



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Mariana Barros Aranha

Análise espaço-temporal da ictiofauna no reservatório da usina hidrelétrica de Itá

Florianópolis

2022

Mariana Barros Aranha

Análise espaço-temporal da ictiofauna no reservatório da usina hidrelétrica de Itá

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Pesqueiros.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Oliveira Nuñez

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Aranha, Mariana Barros

Análise espaço-temporal da ictiofauna no reservatório da
usina hidrelétrica de Itá / Mariana Barros Aranha ;
orientador, Alex Pires de Oliveira Nuñez, 2022.

41 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Barragem. 3. Comunidades. 4. Rio
Uruguai. I. Nuñez, Alex Pires de Oliveira . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Aquicultura. III. Título.

Mariana Barros Aranha

Análise espaço-temporal da ictiofauna no reservatório da usina hidrelétrica de Itá

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Renata Maria Guerreschi, Dra.
Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária

Prof. Mauricio Mello Petrucio, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Aquicultura.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2022

Este trabalho é dedicado aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por ser o centro da minha vida, minha base e meu refúgio em todos os momentos.

Aos meus pais e familiares, por estarem sempre me incentivando e motivando a seguir com meus estudos. E por depositarem muita confiança e acreditarem que seria possível a conclusão de mais essa etapa.

Ao meu orientador, pessoa da qual tive um enorme prazer em conhecer, um profissional muito paciente e que foi um grande auxiliador nessa jornada.

Aos meus amigos do trabalho, em especial o Ericsson e a Aurineide, por sempre me darem apoio nos momentos difíceis.

Ao Carlito Klunk, por ter sido uma das principais pessoas a acreditarem que seria possível a minha conclusão.

A Renata Guerreschi, Roberto Silva e Maurício Machado, por terem me auxiliado em toda metodologia prática.

Por isso não tema, pois estou com você; não tenha medo, pois sou o seu Deus. Eu o fortalecerei e o ajudarei; Eu o segurarei com a minha mão direita vitoriosa.

(Isaías 41:10)

RESUMO

O crescente aumento populacional no país implica também em uma demanda crescente por energia elétrica, e por isso a construção de usinas hidrelétricas se torna cada vez mais frequente, que aparecem como uma solução possível para a questão. Como consequência, são produzidos impactos ambientais sobre a ictiofauna, principalmente sobre as espécies reofílicas, que tem o curso de deslocamento reprodutivo interrompido por decorrência da construção de barragens. Além disso, outras espécies não reofílicas também são afetadas. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a variação espaço-temporal da ictiofauna no reservatório de Itá, no alto do rio Uruguai, entre os anos 2010 e 2020. Para realização deste estudo foram analisadas amostras realizadas em 44 coletas de campo, trimestrais e sazonais. Nas capturas dos peixes foram utilizadas redes malhadeira e feiticeira, que permaneceram na água por doze horas, tarrafas, espinhéis e picarés. Os animais capturados foram identificados, pesados e medidos em campo. Os atributos riqueza, abundância, equitabilidade e diversidade da fauna de peixes foram calculados considerando as vertentes espacial e temporal. Foram também analisadas a variação da ictiofauna nos ambientes lântico, lótico e de transição do reservatório de Itá ao dos dez anos de estudo.

Palavras-chave: Aquicultura. Barragem. Comunidades. Rio Uruguai.

ABSTRACT

The growing population in the country also implies in demand for electricity. Therefore, the construction of hydroelectric plants becomes increasingly frequent, which appears to be a possible solution. Consequently, environmental impacts are produced on the ichthyofauna, mainly on rheophilic species, which have their reproductive displacement course interrupted due to the construction of dams. In addition, other non-rheophilic species are also affected. In this context, the objective of this study was to analyze the ichthyofauna spatio-temporal variation in the Itá reservoir, on the upper Uruguay River, between 2010 and 2020. This study analyzed samples from 44 field trips quarterly and seasonally. In capturing the fish, nets, longlines, and drag nets were used, which remained in the water for twelve hours. The captured animals were identified, weighed, and measured in the field. The attributes of richness, abundance, evenness, and diversity of the fish fauna were calculated considering the spatial and temporal aspects. In addition, the ichthyofauna variation in lentic, lotic, and transition environments of the Itá reservoir over the ten years of the study.

Keywords: Aquaculture. Dam. Communities. Uruguay River.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização dos pontos de coleta na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.....	20
Figura 2. Distribuição percentual das espécies capturadas na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020. As espécies estão representadas por seu número, conforme Tabela 1.....	27
Figura 3. Ordenação MDS do total de espécies capturadas na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.....	28
Figura 4. Curvas de abundância e de biomassa total dos peixes capturados na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.	29
Figura 5. Índices biológicos para a ictiofauna da área do entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, calculados para os anos de 2010 a 2020.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Localização e características dos ambientes dos pontos de amostragem na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.	20
Tabela 2 - Apetrechos de pesca utilizados na captura de peixes na área na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.	21
Tabela 3 - Espécies capturadas na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020, identificadas segundo a ordem, família, abundância absoluta (n) e relativa (n%), biomassa total (B, em kg) e relativa (B%) e constância de ocorrência de Dajoz (CD). C = constante. Ace = acessória. Aci = acidental. * - espécie exótica.	23
Tabela 4 - Abundância das espécies migradoras capturadas na área do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020, e classificadas segundo a constância de Dajoz (1983).	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	15
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>.....	15
2	Capítulo único: Variação espaço-temporal da ictiofauna no reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.....	16
2.1	INTRODUÇÃO.....	18
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	19
2.3	RESULTADOS	23
2.4	DISCUSSÃO.....	31
2.5	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO	40

1 INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2021), no ano de 2020, 84,8% da energia gerada no Brasil foi produzida por fontes renováveis, com destaque para a produzida por hidrelétricas. Com o aumento populacional, a demanda pelo consumo de água e de eletricidade tem favorecido a construção de grandes usinas que desempenham um papel importante na geração de energia, mas, porém, se por um lado existe o favorecimento e o desenvolvimento socioeconômico associado a essa atividade, por outro são produzidos fortes danos ambientais (MELO, 2012).

As modificações ambientais não se restringem apenas à paisagem, mas atingem o ambiente como um todo, produzindo alterações hidrodinâmicas, nos parâmetros físicos e químicos da água, como temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, velocidade de corrente, taxas de sedimentação, e também na emissão de gases relacionados ao efeito estufa, principalmente o metano, produzido pela decomposição da vegetação submersa nos reservatórios (GASTAL JR, 2003; ZANIBONI-FILHO, SCHULZ, 2003; PELICICE; POMPEU; AGOSTINHO, 2014). Entre os impactos, destaca-se ainda a remoção da comunidade local atingida pela construção dos empreendimentos (ROGÉRIO, 2016).

Devido às perturbações ambientais decorrentes da formação de reservatórios, as comunidades ictílicas sofrem uma determinada instabilidade, principalmente nos primeiros anos de represamento, que se propaga por períodos variáveis, interferindo na dinâmica das comunidades. Reservatórios mais recentes apresentam notáveis alterações estruturais em suas comunidades, sendo necessária a implementação de estratégias, como as boas práticas de manejo, para a recomposição e manutenção da diversidade de peixes (AGOSTINHO, 1992, 1993). A relação entre os barramentos e as consequências de seus danos ambientais são diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior for a construção, maiores serão os impactos causados à biodiversidade e ao ecossistema (LOWE-MCCONNELL, 1999; BUCKUP et al., 2007; SILVA et al, 2008; SCHORK; ZANIBONI-FILHO, 2017).

É importante mencionar que outros fatores como os fenômenos naturais chamados de La Niña, El Niño e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), podem afetar o ciclo reprodutivo dos peixes, e o crescimento do ictioplâncton (LOPES, 2017).

Na bacia do alto rio Uruguai, uma série de usinas hidrelétricas foram instaladas nos últimos anos. O rio Uruguai nasce da confluência dos rios Rio Pelotas e Canoas, na Serra Geral, e separa geograficamente os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e demarca as fronteiras entre o Brasil e a Argentina, e entre a Argentina e o Uruguai. Além disso, apresenta

uma barreira, o Salto do Yucumã, e apresentava o Salto Grande, que foi inundado pela Represa de Salto Grande, entre o Uruguai e a Argentina. Essas referências geográficas dividem o rio Uruguai nos trechos alto, médio e baixo.

