



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

GABRIELA CORREIA DE OLIVEIRA

**ICTIOFAUNA DO COMPLEXO CANOAS:**

Ações e perspectivas

---

Londrina  
2024

GABRIELA CORREIA DE OLIVEIRA

**ICTIOFAUNA DO COMPLEXO CANOAS:**

Ações e perspectivas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Mário Luís Orsi

Londrina  
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

G118i de Oliveira, Gabriela Correia .  
Ictiofauna do Complexo Canoas : ações e perspectivas / Gabriela Correia de Oliveira. - Londrina, 2024.  
48 f. : il.

Orientador: Mário Luís Orsi.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2024.

Inclui bibliografia.

1. Biodiversidade - Tese. 2. Ictiofauna - Tese. 3. Rio Paranapanema - Tese. 4. Reservatório - Tese. I. Orsi, Mário Luís. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

GABRIELA CORREIA DE OLIVEIRA

## **ICTIOFAUNA DO COMPLEXO CANOAS:**

Ações e perspectivas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Mário Luís Orsi  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Armando César Rodrigues Casimiro  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 22 de fevereiro de 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Jussara e Rogerio, que apoiam todas as minhas decisões, que desde o início fizeram de tudo para que eu pudesse concluir meus estudos e seguir meu sonho, sempre me deram tudo que estava ao seu alcance, aprendi a dar valor e a ser grata as coisas tendo vocês como exemplo, e mesmo longe e sentindo saudades, sempre se fizeram presentes nessa caminhada. Sem o esforço de vocês, nada do que vivenciei seria possível. Agradeço ao meu irmão, Rodrigo, pelos ensinamentos e palavras de apoio, por todas as experiências que compartilhamos juntos, e que mesmo a distância, se faz presente oferecendo ajuda e me incentivando a seguir a carreira que sonho, tenho grande admiração por você. À minha cunhada Daiane, que junto ao meu irmão, me ajudou em momentos difíceis e proporcionou momentos de conversa, descontração e alegria.

Às minhas avós, dona Divani e dona Ivone que cuidaram de mim desde pequena, uma mais de perto e uma nem tanto, porém com todo cuidado e amor que poderiam me dar, obrigada pelas orações, palavras de carinho e acolhimento durante todos os momentos. Aos meus falecidos avôs, José Maurício, que mesmo partindo cedo demais, me ensinou a dar valor as coisas que nos dão prazer na vida, e ao meu avô Fernando, por ter sido tão presente na minha vida e contribuído em partes de minha formação, e que sem saber, passou uma de suas paixões para mim. Agradeço também a todos os familiares que se fizeram presentes nessa fase da minha vida.

Ao meu namorado Matheus que me ajudou a passar por todos os momentos de dificuldade e se manteve ao meu lado, me dando forças para completar essa etapa da minha vida, e por todos os momentos de alegria que vivenciamos. E a sua família que esteve presente me apoiando.

Aos meus amigos, pelo companheirismo de todos os anos, seja dos mais antigos aos mais recentes, de Ourinhos, da UTFPR e da UEL, pelos momentos de felicidade e parceria, agradeço a cada um por se fazer presente em minha vida.

A toda a equipe e amigos do LEPiB/LEACEN, desde os veteranos aos mais novos, e aqueles que já não estão mais presentes, mas que fizeram parte da minha trajetória, Armando, Jarduli, Harry, Alan, João Daniel, Iago, Fera, Marcelo, Gabi Mendi, Sarah, Carolzinha, Luan, Ana Cotrim, Moana, Laís, Lucas, Tuco, Gabi Rossato, Paola, Lukinha e Samuel, agradeço a todo apoio e ensinamentos, companhia, ajuda e amizade, dentro e fora do laboratório. Agradeço também aos

técnicos e parceiros, Edson, Aparecido e Jurandir, pela companhia, por toda a paciência e ensinamentos em campo. Tenho extrema gratidão por poder trabalhar com todos vocês.

Ao meu orientador, Dr. Mario Orsi, que é de extrema importância em minha formação, pela oportunidade de fazer parte da equipe do laboratório, por toda paciência, ajuda e orientação durante esses quase 5 anos, em todos os sentidos, não somente acadêmicos, e pelo carinho e dedicação com a minha pessoa. Gostaria que todos tivessem a oportunidade de ter um orientador como o senhor.

Agradeço ao professor Dr. Fernando Jerep e ao Dr. Armando Casimiro pelas contribuições como banca de qualificação e agora novamente pela participação e disponibilidade como banca de defesa, agradeço a dedicação e contribuição para a melhoria do meu trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina por me proporcionar a realização de um sonho, que desde 2017 vem se concretizando, e seguirá acontecendo. Ao PPG-CB pela oportunidade e ensinamentos dos professores, e à CAPES pela concessão da bolsa durante esses dois anos de mestrado.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

*Dedico este trabalho aos meus pais Jussara Rodrigues Correia de Oliveira e Rogerio de Oliveira*

OLIVEIRA, Gabriela Correia de. **Ictiofauna do Complexo Canoas**: ações e perspectivas. 2024. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

## RESUMO GERAL

O rio Paranapanema é um dos afluentes mais importantes do rio Paraná, e tem sua paisagem modificada pela presença de 11 barragens em toda a sua extensão. A construção de usinas hidrelétricas para a produção de energia, tem influência direta nas características hidrológicas do rio, alterando o seu fluxo natural e impactando a ictiofauna local, interferindo na reprodução e desenvolvimento das espécies de peixes. O acesso a rios tributários e a presença de áreas marginais é dificultado pelas barragens de Usinas hidrelétricas, prejudicando o estabelecimento e permanência das espécies, assim como a introdução de espécies não nativas nos reservatórios permitem uma diminuição da diversidade de espécies nativas no ambiente. Como forma de manejo para minimizar os efeitos das barragens sobre a ictiofauna, foram implantadas escadas de peixes nas usinas de Canoas I e Canoas II, que não obtiveram sucesso e impactaram de forma negativa a fauna de peixes nativa, sendo desativadas após 12 anos de operação (2000 a 2012). Nesse sentido, a influência dos barramentos em cascata no rio Paranapanema sobre a diversidade da ictiofauna, nos possibilitou desenvolver o objetivo deste trabalho, que foi investigar a variação da comunidade de peixes presente no Complexo Canoas em três períodos distintos. Foram identificadas 82 espécies de peixes, pertencentes a 22 famílias e 6 ordens, foram coletadas famílias exclusivamente nas escadas de peixes, e para os reservatórios, o ano de 2010 foi o que apresentou maior riqueza de espécies. Ocorreu uma redução de espécies de 2010 a 2016, com um aumento no número e abundância de espécies não nativas, visualizando uma diminuição na abundância das espécies nativas.

**Palavras-chave:** Barragem; Diversidade; Escadas de peixes; Invasão biológica; Reservatório;

OLIVEIRA, Gabriela Correia de. **Ichthyofauna of the Canoas Complex: actions and perspectives**. 2024. 48 pp. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

## **GENERAL ABSTRACT**

The Paranapanema River is one of the most important tributaries of the Paraná River, and its landscape has been modified by the presence of 11 dams along its entire length. The construction of hydroelectric plants for energy production has a direct impact on the hydrological characteristics of the river, altering its natural flow and impacting the local fish fauna, interfering the reproduction and development of fish species. Access to tributary rivers and the presence of marginal areas is made difficult by dams from hydroelectric plants, hindering the establishment and permanence of species, just as the introduction of non-native species into reservoirs allows a reduction in the diversity of native species in the environment. As a form of management to minimize the effects of dams on fish fauna, fish ladders were implemented at the Canoas I and Canoas II plants, which were unsuccessful and had a negative impact on the native fish fauna, being deactivated after 12 years of operation (2000 to 2012). In this sense, the influence of the cascade dams on the Paranapanema River on the diversity of ichthyofauna allowed us to develop the objective of this work, which was to investigate the variation of the fish community present in the Canoas Complex in three distinct periods. 82 species of fish were identified, belonging to 22 families and 6 orders, families were collected exclusively in the fish ladders, and for the reservoirs, the year 2010 was the year with the highest species richness. There was a reduction in species from 2010 to 2016, with an increase in the number and abundance of non-native species, resulting in a decrease in the abundance of native species.

**Key-words:** Biological invasion; Dam; Diversity; Fish ladders; Reservoir;

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Mapa da localização os reservatórios do Complexo Canoas, na porção do Médio Paranapanema..... 19
- Figura 2-** Imagem de satélite da usina e de parte do reservatório de Canoas I.....20
- Figura 3-** Imagem de satélite da usina e de parte do reservatório de Canoas II.....20

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-</b> Riqueza de espécies em cada família de peixe encontrada em Canoas I e Canoas II, em todos os períodos estudados. ....	25
<b>Gráfico 2-</b> Abundância de espécies nas famílias de peixes (em porcentagem), para todos os períodos amostrados. ....	26
<b>Gráfico 3-</b> Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2010, para as escadas de Canoas I e Canoas II.....	28
<b>Gráfico 4-</b> Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2010, para os reservatórios de Canoas I e Canoas II .....	29
<b>Gráfico 5-</b> Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2015, para os reservatórios de Canoas I e Canoas II .....	30
<b>Gráfico 6-</b> Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2016, para os reservatórios de Canoas I e Canoas II. ....	30
<b>Gráfico 7-</b> Riqueza de espécies nativas (azul) e não nativas (amarelo) para os reservatórios de Canoas I e Canoas II nos três anos amostrados.....	32
<b>Gráfico 8-</b> Quantidade de peixes de espécies nativas (azul) e não nativas (amarelo) em Canoas I e Canoas II, nos três anos amostrados.....	33
<b>Gráfico 9-</b> Beta diversidade para os três anos estudados.....	34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Espécies de peixes coletadas no Complexo Canoas. Classificação taxonômica de acordo com Fricke, Eschmeyer & Van der Laan (2024).....	23
<b>Tabela 2-</b> Riqueza e abundância de espécies de peixes em cada amostra. ....	27
<b>Tabela 3-</b> Índices de diversidade para Canoas I e II nas coletas realizadas nas Escadas.....	29
<b>Tabela 4-</b> Riqueza e abundância de espécies de peixes coletados nos reservatórios de Canoas I e II, nos anos de 2010, 2015 e 2016.....	31
<b>Tabela 5-</b> Espécies mais abundantes para cada local (a porcentagem representa a abundância da espécie em toda a amostra).....	32
<b>Tabela 6-</b> Espécies com maior taxa de captura em cada período amostral. ....	33
<b>Tabela 7-</b> Dados de diversidade para Canoas I e II, em todas os anos.....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UHE	Usina Hidroelétrica
ANA	Agência Nacional de Águas

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
3.1 Objetivo geral.....	18
3.2 Objetivo específico.....	18
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.</b> .....	<b>19</b>
4.1 Área de estudo. ....	19
4.2 Amostragem. ....	21
4.3 Análise de dados. ....	22
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>

## **1. APRESENTAÇÃO**

Esta dissertação intitulada “Ictiofauna do Complexo Canoas: ações e perspectivas”, foi escrita e formatada de acordo com a forma tradicional de dissertações, atendendo às normas das “Regras Básicas para Apresentação Formal de Trabalhos”, editada pela Biblioteca Central da UEL, assim como as normas do Programa de Pós-Graduação.

