

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

CAROLINA MENDES MUNIZ

Composição funcional em reservatórios: seleção de traços da assembleia de
peixes com o envelhecimento

Maringá-PR
2017

CAROLINA MENDES MUNIZ

Composição funcional em reservatórios: seleção de traços da assembleia de peixes com o envelhecimento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes

Maringá-PR
2017

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

M966c Muniz, Carolina Mendes, 1992-
 Composição funcional em reservatórios : seleção de traços da assembleia de peixes
 com o envelhecimento / Carolina Mendes Muniz. -- Maringá, 2017.
 63 f. : il.

 Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--
 Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2017.
 Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes.

 1. Peixes de água doce - Reservatórios, Envelhecimento de - Paraná (Estado). 2.
 Peixes de água doce - Composição funcional - Reservatórios, Envelhecimento de -
 Paraná (Estado). I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia.
 Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 23. ed. -597.1763098162
NBR/CIP - 12899 AACR/2

CAROLINA MENDES MUNIZ

Composição funcional em reservatórios: seleção de traços da assembleia de peixes com o envelhecimento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana
Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Prof. Dr. Angelo Antonio Agostinho
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Aprovada em: 22 de fevereiro de 2017.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho a todos os meus “gigantes”, que tornaram possível a realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por sempre proteger meus passos e por ter colocado na minha vida pessoas tão especiais.
- Aos meus pais, Mendelson e Adriane, por sempre me apoiar e nunca medir esforços para me ver bem. Vocês são um exemplo de dedicação e AMOR. Sem vocês eu não seria nada. Tudo isso é para vocês e por vocês.
- Aos meus irmãos, Mariana e Guilherme, por todas as conversas, ensinamentos, amor e vivências. Apesar da distância sinto vocês muito perto de mim. Vocês são meus exemplos de desconstrução e busca por sempre ser uma pessoa melhor.
- Aos meus avós, Aparecida, Stela e Livonzir, por me mostrar o exemplo de amor mais puro. Vocês são meu porto seguro. Os encontros, mesmo sendo cada vez mais rápidos, renovam minhas energias e me motivam.
- A minha família em geral, por me mostrar a importância da união. Por sempre lutar para estarmos sempre juntos, e por me mostrarem que sempre estarão comigo quando precisar.
- Ao meu namorado, Marco Aurélio, por sempre ouvir e me apoiar nos momentos mais difíceis. Obrigada pela amizade, ensinamentos, conversas e risadas. E obrigada por me dar uma segunda família.
- A minha segunda família, Fátima, Ademir, João e Marco Aurélio, por sempre me receber com muito carinho. Vocês são muito importantes para mim.
- Aos meus eternos amigos de Botucatu, os “Babilônias”, por tornar os reencontros tão especiais. Por entender minhas ausências e me mostrarem que eu sempre vou ter vocês do meu lado. Minhas idas para Botucatu eram e são sempre renovadoras.
- A minha “marida”, Letícia, pelos 5 anos de vivências diárias, e por ter se tornado minha família de Maringá. Aprendi e aprendo muito com você. Obrigada por me aguentar, por todas nossas loongas conversas e risadas. Você é para sempre.
- A “turminha da catequese”, Gabriela, Ana Clara, Ana Paula, Leticia, Isabella, Mikaela, Mário, Frota, Bruno, Lino e Carlos, por ser o melhor presente que a faculdade me deu, por todos os “rolês”, risadas, conversas e amizade. Para sempre no meu coração.
- A todos os integrantes do laboratório de Ecoestatística, Natália, Taise, Rafaela, Amanda, Talita, Igor, Matheus, Hugo, Daniel, Fagninho e Pitágoras por todas as conversas, cafezinhos da tarde, amizade e parcerias. Tive muita sorte de entrar em um lugar com tantas pessoas especiais com quem aprendo muito.
- Aos “pseudoamigos” do RU, Ana Paula, Gabriela, Natalia, Maria Júlia, Louizi, Bia, Danilo, João, Bruno, Atoé, Thiago, Frota, Fagninho, Diogo e Amanda por tornarem todos os dias mais divertidos. Em pouco tempo de colegas de RU se tornaram grandes amigos. Os dias não seriam os mesmos sem vocês. “É nois na maldade”.
- A todos os integrantes do Nupélia, por todas as ajudas, compartilhamento de conhecimentos e paciência. Todos foram essenciais para minha formação profissional.
- E por fim, ao meu orientador, professor Dr. Luiz Carlos Gomes, pela oportunidade e por todos os ensinamentos. Obrigada pelo incentivo e por ser um exemplo de profissional.
- A CNPq/CAPES pela bolsa concedida e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

“A felicidade só é real quando
compartilhada”

Into the Wild

Composição funcional em reservatórios: seleção de traços da assembleia de peixes com o envelhecimento

RESUMO

A alteração do regime de fluxo de ambientes aquáticos causada pela construção de barragens é considerada um dos principais impactos sofridos por esses ecossistemas, pois causam grandes mudanças na dinâmica e funcionamento do ambiente. O objetivo do trabalho foi avaliar as mudanças na composição funcional das assembleias de peixes de reservatórios, decorrentes do processo de envelhecimento. Foi testada a influência dos processos de mesoescala (bacias hidrográficas) na composição funcional das assembleias de peixes. Depois foram avaliadas as alterações nas variáveis ambientais (limnológicas, produtividade, morfológicas) em reservatórios recentes, meia-idade e antigos (variável cronológica). E, por fim, foi avaliada a relação entre os traços funcionais e as variáveis ambientais e cronológica. Os resultados indicam que os processos de mesoescala influenciam a abundância dos traços funcionais dentro dos reservatórios. As modificações ambientais que ocorrem ao longo do processo de envelhecimento atuam como filtros ambientais selecionando determinados traços funcionais. Assim, em reservatórios mais antigos alguns traços funcionais, como espécies onívoras, com desova parcelada e pelágicas foram beneficiadas em detrimento de traços funcionais como espécies de tamanho médio, com presença de espinhos, bentopelágicas e comportamento críptico moderado, que foram mais abundantes em reservatórios recentes e meia-idade. Dessa maneira, a idade dos reservatórios afetou a composição funcional da assembleia de peixe de duas formas: i) através do efeito do tempo cronológico em si, ligados a mudanças na dinâmica do rio; ii) através do efeito das mudanças limnológicas, pois ao longo do tempo os reservatórios parecem estar em processo de alteração de grau de trofia.

Palavras-chave: Envelhecimento reservatório. Plasticidade alimentar. Plasticidade reprodutiva. Estratégia de vida.

Functional composition in reservoirs: traits selection of fish assemblage affected by aging

ABSTRACT

One of the main impacts on aquatic environments is flow regime alteration, usually caused by dam construction. This impact change dynamics and functioning of the environment. We aimed to evaluate changes in the functional composition of fish assemblages of 30 reservoirs, which present different ages. We tested the influence of mesoscale (drainage basins) processes on functional composition of fish assemblages. Then, we assessed alterations on environmental variables (limnological, productivity, morphological) in recent, middle age and aged reservoirs (chronological variable). Finally, we evaluated the relation between functional traits and environmental/chronological variables. Our results show that mesoscale processes affect functional traits abundance in reservoirs. The environmental changes that occur throughout aging process act like environmental filter selecting some functional traits. Hence, in older reservoirs some functional traits, such as omnivorous species, multiple spawning and pelagic were favored while mean size, spine presence, benthopelagic and moderate cryptic behavior were more abundant in recent and middle age reservoirs. Therefore, reservoir age affected the functional composition of fish assemblages in two ways: i) through the effect of the chronological time itself, connected to the river dynamics; ii) through the effect of limnological changes, because over time the reservoirs seem to be in process of trophy degree alteration.

Keywords: Reservoir aging. Food plasticity. Reproductive plasticity. Life strategy.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Hydrobiologia*.

Disponível em:

http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10750?detailsPage=pltdi_911058

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.2	AMOSTRAGEM COLETA	17
2.2.1	<i>Dados bióticos e traços funcionais</i>	18
2.3	ANÁLISE DE DADOS	20
2.3.1	<i>Composição funcional de reservatórios de diferentes bacias hidrográficas</i>	20
2.3.2	<i>Diferenças limnológicas entre reservatórios de idade diferente</i>	21
2.3.3	<i>Estrutura funcional da assembleia de peixe de reservatório</i>	23
3	RESULTADOS	24
3.1	COMPOSIÇÃO FUNCIONAL DE RESERVATÓRIOS DE DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS	24
3.2	DIFERENÇAS LIMNOLÓGICAS ENTRE RESERVATÓRIOS DE IDADE DIFERENTE	25
3.3	ESTRUTURA FUNCIONAL DA ASSEMBLEIA DE PEIXE DE RESERVATÓRIO	27
4	DISCUSSÃO	31
	REFERÊNCIAS	36

APÊNDICE A - Valores das correlações de Spearman entre os traços funcionais das espécies de peixe e os eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Os valores em **negrito** correspondem a correlações significativas ($p < 0,05$)41

APÊNDICE B - Valores das correlações de Spearman entre as variáveis limnológicas dos reservatórios e os eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Os valores em **negrito** correspondem a correlações significativas ($p < 0,05$)42

APÊNDICE C - Resumo das variáveis ambientais (A) e traços (B) mais importantes associadas de forma positiva e negativa (em negrito) na RLQ parcial para o conjunto de bacias hidrográficas analisadas. Foram interpretadas as variáveis com correlações maior ou igual a 0,50 e menor ou igual a -0,50.43

APÊNDICE D1 e D2 - Traços funcionais das espécies de peixe da bacia do rio Paranapanema, Tibabi, Ivaí, Piquiri, Iguaçu e Litorânea. Pis = Piscívoro; Det = Detritívoro; Ins = Insetívoro; Oni = Onívoro; Inv = Invertívoro; CCP = com cuidado parental; Fe = Fecundação externa; Fi = Fecundação interna; Dtot = Desova total; Dpar = Desova parcelada; Dcon = Desova contínua; Mig = Migração; Peq = Tamanho pequeno; Med = Tamanho médio; Gran = Tamanho grande; Cesp = Com espinho; Fus = Fusiforme; Dep = Deprimido; Cil. = Cilindrico; Cur = Curto; Ach = Achatado; Com = Comprimido; BPel = Bentopelágico; Pel = Pelágico; Dem = Demersal; Bai = Baixo; Mod = Moderado; Mext = Moderado/Ext; Ext= Extremo.....44

APÊNDICE E – Estado da arte sobre traços funcionais das espécies de peixe presentes nos reservatórios da bacia do rio Paranapanema, Tibagi, Ivaí, Piquiri, Iguaçu e Litorânea..... 50

1 INTRODUÇÃO

A ictiofauna da região Neotropical é uma das mais diversas do Planeta, trazendo consigo uma grande variedade de formas, estratégias de vida e padrões comportamentais (Agostinho & Júlio, 1999). As estratégias de vida utilizadas por essas espécies resultam de milhares de anos de evolução em busca do seu melhor *fitness*, e são responsáveis pelos padrões ecológicos existentes na distribuição e abundância das espécies (Agostinho & Júlio, 1999; Harris, 1999). O ciclo hidrológico, característico de ambientes lóticos, é considerado o principal responsável pela seleção de estratégias reprodutivas e alimentares de peixes dessa região, uma vez que a biologia de grande parte dessas espécies está em sincronia com os eventos de seca e cheia (Winemiller, 1990; Agostinho *et al.*, 2000). A magnitude e duração das cheias são responsáveis por fornecer acesso longitudinal e lateral para a desova, favorecer o recrutamento e disponibilizar habitat de forrageamento para as espécies (Junk *et al.*, 1989). Portanto, a variabilidade, previsibilidade e sazonalidade das cheias são considerados os fatores chaves da estruturação das assembleias de peixe nesses ambientes (*i.e.* habitat template; Southwood, 1977) (Pool *et al.*, 2010; Mims & Olden, 2012).

Assim, uma vez que a dinâmica do rio é um dos principais agentes da seleção de estratégias de vida de peixes (Winemiller & Rose, 1992; Bunn & Arthington, 2002), a modificação do regime natural do fluxo, por ações antropogênicas, afeta de forma direta a estrutura da assembleia de peixes, levando a mudanças na composição de traços. A construção de barragens, em particular, é considerada um dos principais impactos em rios, pois causam alterações drásticas em seu funcionamento (Webb *et al.*, 2013). Dentre os efeitos negativos dessas construções, vale ressaltar a formação de barreiras intransponíveis para os peixes migradores (*i.e.* fragmentação do sistema), degradação da qualidade da água, destruição do habitat de algumas espécies e redução da variabilidade e sazonalidade do fluxo da água (Agostinho *et al.*, 2007; Antonio *et al.*, 2007; Poff *et al.*, 2007; Pelicice *et al.*, 2015). A alteração do regime de fluxo é considerada o principal efeito negativo responsável pelas mudanças ecossistêmicas desses ambientes, pois altera de forma relevante a dinâmica do rio, que passa a ter seu fluxo de água reduzido e sua profundidade aumentada. Dessa forma, o ambiente, que antes possuía características lóticas, onde predominavam processos longitudinais (*e.g.* Ciclagem de nutrientes; Webster, 1975), passa a ser um ambiente de

características lânticas, onde os processos verticais (e.g. estratificação térmica) são predominantes (Kimmel & Groeger, 1986).

Após a construção da barragem, o reservatório passa por uma fase de enchimento e colonização, que correspondem ao período de reestruturação do ambiente, quando as mudanças são mais evidentes. A fase de enchimento é a fase mais crítica e corresponde aos primeiros dias/semanas após o fechamento da barragem; trata-se do período em que ocorrem as principais modificações no ambiente e o rio muda drasticamente sua dinâmica (Kimmel & Groeger, 1986; Agostinho *et al.*, 2007; 2016). A composição da ictiofauna, nessa etapa, é muito parecida com a original, com registros de peixes em todas as regiões do reservatório (Agostinho *et al.*, 2007). Já a fase de colonização compreende desde o final do enchimento do reservatório até o período em que as assembleias de peixe consigam se estabelecer no novo ambiente, ou seja, até a reestruturação da comunidade (Agostinho *et al.*, 1999; 2016). As espécies que conseguem ocupar o reservatório com sucesso são aquelas que já possuem pré-adaptações para sobreviver em ambientes lânticos, e em geral são encontradas na região fluvial e litorânea, com baixa riqueza de espécies na região pelágica (Kimmel *et al.*, 1990; Fernando & Holčík, 1991; Kubecka, 1993; Agostinho *et al.*, 1999; 2016; Gomes & Miranda, 2001). Tal fato é mais incidente em reservatórios da regiões neotropicais, onde há uma virtual ausência de espécies de peixes com pré-adaptações para ambientes lacustres (Fernando & Holčík, 1982)

Após a fase de colonização, as assembleias de peixes respondem ao envelhecimento do reservatório, que corresponde a um período mais lento quando comparado as duas fases anteriores, mas que afetam igualmente as assembleias (Agostinho *et al.*, 2007). Porém, nessa fase as mudanças são difíceis de se quantificar, uma vez que a biota passa por sucessivas perturbações decorrentes da operação da barragem, sem tempo hábil para que respondam de forma completa. Como consequência, há uma baixa interdependência entre as espécies acarretando em uma baixa estabilidade biótica (Wetzel, 1990; Agostinho *et al.*, 1999).

As mudanças ambientais causadas pelo envelhecimento do reservatório podem agir como filtros ambientais, pois modificam as condições do ambiente, tido como um dos fatores reguladores do *pool* de espécies regionais (Fattorini & Halle, 2004). A capacidade preditiva sobre quais espécies terão sucesso no novo ambiente e ao longo do tempo é baixa pois depende de uma combinação de fatores, tais como estratégias reprodutivas e especialização

trófica, juntamente com as características do próprio reservatório como presença de outros reservatórios na bacia, tipo de operação, uso de terras em seu entorno e geomorfologia (Agostinho *et al.* 1999; Miranda & Krogman, 2015). Ainda, a composição funcional da ictiofauna de reservatórios pode diferir entre as bacias, por possuírem uma origem diferente e/ou estarem inseridas em regiões geográficas distintas, cada qual com suas características limnológicas e geomorfológicas (Luiz *et al.*, 2003; Abell *et al.*, 2008).

As características reprodutivas das espécies estão entre as mais conservativas e, principalmente, são elas que impõem restrições à colonização de novos ambientes. As espécies migradoras (periódicas; *sensu* Winemiller, 1989) são as mais impactadas, preferindo os ambientes lóticos, e podendo abandonar a área represada ou ficarem nas partes mais superiores dos reservatórios (Zona Fluvial; Agostinho *et al.*, 2016). Por outro lado, as espécies mais resilientes, caracterizadas por alta fecundidade, tamanho pequeno e sedentárias, ou seja, não migradoras (oportunistas; *sensu* Winemiller, 1989), possuem maior plasticidade alimentar a qual lhes fornece vantagens no estabelecimento do novo ambiente (Agostinho *et al.*, 2016). Portanto, alguns padrões para a estruturação da nova assembleia já são esperados, entre eles destaca-se a redução das espécies com estratégia periódica, aumento das com estratégia oportunista e maior suscetibilidade à ocupação de espécies invasoras (Agostinho *et al.*, 1999b, Havel *et al.*, 2005; Agostinho *et al.*, 2016, Liew *et al.*, 2016).

Uma das formas de compreender a nova estruturação da assembleia de peixe é utilizar uma abordagem funcional, que pode ser extrapolada independentemente da composição taxonômica do ecossistema. Considerada uma abordagem inovadora, é utilizada como ferramenta para compreensão de padrões gerais, pois proporciona uma base para o entendimento das respostas a nível de comunidade, com certa capacidade preditiva (Poff *et al.*, 2006; Weeb *et al.*, 2010). A avaliação da estrutura funcional de uma comunidade pode fornecer muitas informações a respeito dos mecanismos pelos quais as comunidades ecológicas respondem às mudanças ambientais (Poff *et al.*, 2006). Além disso, a determinação da relação entre traço funcional e variável ambiental fornece a informação de quais variáveis ambientais estão agindo como filtro ambiental e se os traços selecionados interferem em processos ecossistêmicos (Rosada *et al.*, 2013).

Portanto, nesse estudo, foi testada a hipótese de que o processo de envelhecimento em reservatórios é determinante na seleção de traços funcionais da assembleia de peixe,

levando a uma simplificação funcional nesses ambientes. Desse modo foi buscado responder a seguinte questão: Existem diferenças quanto a composição funcional da assembleia de peixes entre reservatórios recentes e antigos? Espera-se que reservatórios mais antigos apresentem maior abundância de espécies sedentárias, de pequeno porte, com alta fecundidade (oportunistas; *sensu* Winemiller, 1989), plasticidade alimentar e hábito pelágico (ver Agostinho et al., 1999). Isso porque as mudanças ambientais proporcionadas pelo envelhecimento dos reservatórios atuam como filtros para determinados traços funcionais, selecionando espécies que possuem traços com maior plasticidade, que parecem ser pré-adaptações para ambientes represados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os 30 reservatórios estudados estão localizados em diversos rios do estado do Paraná e divisa territorial com outros estados (Fig 1), com idades variando entre 1 a 70 anos na época das amostragens de peixes. Sete reservatórios estão no rio Paranapanema: reservatório de Rosana, Taquaruçu, Capivara, Canoas I, Canoas II, Salto Grand e Chavantes; três no rio Tibagi, afluente do Paranapanema: Apucarantina, Harmonia e Alagados; dois no Ivaí: Rio dos Patos, Mourão; dois no Piquiri: Santa Maria, Melissa; e doze no Iguaçu: Iraí, Piraquara, Passaúna, Salto do Vau, Curucaca, Jordão, Cavernoso, Foz do areia, Salto Segredo, Salto Santiago, Salto Osório, Salto de Caxias, Júlio de Mesquita Filho; e quatro na bacia Leste ou Litorânea: Capivari, Guaricana, Vossoroca e Salto do Meio (Tabela 1).

Tabela 1 Características dos 30 reservatórios localizados no Estado do Paraná. Prof. Máxima = Profundidade máxima, T.R. = tempo de retenção, M.A.T.A. = média da temperatura anual da água.

