Por isso, é necessário incorporar planos de manejo que levem em consideração o modo de operação da barragem, para que as ações conservacionistas da fauna aquática, especialmente a de peixes, seja de fato efetiva.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnológicos, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pelo apoio logístico e disponibilidade dos dados analisados. A CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

- Agostinho A. A., Gomes L. C. & Pelicice F. M. (2007) *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. EDUEM, Maringá.
- Agostinho A. A. & Gomes L. C. (2005) O manejo da pesca em reservatórios da bacia do Alto Rio Paraná: avaliação e perspectivas. In: *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. (Eds M.G. Nogueira., R. Henry & A. Jorcin), pp. 24-55. São Carlos.
- Agostinho A. A., Gomes L. C. & Zalewski M. (2001) The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper river Paraná. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 1, 209-217.
- Agostinho A. A., Miranda L. E., Bini L. M., Gomes L. C., Thomaz S. M. & Suzuki H. I. (1999) Patterns of colonization in Neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: *Theoretical reservoir ecology and its applications*. (Eds J. G. Tundisi & M. Straskraba), pp. 226-265. São Carlos.
- Baumgartner D. (2010) Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 76 pg.
- Boudreau P. R. & Dickie L. M. (1992) Biomass spectra of aquatic ecosystems in relation to fisheries yield. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49, 1528-1538.
- Britski H. A., SILIMON, K. Z. S. & Lopes B. S. (1999) *Peixes do Pantanal: manual de identificação*. Corumbá: Embrapa.
- Brown J. H., Gillooly J. F., Allen A. P., Savage V. M. & West G. B. (2004) Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*, 85, 1771-1789.
- Companhia Paranaense de Energia – Copel. (2009). Centro de Operação da Geração. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/acopel/atuacaoGer.jsp>. Acesso: 05 de agosto de 2014.
- Conselho Federal de Medicina Veterinária CFMV. (2002) Resolução N.714 Dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais, e dá outras providências. Disponível em <http://portal.cfmv.gov.br/portal/lei/index/id/327>. Acesso em 01/11/2014.
- Emmrich M., Brucet S., Ritterbusch D. & Mehner D. (2011) Size spectra of lake fish assemblage: responses along gradients of general environmental factors and intensity of lake-use. *Freshwater Biology*, 56, 2316-2333.
- Eschmeyer W. N. (1990) *Catalog of the genera of recent fishes*. San Francisco: California Academic of Sciences.
- Fernandes R. (2009). Efeitos da regulação do nível hidrométrico sobre a dinâmica temporal de espectros de tamanho de peixes de um reservatório neotropical. Tese de doutorado (Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 32p.
- Fernando C. H. & Holcik J. (1991) Fish in reservoir. *Int. Revue Ges. Hydrobiol*, 76, 149-167.
- Gaedke U. (1993) Ecosystem analysis based on biomass size distributions: a case study of the plankton community in a large lake. *Limnology And Oceanography*, 38, 112-127.
- Gaedke U. (1992) The size distribution of plankton biomass in a large lake and its seasonal variability. *Limnology And Oceanography*, 37, 1202-1220.
- Gamble A. E., Lloyd R, Aiken J., Johannsson O. E. & Mills E. L. (2006) Using zooplankton biomass size spectra to assess ecological change in a well-studied freshwater lake ecosystem. Oneida Lake, New York. *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 2687-2699.
- Graça W. J. & Pavanelli C. S. (2007) *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. Maringá, EDUEM.
- Hahn N. S., Agostinho A. A., Gomes L. C. & Bini L. M. (1998) Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciencia*, 23, 299-305.
- Jansson M., Persson L., Roos A. M., Jones R. & Tranvik L. (2007) Terrestrial carbon and intraspecific size-variation shape lake ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 316-322.
- Jennings S., Pinnegar J. K., Polunin N. V. C., Boon T. W (2001) Weak cross-species relationships between body size and trophic level belie powerful size-based trophic structuring in fish communities. *Journal of Animal Ecology*, 70, 934-944.
- Júlio Jr H. F., Bonecker C. C. & Agostinho A. A. (1997). Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu. In: *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo* (Eds A. A. Agostinho & L. C. Gomes), pp. 1-17. EDUEM, Maringá.
- Layman C. A., Winemiller K. O., Arrington D. A. & Jepsen D. B. (2005) Body size and trophic position in a diverse tropical food web. *Ecology*, 86, 2530-2535.
- Miranda L. E., Spickard M., Dunn T., Webb K.