## 2. INTRODUÇÃO

O rio Paraná é o segundo maior rio em extensão da América do Sul, e abriga mais de 500 espécies de peixes (Castro *et al.*, 2003; Agostinho *et al.*, 2007). Toda a região, localizada à montante do antigo Salto de Sete Quedas, inundada pela Usina de Itaipu, é chamada Alto rio Paraná, que em sua margem direita, possui grandes tributários como o rio Grande, Tietê e Paranapanema (Langeani *et al.*, 2007; Júlio Junior *et al.*, 2009). O rio Paranapanema é um dos tributários mais importantes da bacia do Alto Paraná, apresentando uma extensão de 930km em seu curso principal, onde por aproximadamente 330km compõe a divisa entre os estados de São Paulo e Paraná, abrangendo cerca de 243 municípios (Sampaio, 1944; Maack, 1981; ANA, 2016). Suas nascentes estão localizadas a 900m de altitude, no município de Capão Bonito no estado de São Paulo, estando protegidas pelos Parques Estaduais Intervales e Carlos Botelho, e desagua na margem esquerda do rio Paraná, entre os municípios de Rosana- SP e Diamante do Norte-PR (Orsi *et al.*, 2016).

O rio Paranapanema é altamente explorado para a produção de energia elétrica por meio de usinas hidrelétricas, possuindo um total de 11 usinas operacionais em sua calha principal, sendo 3 particulares e 8 sob concessão da CTG Brasil (China Three Gorges), alterando suas características naturais (Agostinho *et al.*, 2008). Essa exploração foi acentuada devido ao seu relevo acidentado de 600m, sendo favorável para geração de energia hidrelétrica (Duke Energy, 2003; ANA, 2016).

A presença de reservatórios causa mudanças no ambiente, alterando o fluxo natural do rio, inibindo pulso de cheia e vazante e a formação de lagoas marginais, restringindo o transporte de nutrientes, impactando a ictiofauna local, prejudicando o desenvolvimento de espécies nativas e criando ambientes favoráveis para a introdução e estabelecimento de espécies não nativas (Lowe-McConnell, 1999; Agostinho *et al.*, 2016). Atuam como um filtro ambiental, inibindo características funcionais importantes, como as relacionadas à reprodução, alimentação e uso do habitat, causando uma simplificação do ambiente, com a alteração das funções ecológicas e degradação do sistema aquático (Agostinho *et al.*, 2007; Orsi; Britton, 2014; Muniz *et al.*, 2020). Esses barramentos prejudicam principalmente as espécies de peixes que dependem da migração para reprodução, uma vez que interrompem as rotas migratórias, limitando o acesso as áreas de reprodução e desenvolvimento das espécies (Agostinho *et al.*, 1992; Agostinho *et al.*, 2004; Hoffmann *et al.*, 2005).

As usinas Canoas I e Canoas II formam o denominado Complexo Canoas, e possuem reservatórios considerados de pequeno porte quando comparado a outros reservatórios presentes na bacia do Paranapanema e Alto Paraná, e não possuem tributários com tamanhos significativos, importantes para a reprodução e desenvolvimento das espécies de peixes migradoras (Britto, 2009). A construção do Complexo Canoas ocorreu em um dos únicos trechos livres remanescentes do Paranapanema, a região entre a jusante da UHE Salto Grande até o trecho de águas paradas do reservatório de Capivara, região essa que apresentava aspectos característicos de um rio, como água corrente (Britto *et al.*, 1997).

Foram realizados estudos prévios para a implementação desse Complexo, porém sempre com foco em questões de engenharia e potencial energético, no último estudo feito antes da construção (CESP/ENGEVIX, 1980) foi tomada a decisão de construir duas usinas de menor porte, com turbinas que permitiam melhor desempenho energético e uma menor área a ser alagada (Britto, 2009), sem levar em conta os impactos que seriam causadas a ictiofauna local. Essas usinas estão na 7ª e 8ª posição na cascata de 11 reservatórios presentes no rio Paranapanema, e são do tipo fio d'água, onde não ocorre o acúmulo de água (Orsi *et al.*, 2016), as obras de construção dessas usinas foram finalizadas no ano de 1998 e sua operação teve início em 1999. A usina de Canoas I possui um potencial energético de aproximadamente 305.894,85 MWh, o suficiente para abastecer uma cidade com cerca de 105 mil habitantes, enquanto Canoas II gera aproximadamente 241.499,66 MWh, suficiente para abastecer uma cidade com cerca de 83 mil habitantes (dados referentes ao ano de 2022; CTG).

Na época da construção dessas usinas, existia uma ideia de eficiência na passagem de peixes pelas escadas, porém sem evidências de uma reprodução e desenvolvimento efetivo das espécies, provavelmente causado pela falta de áreas de desova e berçários, como rios tributários e zonas litorâneas (Agostinho *et al.*, 2002; Hoffman *et al.*, 2005). Com o intuito de minimizar um dos efeitos negativos das barragens e seguindo o Código de Caça e Pesca (Federal Decreto nº 23.672 de 1934) e o Código de Pesca (Decreto-Lei nº 794 de 1938), diversas medidas de conservação tornaram-se obrigatórias, como a construção de estruturas voltadas à conservação da ictiofauna (Agostinho; Gomes 2005; Gomes 2015), implementando alguns sistemas de transposição para peixes, com o objetivo de reconectar a estrutura dos rios e permitir que peixes migradores cheguem aos locais de desova e alimentação

(Agostinho *et al.*, 2007; Makrakis *et al.*, 2015). Existem diferentes tipos de mecanismos, mas o mais utilizado na Bacia do Alto Paraná são as escadas (Makrakis *et al.*, 2019), e foi o mecanismo implantado nas usinas do Complexo Canoas.

Essas estruturas que auxiliam a ascensão dos peixes, intensificaram a predação dos peixes que passam, uma vez que os cardumes ficam expostos e confinados em um canal de água estreito, à mercê de vários predadores, de diversas classes de vertebrados (Agostinho *et al.*, 2012). Atendendo as disposições legais da época, foram construídas escadas para peixes nas usinas hidrelétricas do Complexo Canoas para em tese, garantir a migração dos peixes ao longo do médio Paranapanema, entre o reservatório de Capivara (a jusante) e a barragem de Salto Grande (a montante), com a intenção de garantir condições favoráveis à manutenção das populações de espécies migradoras nesse trecho da bacia (Britto, 2009). Essas escadas ficaram em atividade por quase 12 anos, sendo desativadas em 2012 após estudos comprovarem que elas estavam influenciando negativamente a ictiofauna local. (Lopes *et al.*, 2007; Pelicice & Agostinho, 2008; Orsi, 2010)

A presença e preservação de tributários, assim como a proibição de introdução de espécies e o controle da pesca predatória, são importantes para uma melhor reprodução e manutenção das espécies de peixes, principalmente para aquelas que necessitam de ambientes lóticos para um ciclo de vida efetivo, criando condições favoráveis para o estabelecimento de outros grupos de organismos também (Orsi, 2010).

Devido a elevada diversidade de espécies de peixes presentes no rio Paranapanema, e da influência causada pela presença das barragens, este trabalho teve como objetivo investigar a comunidade de peixes presente no Complexo Canoas em diferentes períodos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar a variação da comunidade de peixes presente no Complexo Canoas ao longo do tempo.

#### **3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Determinar a composição da ictiofauna presente nos reservatórios de Canoas I e Canoas II nos períodos amostrados.

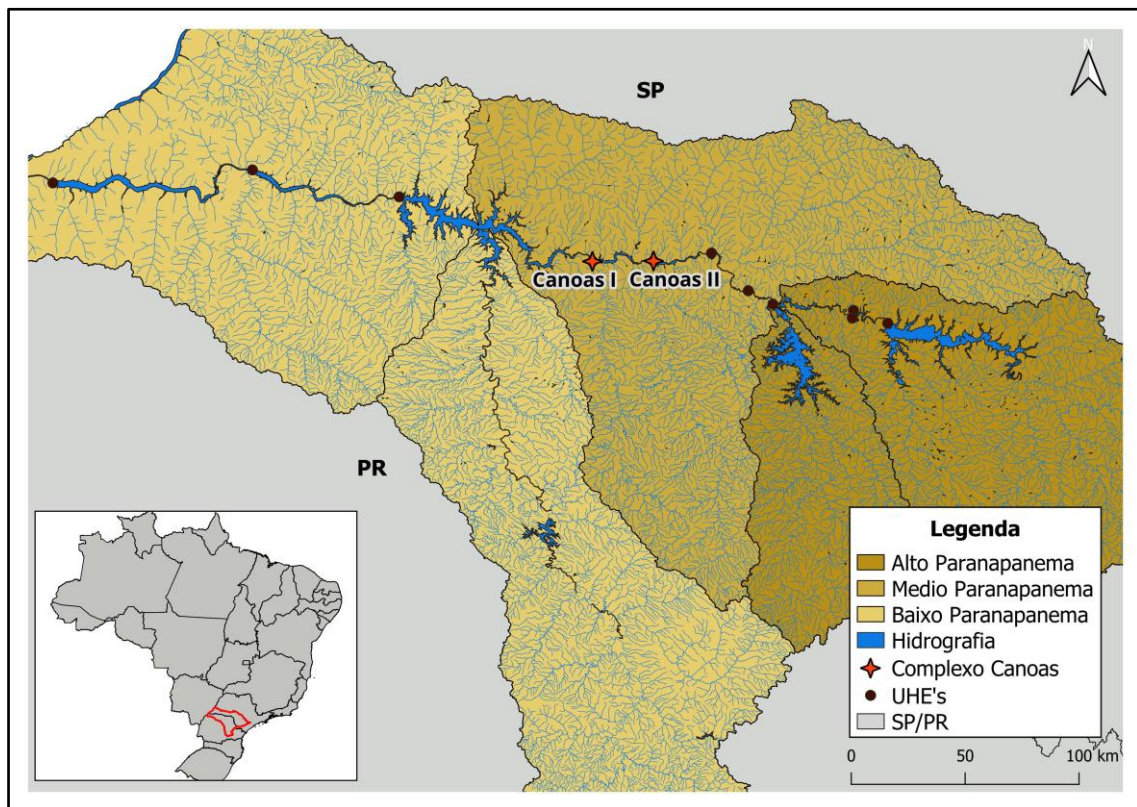
- Identificar as espécies que utilizaram as escadas de transposição durante o período amostral.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS.

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO.

O estudo foi realizado nos reservatórios e nas escadas de transposição de peixes das UHE's Canoas I e Canoas II, conhecido como Complexo Canoas, na porção do médio Paranapanema (ANA 2016). Esse complexo hidrelétrico é do tipo “fio d'água”, onde as águas são totalmente liberadas pelas turbinas, não ocorrendo retenção de água nos reservatórios.

**Figura 1-** Mapa da localização dos reservatórios do Complexo Canoas, na porção do Médio Paranapanema.



A Usina Hidrelétrica Canoas I está localizada em 22°56'25.3"S 50°31'01.9"W, entre os municípios de Cândia Mota-SP e Itambaracá-PR. Possui um reservatório de 29,11km<sup>2</sup> de extensão. A Usina Hidrelétrica Canoas II está localizada em 22°56'18.8"S 50°15'03.2"W, entre os municípios de Palmital-SP e Andirá-PR. Possui um reservatório de 23,5km<sup>2</sup> de extensão (CTG).

A concessionária inicial dessas usinas foi a CESP (Companhia Energética de São Paulo S.A.), principal responsável até meados da década de 90, pelos serviços de geração e distribuição de energia elétrica no Estado de São Paulo. Em 1999 ocorreu a privatização da CESP, e a Duke Energy International, assumiu a concessão e passou a ser a responsável pelo seu gerenciamento. Hoje essas e outras usinas presentes no rio Paranapanema estão sob a gestão da CTG Brasil (China Three Gorges Corporation), que adquiriu os ativos da Duke Energy em 2016.

**Figura 2-** Imagem de satélite da usina e de parte do reservatório de Canoas I.



Fonte: Imagem extraída do software Google Earth® em setembro de 2023.

**Figura 3-** Imagem de satélite da usina e de parte do reservatório de Canoas II.



Fonte: Imagem extraída do software Google Earth® em setembro de 2023.