Reservatório	Bacia	Ano	Idade	Classe de idade	Área da Bacia	Área (km ²)	Perímetro (km)	Prof. máxima (m)	T.R. (dias)	Volume (km ³)	M.A.T.A. (°C)
Alagados	Tibagi	1945	56	Antigo	377	7.2	47.2	9.25	46	0.03	19.85
Canoas1	Paranapanema	1999	2	Jovem	40920	30.85	74.64	26	6	207	23.95
Canoas2	Paranapanema	1999	2	Jovem	39556	22.5	65.81	16.5	4.4	140	23.55
Capivara	Paranapanema	1975	26	Meia idade	85000	419.3	738.93	52.5	126.8	10540	23.7
Capivari	Litorânea	1970	31	Antigo	-	12	123.5	43	48	156	19.95
Cavernoso	Iguaçu	1965	36	Antigo	1460	2.9	3.73	8.3	-	-	19.5
Chavantes	Paranapanema	1970	31	Antigo	27500	400	401.84	78	352.7	8795	21.9
Curucaca	Iguaçu	1982	19	Meia idade	-	2	3.7	10.5	-	-	17.55
Foz do areia	Iguaçu	1980	21	Meia idade	29900	139	288.67	135	102	5779	20.7
Foz do Chopim	Iguaçu	1970	31	Antigo	3800	2.9	5.25	6	-	-	20.05
Guaricana	Litorânea	1957	44	Antigo	-	7	7.2	17	13	-	19.95
Harmonia	Tibagi	1950	51	Antigo	-	3	7.49	12	-	8	20.9
Iraí	Iguaçu	2000	1	Jovem	-	15	20.12	8.5	240	-	20
Jordão	Iguaçu	1996	5	Jovem	4700	3.4	21.74	60	-	110	18.45
Melissa	Piquiri	1962	39	Antigo	368	2.9	-	5.3	-	-	17.9
Mourão	Ivaí	1964	37	Antigo	573	11.3	60	12.7	70	0.06	20.95
Passauna	Iguaçu	1978	23	Meia idade	-	14	35.3	-	420	-	16.5
Patos	Ivaí	1949	52	Antigo	1086	1.3	3.2	5.75	0.2	-	18.5
Piraquara	Iguaçu	1979	22	Meia idade	-	3.3	40	18	438	0.5	19.9
Rosana	Paranapanema	1986	15	Jovem	99000	220	230.32	26	18.6	1920	24.15
Santa Maria	Piquiri	1950	51	Antigo	-	0.1	-	4.3	-	-	16.7
Salto Caxias	Iguaçu	1998	3	Jovem	57000	124	267.14	53	31	3573	21.8
Salto Grande	Paranapanema	1958	43	Antigo	38600	12	24.91	9.2	1.4	44.2	21.95
Salto do Meio	Litorânea	1931	70	Antigo	252	0.1	3.9	6.2	-	-	18.35
Salto Osório	Iguaçu	1975	26	Meia idade	45800	51	180.16	43	16	1270	21.2
Salto Santiago	Iguaçu	1979	22	Meia idade	43900	208	376.99	78	51	6753	21.6
Salto Segredo	Iguaçu	1992	9	Jovem	-	82.5	-	100	47	-	21.8
Salto do Vau	Iguaçu	1959	42	Antigo	340	2	-	3.5	-	-	16.2
Taquaruçu	Paranapanema	1992	9	Jovem	88000	80.1	156.35	26.5	7.9	672.5	23.6
Vossoroça	Litorânea	1949	52	Antigo	160	5.1	18.49	12.5	-	0.04	19.95

Fonte: Gubiani et al., 2011.

Classe de idade (calculada desde a formação da barragem até o ano de 2001)

As bacias hidrográficas estão localizadas em três unidades biogeográficas diferentes: a bacia do rio Paranapanema, Tibagi, Ivaí e Piquiri pertencem ao alto rio Paraná; a bacia do rio Iguaçu pertence ao baixo rio Paraná; a bacia Litorânea pertencente ao Ribeira do Iguape (ver Abell *et al.*, 2008). Cada unidade biogeográfica possui espécies de peixes com padrões ecológicos e evolutivos diferentes (Abell *et al.*, 2008).

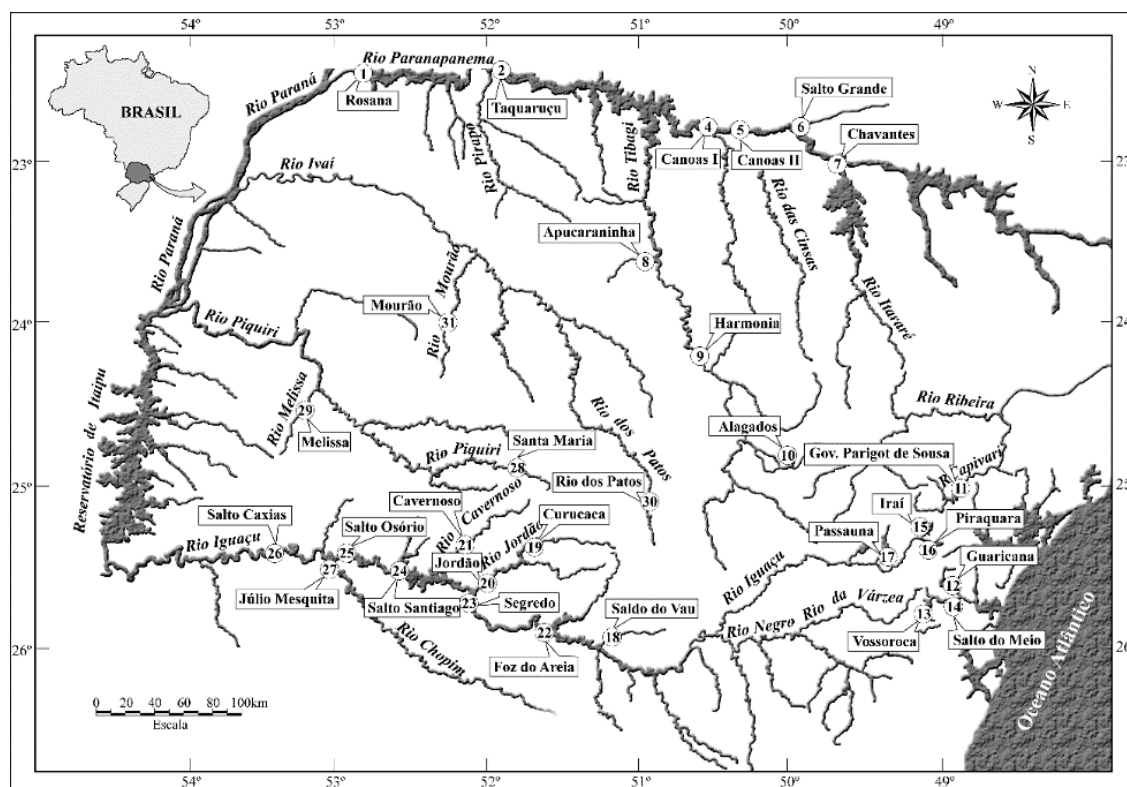


Fig 1. Localização dos 30 reservatórios estudados nos rios do Estado do Paraná e divisa com outros estados. Gov. Parigot de Souza = Foz do Chopim.

2.2 AMOSTRAGEM E COLETA

Os dados utilizados nesse estudo foram coletados como parte do projeto “PRONEX - Programa de Apoio a Núcleos de Excelência/Finep”, desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ecologia e Aquicultura (NUPÉLIA), da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus Maringá. As coletas foram realizadas nos meses de julho e novembro de 2001, em 30 reservatórios, sendo 27 da bacia do rio Paraná (rios Paranapanema, Tibagi, Ivaí, Piquiri, Iguaçu), e quatro na bacia Litorânea (ver *Caracterização da área de estudo* para mais detalhes). Porém, a bacia do rio Iguaçu é separada do Paraná pelas Cataratas do rio Iguaçu.

Em cada reservatório foram amostrados, simultaneamente, peixes e variáveis ambientais detalhadas. As variáveis ambientais foram classificadas em limnológicas (Temperatura, pH, condutividade, alcalinidade, turbidez, profundidade de Secchi, material em suspensão total e oxigênio dissolvido), produtividade (Fósforo total, ortofosfato, nitrogênio total, clorofila, nitrato, amônio, carbono orgânico dissolvido, fosfato, fósforo total dissolvido, e biovolume), morfológicas (Área alagada e perímetro), e cronológica (Idade) (Tabela 2).

Tabela 2 Variáveis ambientais (e suas unidades) utilizadas para caracterização dos 30 reservatórios estudados. Devido ao fato de ter muitas variáveis, foram utilizados códigos (siglas) para a confecção dos gráficos.

Categoria	Variáveis	Unidade	Sigla	
<i>Limnológicas</i>	Temperatura da água	°C	TempA	
	pH	[H ⁺]	pH	
	Condutividade	µS/cm	Cond	
	Alcalinidade	mEq/L	Alc	
	Turbidez	NTU	Turb	
	Transparência	m	SCH	
	Material em suspensão total	mg/L	MST	
<i>Produtividade</i>	Oxigênio dissolvido	µg/L	OD	
	Fósforo total	µg/L	P.tot	
	Ortofosfato	µg/L	PRD	
	Nitrogênio total	µg/L	N-total	
	Clorofila	µg/L	Clo	
	Nitrato	µg/L	NO ₃	
	Amônio	µg/L	NH ₄	
	Carbono orgânico dissolvido	µg/L	COD	
	Fosfato	µg/L	PO ₄	
	Fósforo total dissolvido	µg/L	PDT	
	Biovolume	mm ³ /L	Bio	
	<i>Morfológicas</i>	Área alagada	km ²	Area
		Perímetro	m	Peri
<i>Cronológica</i>	Idade	anos	ID	

2.2.1 Dados bióticos e traços funcionais

As amostragens das assembleias de peixes foram realizadas nas zonas lacustres dos reservatórios, em diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) utilizando redes de espera de diferentes malhagens (2,4 a 14,0 cm entre nós opostos), expostas por 24 horas com despescas nos períodos da manhã, tarde e noite. Os dados de abundância por amostra foi indexada pela captura por unidade de esforço (CPUE; número de indivíduos em 1000 m² de rede em 24 h). O enquadramento taxonômico foi baseado na classificação proposta por Reis

et al. (2003), exceto para as famílias Clariidae e Ictaluridae, que seguiram Burgess (1989), Centrarchidae (Sigler & Sigler, 1987) e Cyprinidae (Cavender & Coburn, 1992).

Os traços funcionais selecionados para caracterizar as espécies de peixes estão relacionados a alimentação (categoria trófica), estratégias reprodutivas (cuidado parental, fecundação, desova e migração), morfologia (tamanho do corpo, espinho e forma do corpo), habitat (posição na coluna d'água) e comportamento (críptico) (Tabela 3), e foram classificados como traços de resposta e/ou efeito (aqui denominados consequência), como segue:

- i. Traços de resposta: Quando o traço é um indicativo de uma resposta das espécies frente a uma perturbação (Rosada *et al.*, 2013). São os traços selecionados pelos filtros ambientais impostos pela construção da barragem; Todas as categorias de traços funcionais foram classificadas como traço resposta, pois todas estão suscetíveis de serem influenciadas pela nova dinâmica ambiental imposta pelo represamento do rio.
- ii. Traço de efeito: Dentre os traços funcionais selecionados pelos filtros ambientais, são os que estão relacionados com os efeitos das espécies sobre um processo ecossistêmico (dinâmica das relações intra e interespecíficas, produtividade, reabilitação do ecossistema, etc.) (Rosada *et al.*, 2013); A categoria trófica foi considerada um traço de efeito pois está relacionado a processos intrínsecos das teias alimentares.

Tabela 3 Classes de traço, categorias de traço, traços funcionais, consequências e siglas utilizadas nas análises para as espécies de peixes. O levantamento dos traços funcionais foi feito através da análise de teses, artigos científicos, manuais de identificação, documentos descritivos e ecológicos da área (ver **Apêndice D e E**). As espécies de peixe foram classificadas como pequena, média e grande quando possuíam comprimento padrão máximo com menos de 150 mm, entre 150 mm e 400 mm e maiores que 400 mm, respectivamente (Continua).

Classes do traço	Categorias do traço	Traço funcionais	Consequências	Sigla
Alimentação	<i>Categoria trófica</i>	Piscívora	Efeito/Resposta	Pis
		Detritívora	Efeito/Resposta	Det
		Insetívora	Efeito/Resposta	Ins
		Onívora	Efeito/Resposta	Oni
		Invertívora	Efeito/Resposta	Inv
Estratégia reprodutiva	<i>Cuidado Parental</i>	Presente	Resposta	CCP

Tabela 3 Continuação

Classes de traço	Categorias do traço	Traços funcionais	Consequências	Sigla	
Estratégia reprodutiva	<i>Fecundação</i>	Interna	Resposta	Fi	
		Externa	Resposta	Fe	
Morfologia	<i>Desova</i>	Total	Resposta	DTot	
		Parcelada	Resposta	DPar	
		Contínua	Resposta	DCon	
		<i>Migração</i>	Presente	Resposta	Mig
			<i>Tamanho do corpo</i>	Pequeno	Resposta
	Médio	Resposta		Med	
	Grande	Resposta		Gra	
	<i>Espinho</i>	Com espinho		Resposta	Cesp
		<i>Formato do corpo</i>		Fusiforme	Resposta
	Deprimido		Resposta	Dep	
Cilindrico	Resposta		Cil		
Curto	Resposta		Cur		
Achatado	Resposta		Ach		
Comprimido	Resposta		Com		
Habitat	<i>Posição na coluna d'água</i>		Bentopelágico	Resposta	BPel
		Pelágico	Resposta	Pel	
		Demersal	Resposta	Dem	
Comportamento	<i>Críptico</i>	Baixo	Resposta	Bai	
		Moderado	Resposta	Mod	
		Moderado/Extremo	Resposta	MExt	
		Extremo	Resposta	Ext	

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Para as análises dos dados foram utilizadas três matrizes: *i*) n (locais) vs. m (variáveis ambientais locais mensuradas na superfície da água), na qual as amostras correspondem ao conjunto de variáveis ambientais locais, coletadas em um dado reservatório em um dado mês; *ii*) n (locais) vs. s (espécies), na qual as amostras correspondem a abundância (CPUE) relativa das espécies coletadas em um dado reservatório em um dado mês; e *iii*) s (espécies) vs. p (traços funcionais), na qual as amostras correspondem a um conjunto de traços funcionais (0: ausência do traço; 1: presença do traço) para cada espécie (ver Tabela 3 para os traços). Devido ao grande número de variáveis ambientais e possíveis correlações entre elas, foi utilizada a correlação de Spearman (ρ) entre pares dessas variáveis para excluir uma dentre as mais correlacionadas ($\rho > 0,50$).

2.3.1 Composição funcional de reservatórios de diferentes bacias hidrográficas

O objetivo dessa análise foi verificar se a composição dos traços depende da bacia hidrográfica na qual o reservatório está inserido. A composição funcional da ictiofauna de reservatórios pode diferir entre as bacias, por possuírem origem diferente e/ou estarem

inseridas em regiões geográficas distintas, cada qual com suas características limnológicas e geomorfológicas. Foi necessário cruzar as matrizes $n(\text{locais})$ vs. $s(\text{espécies})$ e $s(\text{espécies})$ vs. $p(\text{traços funcionais})$ para obter a matriz $n(\text{locais})$ vs. $p(\text{traços funcionais})$, que contém a média dos traços a nível de comunidade (Pillar *et al.*, 2009). Para isso foi utilizada a função “matrix.t” do pacote SYNCSA no programa R. A partir da matriz $n(\text{locais})$ vs. $p(\text{traços funcionais})$ foi gerada uma matriz de parença utilizando o índice de Gower, na qual foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA; Anderson *et al.*, 2006). Após a ordenação foi aplicada uma PERMANOVA para verificar se as bacias (fator) diferem significativamente entre si quanto a composição funcional das assembleias de peixe (Fig 2). Para testar a significância estatística da PERMANOVA ($p < 0,05$), foram feitas permutações não restritas (*Unrestricted permutation of row data*) e soma de quadrados do tipo III (parcial), no software Primer. Foi aplicada a correlação de Spearman (ρ) entre os escores dos dois primeiros eixos da PCoA e os traços funcionais das espécies, para analisar quais traços estavam sendo sumarizados pelos dois primeiros eixos e que, conseqüentemente, contribuíssem mais para o padrão observado. Foram considerados para interpretação os traços com correlações fortes com cada eixo ($-0,5 > \rho > 0,5$).

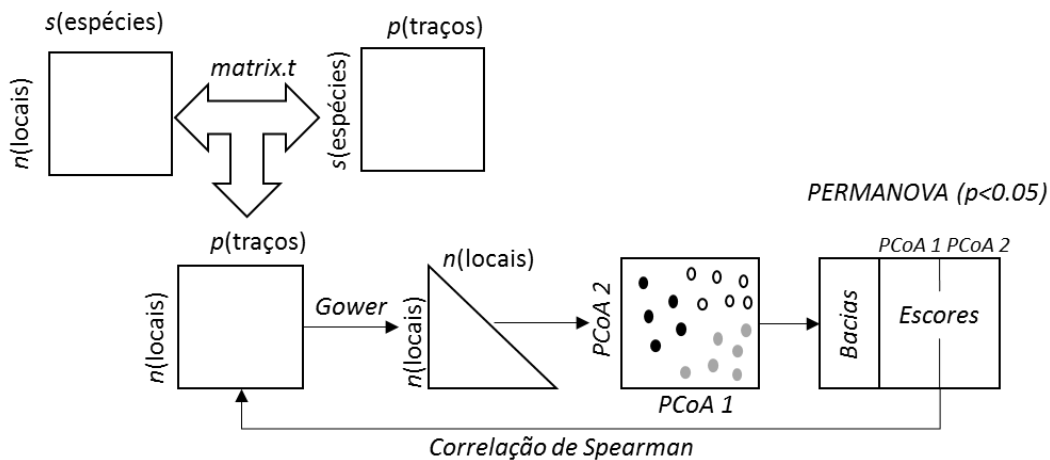


Fig 2 Passo a passo da criação da matriz $n(\text{locais})$ vs. $p(\text{traços})$ e posterior análises sobre ela.

2.3.2 Diferenças Limnológicas entre reservatórios de idades diferentes

Os reservatórios foram classificados *a priori* como recentes (0 a 15 anos), meia-idade (15 a 30 anos) e antigos (mais que 30 anos), de acordo com sua idade cronológica. Esses intervalos foram selecionados como tentativa de melhor explorar os possíveis padrões sendo, portanto, arbitrária, ou seja, foi feita para ter um número significativo de reservatórios em cada uma delas, uma vez que estudos que consideram o envelhecimento de reservatórios são escassos (ver Agotinho *et al.*, 1999; Miranda & Krogman, 2015). A matriz utilizada foi $n(\text{locais})$ vs. $m(\text{variáveis ambientais})$. Para controlar a heterocedasticidade das variáveis ambientais, os dados foram normalizados, para média 0 e variância 1.

A matriz de parecnça foi gerada utilizando a Distância Euclidiana. Para sumarizar as variáveis ambientais e avaliar as variações entre reservatórios com distintas categorias de idades, foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA; Anderson *et al.*, 2006). Para verificar se a categorização feita *a priori* difere na ordenação, foi aplicada a PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance; McArdle & Anderson, 2001), utilizando a idade (recente, meia-idade e antigo) como fator e os escores dos dois primeiros eixos da PCoA como variáveis resposta (Fig 3). Para testar a significância estatística da PERMANOVA (Anderson *et al.*, 2008) foram feitas permutações não restritas (*Unrestricted permutation of row data*) e soma de quadrados do tipo III (parcial), no software Primer (Clarke & Gorley, 2006). Para identificar quais variáveis foram sumarizadas pelos eixos e influenciaram a distinção das categorias de idades foi aplicada a correlação Spearman (ρ) entre os dois primeiros eixos da PCoA e as variáveis limnológicas. Foram consideradas para interpretação as variáveis limnológicas com correlações fortes com cada eixo ($-0,5 > \rho > 0,5$).