- M., Aycock J. N & Hunt K. (2010) Fish habitat degradation in U.S. Reservoirs. *Fisheries*, 35, 173-184.
- Petchey O.L. & Belgrano A. (2010) Body-size distributions and size –spectra:universal indicators of ecological status?. *Biology Letters*, 1-5.
- Poff N. L & Hart D. D. (2002) How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *BioScience*, 52, 659-668.
- Poff N. L., Allan J. D., Bain M. B., Karr J. R., Prestegard K. L., Richter B. D., Sparks R. E. & Stromberg J. C. (1997) The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47, 769-784.
- Rice J. & Gislason H. (1996) Patterns os change in the size spectra of numbers and diversity of the North Sea fish assemblage, as reflected in surveys and models. *ICES Journal of Marine Science*, 53, 1214-1225.
- Robertis A., Ryer C., Veloza A. & Brodeur R. (2003) Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60, 1517-1526.
- Rodríguez J. & Mullin M. (1986) Relations between biomass and body-weight of plankton in a steady state oceanic system. *Limnology And Oceanography*, 21, 361-370.
- Sato Y., Sampaio E. V., Fenerich-Verani N. & Verani J. R. (2006) Biologia reprodutiva e reprodução induzida de duas espécies de Characidae (Osteichthyes, Characiformes) da bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 267-273.
- Sereia D. A. O. (2012). Efeito dos represamentos em cascata e regime de operação sobre a dinâmica dos espectros de tamanho de peixes neotropicais. Tese de doutorado (Biologia Comparada), Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 37p.
- Sheldon R. W., Prakash A. & Suctcliffe Jr W. F. (1972) The size distribution of particles in the ocean. *Limnology and Oceanography*, 17, 323-340.
- Shibatta O. A. & Cheida C. C. (2003) Composição em tamanho dos peixes (Actinopterygii, Teleostei) de ribeirões da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20, 469-473.
- Shin Y. J., Rochet M. J., Jennings S., Field J. G. & Gislason H. (2005) Using size-indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 384-396.
- Shin Y. J. & Cury P. (2004) Using an individual-based model of fish assemblages to study the response of size spectra to changes in fishing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61, 414-431.
- Statsoft Inc. (2005) STATISTICA (data analysis software system), version 7.1
www.statsoft.com.
- Sternberg R. (2006) Damming the river: a changing perspective on altering nature. – *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 10, 165-197.
- Straskraba M., Tundisi J. G. & Duncan A. (1993) *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Suen J. P. (2011) Determining the Ecological Flow Regime for Existing Reservoir Operation. *Water Resources Management*, 25, 817-835.
- Thiebaut M. L. & Dickie L. M. (1992) Models of aquatic biomass size spectra and the common structure of their solutions. *Journal of Theoretical Biology*, 159, 147-161.
- Tundisi J. G., Matsumura-Tundisi T. & Rodríguez S. L. (2003) Gerenciamento e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da Represa Carlos Botelho (Lobo-Broa). IIE, IIEGA, Proaqua, Elektro.
- Tundisi J. G. (1988) Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: *Limnologia e manejo de represas* (Eds J. G Tundisi), pp. 1-75. São Paulo.
- Vidondo B., Prairie Y. T., Blanco J. M. & Duarte C. M. (1997) Some aspects of the analysis of size spectra in aquatic ecology. *Limnology And Oceanography*, 42, 184-192.
- Ward J. V. & Stanford J. A. (1995) The serial discontinuity concept: extending the model to foodplain rivers. *Researches and Management*, 10, 159-168.
- Woodward G. & Warren P. (2007) Body size and predatory interactions in freshwaters: scaling from individuals to communities. In: *Body size: The Structure and Function of Aquatic Ecosystems* (Eds A. G. Hildrew., D. Raffaelli & R. Edmonds-Brown), pp. 98-117. Cambridge, UK.
- World Commission on Dams -WCD. (2002) Ecosystems and large dams: Enviromental performance. In: *WCD - World Commission on Dams. Dams and Development: a new framework for decision-making*, pp. 73-96 UK/USA:Earthscan.
- Zhou M., Carlotti F. & Zhu Y. (2010) A size-spectrum zooplankton closure model for ecosystem modelling. *Journal of Plankton Research*, 32, 1147-1165.

