



Estado do Paraná

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

**RELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS RESERVATÓRIOS E  
OS TRAÇOS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA**

**Janã Pires Rodrigues**

Toledo – Paraná – Brasil

2019



Estado do Paraná

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

**RELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS RESERVATÓRIOS E  
OS TRAÇOS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA**

**Janã Pires Rodrigues**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Dirceu Baumgartner  
Co-orientador: Hugo José Message

MARÇO/2019

Toledo – PR

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Rodrigues, Janã Pires

Relação entre as propriedades físicas dos reservatórios e os traços funcionais da ictiofauna / Janã Pires

Rodrigues; orientador(a), Dirceu Baumgartner;

coorientador(a), Hugo José Message , 2019.

41 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2019.

1. Ciências Ambientais. 2. Traços Funcionais. 3. Reservatórios. 4. Ictiofauna. I. Baumgartner, Dirceu. II. Message , Hugo José. III. Título.

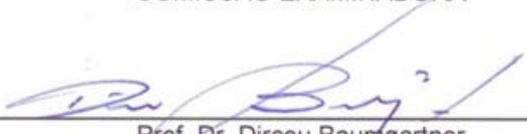
FOLHA DE APROVAÇÃO

Janã Pires Rodrigues

"Relação entre as propriedades físicas dos reservatórios e os traços funcionais da ictiofauna"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA



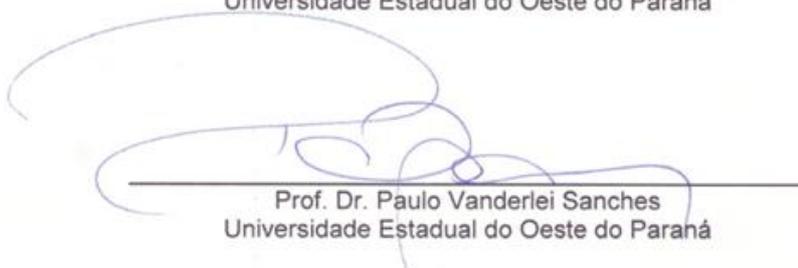
---

Prof. Dr. Dirceu Baumgartner  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



---

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



---

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 07 de março de 2019.  
Local de defesa: Auditório do Gerpel – Unioeste Toledo.

## **AGRADECIMENTOS**

Tantas foram as pessoas que me ajudaram durante esses dois anos, que permitiram que isso acontecesse, me ajudaram e me aconselharam durante esse tempo.

Agradeço a Deus por todas as orações escutadas e por sempre ter me dado forças e me sustentado.

Agradeço a minha mãe que é o alicerce da minha vida e sempre foi, a pessoa que mais acredita em mim e me incentiva, a que deu a melhor criação que eu conheço e a responsável pelos laços fortes que nossa família possui.

Grata a meus irmãos que são os responsáveis pela melhor e mais bonita relação que tenho na vida, que são presentes, mesmo estando tão longe fisicamente.

Agradeço a Felipe que foi minha família aqui no Paraná, que me deu força e confiança todas as vezes que o desespero tomou conta dos meus dias.

Agradeço a tia Oinha por toda a ajuda que me permitiu viver essa experiência única em minha vida e por todos os conselhos.

Agradeço ao meu orientador Professor Dirceu por ter aceito me orientar e pela disponibilidade em contribuir em todo esse processo que está chegando ao fim.

Agradeço ao Professor Hugo que teve muita paciência comigo e com meus momentos de desespero, que me ajudou a enxergar as coisas de outra maneira e que me ajudou chegar até aqui.

Agradeço também aos professores e colegas da UNIOESTE pela troca de experiências nesses dois anos.

Gostaria de agradecer o Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia pela disponibilização dos dados dessa pesquisa, em especial, ao Tiago Debona, por toda ajuda quando entrava no laboratório pedindo alguma informação e por ter me proporcionado experiência de campo.

Gratidão também a COPEL pela disponibilização de dados e informações das usinas hidrelétricas desse estudo. Ao CNPq/CAPES e Fundação Araucária pela concessão da bolsa.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	<b>13</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	13
2.2 AMOSTRAGEM .....	13
2.2.1 VARIÁVEIS FÍSICAS .....	14
2.2.2 TRAÇOS FUNCIONAIS DA ASSEMBLEIA DE PEIXES .....	14
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	15
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4.DISSCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>23</b>
APÊNDICE A – Variáveis físicas dos dezoito reservatórios.....	29
APÊNDICE B – Lista das espécies amostradas com seus respectivos traços funcionais.....	30
APÊNDICE C – Lista bibliográfica dos traços funcionais das espécies amostradas.....	32

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização dos 18 reservatórios analisados.....13
- Figura 2.** Desenho esquemático do procedimento analítico usado para avaliar a relação das características físicas das barragens e dos reservatórios com os traços funcionais das assembleias de peixes.....16
- Figura 3.** Ordenação da matriz de variáveis físicas R pela análise de Hill-Smith dos 18 reservatórios analisados.....18
- Figura 4.** Ordenação dos traços funcionais das espécies pela análise *fourthcorner*. Relação significativa entre os traços funcionais e os reservatórios.....18
- Figura 5.** Resumo das relações lineares indicadas pela análise *fourthcorner* entre os traços funcionais das espécies da matriz Q e as variáveis físicas dos 18 reservatórios.....20

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Descrição dos traços funcionais das espécies consideradas nesse estudo.....	15
--	----

## RESUMO

RODRIGUES, J.P. Relação entre as propriedades físicas dos reservatórios e os traços funcionais da ictiofauna. 07/03/2019. 41 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus Toledo*, 2019.

[Preparado de acordo com as normas da revista *Journal of Fish Biology*].

Os peixes estão entre os organismos mais afetados pelas barragens. As perdas da assembleia de peixes podem ser irreversíveis, direcionando a formação de novos padrões. Pouco se sabe sobre a influência das características dos reservatórios na assembleia de peixes. Essas características variam de acordo com a localização da barragem na bacia hidrográfica e o modo de operação. Assim, nossa hipótese é que a estrutura funcional das assembleias de peixes está associada às características físicas, hidrológicas e de operação dos reservatório. Os peixes foram coletados em 18 reservatórios de cinco bacias hidrográficas do estado do Paraná utilizando-se redes de espera expostas por vinte e quatro horas, revistadas nos períodos matutino, vespertino e noturno. De cada exemplar foi registrado peso e comprimento, sendo os traços funcionais de cada espécie determinados com o auxílio de literatura especializada. As variáveis físicas utilizadas foram idade, área do reservatório, tipo de operação do sistema, bacia hidrográfica, área de drenagem da bacia e presença de reservatórios a montante. Foram utilizadas as análises RLQ e *fourthcorner*. A RLQ determina coeficientes de relações lineares entre variáveis físicas de R e os traços funcionais da assembleia de Q, ponderada pela abundância de espécies de L, fornecendo a co-inércia entre R e Q. A *fourthcorner* complementa a RLQ ao testar as associações entre cada variável ambiental e traço funcional individualmente. Os resultados indicaram que os reservatórios semelhantes em suas características físicas apresentaram semelhança quanto ao padrão funcional da assembleia de peixes, evidenciando que a estrutura funcional da assembleia de peixes é determinada, em parte, pelo tipo de reservatório e seu tipo de operação. A implantação de reservatórios sem levar em consideração os efeitos sobre a biota, pode comprometer diversos serviços do ecossistema, deixando um passivo ambiental para as futuras gerações. A determinação das características construtivas e de operação de uma barragem tem enorme importância ecológica para o ambiente a ser represado, e seus efeitos não devem ser negligenciados.

**PALAVRAS-CHAVE:** RLQ; Barramentos; Impactos Ambientais; *Fourthcorner*.

## ABSTRACT

RODRIGUES, J.P. Relation among the physical properties of the reservoirs and the functional traits of the ichthyofauna. 07/03/2019. 41 f. **Dissertation** (Master's in Environmental Sciences) – State University of the West of Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, 2019.

[This dissertation has been prepared according the norms of the Journal of Fish Biology].

The fishes are among the most affected by dams. Losses from the fish's assemblage may be irreversible, directing the construction of new standards. Little is known about the influence of the physical characteristics of dams in the fish's assemblage. This characteristics change according to localization of the dam in the hydrographic basin, operation mode and purpose. So, our hypothesis is the functional structure of fishes assemblages is associated with the physical, hydrological and operational characteristics of the dam and reservoir where they inhabit. The fishes were collected in eighteen reservoirs of five hydrographic basins in the Paraná state using gill nets exposed for 24 hours, with samples in all shifts. The species have had their functional traits classified according to literature and measures in the individuals collected. Have been analysed the physical variables: age, hydrographic basin, area of reservoir, kind of operation, area of drainage and the presence of upstream reservoir. Have been used the analyse RLQ and fourthcorner. The RLQ supplies coefficients of the direct relations between the physicals variables of R and the functional traits of Q of the assemblage, pondered by the abundance of the species of L, and showing the relation between R and Q. The fourthcorner completes the RLQ when testing the associations between each environmental variable and functional trait individually. The results indicated that the reservoirs with similar physical characteristics presented a functional standart of the fish's assemblage, evidencing that the functional structure of the fish's assemblage is determined, partially, for the kind of the reservoir and the kind of operation. The implantation of reservoir without consideratation of the biota, can compromise many ecosystem services, causing an environmental liability for future generations. The determination of building characteristics and the kind of operation of the dam have a huge ecological importance for the dammed environment, and yours effects should not be neglected.

**KEY-WORDS:** RLQ; Dams; Environmental Impact; *Fourthcorner*.

## 1. INTRODUÇÃO

Impactos ambientais oriundos da agricultura, mineração, aquicultura e geração de energia elétrica estão ocorrendo em escalas globais. Esses impactos, estão associados às demandas do crescimento populacional humano, afetando a riqueza e diversidade dos organismos (Pelicice *et al.* 2017) e a estrutura das assembleias aquáticas (dos Santos *et al.* 2017). No Brasil, a maior parte da matriz energética concentra-se em usinas hidrelétricas (Tozzo *et al.* 2017), principalmente no estado do Paraná, cuja bacia do rio Paraná, é uma das mais barradas do mundo (Agostinho *et al.* 2016).

Reservatórios impactam os rios alterando os regimes de fluxo e, conseqüentemente, as interações entre os organismos aquáticos (Winemiller *et al.* 2016; Pelicice *et al.* 2017; dos Santos *et al.* 2017). Os barramentos alteram o regime hidrológico (Thomaz *et al.* 2007), transformam ambientes lóticos em lagos artificiais (reservatórios) (Agostinho *et al.* 2007, Baumgartner *et al.* 2017), modificam a qualidade da água (Thornton *et al.* 1990) e, por isso, transformam as relações dos organismos aquáticos com o ambiente (Fernandes *et al.* 2009) e entre eles (Mims *et al.* 2013). Alguns estudos apontam que os peixes são afetados pelas barragens, pois, as mudanças no ecossistema aquático interferem na migração e diminuem a disponibilidade de recursos (Agostinho *et al.* 2016; dos Santos *et al.* 2017; Pelicice *et al.* 2017; Santos *et al.* 2018). As perdas da assembleia de peixes podem ser irreversíveis, direcionando a construção de novos padrões (Gubiani *et al.* 2007; Orsi & Britton, 2014; Pelicice *et al.* 2017). Entretanto, pouco se sabe sobre a influência das características físicas das barragens, como altura e comprimento, e dos reservatórios, como área inundada (tamanho) e idade, na assembleia de peixes. Essas características variam de acordo com a localização da barragem na bacia hidrográfica, o modo de operação e finalidade (Agostinho *et al.* 2007). Além disso, os impactos de represamentos sobre peixes não são bem compreendidos, principalmente porque avaliam a diversidade taxonômica, mas desconsideram as características funcionais das assembleias.