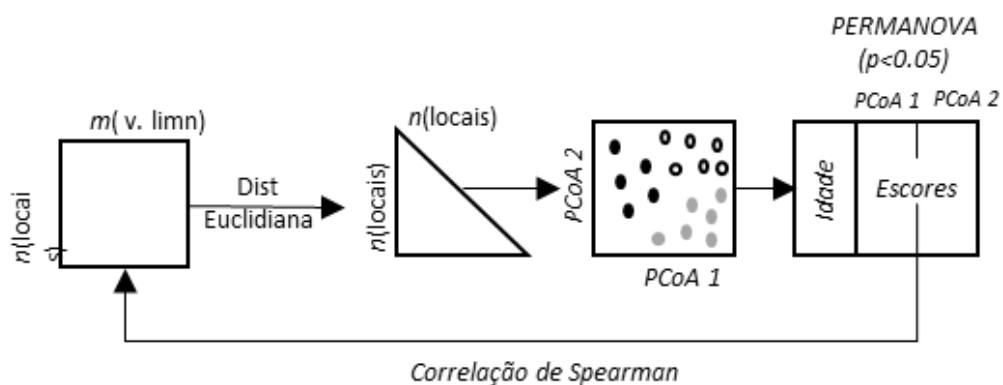


Fig 3 Ilustração do passo a passo das análises sobre a n (locais) vs. m (variáveis limnológicas).

2.3.3 Estrutura funcional da assembleia de peixe de reservatórios

Foi utilizada a análise RLQ (Dolédec *et al.*, 1996) para avaliar a relação entre as variáveis ambientais e traços funcionais, na tentativa de encontrar padrões na composição dos traços funcionais das assembleias de peixe de reservatórios antigos, meia-idade e recentes. A RLQ é uma técnica multivariada, derivada da co-inércia, que permite relacionar duas matrizes ou mais (Borcard *et al.*, 2011). A RLQ resulta em escores para as amostras, considerando a relação entre os traços e variáveis ambientais ao longo de eixos ortogonais. No presente estudo as matrizes utilizadas foram: \mathbf{R} ($n \times m$), sendo n os locais de amostragem (reservatórios) e m as variáveis ambientais locais; \mathbf{L} ($n \times s$), sendo n os locais de amostragem e s as espécies; \mathbf{Q} ($s \times p$), sendo s as espécies e p os traços funcionais.

Em cada matriz foi realizada uma ordenação independente de acordo com a natureza dos dados. Na matriz \mathbf{R} os dados foram logaritimizados e a matriz foi ordenada por uma análise de componentes principais (PCA; Abdi & Williams, 2010), pois todas as variáveis ambientais eram quantitativas. Na matriz \mathbf{L} os dados de abundância foram transformados em raiz quadrada, para reduzir a dimensionalidade (espécies muito abundantes) dos dados, sendo ela ordenada por uma análise de correspondência (CA; Greenacre, 1984). A matriz \mathbf{Q} foi ordenada através da análise de Hill-Smith (Fig 4). O resultado final da RLQ é uma combinação linear de variáveis ambientais (matriz \mathbf{R}) e traços (matriz \mathbf{Q}) que maximiza a covariância entre esses grupos de variáveis, mediado pela abundância de espécies (matriz \mathbf{L}).

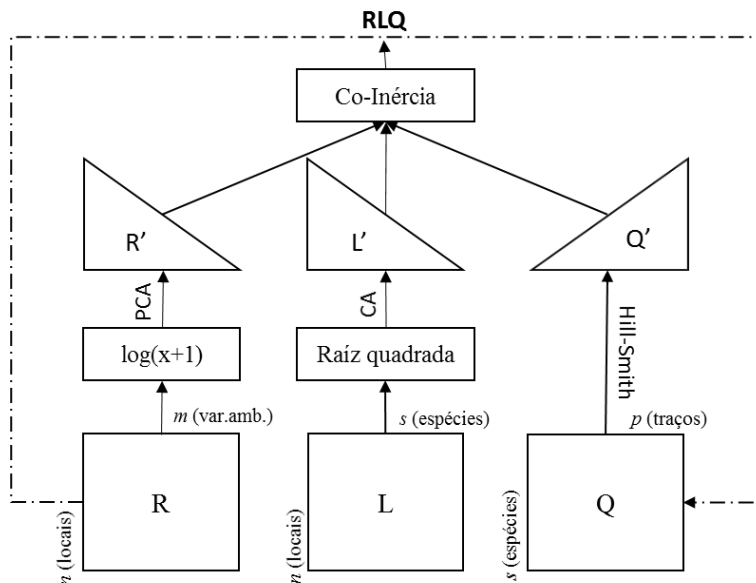


Fig 4 Desenho esquemático da análise RLQ. A matriz de abundância (**L**) é analisada por uma análise de correspondência (CA) para sumarizar suas principais estruturas. As análises de ordenação, realizadas sobre as matrizes de dados ambientais (**R**; Análise de componentes principais - PCA) e traços das espécies (**Q**; Hill-Smith), são ponderadas pelos pesos dos locais (n) e das espécies (s) derivados da CA. Uma análise de co-inércia é realizada de forma que os escores das variáveis ambientais e traços ponderados pela abundância de espécies tenham máxima covariância cruzada.

3 RESULTADOS

3.1 COMPOSIÇÃO FUNCIONAL DE RESERVATÓRIOS DE DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS

Os dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCoA) representaram 60,3% da variação total dos dados. O primeiro eixo (37,9% da variação total) estava correlacionado significativamente apenas com categoria trófica (onívoria). Por outro lado, o segundo eixo (22,4% da variação total dos dados) estava correlacionado significativamente com fecundidade (interna e externa), desova (parcelada e total), e formato do corpo (fusiforme e comprimido) (Fig 5; ver Apêndice A).

A PERMANOVA foi significativa para a o fator bacia (4.970 permutações; Pseudo-F = 10.129; $P(\text{perm}) = 0,0002$). O teste par a par identificou diferenças significativas entre a maioria dos reservatórios presentes em bacias diferentes ($p < 0,05$), porém não houve diferenças significativas entre os reservatórios da bacia do rio Tibagi e Piquiri ($p = 0,63$) e entre os reservatórios da bacia do rio Tibagi e Ivai ($p = 0,06$). Apesar da PERMANOVA ter

identificado diferenças na composição funcional entre a maioria das bacias, nenhum traço funcional se correlacionou fortemente ($-0,5 > \rho > 0,5$) com os dois primeiros eixos da PCoA (ver Apêndice A), o que indica grande variabilidade na abundância dos traços entre as bacias.

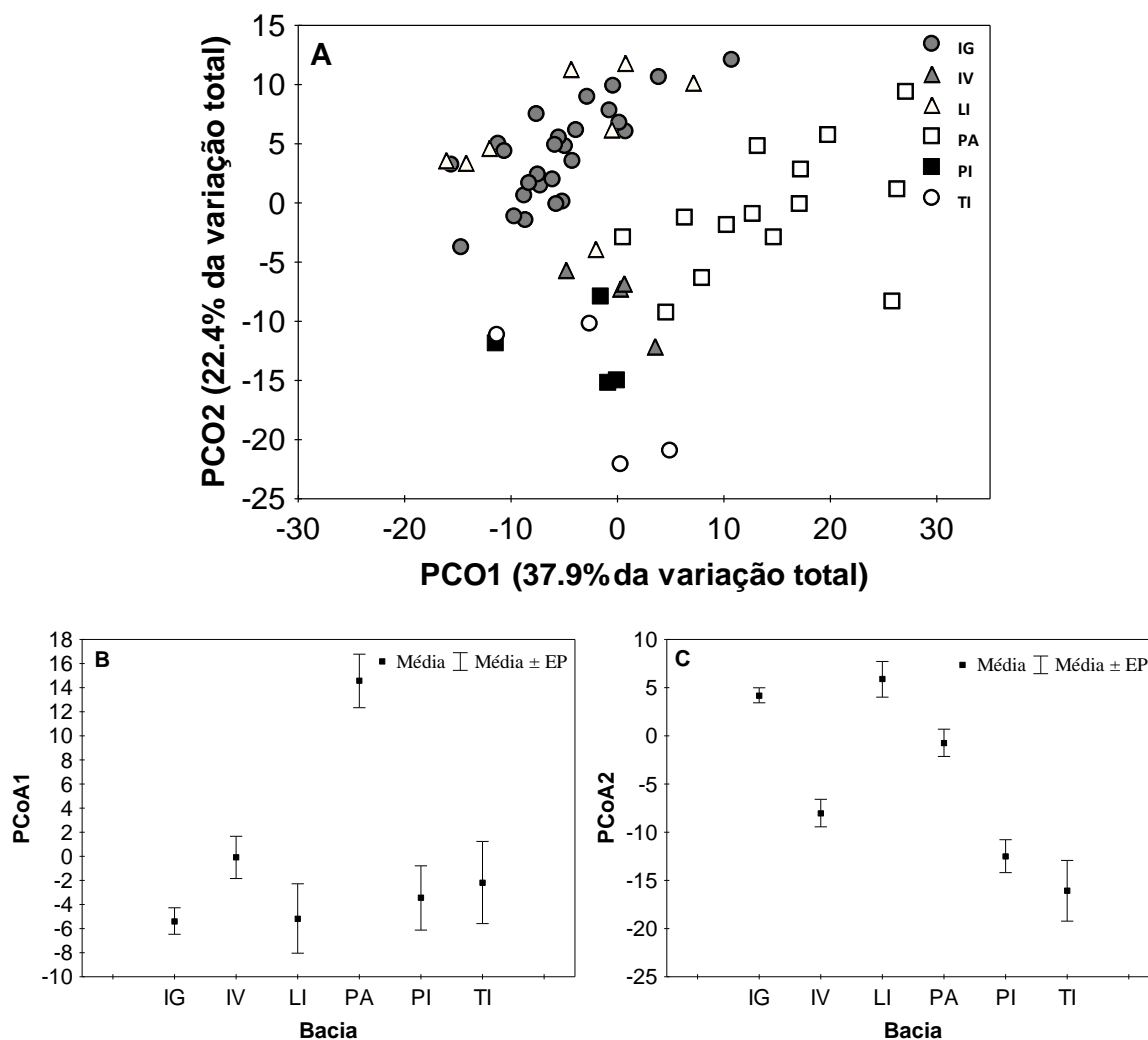


Fig 5 Resultado da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) aplicada sobre a composição funcional da assembleia de peixe de reservatórios. No gráfico **A** cada ponto representa um reservatório em um dado mês e os agrupamentos foram de acordo com a bacia hidrográfica (TI = Tibagi; PA = Paranapanema; LI = Litorânea; IG = Iguazu; PI = Piquiri; IV = Ivaí). O gráfico **B** e **C** representam a média e o erro padrão (EP) do eixo 1 e 2 da PCoA, respectivamente.

3.2 DIFERENÇAS LIMNOLÓGICAS ENTRE RESERVATÓRIOS DE IDADES DIFERENTES

Os dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCoA) representaram 39,0% da variação total dos dados (Fig 6A). Porém, apenas o eixo 1 (24,2% da variação total) separou os reservatórios de idades diferentes (Fig 6B e 6C). As variáveis limnológicas que estavam positivamente correlacionadas ($p < 0,05$; $r > 0,5$) com o eixo 1 foram: pH, condutividade, clorofila, carbono orgânico dissolvido, temperatura da água e biovolume (Fig 6; ver Apêndice B). A variável que estava negativamente correlacionada ($p < 0,05$; $r > -0,5$) com o eixo 1 foi a turbidez.

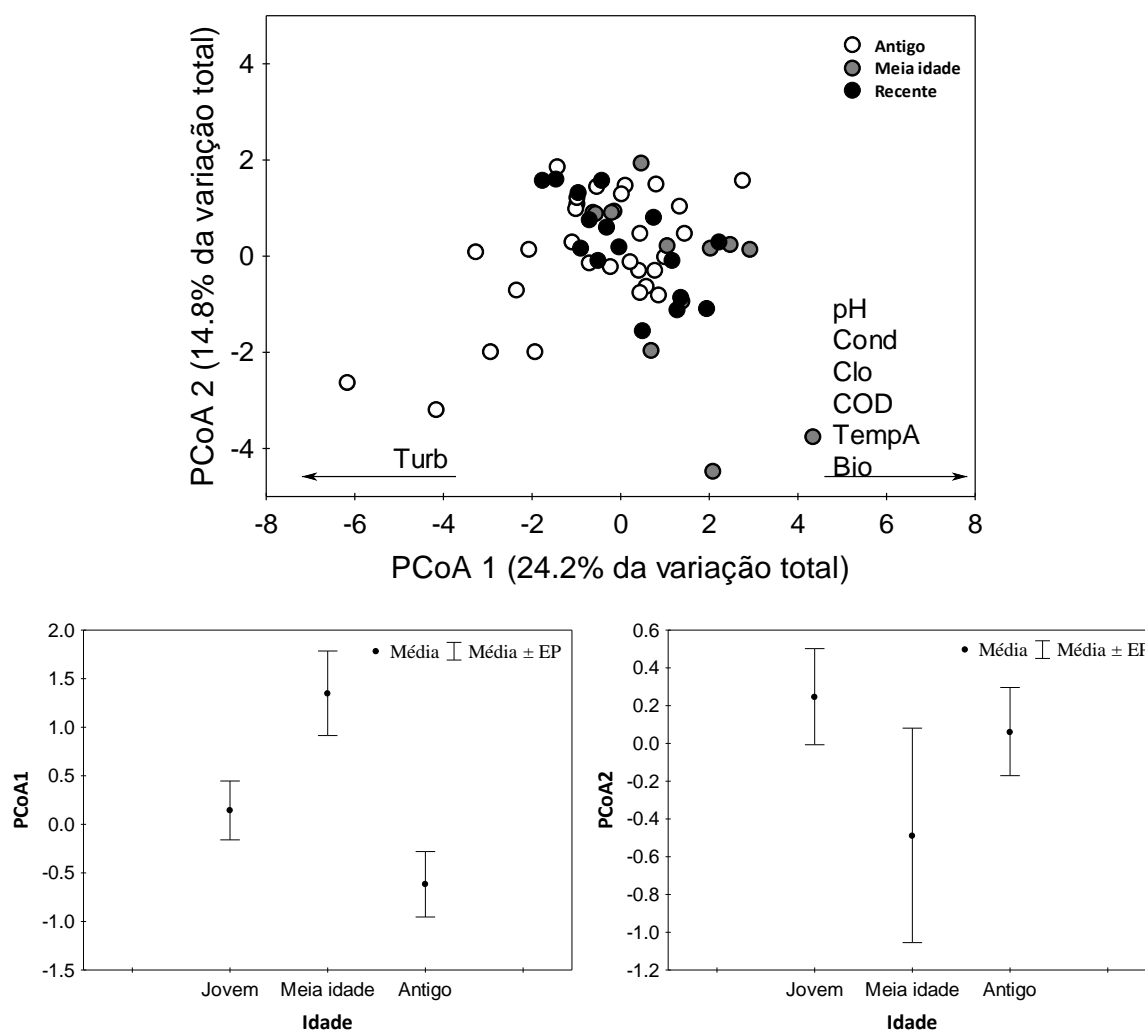


Fig 6 Resultado da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) aplicada sobre as variáveis limnológicas dos reservatórios. No gráfico A cada ponto representa um reservatório em um dado mês e os agrupamentos foram de acordo com a idade dos reservatórios (Recente, Meia Idade e Antigo). O gráfico B e C representam a média e o erro padrão (EP) do eixo 1 e 2 da PCoA, respectivamente.

A PERMANOVA foi significativa para o fator idade (9.911 permutações; Pseudo-F = 24.462; P(perm) = 0,0012). O teste par a par identificou diferenças significativas entre os reservatórios antigos vs. recentes e antigos vs. meia idade ($p < 0,05$), porém não houve diferenças significativas entre os reservatórios meia-idade e recentes ($p = 0,06$). Dessa forma, foi possível observar um gradiente limnológico entre reservatórios mais recentes e antigos, para o qual os valores de pH, condutividade, clorofila, carbono orgânico dissolvido, temperatura da água e biovolume foram maiores nos reservatórios recentes e de meia idade, enquanto que reservatórios mais antigos os valores de turbidez foram maiores.

3.3 ESTRUTURA FUNCIONAL DA ASSEMBLEIA DE PEIXE DE RESERVATÓRIOS

Os dois primeiros eixos da RLQ explicaram 71,06% da variação total da matriz que relaciona as características ambientais dos reservatórios com os traços funcionais das espécies (Tabela 4).

Tabela 4 Resultados da análise RLQ. As frações R/RLQ e Q/RLQ representam a porcentagem de variância nas análises separadas das variáveis ambientais (R) e traços funcionais (Q), representados pelos dois primeiros eixos da RLQ

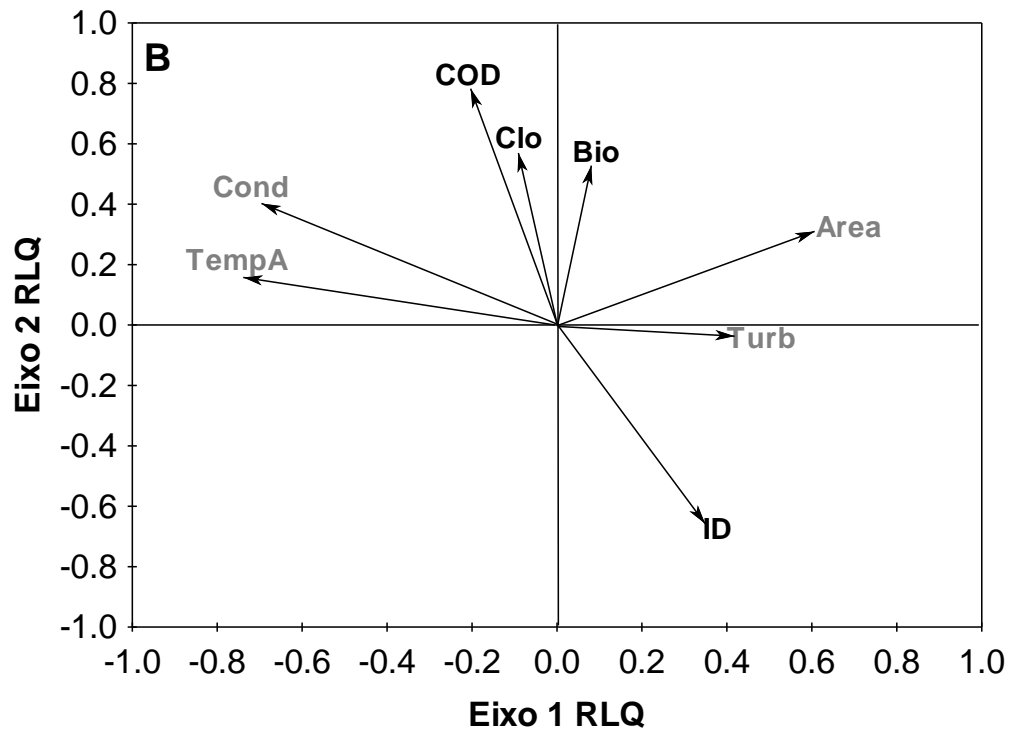
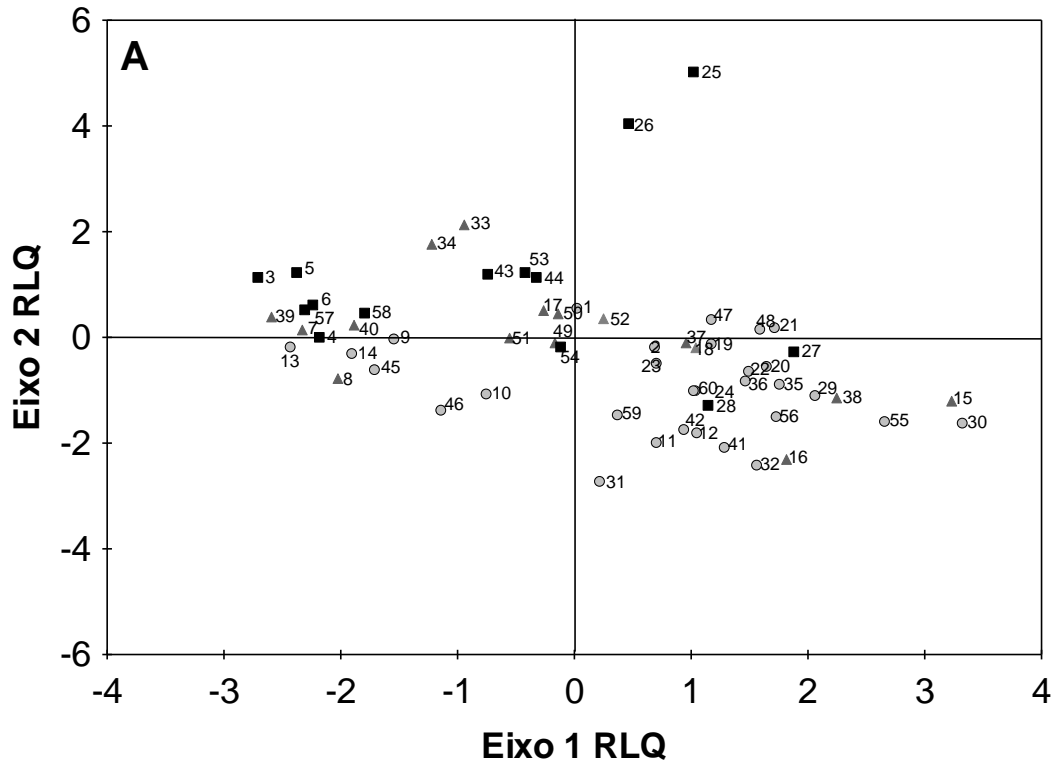
	RLQ Eixo 1	RLQ Eixo 2
Autovalor	0,94	0,28
Covariância	0,95	0,53
Correlação	0,36	0,24
Inércia projetada (%)	54,36	16,70
Inércia projetada acumulada (%)	54,36	71,06
R/RLQ	1,54	1,47
Q/RLQ	1,74	1,50

Os resultados da ordenação do primeiro e segundo eixo da RLQ, para os locais, mostrou forte correlação com a idade (Fig 7A). O lado positivo do primeiro eixo foi correlacionado com reservatórios mais antigos, tais como Mourão, Salto do Vau, Melissa, Santa Maria, Cavernoso e Foz do Chopim. Por outro lado, o lado positivo do segundo eixo foi relacionado com reservatórios recentes e de meia idade como Canoas 1 e 2, Rosana e Passaúna. O reservatório de Iraí (1 ano de idade), por sua vez, apresentou correlação positiva com o primeiro e segundo eixo da RLQ.