#### 4.2 AMOSTRAGEM.

As coletas ocorreram nos anos de 2010, 2015 e 2016 abrangendo os períodos de seca e cheia, e em diferentes períodos do dia visando a captura de espécies com hábitos diferentes. Devido a diferença entre os locais estudados (reservatório e escadas), foram aplicadas metodologias diferentes visando uma melhor amostragem de acordo com as características de cada local.

As coletas nas escadas foram realizadas no ano de 2010, enquanto ainda estavam em funcionamento, durante o período de Piracema, nos meses de setembro a março, uma vez ao mês nas escadas das duas usinas. As coletas ocorreram com uma metodologia específica para o local, onde após o fechamento da comporta, aguardava-se o volume d'água baixar e eram selecionados três degraus das escadas (o maior de todos, um a montante e um a jusante), onde os peixes eram direcionados e em seguida era realizada a coleta dos peixes com o auxílio de puçás e luvas, e era realizado o senso e transporte dos animais para futura fixação, após a coleta as comportas das escadas eram abertas novamente.

No ambiente de reservatório, foram realizadas coletas nos anos de 2010, 2015 e 2016, durante as quatro estações, realizando uma por estação. Foram

selecionados 3 pontos de amostragem para cada reservatório (porção alta, média e baixa), e foram aplicadas diferentes metodologias de coleta, para diminuir a seletividade e obter uma amostragem ampla. Nas coletas ativas foram utilizadas redes de arrasto (área de 6,32 m<sup>2</sup>), tarrafas (área 9 m<sup>2</sup>) e peneiras (área de 2m<sup>2</sup>). Já nas capturas passivas foram utilizadas redes de espera com diferentes malhas (3 a 12 cm entre nós opostos) e comprimentos, totalizando de forma padronizada, 500 m<sup>2</sup>.

As espécies capturadas foram anestesiadas por superexposição ao eugenol 1g/ml, em seguida eutanasiados e fixados em formalina 10%, colocados em sacos plásticos para análises posteriores. Os peixes foram identificados morfológicamente com o auxílio de bibliografia específica (Ota *et al.*, 2018) e após identificação, organizados em ordem taxonômica segundo Fricke *et al.*, (2023).

#### **4.3 ANÁLISE DE DADOS.**

As espécies foram classificadas de acordo com Fricke *et al.*, (2023), e categorizadas como nativas e não nativas para a bacia do rio Paranapanema (Jarduli *et al.*, 2020). Os dados foram organizados com auxílio do Excel e posteriormente foi determinada a abundância total, para cada local, reservatórios e escadas de Canoas I e Canoas II, e para cada ano. Também foi determinada a riqueza de espécies. Os índices de diversidade foram calculados para compreender a composição da comunidade de peixes presente em cada reservatório e cada período, como o índice de Shannon-Wiener (H'), índice de dominância de Simpson (D'), e equabilidade de Pielou (P').

Também foi calculada a diversidade beta, observando a variação entre os reservatórios nos 3 períodos estudados (Whittaker, 1960; Baselga, 2010).

Todas as análises foram feitas utilizando o software Rstudio versão 4.3.2. E o mapa da área estudada foi elaborado utilizando o QGIS, versão 3.28.12.

## 5. RESULTADOS

Foram capturados um total de 5077 indivíduos de peixes, 2687 para Canoas I e 2390 para Canoas II, nas amostragens dos anos de 2010, 2015 e 2016, agrupados em 6 ordens, 22 famílias e 82 espécies (Tabela 1). Entre as espécies encontradas, 64 são nativas e 18 são não nativas para a bacia do Paranapanema. Characiformes foi a ordem com a maior riqueza, apresentando 10 famílias e 37 espécies, e com a maior abundância, com 1270 indivíduos para Canoas I e 1259 indivíduos para Canoas II, com um total de 2529 indivíduos coletados. Seguido por Siluriformes com 6 famílias, 28 espécies e 855 indivíduos em Canoas I e 719 para Canoas II, 1574 indivíduos coletados no total.

**Tabela 1-** Espécies de peixes coletadas no Complexo Canoas. Classificação taxonômica de acordo com Fricke, Eschmeyer & Van der Laan (2024).

\*espécies não nativas para a bacia do rio Paranapanema.

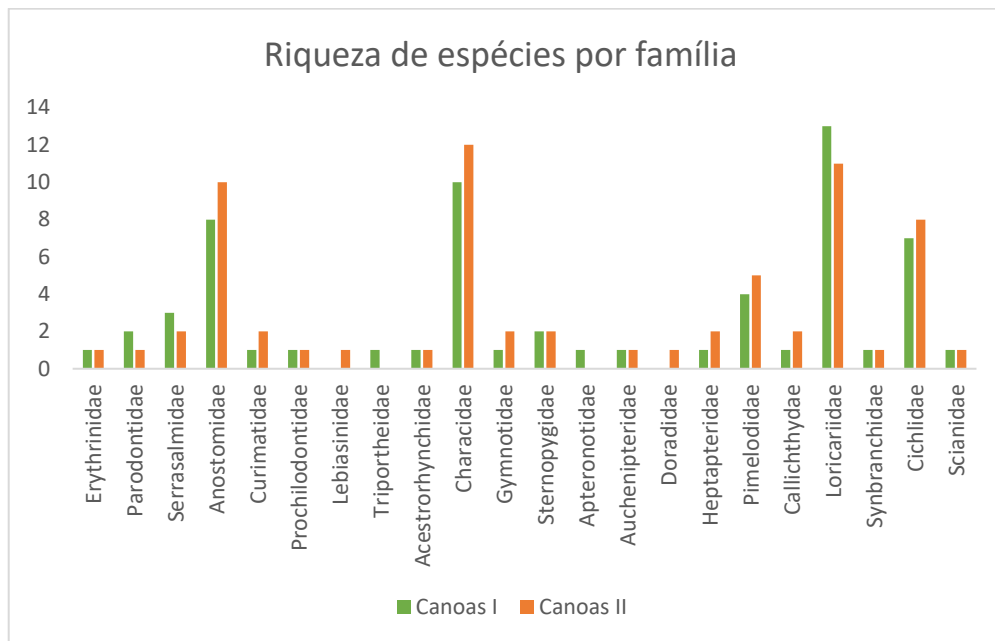
ORDEM/FAMILIA/ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA (n)	
	CANOAS I	CANOAS II
<b>CHARACIFORMES</b>		
<b>Erythrinidae</b>		
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch 1974)	28	19
<b>Parodontidae</b>		
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner 1879)	205	78
<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann 1907)	87	0
<b>Serrasalminidae</b>		
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner 1858) *	51	43
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner 1858	54	41
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes 1837 *	2	0
<b>Anostomidae</b>		
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes 1850)	3	7
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britski 1987	0	39
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch 1794)	175	68
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner 1915	0	2
<i>Leporinus paranensis</i> Garavello & Britski 1987	1	0
<i>Leporinus striatus</i> Kner 1858	0	3
<i>Megaleporinus elongatus</i> (Valenciennes 1850)	32	24
<i>Megaleporinus macrocephalus</i> (Garavello & Britski, 1988) *	6	0
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes 1837)	7	17
<i>Schizodon borellii</i> (Boulenger 1900) *	0	4
<i>Schizodon intermedius</i> Garavello & Britski 1990	5	31
<i>Schizodon nasutus</i> Kner 1858	98	80
<b>Curimatidae</b>		
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez 1948)	0	22
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez 1948)	78	74
<b>Prochilodontidae</b>		
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes 1837)	8	27

<b>Lebiasinidae</b>		
<i>Pyrrhulina australis</i> Eigenmann & Kennedy 1903	0	12
<b>Triportheidae</b>		
<i>Triportheus angulatus</i> (Spix & Agassiz 1829) *	81	0
<b>Acestrorhynchidae</b>		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken 1875)	42	43
<b>Characidae</b>		
<i>Aphyocharax anisitsi</i> Eigenmann & Kennedy 1903	0	3
<i>Aphyocharax dentatus</i> Eigenmann & Kennedy 1903 *	2	24
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken 1875)	80	191
<i>Bryconamericus exodon</i> Eigenmann, 1907 *	8	0
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger 1887)	0	1
<i>Galeocharax gulo</i> (Cope 1870)	9	11
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis 1911	46	9
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner 1882) *	50	99
<i>Moenkhausia intermedia</i> Eigenmann 1908	87	53
<i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann 1908)	23	184
<i>Psalidodon bockmanni</i> (Vari & Castro 2007)	1	35
<i>Psalidodon fasciatus</i> (Cuvier 1819)	1	12
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann 1915)	0	3
<b>GYMNOTIFORMES</b>		
<b>Gymnotidae</b>		
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus 1758	0	5
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli 1999	2	2
<b>Sternopygidae</b>		
<i>Eigenmania virescens</i> (Valenciennes, 1836)	6	9
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello 1966	3	0
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	2
<b>Apteronotidae</b>		
<i>Apteronotus ellisi</i> (Alonso de Arámburu, 1957) *	14	0
<b>SILURIFORMES</b>		
<b>Auchenipteridae</b>		
<i>Ageneiosus valenciennesi</i> Bleeker 1864	7	0
<i>Tatia neivai</i> (Ihering 1930)	0	1
<b>Doradidae</b>		
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner 1855)	0	2
<b>Heptapteridae</b>		
<i>Pimelodella avanhandavae</i> Eigenmann, 1917	6	6
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard 1824)	0	2
<b>Pimelodidae</b>		
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken 1874)	168	230
<i>Megalonema platanum</i> (Günther 1880)	1	0
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède 1803	192	128
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner 1877	0	2
<i>Pinirampus pirinampu</i> (Spix & Agassiz 1829)	6	0
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider 1801) *	0	2
<i>Steindachneridion scriptum</i> (Miranda Ribeiro 1918)	0	1
<b>Callichthyidae</b>		
<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus 1758)	0	1
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock 1828)	20	3

<b>Loricariidae</b>		
<i>Hypostomus albopunctatus</i> (Regan 1908)	1	1
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering 1911)	49	27
<i>Hypostomus hermanni</i> (Ihering 1905)	3	1
<i>Hypostomus iheringii</i> (Regan 1908)	4	2
<i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan 1908)	2	0
<i>Hypostomus myersi</i> (Gosline 1947) *	3	0
<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart 1964)	0	1
<i>Hypostomus regani</i> (Ihering 1905)	4	1
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan 1908)	10	3
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen 1979 *	367	282
<i>Megalancistrus parananus</i> (Peters 1881)	2	8
<i>Proloricaria prolixa</i> (Isbrücker & Nijssen 1978)	1	14
<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i> (Holmberg 1893) *	7	0
<i>Rhinelepis strigosa</i> Valenciennes 1840	2	1
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>		
<b>Synbranchidae</b>		
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	9	11
<b>CICHLIFORMES</b>		
<b>Cichlidae</b>		
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz 1831) *	3	0
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz 1831 *	76	7
<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira 2006 *	74	2
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander 1983	0	4
<i>Crenicichla britskii</i> (Kullander 1982)	5	1
<i>Crenicichla haroldoi</i> Luengo & Britski 1974	0	1
<i>Crenicichla niederleini</i> (Holmberg 1891)	11	16
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard 1824)	17	5
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758) *	55	17
<b>PERCIFORMES</b>		
<b>Sciaenidae</b>		
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel 1840) *	287	267
<b>ABUNDÂNCIA TOTAL</b>	<b>2687</b>	<b>2390</b>