A avaliação dos efeitos do impacto ambiental sobre os traços funcionais das espécies permite abordar mecanismos ecológicos independentemente da

identidade taxonômica dos organismos (Cianciaruso *et al.* 2009; Villéger *et al.* 2010; Vasconcelos *et al.* 2014; Agostinho *et al.* 2016; Lima *et al.* 2017; Muniz, 2017; dos Santos *et al.* 2017; Santos *et al.* 2018) e viabiliza a previsão das respostas da biota à mudanças em assembleias com espécies diferentes (McGill *et al.* 2006; Poff *et al.* 2006).

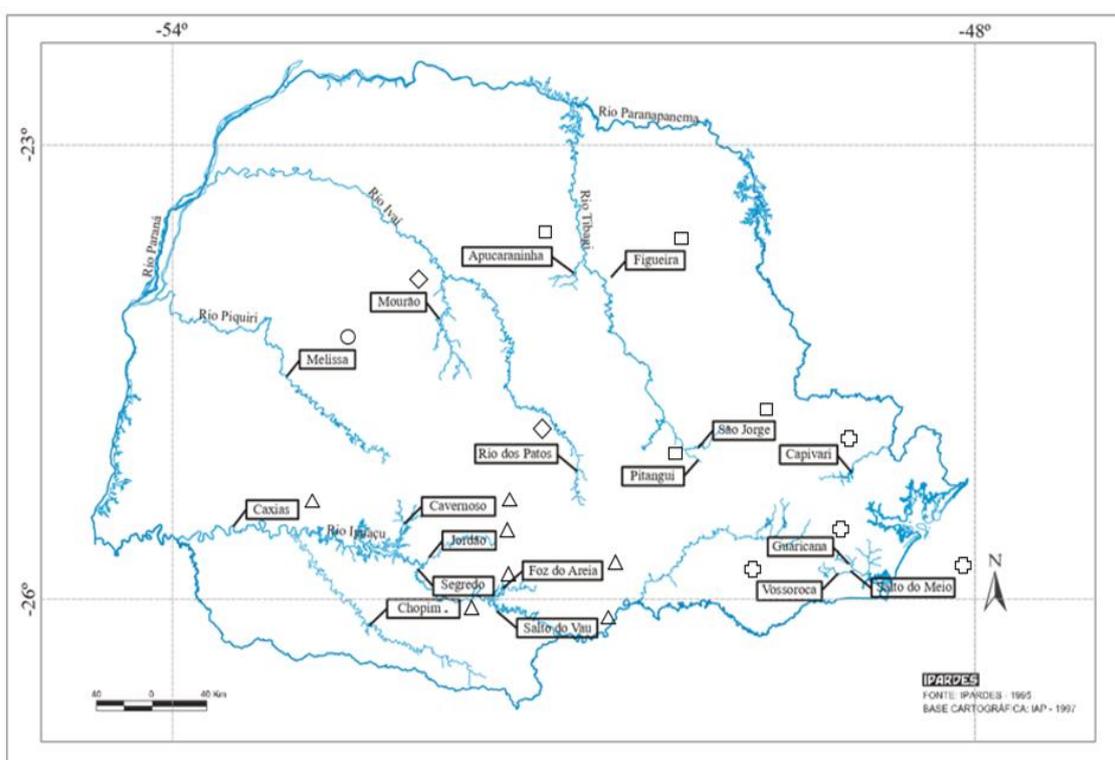
Traços funcionais representam características fenotípicas morfológicas e fisiológicas (Violle *et al.* 2007), a história de vida e a dieta de um indivíduo no habitat (Blondel, 2003) e podem ser usados como referências sobre organização e funcionamento da assembleia (Erős *et al.* 2009; Teresa & Casatti, 2012) e sobre distúrbios no ambiente (Mouillot *et al.* 2013). Resumindo, traços funcionais são atributos biológicos de um organismo que vão influenciar o seu desempenho em seu habitat (McGill *et al.*, 2006; Dray *et al.* 2014). A partir de estudos considerando a perspectiva funcional dos organismos de uma assembleia é possível compreender a organização desta assembleia e sua susceptibilidade a impactos ambientais (Podgaiski *et al.* 2011).

Tendo em vista os efeitos que diferentes características físicas geram sobre o ambiente, torna-se necessário avaliar a relação entre elas e os traços funcionais das espécies de peixes. Aqui, nós analisamos padrões funcionais na assembleia de peixes associados às características das barragens e dos reservatórios. Testamos a hipótese de que a estrutura funcional (i. e., os traços funcionais e a composição funcional) das assembleias de peixes está associada às características físicas, hidrológicas e de operação da barragem e do reservatório. Esperamos que as assembleias de reservatórios semelhantes devam apresentar estrutura funcional similar. Buscamos ainda identificar o conjunto de características que determinam o padrão funcional da assembleia analisada. Para testar isso, foram analisados os traços funcionais das assembleias em dezoito reservatórios que foram construídos para geração de energia elétrica em cinco bacias hidrográficas do estado do Paraná, levando em consideração suas propriedades físicas.

## 2. METODOLOGIA DA PESQUISA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Analizamos dezoito reservatórios distribuídos em cinco bacias hidrográficas do estado do Paraná, a Bacia do Atlântico Sul, Bacia do Iguaçu, Bacia do Ivaí, Bacia do Piquiri e Bacia do Tibagi (Gerpel, 2008). Todos reservatórios foram construídos para geração de energia elétrica e são operados a fio d'água ou acumulação (Figura 1).



**Figura 1-** Localização dos 18 reservatórios analisados. Fonte: Adaptado de Sartori (2014). Os triângulos representam os reservatórios da Bacia do Iguaçu. Os retângulos representam os reservatórios do Tibagi. As cruzes são os reservatórios da Bacia do Atlântico Sul. O círculo representa o reservatório da Bacia do Piquiri e as estrelas representam os reservatórios do Ivaí. Fonte: Adaptado de Gerpel, 2008.

### 2.2 AMOSTRAGEM

As coletas foram realizadas trimestralmente em 2004, 2006 e 2007 pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia - GERPEL, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* Toledo.

Para a coleta dos peixes foram utilizadas redes de espera simples com malhas que variaram de 25 a 160 mm entre nós não adjacentes, redes de espera três malhas de 60 a 80 mm entre nós, totalizando 15 redes de espera e uma rede de arrasto marginal de 5 mm de abertura de malha e 20 metros de comprimento, sendo este efetuado no crepúsculo vespertino e no crepúsculo matutino em cada um dos locais de amostragem. As redes de espera foram expostas por vinte e quatro horas, com amostragens as 8h, 16h e 22h horas. Os indivíduos foram fixados em formol a 10%, seguido da identificação com etiquetas que constavam informações do reservatório, local, aparelho de pesca, turno e mês da coleta. Após a identificação, os exemplares foram armazenados em tambores de polietileno e encaminhados para o Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia - Gerpel, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* Toledo. Exemplares não identificados pelo GERPEL foram enviados a Coleção Ictiológica do Nupelia da Universidade Estadual de Maringá - UEM; Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo - MZUSP e Museu de Ciências e Tecnologias da Pontífice Universidade Católica do Rio Grande do Sul MCT-PUCRS, para especialistas.

#### 2.2.1. VARIÁVEIS FISÍCAS

Foram consideradas as seguintes características dos reservatórios: bacia onde o reservatório está inserido, área do reservatório (km<sup>2</sup>), idade, tipo de operação do sistema (fio d'água ou acumulação), presença de reservatórios imediatamente a montante e área de drenagem (km<sup>2</sup>). Esses dados foram obtidos através da Companhia Paranaense de Energia – COPEL (2018), pelos sites da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018) e da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018) (Apêndice A).

#### 2.2.2. TRAÇOS FUNCIONAIS DA ASSEMBLEIA DE PEIXES

Foram utilizados traços funcionais da assembleia de peixes obtidos a partir de literatura especializada e de medidas (fornecidas pelo Gerpel) dos indivíduos coletados para caracterizar as espécies. Os traços funcionais de algumas espécies que não estavam disponíveis na literatura, foram caracterizados conforme as informações disponíveis sobre o gênero (Apêndice B). Os traços utilizados para o estudo são descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos traços funcionais das espécies consideradas nesse estudo. Pela quantidade de dados, foram utilizados códigos (siglas) para a confecção dos gráficos.

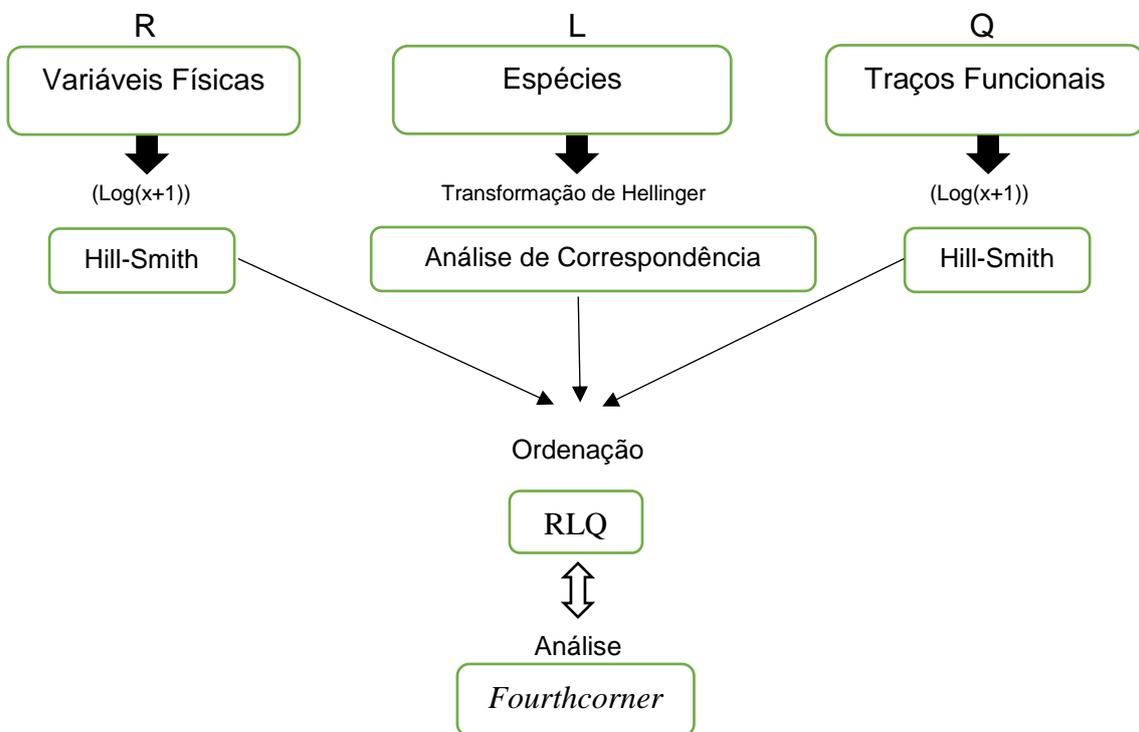
<i>Categoria</i>	<i>Traços</i>	<i>Sigla</i>	<i>Referência</i>
<b>Origem</b>	Nativo/ Introduzido	N/I	Ota <i>et al.</i> (2018)
<b>Tamanho</b>	Comprimento Padrão	Ls	GERPEL
	Valor máximo de índice gonadossomático	IGS	
<b>Estratégia reprodutiva</b>	Desova: Parcelada/Total	Par/Tot	dos Santos <i>et al.</i> (2017)
	Fecundação: Externa/Interna	Fe/Fi	
	Cuidado Parental: Com/Sem	CCP/SCP	
	Migração: Sedentário/Migrador	Se/Mig	
<b>Estratégia alimentar</b>	Hab. Alimentar:		Baumgartner <i>et al.</i> (2012)
	Insetívoro	Ins	Vasconcelos <i>et al.</i> (2014)
	Carnívoro	Car	dos Santos <i>et al.</i> (2017)
	Detritívoro	Det	
	Herbívoro	Her	
	Invertívoro	Inv	
<b>Habitat</b>	Omnívoro	Omn	
	Uso:	Bent	Froese & Pauly (2018)
	Bentônico	B.Pel	dos Santos <i>et al.</i> (2017)
	Bento-pelágico	Pel	
	Pelágico		