No eixo 1 da RLQ, a condutividade (Cond) e temperatura da água (TempA) foram plotadas no lado negativo, associadas com os traços tamanho médio (Med), presença de

espinho (CEsp) e comportamento críptico moderado (Mod) (Fig 7B e C; ver Apêndice C). Já para o no lado positivo do eixo 1 foram a turbidez (Turb) e área do reservatório (Area), relacionadas com os traços desova total (Dtotal), tamanho pequeno (Peq), com formato do corpo fusiforme (Fus) e comprimido (Comp) e baixo comportamento críptico (Bai). Variáveis ambientais locais, como clorofila (Clo), carbono orgânico dissolvido (COD) e biovolume (Bio) estavam associadas positivamente com o eixo 2 da RLQ. O traço funcional correlacionado positivamente com o eixo 2 foi bentopelágico (BPel). A variável ambiental relacionada negativamente com o eixo 2 da RLQ foi a idade (ID). Os traços funcionais relacionados negativamente com esse eixo foram: onívoro (Oni), desova parcelada (DPar), formato do corpo deprimido (Dep) e pelágico (Pel). Dessa forma, foi possível observar que a idade e as variáveis ambientais tiveram fortes relações com os traços funcionais das assembleias de peixe em reservatórios.

Os traços funcionais correlacionados positivamente com o primeiro eixo e negativamente com o segundo eixo da RLQ foram mais abundantes em reservatórios antigos, e estiveram relacionados a turbidez e idade. Em contrapartida, traços funcionais relacionados negativamente com o primeiro eixo e positivamente com o segundo foram mais abundantes em reservatórios recentes e de meia idade, pois estiveram relacionados com as variáveis que estiveram mais associadas com estas categorias de idades (ver item 3.2).



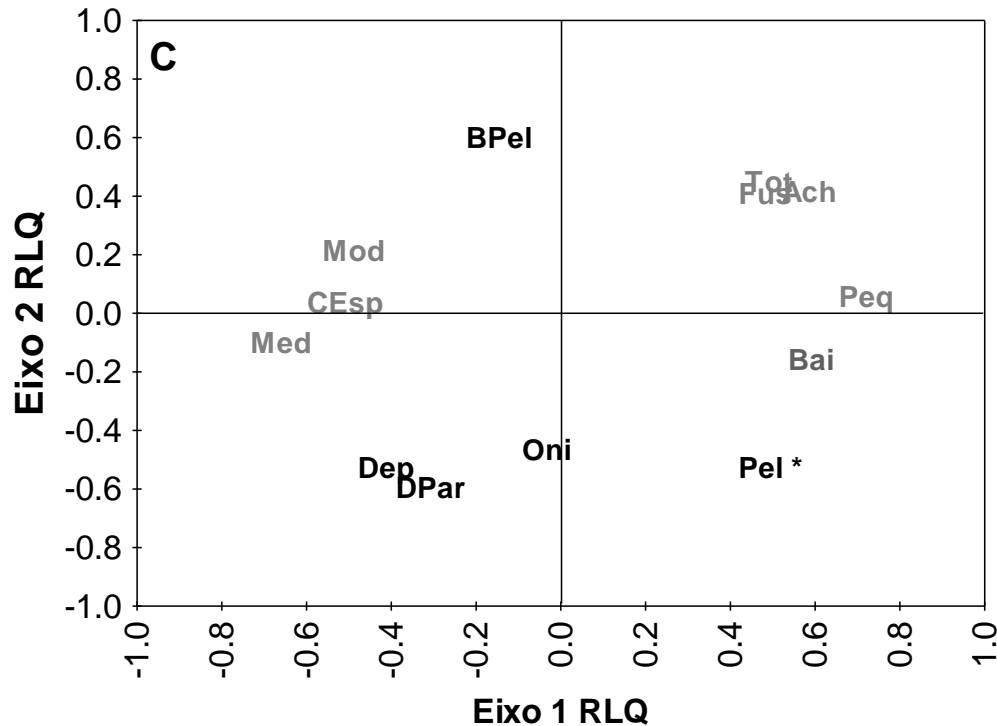


Fig 7 (A) Escores dos locais dos dois primeiros eixos da RLQ. O fator considerado foi a idade dos reservatórios. O círculo, quadrado e triângulo representam reservatórios antigos, meia-idade e recentes, respectivamente. Os números que acompanham os símbolos representam um dado reservatório em um dado mês (julho ou novembro): 1= alagados07, 2= alagados11, 3= canoasI07, 4= canoasI11, 5= canoasII07, 6= canoasIII11, 7= capivara07, 8= capivara11, 9= capivari07, 10= capivari11, 11= cavernoso07, 12= cavernoso11, 13= chavantes07, 14= chavantes11, 15= curucaca07, 16= curucaca11, 17= foz do areia07, 18= foz do areia11, 19= foz do chopim07, 20= foz do chopim11, 21= guaricana07, 22= guaricana11, 23= harmonia07, 24= harmonia11, 25= irai07, 26= irai11, 27= jordão07, 28= jordão11, 29= melissa07, 30= melissa11, 31= mourão07, 32= mourão11, 33= passaúna07, 34= passaúna11, 35= patos07, 36= patos11, 37= piraquara07, 38= piraquara11, 39= rosana07, 40= rosana11, 41= santa maria07, 42= santa maria11, 43= salto caxias07, 44= salto caxias11, 45= salto grande07, 46= salto grande11, 47= salto do meio07, 48= salto do meio11, 49= salto osório07, 50= salto osório11, 51= salto santiado07, 52= salto santiado11, 53= salto segredo07, 54= salto segredo11, 55= salto do vau07, 56= salto do vau11, 57= taquaruçu07, 58= taquaruçu11, 59= vossoroca07, 60= vossoroca11. Ordenação dos escores da análise **RLQ** das variáveis ambientais (**B**) e traços funcionais (**C**) das espécies de peixe dos reservatórios inseridos no estado do Paraná, Brasil. Foram plotadas apenas as variáveis ambientais e traços funcionais com valores de correlação com os eixos da RLQ maior ou igual a 0.5. Os traços funcionais e variáveis ambientais em cinza são aqueles correlacionados (positivamente ou negativamente) com o primeiro eixo. Os traços funcionais e variáveis ambientais em preto são aqueles correlacionados (positivamente ou negativamente) com o segundo eixo. O símbolo “*” significa que foi correlacionado com os dois eixos. Ver tabela 2 e 3 para ver as abreviações das variáveis ambientais e traços funcionais. Ver apêndice 1 para conferir os valores de correlação das variáveis ambientais e traços funcionais com o eixo 1 e 2 da **RLQ**.

4 DISCUSSÃO

Os resultados referentes a análise da composição funcional das assembleias de peixes de reservatórios de diferentes bacias hidrográficas mostraram uma forte influência de processos de mesoescala, ligados a características próprias de cada bacia hidrográfica, na estruturação das assembleias. Diferenças na composição funcional da bacia do rio Iguaçu e Litorânea com as demais já eram esperadas, visto que, trata-se de regiões biogeográficas que apresentam províncias ictiofaunísticas diferentes (Abel *et al.*, 2008). Porém, dentro de uma mesma região biogeográfica (*i.e.* Alto rio Paraná), a composição funcional das bacias do rio Paranapanema, Tibagi, Ivaí e Piquiri também apresentaram diferenças significativas (Fig 5). Portanto, a composição funcional da assembleia de peixe depende da origem das províncias ictiofaunísticas e também de filtros ligados as características ambientais próprias de cada bacia. Porém, apesar da abundância dos traços funcionais terem apresentado diferenças entre as bacias, a baixa correlação dos traços funcionais, com os dois primeiros eixos da PCoA (ver Apêndice A), indica que existe uma variância muito grande dos todos traços em todo espaço multidimensional, ou seja, todos os traços estão presentes em todas as bacias, porém em abundâncias diferentes.

De fato, estudos já relataram a influência de processos regionais, ligados a características próprias de cada bacia, na composição e estruturação da assembleia de peixe (Luiz *et al.*, 2003; Pool *et al.*, 2010). Porém, é importante ressaltar que processos locais como o envelhecimento, grau de trofia, características morfológicas e operacionais dos reservatórios também possuem efeitos sobre a assembleia de peixe (Agostinho *et al.*, 1999; Santos, 2016). Dessa forma, as variáveis ambientais de mesoescala (*i.e.* clima, topográfica e presença de barreiras geográficas da bacia) e microescala (*i.e.* características próprias do reservatório) parecem atuar como filtros ambientais, dispostos de forma hierárquica, sobre as assembleias de peixes (Matthews, 1998).

Em relação aos processos em microescala, os resultados evidenciaram certas tendências nas modificações das variáveis ambientais associadas a idade. Os reservatórios jovens e meia idade apresentaram maiores valores de pH, clorofila, biovolume, carbono orgânico dissolvido, condutividade e da temperatura anual média da água, quando comparados com reservatórios mais antigos. Dessa forma, ao longo do tempo, passado o período de *trophic upsurge* (Agostinho *et al.*, 2016), os reservatórios parecem se tornar

menos produtivos, caminhando assim para estados de oligotrofização. Esse fenômeno já foi relatado em outros estudos (Ney, 1996; Santos, 2016) e está relacionado com a diminuição da concentração de clorofila e biomassa de plantas (Ney, 1996) o que, conseqüentemente, leva a uma diminuição da concentração de carbono orgânico dissolvido e biovolume. Por sua vez, o alto valor de turbidez nos reservatórios mais antigos pode ser explicado pelo fato de alguns deles estarem localizados em rios de baixa ordem, sem nenhum reservatório a montante (e.g. reservatório de Melissa, Foz do Chopim, Patos e Santa Mari; ver Fig 1), o que faz com que eles recebam mais carga de sedimento. A relação oposta dos valores de turbidez, especialmente com as variáveis relacionadas com a produtividade (clorofila, carbono orgânico dissolvido e biovolume), no primeiro eixo da PCoA, indicam que não se trata de uma turbidez biogênica. Esse resultado contradiz, de certa maneira, a predição de eutrofização com o envelhecimento, descrita em Agostinho *et al.* (1999). Porém, os reservatórios aqui estudados tiveram idade máxima de 70 anos, o que pode subestimar a eutrofização. Ou, ainda, o fato de todos os reservatórios estudados terem como objetivo produzir eletricidade, o que resulta em renovação do volume de água, porém essa predição não foi verificada.

Os resultados da RLQ corroboraram a hipótese de que a idade (*i.e.* tempo cronológico) e as variáveis ambientais são fortes preditores para a determinação da composição funcional da assembleia de peixes em reservatórios recentes, meia idade e antigos. Foi possível observar a formação de dois grupos dentro do espaço multidimensional dos escores de locais da RLQ, o primeiro formado principalmente por reservatórios recentes e meia idade e o outro predominantemente por reservatórios antigos (ver Fig 7A para detalhes). Os traços funcionais mais abundantes em reservatórios recentes e de meia idade foram tamanho médio, presença de espinhos, preferência por habitats bentopelágicos e comportamento críptico moderado, que devem ter vantagens com a formação do reservatório e tem elevada abundância durante o *trophic upsurge* (Agostinho *et al.*, 2007, 2008, 2016). Em contrapartida, reservatórios mais antigos tiveram maior abundância de espécies onívoras, com desova parcelada e total, de pequeno porte, formato do corpo fusiforme, comprimido e deprimido e com preferência por zonas pelágicas. Esses traços funcionais, então, parecem fornecer maior possibilidade para manter populações viáveis de peixe em reservatórios em processo de envelhecimento.

Vale ressaltar que os traços funcionais relacionados estritamente com a turbidez, como espécies com desova total, de pequeno porte, formato do corpo fusiforme e comprimido e baixo comportamento críptico foram mais abundantes em reservatórios antigos, localizados em rios de baixa ordem, sem nenhum reservatório a montante. A combinação dessas características ambientais pode ter influenciado, por exemplo, a presença de espécies com desova total e corpo fusiforme, características normalmente associadas a espécies migradoras (Godinho *et al.*, 2010; Brenda *et al.*, 2005). As regiões livres a montante permitem que algumas espécies migrem para se reproduzir, oferecendo-lhes a oportunidade de completar seu ciclo de vida. Por outro lado, já foi previsto o aumento de espécies de pequeno porte em reservatórios ao longo do tempo (Agostinho *et al.*, 1999), pois essa característica está associada às espécies oportunistas (alta fecundidade, baixa longevidade), que possuem sucesso na colonização de ambientes com perturbações constantes e imprevisíveis (oportunistas; *sensu* Winemiller, 1989). Os resultados corroboram aos achados anteriormente, os quais observaram aumento de espécies oportunistas ao longo do tempo em reservatórios (Agostinho *et al.*, 1999; Gomes & Miranda, 2001; Liew *et al.*, 2016; Santos, 2016).

Pelo fato de existirem poucas espécies pré-adaptadas a ambientes lacustres na região neotropical, aquelas que apresentam traços funcionais que lhe oferecem maior plasticidade são beneficiadas (Gomes & Miranda, 2001; Agostinho *et al.*, 2008; Agostinho *et al.*, 2016). Isso explica a seleção do traço onívoria pela idade. Ela foi classificada como traço efeito e resposta, pois assim como a nova configuração do ambiente pode favorecer as espécies que apresentem esse traço, ela também pode influenciar processos ecossistêmicos (e.g. cadeia alimentar). Em ambientes naturais, a onivoria é, provavelmente, uma resposta adaptativa as variações sazonais do nível da água, que altera a disponibilidade de recursos alimentares durante o período de seca e cheia (Winemiller, 1990), conferindo as espécies maior plasticidade alimentar. Dessa forma, ambientes represados que passam por perturbações frequentes (*i.e.* variações do nível da água) favorecem o estabelecimento dessas espécies, pois estas possuem vantagens adaptativas em detrimento das espécies que possuem alimentação mais especializada (Jepsen & Winemiller, 2002). Comumente, teias tróficas que possuem espécies onívoras são menos estáveis do que aquelas com espécies mais especialistas (Jepsen & Winemiller, 2002), indicando que reservatórios mais antigos, por

possuírem baixa interdependência entre as espécies (*i.e.* baixa especialização trófica), devem possuir baixa estabilidade biótica (Wetzel, 1990).

Outro traço selecionado pela idade, que pode oferecer maior plasticidade para as espécies de peixes, é a desova parcelada. Tal traço pode representar maior probabilidade de sucesso no recrutamento de juvenis, uma vez que os reservatórios representam ambientes com perturbações constantes e imprevisíveis, e o local e instante o qual ocorre a desova pode ser determinante para o sucesso reprodutivo da espécie. Traços reprodutivos são considerados mais conservativos e são determinantes para o sucesso no estabelecimento e estruturação das espécies de peixe no ambiente (Agostinho *et al.*, 2016). Ainda, comparações entre espécies de ambientes lênticos e lóticos mostram que a desova parcelada é característica de espécies lênticas (Godinho *et al.*, 2010) e, portanto, esse traço é muito importante a sustentação das populações das espécies de peixe em reservatórios.

Apesar do traço preferência por habitats pelágicos não representar uma característica plástica, acredita-se que sua seleção ao longo do processo de envelhecimento esteja associada a estratificação térmica e presença de camadas anóxicas em regiões mais profundas do reservatório (Agostinho *et al.*, 1999), que faz com que o ambiente não seja propício para espécies bentopelágicas e demersais. Uma das principais características de espécies pelágicas são suas cadeias alimentares curtas, alta fecundidade e baixa longevidade (Gomes e Miranda, 2001) podendo ser classificadas também como espécies oportunistas (Winemiller, 1989).

Os traços funcionais relacionados positivamente com reservatórios recentes e meia idade foram espécies de tamanho médio, com espinho e com preferência por habitats bentopelágicos e com comportamento críptico moderado. Nas primeiras décadas após a construção da barragem o ambiente represado passa por uma fase de alta produtividade (*i.e.* *trophic upsurge*; Kimmel *et al.*, 1990) e posterior redução dos nutrientes (Agostinho *et al.*, 2016), o que foi possível observar nos nossos resultados (ver Fig 6B). A presença de espécies de médio porte nessas fases pode estar relacionada a maior produtividade do sistema (*i.e.* mais energia disponível), uma vez que espécies maiores estão posicionadas em níveis tróficos superiores. Por outro lado, traços funcionais como comportamento críptico moderado e presença de espinhos caracterizam traços resposta relacionados a otimização de predação e/ou defesa contra predadores (Table S5 em Winemiller *et al.*, 2015). Nessa fase, como existe

grande proliferação de espécies de todos os níveis tróficos a competição entre elas pode aumentar (Kimmel & Groeger, 1986). Dessa forma, aquelas espécies que desenvolvem mecanismos de defesa e otimização de predação são beneficiadas.

Assim, os resultados sugerem que a composição funcional da ictiofauna de reservatórios passa por filtros ambientais dispostos hierarquicamente, sendo influenciada primeiramente pelas características próprias de cada bacia. A nova configuração ambiental imposta pelo reservatório, por sua vez, seleciona, do *pool* de espécies, aquelas menos dependentes da dinâmica característica de ambientes lóticos. A influência do filtro ambiental torna-se mais evidente com o envelhecimento do reservatório, e a ação do processo de envelhecimento parece afetar a composição dos traços funcionais da assembleia de peixe de duas formas: i) através do efeito do tempo cronológico em si, ligados a mudanças na dinâmica do rio, onde espécies com traços funcionais mais adaptados a ambientes semi-lênticos vão persistir ao longo dos anos; ii) através do efeito das mudanças limnológicas sobre as assembleias de peixes, pois ao longo do tempo os reservatórios parecem estar em processo de mudança no grau de trofia (Fig 8). Apesar de já existir previsões a respeito de padrões na composição das assembleias peixes ao longo do processo de envelhecimento em reservatórios (Agostinho *et al.*, 1999), esses padrões nunca haviam sido testados, tornando os resultados aqui apresentados importantes para se entender os impactos de longo prazo desses empreendimentos.