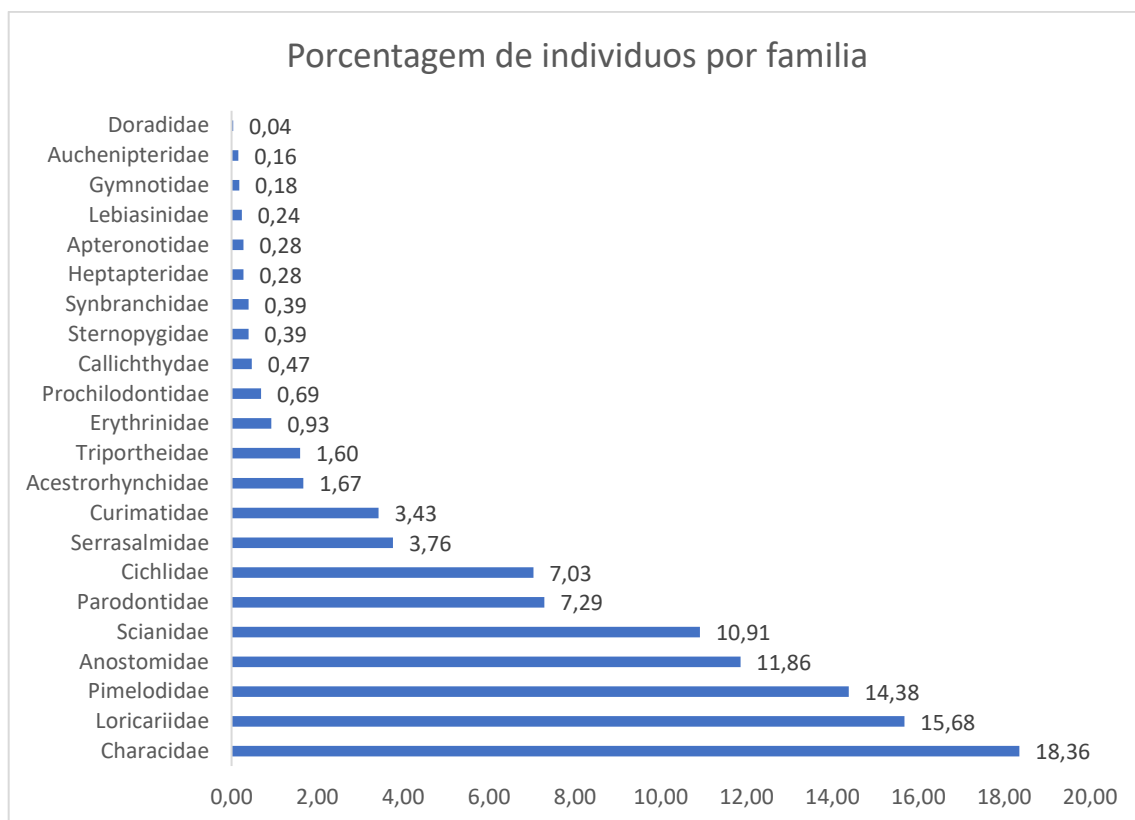
As famílias com maior riqueza de espécies foram Loricariidae (14 espécies), Characidae (13 espécies) e Anostomidae (12 espécies) (Gráfico 1), e as com maior número de indivíduos foram Characidae (932 indivíduos, 18.4% do total de espécies coletadas), Loricariidae (796 indivíduos, 15.7% do total), Pimelodidae (730 indivíduos, 14.4% do total de espécies) e Anostomidae (602 indivíduos, 11.9% do total de espécies coletadas) (Gráfico 2). Algumas famílias foram encontradas em apenas um dos dois reservatórios estudados. Como Triportheidae e Apterotonidae, registradas apenas em Canoas I, enquanto Lebiasinidae e Doradidae apenas em Canoas II (Gráfico 1).

**Gráfico 1-** Riqueza de espécies em cada família de peixe encontrada em Canoas I e Canoas II, em todos os períodos estudados em conjunto.



A família Parodontidae apesar de não possuir uma riqueza de espécies elevada, com apenas duas espécies, foi responsável por cerca de 7% da amostra total de indivíduos coletados. Um número significativo quando comparado a outras famílias com a mesma quantidade de espécies encontrada (Gráfico 1 e 2).

**Gráfico 2-** Abundância de espécies nas famílias de peixes (em porcentagem), para todos os períodos amostrados em conjunto.



No total foram coletados 61 espécies de peixes em Canoas I e 67 em Canoas II, a **tabela 2** mostra a riqueza de espécies para cada reservatório por período amostrado, e também o número do indivíduos coletados.

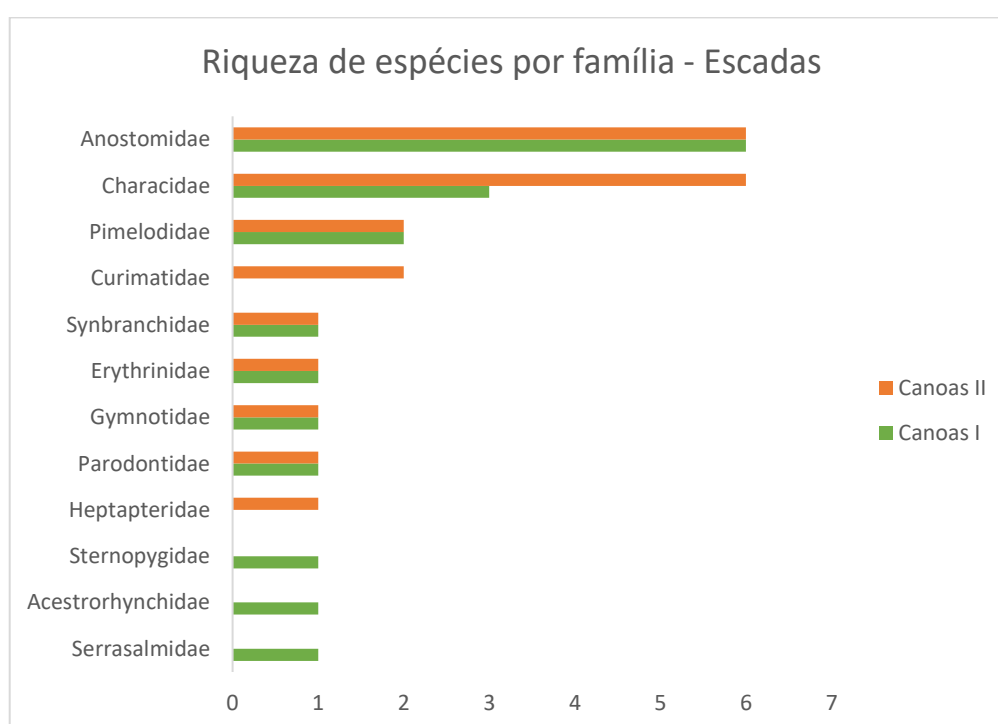
**Tabela 2-** Riqueza e abundância de espécies de peixes em cada amostra.

Amostra	Riqueza		Abundância	
	Canoas I	Canoas II	Canoas I	Canoas II
2010	29	44	274	422
2015	43	32	1160	1260
2016	27	18	686	80
Escadas	18	21	627	628
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>67</b>	<b>2687</b>	<b>2390</b>

Como citado anteriormente, foram realizadas metodologias diferentes para as escadas e reservatórios de Canoas I e Canoas II, levando em conta as características de cada ambiente, não sendo recomendado realizar um comparativo entre esses resultados. Portanto, os resultados serão apresentados de forma separada, primeiro os dados obtidos nas escadas de peixes, e em seguida um comparativo somente com os dados obtidos nos reservatórios nos três anos de amostragem.

As coletas nas escadas foram realizadas no ano de 2010 enquanto a passagem de peixes ainda estava em funcionamento, pois sua desativação ocorreu apenas em 2012. Foram encontradas 25 espécies no total, 18 em Canoas I e 21 em Canoas II (tabela 2), divididas em 12 famílias. No gráfico 3 observamos que as famílias Anostomidae, Characidae e Pimelodidae obtiveram maior número de espécies, para ambos os reservatórios. Também foram encontradas três famílias apenas em Canoas I, e duas em Canoas II (Gráfico 3).

**Gráfico 3** - Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2010, para as escadas de Canoas I e Canoas II.



Quanto ao número de indivíduos coletados, o total nas escadas foi de 1255 peixes, 627 em Canoas I e 628 em Canoas II. Todas as espécies coletadas nessa amostragem são nativas da bacia do rio Paranapanema. As espécies com maior abundância foram *Leporinus friderici* e *Pimelodus maculatus* em Canoas I, *Astyanax lacustris* e *Piabarchus stramineus* em Canoas II, e *Apareiodon affinis* em ambos os reservatórios. Em Canoas I, a espécie mais coletada, *A. affinis*, foi responsável por quase 30% de toda a amostra de peixes do reservatório, e em Canoas II a espécie *Piabarchus stramineus* contribuiu com quase 26% da amostragem.

Foram calculados os índices de diversidade para os dois locais, e obtivemos um resultado levemente maior de diversidade ( $H'$ ), equabilidade ( $P'$ ), e dominância

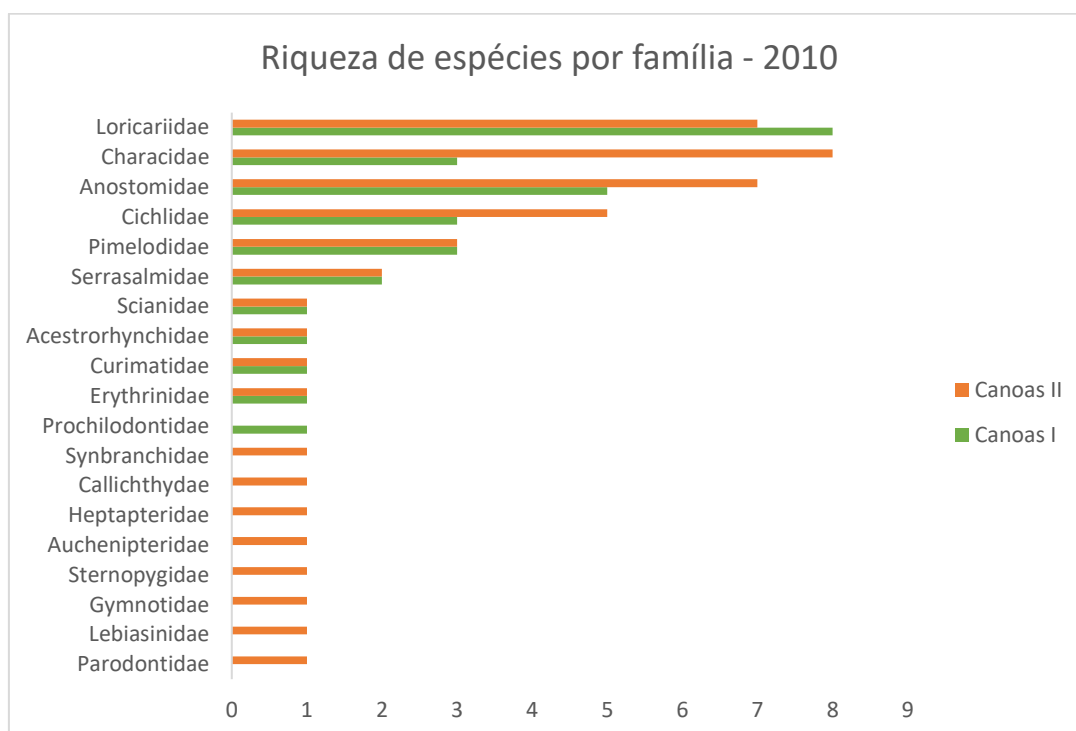
(Tabela 3), o índice de Shannon-Wiener foi um pouco maior em Canoas II.