## 2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram separados em três matrizes de variáveis: físicas (R), de abundância de espécies (L) e de traços funcionais das espécies (Q). A fim de testar as relações entre essas matrizes, foram realizadas as análises RLQ (Dolédec *et al.* 1996) e *fourthcorner* (Dray & Legendre, 2008). A RLQ fornece coeficientes de relações lineares entre variáveis físicas dos reservatórios de R e os traços funcionais da assembleia de Q, ponderados pelas abundâncias das espécies de L, fornecendo a co-inércia entre R e Q. A *fourthcorner* testa as associações entre cada variável ambiental e traço funcional individualmente (Figura 2).

As matrizes utilizadas foram: R (n x m), sendo “n” os reservatórios e “m” as características físicas; L (n x s), sendo “s” as espécies; Q (s x p), sendo “p” os traços funcionais. Para cada matriz, foi realizada uma ordenação conforme os dados. Na matriz de R, os dados quantitativos foram logaritmizados ( $\text{Log}(x+1)$ ) e padronizados; para aproximar a distribuição das variáveis à condição de normalidade, a matriz foi ordenada pela análise de Hill-Smith, que é similar a

uma Análise de Componentes Principais (PCA, *Principal Component Analysis*), mas considera dados quantitativos e categóricos (Dray & Dufour, 2007). Na matriz L, os dados foram submetidos à transformação de Hellinger, que corrige duplos-zeros e amplitudes muito grandes (Legendre & Gallagher, 2001), sendo ordenados por uma Análise de Correspondência (CA, *Correspondence Analysis*). Na matriz Q, os dados quantitativos foram logaritmizados ( $\text{Log}(x+1)$ ), e a matriz foi ordenada através da análise de Hill-Smith. A análise *fourthcorner* foi realizada sob 4999 repetições e nível de significância 5% ( $p < 0,05$ ). As análises RLQ e *fourthcorner* foram realizadas no pacote “ade4” (Dray & Dufour, 2007) do software R (R Core Team, 2012). Este procedimento analítico foi resumido na Figura 2.



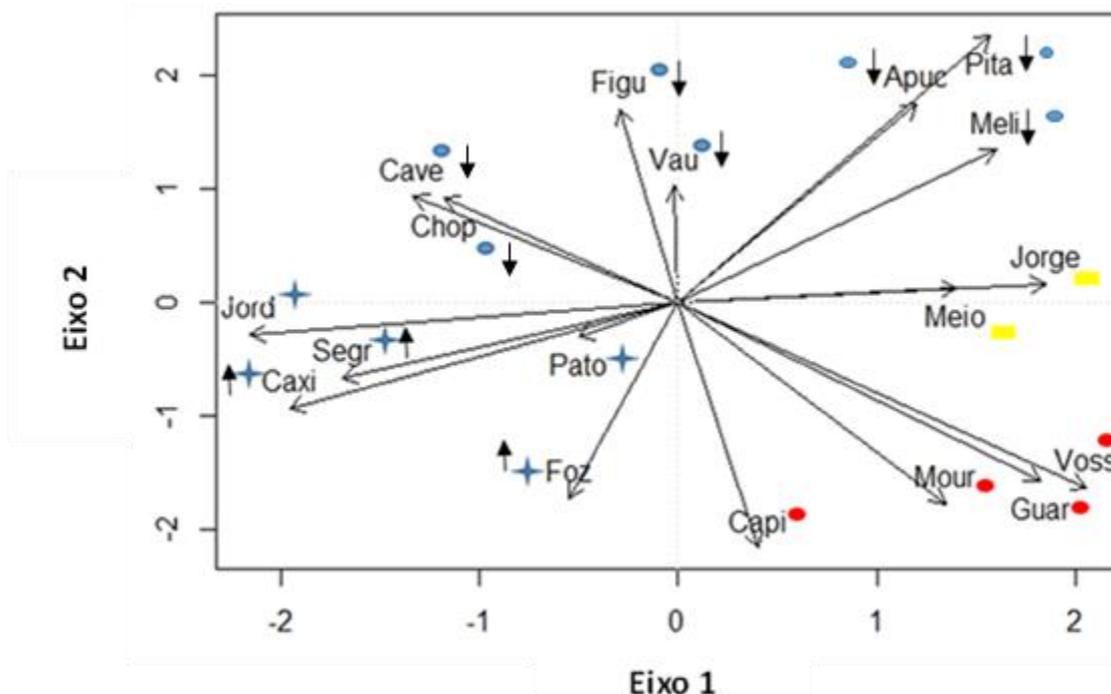
**Figura 2.** Desenho esquemático do procedimento analítico usado para avaliar a relação das características físicas das barragens e dos reservatórios com os traços funcionais das assembleias de peixes. Foi utilizada a ordenação RLQ seguida da análise *fourthcorner*. A matriz R contendo os dados físicos do ambiente, a matriz L a abundância das espécies e a matriz Q contendo os traços por espécie. Para cada matriz, foi realizada uma ordenação conforme seus dados. Para as matrizes R e Q, a ordenação realizada foi a de Hill-Smith e a matriz L foi ordenada através da análise de Correspondência (AC). A análise *fourthcorner* foi realizada sob 4999 repetições.

### 3. RESULTADOS

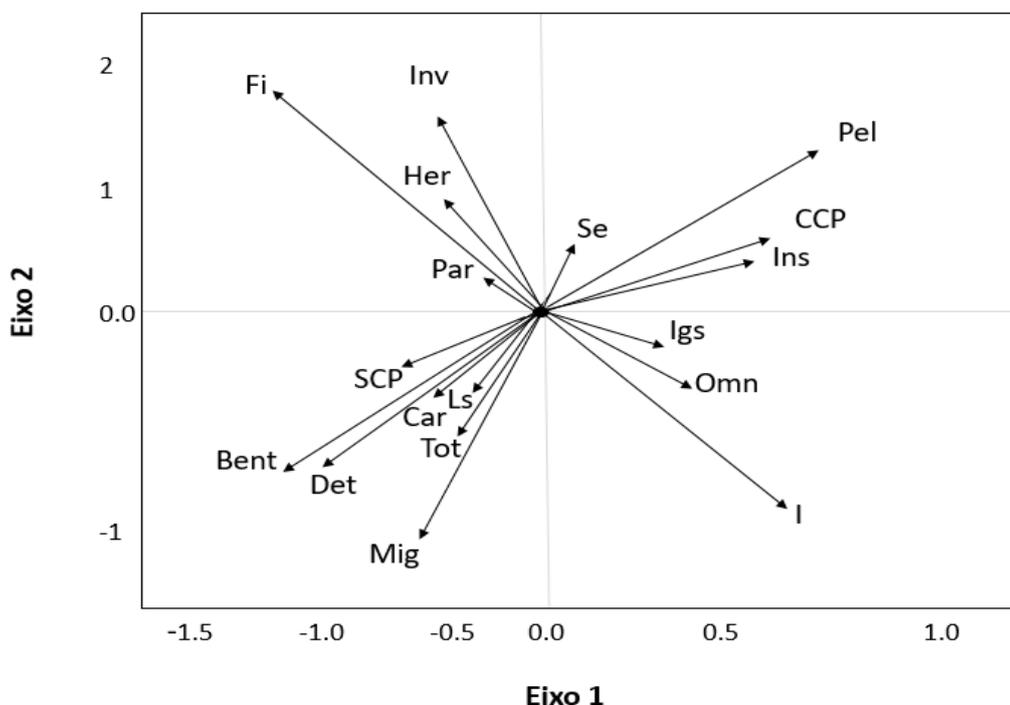
Os dois primeiros eixos da RLQ explicaram 74,58% da inércia. Testes de Monte Carlo sobre os métodos de comparações múltiplas indicaram que apenas o modelo 2 (de permutações de locais, i. e., linhas) foi significativo ( $p = 0,004$ ), para a interpretação das correlações lineares entre R e Q.

A partir da RLQ, a análise se Hill-Smith indicou a formação de grupos de reservatórios que foram agrupados conforme suas características e suas relações com os traços funcionais como visto nas imagens abaixo. Esses resultados indicam que estes reservatórios, apesar de se tratarem de eventos recentes, possuem aspectos físicos que influenciam a estruturação da ictiofauna, o que confirma os trade-offs entre aspectos da engenharia e o ecossistema do reservatório (Winemiller *et al.* 2016).

Os grupos formados foram: reservatórios a fio d'água, pequenos que ocuparam o primeiro e segundo quadrante (Figura 3) no primeiro quadrante os reservatórios foram mais fortemente associados a espécies pelágicas, com cuidado parental, insetívoras e sedentárias, e associados mais fortemente com espécies invertívoras, herbívoras e que apresentam fecundação interna e desova parcelada no segundo quadrante (Figura 4), por outro lado, o terceiro quadrante foi formado por reservatórios mais novos (Figura 3) e estiveram mais fortemente associados a espécies sem cuidado parental, bentônicas, detritívoras, carnívoras, com maior comprimento padrão, com desova total e migradoras e o quarto quadrante foi formado por reservatórios com regime de operação para acumulação (Figura 3) e estiveram mais fortemente associados a espécies introduzidas, omnívoras e com alto investimento reprodutivo (Figura 4).