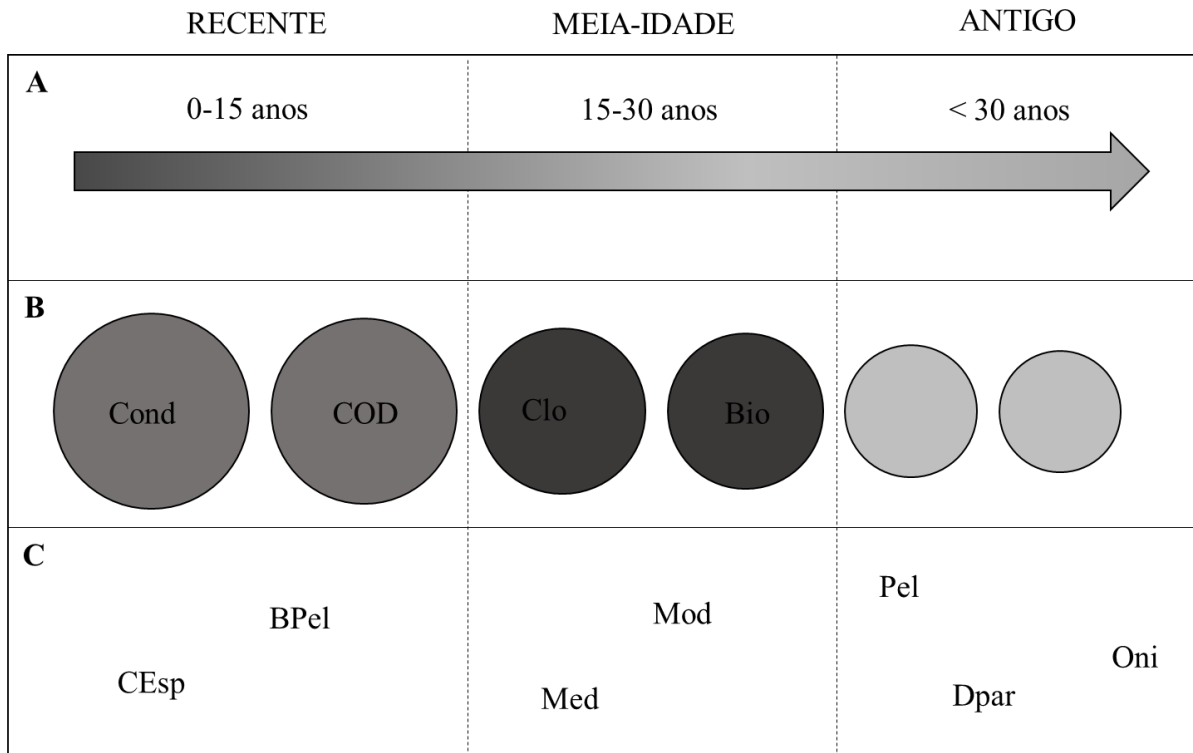


Fig 8 A ação da idade parece afetar a composição dos traços funcionais da assembleia de peixe de duas formas: **A)** através do efeito do tempo cronológico em si; **B)** através do efeito das mudanças limnológicas sobre a assembleia de peixe. Os tons de cinza (**B**) representam maiores valores das variáveis limnológicas e de produtividade (reservatórios recentes e meia idade possuem maiores concentrações do que reservatórios antigos). Esses dois efeitos culminam na composição funcional diferentes entre reservatórios mais recentes e antigos. Reservatórios recentes e meia idade que possuem maiores valores de condutividade (Cond), clorofila (Clo), carbono orgânico dissolvido (COD), temperatura da água (TempA) e Biovolume (Bio) são compostos por espécies de tamanho médio (Med), com espinho (CEsp), bentopelágicas (BPel) e comportamento críptico moderado (Mod). Reservatórios mais antigos foram compostos por espécies onívoras (Oni), com desova parcelada (Dpar), pequenas (Peq) e pelágicas (Pel).

REFERÊNCIAS

- Abell, R., M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S.C. Balderas, W. Bussing, M.L.J. Stiassny, P. Skelton, R.G. Allen, P. Unmack, A. Naseka, N.G. Rebecca, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J.V. Higgins, T.J. Heibel, E. Wikramanayane, D. Olson, H.L. López, E.R. Reis, J.G. Lundberg, M.H.S. Pérez & P. Petry, 2008. Freshwater Ecoregions of the world: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58(5):403-414.
- Abdi H., & L.J. Williams, 2010. Principal component analysis. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*, 2(4): 433-459.
- Agostinho A.A., H.F. Jr. Júlio, 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: Lowe McConnel R.H. (ed), *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução: Anna

- Emília A. de M. Vazzoler, Angelo Antônio Agostinho, Patrícia T.M. Cunningham. EDUSP, São Paulo SP: 374-400.
- Agostinho A.A., L.E. Miranda, L.M. Bini, L.C. Gomes, S.M. Thomaz & H.I. Suzuki, 1999b. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: Tundisi J.G., M. Straskraba (eds), *Theoretical Reservoir Ecology and its applications*. Leiden: Backhuys Publishers, Rio de Janeiro RJ: 227-265.
- Agostinho A.A., S.M. Thomaz, C.V. Minte-Vera & K.O. Winemiller, 2000. Biodiversity in the high Paraná river floodplain. In: Gopal B., W.J. Junk, J.A. Davis (eds), *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys: 89-118.
- Agostinho, A.A., L.C. Gomes & F.M. Pelicice, 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. EDUEM, Maringa PR.
- Agostinho, A.A., F.M. Pelicice & L.C. Gomes, 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68:1119–1132.
- Agostinho, A.A., L.C. Gomes, N.C.L. Santos, J.C.G. Ortega & F.M. Pelicice, 2016. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. *Fisheries Research*, 173(1):26-36.
- Anderson, M.J., K.E. Ellingsen & B.H. McArdle, 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters*, 9:683-693.
- Anderson, M.J., R.N. Gorley & K.R. Clarke, 2008. *PERMANOVA+ for Prime: Guide to Software and Statistical Methods*. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Antonio, R.R., A.A. Agostinho, F.M. Pelicice, D. Bailly, E.K. Okada & J.H.P. Dias, 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology*, 5:177-184.
- Borcard, D., F. Gillet & P. Legendre, (2011). *Numerical Ecology with R. Use R!* New York Dordrecht London Heidelberg: Springer.
- Breda, L., E.F. Oliveira & E. Goulart, 2008. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 27(4): 371-381.
- Bunn, S.E. & A.H. Arthington, 2002. Basic principles and consequences of altered hydrological regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, 30:492-507.
- Burges, W.E., 1989. *An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminar survey of the Siluriformes*. Neptune City, NJ: T.F.H. Publications.
- Cavender, T.M. & M.M. Coburn, 1992. Phylogenetic relationships of North American Cyprinidae. In: Mayden R.L. (eds), *Systematics, historical ecology, and North American freshwater fishes*. Standford University Press, Standford CA: 293-327.
- Clarke, K.R. & R.N. Gorley, 2006. *PRIMER Version 6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth, UK.
- Dolédéc, S., D. Chessel, C.J.F. Braak & S. Champely, 1996. Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics* 3:143–166.

- Fattorini, M. & S. Halle, 2004. The dynamic environmental filter model: How do filtering effects change in assembling communities after disturbance. In: Temperton V.M., R.J. Hobbs, T. Nuttle & S. Halle (ed), *Assembly rules and restoration ecology*. Island Press, Washington, DC: 96-114.
- Fernando, C.H. & J. Holčík, 1982. The nature of fish communities: a factor influencing the fishery potential of tropical lakes and reservoirs. *Hydrobiologia*, 97:127–140.
- Fernando, C.H. & J. Holcik, 1991. Fish in reservoirs. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 76(2): 149-167.
- Godinho, A.L., I.R. Lamas & H.P. Godinho, 2010. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 87: 143-162.
- Gomes, L.C. & L.E. Miranda, 2001. Riverine characteristics dictate composition of fishassemblages and limit fisheries in reservoirs of the upper Paraná River basin. *Regulated Rivers*, 17:67–76.
- Greenacre, M.J., 1984. *Theory and applications of correspondence analysis*.
- Gubiani, E.A., R. Angelini, L.C.G. Vieira, L.C. Gomes, A.A. Agostinho, 2011. Trophic models in Neotropical reservoirs: Testing hypotheses on the relationship between aging and maturity. *Ecological Modelling*, 222: 3838-3848.
- Harris, G., 1999. This is not the end of limnology (or of Science): the world may well be a lot simpler than we think. *Freshwater Biology*, 42:689-706.
- Havel, J.E., C.E. Lee & M.J. Vander Zanden, 2005. Do reservoirs facilitate invasions into landscapes?. *BioScience*, 55(6):518-525.
- Jepsen, D.B. & K.O. Winemiller, 2002. Structure of tropical river food webs revealed by stable isotope ratios. *Oikos* 96: 46-55.
- Junk, W.L., P.B. Baylay & R.E. Sparks, 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106:110-127.
- Kimmel, B.L. & A.W. Groeger, 1986. Limnological and Ecological changes associated with reservoir aging. In: Hall G.E., M.J. Van Den Avyle (eds), *Reservoir fisheries management: strategies for the 80's*. Proceedings of a Symposium held in Lexington, Kentucky June 13-16, 1983. Bethesda, Maryland: Reservoir Committee, Southern Division, American Fisheries Society: 103-109.
- Kimmel, B.L., O.T. Lind & L.J. Paulson, 1990. Reservoir primary production. In: Thornton K.W., B.L. Kimmel, F.E. Payne (eds), *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York: J. Wiley & Sons: 133-194.
- Kubecka, J., 1993. Succession of fish communities in reservoir of Central and Eastern Europe. In: Straskraba, M., J.G. Tundisi, A. Duncan (eds), *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Dordrech: Kluwer Academic Publishers: 153-168.
- Liew, J.H., H.H. Tan & D.C.J. Yea, 2016. Dammed rivers: impoudments facilitate fish invasions. *Freshwater Biology*, 61:1421-1429.

- Luiz, E.A., L.C. Gomes, A.A. Agostinho & C.K. Bull, 2003. Influencia de processos locais e regionais nas assembleias de peixes em reservatórios do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Science*, 25(1): 107-114.
- Matthews, W.J., 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall.
- McArdle, B.H & M.J. Anderson, 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82:290-297.
- Mims, M.C. & J.D. Olden, 2012. Life history theory predicts fish assemblage response to hydrologic regimes. *Ecology*, 93(1):35-45.
- Miranda, L.E. & R.M. Krogman, 2015. Functional age as an indicator of reservoir senescence. *Fisheries*, 40(4):170-176.
- Ney, J.J., 1996. Oligotrophication and its discontents: effects of reduced nutrient loading on reservoir fisheries. *American Fisheries Society Symposium*, 16:285-295.
- Pelicice, F.M., O.S. Pompeu & A.A. Agostinho, 2015. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fisheries*, 16:697-715.
- Pillar, V.D., L.D.S. Duarte, E.E. Sosinski & F. Joner, 2009. Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. *Journal of Vegetation Science*, 20: 334–348.
- Poff, N.L., J.D. Olden, D.M. Merritt & D.M. Pepin, 2007. Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104:5732–5737.
- Poff, N.L., J.D. Olden, N.K.M. Vieira, D.S. Finn, M.P. Simmons & B.C. Kondratieff, 2006. Functional trait niches of North American lotic insects: traits-based ecological applications in light of phylogenetic relationships. *Journal of the American Benthological Society*, 25(4):730-755
- Pool, T.K., J.D. Olden, J.B. Whittler & C.P. Paukert, 2010. Environmental drivers of fish functional diversity and composition in the lower Colorado river Basin. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 67:1791-1807.
- Rosada, B.H.P., A.T.C. Dias & E.A. Mattos, 2013. Going Back to Basics: Importance of Ecophysiology when Choosing Functional Traits for Studying Communities and Ecosystems. *Natureza e Conservação*, 11(1):15-22.
- Reis, R.E., S.O. Kullander & C.J. Ferraris, 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Singler, W.E. & J.W. Singler, 1987. *Fishes of the great basin: a natural history*. Illustrated by Sophie Sheppard and Jim Morgan. Reno: University of Nevada Press, 1987. 425p.
- Southwood, T.R.E., 1977. Habitat, the template for ecological strategies? *Journal of Animal Ecology*, 46:337–365
- Webb, C.T., J.A. Hoeting, G.M. Ames, M.I. Pyne & N.L. Poff, 2010. A structured and dynamic framework to advance traits-based theory and prediction in ecology. *Ecology Letters*, 13:267-283.

- Webb, C.T., K.A. Miller, E.L. King, S.C. Little, M.J. Stewardson, J.K.H. Zimmerman & Poff N.L., 2013. Squeezing the most out of existing literature: a systematic re-analysis of published evidence on ecological responses to altered flows. *Freshwater Biology*, 58:2439–2451.
- Webster, J.R., J.B. Waide & B.C. Patten, 1975. Nutrient recycling and the stability of ecosystems. In *Mineral Cycling in Southeastern Ecosystems; Proceedings of a Symposium*.
- Wetzel, R.G., 1990. Reservoir ecosystems conclusion and speculation. In: Thornton KW, Kimmel BL, Payne FE (Ed.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York; J. Wiley & Sons, 1990, cap.9, p. 227-238.
- Winemiller, K.O., 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81:225-241.
- Winemiller, K.O., 1990. Spatial and Temporal Variation in Tropical Fish Trophic Networks. *Ecological Monographs*, 60:331-367.
- Winemiller, K.O. & K.A. Rose, 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49:2196-2218.
- Winemiller, K.O., D.B. Fitzgerald, L.M. Bower & E.R. Pianka, 2015. Functional traits, convergent evolution, and periodic tables of niches. *Ecology Letters*, 18:737-751.

APÊNDICE A – Valores das correlações de Spearman entre os traços funcionais das espécies de peixe e os eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Os valores em **negrito** correspondem a correlações significativas ($p < 0.05$)

Traços Funcionais	PCoA 1	PCoA 2
Detritivora	-0,0330	-0,1631
Insetivora	0,0354	-0,0111
Invertivora	-0,1676	0,1013
Onivora	0,4060	0,1324
Piscivora	-0,0356	0,1693
Bentopelágica	-0,1634	-0,1096
Demersal	0,0247	0,0072
Pelágica	0,1629	0,1355
Espinho	-0,0159	0,0485
Fecundação externa	-0,1002	0,2957
Fecundação interna	0,1002	-0,2957
Cuidado parental	-0,0747	0,0952
Contínua	-0,0460	0,0068
Parcelada	0,2191	0,2601
Total	-0,0788	-0,3411
Migração	0,0224	0,0814
Baixo	-0,0893	-0,1066
Moderado	0,1003	0,1120
Moderado/Extremo	-0,0922	-0,1282
Extremo	-0,0810	0,0102
Pequeno	-0,0631	0,0317
Médio	-0,0154	-0,0835
Grande	-0,0510	0,0423
Fusifforme	0,0198	-0,3073
Achatado	0,0694	-0,1995
Comprimido	-0,0835	-0,3114
Cilindrico	-0,1896	0,1452
Deprimido	-0,0231	0,3036
Curto	0,0578	-0,0651

APÊNDICE B - Valores das correlações de Spearman entre as variáveis limnológicas dos reservatórios e os eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA), Os valores em **negrito** correspondem a correlações significativas ($p < 0,05$)

Variáveis Limnológicas	PCoA 1	PCoA 2
pH	0,698	-0,331
Condutividade	0,525	-0,780
Alcalinidade	0,371	-0,577
Turbidez	-0,526	-0,055
Fósforo total	-0,113	-0,499
Ortofosfato	-0,414	-0,444
NO ₃	-0,390	-0,235
NH ₄	-0,253	-0,195
Clorofila	0,784	0,088
Carbono orgânico dissolvido	0,549	-0,071
PO ₄	-0,480	-0,259
Temperatura da água	0,531	-0,223
Biovolume	0,680	0,050

APÊNDICE C - Resumo das variáveis ambientais (A) e traços (B) mais importantes associadas de forma positiva e negativa (em negrito) na RLQ parcial para o conjunto de bacias hidrográficas analisadas, Foram interpretadas as variáveis com correlações maior ou igual a 0,50 e menor ou igual a -0,50.

	RLQ Axes 1	RLQ Axes 2
A) Variáveis Ambientais		
Oxigênio Dissolvido	-0,310	0,292
Condutividade	-0,720	0,458
Alcalinidade	0,325	0,325
Turbidez	0,481	-0,038
Fósforo total	0,294	0,421
Ortofosfato	0,037	0,342
NO ₃	-0,126	-0,170
NH ₄	0,033	0,211
Clorofila	-0,092	0,621
Carbono orgânico dissolvido	-0,211	0,832
PO ₄	0,116	0,136
Idade	0,379	-0,672
Área alagada	0,688	0,327
Temperatura da água	-0,755	0,219
Biovolume	0,091	0,578
B) Traços funcionais		
Detritivora	0,114	0,404
Insetivora	0,040	-0,008
Invertivira	-0,210	0,069
Onivora	-0,035	-0,463
Piscivora	-0,348	-0,101
Bentopelágica	-0,146	0,602
Demersal	-0,444	-0,080
Pelágica	0,495	-0,527
Espinho	-0,509	0,036
Fecundação externa	0,087	0,165
Fecundação interna	-0,087	-0,165
Cuidado parental	-0,383	-0,108
Contínua	-0,161	-0,019
Parcelada	-0,306	-0,594
Total	0,491	0,451
Migração	-0,431	-0,069
Baixo	0,588	-0,159
Moderado	-0,491	0,216
Moderado/Extremo	-0,220	0,056
Extremo	-0,204	-0,135
Pequeno	0,719	0,061
Médio	-0,662	-0,098
Grande	-0,263	0,025
Fusiforme	0,483	0,410
Achatado	-0,231	0,109
Comprimido	0,587	0,415
Cilindrico	-0,111	-0,154
Deprimido	-0,412	-0,526
Curto	-0,100	0,248

APÊNDICE D1 - Traços funcionais das espécies de peixe da bacia do rio Paranapanema, Tibabi, Ivaí, Pirquiri, Iguazu e Litorânea, Pis = Piscívoro; Det = Detritívoro; Ins = Insetívoro; Oni = Onívoro; Inv = Invertívoro; Her = Herbívoro; CCP = com cuidado parental; Fe = Fecundação externa; Fi = Fecundação interna; Dtot = Desova total; Dpar = Desova parcelada; Dcon = Desova contínua; Mig = Migração; Peq = Tamanho pequeno; Med = Tamanho médio; Gran = Tamanho grande; Consultar referências no Apêndice E (Continua)

Espécies	Traços funcionais															
	Pis	Det	Ins	Oni	Inv	Her	CCP	Fe	Fi	Dtot	Dpar	Dcon	Mig	Peq	Med	Gran
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	X							X			X				X	
<i>Ageneiosus</i> sp.					X		X		X	X				X	X	
<i>Apareiodon affinis</i>		X						X			X			X	X	
<i>Apareiodon ibitiensis</i>		X						X			X			X	X	
<i>Apareiodon piracicabae</i>		X						X			X			X	X	
<i>Apareiodon vittatus</i>		X						X			X			X	X	
<i>Aphyocharax anisitsi</i>					X			X			X			X	X	
<i>Aphyocharax dentatus</i>			X					X			X			X	X	
<i>Apteronotus ellisi</i>			X				X	X								X
<i>Astronotus ocellatus</i>	X						X	X			X					X
<i>Astyanax altiparanae</i>				X				X			X				X	
<i>Astyanax bifasciatus</i>						X		X		X				X	X	
<i>Astyanax bimaculatus</i>						X		X		X				X	X	
<i>Astyanax dissimilis</i>						X		X		X				X	X	
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>						X		X		X				X	X	
<i>Astyanax fasciatus</i>				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax gymnodontus</i>			X					X		X				X	X	
<i>Astyanax gymnogenys</i>					X			X		X				X	X	
<i>Astyanax laticeps</i>			X					X		X				X	X	
<i>Astyanax minor</i>		X						X		X				X	X	
<i>Astyanax scabripinnis paranae</i>		X						X			X			X	X	
<i>Astyanax serratus</i>				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.1				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.2				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.3				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.h				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.i				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.l				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.m				X				X		X				X	X	
<i>Astyanax</i> sp.n				X				X		X				X	X	
<i>Auchenipterus osteomystax</i>			X				X		X		X					X
<i>Bryconamericus iheringii</i>		X						X			X			X	X	
<i>Bryconamericus</i> sp.a		X						X			X			X	X	
<i>Bryconamericus</i> sp.b		X						X			X			X	X	
<i>Bryconamericus</i> sp.c			X					X			X			X	X	
<i>Bryconamericus</i> sp.d			X					X			X			X	X	
<i>Bryconamericus stramineus</i>			X					X		X				X	X	
<i>Callichthys callichthys</i>			X				X	X		X				X	X	
<i>Characidium</i> sp.					X			X			X			X	X	
<i>Cichla monoculus</i>	X						X	X		X						X
<i>Cichlasoma</i> cf. <i>facetum</i>				X			X	X			X			X		
<i>Clarias gariepinus</i>	X							X								X
<i>Colossoma macropomum</i>				X				X		X			X		X	X
<i>Corydoras</i> aff. <i>paleatus</i>					X			X						X		
<i>Corydoras</i> sp.			X				X	X						X		
<i>Corydoras</i> sp1			X				X	X						X		
<i>Crenichla</i> sp2	X						X	X		X				X		
<i>Crenichla britskii</i>			X				X	X		X			X	X		
<i>Crenichla iguassuensis</i>	X						X	X		X				X		
<i>Crenichla jaguarensis</i>				X			X	X		X				X		
<i>Crenichla niederleini</i>			X				X	X		X				X		
<i>Ctenopharyngodon idella</i>						X		X			X		X		X	
<i>Cyphocharax modestus</i>		X						X		X				X		
<i>Cyprinus carpio</i>				X				X			X				X	
<i>Deuterodon iguape</i>				X				X								
<i>Deuterodon</i> sp.a			X					X								
<i>Eigenmannia</i> sp.			X					X				X			X	