O baixo Uruguai apresenta uma queda menor que 1,0 km nos seus 300 km de extensão, enquanto o trecho médio do rio Uruguai, com 800 km de extensão, apresenta uma queda acentuada, apresentando grandes corredeiras (LOPES, 2017; ZANIBONI-FILHO, SCHULZ, 2003). Na região do alto do Rio Uruguai, devido à sua declividade (1,76%) e formação geológica, que forma um vale muito encaixado, eram encontradas grandes corredeiras, poços e ausência de várzeas, características que contribuíram para a implantação das hidrelétricas na região, das quais três estão situadas na calha principal do rio: Itá, a primeira hidrelétrica construída, e que entrou em operação em 2000, Machadinho e Foz do Chapecó, que entraram em operação em 2002 (ZANIBONI-FILHO et al., 2017) e 2010, respectivamente.

Estudos relacionados à ictiofauna do reservatório de Itá têm sido desenvolvidos para compreender a dinâmica das populações de peixes e a melhor forma de manejo e conservação das espécies. Alguns desses trabalhos, como os de Zaniboni-Filho e Nuñez (2008), Meurer (2010), Agostinho e Silva (2014), Ziober (2014), Schork e Zaniboni-Filho (2017) e Silva (2018), foram desenvolvidos para compreender a diversidade da ictiofauna nos primeiros anos de represamento através da diversidade biológica, medida por índices de diversidade. A diversidade biológica pode ser dividida em alfa (α), que corresponde à riqueza de espécies de um local, beta (β), que corresponde à mudança das espécies ao longo de um gradiente espacial ou ambiental, e gama (γ) que é a riqueza total de espécies de uma região (MAGURRAN, 2003). O conhecimento da diversidade de espécies de uma determinada área se faz necessário para a compreensão da dinâmica local, bem como para o gerenciamento dos impactos causados por atividades exploratórias (MELO, 2008).

Os impactos causados por barramentos na região Neotropical, que apresenta a ictiofauna mais diversificada do mundo, com destaque para o Brasil, que possui cerca de 2.500 espécies de peixes de água doce, podem ser muito acentuados e, neste sentido, o presente estudo se torna fundamental, por analisar, no espaço temporal de dez anos (2010-2020), as alterações da ictiofauna na área de influência da usina hidrelétrica de Itá.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a variação espaço-temporal da ictiofauna no entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os atributos riqueza, abundância, equitabilidade e dominância da fauna de peixes, considerando as vertentes espacial e temporal;
- Comparar a variação da ictiofauna nos ambientes lântico, lótico e de transição do reservatório de Itá ao longo do tempo.

2 Capítulo único: Variação espaço-temporal da ictiofauna no reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020

Resumo

Este estudo teve como objetivo intuito de analisar a variação espacial e temporal da ictiofauna no reservatório de Itá entre janeiro/2010 e dezembro/2020. Para tanto, coletas trimestrais foram realizadas em seis pontos amostrais, distribuídos em ambientes lóticos, lênticos e de transição. O número de peixes coletados no período amostrado foi de 48.955, correspondentes a uma biomassa total de 3.242,11 kg. Os animais foram classificados em oito ordens, 21 famílias e 71 espécies. Dois morfotipos também foram capturados, para os quais não foi possível a identificação. As espécies com maior frequência numérica foram *Astyanax* aff. *fasciatus*, *Loricariichthys anus*, *Parapimelodus valenciennis*, *Iheringichthys labrosus* e *Steindachnerina brevipinna*. As espécies constantes, presentes em todas as coletas, foram *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Astyanax* aff. *fasciatus* e *Iheringichthys labrosus*. As espécies com maior biomassa foram: *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Schizodon nasutus*, *Loricariichthys anus*, *Iheringichthys labrosus*, *Pimelodus maculatus* e *Astyanax* aff. *fasciatus*. No período de estudo foram capturadas espécies migradoras, com baixa abundância, e foi registrado o aumento da abundância das espécies exóticas. A análise MDS temporal mostrou a formação de dois grandes grupos, que possivelmente foram formados em decorrência de fatores climáticos e pela invasão do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*). A análise MDS espacial mostrou que os ambientes lêntico, lótico e de transição são diferentes entre si, e as curvas ABC mostraram que o ambiente ainda se encontra perturbado, porém com maior equilíbrio entre biomassa e abundância entre os anos de 2017 e 2020. Os índices de diversidade biológica mostraram homogeneidade de riqueza entre os anos, com redução registrada no ano de 2012, e a análise espacial mostrou que os maiores índices de riqueza, equitabilidade e diversidade foram encontrados no ambiente lótico.

Palavras-chave: Barragem, Comunidades, Diversidade, rio Uruguai.

Abstract

This study aimed to analyze the spatial and temporal variation of ichthyofauna in the Itá reservoir between January/2010 and December/2020. To this end, quarterly collections were carried out at six sample points, distributed in lotic, lentic, and transitional environments. The number of fish collected in the sampled period was 48,955, corresponding to the total biomass of 3,242.11 kg. The animals were classified into eight orders, 21 families, and 71 species. Two morphotypes were also captured, for which identification was not possible. The species with the highest numerical frequency were *Astyanax* aff. *fasciatus*, *Loricariichthys anus*, *Parapimelodus valenciennis*, *Iheringichthys labrosus*, and *Steindachnerina brevipinna*. The constant species in all collections were *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Astyanax* aff. *fasciatus* and *Iheringichthys labrosus*. The species with the highest biomass were: *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Schizodon nasutus*, *Loricariichthys anus*, *Iheringichthys labrosus*, *Pimelodus maculatus*, and *Astyanax* aff. *fasciatus*. During the study period, migrated species were captured with low abundance, and the increase in abundance of exotic species was recorded. The temporal MDS analysis showed the formation of two large groups, possibly due to climatic factors and the invasion of golden mussel (*Limnoperna fortunei*). Space MDS Analysis showed that the lentic, lotic, and transition environments are different, and ABC curves showed that the environment is still disturbed but with a greater balance between biomass and abundance between 2017 and 2020. Biological diversity indexes showed homogeneity of wealth between the years, with a reduction recorded in 2012. Spatial analysis showed that the highest wealth, equitability, and diversity rates were found in the lotic environment.

Keywords: Dam, Communities, Diversity, Uruguay River.

2.1 INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional, a demanda por energia elétrica vem crescendo continuamente no país, e com ela, a construção de hidrelétricas para suprir essa necessidade. Entretanto, além de desenvolvimento, a construção usinas hidrelétricas produz danos ambientais, como o desmatamento da vegetação, a alteração de fatores físicos e químicos da água, e a interrupção de rotas migratórias de peixes (GASTAL JR., 2003; ZANIBONI-FILHO, SCHULZ, 2003; PELICICE; POMPEU; AGOSTINHO, 2014).

Alterações ambientais decorrentes da construção de reservatórios ocorrem diretamente na região a montante da barragem, por esta ser uma região que será ampliada espacialmente. Essas alterações podem favorecer a proliferação de espécies de pequeno porte, que não apresentam valor comercial pesqueiro, e, além disso, no corpo do reservatório, a estratificação térmica e a eutrofização são mais elevadas, o que pode causar aumento excessivo de algas, levando à diminuição da luminosidade e da oxigenação. Não só a montante das barragens são observadas alterações, mas também a jusante, devido às modificações no padrão de cheias, que passa a ser influenciado pela vazão, que passa a ser determinada pela operação da hidrelétrica, o que leva à alteração dos períodos correspondentes a cheias e à redução da oferta de alimentos e da reprodução de algumas espécies de peixes (AGOSTINHO et al., 1993; SOUSA, 2000; LARINIER, 2001; AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2008; ZANIBONI-FILHO et al., 2008).