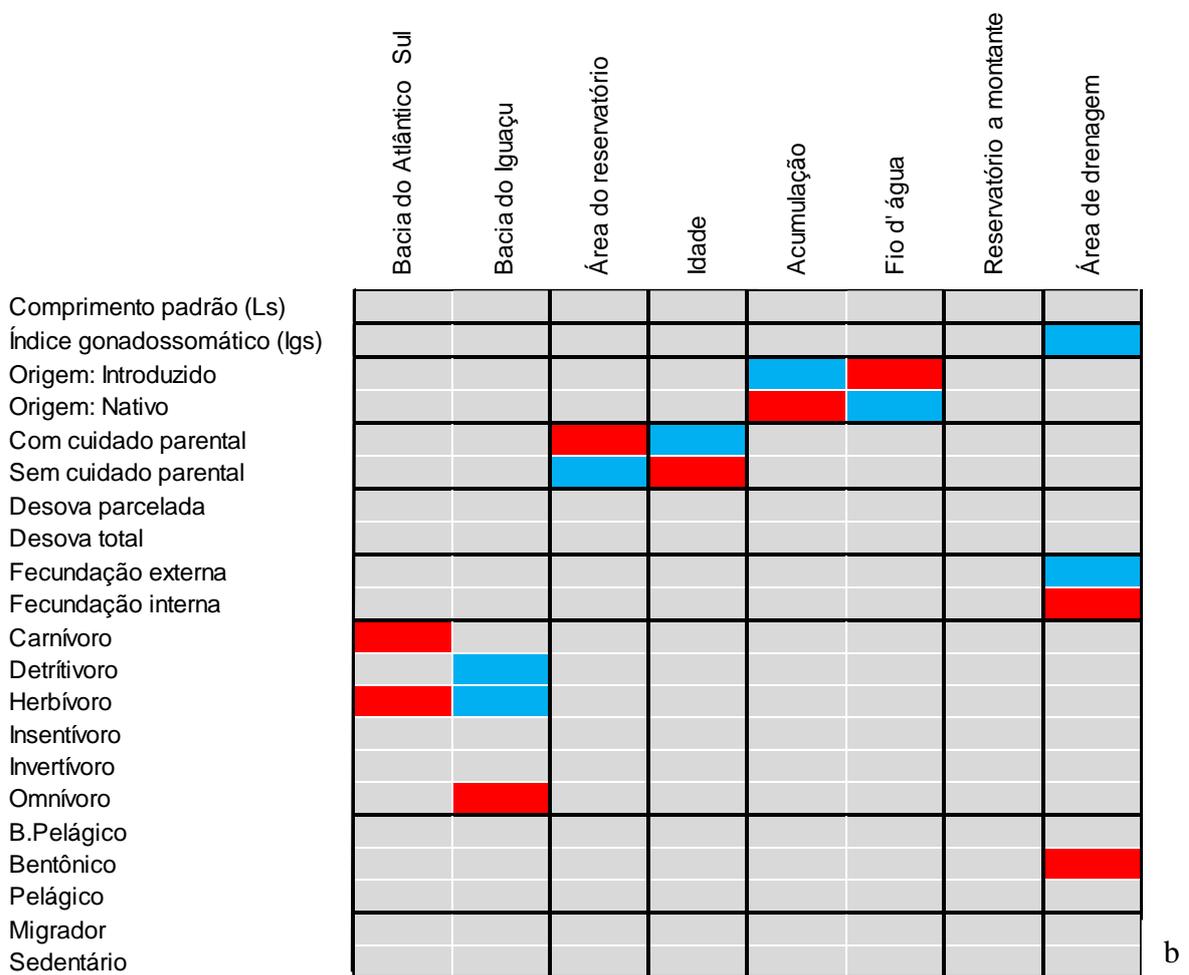
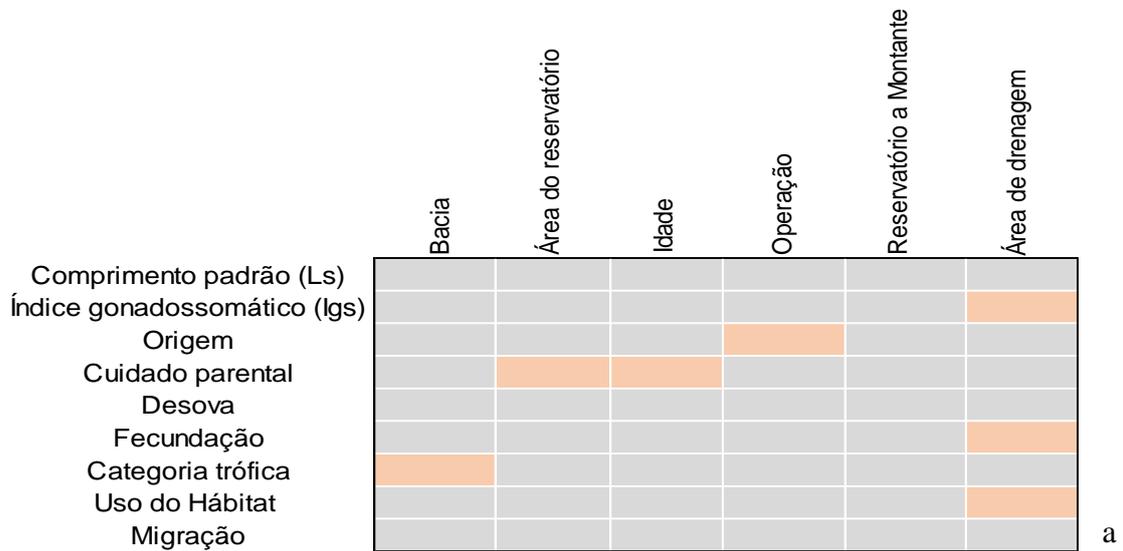
**Figura 3** - Ordenação da matriz de variáveis físicas R pela análise de Hill-Smith dos 18 reservatórios analisados. Caxi= Caxias; Segr= Segredo; Jord= Jordão; Chop= Chopim; Cave= Cavernoso; Fig= Figueira; Vau= Salto do Vau; Apuc= Apucarantina; Pita= Pitangui; Meli= Melissa; Jorge= São Jorge; Meio= Salto do Meio; Voss= Vossoroca; Guar= Guaricana; Mour= Mourão; Capi= Capivari; Foz= Foz do Areia; Pato= Rio dos Patos. As estrelas em azul representam os reservatórios mais novos; os círculos em vermelho representam os reservatórios que operam por acumulação; retângulos em amarelo representam os reservatórios com área de drenagem maior; as setas para cima são os reservatórios com maior área de reservatório e as setas para baixo, são reservatórios com áreas menores.



**Figura 4**- Ordenação dos traços funcionais das espécies pela análise *fourthcorner*. Relação significativa entre os traços funcionais e os reservatórios. Inv= Invertívoro; Her= Herbívoro; Fi= Fecundação interna; Par= Desova parcelada; SCP= Sem cuidado parental; Bent= Bentônico; Det= Detritívoro; Car= Carnívoro; Ls= Comprimento padrão; Tot= Desova total; Mig= Migrador; I= Introduzido; Omn= Omnívoro; IGS= Índice gonadossomático; Ins= Insetívoro; CCP= Com cuidado parental; Pel= Pelágico; Se= Sedentário.

A análise de *fourthcorner* também indicou as relações entre os traços funcionais e as variáveis físicas. Nessa análise podemos observar que a variável física bacia hidrográfica apresentou relação significativa com traços associados ao hábito alimentar, já a área e idade do reservatório apresentaram relação com cuidado parental, enquanto o tipo de operação indicou relação com origem das espécies capturadas. A presença de reservatório a montante não apresentou relação significativa com os traços, no entanto, a área de drenagem apresentou relação significativa com índice gonadossomático, fecundação e habitat (Figura 5a).

As correlações entre cada traço funcional e cada característica física foram positivas e negativas. A Bacia do Atlântico Sul apresentou relação negativa com espécies carnívoras e herbívoras, por outro lado, a Bacia do Iguaçu apresentou relação positiva com espécies herbívoras e detritívoras e relação negativa com omnívoras. Os maiores reservatórios apresentaram relação positiva com espécies que não apresentam cuidado parental e relação negativa com espécies que apresentam cuidado parental e os mais velhos apresentaram relação positiva com espécies que apresentam cuidado parental e relação negativa com as que não apresentam cuidado parental. Os que operam por acumulação apresentaram relação positiva com espécies introduzidas e relação negativa com espécies nativas, por outro lado, os operados a fio d'água apresentaram relação positiva com espécies nativas e negativa com espécies introduzidas. Reservatórios com maior área de drenagem apresentaram relação positiva com espécies de fecundação externa e com maior índice gonadossomático e relação negativa com espécies de fecundação interna e bentônicas. A presença de reservatório a montante não apresentou relação significativa com os traços funcionais (Figura 5b).



**Figura 5.** Resumo das relações lineares indicadas pela análise *fourthcorner* entre os traços funcionais das espécies da matriz Q e as variáveis ambientais dos 18 reservatórios. A – Relações significativas entre as categorias de traços funcionais com as categorias de características físicas. Retângulos em rosa indicam relação significativa, retângulos em cinza onde não houve relação. B - Relações entre os traços funcionais da matriz Q e as variáveis ambientais da matriz R. Retângulos vermelhos indicam relação significativa e negativa; retângulos azuis indicam relação significativa e positiva; retângulos cinzas indicam relação não-significativa ( $p = 0,05$ ).

.4.

#### 4. DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam que reservatórios semelhantes em suas características físicas apresentaram semelhança quanto ao padrão funcional da assembleia de peixes, evidenciando que a estrutura funcional da assembleia de peixes é determinada, em parte, pelo tipo de reservatório e seu tipo de operação. Os reservatórios que operam por acumulação, apresentam retração do nível da água, deixando as margens do reservatório expostas, o que reduz a quantidade de abrigos e de recursos alimentares para a ictiofauna (Baumgartner, 2010). Esses efeitos afetam principalmente as espécies nativas não adaptadas a vida lacustre, promovendo um ambiente propício as espécies introduzidas, omnívoras e com elevado investimento reprodutivo (Agostinho *et al.* 2007). Por outro lado, os operados a fio d'água, apresentam ambientes mais estáveis (Gomes *et al.* 2018), com águas normalmente menos turbidas, possibilitando que espécies mais especialistas, a exemplo dos herbívoros e invertívoros, selecionem melhor seus alimentos, o que leva ao sucesso desses grupos nesse tipo de ambiente.

Reservatórios a fio d'água por apresentarem menor variabilidade ambiental e por apresentarem impactos menores (dos Santos *et al.* 2017; Junho, 2008), pôde permitir então que espécies nativas se estabeleçam, visto que nesses ambientes, as condições para comunidade ictiofaunística permanece mais inalterada se comparadas com as de reservatório de acumulação. A relação negativa dos reservatórios de acumulação com peixes nativos é esperada, já que durante a formação de reservatório elas são as mais afetadas, pois não estão adaptadas ao novo ambiente, oportunizando assim um espaço de nicho para as invasoras (Agostinho *et al.* 2007; Agostinho *et al.* 2015), filtro ambiental favorecendo espécies introduzidas (Johnson *et al.* 2008).

Para bacias hidrográficas, houve correlação significativa com traços relacionados ao hábito alimentar como encontrado também no trabalho de Muniz (2017). A relação positiva dos reservatórios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu com espécies herbívoras e detritívoras pode ser explicada pela ausência dos grandes migradores existentes na Bacia do Rio Paraná (Baumgartner *et al.* 2012), os quais são considerados os grandes predadores das espécies forrageiras. A relação negativa entre a Bacia do Atlântico Sul com

espécies herbívoras e carnívoras não era esperada, visto que os reservatórios pertencentes a essa bacia apresentam vegetação submersa e litorânea e elevado número de exemplares de espécies forrageiras que servem de alimento (Gerpel, 2008).

Reservatórios com maiores áreas são ambientes mais favoráveis para migração de curta distância, para reprodução e desova do que reservatórios com menores áreas, assim, as espécies sem cuidado parental apresentam maior sucesso nesses ambientes, já que espécies migradoras, em geral, são espécies que não apresentam cuidado parental. Em estudo realizado por Santos *et al.* (2017), em reservatórios com maiores áreas, houve maior presença de espécies migradoras, e os reservatórios com menores áreas, apresentaram maior presença de espécies sedentárias, podendo ser explicado pelas grandes áreas e extensões de reservatórios serem propícias para permanência de espécies migradoras de curta distância (Santos *et al.* 2017).