APÊNDICE D1 - Continuação

Espécies	Traços funcionais															
	Pis	Det	Ins	Oni	Inv	Her	CCP	Fe	Fi	Dtot	Dpar	Dcon	Mig	Peg	Med	Gran
<i>Galeocharax knerii</i>	X							X				X			X	
<i>Geophagus brasiliensis</i>					X		X	X						X		
<i>Glanidium ribeiroi</i>				X			X		X					X		
<i>Gymnotus carapo</i>					X		X	X		X					X	
<i>Gymnotus sylvius</i>					X		X	X		X					X	
<i>Hemigrammus marginatus</i>			X					X			X			X		
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>	X						X	X			X				X	
<i>Hoplias lacerdae</i>	X						X	X			X				X	
<i>Hoplosternum littorale</i>					X		X	X			X			X		
<i>Hyphessobrycon eques</i>			X					X		X				X		
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>			X					X			X		X		X	
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>			X					X			X		X		X	
<i>Hypophthalmus oreomaculatus</i>					X			X			X					X
<i>Hypostomus ancistroides</i>		X					X	X		X				X		
<i>Hypostomus cf. aspilogaster</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus cf. auroguttatus</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus commersoni</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus derbyi</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus hermanni</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus margaritifer</i>		X					X		X	X					X	
<i>Hypostomus myersi</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>		X					X	X		X			X		X	
<i>Hypostomus regani</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus sp.1</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus sp.</i>		X					X	X		X					X	
<i>Hypostomus strigaticeps</i>		X					X	X		X			X		X	
<i>Ictalurus punctatus</i>	X						X	X			X				X	
<i>Iheringichthys labrosus</i>					X			X			X				X	
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>					X			X			X			X		
<i>Leporinus friderici</i>			X					X		X					X	
<i>Leporinus lacustris</i>			X					X			X				X	
<i>Leporinus macrocephalus</i>			X					X		X			X			X
<i>Leporinus octofasciatus</i>			X					X		X				X		
<i>Leporinus piavussu</i>			X					X		X			X		X	
<i>Leporinus sp.1</i>			X					X		X				X		
<i>Leporinus sp.2</i>			X					X		X				X		
<i>Leporelus vittatus</i>			X					X		X					X	
<i>Loricaria proluxa</i>						X	X	X			X				X	
<i>Loricaria sp.</i>		X					X	X			X				X	
<i>Loricariichthys platymetopon</i>		X					X	X			X				X	
<i>Megalancistrus parananus</i>		X					X	X		X					X	
<i>Metynniscus maculatus</i>								X		X				X		
<i>Micropterus salmoides</i>	X						X	X			X			X		X
<i>Mimagoniates microlepis</i>			X				X		X					X		
<i>Moenkhausia intermedia</i>					X			X			X			X		
<i>Odontesthes bonariensis</i>					X			X						X		
<i>Odontostilbe sp.</i>								X								
<i>Oligosarcus longirostris</i>	X							X							X	
<i>Oligosarcus paranensis</i>	X							X						X		
<i>Oreochromis niloticus</i>					X		X	X			X				X	
<i>Phalloceros harpagos</i>				X			X		X		X			X		
<i>Piaractus mesopotamicus</i>								X		X			X			X
<i>Pimelodella sp.</i>			X					X		X				X		
<i>Pimelodus maculatus</i>				X				X			X		X		X	
<i>Pimelodus microstoma</i>				X				X		X				X		
<i>Pimelodus ornatus</i>				X				X		X			X		X	
<i>Pimelodus ortmanni</i>				X				X		X				X		
<i>Pimelodus sp.</i>				X				X		X				X		
<i>Pinirampus pinirampu</i>	X							X		X			X			X
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X							X			X				X	
<i>Prochilodus lineatus</i>		X						X		X			X			X
<i>Psalidodon gymnodontus</i>			X					X								
<i>Pterodoras granulosus</i>				X				X			X		X			X
<i>Rhamdia branneri</i>	X							X			X				X	
<i>Rhamdia quelen</i>	X							X			X				X	
<i>Rhamdia voulezi</i>	X							X			X				X	

APÊNDICE D1 - Continuação

Espécies	Traços funcionais															
	Pis	Det	Ins	Oni	Inv	Her	CCP	Fe	Fi	Dtot	Dpar	Dcon	Mig	Peq	Med	Gran
<i>Rhamphichthys rostratus</i>			X				X	X			X					X
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	X							X		X			X			X
<i>Rhinelepis aspera</i>		X						X		X			X		X	
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>					X			X						X		
<i>Rineloricaria sp.</i>		X					X	X						X		
<i>Roeboides descalvadensis</i>			X					X			X			X		
<i>Salminus maxilloso</i>	X							X		X			X			X
<i>Satanoperca sp.</i>		X					X	X			X				X	
<i>Schizodon borellii</i>						X		X		X					X	
<i>Schizodon nasutus</i>						X		X		X					X	
<i>Serrasalmus marginatus</i>	X						X	X			X				X	
<i>Serrasalmus maculatus</i>	X						X	X			X				X	
<i>Serrasalmus sp.</i>	X							X					X		X	
<i>Steindachnerina brevipinna</i>		X						X		X				X		
<i>Sternopygus macrurus</i>			X				X	X			X					X
<i>Tatia neivai</i>			X				X		X					X		
<i>Tatia sp.</i>					X		X		X					X		
<i>Tilapia rendalli</i>			X				X	X							X	
<i>Trachelyopterus galeatus</i>				X			X		X					X		
<i>Triporthus signatus</i>			X					X						X		
<i>Rhamphichthys rostratus</i>			X				X	X			X					X
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	X							X		X			X			X
<i>Rhinelepis aspera</i>		X						X		X			X		X	
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>					X			X						X		
<i>Rineloricaria sp.</i>		X					X	X						X		
<i>Roeboides descalvadensis</i>			X					X			X			X		
<i>Salminus maxilloso</i>	X							X		X			X			X
<i>Satanoperca sp.</i>		X					X	X			X				X	
<i>Schizodon borellii</i>						X		X		X					X	
<i>Schizodon nasutus</i>						X		X		X					X	
<i>Serrasalmus marginatus</i>	X						X	X			X				X	
<i>Serrasalmus maculatus</i>	X						X	X			X				X	
<i>Serrasalmus sp.</i>	X							X					X		X	
<i>Steindachnerina brevipinna</i>		X						X		X				X		
<i>Sternopygus macrurus</i>			X				X	X			X					X
<i>Tatia neivai</i>			X				X		X					X		
<i>Tatia sp.</i>					X		X		X					X		
<i>Tilapia rendalli</i>			X				X	X							X	
<i>Trachelyopterus galeatus</i>				X			X		X					X		
<i>Triporthus signatus</i>			X					X						X		

APÊNDICE D2 - Traços funcionais das espécies de peixe da bacia do rio Paranapanema, Tibabi, Ivaí, Piriquiri, Iguaçu e Litorânea; Cesp = Com espinho; Fus = Fusiforme; Dep = Deprimido; Cil, = Cilindrico; Cur = Curto; Ach = Achatado; Com = Comprimido; BPel = Bentopelágico; Pel = Pelágico; Dem = Demersal; Bai = Baixo; Mod = Moderado; Mext = Moderado/Ext; Ext= Extremo Consultar referências no Apêndice E; Consultar referências no Apêndice E (Continua)

Espécies	Traços funcionais													
	Cesp	Fus	Dep	Cil	Cur	Ach	Com	Bpel	Pel	Dem	Bai	Mod	Mext	Ext
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>		X						X			X			
<i>Ageneiosus</i> sp.	X	X	X						X		X			
<i>Apareiodon affinis</i>		X						X			X			
<i>Apareiodon ibitiensis</i>		X						X				X		
<i>Apareiodon piracicabae</i>		X						X						X
<i>Apareiodon vittatus</i>		X						X				X		
<i>Aphyocharax anisitsi</i>		X						X				X		
<i>Aphyocharax dentatus</i>		X						X				X		
<i>Apteronotus ellisi</i>		X					X	X			X			
<i>Astronotus ocellatus</i>	X		X				X	X			X			
<i>Astyanax altiparanae</i>			X						X		X			
<i>Astyanax bifasciatus</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax bimaculatus</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax dissimilis</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax fasciatus</i>		X							X		X			
<i>Astyanax gymnodontus</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax gymnogenys</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax laticeps</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax minor</i>		X					X	X			X			
<i>Astyanax scabripinnis paranae</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax serratus</i>		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.1		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.2		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.3		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.h		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.i		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.l		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.m		X					X		X		X			
<i>Astyanax</i> sp.n		X							X		X			
<i>Auchenipterus osteomystax</i>			X						X		X			
<i>Bryconamericus iheringii</i>			X					X			X			
<i>Bryconamericus</i> sp.a			X					X			X			
<i>Bryconamericus</i> sp.b		X					X	X			X			
<i>Bryconamericus</i> sp.c		X					X	X				X		
<i>Bryconamericus</i> sp.d		X						X				X		
<i>Bryconamericus stramineus</i>		X							X		X			
<i>Callichthys callichthys</i>	X	X								X	X			
<i>Characidium</i> sp.			X					X				X		
<i>Cichla monoculus</i>	X	X					X	X				X		
<i>Cichlasoma</i> cf. <i>facetum</i>	X	X						X				X		
<i>Clarias gariepinus</i>	X		X					X				X		
<i>Colossoma macropomum</i>	X				X			X			X			
<i>Corydoras</i> aff. <i>paleatus</i>	X		X					X				X		
<i>Corydoras</i> sp.	X		X					X			X			
<i>Corydoras</i> sp1	X	X						X			X			
<i>Crenichla</i> sp2	X		X					X			X			
<i>Crenichla britskii</i>	X	X						X				X		
<i>Crenichla iguassuensis</i>	X	X						X			X			
<i>Crenichla jaguarensis</i>	X	X						X				X		
<i>Crenichla niederleini</i>	X	X						X			X			
<i>Ctenopharyngodon idella</i>			X							X	X			
<i>Cyphocharax modestus</i>			X				X	X			X			
<i>Cyprinus carpio</i>		X					X	X			X			
<i>Deuterodon iguape</i>		X					X	X				X		
<i>Deuterodon</i> sp.a		X	X				X	X				X		
<i>Eigenmannia</i> sp.			X					X				X		

APÊNDICE D2 - Continuação

Espécies	Traços funcionais													
	Cesp	Fus	Dep	Cil	Cur	Ach	Com	Bpel	Pel	Dem	Bai	Mod	Mext	Ext
<i>Galeocharax knerii</i>			X					X			X			
<i>Geophagus brasiliensis</i>	X				X					X	X			
<i>Glanidium ribeiroi</i>	X	X							X			X		
<i>Gymnotus carapo</i>		X						X			X			
<i>Gymnotus sylvius</i>			X					X			X			
<i>Hemigrammus marginatus</i>		X		X					X		X			
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>		X		X					X			X		
<i>Hoplias lacerdae</i>		X							X					
<i>Hoplosternum littorale</i>	X		X							X	X			
<i>Hyphessobrycon eques</i>		X						X			X			
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>			X					X				X		
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>			X					X				X		
<i>Hypophthalmus oreomaculatus</i>			X						X			X		
<i>Hypostomus ancistroides</i>	X		X							X				X
<i>Hypostomus cf. aspilogaster</i>	X		X							X	X			
<i>Hypostomus cf. auroguttatus</i>	X		X							X		X		
<i>Hypostomus commersoni</i>	X		X							X	X			
<i>Hypostomus derbyi</i>	X		X							X		X		
<i>Hypostomus hermanni</i>	X		X							X		X		
<i>Hypostomus margaritifera</i>	X		X							X	X			
<i>Hypostomus myersi</i>	X		X							X		X		
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	X		X							X	X			
<i>Hypostomus regani</i>	X		X							X		X		
<i>Hypostomus sp.1</i>	X	X	X				X			X	X			
<i>Hypostomus sp</i>	X	X								X	X			
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	X	X								X		X		
<i>Ictalurus punctatus</i>	X	X						X			X			
<i>Iheringichthys labrosus</i>			X					X				X		
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>			X					X			X			
<i>Leporinus friderici</i>			X					X			X			
<i>Leporinus lacustris</i>			X					X			X			
<i>Leporinus macrocephalus</i>		X						X				X		
<i>Leporinus octofasciatus</i>		X						X				X		
<i>Leporinus piavussu</i>		X						X				X		
<i>Leporinus sp.1</i>						X		X			X			
<i>Leporinus sp.2</i>						X		X			X			
<i>Leporrelus vittatus</i>						X		X			X			
<i>Loricaria proluxa</i>	X		X							X			X	
<i>Loricaria sp.</i>	X		X				X			X		X		
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	X	X								X	X			
<i>Megalancistrus parananus</i>	X	X								X	X			
<i>Metynnis maculatus</i>	X	X							X		X			
<i>Micropterus salmoides</i>	X	X						X			X			
<i>Mimagoniates microlepis</i>									X		X			
<i>Moenkhausia intermedia</i>		X					X		X		X			
<i>Odontesthes bonariensis</i>	X	X							X		X			
<i>Odontostilbe sp.</i>			X				X							
<i>Oligosarcus longirostris</i>		X						X				X		
<i>Oligosarcus paranensis</i>			X				X		X			X		
<i>Oreochromis niloticus</i>	X	X						X						X
<i>Phalloceros harpagos</i>			X						X		X			
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	X		X							X	X			
<i>Pimelodella sp.</i>	X		X							X		X		
<i>Pimelodus maculatus</i>	X	X								X		X		
<i>Pimelodus microstoma</i>	X	X								X		X		
<i>Pimelodus ornatus</i>	X		X							X	X			
<i>Pimelodus ortmanni</i>	X		X							X		X		
<i>Pimelodus sp.</i>	X		X				X			X		X		
<i>Pinirampus pirinampu</i>										X				X
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X		X						X		X			
<i>Prochilodus lineatus</i>	X	X						X				X		
<i>Psalidodon gymnodontus</i>		X							X			X		
<i>Pterodoras granulosus</i>	X	X								X				X
<i>Rhamdia branneri</i>		X					X			X				X

APÊNDICE D2 - Continuação

Espécies	Traços funcionais													
	Cesp	Fus	Dep	Cil	Cur	Ach	Com	Bpel	Pel	Dem	Bai	Mod	Mext	Ext
<i>Rhamphichthys rostratus</i>			X					X				X		
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>						X			X		X			
<i>Rhinelepis aspera</i>	X		X							X	X			
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	X		X							X	X			
<i>Rineloricaria sp.</i>	X		X							X		X		
<i>Roeboides descavadensis</i>		X						X			X			
<i>Salminus maxillosus</i>		X						X				X		
<i>Satanoperca sp.</i>	X		X				X	X						X
<i>Schizodon borellii</i>			X				X	X			X			
<i>Schizodon nasutus</i>			X						X		X			
<i>Serrasalmus marginatus</i>	X	X							X			X		
<i>Serrasalmus maculatus</i>	X	X							X			X		
<i>Serrasalmus sp.</i>	X	X								X	X			
<i>Steindachnerina brevipinna</i>		X						X				X		
<i>Sternopygus macrurus</i>			X				X	X				X		
<i>Tatia neivai</i>	X		X						X					X
<i>Tatia sp.</i>	X		X						X					X
<i>Tilapia rendalli</i>	X							X			X			
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	X								X			X		

APÊNDICE E – Estado da arte sobre traços funcionais das espécies de peixe presentes nos reservatórios da bacia do rio Paranapanema, Tibagi, Ivaí, Piquiri, Iguaçu e Litorânea.

- Abelha, M. C. F. and E. Goulart. 2008. Population structure, condition factor and reproductive period of *Astyanax paranae* (Eigenmann, 1914) (Osteichthyes: Characidae) in a small and old Brazilian Reservoir. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51:503 - 512.
- Abelha, M. C. F., E. Goulart, E. A. L. Kashiwaqui, and M. R. Silva. 2006. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. *Neotropical ichthyology* 4:349 - 356.
- Agostinho, A. A., H. I. Suzuki, R. Fugi, D. C. Alves, L. H. Tonella, and L. A. Espindola. 2015. Ecological and life history traits of *Hemiodus orthonops* in the invasion process: looking for clues at home. *Hydrobiologia* 746:415 - 430.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki, and H. F. Julio Jr. 2003. Migratory fishes of the Upper Paraná River basin, Brazil. Pages 19-99 in J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross and A. Baer (Org). *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*, 1 Ed. Victoria: World Fisheries Trust.
- Aguiaro, T., C. W. Castelo Branco, J. R. Verani, E. P. Caramaschi. 2003. Diet of the clupeid fish *Platanichthys platana* (Regan, 1917) in two different Brazilian coastal lagoons. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46:215 - 222.
- Albert, J. S. 2003. Family Apterontidae. Pages 497 - 502 in R. E. Reis, S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr., editors. *Check list of freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre, Edipucrs .
- Albert, J. S. and W.G.R. Crampton. 2003. Seven new species of the neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei, Gymnotiformes) with a redescription of *G. carapo* (Linnaeus). *Zootaxa* 287:1 - 54.
- Alkins-Koo, M. 2000. Reproductive timing of fishes in a tropical intermittent stream. *Environmental Biology of Fishes* 57:49 - 66.
- Alonso, F., M. Cánepa, R. G. Moreira and M. Pandolfi . 2011. Social and reproductive physiology and behavior of the Neotropical cichlid fish *Cichlasoma dimerus* under laboratory conditions. *Neotropical Ichthyology* 9:559 - 570.
- Alves, G. H. Z., R. M. Tófoli, G. C. Novakowski, and N. S. Hahn. 2011. Food partitioning between sympatric species of *Serrapinnus* (Osteichthyes, Cheirodontinae) in a tropical stream. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 33:153 - 159.
- Andrade, P. M., and F. M. S. Braga. 2005. Diet and feeding of fish from Grande River, located below the Volta Grande Reservoir, MG-SP. *Brazilian Journal of Biology* 65:377 - 385.
- Andrade, V. X. L., F. F. S. Campos, F. Langeani and E. Romagosa. 2008. Reproductive dynamics of the main species of fish in the municipal reservoir of São José do Rio Preto. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34:365 - 373.
- Aranha, J. M. R., D. F. Takeuti and T. M. Yoshimura. 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 46:951 - 959.
- Araya, P., L. Hirt and S. Flores. 2003. Biología reproductiva y crecimiento de *Pimelodus clarias maculatus* (Lac. 1803) (Pisces, Pimelodidae) em la zona de influencia del embalse Yacyretá. *Ecología Austral*, 13:83 - 95.
- Azpelicueta, M. M., M. F. Benítez, D.R. Aichino and C.M.D. Mendez. 2015. A new species of the genus *Hoplias* (Characiformes, Erythrinidae), a tararira from the lower Paraná River, in Misiones, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 59:71 - 82.