Anexo 1

Tabela 2: Espécies coletadas no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2007, nos oito reservatórios neotropicais. FOA = Foz do Areia, SEG = Segredo, SS = Salto Santiago, SO = Salto Osório, VOS = Vossoroca, SME = Salto do Meio, MOU = Mourão, PAT = Patos. O “x” representa a presença de espécies.

TÁXON	NOME COMUM	FOA	SEG	SS	SO	VOS	SME	MOU	PAT
ATHERINIFORMES									
<i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)	“Peixe-rei”		X	X	X				
CHARACIFORMES									
<i>Apareiodon vittatus</i> Garavello, 1977	“Canivete”	X	X	X	X				
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	“Tambiu”	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Astyanax bifasciatus</i> Garavello & Sampaio, 2010	“Lambari-do-rabo-vermelho”	X	X	X	X				
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	“Lambari”							X	X
<i>Astyanax dissimilis</i> Garavello & Sampaio, 2010	“Lambari”	X	X	X	X				
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	“Lambari-do-rabo-vermelho”							X	
<i>Astyanax gymnodontus</i> (Eigenmann, 1911)	“Lambarizão”	X	X	X	X				
<i>Astyanax janeiroensis</i> (Eigenmann, 1908)	“Lambari-do-rio”						X		
<i>Astyanax longirhinus</i> Garavello & Sampaio, 2010	“Lambari”	X	X						
<i>Astyanax minor</i> Garavello & Sampaio, 2010	“Lambari-do-rabo-amarelo”	X	X	X	X				
<i>Astyanax paranae</i> (Eigenmann, 1914)	“Lambari”							X	X
<i>Astyanax serratus</i> Garavello & Sampaio, 2010	“Lambari”	X	X						
<i>Astyanax</i> sp.	“Lambari”							X	
<i>Bryconamericus ikaa</i> Casciotta, Almirón & Azpelicueta, 2004	“Lambarizinho”	X	X	X	X				
<i>Bryconamericus pyahu</i> Azpelicueta, Casciotta & Almirón, 2003	“Lambarizinho”	X							
<i>Characidium</i> sp.	“Charutinho”	X	X						
<i>Cyanocharax aff. alburnus</i> (Hensel, 1870)	“Lambarizinho”	X	X						
<i>Cyphocarax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	“Saguiru”				X				
<i>Cyphocarax santacatarinae</i> (Fernández-Yépez, 1948)	“Saguaru”	X							
<i>Deuterodon iguape</i> Eigenmann, 1907	“Lambari”					X	X		
<i>Deuterodon</i> sp. A	“Lambari”					X	X		
<i>Deuterodon</i> sp. D	“Lambari”					X	X		
<i>Hoplias lacerdae</i> (Mirando Ribeiro, 1908)	“Traíra”							X	
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	“Traíra”	X	X			X	X		X
<i>Hoplias aff. malabaricus</i> (Bloch, 1794)	“Traíra”			X	X				
<i>Hoplias</i> sp. 1	“Traíra”							X	X
<i>Hoplias</i> sp. 2	“Traíra”							X	X
<i>Hoplias</i> sp. 3	“Traíra”							X	X
<i>Leporinus elongatus</i> (Valenciennes, 1850)	“Piapara”	X						X	