A associação negativa entre idade do reservatório com espécie sem cuidado parental, era esperada, visto que em reservatórios mais antigos, com maior estabilidade, possibilitam a formação de ninhos nas margens, favorecendo as espécies que apresentam esse tipo de cuidado parental (Agostinho *et al.* 2007; Oliveira *et al.* 2018). Agostinho *et al.* (2007), Pelicice & Agostinho (2007); dos Santos *et al.* (2017); Pelicice *et al.* (2018), mostram que a formação de reservatórios favorece espécies sedentárias, que muitas vezes são espécies que protegem sua prole, e essas espécies se adaptam em áreas menores já que não precisam de deslocar, pois possuem facilidade em desenvolver todas as atividades do seu ciclo de vida em áreas restritas (Agostinho *et al.* 2007). Em reservatórios mais jovens, o alagamento das regiões marginais, promovem o desenvolvimento de espécies que após um longo período de estabilização passam a ter suas densidades populacionais reduzidas devido ao aumento das interações ecológicas, como competição e predação (Agostinho *et al.* 2007).

A área de drenagem esteve negativamente relacionada com espécies que apresentam fecundação interna e bentônicas. Como os reservatórios são ambientes lênticos, eles favorecem a deposição de materiais oriundos da bacia de drenagem, resultando assim em grande número de detritos e sedimentos em

reservatório mais a jusante da bacia (Thornton, 1990), o que promove a presença das espécies bentônicas. A relação positiva da área de drenagem com espécies de fecundação externa e com maior índice gonadossomático pode ser associada a presença de espécies que tem maior investimento reprodutivo e apresentam gatilhos reprodutivos associados principalmente a precipitação e descargas da bacia hidrográfica (Gilbert & Pease, 2019)

## 5. CONCLUSÃO

Confirmamos a hipótese de que a estrutura funcional das assembleias de peixes está associada às características físicas dos reservatórios. O tamanho do reservatório e o tipo de operação do sistema exerceram importante papel na estruturação dos traços funcionais da assembleia de peixes. Nosso trabalho revelou que as características físicas dos reservatórios funcionam com filtros ambientais. Deste modo, a implantação de reservatórios sem levar em consideração os efeitos sobre a biota, pode comprometer diversos serviços do ecossistema (Rinke *et al.* 2019), deixando um passivo ambiental para as futuras gerações, com impactos que podem afetar a comunidade ictiofaunística a longo prazo. A determinação das características construtivas e de operação de uma barragem tem enorme importância ecológica para o ambiente a ser represado, e seus efeitos não devem ser negligenciados.

## 6. REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Santos, N. C. L., Ortega, J. C. G. & Pelicice, F. M. (2016). Fish assemblages in Neotropical reservoirs: colonization patterns, impacts and management. *Fisheries Research* **173**, 26–36. doi.org/10.1016/j.fishres.2015.04.006.
- Agostinho, A.A., Suzuki, H.I., Fugi, R., Alves, D.C., Tornella, H.C., Espindola, L.A. (2015) Ecological and life history traits of *Hemiodus orthonops* in the invasion process: looking for clues at home. *Hydrobiologia* **746**, 415-430. 10.1007 / s10750-014-2030-2
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Pelicice, F. M. (2007). Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 501.
- ANA, Agência Nacional de águas. (2018). Disponível em: <http://www.ana.gov.br> (acessado pela última vez em 17 de novembro de 2018).

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). (2018). Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/> (acessado pela última vez em 10 de novembro de 2018).

Baumgartner, M.T., Baumgartner, G. & Gomes, L. C. (2017). The effects of rapid water level changes on fish assemblages: the case of a spillway gate collapse in a neotropical reservoir. *River Research and Applications* **33**, 548- 557. <https://doi.org/10.1002/>.

Baumgartner, G., Pavanelli, C. S., Baumgartner, D., Bifi, A. G., Debona, T. & Frana, V. A. (2012). *Peixes do baixo rio Iguaçu*. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM.

Baumgartner, D. (2010). Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Maringá/PR: UEM. 72p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá.

Blondel, J. (2003). Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos* **100**, 223-231. [doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12152.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12152.x).

Cianciaruso, M. C.; Silva, I. A. & Batalha, M. A. (2009). Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotrop* **9**, 93-103.

COPEL, Companhia Paranaense de Energia. (2018). Disponível em: [www.copel.com.br](http://www.copel.com.br) (acessado pela última vez em 09 de outubro em 2018).

Dolédec, S., Chessel, D., Terbraak, C. J. F. & Champely, S. (1996). Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics*, Berlim: Springer **3**, 143–166. [doi.org/10.1007/BF02427859](https://doi.org/10.1007/BF02427859).

dos Santos, N. C. L., de Santana, H. S., Ortega, J. C. G., Dias, R. M., Stegmann, L. F., da Silva, I. M. A. & Agostinho, A. A. (2017). Environmental filters predict the trait composition of fish communities in reservoir cascades. *Hydrobiologia* **802**, 245-253. doi: 10.1007/s10750-017-3274-4.

Dray, S., Choler, P., Dolédec, S., Peres-Neto, P. R., Thuiller, W., Pavoine, S. & ter Braak, C. J. (2014). Combining the fourth-corner and the RLQ methods for assessing trait responses to environmental variation. *Ecology* **95**, 14-21. [doi.org/10.1890/13-0196.1](https://doi.org/10.1890/13-0196.1).

Dray, S. & Legendre, P. (2008). Testing the species traits-environment relationships: the fourth-corner problem revisited. *Ecology* **89**, 3400–3412. [doi.org/10.1890/08-0349.1](https://doi.org/10.1890/08-0349.1).

Dray, S. & Dufour, A. B. (2007). The ade4 Package: Implementing the Duality Diagram for Ecologists. *Journal of Statistical Software*, **22** (4), 1-20. <http://doi.org/10.18637/jss.v022.i04>.

- Erős, T., Heino, J., Schmera, D. & Rask, M. (2009). Characterising functional trait diversity and trait–environment relationships in fish assemblages of boreal lakes. *Freshwater Biology* **54**, 1788-1803. doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02220.x.
- Fernandes, R., Agostinho, A. A., Ferreira, E. A., Pavanelli, C. S., Suzuki, H. I., Lima, D. P. & Gomes, L. C. (2009). Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* **69**, 669-680. doi.org/10.1590/S1519-69842009000300021.
- Froese, R. & Pauly, D. Editores 2018. FishBase. (2014). World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, versão (06/2018). Disponível em: http://www.fishbase.org/search.php (acessado pela última vez em 27/12/2018).
- GERPEL. Fundação Universitária de Toledo. Análise biológica de peixes: bacias hidrográficas do Atlântico Sul e dos rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu. Toledo, PR, 2008a. 415 p., il. color. ([*Relatório técnico anual*] - Apoio Copel).
- Gilbert, M.D., & Pease, A.A. (2019). Use of fragmented reservoir habitats by larval fish assemblages across years with contrasting hydrological conditions. *Environmental Biology of Fishes* **102**, 857-871. doi.org/10.1007/s10641-019-00875-6
- Gomes, L. C., Piana, P. A., & de Oliveira Sereia, D. A. (2018). Contrasting fish size distributions between Neotropical run-of-river and storage reservoirs. *International Journal of Aquatic Biology* **6**, 95-103.
- Gubiani, E. A., Gomes, L. C., Agostinho, A. A., & Okada, E. K. (2007). Persistence of fish populations in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. *Ecology of freshwater fish* **16**, 191-197. doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00211.x.
- Johnson, P. T. J., Olden, J. D. & Vander Zanden, M. J. (2008). Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. *Frontiers in Ecology and the Environment* **6**, 357–363. doi.org/10.1890/070156.
- Junho, R. A. C. (2008). Migrações ascendentes de peixes neotropicais e hidrelétricas: proteção a jusante de turbinas e vertedouros e sistemas de transposição. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Legendre, P. & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* **129**, 271–280. doi.org/10.1007/s004420100716.
- Lima, A. C., Sayanda, D., Agostinho, C. S., Machado, A. L., Soares, A. M. & Monaghan, K. A. (2017). Using a trait-based approach to measure the impact of dam closure in fish communities of a Neotropical River. *Ecology of Freshwater Fish* **27**, 408-420. doi.org/10.1111/eff.12356.

- Mcgill, B. J., Enquist, B. J., Weiher, E. & Westoby, M. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* **21**, 178–185. doi.org/10.1016/j.tree.2006.02.002.
- Mims, M. C. & Olden, J. D. (2013). Fish assemblages respond to altered flow regimes via ecological filtering of life history strategies. *Freshwater Biology* **58**, 50-62. doi.org/10.1111/fwb.12037.
- Muniz, C. M. (2017). Composição funcional em reservatórios: seleção de traços da assembleia de peixes com o envelhecimento. <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/10120/Muniz.C.M.m.pdf?sequence=1>.
- Mouillot, D., Graham, N. A. J., Villéger, S., Mason, N. W. H. & Bellwood, D. R. (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology & Evolution* **28**, 167-177. doi: 10.1016/j.tree.2012.10.004.
- Oliveira, A. G., Baumgartner, M. T., Gomes, L. C., Dias, R. M. & Agostinho, A. A. (2018). Long-term effects of flow regulation by dams simplify fish functional diversity. *Freshwater biology* **63**, 293-305. <https://doi.org/10.1111/fwb.13064>.
- Orsi, M. L. & Britton, J. R. (2014). Long-term changes in the fish assemblage of a neotropical hydroelectric reservoir. *Journal of Fish Biology* **84**, 1964-1970. doi.org/10.1111/jfb.12392.
- Ota, R. R., Deprá, G. D. C., Graça, W. J. D. & Pavanelli, C. S. (2018). Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. *Neotropical Ichthyology* **16**. doi.org/10.1590/1982-0224-20170094.
- Pelicice, F. M. & Agostinho, A. A. (2007). Fish-passage facilities as ecological traps in large neotropical rivers. *Conservation biology* **22**, 180-188. doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00849.x.
- Pelicice, F. M., Santos, V. A. A., Vitule, J. R. S., Orsi, M. L., Lima Junior, D. P., Magalhães, A. L. B., Pompeu, P. S., Petreire Júnior, M. & Agostinho, A. A. A. (2017). Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish and Fisheries* **18**, 1119–1133. doi.org/10.1111/faf.12228.
- Pelicice, F. M., Azevedo-Santos, V. M., Esguícero, A. L. H., Agostinho, A. A., & Arcifa, M. S. (2018). Fish diversity in the cascade of reservoirs along the Paranapanema River, southeast Brazil. *Neotropical Ichthyology* **16**, 1-18.
- Podgaiski, L. M.; Mendonça, M. S. & Pilar, V. D. (2011). O uso de Atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê?. *Oecologia Australis* **15**, 835-853. <http://doi.org/10.4257/oeco.2011.1504.05>.
- Poff, N. L., Olden, J. D., Vieira, N. K. M., Finn, D. S., Simmons, M. P. & Kondratieff, B. C. (2006). Functional trait niches of North American lotic insects: traits-based ecological applications in light of phylogenetic relationships. *Journal of the North American Benthological Society* **25**, 730-755. doi.org/10.1899/0887-3593(2006)025[0730:FTNONA]2.0.CO;2.

R CORE TEAM. (2012). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [www.r-project.org](http://www.r-project.org). (acessado pela última vez em 01/02/2019).