**Tabela 3-** Índices de diversidade para Canoas I e II nas coletas realizadas nas Escadas.

	Local	Riqueza	Shannon-wiener (H')	Simpson (D')	Pielou (P')
Escadas	Canoas I	18	1,905	0,809	0,659
	Canoas II	21	2,338	0,862	0,768

Seguindo agora para os resultados obtidos das amostragens dos reservatórios nos anos de 2010, 2015 e 2016, observamos que no ano de 2010 foram encontradas 19 famílias no total, as famílias com maior riqueza de espécies foram Loricariidae e Anostomidae, para Canoas I, com 8 e 5 espécies respectivamente, e Characidae (8 espécies), Anostomidae e Loricariidae com 5 espécies cada para Canoas II. Nesse mesmo ano, registramos apenas uma família exclusiva para Canoas I e 8 para Canoas II (Gráfico 4).

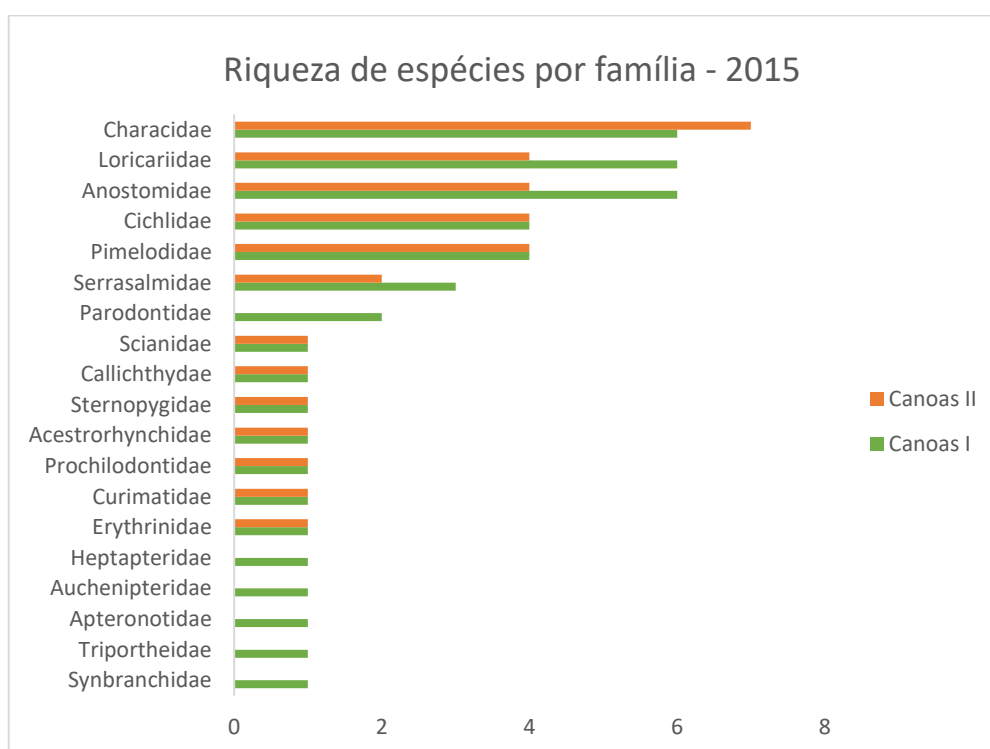
**Gráfico 4-** Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2010, para os reservatórios de Canoas I e Canoas II.



Em 2015 também foram encontradas 19 famílias, sendo que Characidae foi a família com maior número de espécies para ambos os reservatórios, seguida por Loricariidae, Anostomidae, Cichlidae e Pimelodidae (gráfico 5). As famílias

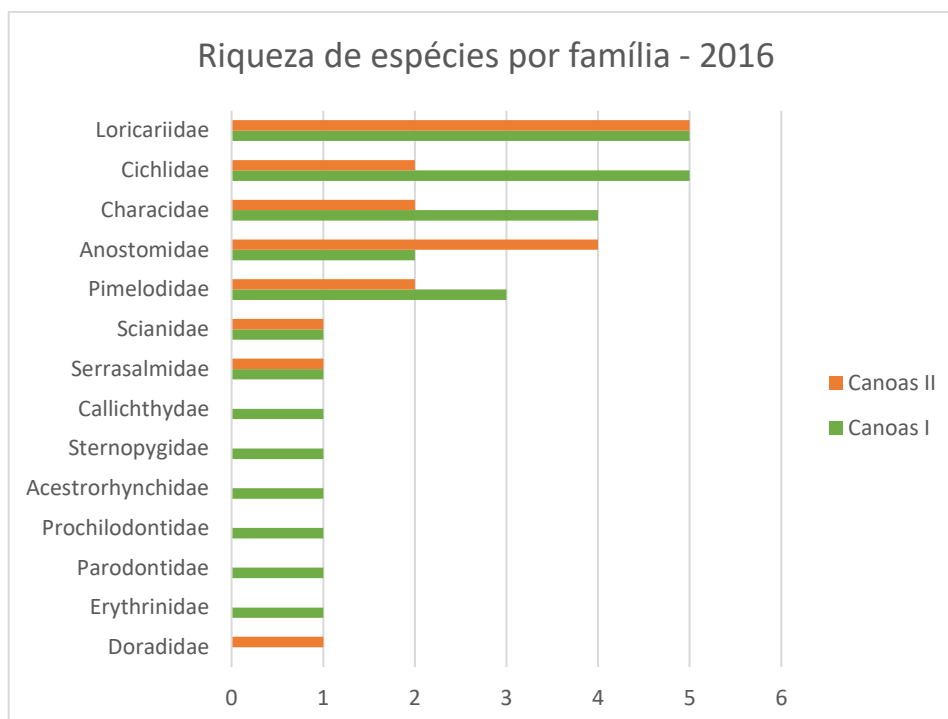
Lebiasinidae e Gymnotidae que foram encontradas somente em Canoas II em 2010 (gráfico 4), não apareceram nas amostras de 2015, assim como Apterotonidae e Triportheidae foram coletadas apenas em 2015 no reservatório de Canoas I. No ano de 2015 foram encontradas famílias exclusivas apenas em Canoas I, são elas: Parodontidae, Heptapteridae, Auchenipteridae, Apterotonidae, Triportheidae e Synbranchidae.

**Gráfico 5-** Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2015, para os reservatórios de Canoas I e Canoas II.



Já no ano de 2016, foram coletadas espécies pertencentes a 14 famílias (gráfico 6). E assim como em 2010, não foram encontrados exemplares das famílias Heptapteridae, Auchenipteridae, Apterotonidae, Triportheidae e Synbranchidae, e apenas em 2016 nenhum indivíduo da família Curimatidae. Apenas nesse ano foi coletada uma espécie da família Doradidae, apenas em Canoas II. As famílias com maior número de espécies foram Loricariidae, Characidae e Cichlidae para Canoas I e Loricariidae e Anostomidae para Canoas II. Foram obtidas seis famílias exclusivamente em Canoas I e apenas uma em Canoas II.

**Gráfico 6** - Riqueza de espécies por famílias de peixes coletadas no ano de 2016, para os reservatórios de Canoas I e Canoas II.



Observando a tabela 4, vemos que a riqueza de espécies em Canoas I foi maior no ano de 2015, enquanto que em Canoas II o maior número de espécies foi obtido em 2010. O ano de 2016 comparado com 2010 teve uma riqueza menor em ambos os reservatórios, mas teve uma queda mais significativa em Canoas II. Quanto a abundância, o ano de 2015 obteve o maior número de indivíduos coletados quando comparado aos outros anos.

**Tabela 4-** Riqueza e abundância de espécies de peixes coletados nos reservatórios de Canoas I e II, nos anos de 2010, 2015 e 2016.

Ano/Local	Riqueza			Abundância		
	Canoas I	Canoas II	Total	Canoas I	Canoas II	Total
2010	29	44	52	274	422	696
2015	43	32	51	1160	1260	2420
2016	27	18	35	686	80	706

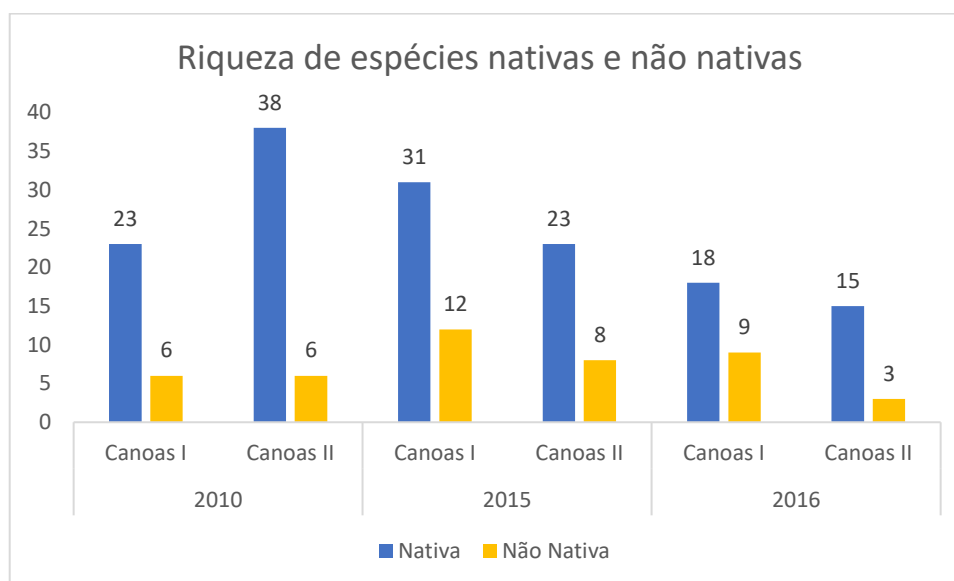
A **tabela 5** apresenta as espécies mais abundantes encontradas nas amostras, no ano de 2010 as espécies mais abundantes foram *Steindachnerina insculpta* representando mais de 23% de toda a amostra de Canoas I, e *Iheringichthys labrosus* representando mais de 12% da amostra de Canoas II. No ano de 2015 e 2016 a espécie mais abundante para ambos os reservatórios foi *Loricariichthys platymetopon*.

**Tabela 5-** Espécies mais abundantes para cada local (a porcentagem representa a abundância da espécie em toda a amostra).

Ano/Local	Canoas I	Canoas II
2010	<i>S. insculpta</i> 23,7%	<i>I. labrosus</i> 12,6%
2015	<i>L. platymetopon</i> 20,3%	<i>L. platymetopon</i> 19,9%
2016	<i>L. platymetopon</i> 18,4%	<i>L. platymetopon</i> 27,5%

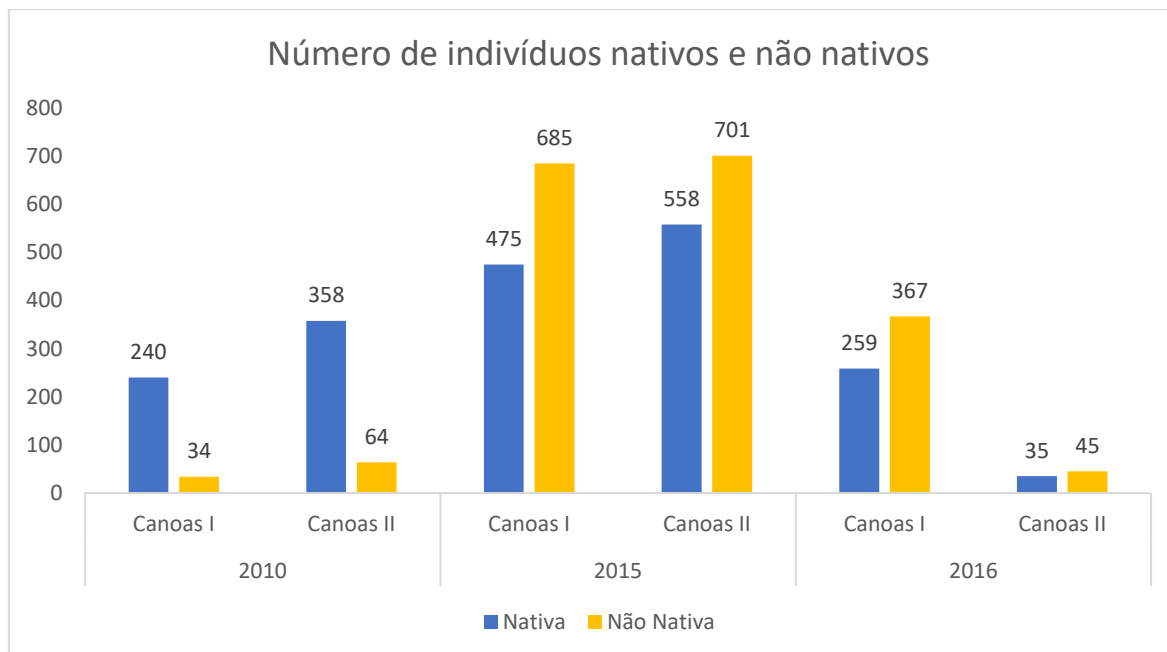
Das 75 espécies encontradas, 57 são consideradas nativas para a bacia do Paranapanema e 18 não nativas. O gráfico 7 apresenta a riqueza de espécies nativas e não nativas encontradas em cada reservatório e ano amostrado, evidenciando uma maior quantidade de espécies nativas em todos os períodos. O número de espécies nativas em Canoas II teve uma diminuição evidente nos anos de 2015 e 2016.