- Bailly, D., V. F. Batista-Silva, M. C. F. Abelha, E. A. L. Kashiwaqui, C.A. Fernandes and E. D. Carvalho . 2011. Relative abundance and reproductive tactics of a Loricariidae species at Saraiva Lagoon, Ilha Grande National Park, MS-PR, Brazil. *Biota Neotropica* 11:171 - 178
- Bailly, D., A. A. Agostinho and H. I. Suzuki. 2016. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazilian River Research and Applications 24:1218 - 1229.
- Bailly, D., A. A. Agostinho, H. I. Suzuki, E. A. Luiz, L. Rodrigues, S. M. Thomaz and L. C. Gomes. 2005. Características reprodutivas de espécies de *Astyanax* e sucesso na colonização de reservatórios do rio Iguaçu, PR. Pages 243 - 252 in *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. RIMA, São Carlos.
- Balassa, G. C., R. Fugi, N. S. Hahn and A. B. Galina. 2004. Diet of Anostomidae species (Teleostei, Characiformes) in the influence area of Manso Reservoir, Mato Grosso, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 94:77 - 82.
- Barbieri, G., M. C. Barbieri and M. A. Marins. 1978. *Biologia de Geophagus brasiliensis* (Quoy and Gaimard, 1824), na represa do Lobo, estado de São Paulo. Pages 347 - 359 in III: Aspectos quantitativos da reprodução. I Seminário brasileiro de aquicultura. Academia Brasileira de Ciência, Rio de Janeiro.
- Barros, N. H. C., W.S. Nascimento, A.S. Araújo, A.A. Souza and S. Chellappa. 2013. *Biologia reprodutiva do peixe muçum, Synbranchus marmoratus Bloch, 1975 no açuce Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil*. *Biota Amazônica* 3:39 - 47.
- Baumgartner, G., C. S. Pavanelli, D. Baumgartner, A. G. Bifi, T. Debona and V. A. Frana, editors . 2012. *Peixes do Baixo rio Iguaçu*. Eduem, Maringá, Brazil.
- Benine, R. C., R. M. C. Castro and J. Sabino. 2004. *Moenkhausia bonita*: a new small characin fish from the Rio Paraguay basin, southwestern Brazil (Characiformes: Characidae). *Copeia* 2004.1:68 - 73.
- Benine, R. C., T. C. Mariguela and C. Oliveira. 2009. New species of *Moenkhausia Eigenmann, 1903* (Characiformes: Characidae) with comments on the *Moenkhausia oligolepis* species complex. *Neotropical Ichthyology* 7:161 - 168.
- Bennemann, S. T., A. M. Gealh, M. L. Orsi and L. M. Souza. 2005. Occurrence and trophic ecology of four species of *Astyanax* (Characidae) in different rivers of the Tibagi River Basin, Paraná, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 95:247 - 254.
- Berra, T. M. 1943. *Freshwater fish distribution*. The University of Chicago Press.
- Bertaco, V. A. and C. A. S. Lucena. 2010. Redescription of *Astyanax obscurus* (Hensel, 1870) and *A. laticeps* (Cope, 1894) (Teleostei: Characidae): two valid freshwater species originally described from rivers of Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 8:7 - 20.
- Bichuette, M. E. and E. Trajano. 2003. Epigeal and subterranean ichthyofauna from the São Domingos karst area, Upper Tocantins River basin, Central Brazil. *Journal of Fish Biology* 63:1100 - 1121.
- Bisazza, A. and A. Pilastro. 1997. Small male mating advantage and reversed size dimorphism in poeciliid fishes. *Journal of Fish Biology* 50:397 - 406.
- Bockmann, F. A. and G. M. Guazzelli. 2003. Family Heptapteridae. Pages 406 - 430 in Reis, R. E., S. O. Kullander, and C. J. Ferraris Jr. *Check list of freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Britski, H. A., K. Z. S. Silimon and B. S. Lopes. 1999. *Peixes do Pantanal: manual de identificação* (1ªEd.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brazil.

- Britski, H. A., K. Z. S. Silimon and B. S. Lopes. 2007. Peixes do Pantanal: manual de identificação (2ª Ed.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brazil.
- Britto, S.G.C. 2003. Peixes do rio Paranapanema. São Paulo: Duke Energy Geração Paranapanema, Ed. Horizonte, Brazil.
- Bulla, C. K., L. C. Gomes, L. E. Miranda, A. A. Agostinho. 2011. The ichthyofauna of drifting macrophyte mats in the Ivinhema River, upper Paraná River basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9:403 - 409.
- Calegari, B. B., P. Lehmann and R. E. Reis. 2013. Two new species of cascudinhos of the genus *Otothyropsis* (Siluriformes: Hypoptopomatinae) from the rio Paraná basin, Brazil. *Zootaxa* 3619: 130 - 144.
- Campello, F. D. and M. D. A. Bemvenuti. 2002. Diferenciação morfométrica e osteológica entre *Ramnogaster arcuata* (Jenyns) e *Platanichthys platana* (Regan)(Teleostei, Clupeidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 19:757 - 766.
- Carniatio, N., R. Fugi, S. M. Thomaz and E. R. Cunha. 2014. The invasive submerged macrophyte *Hydrilla verticillata* as a foraging habitat for small-sized fish. *Natureza & Conservação* 12:30 - 35.
- Carvalho, T. P., C. S. Ramos, and J. S. Albert. 2011. A New Species of *Gymnorhamphichthys* (Gymnotiformes: Rhamphichthyidae) from the Paraná-Paraguay Basin. *Copeia* 2011.3:400 - 406.
- Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual do Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 2:1 - 14.
- Casatti, L., F. Langeani and R. M. C. Castro. 2001. Peixes de riachos do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, SP. *Biota Neotropica* 1:1 - 15.
- Casciotta, J. R., A. E. Almiron and M. D. L. M. Azpelicueta. 2004. *Bryconamericus ikaa*, a new species from tributaries of the río Iguazú in Argentina (Characiformes, Characidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 15:61 - 66.
- Casciotta, J. R., A. E. Almirón and S. E. Gómez. 2006. *Crenicichla yaha* sp. n. (Perciformes: Labroidei: Cichlidae), a new species from the rio Iguazú and Arroio Uruguai basins, northeastern Argentina. *Zoologische Abhandlungen, Dresden* 56:107 - 112.
- Cassemiro, F. A. S., N. S. Hahn and R. Fugi. 2008. *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) diet before and after the formation of Salto Caxias Reservoir, state of Paraná, Brazil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 24:419 - 425.
- Castro, J.B. and C. A. S. Lucena. 2011. Estudo taxonômico das espécies do gênero *Astyanax* Baird & Girard da bacia do rio Uruguai e Sistema da Laguna dos Patos, sul do Brasil (Characiformes, Characidae). XII Salão de Iniciação Científica – PUCRS.
- Castro, R. M. C. and R. P. Vari. 2004. *Astyanax biotae*, a new species of stream fish from the Rio Paranapanema basin, upper Rio Parana system, southeastern Brazil (Ostariophysi : Characiformes : Characidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 117:330 - 338.
- Castro, R. M. C., L. Casatti, H. F. Santos, K. M. Ferreira, A. C. Ribeiro, R. C. Benine, G. Z. P. Dardis, A. L. A. Melo, R. Stopiglia, T. X. Abreu, F. A. Bockmann, M. Carvalho, F. Z. Gibran and F. C. T. Lima. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, Sudeste e Sul do Brasil. *Biota Neotropica* 3:1 - 31.
- Castro, R. M. C., L. Casatti, H. F. Santos, K. M. Ferreira, A. C. Ribeiro, R. C. Benine, G. Z. P. Dardis, A. L. A. Melo, R. Stopiglia, T. X. Abreu, F. A. Bockmann, M. Carvalho, F.

- Z. Gibran and F. C. T. Lima. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, Sudeste e Sul do Brasil. *Biota Neotropica* 3:1 - 31.
- Ceneviva-Bastos, M. and L. Casatti. 2007. Feeding opportunism of *Knodus moenkhausii* (Teleostei, Characidae): an abundant species in streams of the northwestern in the state of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 97:7 - 15.
- Ceneviva-Bastos, M., S. R. Taboga and L. Casatti. 2015. Microscopic evidence of the opportunistic reproductive strategy and early sexual maturation of the small-sized characin *Knodus moenkhausii* (Characidae, Pisces). *Anatomia Histologia Embryologia* 44:72 - 80.
- Chessman, B. C. 2013. Identifying species at risk from climate change: Traits predict the drought vulnerability of freshwater fishes. *Biological Conservation* 160:40–49
- Claro-Jr, L., E. Ferreira, J. Zuanon and C. Araujo-Lima. 2004. Effects of flooded forest in the diet of three fish species in floodplain lakes of Central Amazon, Brazil. *Acta Amazônica* 34:133 - 137.
- Costa, I. D. D. and M. O. Soares. 2015. The seasonal diet of *Aequidens tetramerus* (Cichlidae) in a small forest stream in the Machado River basin, Rondônia, Brazil. *Acta Amazônica* 45:365 - 372.
- De Almeida Monaco, I., Y. R. Suárez and S. E. Lima-Junior. 2014. Influence of environmental integrity on feeding, condition and reproduction of *Phalloceros harpagos* Lucinda, 2008 in the Tarumã stream micro-basin. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 36:181 - 188.
- De Santana, C. D. and R. P. Vari. 2010. Electric fishes of the genus *Sternarchorhynchus* (Teleostei, Ostariophysi, Gymnotiformes); phylogenetic and revisionary studies. *Zoological Journal of the Linnean Society* 159:223 - 371.
- Delariva, R. L. and A. A. Agostinho. 2001. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. *Journal of Fish Biology* 58:832 - 847.
- Deprá, G. C., R. R. Ota, F. Souza, W. J. Graça and C. S. Pavanelli. 2015. Widening the geographical distribution of *Pimelodus misteriosus* Azpelicueta 1998 (Siluriformes: Pimelodidae) to the upper Paraná River, with diagnosis for syntopic congeners. *Biota Neotropica* 15:1 – 6.
- Dyer, B. S. 2003. Family Atherinopsidae. Pages 515 - 525 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Esguícero, A. L. H. and M. S. Arcifa. 2010. Biology and population features of a rare species of Pseudopimelodidae from the Upper Paraná River Basin. *Biota Neotropica* 10:161 - 167.
- Espirito-Santo, H. M. V., M. A. Rodriguez and J. Zuanon. 2013. Reproductive strategies of Amazonian stream fishes and their fine-scale use of habitat are ordered along a hydrological gradient. *Freshwater Biology* 58:2494 - 2504.
- Ferraris, Jr. C. J. 2003. Family Auchenipteridae. Pages 470 - 482 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Ferraris, Jr. C. J. 2003. Family Rhamphichthyidae. Pages 492 - 493 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Ferraz Luiz, T., M. Roquetti Velludo, A. Carvalho Peret, J. L. Rodrigues Filho, A. Moldenhauer Peret. 2011. Diet, reproduction and population structure of the introduced

- Amazonian fish *Cichla piquiti* (Perciformes: Cichlidae) in the Cachoeira Dourada reservoir (Paranaíba River, central Brazil). *Revista Biologia Tropical* 59:727 - 741.
- Ferreira, K. M. 2007. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guacu basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 5:311 - 326.
- Fish-Muller, S. 2003. Subfamily Ancistrinae. Pages 373 - 400 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Froese, R. and D. Pauly. 2016. Fishbase. www.fishbase.org. Accessed in January 2016.
- Garavello, J. C. and F. Sampaio. 2010. Five new species of genus *Astyanax* Baird & Girard, 1854 from Rio Iguaçú, Paraná, Brazil (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). *Brazilian Journal of Biology* 70:847 - 865.
- Garavello, J. C. and H. A. Britski 1990. Duas novas espécies do gênero *Schizodon* Agassiz da bacia do alto Paraná, Brasil, América do Sul (Ostariophysi, Anostomidae). *Naturalia* 15:153 - 170.
- Garavello, J. C. and H. A. Britski. 2003. Family Anostomidae. Pages 71 - 84 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Garavello, J. C. and O. A. Shibatta. 2007. A new species of the genus *Pimelodus* La Cépède, 1803 from the rio Iguaçú basin and a reappraisal of *Pimelodus ortmanni* Haseman, 1911 from the rio Paraná system, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology* 5:285 - 292.
- Garavello, J. C., C. S. Pavanelli, H. I. Suzuki, A. A. Agostinho and L. C. Gomes. 1997. Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçú. Pages 61 - 84 in Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Eduem, Maringá, Brazil.
- Garavello, J. C., H. A. Britski and C. H. Zawadzki. 2012. The cascudos of the genus *Hypostomus* Lacépède (Ostariophysi: Loricariidae) from the rio Iguaçú basin. *Neotropical Ichthyology* 10:263 - 283.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia and A. M. Barrero. 2012. Food and reproductive biology of *Farlowella vittata* (Siluriformes: Loricariidae) in Güejar River Basin, Orinoco, Colombia. *Revista de Biologia Tropical* 60:1873 - 1888.
- Gibbs, M. A., J. H. Shields, D. W. Lock, K. M. Talmadge and T. M. Farrell. 2016. Reproduction in an invasive exotic catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, U.S.A. *Journal of Fish Biology* 73:1562 - 1572.
- Giora, J. and C. B. Fialho. 2003. Feeding biology of *Steindachnerina brevipinna* (Characiformes, Curimatidae) in the Ibicuí-Mirim river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 93:277 - 281.
- Giora, J. and L. R. Malabarba. 2009. *Brachyhypopomus gauderio*, new species, a new example of underestimated species diversity of electric fishes in the southern South America (Gymnotiformes: Hypopomidae). *Zootaxa* 2093:60 - 68.
- Giora, J., H. M. Tarasconi and C. B. Fialho. 2014. Reproduction and feeding of the Electric Fish *Brachyhypopomus gauderio* (Gymnotiformes: Hypopomidae) and the discussion of a life history pattern for gymnotiforms from high latitudes. *PLoS One* 9: e106515.
- Godoy, M. P. 1975. Peixes do Brasil, Subordem Characoidei, Bacia do rio Mogi Guassu. 1º Ed, V.4 Familia Curimatidae. Ed. Fransciscana, Piracicaba, São Paulo, Brazil.
- Gomiero, L. M. and F. M. D. S. Braga. 2007. Reproduction of a fish assemblage in the state of São Paulo, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67:283 - 292.

- Gonçalves, C. S., U. P. Souza, F. C. Ferreira, A. Peressin and F. M. S. Braga. 2013. Life-history strategies associated to reproduction of three *Hyphessobrycon* species (Characidae) in lentic environments of upper Paraná River basin. *Acta Limnologica Brasiliensia* 25:398 - 405.
- Gonçalves, T. K., M. A. Azevedo, L. R. Malabarba and C. B. Fialho. 2005. Reproductive biology and development of sexually dimorphic structures in *Aphyocharax anisitsi* (Ostariophysi: Characidae). *Neotropical Ichthyology* 3:433 - 438.
- Graça, W. J. and C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Eduem, Maringá, Brazil.
- Graça, W. J., C. S. Pavanelli, C. Lorscheider and V. Margarido. 2009. Threatened fishes of the world: *Crenicichla jupiaensis* Britski & Luengo 1968 (Cichlidae). *Environmental Biology of Fishes* 84:53 - 54.
- Gubiani, E. A., L. C. Gomes and A. A. Agostinho. 2012. Estimates of population parameters and consumption/biomass ratio for fishes in reservoirs, Paraná State, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10:177 - 188.
- Hahn, N. S. and V. E. Loureiro-Crippa. 2006. Estudo comparativo da dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de duas espécies simpátricas, de peixes de pequeno porte, associados à macrófitas aquáticas. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 28:359 - 363.
- Hahn, N. S., R. Fugi and I. F. Andrian. 2004. Trophic ecology of the fish assemblages. Pages 247 - 269 in *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Eduem, Maringá, Brazil.
- Hahn, N. S., R. Fugi, V. L. L. Almeida, M. R. Russo and V. E. Loureiro. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de segredo. Pages 141 - 162 in Agostinho, A. A. and L. C. Gomes, editors. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Eduem, Maringá, Brazil.
- Hanssens, M. 2009. A review of the *Clarias* species (Pisces; Siluriformes) from the Lower Congo and the Pool Malebo. *Journal of Afrotropical Zoology* 5: 27 - 40.
- Hassunuma, R., A. Stipp, M. Heubel, T. Cestari, D. Ceolin, R. Nakamura, P. Rosseti and G. Assis. 2013. Tooth morphology, implantation and replacement system of *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae). *Brazilian Journal of Biology* 73:783 - 789.
- Holzbach, A. J., E. A. Gubiani and G. Baumgartner. 2009. *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Piquiri River, Paraná, Brazil: population structure and some aspects of its reproductive biology. *Neotropical Ichthyology* 7:55 - 64.
- Jégu, M. 2003. Subfamily Serrasalminae (Pacus and Piranhas). Pages 182 - 196 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. *Check list of freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Jerep, F. C., F. R. Carvalho and V. A. Bertaco. 2011. Geographic distribution of *Hemigrammus ora* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) in the Amazon basin, Brazil. *Zoologia (Curitiba)* 28:545 - 550.
- Kirschbaum, F. and C. Schugardt. 2002. Reproductive strategies and developmental aspects in mormyrid and gymnotiform fishes. *Journal of Physiology* 96:557 - 566.
- Krinski, D. 2009. Diet of the dog fish *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Characidae: Acestrorhynchinae) from pantanal of Poconé, Mato Grosso state, Brazil. *Bioscience Journal* 26:287 - 295.
- Kullander, S. O. 1982. Cichlid fishes from the La Plata basin. Part II. *Apistogramma commbrae* (Regan, 1906) (Teleostei: Cichlidae). *Revue Suisse de Zoologie* 89:33 - 48.

- Kullander, S. O. 1982. Cichlid fishes from the La Plata basin. Part III. The *Crenicichla lepidota* species group (Teleostei: Cichlidae). *Revue Suisse de Zoologie* 89:627 - 661.
- Kullander, S. O. and C. J. Ferraris Jr. 2003. Family Clupeidae. Pages 38 - 40 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Langeani, F. 2003. Family Hemiodontidae. Pages 96 - 100 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Langerhans, R. B., C. A. Layman and T. J. DeWitt. 2005. Male genital size reflects a tradeoff between attracting mates and avoiding predators in two live-bearing fish species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102:7618 - 7623.
- Lassala, M. D. P. and E. Renesto. 2007. Reproductive strategies and genetic variability in tropical freshwater fish. *Genetics and Molecular Biology* 30:690 - 697.
- Lima, F. 2003. Subfamily Bryconinae. Pages 174 - 181 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Llanos V. and J. G. Haro. 2001. Alimentación del bagre anguila *Heptapterus mustelinus* (Pisces, Pimelodidae) en el Río Anizacate (Córdoba, Argentina). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 66:41 - 48.
- Loboda, T. S. and M. R. Carvalho. 2013. Systematic revision of the *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). *Neotropical Ichthyology* 11:693 - 737.
- Lonardoní, A. P., E. Goulart, E. F. Oliveira and M. C. F. Abelha. 2007. Feeding habitats and trophic overlap of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* and *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 28:195 - 202.
- Loureiro, V. E. and N. S. Hahn. 1996. Dieta e atividade alimentar da traíra *Hoplias malabaricus* (Block, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo. *Acta Limnologica Brasiliensia* 8:195 - 205.
- Lovshin, L. L. 1995. The colossomids. Pages 153-159 in Nash, C. E. and A. J. Novotny, editors. *World animal science: production of aquatic animals: fishes*. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- Lucena, C. A. S. and N. A. Menezes. 2003. Subfamily Characinae (Characins, tetras). Pages 200 - 208 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Lucena, C. A. S., J. B. Castro and V. A. Bertaco. 2013. Three new species of *Astyanax* from drainages of southern Brazil (Characiformes: Characidae). *Neotropical ichthyology* 11:537 - 552.
- Lucinda, P. H. F., R. S. Rosa and R. E. Reis. 2005. Systematics and biogeography of the genus *Phallotorynus* Henn, 1916 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae), with description of three new species. *Copeia* 3:609 - 631.
- Lundberg, J. G. and M. W. Littmann. 2003. Family Pimelodidae. Pages 432 - 446 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.