Rinke, K., Keller, P. S., Kong, X., Borchardt, D. & Weitere, M. (2019). Ecosystem Services from Inland Waters and Their Aquatic Ecosystems. *In Atlas of Ecosystem Services*. Springer, Cham, 191-195. [doi.org/10.1007/978-3-319-96229-0\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96229-0_30)

Santos, L. N., Agostinho, A. A., Santos, A. F. & García-Berthou, E. (2018). Reconciliation ecology in Neotropical reservoirs: can fishing help to mitigate the impacts of invasive fishes on native populations?. *Hydrobiologia* pp. 1-11. [doi.org/10.1007/s10750-018-3728-3](https://doi.org/10.1007/s10750-018-3728-3).

Sartori, C. (2014). A hipótese de aceitação biótica explica o sucesso das invasões biológicas em ambientes aquáticos modificados. <http://tede.unioeste.br/handle/tede/696>

Teresa, F. B. & Casatti, L. (2012). Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. *Ecology of Freshwater Fish* **21**, 433-442. [doi.org/10.1111/j.1600-0633.2012.00562.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2012.00562.x).

Thomaz, S. M., Bini, L. M., Bozelli, R. L. (2007). Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia* **579**, 1-13. [doi.org/10.1007/s10750-006-0285-y](https://doi.org/10.1007/s10750-006-0285-y).

Thornton, K. W., Kimmel, B. L. & Payne, F. E. (1990). Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. John Wiley & Sons, New York.

Tozzo, R. A., Frota, A., Ota, R. R. & de Souza, F. (2017). Influência longitudinal de barramentos na estrutura ictiofaunística em riacho de pequena ordem. *Biota Amazônia* **7**, 1-5. [doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n4p1-5](https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n4p1-5).

Vasconcelos, L. P., Alves, D. C. & Gomes, L. C. (2014). Fish reproductive guilds downstream of dams. *Journal of Fish Biology* **85**, 1489–1506. [doi.org/10.1111/jfb.12501](https://doi.org/10.1111/jfb.12501).

Villéger, S., Miranda, J. R., Hernández, D. F. & Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications* **20**, 1512–1522. [doi.org/10.1890/09-1310.1](https://doi.org/10.1890/09-1310.1).

Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. & Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos* **116**, 882–892. [doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x](https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x).

Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I. G., Darwall, W., Lujan, N. K., Harrison, M. L. J., Stiassny, R. A. M., Silvano, D. B., Fitzgerald, D. B., Pelicice, F. M., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Albert, J. S., Baran, E., Petrere-Jr, M., Zarfl, C., Mulligan, M.,

Sullivan, J. P., Arantes, A. C., Sousa, L. M., Koning, A. A., Hoeninghaus, D. J., Sabaj, M., Lundberg, J. G., Armbruster, J., Thieme, M. L., Petry, P., Zuanon, J., Vilara, G. T., Snoeks, J., Ou, C., Rainboth, W., Pavanelli, C.S., Akama, A., Van Soesbergen & Saenz, L. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science* **351**, 128–129. <http://doi.org/10.1126/science.aac7082>.

## APÊNDICES

**Apêndice A** – Variáveis físicas dos dezoito reservatórios analisados.

<b>Reservatório</b>	<b>Bacia</b>	<b>Área do Reservatório (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Idade</b>	<b>Operação</b>	<b>Presença de Reservatório a montante</b>	<b>Área de Drenagem (Km<sup>2</sup>)</b>
Apucarantina	Tibagi	0,55	57	Fio d' água	1	580
Capivari	Atlântico Sul	16,28	36	Acumulação	0	1,2
Cavernoso	Iguaçu	0,05	41	Fio d' água	0	1,460
Chopim	Iguaçu	0,1	43	Fio d' água	1	3,800
Figueira	Tibagi	0,2	43	Fio d' água	0	1,070
Foz do Areia	Iguaçu	165	26	Acumulação	0	29,800
Guaricana	Atlântico Sul	1,43	49	Acumulação	0	173
Jordão	Iguaçu	3,47	10	Fio d' água	0	4,750
Melissa	Piquiri	0,1	44	Fio d' água	0	368
Pitangui	Tibagi	0,05	95	Fio d' água	1	448
Rio dos Patos	Ivaí	1,3	57	Fio d' água	0	1,110
Mourão	Ivaí	11,3	42	Acumulação	0	571
Caxias	Iguaçu	144,2	8	Fio d' água	1	57
Salto do meio	Atlântico Sul	0,14	75	Fio d' água	1	173
Salto do Vau	Iguaçu	0,05	47	Fio d' água	0	340
Segredo	Iguaçu	84,88	14	Fio d' água	1	34,100
São Jorge	Tibagi	7,2	61	Acumulação	0	400
Vossoroca	Atlântico Sul	4,1	75	Acumulação	0	173

**Apêndice B** – Lista das espécies amostradas com seus respectivos traços funcionais. N= Nativo; I= Introduzido; CCP= Com cuidado parental; SCP= sem cuidado parental; Tot= Total; Par= Parcelada; Fe= Fecundação externa; Fi= Fecundação interna; Det= Detritívoro; Ins= Insetívoro; Omn= Omnívoro; Car= Carnívoro; Inv= Invertívoro; Her= Herbívoro; B.Pel= Bento-pelágico; Bent= Bentônico; Pel= Pelágico; Se= Sedentário; Mig= Migrador.

Espécie	Origem	Comprimento padrão	Índice gonadossomático	Cuidado parental	Desova	Fecundação	Trofia	habtat	Migração
<i>Ancistrus abilhoai</i>	N	7,9	1,3	CCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Ancistrus agostinhoi</i>	N	8,8	0	CCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Ancistrus mullerae</i>	N	8,3	0	CCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Ancistrus sp.</i>	N	4,9	0	CCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Apareiodon affinis</i>	N	10,0	37,2	SCP	Par	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Apareiodon piracicabae</i>	N	7,5	4,0	SCP	Par	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Apareiodon vittatus</i>	N	6,2	17,2	SCP	Par	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	N	6,0	19,5	SCP	Par	Fe	Ins	Pel	Se
<i>Astyanax aff. paranae</i>	N	6,3	50,9	SCP	Par	Fe	Omn	Pel	Se
<i>Astyanax bifasciatus</i>	N	7,0	13,5	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Astyanax bockmanni</i>	N	6,1	12,6	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax dissimilis</i>	N	6,3	22,4	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Astyanax guaricana</i>	N	6,0	37,0	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax gymnodontus</i>	N	8,0	20,4	SCP	Tot	Fe	Omn	Pel	Se
<i>Astyanax lacustris</i>	N	6,3	85,8	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax laticeps</i>	N	7,3	28,5	SCP	Tot	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Astyanax longirhinus</i>	N	12,2	9,6	SCP	Par	Fe	Inv	B.Pel	Se
<i>Astyanax minor</i>	N	8,0	48,4	SCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Astyanax serratus</i>	N	8,8	17,9	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax sp. 5</i>	N	6,2	6,8	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax sp. 1</i>	N	7,2	58,6	SCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Astyanax sp. 2</i>	N	7,0	87,7	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax sp. 3</i>	N	4,9	51,6	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Astyanax sp. 4</i>	N	6,6	0	SCP	Par	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Australoheros angiru</i>	N	9,4	0	CCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Australoheros kaaygua</i>	N	6,6	0	CCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Australoheros sp.</i>	N	6,7	9,8	CCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Se

<i>Brycon hilarii</i>	I	26,4	0	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Mig
<i>Brycon nattereri</i>	N	4,1	0	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Bryconamericus iheringii</i>	N	3,3	66,6	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Bryconamericus pyahu</i>	N	5,0	10,4	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Bryconamericus</i> sp. 3	N	6,1	8,5	SCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Bryconamericus</i> sp. 1	N	3,5	12,4	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Bryconamericus</i> sp. 2	N	2,8	12,6	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Bryconemaricus ikaa</i>	N	4,4	95,6	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Callichthys callichthys</i>	N	16	0	CCP	Tot	Fe	Inv	Bent	Se
<i>Characidium</i> aff. <i>Zebra</i>	N	2,8	0	SCP	Tot	Fe	Ins	Bent	Se
<i>Characidium</i> sp.	N	4,9	15,4	SCP	Tot	Fe	Ins	Bent	Se
<i>Cichlasoma paranaense</i>	N	5,7	3,3	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Clarias gariepinus</i>	I	51	8,5	CCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Corydoras</i> aff. <i>Paleatus</i>	N	4,3	42,5	SCP	Par	Fe	Omn	Bent	Se
<i>Corydoras ehrhardti</i>	N	3,6	24,4	SCP	Par	Fe	Ins	Bent	Se
<i>Corydoras paleatus</i>	N	5,4	23,6	SCP	Par	Fe	Omn	Bent	Se
<i>Crenicichla britskii</i>	N	8,6	12,0	CCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Crenicichla haroldoi</i>	N	11,7	6,4	CCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Crenicichla iguassuensis</i>	N	11,5	30,4	CCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Crenicichla jaguarensis</i>	N	9,2	6,9	CCP	Tot	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Crenicichla</i> sp.	N	9,5	17,9	CCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Crenicichla yaha</i>	N	9,0	8,9	CCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	I	52	0	SCP	Par	Fe	Her	Bent	Se
<i>Cyanocharax</i> aff. <i>Alburnos</i>	N	3,9	19,4	SCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Cyphocharax</i> cf. <i>santacatarinae</i>	N	11,3	20,6	SCP	Par	Fe	Det	B.Pel	Se
<i>Cyphocharax modestus</i>	N	9,9	17,6	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Cyprinus carpio</i>	I	37,4	26,3	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Deuterodon iguape</i>	N	6,9	30,2	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Deuterodon langei</i>	N	6,1	44,6	SCP	Tot	Fe	Omn	Pel	Se

<i>Eigenmannia virescens</i>	N	20	9,3	SCP	Par	Fe	Inv	B.Pel	Se
<i>Galeocharax knerii</i>	N	7,3	0	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Geophagus brasiliensis</i>	N	6,6	80,4	CCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Glanidium ribeiroi</i>	N	10,9	16,5	CCP	Tot	Fi	Omn	Bent	Se
<i>Gymnotus sylvius</i>	N	24,8	9,5	CCP	Par	Fe	Inv	B.Pel	Se
<i>Hoplias</i> aff. <i>Malabaricus</i>	N	25,1	21,3	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Hoplias</i> sp. 3	N	26,2	7,3	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Hoplias intermedius</i>	N	39,4	7,6	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Hoplias mbigua</i>	I	22,2	7,1	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Hoplias</i> sp. 2	N	24,1	95,3	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Hoplosternum littorale</i>	I	16	0	CCP	Par	Fe	Inv	Bent	Se
<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>	N	3,0	7,9	SCP	Tot	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	I	27,9	0	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Mig
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	I	66,7	34,9	SCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Mig
<i>Hypostomus albopunctatus</i>	N	17,0	0	CCP	Par	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus ancistroides</i>	N	15,0	15,7	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus</i> cf. <i>interruptus</i>	N	18,1	11,6	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus</i> cf. <i>nigromaculatus</i>	N	10,3	13,6	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus</i> cf. <i>paulinus</i>	N	10,8	0	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus</i> cf. <i>strigaticeps</i>	N	14,4	0	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus commersoni</i>	N	20,8	23,6	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus derbyi</i>	N	21,8	11,2	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus myersi</i>	N	14,5	17,1	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus</i> sp.	N	14,3	16,2	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus</i> sp. 1	N	19,5	49,7	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Hypostomus tapijara</i>	N	19,5	15,2	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Ictalurus punctatus</i>	I	30,6	0,3	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Iheringichthys labrosus</i>	I	18,2	1,7	SCP	Par	Fe	Inv	Bent	Se
<i>Isbrueckerichthyes</i> sp.	N	8,2	0	CCP	Tot	Fe	Her	Bent	Se