**Gráfico 7-** Riqueza de espécies nativas (azul) e não nativas (amarelo) para os reservatórios de Canoas I e Canoas II nos três anos amostrados.



Quanto a abundância, o gráfico 8 mostra que nos anos de 2015 e 2016, o número de indivíduos de espécies não nativas foi maior do que de espécies nativas em ambos os reservatórios, mesmo possuindo uma riqueza maior de espécies nativas. Enquanto em 2010, a abundância de espécies nativas é maior do que de não nativas, assim como a riqueza nesse período (gráficos 7 e 8).

**Gráfico 8-** Quantidade de peixes de espécies nativas (azul) e não nativas (amarelo) em Canoas I e Canoas II, nos três anos amostrados.



Dos 3822 indivíduos coletados nos reservatórios, as espécies que tiveram maior número amostral foram *Loricariichthys platymetopon*, que em 2010 foram coletados apenas 26 indivíduos, porém em 2015 e 2016 foram coletados 486 e 137 indivíduos respectivamente, *Plagioscion squamosissimus* que também teve uma amostragem muito menor no ano de 2010 comparado aos outros dois anos, e *Iheringichthys labrosus*, que teve uma oscilação no número amostral. As duas espécies mais coletadas são consideradas não nativas para a Bacia do Paranapanema, representando 31,5% da amostra total de indivíduos coletados.

**Tabela 6-** Espécies com maior taxa de captura em cada período amostral.

Ano/Espécie	<i>Loricariichthys platymetopon</i>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	<i>Iheringichthys labrosus</i>
2010	26	30	99
2015	486	404	155
2016	137	120	37

Os índices de diversidade foram calculados para todas as amostras (**Tabela 7**), foi observado uma diversidade (H') maior no ano de 2010 e também uma dominância (D') maior. O ano de 2015 teve valores muito próximos ao ano de 2010, apresentando os mesmos valores no índice de equabilidade (P') diferentemente do

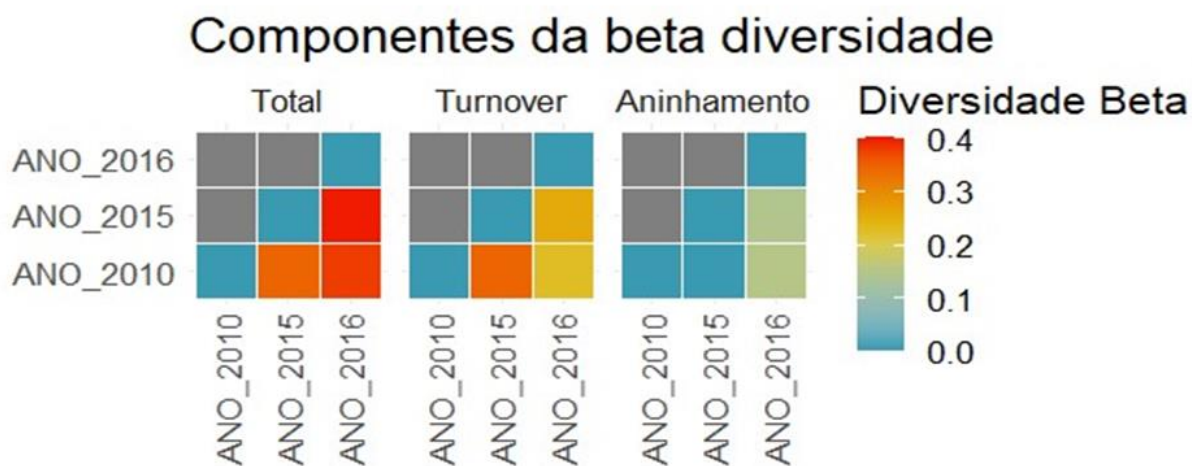
ano de 2016, que apresentou menores valores de diversidade ( $H'$ ) e de dominância e um valor um pouco maior de equabilidade ( $P'$ ).

**Tabela 7-** Dados de diversidade para Canoas I e II, em todas os anos

	Riqueza	Shannon-wiener ( $H'$ )	Simpson ( $D'$ )	Pielou ( $P'$ )
2010	52	3.108	0.931	0.787
2015	51	2.982	0.912	0.787
2016	35	2.726	0.901	0.874

Relacionado à beta diversidade (**Gráfico 9**) pode-se observar que a maior variação entre 2010 e 2015 é devido ao *Turnover* e pouco ao Aninhamento, e o mesmo se repete para 2010 e 2016.

**Gráfico 9-** Beta diversidade para os três anos estudados.



## 6. DISCUSSÃO

A ictiofauna da região neotropical, assim como a do rio Paranapanema, se concentra em duas ordens, Characiformes e Siluriformes (Lowe-McConnell, 1999; Jarduli *et al.*, 2020). Esse padrão foi observado neste trabalho para os reservatórios de Canoas I e Canoas II. No total foram identificadas 22 famílias, onde cinco delas representam cerca de 67% da riqueza de espécies encontrada, Loricariidae, Characidae, Anostomidae, Cichlidae e Pimelodidae (**Grafico 1**). Denotamos que algumas famílias foram encontradas em apenas um dos dois reservatórios estudados, como Triportheidae e Apterodontidae registradas apenas em Canoas I, e Lebiasinidae e Doradidae apenas em Canoas II.

Nas coletas realizadas nas escadas no ano de 2010, o funcionamento das mesmas ainda estava ativo, possibilitando uma amostragem das espécies de peixes que utilizavam esse mecanismo de transposição para migrar na tentativa de obter sucesso reprodutivo ou como um atrativo proporcionado pela vazão de águas na escada. No total foram encontradas 25 espécies de peixes, sendo todas elas nativas da bacia do Paranapanema, dentre elas temos algumas consideradas migradoras (Agostinho *et al.*, 2003). Britto (2009) encontrou um total de 61 espécies de peixes em amostragens feitas de 2001 a 2006 e observou uma redução no número de espécies do primeiro ao último ano, Britto também identificou 6 espécies não nativas para a bacia durante o período amostral, o que não ocorreu em nossas amostragens.

A família Anostomidae foi a que apresentou maior riqueza de espécies nas coletas realizadas nas escadas de peixes (**gráfico 3**), isso pode ter ocorrido devido ao comportamento migrador de algumas espécies dessa família. Essa família possui espécies de pequeno a grande porte, sendo muito importantes para a pesca comercial (Ferreira, 2022). Das espécies encontradas, *Megaleporinus obtusidens* e *Leporinus fridericii* estavam entre as espécies soltas nos reservatórios como parte do programa de estocagem realizado pela empresa Duke Energy Internacional Geração Paranapanema, entre os anos de 1999 e 2014, podendo também serem oriundas do sistema Capivara/Tibagi/Cinzas e ter utilizado as escadas de peixes para ascensão (Medri *et al.*, 2002; Casimiro *et al.*, 2022). Sendo que os exemplares de *L. fridericii* foram coletados principalmente nas escadas da UHE Canoas I, enquanto *M. obtusidens* foi encontrado em uma quantidade bem menor, mas principalmente nas escadas da UHE Canoas II. Ambas são espécies migradoras que podem ter sido

vítimas da “armadilha” causada pelas escadas, utilizando o mecanismo e não obtendo sucesso reprodutivo nos reservatórios do complexo canoas (não foram encontrados números expressivos dessas espécies nas coletas realizadas nos reservatórios), provavelmente causado pela exposição a diversos predadores nas escadas, pelo ambiente à montante da barragem e à sobrepesca, visto que são peixes com grande interesse econômico e social (Lopes *et al.*, 2007; Pelicice; Agostinho, 2008; Agostinho *et al.*, 2012).

Não foram encontrados indivíduos da família Loricariidae nesse ambiente (**gráfico 3**), onde provavelmente ocorreu uma diminuição, possivelmente causada pela presença das escadas de peixes, que permitiam a subida desses indivíduos que não completavam seu ciclo reprodutivo pelo impedimento da migração passiva, onde os peixes retornam, junto com seus ovos e larvas para se desenvolver em trechos inferiores, como lagoas marginais e rios tributários de menor porte (Agostinho *et al.*, 2003, Orsi *et al.*, 2016). Porém, em estudos realizados por Orsi e Almeida (2011), foram capturados 26 indivíduos de *L. platymetopon* nas escadas, 17 em Canoas I e 9 em Canoas II, e mesmo não sendo uma espécie com caráter migratório, ela pode ter utilizado as escadas de transposição de peixes como forma de se dispersar entre os reservatórios de Canoas I e II, essa espécie pode ter obtido sucesso por uma soma de fatores, como a independência de afluentes para completar o ciclo reprodutivo, a afinidade por ambientes lênticos, cuidado parental acentuado e a falta de predadores (Marcucci *et al.*, 2005; Casimiro *et al.*, 2017).

No ano de 2000 a 2004, Britto e Sirol (2005) coletaram um baixo número de ovos, larvas e juvenis nos reservatórios de Canoas I e II, e das espécies identificadas, nenhuma pertencia às espécies migradoras já coletadas nas escadas de peixes, evidenciando uma possível falha na reprodução dessas espécies.

Para as coletas realizadas nos reservatórios, foram utilizadas metodologias de coleta passiva e ativa, neles encontramos diferentes riquezas e abundâncias para cada período amostrado. O ano com maior riqueza de espécies foi o ano de 2010, onde encontramos 52 espécies de peixes, sendo que algumas espécies pertencem a famílias encontradas apenas nesse ano, como Lebiasinidae e Gimnotidae, apresentando resultado semelhante ao ano de 2015, possuindo 51 espécies de peixes. E observando a Tabela 4 podemos identificar uma redução no número de espécies no ano de 2016, apresentando 35 espécies encontradas, um número bem menor quando comparado aos outros dois anos, esse resultado pode estar vinculado

ao aumento no número de peixes não nativos observado nos últimos dois anos.

Um estudo que ocorreu entre os anos de 1993 e 1995, encontrou 73 espécies de peixes no trecho livre entre as Usinas de Capivara e Salto Grande, sendo que o trecho com maior diversidade e riqueza de espécies foi o referente ao que estavam implementando o Complexo Canoas (Britto *et al.*, 1997). Dias (2003) encontrou resultado parecido, com 74 espécies para toda a porção do Médio Paranapanema, com as construções das usinas já concluídas. Portanto, podemos observar que a riqueza de espécies decresceu de 1993 para 2010, e comparando com 2016, houve uma redução mais drástica ainda e que podemos observar uma baixa contribuição das escadas para manutenção de espécies no complexo.