A influência dos barramentos sobre as espécies migradoras de peixes é muito grande, pois estas deixam de ter acesso às rotas migratórias, que são fundamentais para seu ciclo reprodutivo, que tende a não se completar, o que reduz o recrutamento das populações e os seus estoques (AGOSTINHO, 1992; SANTOS et al., 2020). Os barramentos criam ainda diferentes ambientes, o que faz com que as espécies tenham que se adaptar a novas condições ambientais.

Por se distribuírem em um vale bastante encaixado, com alta declividade (1,76%), os rios da região do alto do rio Uruguai apresentam corredeiras, poços e ausência de várzeas, características que contribuíram para a implantação de seis hidrelétricas na região, das quais três estão situadas na calha principal do rio, sendo que usina de Itá foi a primeira hidrelétrica construída, que entrou em operação no ano 2000 (MAGRI et al., 2008; ZANIBONI-FILHO et al., 2017).

O rio Uruguai, que apresenta uma bacia com área de cerca de 365.000 km², nasce na Serra Geral, da confluência dos rios Pelotas e Canoas, e desemboca no estuário do Prata juntamente com o rio Paraná. Em seu trecho inicial, o rio Uruguai divide os estados de Santa

Catarina e Rio Grande do Sul, e posteriormente divide o Rio Grande do Sul da Argentina e em seguida faz fronteira da Argentina com o Uruguai. Ele está geograficamente dividido em três trechos, o alto, o médio e o baixo Uruguai, que são separados por duas barreiras físicas, o Salto do Yucumã, que separa os trechos alto e médio, e a barragem de Salto Grande, que separa os trechos médio e baixo (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003).

Nos primeiros dez anos de barramento da hidrelétrica de Itá algumas alterações foram encontradas, como a perturbação da comunidade, a redução da presença de espécies migradoras, o aumento, no reservatório, de espécies de pequeno porte, oportunistas e sedentárias e, em alguns momentos, uma desestabilização ambiental causada por fatores abióticos (SCHORK; ZANIBONI-FILHO, 2020). Em reservatórios com idade semelhante, como o de Porto Primavera, no estado de São Paulo, houve diminuição da abundância ictíica, principalmente de espécies nativas (FERREIRA et al., 2021).

Segundo Santos (2012), os organismos apresentam diferentes respostas aos estímulos ambientais, que podem ser desencadeadas de forma natural ou decorrentes da ação antrópica. Tais adaptações tem origem morfológica, fisiológica ou comportamental, e cada indivíduo desenvolve um grau de plasticidade, necessário para se adaptar às novas condições ambientais. As características dos reservatórios, como a sua localização e o modo de operação, também irão influenciar diretamente a assembleia de peixes (RODRIGUES, 2019).

Segundo Giamas et al. (2004) é preciso ampliar os estudos acerca da ictiofauna nativa e desenvolver propostas para sua conservação e manejo, pois fatores como o crescimento da piscicultura e a construção de barragens vem alterando a fauna local e comprometendo os padrões ecológicos.

Sendo o assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do represamento sobre a ictiofauna do reservatório de Itá, analisado a partir de uma abordagem espaço-temporal com dados obtidos a partir do monitoramento da fauna de peixes do reservatório entre os anos 2010 e 2020.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O reservatório da usina hidrelétrica de Itá apresenta área total de 141 km², uma profundidade média que varia de 36 a 125 m, e um perímetro com cerca de 800 km. O reservatório está distribuído no entorno de oito municípios, entre os estados de Santa Catarina

e Rio Grande do Sul, e entrou em operação em março de 2000 (SCHORK; ZANIBONI-FILHO, 2017).

O presente estudo analisou os dados da ictiofauna amostrada entre janeiro de 2010 a dezembro de 2020 no reservatório da usina hidrelétrica de Itá. As coletas ($n = 44$) foram realizadas trimestralmente em seis pontos de coleta, distribuídos de forma a amostrar ambientes lênticos, lóticos e de transição (Figura 1 e Tabela 1).

Figura 1. Localização dos pontos de coleta na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.

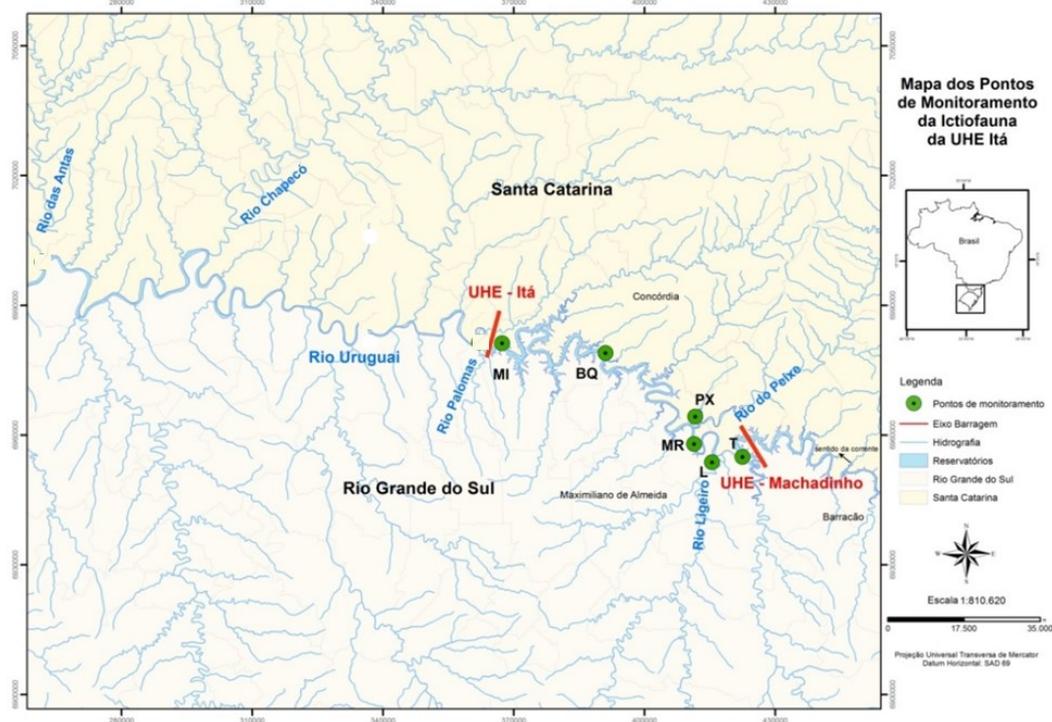


Tabela 1. Localização e características dos ambientes dos pontos de amostragem na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.

Ponto	Código	Características do ambiente
Túneis	T	Montante do reservatório; ambiente lótico.
Ligeiro	L	Tributário a montante do reservatório; ambiente lótico.
Marcelino Ramos	MR	Transição do reservatório; ambiente lótico-lêntico.
Peixe	PX	Transição do reservatório; ambiente lótico-lêntico.
Barra dos Queimados	BQ	Corpo do reservatório; ambiente lêntico.
Montante da barragem de Itá	MI	Corpo do reservatório; ambiente lêntico.

Procedimentos de Coleta

Os equipamentos de pesca utilizados (Tabela 2) foram selecionados para capturar as diferentes espécies, em diferentes tamanhos e fases do ciclo de vida. O tempo de permanência das redes na água, sempre instaladas ao anoitecer, foi de 12 horas.

Além da instalação de redes, foram realizados, em cada ponto de amostragens, três lançamentos de tarrafas, três arrastos com picaré, e também foi instalado um espinhel.

Após as capturas, foram realizadas biometrias dos animais com balança e ictiômetro, para obtenção do peso total (g) e do comprimento total (cm), respectivamente. As espécies foram identificadas no local de captura, sendo que os espécimes que não puderam ser identificados em campo foram endereçados ao Laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual de Londrina (PR) ou ao Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica (RS), para posterior de identificação.

Variáveis limnológicas

As seguintes variáveis limnológicas, mensuradas em cada uma das coletas, foram analisadas: a temperatura, o pH, a condutividade elétrica, concentração de oxigênio dissolvido e a transparência da água. Essas variáveis foram obtidas com sonda multiparâmetro, e a transparência da água com um disco de Secchi.

Tabela 2 - Aparelhos de pesca utilizados na captura de peixes na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.