<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	“Piau”	X							
<i>Leporinus macrocephalus</i> Garavello & Britski, 1988	“Piaussu”							X	
<i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	“Piau”	X							
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	“Piau-listrado”	X							
<i>Leporinus</i> sp.	“Piau”					X			
<i>Oligosarcus longirostris</i> Menezes & Géry, 1983	“Saicanga”	X	X	X	X				
<i>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983	“Tambicu”						X	X	X
<i>Oligosarcus pinto</i> (Amaral Campos, 1945)	“Lambari”							X	X
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	“Pacu”							X	
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	“Corimba”	X	X					X	X
<i>Psalidodon gymnodontus</i> (Eigenmann, 1911)	“Lambari”	X	X	X					
<i>Psalidodon</i> sp.	“Lambari”	X	X	X	X				
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	“Dourado”	X						X	
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	“Piabinha”								X
<i>Serrapinnus</i> sp.	“Piabinha”						X		X
CYPRINIFORMES	“Piabinha”								
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	“Carpa-comum”	X	X	X		X		X	X
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	“Carpa-cabeça-grande”	X							
CYPRINODONTIFORMES									
<i>Phallocheros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	“Barrigudinho”					X	X		
GYMNOTIFORMES									
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)	“Morenita”	X	X	X	X			X	X
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999	“Morenita”	X						X	
PERCIFORMES									
<i>Australoheros kaaygua</i> Casciotta, Almirón & Gómez, 2006	“Acará, cará”	X							
<i>Australoheros</i> sp.	“Acará”						X		
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	“Acará”							X	
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982	“Joaninha”							X	
<i>Crenicichla haroldoi</i> Luengo & Britski, 1974	“Joaninha”							X	
<i>Crenicichla iguassuensis</i> Haseman, 1911	“Joaninha”	X	X	X	X				
<i>Crenicichla niederleinii</i> (Homberg, 1891)	“Joaninha”							X	
<i>Crenicichla</i> sp.	“Joaninha”	X	X	X	X				
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	“Cará”	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mycteroperca microlepis</i> (Goode & Bean, 1879)	“Garoupa”	X				X	X		
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	“Boca-grande”					X	X	X	
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	“Tilápia”	X	X	X				X	X
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	“Corvina”							X	
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	“Tilápia”	X	X	X	X	X	X	X	X

SILURIFORMES									
<i>Ancistrus</i> sp.	“Cascudo-roseta”	X	X	X					
<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	“Bagre-africano”			X					
<i>Corydoras ehrhardti</i> Steindachner, 1910	“Limpa-fundo”	X				X	X		X
<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842)	“Limpa-fundo”	X	X	X	X	X	X		
<i>Glanidium ribeiroi</i> Haseman, 1911	“Bocudo”	X	X	X	X				
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	“Cascudo-pintado”					X	X	X	X
<i>Hypostomus aspilogaster</i> (Cope, 1894)	“Cascudo”					X			X
<i>Hypostomus boulengeri</i> (Eingenmann & Kennedy, 1903)	“Cascudo”					X	X		X
<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes, 1836	“Cascudo”	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hypostomus derbyi</i> (Haseman, 1911)	“Cascudo”	X	X	X	X				
<i>Hypostomus myersi</i> (Gosline, 1947)	“Cascudo”	X	X	X	X				
<i>Hypostomus</i> sp.	“Cascudo”								X
<i>Hypostomus</i> sp. 1	“Cascudo”						X		X
<i>Hypostomus</i> sp. 2	“Cascudo”						X		
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)	“Bagre-americano”								X
<i>Isbrueckerichthys</i> sp.	“Cascudinho”						X		
<i>Pimelodus britskii</i> Garavello & Shibatta, 2007	“Mandi-pintado”	X	X						
<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède, 1803)	“Mandi-amarelo”							X	
<i>Pimelodus ortmanni</i> Haseman, 1911	“Mandi-pintado”	X	X	X	X				
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	“Pintado”						X		
<i>Rhamdia branneri</i> Haseman, 1911	“Bagre, jundiá”	X	X	X	X				
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	“Bagre-amarelo”					X	X	X	X
<i>Rhamdia voulezi</i> Haseman, 1911	“Bagre, jundiá”	X	X	X	X				
<i>Rineloricaria</i> sp.	“Cascudo-espada”					X	X		X
<i>Steindachneridion melanoderdatum</i> (Garavello, 2005)	“Surubim”		X						
<i>Tatia jaracatia</i> Pavanelli & Bifi, 2009	“Bagre-sapo”				X				
SYNBRANCHIFORMES									
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	“Mussum”							X	
Riqueza total		45	35	29	27	19	25	33	27

ANEXO 2

Periódico *Freshwater Biology*

AUTHOR GUIDELINES:

ELECTRONIC SUBMISSION

All manuscripts should be submitted through the *Freshwater Biology* – ScholarOne Manuscripts (S1M) web site: <http://mc.manuscriptcentral.com/fwb>. The corresponding author will need to create an account (top left hand corner) the first time he/she accesses the site, and will be asked to provide full contact details. *Freshwater Biology* – S1M will then create a user name and password which should be retained for future access to the site. Once the author is logged into the system, the Main Menu will be displayed. Clicking on the Author Centre will bring up instructions for uploading the manuscript and associated files. However, all diagrams, tables and figures must be uploaded as separate files. As part of the submission process, any uploaded files will then be converted into journal specific PDF and HTML versions (with covering page) which you will be required to open and check before submitting. After submission, you will receive an acknowledgment within a few minutes. All subsequent correspondence regarding the manuscript will be handled by e-mail.