A família Loricariidae, representada pelos cascudos e cascudinhos, são de pequeno a grande porte e possuem a boca na porção inferior do corpo, em forma de ventosa. Algumas espécies possuem valor econômico e social, para pesca e aquarismo por exemplo (Graça; Pavanelli, 2007). Essa família representou 20% de toda a amostra dos reservatórios, com 796 indivíduos de 14 espécies, onde apenas três são consideradas espécies não nativas para a bacia (Jarduli *et al.*, 2020), entre elas *Loricariichthys platimetopon* que foi a espécie mais coletada em ambos os reservatórios nos anos de 2015 e 2016 com um total de 649 indivíduos, em contrapartida, no ano de 2010 foram coletados apenas 26 indivíduos dessa espécie. Dias (2003), encontrou um total de 15 espécies de Loricarídeos para oito trechos do médio paranapanema, incluindo os reservatórios do complexo canoas e o reservatório de capivara que nessa época tinha contato com o reservatório de Canoas I por meio das escadas, e nesse estudo não foram encontrados exemplares de *Pterygoplichthys ambrosettii* e *Loricariichthys platimetopon*, espécies não nativas que foram registradas neste presente trabalho. A espécie *L. platimetopon* já havia sido abundantemente coletada no reservatório de Taquaruçu desde 1993 (Britto; Carvalho, 2006), porém seu primeiro registro na porção do médio Paranapanema ocorreu no reservatório de Capivara, em 1999 amplamente coletada nos próximos anos, (Marcucci *et al.*, 2005 Hoffmann *et al.* 2005), tendo seu primeiro registro nas Canoas no ano de 2010 (Souto *et al.*, 2011), e observamos neste presente trabalho que a espécie conseguiu se estabelecer com sucesso nos reservatórios do Complexo Canoas.

A família Characidae, representou 15% de toda amostra dos reservatórios, com 11 espécies, sendo apenas 3 não nativas para a bacia (Jarduli *et al.*, 2020). Predominantemente foram encontradas espécies de pequeno porte, que são de

extrema importância para a cadeia trófica (Castro; Polaz, 2019). No ano de 2010 foi encontrada apenas uma espécie não nativa, e nos outros dois anos todas as 3 foram registradas.

A família Scianidae foi a terceira com maior número de indivíduos coletados, responsável por 14% da amostra total, e é importante salientar que foi encontrada apenas uma espécie dessa família, *Plagioscion squamosissimus*, que é uma espécie não nativa. Em 2010 foram coletados 30 indivíduos dessa espécie, enquanto que em 2015 e 2016 mais de 500 indivíduos foram coletados, demonstrando que essa espécie se ajustou e se desenvolveu bem nesses reservatórios, apresentando uma preocupação, visto que essa é uma espécie carnívora (Bennemann *et al.*, 2006).

A família Anostomidae, teve uma redução em número de espécies encontradas, no ano de 2010 foram coletadas 9 espécies, enquanto que em 2015 e 2016 foram registradas 6 e 5 espécies. A espécie mais abundante foi *Schizodon nasutus*. Lembrando que até 2014 foi realizado um programa de estocagem pela empresa responsável pelas usinas, e as duas espécies de peixes que estavam no programa foram coletadas, porém uma delas, *Megaleporinus obtusidens* não foi encontrada no ano de 2016, e seu número amostral nos outros dois anos foi bem baixo, mostrando uma baixa efetividade do programa de peixamento aplicado.

Os programas de estocagem normalmente são realizados com o intuito de mitigar os impactos ambientais causados pelas barragens (repovoamento) e recuperar o estoque pesqueiro como uma medida mitigatória para os impactos ambientais e sobre os recursos pesqueiros (Casimiro *et al.*, 2022). E nesse caso vemos um problema em que a metodologia não foi eficaz, visto a diminuição no número de espécies e indivíduos coletadas nos anos de 2015 e 2016. Existem alguns pontos a serem considerados quando pensamos formas eficazes de mitigar os impactos negativos através da soltura de peixes, um planejamento adequado e uma visão ampla sobre a realidade do local e o objetivo a ser alcançado estão entre os principais (Agostinho *et al.*, 2010; Casimiro *et al.*, 2022), visto que áreas de reservatório com menor influência antrópica, maior número de tributários e presença cobertura florestal conseguem manter a integridade da ictiofauna e reduzir os índices de defaunação (Barros *et al.*, 2023).

Analisando as 75 espécies encontradas nos reservatórios, 57 espécies encontradas são consideradas nativas para a bacia do Paranapanema e 18 não

nativas. Até o ano de 2016 haviam sido registradas cerca de 30 espécies não nativas para a bacia do Paranapanema (Orsi *et al.*, 2016), porém, um estudo mais recente realizou uma revisão na literatura onde foram encontradas 60 espécies (Jarduli *et al.*, 2020), mostrando que esse número vem aumentando cada vez mais, como um reflexo de ambientes impactados e introdução de espécies não nativas de forma acidental ou proposital (Garcia *et al.*, 2018). Os **gráficos 7 e 8** ilustram a riqueza e abundância das espécies nativas e não nativas identificadas em cada ano e local amostrado, quando comparamos os dois, percebemos que apesar de a riqueza de espécies nativas ser maior, nos anos de 2015 e 2016 temos o inverso, onde as espécies não nativas são encontradas em maior número. Isso não acontece no ano de 2010, onde há uma maior riqueza e abundância de espécies nativas, mostrando que as espécies não nativas conseguiram se estabelecer e reproduzir com sucesso nos reservatórios. No ano de 2010 vemos que Canoas II possui um número muito elevado de espécies nativas, e esse número é maior do que todas as amostras, uma justificativa para isso, seria a possibilidade de as espécies terem ascendido utilizando as escadas até o reservatório de Canoas II, e não conseguiram se reproduzir e distribuir, ficando presas naquele ambiente, diminuindo a taxa de reprodução e sobrevivência com o passar do tempo.

As espécies não nativas que acabam se estabelecendo no ambiente e se tornam invasoras, causam mudanças nas características das comunidades, normalmente por exclusão de espécies nativas, tanto por competição como por predação, trazendo consequências como a homogeneização biótica, gerando uma substituição das espécies nativas por não nativas (Mack *et al.*, 2000; Vitule *et al.*, 2012). Essa homogeneização diminui a diversidade das comunidades, modifica o habitat e gera interações ecológicas que não ocorreriam naturalmente (Latini; Petrere Jr., 2004). Haja visto que os reservatórios do Complexo Canoas já são ambientes mais simplificados, o que facilitou ainda mais a invasão de algumas das espécies amostradas.

Os índices de diversidade foram calculados para as amostras coletadas nos reservatórios nos três anos (**Tabela 7**), o ano de 2010 apresentou uma diversidade ( $H'$ ) mais elevada, assim como o índice de dominância de Simpson ( $D'$ ), provavelmente por ter apresentado uma riqueza de espécies mais elevada. O ano de 2015 apresentou resultados semelhantes ao ano de 2010, quanto aos valores de Shannon e Simpson. Enquanto o ano de 2016 apresentou valores mais baixos de diversidade ( $H'$ ) e de dominância ( $D'$ ) e um valor um pouco maior de equabilidade ( $P'$ ),

provavelmente causado pelo menor número de espécies encontrado e menor abundância.

Na análise de beta diversidade, o que predomina é o *Turnover* entre os períodos, mostrando uma dominância na troca ou substituição das espécies (Baselga, 2010; Baselga, 2012; Legendre, 2014). Sendo mais representativo entre os anos de 2010 e 2015, provavelmente pela quantidade e abundância de espécies não nativas que foram coletadas em 2015, e a diminuição de espécies nativas e predomínio de não nativas são características de uma simplificação na comunidade, gerando um processo de substituição da ictiofauna nativa por uma não nativa (Vitule *et al.* 2012, Britto *et al.*, 2020; Garcia *et al.*, 2021), sendo necessário realizar de forma adicional uma avaliação da diversidade funcional dessa região.

Em 1998, antes da implantação do Complexo Canoas, o trecho lótico livre entre o reservatório de Capivara e a represa de Salto Grande era considerado o mais diverso da região (Britto *et al.*, 1997). Barros *et al.* (2023) utilizou índices de defaunação para analisar o declínio de peixes em ambientes represados, e mostrou que o reservatório de Capivara apresentou a menor taxa de defaunação dos reservatórios analisados, devido ao ambiente mais preservado e a presença de triutários significativos. Portanto, percebemos o mal planejamento em escolher instalar uma escada de passagem de peixes à montante desse reservatório, atraindo as espécies de peixes para a passagem e sucessivamente para o reservatório de Canoas I, que junto com Canoas II são os que possuem a menor área de drenagem, e possuem poucos tributários representativos (Pelicice; Agostinho, 2008; Orsi *et al.*, 2016), essas características somadas ao uso do solo mostram que as espécies presentes nesses reservatórios tendem a desaparecer com mais facilidade do que em outros, sendo observado como uma área de intensa defaunação (Barros *et al.*, 2023).

## 7. CONCLUSÃO

Já é sabido que a presença de barragens e reservatórios impactam de maneira negativa os ambientes aquáticos, alterando completamente a dinâmica dos rios, dificultando a reprodução e desenvolvimento de espécies que necessitam de águas lólicas e vegetação marginal para a manutenção da vida no ambiente. As características de reservatórios também facilitam o estabelecimento de espécies não nativas, que se adaptam a ambientes degradados e competem com as espécies nativas da região.

Um dos problemas evidenciados neste trabalho é o aumento da abundância das espécies não nativas conforme os anos, mostrando que ocorreu um estabelecimento dessas espécies em ambos os reservatórios do Complexo Canoas, que apesar de não possuírem a maior diversidade, apresentam muitos indivíduos, influenciando a fauna de peixes do ambiente, seja por competição, predação ou ocupação do nicho. É importante salientar que os reservatórios estudados possuíam escadas de transposição de peixes como uma forma de mitigar os efeitos das barragens na ictiofauna, e que mesmo no ano de 2010 enquanto as mesmas estavam em funcionamento, foram coletadas poucas espécies migradoras, podendo representar uma possível falha desse método, que juntamente com a elevada abundância de peixes não nativos nos anos seguintes, afetou de forma negativa a diversidade de peixes da região.

Devido à falta de tributários e com um ambiente altamente impactado, a recuperação da diversidade de peixes no Complexo Canoas é uma tarefa difícil. Serão necessárias algumas ações, como: uma avaliação da atual situação da ictiofauna dos reservatórios; investigar se existe a possibilidade de realizar um repovoamento das espécies de peixes para fins conservacionistas, mas quando não for possível, realizar uma estocagem de peixes nativos considerando todos os critérios científicos e técnicos, para uma melhor resposta ecológica; aplicar metodologias de manejo a fim de reduzir e controlar a quantidade de peixes não nativos; e realizar uma investigação a longo prazo.

Portanto, este trabalho salienta a importância de estudar ambientes impactados com diferentes particularidades, como forma de encontrar medidas de mitigação e tentar restaurar a ictiofauna nativa visando uma melhora na comunidade de peixes e outros organismos que pertencem ao mesmo nicho. E alertamos sobre a utilização de forma ineficiente de estratégias que se dizem mitigadoras, mas que

podem aumentar os efeitos negativos ao ambiente, como a instalação de escadas e passagens de peixes sem um estudo prévio.