Aparelho	Malha (cm)*	Comprimento (m)	Altura (m)
Malhadeira	1,5	20	1,5
Malhadeira	2,0	20	1,5
Malhadeira	2,5	20	1,5
Malhadeira	3,0	30	1,5
Malhadeira	1,5	10	1,5
Malhadeira	2,0	10	1,5
Malhadeira	2,5	10	1,5
Malhadeira	3,0	15	1,5
Feiticeira	3,0	40	2,0
Feiticeira	4,0	30	2,0
Feiticeira	5,0	30	2,0
Feiticeira	3,0	20	2,0
Feiticeira	4,0	15	2,0
Rede de Travessia	8,0	120	7,0
Tarrafa de argola	0,8	9**	-
Picaré	0,8	7,0	2,0
Picaré	0,8	12,0	2,0
Espinhel de fundo	100 anzóis médios	100	-

* Medida entre nós adjacentes.

** Medida do perímetro da tarrafa em braça (1 braça = ± 1,5m).

Índices ecológicos

Foram estimados os atributos riqueza, abundância, equitabilidade e a diversidade da fauna de peixes, considerando as vertentes espacial e temporal, bem como a variação da ictiofauna nos ambientes lântico, lótico e de transição do reservatório de Itá.

O software PRIMER foi utilizado para o cálculo do índice de Shannon-Wiener (H') (SHANNON, 1949; PIELOU, 1966a), da riqueza total de espécies, estimada pelo índice de Margalef (D.Mg) (MARGALEF, 1958), e da equitabilidade do índice de Pielou (J) (PIELOU, 1966b).

Foram utilizados as seguintes expressões:

- Diversidade de Shannon-Wiener:
$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad p_i = N_i/N\alpha$$
- Riqueza de Margalef:
$$D.Mg = \frac{S - 1}{\ln N}$$
- Equitabilidade de Pielou:
$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Análises estatísticas

Para avaliação da existência de diferença da assembleia ictíica entre os diferentes anos, a técnica de ordenação de escalonamento não métrico multidimensional (nMDS) foi aplicada, utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis. O teste estatístico ANOSIM foi aplicado para testar a hipótese nula de que não havia diferença entre os grupos formados pela nMDS. Posteriormente, a similaridade percentual (SIMPER) foi utilizada para identificar as espécies que contribuiriam para formação dos grupos identificados, e para testar sua significância.

Curvas de comparação de abundância e biomassa foram calculadas utilizando o software PRIMER®. As curvas ABC traçam linhas de abundância e k-dominância de biomassa na mesma parcela, e são interpretadas na literatura como indicativas de comunidades não perturbadas quando a curva de biomassa se distribui acima da curva de abundância, de comunidades com perturbação acentuada quando a curva de abundância se distribui acima da biomassa e de comunidades com perturbação moderada quando as curvas se cruzam em muitos pontos.

2.3 RESULTADOS

O número de peixes amostrado foi 48.955, que corresponderam a 3.242,11 kg. Esses animais foram classificados em oito ordens, 21 famílias, 71 espécies, e dois morfotipos para os quais não foi possível a identificação (Tabela 3).

A ordem Characiformes foi a mais abundante, com cerca de 58,0 % da captura, seguida por Siluriformes, com 38,1 %, e as demais somaram 3,9 %.

As espécies com maior frequência de ocorrência foram *Astyanax* aff. *fasciatus* com 20,90 % do total de indivíduos, *Loricariichthys anus* (10 %), *Parapimelodus valenciennis* (8 %), *Iheringichthys labrosus* (7 %) e *Steindachnerina brevipinna* (7 %).

Das espécies encontradas, 26 % foram consideradas acessórias, 32 % acidentais e 42 % foram constantes sendo que três delas, *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Astyanax* aff. *fasciatus* e *Iheringichthys labrosus*, estiveram presentes em todas as coletas.

Seis espécies foram responsáveis por mais de 50% da biomassa: *Acestrorhynchus pantaneiro* (11,9 %), *Schizodon nasutus* (11,6 %), *Loricariichthys anus* (9,6 %), *Iheringichthys labrosus* (8 %), *Pimelodus maculatus* (5 %) e *Astyanax* aff. *Fasciatus* (5 %).

Tabela 3 - Espécies capturadas na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020, identificadas segundo a ordem, família, abundância absoluta (n) e relativa (n%), biomassa total (B, em kg) e relativa (B%) e constância de ocorrência de Dajoz (CD). C = constante. Ace = acessória. Aci = acidental.
* - espécie exótica.

ORDEM/Família/Espécie	n	n%	B	B%	CD
CHARACIFORMES	28.393	58,00	1.728,66	53,32	
Characidae	16.887	34,49	444,39	13,71	
1 - <i>Astyanax</i> aff. <i>Fasciatus</i> (Cuvier,1819)	10.232	20,90	149,22	4,60	C
10 - <i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann 1908)	1.517	3,10	1,53	0,05	C
12 - <i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger 1887)	1.309	2,67	1,43	0,04	C
13 - <i>Galeocharax humeralis</i> (Valenciennes 1834)	1.247	2,55	128,36	3,96	C
14 - <i>Oligosarcus</i> cf. <i>jenynsii</i> (Günthe 1864)	1.088	2,22	95,38	2,94	C
15 - <i>Astyanax lacustris</i> (Lütken 1875)	852	1,74	13,38	0,41	C
17 - <i>Cynopotamus kincaidi</i> (Schultz 1950)	415	0,85	46,30	1,43	C
30 - <i>Astyanax scabripinnis</i> (Jenyns 1842)	167	0,34	2,45	0,08	C
46 - <i>Oligosarcus jacuiensis</i> (Günther, 1864)	49	0,10	5,50	0,17	Ace
60 - <i>Oligosarcus brevioris</i> (Menezes 1987)	9	0,02	0,73	0,02	Aci
66 - <i>Astyanax</i> aff. <i>eigenmanniorum</i> (Cope 1894)	2	<0,01	0,11	<0,01	Aci
Curimatidae	3.515	7,18	101,11	3,12	
5 - <i>Steindachnerina brevipinna</i> (Eigenmann & Eigenmann 1889)	3.304	6,75	90,57	2,79	C
27 - <i>Steindachnerina biornata</i> (Braga & Azpelicueta 1987)	202	0,41	9,92	0,31	C
59 - <i>Cyphocharax spilodus</i> (Vari 1987)	9	0,02	0,63	0,02	Aci
Acestrorhynchidae	3.114	6,36	384,26	11,85	
6 - <i>Acestrorhynchus pantaneiro</i> (Menezes1992)	3.114	6,36	384,26	11,85	C
Paradontidae	2.311	4,72	35,35	1,09	