If the author is absolutely unable to submit the manuscript through *Freshwater Biology* – S1M, he/she should contact Professor Alan Hildrew (a.hildrew@qmul.ac.uk) or Professor Colin Townsend (colin.townsend@otago.ac.nz) by e-mail.

SPECIAL ISSUES

Freshwater Biology publishes two-three themed issues yearly. Visit the Special Issues page for more information. Only papers for those Special Issues that have been agreed with the Special Issues Editor (Professor Dave Strayer) should be submitted via *Freshwater Biology* – S1M. Guest Editors should consult the Guidelines for Guest Editors of Special Issues.

REQUIRED INFORMATION

Freshwater Biology – S1M will require Authors to confirm the following (see the declaration form):

- (i) that the work as submitted has not been published or accepted for publication, nor is being considered for publication elsewhere, either in whole or substantial part.
- (ii) that the work conforms to the legal requirements of the country in which it was carried out, including those relating to conservation and welfare, and to the journal's policy on these matters (refer to the declaration form).
- (iii) that all authors and relevant institutions have read the submitted version of the manuscript and approve its submission.
- (iv) that all persons entitled to authorship have been so included.

Manuscripts must be in English and spelling should conform to the *Concise Oxford Dictionary of Current English*. Editors reserve the right to modify manuscripts that do not conform to scientific, technical, stylistic or grammatical standards, and minor alterations of this nature will normally be seen by authors only at the proof stage.

PRESENTATION OF MANUSCRIPTS

A single file should be prepared containing the title page, summary, text, acknowledgments, references and tables (see guidelines below). Additional files may be created for each figure. Microsoft Office 2007/2010 file formats (i.e. .docx, .xlsx etc.) are acceptable on S1M.

- Please leave the right-hand margin unjustified
- Turn the hyphenation option off
- Use tabs, not spaces to separate data in tables

(a) *Title page*. This should include the title, list of authors names, institute or laboratory of origin, name, postal address and email address of the author to whom proofs should be sent, an abbreviated title for use as a running head line and five keywords, which should be relevant for literature searching and each normally comprising not more than two words.

(b) *Summary*. All papers should include a summary, in short numbered paragraphs, limited to about 3% of the length of the text, and in any case to not more than 500 words. This should provide a concise statement of the scope of the work and its principal findings and be fully intelligible without reference to the main text.

(c) *Introduction*. This should contain a clear statement of the reason for doing the work, outlining essential background information but should not include either the results or conclusions.

(d) *Methods*. This should be concise but provide sufficient details to allow the work to be repeated. Product and manufacturer names: Where specific named materials/products are mentioned or named equipment used (including software packages), these should be identified by their manufacturer, followed by the manufacturer's location (e.g. town, state, country), or a source reference should be given if a standard or replicated procedure is being followed.

(e) *Results*. This should not include material appropriate to the Discussion.

(f) *Discussion*. This should highlight the significance of the results and place them in the context of other work.

(g) *Acknowledgments*.

(h) *References*.

(i) *Tables*.

(j) *Figure legends*.

(k) *Illustrations*. The original drawings should not be sent until the Editor requests them. Please see section 'Tables, Figures and Illustrations' for further information on electronic submission of artwork.

There are no formal limits to the length of papers, but page space in the journal is tight, and most papers (except review articles) should be no longer than 9,000 words in total (text plus references, excepting Figs and Tables).

ABBREVIATIONS AND UNITS

Full names with uncommon abbreviations must be given with the first mention; new abbreviations should be coined only for unwieldy names and should not be used at all unless the names occur frequently. In the title and summary unusual abbreviations should be identified, in the introduction and discussion they should be used sparingly. SI units are preferred. Contributors should consult the Royal Society pamphlet *Quantities, Units and Symbols* (1975) and the IBP pamphlet *Quantities Units and Symbols for IBP Synthesis* (1975).

SCIENTIFIC NAMES

The complete scientific name (genus and species) should be cited for every organism when first mentioned. Subsequent to its first appearance in the text, the generic name may be abbreviated to an initial except where intervening references to other genera would cause confusion. Common names of organisms, if used, must be accompanied by the correct scientific name on first mention. Scientific (e.g. Latin) names should be italicized.