Em 1997, Britto e colaboradores já esperavam o cenário visto neste estudo para a região do Complexo Canoas, uma diminuição e até desaparecimento de espécies de peixes, devido a construção das usinas. Infelizmente caso não sejam realizadas ações para recuperar a ictiofauna, muito provável que a situação seguirá piorando de tempos em tempos. As perspectivas para o futuro não são as melhores, porém, com esforço e comprometimento utilizando pesquisas e ações que visem a melhora do ambiente, é possível que pelo menos, não continuemos a regredir.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema**. Agência Nacional das Águas – Brasília, 2016
- AGOSTINHO, A. A. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **UNIMAR 14** (suplemento), 89-107, 1992.
- AGOSTINHO, A. A.; AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. Fish ladders: safe fish passage or hotspot for predation? **Neotropical Ichthyology**, 10, 687-696. 2012
- AGOSTINHO, A. A. GOMES, L. C. & SUZUKI, H. I. 2003. Migratory fishes of upper Paraná river basin, Brazil. In: J. Carolsfed, B. Harvey, A. Baer & C. Ross (eds.). *Migratory fishes of South America: Biology Social Importance and Conservation Status*. 1ed. Victoria, 2003, p. 19-99.
- AGOSTINHO, A.A. & GOMES L.C. O manejo da pesca em reservatórios da bacia do alto rio Paraná: avaliação e perspectivas. Pp: 23–55. **Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**, 1st ed. RiMa Editora, São Carlos, 472p., 2005
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; FERNANDEZ, D. R.; SUZUKI, H. I. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. **River Research and Applications**, v. 18, n. 3, p. 299-306, 2002.
- AGOSTINHO, A. A; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil; **EDUEM: Maringá**, Brasil, 2007.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SANTOS, N. C.; ORTEGA, J. C.; PELICICE, F. M. Fish assemblages in neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, v. 173, p. 26-36, 2016
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; VERÍSSMO, S; OKADA, E.K. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biol. and Fisheries**, 2004.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian journal of biology**, v. 68, n. 4, p. 1119-1132, 2008.
- AGOSTINHO, A.A.; PELICICE, F.M.; GOMES, L.C.; JÚLIO JR, H.F. Reservoir fish stocking: when one plus one may be less than two. **Brazilian Journal of Nature Conservation** 8(2):103–111. [https:// doi.org/10.4322/natcon.00802001](https://doi.org/10.4322/natcon.00802001). 2010
- BARROS, A. C. V. F.; PEREIRA, A. D.; GARCIA, D. A. Z.; JARDULI, L. R.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; ORSI, M. L. Fish defaunation in reservoirs of the Lower Paranapanema River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, 22. 2023

BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, 19, 134-143. 2010

BASELGA, A. The relationship between species replacement, dissimilarity derived from nestedness, and nestedness. **Global Ecology and Biogeography**, 21, 1223-1232. 2012

BENNEMANN, S. T., CAPRA, L. G., GALVES, W., & SHIBATTA, O. A. Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). **Iheringia. Série Zoologia**, 96, 115-119. 2006

BRITTO, S.G.C. **A estratégia reprodutiva dos peixes migradores frente às escadas do Complexo Canoas (Rio Paranapanema, Bacia do Alto Paraná)**. 2009. 141 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/106522>>

BRITTO, S. G. D. C., & CARVALHO, E. D. Ecological attributes of fish fauna in the Taquaruçu Reservoir, Paranapanema River (Upper Paraná, Brazil): composition and spatial distribution. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 18(4), 377-388. 2006

BRITTO, S.G.C.; DIAS, J.H.P.; MARIANO, A.C.; NOVELLI, J.L.; JARDIM, M.S.; VIANNA, N.C. Ichthyofauna of the Paranapanema River, Alto Paraná basin: probable impacts of the implementation of the Canoas Complex. XXII Seminário Nacional de Grandes Barragens. São Paulo: **Anais**, 1:85–94. 1997

BRITTO, S.G.C. & SIROL, R.N. Transposição de peixes como forma de manejo: as escadas do Complexo Canoas, Médio Rio Paranapanema, Bacia do Alto Paraná. In: **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata** (M.G. Nogueira, R. Henry & A. Jorcin, eds). 1ª ed., São Carlos: RiMa. p.285-304. 2005.

CASIMIRO, A. C. R.; GARCIA, D. A. Z.; COSTA, A. D. A.; BRITTON, J. R.; ORSI, M. L. Impoundments facilitate a biological invasion: dispersal and establishment of non-native armoured catfish *Loricariichthys platymetopon* (Isbrückler & Nijssen, 1979) in a neotropical river. **Limnologia**, 62, 34-37. 2017

CASIMIRO, A.C. R.; VIZINTIM-MARQUES, A. C.; CLARO-GARCIA, A.; GARCIA, D. A. Z.; de ALMEIDA, F. S.; ORSI, M. L Hatchery fish stocking: case study, current Brazilian state, and suggestions for improvement. **Aquaculture International**, v. 30, n. 5, p. 2213-2230, 2022.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; FERREIRA, K. M.; RIBEIRO, A. C.; BENINE, R. C.; DARDIS, G. Z. P.; MELO, A. L. A.; STOPIGLIA, R.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; CARVALHO, M.; GIBRAN, F. Z. & LIMA, F. C. T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, Sudeste e Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, 3(1):1-31, 2003.

CASTRO, R., & POLAZ, C. N. Peixes de pequeno porte: a porção maior e mais ameaçada da fauna megadiversa de peixes de água doce neotropicais. **Biota Neotropica**, 20, e20180683. 2019

CTG. **Site da CTG Brasil**. Disponível em: <<https://www.ctgbr.com.br/unidade/uhe-canoas-ii/>>.

CTG. **Site da CTG Brasil**. Disponível em: <<https://www.ctgbr.com.br/unidade/uhe-canoas-i/>>

DIAS, J.H.P. **Distribuição espacial e temporal da ictiofauna do trecho médio do rio Paranapanema e suas relações com as características morfológicas e limnológicas dos compartimentos da bacia**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 2003

DUKE ENERGY, **Peixes do Rio Paranapanema**. São Paulo: Duke Energy International Geração Paranapanema, 2003.

FERREIRA, N. S. **Diversidade da ictiofauna nas bacias do Alto e Médio Paranapanema**. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2022.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. (eds) **2024. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES**. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). **Electronic version accessed 10 01 2024**.

GARCIA, D. A. Z.; BRITTON, J. R.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; ORSI, M. L. Introductions of non-native fishes into a heavily modified river: rates, patterns and management issues in the Paranapanema River (Upper Paraná ecoregion, Brazil). **Biological Invasions**, 20, 1229-1241. 2018

GOOGLE. (2023). Google Earth Pro [Software versão 7 .3.6.9345]. <https://www.google.com/earth/>

GRAÇA, W. J. & PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. **Eduem**, Maringá. 2007.

HOFFMANN, A. C.; ORSI, M. L.; SHIBATTA, O. A. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Cativara), Rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 95, n. 3, p. 319-325, 2005.

JARDULI, L.R.; GARCIA, D.A.Z.; VIDOTTO-MAGNONI, A.P.; CASIMIRO, A.C.R.; VIANNA, N.C.; ALMEIDA, F.S.; JEREP, F.C.; ORSI, M.L. Fish fauna from the Paranapanema River basin, Brazil. **Biota Neotropica**. 20(1): e20180707. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0707>. 2020

JÚLIO JUNIOR, H.F.; TOS, C.D.; AGOSTINHO, A.A. & PAVANELLI, C.S. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the Upper rio Paraná basin. *Neotropical Ichthyology*, 7(4):709–718, 2009.

LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C.; OYAKAWA, O.T.; SHIBATTA, O.A.; PAVANELLI, C.S. & CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, 7(3):181–197, 2007.

LATINI O. A. & PETRERE M. JR. Redution of a native fish fauna by alien species: an example from Braslian fresh-water tropical lakes. **Fish Management Ecology** 11(2):71-79, 2004.

LEGENDRE, P. Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, 23(11), 1324-1334. 2014

LOPES, C.M.; ALMEIDA, F.S.D.; ORSI, M.L.; BRITTO, S.G.D.C.; SIROL, R.N.; SODRÉ, L.M.K. Fish passage ladders from Canoas Complex-Paranapanema River: evaluation of genetic structure maintenance of *Salminus brasiliensis* (Teleostei: Characiformes). **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 131-138, 2007.

LOWE-MCCONNELL, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. In: **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. 1999. p. 534-534.

MAACK, R.; SALAMUNI, R.; AB'SÁBER, A. N. **Geografia física do Estado do Paraná**. 1981.

MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; MARK LONSDALE, W.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological applications**, v. 10, n. 3, p. 689-710, 2000.

MAKRAKIS, S.; BERTÃO, A. P.; SILVA, J. F.; MAKRAKIS, M. C.; SANZ-RONDA, F. J.; CELESTINO, L. F. Hydropower development and fishways: a need for connectivity in rivers of the Upper Paraná Basin. **Sustainability**, v. 11, n. 13, p. 3749, 2019.

MAKRAKIS, S. DIAS, J. H. P.; LOPES, J. D. M.; FONTES-JUNIOR, H. M.; GODINHO, A. L.; MARTINEZ, C. B.; MAKRAKIS, M. C. Premissas e Critérios Mínimos para Implantação, Avaliação e Monitoramento de Sistemas de Transposição para Peixes. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**. 2015, 114.

MARCUCCI, K.M.I; ORSI, M.L.; SHIBATTA, O. A. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 95, p. 197-203, 2005.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2002.

MUNIZ, C.M.; FROTA, A.; GANASSIN, M.J.M.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. Do river basins influence the composition of fuctional traits of fish assemblages in Neotropical reservoir? **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, p. 765-775, 2020.

ORSI, M. L. **Estratégias reprodutivas de peixes da região média-baixa do rio Paranapanema, Reservatório de Capivara**. Blucher Acadêmico, São Paulo, 2010.

ORSI, M.L. & ALMEIDA, F.S. Caracterização e Monitoramento da Ictiofauna dos Reservatórios das UHEs Canoas I e II, Rio Paranapanema. **Relatório final do Convênio entre a Duke Energy International Geracão Paranapanema**, Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina (FAUEL) e Universidade Estadual de Londrina (UEL) conforme contrato N°0100015122 e

número da ET: 4600000/018/09. 2011

ORSI, M.L.; ALMEIDA, F.S.; SWARÇA, A.C.; CLARO-GARCÍA, A.; VIANNA, N.C.; GARCIA, D.A.Z.; BIALETZKI, A. **Ovos, larvas e juvenis da bacia do rio Paranapanema, uma avaliação para conservação**. Triunfal Gráfica e Editora, Assis. 2016

ORSI, M. L.; BRITTON, J. R. Long-term changes in the fish assemblage of a neotropical hydroelectric reservoir. **Journal of Fish Biology**, v. 84, n. 6, p. 1964-1970, 2014.

OTA, R. R., DEPRÁ, G. D. C., GRAÇA, W. J. D., & PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. *Neotropical Ichthyology*, 16. (2018)

PELICICE F. M. & AGOSTINHO A. A. Fish-passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. **Conservation Biology** 22, 180–188, 2008.

SAMPAIO, T. **Relatório sobre os estudos efetuados nos rios Itapetininga e Paranapanema, Revista do Instituto Geográfico e Geológico**. 1944; 2(3): p.30-81.

SOUTO, A. C.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; BRANDÃO, H.; RAMOS, I. P.; CARVALHO, E. D. Actinopterygii, Siluriformes, Loricariidae, Loricariichthys platymetoponIsbrucker and Nijssen, 1979: first record in Reservoir of Canoas II, Middle Paranapanema River, border of the states of São Paulo and Parana, Brazil. **Check List** 7 (3), 279–281, 2011.

VITULE, J. R. S.; SKÓRA, F.; ABILHOA, V. Homogenization of freshwater fish faunas after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics. **Diversity and Distributions**, v. 18, n. 2, p. 111-120, 2012.

WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. **Ecological monographs**, 30(3), 279-338. 1960