8 - <i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner 1879)	2.311	4,72	35,35	1,09	C
Anostomidae	1.777	3,63	385,37	11,89	
9 - <i>Schizodon nasutus</i> (Kner 1858)	1.762	3,60	375,66	11,59	C
56 - <i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes 1837)	12	0,02	9,56	0,29	Aci
64 - <i>Leporinus amae</i> (Godoy 1980)	3	0,01	0,16	<0,01	Aci
Erythrinidae	446	0,91	233,29	7,20	
21 - <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch 1794)	262	0,54	131,41	4,05	C
32 - <i>Hoplias lacerdae</i> (Miranda Ribeiro 1908)	145	0,30	84,68	2,61	C
47 - <i>Hoplias australis</i> (Oyakawa & Mattox 2009)	39	0,08	17,20	0,53	Ace
Serrasalminidae	303	0,62	71,60	2,21	
24 - <i>Serrasalmus maculatus</i> (Kner 1858)	243	0,50	50,08	1,54	C
42 - <i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner 1858)	60	0,12	21,52	0,66	Ace
Prochilodontidae	33	0,07	56,33	1,74	
49 - <i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes 1837)	33	0,07	56,33	1,74	Ace
Bryconidae	7	0,01	16,96	0,52	
61 - <i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes 1850)	6	0,01	16,15	0,50	Aci
71 - <i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier 1816)	1	<0,01	0,81	0,03	Aci
SILURIFORMES	18.652	38,10	1.361,49	41,99	
Loricariidae	9.879	20,18	729,93	22,51	
2 - <i>Loricariichthys anus</i> (Eigenmann 1908)	5.036	10,29	312,00	9,62	C
7 - <i>Loricariichthys melanocheilus</i> (Reis & Pereira 2000)	2.635	5,38	136,55	4,21	C
11 - <i>Hypostomus isbrueckeri</i> (Reis, Weber & Malabarba 1990)	1.359	2,78	128,77	3,97	C
25 - <i>Hypostomus commersonii</i> (Valenciennes 1836)	224	0,46	58,76	1,81	C
26 - <i>Hemiancistrus fuliginosus</i> (Cardoso & Malabarba 1999)	209	0,43	10,92	0,34	Ace
29 - <i>Paraloricaria vetula</i> (Valenciennes 1835)	168	0,34	17,41	0,54	Ace
33 - <i>Pogonopoma obscurum</i> (Quevedo & Reis 2002)	122	0,25	30,62	0,94	Ace
45 - <i>Hypostomus luteus</i> (Godoy 1980)	49	0,10	21,02	0,65	Aci
48 - <i>Hypostomus roseopunctatus</i> (Reis, Weber & Malabarba 1990)	36	0,07	8,20	0,25	Ace
SILURIFORMES					
Loricariidae					
53 - <i>Hypostomus ternetzi</i> (Boulenger 1895)	23	0,05	1,81	0,06	Aci
58 - <i>Hypostomus regani</i> (Ihering 1905)	10	0,02	3,19	0,10	Aci
62 - <i>Hypostomus uruguayensis</i> (Reis, Weber & Malabarba 1990)	6	0,01	0,62	0,02	Aci
65 - <i>Ancistrus taunayi</i> (Miranda Ribeiro 1918)	2	<0,01	0,05	<0,01	Aci
Pimelodidae	8.204	16,76	515,64	15,90	
3 - <i>Parapimelodus valenciennis</i> (Lütken 1874)	4.160	8,50	50,60	1,56	C
4 - <i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken 1874)	3.401	6,95	272,00	8,39	C
16 - <i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède 1803)	439	0,90	151,51	4,67	C
35 - <i>Pimelodus atrobrunneus</i> (Vidal & Lucena 1999)	89	0,18	4,61	0,14	C
36 - <i>Pimelodus absconditus</i> (Azpelicueta 1995)	80	0,16	4,70	0,15	C
54 - <i>Pimelodella laticeps</i> (Eigenmann, 1917)	23	0,05	0,41	0,01	Aci
57 - <i>Steindachneridion scriptum</i> (Miranda Ribeiro 1918)	12	0,02	31,80	0,98	Aci
Auchenipteridae	152	0,31	10,25	0,32	
34 - <i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus 1766)	90	0,18	6,45	0,20	C

40 - <i>Auchenipterus</i> aff <i>nuchalis</i> (Spix & Agassiz 1829)	61	0,12	3,76	0,12	Ace
73 - <i>Trachelyopterus teaguei</i> (Devincenzi 1942)	1	<0,01	0,04	<0,01	Aci
Heptapteridae	375	0,77	101,38	3,13	
19 - <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard 1824)	348	0,71	100,83	3,11	C
51 - <i>Rhamdella longiuscula</i> (Lucena & da Silva 1991)	27	0,06	0,55	0,02	Ace
Não identificados	41	0,08	4,10	0,13	
52 - <i>Rineloricaria</i> sp.	27	0,06	3,34	0,10	Aci
55 - <i>Ancistrus</i> sp.	14	0,03	0,77	0,02	Aci
Clariidae	1	<0,01	0,19	0,01	
69 - <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell 1822)*	1	<0,01	0,19	0,01	Aci
PERCIFORMES	1607	3,28	70,03	2,16	
Cichlidae	1.607	3,28	70,03	2,16	
18 - <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard 1824)	386	0,79	14,34	0,44	C
20 - <i>Crenicichla jurubi</i> (Lucena & Kullander 1992)	275	0,56	12,37	0,38	Ace
22 - <i>Crenicichla minuano</i> (Lucena & Kullander 1992)	261	0,53	10,50	0,32	Ace
23 - <i>Crenicichla vittata</i> (Heckel 1840)	246	0,50	15,52	0,48	C
28 - <i>Crenicichla celidochilus</i> (Casciotta 1987)	185	0,38	7,06	0,22	Ace
37 - <i>Gymnogeophagus gymnogenys</i> (Hensel 1870)	73	0,15	1,57	0,05	Ace
38 - <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758)*	64	0,13	1,37	0,04	Ace
Cichlidae					
41 - <i>Crenicichla missioneira</i> (Lucena & Kullander 1992)	60	0,12	4,30	0,13	Ace
43 - <i>Crenicichla igara</i> (Lucena & Kullander 1992)	54	0,11	2,85	0,09	Ace
67 - <i>Crenicichla tendybaguassu</i> (Lucena & Kullander 1992)	2	<0,01	0,14	<0,01	Aci
70 - <i>Gymnogeophagus rhabdotus</i> (Hensel 1870)	1	<0,01	0,02	<0,01	Aci
ATHERINIFORMES	153	0,31	3,04	0,09	
Atherinopsidae	153	0,31	3,04	0,09	
31 - <i>Odontesthes yucuman</i> (Wingert, Ferrer & Malabarba 2017)	153	0,31	3,04	0,09	Ace
GYMNOTIFORMES	115	0,23	25,73	0,79	
Gymnotidae	62	0,13	24,44	0,75	
39 - <i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus 1758)	62	0,13	24,44	0,75	C
Sternopygidae	53	0,11	1,28	0,04	
44 - <i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes 1836)	53	0,11	1,28	0,04	C
CYPRINIFORMES	30	0,06	52,73	1,63	
Cyprinidae	28	0,06	47,36	1,46	
50 - <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus 1758)*	28	0,06	47,36	1,46	Ace
Xenocypridae	2	<0,01	5,36	0,17	
68 - <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes 1844) *	2	<0,01	5,36	0,17	Aci
CICHLIFORMES	4	0,01	0,29	0,01	
Cichlidae	4	0,01	0,29	0,01	
63 - <i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger 1897)*	4	0,01	0,29	0,01	Aci
SYNBRANCHIFORMES	1	<0,01	0,14	<0,01	
Synbranchidae	1	<0,01	0,14	<0,01	
72 - <i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch 1795)	1	<0,01	0,14	<0,01	Aci
TOTAL GERAL	48.955	100,00	3.242,11	100,00	

As espécies de peixes migradores, *Brycon orbignyana* (Piracanjuba), *Prochilodus lineatus* (Curimatá), *Salminus brasiliensis* (Dourado), *Steindachneridion scriptum* (Suruvi) e *Megaleporinus obtusidens* (Piava), apresentaram baixa abundância no período de estudo (Tabela 4), com destaque para *Pimelodus maculatus* (pintado-amarelo), cuja frequência foi constante em todos os anos. O Dourado foi amostrado somente no ano de 2010, e a Piracanjuba não foi amostrada após 2013.

Analisando-se a distribuição de frequência numérica ao longo dos anos (Figura 2), observou-se que a espécie *Hypostomus luteus* (45), apresentou redução da abundância, em contraste com outras espécies, como *Apareiodon affinis* (8) e *Cyprinus carpio* (50), cujas frequências aumentaram gradativamente. A espécie que mais se destacou em abundância foi *Astyanax aff. fasciatus* (1), que predominou de 2010 a 2019, e que apresentou uma expressiva redução na captura em 2020. Seis espécies exóticas foram encontradas no reservatório: *Coptodon rendalli*, *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* e *Oreochromis niloticus*.

Análise temporal MDS

A análise de ordenação pelo método nMDS, baseada na abundância numérica das espécies, apresentou um corte de 83%, mostrando a formação de dois grupos, um formado pelos anos 2010-2012, com 84,69%, e o outro pelos anos 2013-2020 com similaridade de 85,83%, havendo também uma mudança nas comunidades nos dois períodos.

Quando comparados, os dois grupos apresentaram 19,44% de dissimilaridade, obtida pela análise SIMPER.