<i>Jenynsia eigenmanni</i>	N	2,8	0	SCP	Par	Fi	Omn	B.Pel	Se
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	N	8,7	1,7	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Mig
<i>Leporinus friderici</i>	I	12,7	0	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Megaleporinus macrocephalus</i>	I	34,9	0	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Mig
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	N	19,1	0,5	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Mig
<i>Leporinus octofasciatus</i>	N	13,6	8,6	SCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Megaleporinus piavussu</i>	I	13	0	CCP	Tot	Fe	Omn	B.Pel	Mig
<i>Micropterus salmoides</i>	I	14,7	11,5	CCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Mimagoniates microlepis</i>	N	2,5	23,7	CCP	Par	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Odontesthes bonariensis</i>	I	15,5	26,1	SCP	Tot	Fe	Omn	Pel	Se
<i>Odontostilbe</i> sp.	N	5,2	6,2	SCP	Par	Fe	Inv	Pel	Se
<i>Oligosarcus longirostris</i>	N	14,4	84,3	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Oligosarcus paranensis</i>	N	10,1	79	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Oligosarcus pintoi</i>	N	6,9	1,0	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Oligosarcus</i> sp.	N	14,5	79,2	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Oreochromis niloticus</i>	I	10,6	7,8	CCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Pareiorhaphis</i> sp.	N	9,2	0	CCP	Tot	Fe	Det	Bent	Se
<i>Piabarchus stramineus</i>	N	2,8	75	SCP	Tot	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Phalloceros harpagos</i>	N	2,1	96,7	CCP	Par	Fi	Omn	B.Pel	Se
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	N	12,6	0	SCP	Tot	Fe	Omn	Bent	Mig
<i>Pimelodella</i> cf. <i>transitória</i>	N	10,0	0	SCP	Par	Fe	Ins	Bent	Se
<i>Pimelodus britskii</i>	N	11,6	75	SCP	Par	Fe	Car	Bent	Se
<i>Pimelodus maculatus</i>	N	20,3	0	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Mig
<i>Pimelodus ortmanni</i>	N	8,8	20,3	SCP	Tot	Fe	Ins	B.Pel	Se
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	I	23,2	11,0	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Poecilia reticulata</i>	I	3,1	44,5	SCP	Par	Fi	Omn	B.Pel	Se
<i>Prochilodus lineatus</i>	N	26,3	32,3	SCP	Tot	Fe	Det	B.Pel	Mig

<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	N	76,9	0,4	SCP	Tot	Fe	Car	Bent	Mig
<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	I	49	0	SCP	Tot	Fe	Car	Bent	Mig
<i>Rhamdia branneri</i>	N	27,7	16,1	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Rhamdia quelen</i>	N	22,1	86,3	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Rhamdia voulezi</i>	N	23,4	21,2	SCP	Par	Fe	Car	B.Pel	Se
<i>Rineloricaria sp.</i>	N	11,8	32,8	CCP	Par	Fe	Det	Bent	Se
<i>Salminus brasiliensis</i>	N	43,2	1,9	SCP	Tot	Fe	Car	B.Pel	Mig
<i>Schizodon altoparanae</i>	N	19,1	0	SCP	Tot	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Schizodon nasutus</i>	N	22,8	14,0	SCP	Tot	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Serrapinnus notomelas</i>	N	3,0	16,9	SCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Serrapinnus sp. 1</i>	N	3,1	5,4	CCP	Par	Fe	Her	B.Pel	Se
<i>Steindachneridion melanodermatum</i>	N	42,1	1,5	SCP	Tot	Fe	Car	Bent	Mig
<i>Steindachnerina insculpta</i>	N	7,6	1,5	SCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se
<i>Synbranchus marmoratus</i>	N	39,8	0	CCP	Par	Fe	Inv	Bent	Se
<i>Tatia jaracatia</i>	N	4,6	24,6	CCP	Tot	Fi	Omn	Bent	Se
<i>Tatia neivai</i>	N	5,5	21,1	CCP	Tot	Fi	Omn	Bent	Se
<i>Coptodon rendalli</i>	I	3,7	27,4	CCP	Par	Fe	Omn	B.Pel	Se

## Apêndice C – Lista bibliográfica dos traços funcionais das espécies amostradas.

Abelha, M. C. F., Kashiwaqui, E. A. L., & Goulart, E. (2012). Population structure, condition and diet of *Oligosarcus paranensis* (Menezes & Gery, 1983)(Osteichthyes: Characidae) at two reservoirs in South Brazil. *Biota Neotropica* **12**, 187-197. doi.org/10.1590/S1676-06032012000100015.

Abilhoa, V., Duboc, L. F., & Azevedo-Filho, D. P. (2008). A comunidade de peixes de um riacho de Floresta com Araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **25**, 238-246. doi.org/10.1590/S0101-81752008000200012.

Agostinho, C. S., Pelicice, F. M., & Marques, E. E. (2008). Reservatório de peixe angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna. Rima.

- Aguilera, G., Mirande, J.M., Calviño, P.A., & Lobo, L.F. (2013). *Jenynsia luxata*, uma nova espécie do noroeste argentino, com observações adicionais de *J. maculata* Regan e filogenia do gênero (Cyprinodontiformes: Anablepidae). *Neotropical Ichthyology* **11**, 565-572. doi.org/10.1590/S1679-62252013000300009.
- Araujo, R. B. D., & Garutti, V. (2002). Biologia reprodutiva de *Apidoras fuscoguttatus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de cabeceira da bacia do alto Rio Paraná. *Iheringia: Série Zoologia* **92**, 89-98.
- Azevedo, M. A., Malabarba, L. R., & Burns, J. R. (2010). Reproductive biology and development of gill glands in the inseminating characid, *Macropsobrycon uruguayanae* Eigenmann, 1915 (Cheirodontinae: Compsurini). *Neotropical Ichthyology* **8**, 87-96. doi.org/10.1590/S1679-62252010005000004.
- Barreto, A. P., & Aranha, J. M. (2006). Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **23**, 779-788. doi.org/10.1590/S0101-81752006000300023.
- Baumgartner, G., Pavanelli, C. S., Baumgartner, D., Bifi, A. G., Debona, T. & Frana, V. A. (2012). *Peixes do baixo rio Iguaçu*. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM.
- Bervian, G., & Fontoura, N. F. (1994). Dinâmica populacional da ictiofauna da lagoa Fortaleza, Cidreira, Rio Grande do Sul. III. *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (Teleostei, Callichthyidae). *Biociências* **2**, 15-23.
- Bialetzki, A., Sanches, P. V., Baumgartner, G., & Nakatani, K. (1998). Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto rio Paraná, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* **15**, 1037-1047.
- Bonato, K. O., & Fialho, C. B. (2014). Evidence of niche partitioning under ontogenetic influences among three morphologically similar Siluriformes in small subtropical streams. *PloSone* **9**, e110999 doi.org/10.1371/journal.pone.0110999.
- Brandão-Gonçalves, L., Aparecida de Oliveira, S., & Lima-Junior, S. E. (2010). Hábitos alimentares da ictiofauna do córrego Franco, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* **10**, 21-30.
- Britski, H. A., Birindelli, J. L. O., & Garavello, J. C. (2012). A new species of *Leporinus* Agassiz, 1829 from the upper Rio Paraná basin (Characiformes, Anostomidae) with redescription of *L. elongatus* Valenciennes, 1850 and *L. obtusidens* (Valenciennes, 1837). *Papéis Avulsos de Zoologia* **52**, 441-475. doi.org/10.1590/S0031-10492012021700001.

Carvalho, F. R. (2006). Taxonomia das populações de *Hyphessobrycon boulengeri* (Eigenmann, 1907) e *Hyphessobrycon reticulatus* Ellis, 1911 (Characiformes: Characidae). [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87601/carvalho\\_fr\\_me\\_sjrp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87601/carvalho_fr_me_sjrp.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Crippa, V.E.L, Hahn, N.S., & Fugi, R. (2009). Food resource used by small-sized fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 31,119-125. doi 10.4025/actascibiols.v31i2.3266.

da Graca, W. J., & Pavanelli, C. S. (2007). Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Editora da Universidade de Maringá-EDUEM.

da Silva, D. A., Pessoa, E. K. R., da Costa, S. A. G. L., Chellappa, N. T., & Chellappa, S. (2012). Ecologia alimentar de *Astyanax lacustris* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)* 2, 74-82. doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n1p74-82.

da Silva, P. S., de Assumpção, L., de Lima, A. F., Makrakis, M. C., Makrakis, S., & Dias, J. H. P. (2011). Distribuição espacial e temporal de ovos e larvas de peixes no rio Aguapeí SP, alto rio Paraná. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista* 7, 462-478.

de Carvalho, D. R., de Castro, D. M. P., Callisto, M., Moreira, M. Z., & Pompeu, P. S. (2017). The trophic structure of fish communities from streams in the Brazilian Cerrado under different land uses: an approach using stable isotopes. *Hydrobiologia* 795, 199-217. doi.org/10.1007/s10750-017-3130-6.

de Oliveira, D. J., Ashikaga, F. Y., Foresti, F., & Senhorini, J. A. (2014). Indução a reprodução artificial e caracterização espermática da piracanjuba *Brycon orbignyanus* (bryconidae, characiformes), espécie em perigo de extinção. *Evolução e Conservação da Biodiversidade* 5, 11-19. DOI: 10.7902/ecb.v5i2.71.

de Oliveira, F. G., Bialezki, A., Gomes, L. C., Santin, M., & Taguti, T. L. (2012). Desenvolvimento larval de *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). *Iheringia, Série Zoologia* 102, 62-70. doi.org/10.1590/S0073-47212012000100009.

Delariva, R. L., Hahn, N. S., & Kashiwaqui, E. A. L. (2013). Diet and trophic structure of the fish fauna in a subtropical ecosystem: impoundment effects. *Neotropical Ichthyology* 11, 891-904. doi.org/10.1590/S1679-62252013000400017.

dos Santos, N. C. L., de Santana, H. S., Ortega, J. C. G., Dias, R. M., Stegmann, L. F., da Silva, I. M. A. & Agostinho, A. A. (2017). Environmental filters predict the trait composition of fish communities in reservoir cascades. *Hydrobiologia* 802, 245-253. doi: 10.1007/s10750-017-3274-4.

dos Santos, F., & Smith, W. S. (2010). A ictiofauna em diferentes biótopos da bacia de drenagem do reservatório de Itupararanga, Votorantim, SP. *Revista Eletrônica de Biologia* **3**, 56-76.

Eutrópio, F. J., & Gomes, L. C. (2010). Dieta alimentar de *Trichomycterus longibarbatu* Costa, 1992 e *Pimelodella transitoria* Miranda Ribeiro, 1905 (Siluriformes): Um caso de competição interespecífica. *Natureza on line* **8**, 67-70.

Ferreira, C. D. P., & Casatti, L. (2006). Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. *Biota Neotropica* **6**, 1-25.