- Luz-Agostinho, K. D. G., L. M. Bini, R. Fugi, A. A. Agostinho and H. F. Júlio Jr. 2006. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. *Neotropical ichthyology* 4:61 - 68
- Machado, F. A. 2003. História natural de peixes do Pantanal: com destaque em hábitos alimentares e defesa contra predadores. Thesis. UNICAMP: Programa de Pós-Graduação em Ecologia.
- Machado, F. A. and I. Sazima. 1983. Comportamento alimentar do peixe hematófago *Branchioica bertonii* (Siluriformes, Trichomycteridae). *Ciência e cultura* 35:344 - 352.
- Maddison, D. R., K. S. Schulz and W. P. Maddison. 2007. The tree of life web project. *Zootaxa*, 1668:19 - 40.
- Magalhães, A. L., N. Bazzoli, G. B. Santos and E. Rizzo. 2004. Reproduction of the South American dogfish characid, *Galeocharax knerii*, in two reservoirs from upper Paraná river basin, Brazil. *Environmental biology of fishes* 70:415 - 425.
- Malabarba, L. R. 2003. Subfamily Cheirodontinae (Characins, tetras). Pages 215 - 221 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Malabarba, L. R., P. C. Neto, V. D. A. Bertaco, T. P. Carvalho, J. F. Santos and L. G. S. Artioli. 2013. Guia de identificação dos peixes da bacia do rio Tramandaí. Via Sapiens, Porto Alegre, Brazil.
- Marinho, M. M. F., F. R. Carvalho, F. Langeani and F. L. Tatsumi. 2008. A new *Hemigrammus* Gill from upper rio Parana system, Southeastern Brazil (Characiformes : Characidae). *Zootaxa* 1724:52 - 60.
- Marrero, C. and D. C. Taphorn. 1991. Notas sobre la historia natural y la distribución de los peces Gymnotiformes em la cuenca del Río Apure y otros rios de la Orinoquia. *Biollania* 8:123 - 142.
- Marto, V. C. O., A. Akama, F. M. Pelicice. 2015. Feeding and reproductive ecology of *Cichla piquiti* Kullander & Ferreira, 2006 within its native range, Lajeado reservoir, rio Tocantins basin. *Neotropical Ichthyology* 13:625 - 636.
- Mazzoni, R., V. C. Novaes and R. Iglesias-Rios. 2011. Microhabitat use by *Phalloceros harpagos* Lucinda (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) from a coastal stream from Southeast Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9:665 - 672.
- Meurer, S. and E. Zaniboni-Filho. 2012. Reproductive and feeding biology of *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Osteichthyes: Acestrorhynchidae) in areas under the influence of dams in the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10:159 - 166.
- Mise, F. T., R. Fugi, J. P. A. Pagotto and E. Goulart. 2013. The coexistence of endemic species of *Astyanax* (Teleostei: Characidae) is propitiated by ecomorphological and trophic variations. *Biota Neotropica* 13:21 - 28.
- Moreira, C. R., F. C. Lima and W. J. E. M. Costa. 2002. *Hyphessobrycon moniliger*, a new characid fish from rio Tocantins basin, Central Brazil (Ostariophysis: Characiformes). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 13:73 - 80.
- Mundy, B. C. 2005. Checklist of the fishes of the Hawaiian Archipelago. *Bishop Museum Bulletins in Zoology* 6:1 - 704.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialezki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis and C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Eduem, Maringá, Brazil.

- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. 4th Ed. J. Wiley. New York, USA.
- Novakowski, G. C., N. S. Hahn and R. Fugi. 2008. Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a Pantanal pond. *Neotropical Ichthyology* 6:567 - 576.
- Novakowski, G. C., N. S. Hahn and R. Fugi. 2008. Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a Pantanal pond. *Neotropical Ichthyology* 6:567 - 576.
- Oriccolli, M. C. G. and S. T. Bennemann. 2006. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em riachos da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 28:59 - 63.
- Ota, R.R. 2013. Revisão taxonômica de *Satanoperca* Günther, 1862 (Perciformes, Cichlidae), com a descrição de três espécies novas. Masters Dissertation: UEM. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Maringá, Brazil.
- Otoni, F. P. and W. J. E. M. Costa. 2009. Description of a new species of *Laetacara* Kullander, 1986 from central Brazil and re-description of *Laetacara dorsigera* (Heckel, 1840)(Labroidei: Cichlidae: Cichlasomatinae). *Vertebrate Zoology* 59:41 - 48.
- Oyakawa, O. T. and G. M. T. Mattox. 2009. Revision of the Neotropical trahiras of the *Hoplias lacerdae* species-group (Ostariophysi: Characiformes: Erythrinidae) with descriptions of two new species. *Neotropical Ichthyology* 7:117 - 140.
- Oyakawa, O.T. 1998. Catálogo dos tipos de peixes recentes do Museu de Zoologia da USP. I. Characiformes (Teleostei: Ostariophysi). *Papéis Avulsos de Zoologia* 39:443 - 507.
- Page, L. M. and B. M. Burr. 1991. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Houghton Mifflin Company. Boston, USA.
- Pavanelli, C. S. and A. G. Bifi. 2009. A new *Tatia* (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae) from the rio Iguaçú basin, Paraná State, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 7:199 - 204.
- Pavanelli, C. S. and C. A. M. Oliveira. 2009. A redescription of *Astyanax gymnodontus* (Eigenmann, 1911), new combination, a polymorphic characid fish from the rio Iguaçú basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 7:569 - 578.
- Pereira, T. N. A. 2010. Filogenia das espécies de *Deuterodon* Eigenmann, 1907 (Characiformes: Characidae), um gênero de lambaris da Mata Atlântica. Masters Dissertation: Universidade Estadual Paulista – UNESP. São Paulo, Brazil .
- Peressin, A. and M. Cetra. 2014. Responses of the ichthyofauna to urbanization in two urban areas in Southeast Brazil. *Urban Ecosystems* 17: 675 - 690.
- Peressin, A., C. S. Gonçalves and F. M. S. Braga. 2012. Reproductive strategies of two Curimatidae species in a Mogi Guaçu impoundment, upper Paraná River basin, São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10:847 - 854.
- Py-Daniel, L. H. R., C. C. Fernandes. 2005. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazonica* 35:97 - 110.
- Quintana, L., A. Silva, N. Berois and O. Macadar. 2004. Temperature induces gonadal maturation and affects electrophysiological sexual maturity indicators in *Brachyhypopomus pinnicaudatus* from atemperate climate. *The Journal of Experimental Biology* 207:1843 - 1853.
- Quirino, B. A., N. Carniatto, J. V. Gaiotto and R. Fugi. Seasonal variation in the use of food resources by small fishes inhabiting the littoral zone in a Neotropical floodplain lake. *Aquatic Ecology*, 49:431 - 440.
- Ramos, R. T. C. 2003. Family Achiridae. Pages 666 - 669 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.

- Reis, R. E. 2003. Family Calliichthyidae. Pages 291 - 309 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Reis, R. E., E. H. L. Pereira and S. A. Schaefer. 2000. Three new species of the loricariid Catfish genus *Loricariichthys* (Teleostei: Siluriformes) from Southern South America. *Copeia* 4:1029 - 1047.
- Reis, R. E., L. R. Malabarba and C. S. Pavanelli. 1992. *Gymnogeophagus setequedas*, (Teleostei: Atherinidae) of Australia and New Guinea with an analysis of three species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 3:265 - 272.
- Reis, R. E., L. R. Malabarba and C. S. Pavanelli. 1992. *Gymnogeophagus setequedas*, a new cichlid species (Teleostei: Labroidei) from middle rio Paraná system, Brazil and Paraguay. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 3:265 - 272.
- Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. 2003. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Resende, E. K., D. K. S. Marques and L. K. S. G. Ferreira 2008. A successful case of biological invasion: the fish *Cichla piquiti*, an Amazonian species introduced into the Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68:799 - 805.
- Ribeiro, O. M. and J. Zuanon. 2006. Comparison of the efficiency of two fish collecting methods in small forest streams in Central Amazon. *Acta Amazonica* 36:389 - 394.
- Rican, O., S. O. Kullander. 2008. The *Australoheros* (Teleostei: Cichlidae) species of the Uruguay and Paraná River drainages. *Zootaxa* 1724:1-51.
- Riede, K. 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany.
- Roberts, T. R. 2015. Mimicry of a bean seed by the Amazonian *Aspredinid* catfish *Amaralia hypsura* (Kner, 1855), with notes on vegetative camouflage by fishes. *Aqua International Journal of Ichthyology* 21:110 - 119.
- Romagosa, E., P. D. Paiva, H. M. Godinho and E. B. Storfer. 1988. Desenvolvimento dos ovócitos de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)(= *Colossoma mitrei* Berg, 1895) em condições de cultivo intensivo. *Ciência e cultura* 40:60 - 64.
- Rondineli, G. and F. Braga. 2010. Reproduction of the fish community of Passa Cinco Stream, Corumbataí River sub-basin, São Paulo State, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70:181 - 188.
- Roxo, F., C. Zawadzki and W. Troy. 2014. Description of two new species of *Hisonotus* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Ostariophysi, Loricariidae) from the rio Paraná-Paraguay basin, Brazil. *ZooKeys* 395: 57-78.
- Ruiz-C., R. I. and C. Román-Valencia. 2006. Taxonomic aspects of *Cetopsorhamdia boquillae* and *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), with annotations on their ecology from Magdalena and Cauca rivers upper basin, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation* 29:123 - 131.
- Sabaj, M. H. and C. J. Ferraris Jr. 2003. Family Doradidae. Pages 456 - 469 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Sabaj, M. H., J. W. Armbruster and L. M. Page. 1999. Spawning in *Ancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) with comments on the evolution of snout tentacles as a novel reproductive strategy: larval mimicry. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 10:217 - 229.

- Santos, G. M., Ferreira, E. and Zuanon, J. 2006. Peixes comerciais de Manaus. IBAMA-AM Provárzea, Manaus, Brazil.
- Santos, G. M., B. Mérona, A. A. Juras and M. Jégu. 2004. Peixes do baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. Eletronorte, Brasília, Brazil.
- Santos, G. M., M. Jégu and B. Mérona 1984. Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins, Projeto Tucuruí, Eletronorte. Inpa, Manaus, Brazil.
- Sá-Oliveira, J. C., A. G. P. Maciel, A. S. de Araujo and V. J. Isaac-Nahum. 2014. Dieta do mandubé, *Ageneiosus ucayalensis* (Castelnau, 1855), (Osteichthyes: Auchenipteridae) do reservatório da usina hidrelétrica Coaracy Nunes, Ferreira Gomes-Amapá, Brasil. *Biota Amazônia* 4:73 - 82.
- Sazima, I. 1986. Similarities in feeding behavior of some marine and freshwater fishes in two tropical communities. *Journal of Fish Biology* 29: 53 - 65.
- Sazima, I. and F. A. Machado. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 28:17 - 31.
- Sazima, I. and F. A. Machado. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 28:17 - 31.
- Sazima, I., F. A. Machado and J. Zuanon. 2000. Natural history of *Scoloplax empousa* (Scoloplacidae), a minute spiny catfish from the Pantanal wetlands in western Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 11:89 - 95.
- Schaefer, S. A. 2003. Subfamily Hypoptopomatinae. Pages 321 - 329 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Scott, W. B. and E. J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 184:1 - 966.
- Severo-Neto, F., F. B. Teresa and O. Froehlich. 2015. Ecomorphology and diet reflect the spatial segregation between two Siluriformes species inhabiting a stream of the Bodoquena Plateau, in Central Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 105:62 - 68.
- Shibatta, O. A. 2003. Family Pseudopimelodidae. Pages 401 - 405 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Shibatta, O. A. and R. C. Benine. 2005. A new species of *Microglanis* (Siluriformes: Pseudopimelodidae) from upper rio Paraná basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 3:579 - 585.
- Shibatta, O. A. and R. C. Benine. 2005. A new species of *Microglanis* (Siluriformes: Pseudopimelodidae) from upper rio Paraná basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 3:579 - 585.
- Shibatta, O. A., M. L. Orsi, S. T. Bennemann and A. T. Silva-Souza. 2002. Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. Pages 403 - 423 in Medri, M. E. et. al. A bacia do rio Tibagi. Londrina, Brazil.
- Shireman, J. V. and C. R. Smith. 1983. Synopsis of biological data on the grass carp, *Ctenopharyngodon idalla* (Cuvier and Valenciennes, 1844). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Sigler, W. F. and J. W. Sigler. 1987. Fishes of the Great Basin: a natural history. Reno: University of Nevada Press.
- Silva, J. C., R. L. Delariva and K. O. Bonato. 2012. Food-resource partitioning among fish species from a first-order stream in northwestern Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10:389 - 399.

- Silvano, R. A. M., T. O. Oyakawa, B. D. Amaral and A. Begossi. 2001. Peixes do Alto Rio Juruá. EDUSP, São Paulo, Brazil.
- Smith, W. S., R. C. Biagioni and L. Halcsik. 2013. Fish fauna of Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 13:175 - 181.
- Souza Filho, P. S. and L. Casatti. 2010. Life history of *Laetacara* aff. *araguaiae* Ottoni & Costa, 2009 (Perciformes, Cichlidae) in two streams in Northwestern São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 10:153 - 158.
- Souza-Filho, H. S. and O. A. Shibatta. 2007. Descrição de uma espécie nova de *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do alto rio Paraguai. *Iheringia, Série Zoologia* 97:472 - 480.
- Súarez, Y. R., J. P. Silva, L. P. Vasconcelos and W. F. Antonialli-Júnior. 2009. Ecology of *Phallotorynus pankalos* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in a first-order stream of the upper Paraná Basin. *Neotropical ichthyology* 7:49 - 54.
- Suzuki, H. I., A. A. Agostinho and K. O. Winemiller. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. *Journal of Fish Biology* 57:791 - 807.
- Suzuki, H. I., A. E. A. M. Vazzoler, E. E. Marques, M. A. P. Lizama and P. Inada. 2004. Reproductive ecology of the fish assemblage. Pages 271-292 in Thomaz, S. M., A. A. Agostinho and N. S. Hahn, editors. *The upper Paraná river floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Suzuki, H. I., C. K. Bulla, A. A. Agostinho and L. C. Gomes. 2005. Estratégias reprodutivas de assembleias de peixes em reservatórios. Pages 223 - 236 in Rodrigues, L., S. M. Thomaz, A. A. Agostinho and L. C. Gomes, editors. *Biocenose em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. RiMA, Londrina, Brazil.
- Suzuki, H.I. 1999. Estratégias reprodutivas de peixes relacionados ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguçu, PR, Brasil. Thesis, Doctor in Ecology of Natural Resources. Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brazil.
- Tavares, D. O. 2007. *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) do Sistema do Alto rio Paraná: taxonomia. Dissertation: UNICAMP, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Campinas, Brazil.
- Teixeira, I. and S. T. Bennemann. 2007. Ecomorphology reflect the fish diet in a reservoir in South Brazil. *Biota Neotropica* 7: 67 - 76.
- Teletchea, F., A. Fostier, E. Kamler, J. N. Gardeur, P. Y. Le Bail, B. Jalabert and P. Fontaine. 2009. Comparative analysis of reproductive traits in 65 freshwater fish species: application to the domestication of new fish species. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 19:403 - 430.
- Teresa, F. B. and E. G. Freitas. 2011. Reproductive behavior and parental roles of the cichlid fish *Laetacara araguaiae*. *Neotropical Ichthyology* 9:355 - 362.
- Tófoli, R. M., N. S. Hahn, G. H. Z. Alves and G. C. Novakowski. 2010. Food used by two sympatric species of *Moenkhausia* (Characiformes, Characidae), in a stream of center-western Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 100:201 - 206.
- Toledo-Piza, M. 2003. Cynodontidae (Cynodontids). Pages 234 - 237 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. *Check list of freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Turner, J. L. 1966. Distribution and food habits of ictalurid fishes in the Sacramento-San Joaquin Delta. Pages 130 - 143 in Turner J. L. and D. W. Kelly, editors. *Ecological*

- Studies of the Sacramento -San Joaquin Delta. Part II Fishes of the Delta, Fisheries Bulletin.
- Varella, H. R. 2011. Revisão taxonômica das espécies de *Crenicichla* Heckel das bacias dos rios Paraná e Paraguai (Teleostei: Cichlidae). Masters Dissertation, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia, São Paulo, Brazil.
- Vari, R. P. 1991. Systematics of the Neotropical Characiform genus *Steindachnerina* Fowler (Pisces: Ostariophysi). Smithsonian Contributions to Zoology, Washington, DC, USA.
- Vari, R. P. 2003. Family Curimatidae. Pages 51 - 64 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Vari, R. P. and C. J. Ferraris Jr. 2003. Cetopsidae (Whale catfishes). Pages 257 - 260 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Vari, R. P., C. J. Ferraris Jr. and M. C. C. de Pinna. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. *Neotropical Ichthyology* 3:127 - 238.
- Vasconcelos, L. P., D. C. Alves and L. C. Gomes. 2014. Fish reproductive guilds downstream of dams. *Journal of Fish Biology* 85:1489 - 1506.
- Vasconcelos, L. P., Y. R. Suárez and S. E. Lima-Junior. 2011. Population aspects of *Bryconamericus stramineus* in streams of the upper Paraná River basin, Brazil. *Biota Neotropica* 11:55 - 62.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Eduem, Maringá, Brazil.
- Verba, J. T., V. R. Lampert and M. A. Azevedo. 2011. Reproductive traits of *Gymnogeophagus labiatus* (Teleostei, Cichlidae), in an upper stretch of Sinos river, Caraá, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 101:200 - 206.
- Viana, D., L. L. Wollf, T. Zaleski, S. Romão, G. Bertoldi and L. Donatti. 2008. Population structure and somatic indexes of *Hypostomus* cf. *ancistroides* (Siluriformes, Loricariidae) collected from the Bonito river, Ivaí river basin, Turvo, Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51:493 - 502.
- Vieira, F., J. P. C. Gomes, B. P. Maia and L. G. Martins. 2015. *Peixes do Quadrilátero Ferrífero: guia de identificação*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brazil.
- Villacorta Correa, M. A., U. Saint-Paul. 1999. Índices estruturais e maturidade sexual do tambaqui *Colossoma macropum* (Cuvier, 1818)(Characiformes: Characidae) no Amazonas central, Brasil in *Encontro Brasileiro de Ictiologia*, São Carlos, Brazil.
- Villares Junior, G. A., L. M. Gomiero and R. Goitein. 2007. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Salminus hilarii* Valenciennes 1850 (Osteichthyes, Characidae) em um trecho da bacia do rio Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 29:407 - 412.
- Vono, V., L. G. M. Silva, B. P. Maia and H. P. Godinho. 2002. Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes neotropicais: *Pimelodus maculatus* Lacépède (Siluriformes, Pimelodidae), *Leporinus amblyrhynchus* Garavello & Britski e *Schizodon nasutus* Kner (Characiformes, Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 19:819 - 826.

- Weber, C. 2003. Subfamily Hypostominae. Pages 351 - 372 in Reis, R. E., S. O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Winemiller, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* 81:225 - 241.
- Winemiller, K. O., A. A. Agostinho and E. P. Caramaschi. 2008. Fish ecology in tropical streams. *Tropical stream ecology* 107-146.
- Winemiller, K. O., D. B. Fitzgerald, L. M. Bower and E. R. Pianka. 2015. Functional traits, convergent evolution, and periodic tables of niches. *Ecology Letters* 18:737 - 751.
- Yafe, A., M. Loureiro, F. Scasso and F. Quintans. 2002. Feeding of two Cichlidae species (Perciformes) in an hypertrophic urban lake. *Iheringia, Série Zoologia* 92:73 - 79.
- Zanatta, N., V. de Mello Cionek and E. Benedito. 2012. Reproductive strategies of fish populations from three Neotropical streams. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 35:185 - 194.
- Zaniboni Filho, E. 2004. Catálogo ilustrado de peixes do alto rio Uruguai. Editora da UFSC, Florianópolis, Brazil.
- Zarske, A., P. Le Bail and J. Gery. 2005. New and poorly known Characiform fish from French Guiana. 1. Two new Tetras of the genera *Hemigrammus* and *Hyphessobrycon* (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Zoologische Abhandlungen-Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden* 55:17 - 30.
- Zawadzki, C. H., C. Weber and C. S. Pavanelli. 2008. Two new species of *Hypostomus* Lacépède (Teleostei: Loricariidae) from the upper rio Paraná basin, Central Brazil. *Neotropical Ichthyology* 6:403 - 412.
- Ziober, S. R., A. Bialecki and L. A. F. Mateus. 2012. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10:123-132.
- Zuanon, J., F. A. Bockmann and I. Sazima. 2006. A remarkable sand-dwelling fish assemblage from central Amazonia, with comments on the evolution of psammophily in South American freshwater fishes. *Neotropical Ichthyology* 4:107 - 118.