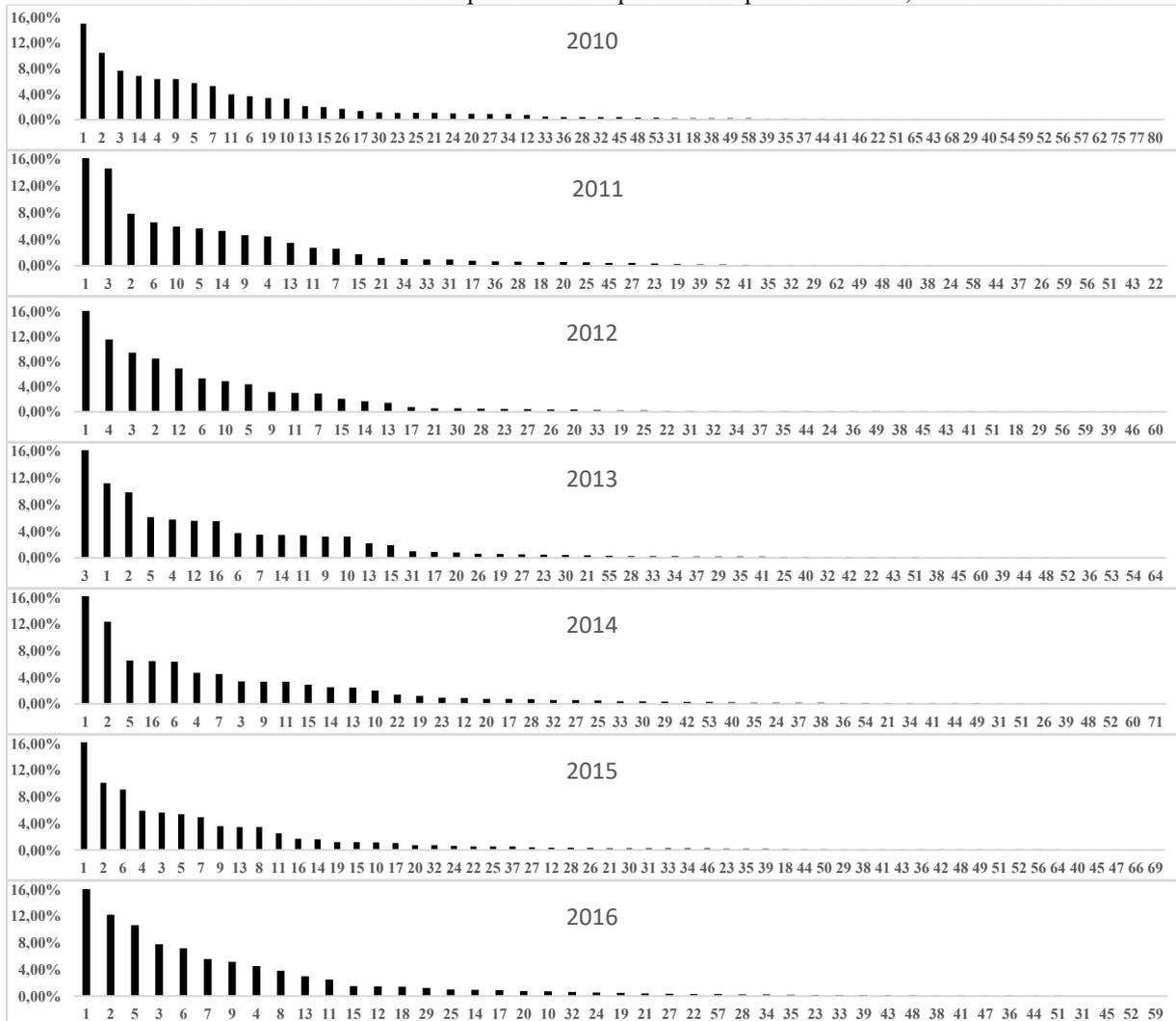
A similaridade ao longo dos anos verificada pela ANOSIM, com stress de 0,06, produziu um R-global de 0,87 com nível de significância de 0,6% em 165 permutações (Figura 3), que mostrou haver, nos últimos dez anos de barramento, diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), sendo possível observar mudanças gradativas na assembleia ictífica entre os grupos.

Em todos os anos amostrados a curva de abundância sobrepôs-se a da biomassa, mesmo que muito próximas (Figura 4). Os três primeiros anos mostraram maior diferença entre as curvas e de 2017 a 2020 as curvas ficaram mais próximas, mostrando tendência a um ambiente de maior equilíbrio. Os valores negativos da estatística W (CLARKE, 1990), ainda que muito próximos a zero, mostraram a predominância da abundância sobre a biomassa.

Tabela 4 - Abundância das espécies migradoras capturadas na área do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020, e classificadas segundo a constância de Dajoz (1983).

Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total	Constância
<i>Brycon orbignyanus</i>	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	Acessória
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	2	1	3	1	1	0	2	1	1	0	0	12	Acidental
<i>Prochilodus lineatus</i>	13	4	1	3	2	2	5	0	0	3	0	33	Acessória
<i>Salminus brasiliensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Acidental
<i>Steindachneridion scriptum</i>	8	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	12	Acessória
<i>Pimelodus maculatus</i>	52	28	54	38	31	38	38	35	46	44	45	449	Constante

Figura 2. Distribuição percentual das espécies capturadas na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020. As espécies estão representadas por seu número, conforme Tabela 1.



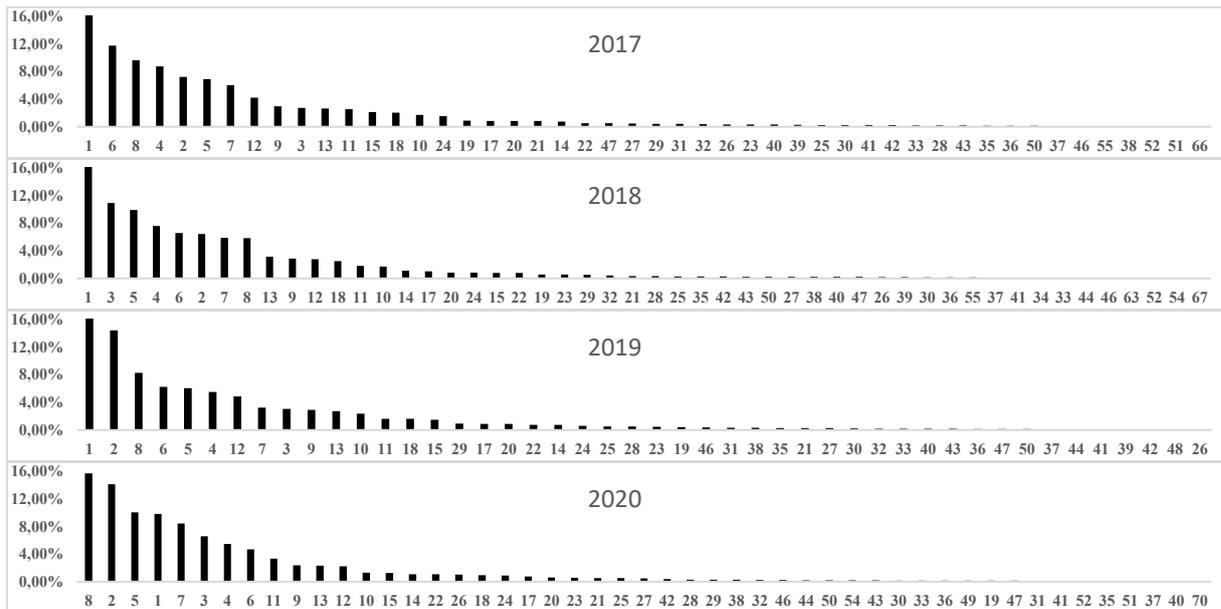
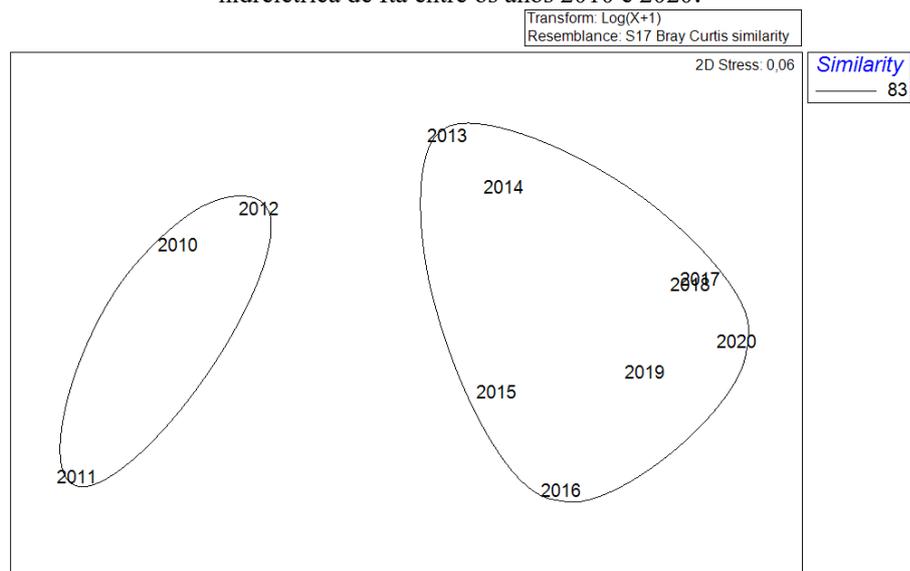