Fernández, E., Ferriz, R., Bentos, C., & López, G. (2012). Dieta y ecomorfología de la ictiofauna del arroyo Manantiales, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* **14**, 1-13.

Ferreira, C. D. P., & Casatti, L. (2006). Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. *Biota Neotropica* **6**.

Froese, R. e D. Pauly. Editores 2018. FishBase. Publicação eletrônica da World Wide Web. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versão (10/2018).

Giamas, M., Campos, E., Camara, J., Junior, H., & Barbieri, G. (2004). A ictiofauna da Represa de Ponte Nova, Salesópolis (São Paulo) Bacia do Alto Tietê. *Boletim do Instituto de Pesca* **30**, 25-34.

Gomiero, L. M., & Braga, F. M. D. S. (2007). Reproduction of Pirapitinga do Sul (*Brycon opalinus* Cuvier, 1819) in the Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **67**, 541-549. [doi.org/10.1590/S1519-69842007000300021](https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000300021).

Gomiero, L. M., & Braga, F. M. D. S. (2008). Feeding habits of the ichthyofauna in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Biota Neotropica* **8**, 41-47. [doi.org/10.1590/S1676-06032008000100004](https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000100004).

Gubiani, É. A., Angelini, R., Vieira, L. C., Gomes, L. C., & Agostinho, A. A. (2011). Trophic models in Neotropical reservoirs: Testing hypotheses on the relationship between aging and maturity. *Ecological Modelling* **222**, 3838-3848. [doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.10.007](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.10.007)

Gurgel, H. D. C. B., & Canan, B. (1999). Feeding of six fish species in Jiqui Lagoon, eastern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* **21**, 243-246.

Hahn, N. S., Fugli, R., Peretti, D., Russo, M. R., & Loureiro-Crippa, V. E. (2002). Estrutura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná. A Planície de Inundação do Alto rio Paraná.

[https://www.researchgate.net/publication/266878052\\_Estrutura\\_Trofica\\_da\\_Ictiofauna\\_da\\_Planicie\\_de\\_Inundacao\\_do\\_alto\\_Rio\\_Parana](https://www.researchgate.net/publication/266878052_Estrutura_Trofica_da_Ictiofauna_da_Planicie_de_Inundacao_do_alto_Rio_Parana)

Lampert, V. R.; Azevedo, M. A. ; Fialho, C. B. (2007). Reproductive biology of *Bryconamericus stramineus* (Ostariophysi: Characidae) from rio Ibicuí, RS, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **50**, 995-1004. doi.org/10.1590/S1516-89132007000700011.

Larentis, C. (2015). Fauna de peixes em riachos: avaliação das intervenções antrópicas sobre os atributos e estrutura funcional das assembleias. <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/708/1/%20Crislei%20Larentis2.pdf>

Lourenco, L. D. S., de Fátima Mateus, L. A., & Penha, J. (2012). Variação espaço-temporal na distribuição e abundância de *Moenkhausia sanctaefilomenae* (Characiformes: Characidae) em lagoas da planície de inundação do rio Cuiabá, Pantanal, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* **34**, 23-32. doi: 10.4025/actascibiolsci.v34i1.6809.

Lourenco, L., Mateus, L., & Machado, N. (2008). Sincronia na reprodução de *Moenkhausia sanctaefilomenae* (Steindachner)(Characiformes: Characidae) na planície de inundação do rio Cuiabá, Pantanal Mato-Grossense, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **25**, 20-27. doi.org/10.1590/S0101-81752008000100004.

Ludwig, L. A. M., Gomes, E., & Artoni, R. F. (2005). Um método de reprodução induzida para o surubim *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes: Pimelodidae) do Rio Iguaçu. *UEPG Ciências Biológicas e da Saúde* **11**, 23-27.

Luz-Agostinho, K. D. G., Latini, J. D., Abujanra, F., Gomes, L. C., & Agostinho, A. A. (2010). A ictiofauna do rio das Antas: distribuição e bionomia das espécies. Maringá: Clichetec. 115p.

Marcos, R.M., Neumann, G., Toledo, C.P.R, Sena, J. M., Baumgartner, G., & Bombardelli, R. A. (2015). Seminal and spermatocytic characteristics of fresh semen and the effects of sperm cooling in *Steindachneridion melanodermatum* (Garavello, 2005). *Semina: Ciências Agrárias* **36**, 4493-4506. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4493.

Maria, A. N., Orfão, L. H., Rizzo, E., Ninhaus-Silveira, A., & Viveiros, A. T. (2015). Histochemical and morphological features of biopsied and stripped oocytes from the Brazilian endangered teleost pirapitinga, *Brycon nattereri* (Characiformes). *Zygote* **23**, 360-366. <https://doi.org/10.1017/S0967199413000646>.

Martinez, E. R. M., Oliveira, C., & Júlio-Junior, H. F. (2004). Cytogenetic analysis of species of the genera *Acestorhynchus*, *Oligosarcus* and *Rhaphiodon* (Teleostei: Characiformes). *Caryologia* **57**, 294-299. doi.org/10.1080/00087114.2004.10589408.

Malabarba, L. R., Neto, P. C., Bertaco, V. D. A., Carvalho, T. P., Santos, J. D., & Artioli, L. G. S. (2013). *Guia de identificação dos peixes da bacia do rio Tramandaí*. Via Sapiens, Porto Alegre.

Manoel, L. O., Vilela, M. J. A., Barbosa, N. S., & Rodrigues, R. S. Ocorrência e distribuição de *Characidium aff. zebra* (Pisces: Crenuchidae) no alto rio Sucuriú, MS. <https://www.feis.unesp.br/Home/Eventos/encivi/iencivi-2008/leticia-oliveira-1.pdf>.

Mendonça, A., Abelha, M. C. F., Batista-Silva, V. F., Kashiwaqui, E. A. L., Bailly, D., & Fernandes, C. A. (2014). Population parameters of Poeciline in streams of Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca* **40**, 557-567.

Muniz, C. M. (2017). Composição funcional em reservatórios: seleção de traços da assembleia de peixes com o envelhecimento. <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/10120/Muniz.C.M.m.pdf?sequence=1>.

Pereira, L. S., Mise, F. T., Tencatt, L. F., Baumgartner, M. T., & Agostinho, A. A. (2017). Is coexistence between non-native and native Erythrinidae species mediated by niche differentiation or environmental filtering? A case study in the upper Paraná River floodplain. *Neotropical Ichthyology* **15**, [doi.org/10.1590/1982-0224-20160142](https://doi.org/10.1590/1982-0224-20160142)

Peretti, D., & de Fatima Andrian, I. (2004). Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Paraná River floodplain, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* **7**, 95-103. [doi.org/10.1023/B:EBFI.0000043155.76741.a1](https://doi.org/10.1023/B:EBFI.0000043155.76741.a1).

Piana, P. A., Gomes, L. C., & Cortez, E. M. (2006). Factors influencing *Serrapinnus notomelas* (Characiformes: Characidae) populations in upper Paraná river floodplain lagoons. *Neotropical Ichthyology* **4**, 81-86. [doi.org/10.1590/S1679-62252006000100008](https://doi.org/10.1590/S1679-62252006000100008).

Rolla, A. P. P. R., Esteves, K. E., & Ávila-da-Silva, A. O. (2009). Feeding ecology of a stream fish assemblage in an Atlantic Forest remnant (Serra do Japi, SP, Brazil). *Neotropical Ichthyology*, **7**, 65-76. [doi.org/10.1590/S1679-62252009000100009](https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000100009).

Rondineli, G. R., & Braga, F. M. D. S. (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. [doi.org/10.1590/S1519-69842010000100025](https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000100025).

Rondineli, G. R. (2007). Biologia alimentar e reprodutiva na comunidade de peixes do rio Passa Cinco (SP). [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99549/rondineli\\_gr\\_me\\_rc\\_la.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99549/rondineli_gr_me_rc_la.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- Sanches, A., & Galetti Jr, P. M. (2007). Genetic evidence of population structuring in the neotropical freshwater fish *Brycon hilarii* (Valenciennes, 1850). *Brazilian Journal of Biology* **67**, 889-895. doi.org/10.1590/S1519-69842007000500012.
- Santos, D. O. D. (2013). Estruturação longitudinal da ictiofauna a jusante das Cataratas do Iguaçu. <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/690/1/Dhonatan%20Santos.pdf>.
- Scherer, J. B. (2016). Variação anual de ovos de larvas de peixes no Médio Rio Uruguai em Porto Vera Cruz (RS/Brasil). <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/400/1/SCHERER.pdf>.
- Schneider, M., Aquino, P. D. P. U. D., Silva, M. J. M., & Fonseca, C. P. (2011). Trophic structure of a fish community in Bananal stream subbasin in Brasília National Park, Cerrado biome (Brazilian Savanna), DF. *Neotropical Ichthyology* **9**, 579-592. doi.org/10.1590/S1679-62252011005000030.
- Silveira, E. L. D. (2014). Estrutura populacional, Biologia reprodutiva e alimentar de espécies de *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Teleostei: Characidae) na Bacia do Rio São João, Carambeí, Paraná. <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36468/R%20-%20D%20-%20ESTEVAN%20LUIZ%20DA%20SILVEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Smith, W. S., Biagioni, R. C., & Halcsik, L. (2013). Fish fauna of Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* **13**, 175-181. doi.org/10.1590/S1676-06032013000200016
- Súarez, Y. R., Silva, E. A., & Viana, L. F. (2017). Reproductive biology of *Astyanax lacustris* (Characiformes: Characidae) in the southern Pantanal floodplain, upper Paraguay River basin, Brazil. *Environmental biology of fishes* **100**, 775-783. DOI: 10.1007 / s10641-017-0604-3.
- Suzuki, H. I., Pelicice, F. M., Luiz, E. A., Latini, J. D., & Agostinho, A. A. (2002). Estratégias reprodutivas da assembléia de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. 113-116.
- Tos, C. D., Gomes, L. C., & Rodrigues, M. A. (2014). Variation of the ichthyofauna along the Goioerê River: an important tributary of the Piquiri-Paraná basin. *Iheringia. Série Zoologia* **104**, 104-112. doi.org/10.1590/1678-476620141041104112.
- Troca, D. F. A., & Vieira Sobrinho, J. P. (2012). Potencial invasor dos peixes não nativos cultivados na região costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto da Pesca* **38**, 109-120.
- Vasconcelos, L. P., Alves, D. C. & Gomes, L. C. (2014). Fish reproductive guilds downstream of dams. *Journal of Fish Biology* **85**, 1489–1506. doi.org/10.1111/jfb.12501.

Vieira, F., Gasparini, J. L., & Macieira, R. M. (2014). *Guia ilustrado dos peixes da bacia do rio Benevente–ES*. Vitória: GSA.

Vincentin, V. (2014) Análise taxonômica, funcional e filogenética de comunidades de peixes em ambientes lóticos na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná, MS. <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/4557>.

Vitule, J. R. S., Braga, M. R., & Aranha, J. M. R. (2008). Population structure and reproduction of *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Teleostei, Characidae) in a Neotropical stream basin from the Atlantic Forest, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **51**, 1187-1198. [doi.org/10.1590/S1516-89132008000600014](https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000600014).

Zanatta, N., Cionek, V. D. M., & Benedito, E. (2013). Reproductive strategies of fish populations from three Neotropical streams. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* **35**,185-194. doi: 10.4025/actascibiolsci.v35i2.10932.