Naming authorities need not be given, except in cases where the species identity is a focus of the scientific content (for instance where identity is being established, or is controversial or in question). In such cases naming authorities should be given only on first mention and should not be given in the title or summary. Tables are often useful in collating specific names and, if used in this way, should be referred to early in the text.

REFERENCES

References in articles

We recommend the use of a tool such as End Note or Reference Manager for reference management and formatting. EndNote reference styles can be searched for here: <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>. Reference Manager reference styles can be searched for here: <http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>.

In the text, references should be made by giving the author's name with the year of publication, with one or both in parentheses. Thus, 'Smith (2002) found that...' OR 'Fish were found mainly in deep water (Smith, 2002)'. The same style is used for two-author papers. When reference is made to a work by three authors, all names should be given when cited for the first time and thereafter using only the first name and adding "*et al.*". For four or more authors, the first name followed by "*et al.*" should be used on all occasions. If several papers by the same author(s) and from the same year are cited -- a, b, c, etc., should be put after the year of publication. In the reference list, provide all authors for papers with six and fewer authors. For papers with more than six authors, list the first six authors followed by "*et al.*". References should be listed in alphabetical order at the end of the paper in the following standard form:

Avise J.C. (1994a) *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. Chapman & Hall, New York. Avise J.C. (1994b) *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. PhD Thesis, Chapman University, New York. Cornut J. E., Elger A., Lambrigot D., Marmonier P. M. & Chauvet E. (2010) Early stages of leaf decomposition are mediated by aquatic fungi in the hyporheic zone of woodland streams. *Freshwater Biology*, **55**, 2541–2556. Simon C. (1991) Molecular systematics at the species boundary. In: *Molecular Techniques in Taxonomy* (Eds G.M. Hewitt, A.W.B. Johnston & J.P.W. Young), pp. 33–71. NATO ASI Series, Vol. 57. Springer-Verlag, Berlin. Simon C. (1992) Molecular systematics. In: *Proceedings of First International Symposium on Molecular Techniques in Taxonomy* (Ed. J.C. Avise), pp. 23–34. Denton, Texas, 4–6 November 1992. Springer, Berlin.

Titles of journals should not be abbreviated. Unpublished material, except for PhD theses, should not be included among the references, but should be cited as 'X. Xxxxx, unpubl. data' in the text.

TABLES, FIGURES AND ILLUSTRATIONS

Tables should be numbered consecutively with Arabic numerals with a fully informative caption as a heading. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. Vertical lines should not be used to separate columns. Electronic tables should be provided in an editable format (.rtf or .doc). All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively.

Authors should submit artwork electronically. **Photographs** should be saved at 300 d.p.i. in TIF format, or in JPG format with low compression. **Line figures** should preferably be submitted in vector graphics format, and either embedded as such in a Word document or saved in PDF or EPS format. If this is not possible, they should be saved separately as pixel-based graphics at 600 d.p.i. (at the required print size) and saved in TIF (not JPG) format, or embedded as such in a Word document. **Combination figures** (e.g. with photographic and line/text content) should be prepared as for line figures. For help in preparing your figures please go to our Electronic Artwork Information Page.

In the full-text online edition of the journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to the full screen version. Therefore the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the figure.

COLOUR ILLUSTRATIONS

It is the policy of *Freshwater Biology* for authors to pay the full cost for the reproduction of their artwork in colour in print. The cost of colour printing is 150 GBP for the first figure and all subsequent figures 50 GBP each. Therefore, please complete and return a Colour Work Agreement form before your paper can be published. This form is required only for figures to be processed in colour in print and can be downloaded as a PDF* here. If you are unable to download the form, please contact the Production Editor at fwb@wiley.com and you will be emailed or faxed a form.

The Colour Work Agreement Form must be returned ONLY by post to the Publisher's office.

Publisher's office:
 Customer Services (OPI)
 John Wiley & Sons Ltd, European Distribution Centre
 New Era Estate
 Oldlands Way
 Bognor Regis
 West Sussex
 PO22 9NQ
 UK

For queries pertaining to colour figure charges, please approach the Production Editor.