Figura 3. Ordenação MDS do total de espécies capturadas na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.



Análise da diversidade temporal

Mesmo existindo diferença anual, a assembleia ictíca não sofreu grandes alterações ao longo dos anos de estudo segundo as análises de índices biológicos, pois o índice de riqueza se mostrou dentro do adequado para um alta diversidade. Entretanto, em 2011, 2012 e 2019 foi registrada tendência à redução dos índices analisados, ainda que os mesmos se apresentassem acima do calculado por Margalef, com maiores valores registrados em 2017 (6,85), e maior diversidade em 2010 (4,45), como apresentado na Figura 5.

Análise espacial nMDS

A análise de agrupamento nMDS espacial apresentou estresse de 0,19, e um corte na similaridade de 60%, mostrando a formação de dois grupos.

A similaridade entre os ambientes foi avaliada através da ANOSIM, com valor do teste global de 0,508 e significância de 0,1%. A comunidade do ambiente lótico está distribuída nos dois grupos, enquanto as dos ambientes lêntico e de transição apresentaram maior similaridade como mostrado na Figura 6.

Figura 4. Curvas de abundância e de biomassa total dos peixes capturados na área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.

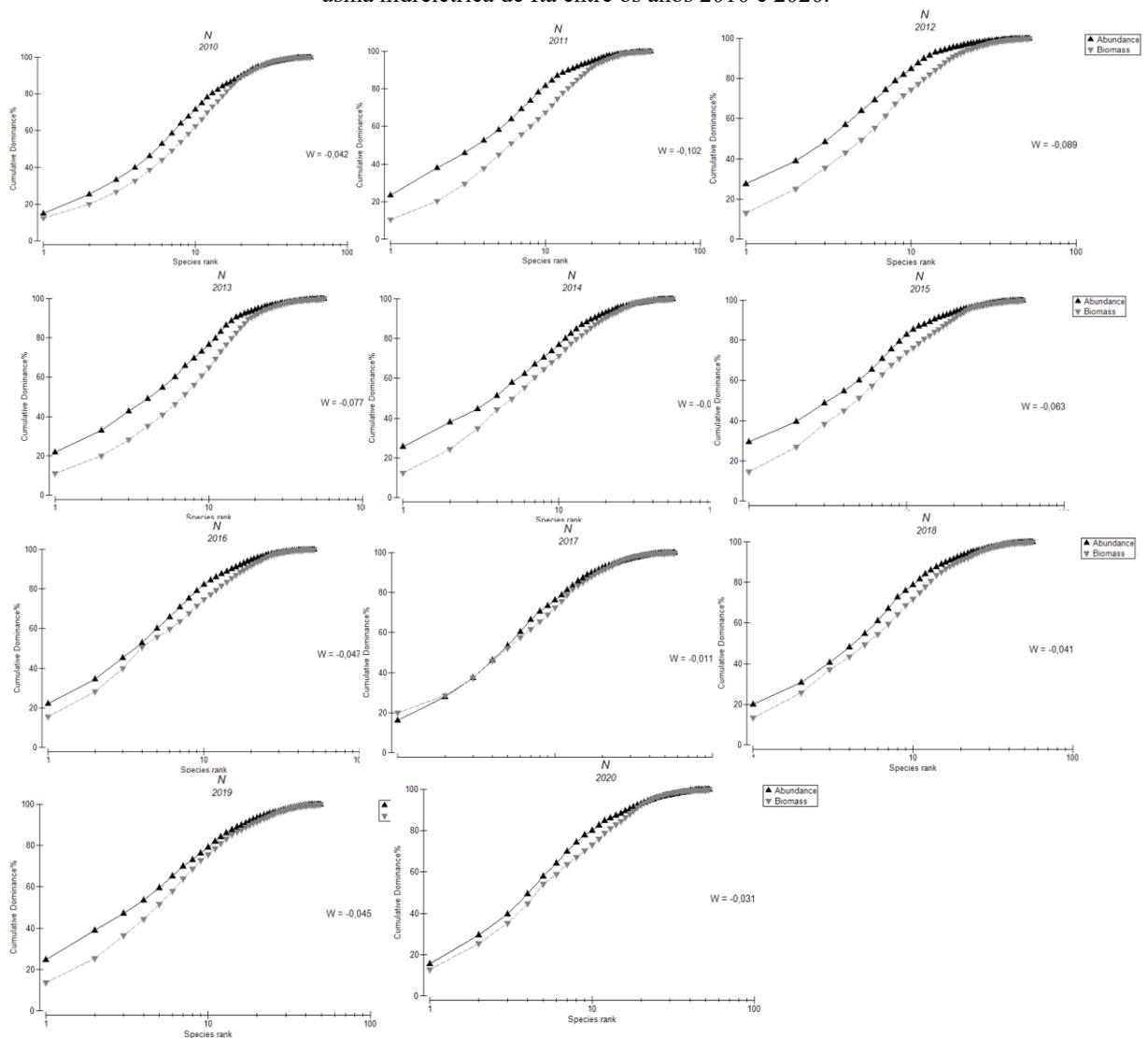


Figura 5. Índices biológicos para a ictiofauna da área do entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, calculados para os anos de 2010 a 2020.

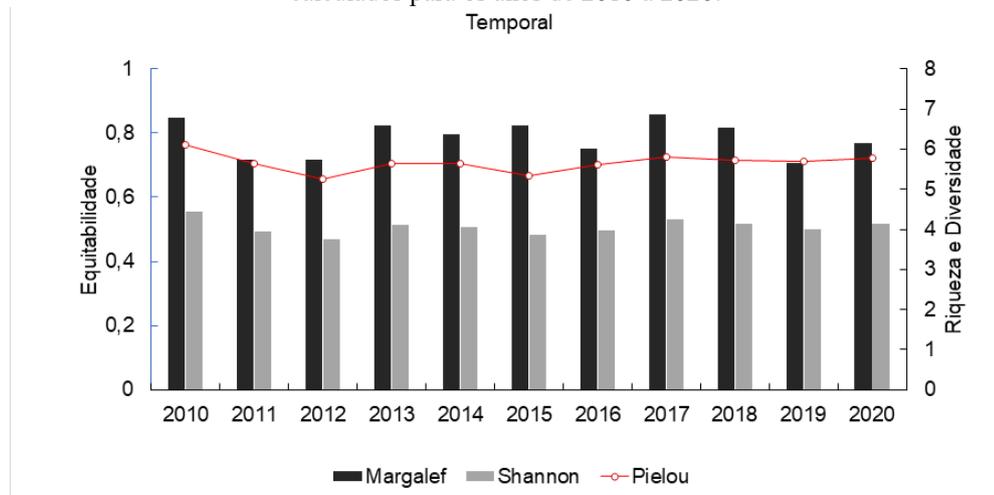
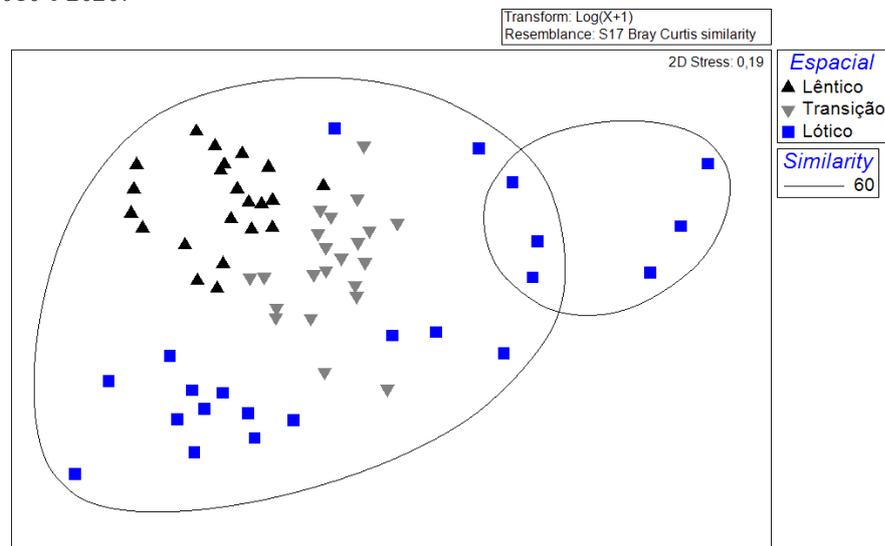