* To read PDF files, you must have Acrobat Reader installed on your computer. If you do not have this program, it is available as a free download from the following web address: <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

SUPPORTING INFORMATION

Supporting Information can be published as web materials on the Freshwater Biology web site at the Editor's discretion. Note that if material is integral to the article it should be published as part of the article and not as Supporting Information. Supporting Information must be important, ancillary information that is relevant to the parent article but which does not or cannot appear in the printed edition of the journal. Supporting Information may include raw data in tables, more detailed versions of tables containing information of use to specialists but not necessary to understand the article, long species lists, detailed site information and distribution maps, descriptions of complex models, worked examples of complex statistical procedures, etc. Where there is Supporting Information, the printed paper will carry a brief title succinctly describing the contents of each item (e.g. Fig. S1, S2; Table S1 etc). It should not normally exceed 50 words. Such brief titles should be listed together after the references section of the main paper. A full, self explanatory title, with further details and definitions, should then accompany the Supporting Information file itself, and will appear in the online version of the paper only. In preparing the main text, Supporting Information should be cited just as other Figs and Tables. On first mention, please cite as, for instance "... (see Appendix S1 in Supporting Information)". Subsequent references to further items of Supporting Information can be cited as, for instance, "... (see Table S1)".

In order to provide long term access to Supporting Information, such material must be mounted on the Freshwater Biology web site rather than on authors' sites. The Supporting Information will be accessible by hot links from the on-line version of Freshwater Biology. Authors should note that Supporting Information is merely 'linked' to the article but will not be organised into any easily searched database; nor will it be subject to copy-editing. Authors are responsible for the preparation of Supporting Information, which should be supplied in a format that will be most accessible by readers.

It is published as supplied by the author and a proof is not made available prior to publication; for these reasons, authors should provide any Supporting Information in the

desired final format. For more information, please see our guidelines at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppmat.asp>.

Authors are encouraged to place all species distribution records in a publicly accessible database, such as the national Global Biodiversity Information Facility (GBIF) nodes (www.gbif.org) or data centres endorsed by GBIF, including BioFresh (www.freshwaterbiodiversity.eu).

WELFARE AND LEGAL POLICY

Researchers must have proper regard for conservation and animal welfare considerations. Attention is drawn to the 'Guidelines for the Use of Animals in Research' published in each January issue of the journal *Animal Behaviour* since 1991. Any possible adverse consequences of the work for populations or individual organisms must be weighed against the possible gains in knowledge and its practical applications. Authors are required to sign a declaration that their work conforms to the legal requirements of the country in which it was carried out (refer to the declaration form), but editors may seek advice from referees on ethical matters and the final decision will rest with the editors.

AUTHOR MATERIAL ARCHIVE POLICY

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible if you have not yet done so.

EARLY VIEW

Freshwater Biology is covered by Wiley Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article. More information about DOIs can be found at: <http://www.doi.org/faq.html>.

PROOFS

The corresponding author will receive an email alert containing a link to a web site. A working e-mail address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following web site:

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>.

This will enable the file to be opened, read on screen and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof.

OFFPRINTS

The final PDF offprint of the online published article will be provided free of charge to the corresponding author, and will be available via Wiley Blackwell Author Services only. Please register for free access by visiting <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> and enjoy the many other benefits the service offers. The PDF offprint may be distributed subject to the Publisher's terms and conditions. Paper offprints of the printed published article may be purchased if ordered via the method stipulated on the instructions that will accompany the proofs. Printed offprints are posted to the correspondence address given for the paper unless a different address is specified when ordered. Note that it is not uncommon for printed offprints to take up to eight weeks to arrive after publication of the journal.

AUTHOR SERVICES

Online production tracking is now available for your article through Wiley Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit this page for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

LICENSING AGREEMENTS

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper. For authors signing the copyright transfer agreement:

(a) If the OnlineOpen option is not selected, the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs at CTA Terms and Conditions

(b) If the OnlineOpen option is selected, the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

- Creative Commons Attribution License OAA
- Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA
- Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements, please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services.

For more information regarding Creative Commons License, please visit Copyright & Licensehosted on Wiley Open Access. For authors funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF): If you choose OnlineOpen, you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license, supporting you in complying your Funder requirements.

For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy, please visit:<http://www.wiley.com/go/funderstatement> and view this video.

Authors who did not select OnlineOpen when they originally accessed the copyright form via Author Services but who subsequently wish to make their articles open access should see the section OnlineOpen. Similarly, authors who wish to switch to the OnlineOpen selection after their article is published online as Early View should see the section OnlineOpen.

Note to NIH Grantees Pursuant to NIH mandate, Wiley Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate.

ONLINEOPEN

With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive.

For the full list of terms and conditions, see:

http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms. Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at:https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp.

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.