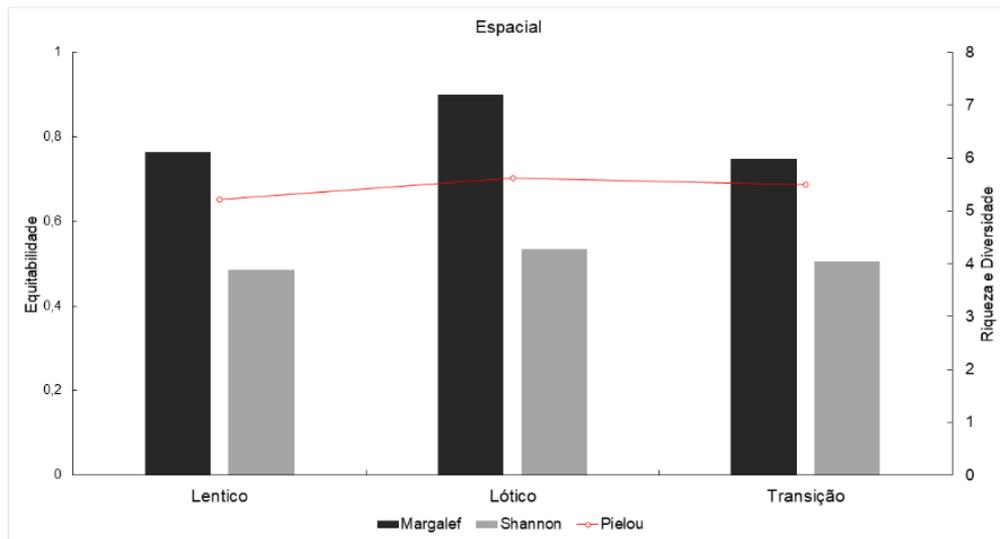
Figura 6. Ordenação MDS espacial ictiofauna da área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá entre os anos 2010 e 2020.



Diversidade espacial

Mesmo havendo diferença entre os ambientes, os índices biológicos não apresentaram alteração (Figura 7), e mostraram que a riqueza está em conformidade com Margalef. O ambiente lótico foi o que apresentou a maior riqueza de Margalef (7,19), a maior equitabilidade (0,7) e a maior diversidade de Shannon (4,2).

Figura 7. Índices biológicos da ictiofauna da área de entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Itá, calculados por tipo de ambiente entre os anos 2010 e 2020.



2.4 DISCUSSÃO

Durante os anos de estudo, foi observada redução do número de espécies capturadas, quando comparado ao obtido por Schork e Zaniboni-Filho (2017), em trabalho relacionado aos primeiros anos de barramento do reservatório de Itá, no qual foram registradas 84 espécies, um total de 44.834 peixes 3.818,01 kg de biomassa total.

Nos primeiros dez anos de barramento, foram encontrados algumas espécies que não foram amostradas nas coletas após vinte anos, sendo elas: *Astyanax jacuhiensis*, classificada como constante nas capturas; *Odontesthes perugiae*, *Leporinus macrocephalus*, *Leporinus striatus*, *Charas leticiae*, *Characidium zebra*, *Piaractus mesopotamicus*, *Phalloceros caudimaculatus*, *Pachyurus bonariensis*, *Trachelyopterus ceratophysus*, *Corydoras paleatus*, *Cetopsis gobioides*, *Sorubim lima* e *Pseudopimelodus mangurus*, classificadas como espécies acidentais nas capturas e *Bryconamericus stramineus*, *Pogonoma obscurum*, classificadas como espécies acessórias.

Entretanto foram capturadas outras espécies que não foram coletadas no referido estudo, como *Piabarchus stramineus*, *Astyanax lacustris*, *Loricariichthys melanocheilus* classificadas como constantes; *Oligosarcus jacuiensis*, *Hoplias australis*, *Auchenipterus aff. nuchalis*, classificadas como acessórias e *Cyphocharax spilotos*, *Megaleporinus obtusidens*, *Clarias gariepinus* e *Coptodon rendalli*, classificadas como acidentais.

Das espécies constantes analisadas no presente estudo, *Piabarchus stramineus* (Piaba), espécie de pequeno porte, e *Astyanax lacustris* (Lambari-do-rabo-amarelo), apresentam

características adaptativas a ambientes naturais ou impactados, e boa capacidade reprodutiva, bem semelhante a *Loricariichthys melanocheilus* (cascudo-viola) que é classificado como espécie sedentária, que sobrevive em ambientes represados e que apresenta elevada plasticidade alimentar (BUCKUP, 2007; ZARDO e BEHR, 2016).

A redução da riqueza pode ter ocorrido devido à variação das espécies à adaptação ao ambiente, pois enquanto algumas espécies de peixes que ocorriam em baixa densidade podem ter se adaptado positivamente às alterações, outras passaram a não mais encontrar as condições adequadas para a manutenção de suas necessidades ecológicas, o que pode acarretar redução drástica, ou até mesmo o desaparecimento dessas populações (AGOSTINHO et al., 1992; AGOSTINHO et al., 1997). Outro fator relevante, é que a diversidade tende a diminuir à medida que as espécies começam a se estabilizar em novo ambiente, ao contrário do que ocorre em reservatórios novos, onde um maior número de espécies é encontrado (GONÇALVES, 2008).

Nos últimos dez anos da formação do reservatório da UHE Itá, foi possível observar mudança gradativa na assembleia ictíica entre os grupos anuais. A formação dos grupos 2010-2012 e 2013-2020 pela ANOSIM mostrou que existe similaridade dentro de cada um desses dois conjuntos. Já a diferenciação destes grupos pode estar ligada à presença do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), cujo primeiro registro no alto do Rio Uruguai ocorreu em 2012 (ÁVILA et al., 2019; IBAMA, 2017).

Outro fator que pode estar relacionado com a formação desses grupos são as variações climáticas. Ainda que na região de Sul o clima seja subtropical e úmido, com maior regularidade pluviométrica quando comparada a outras regiões brasileiras, o estado de Santa Catarina atravessou um período de forte estiagem entre os anos de 1999 e 2012, caracterizado por baixos índices pluviométricos ou excesso de evaporação, sendo que uma das causas apontadas foi a ocorrência do fenômeno La Niña, associado à sua pressão sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul (SPINELLI; NASCIMENTO; FUENTES, 2020).

Este fenômeno foi registrado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021), que mostrou que em 2010 e 2011 o fenômeno de La Niña ocorreu em nível moderado, e que em 2015/2016 ocorreu um El Niño de forte intensidade. Este último foi apontado por Silva (2018) como um fator de influência para o aumento da vazão e nível do rio Uruguai, contribuindo para o aumento do fator de condição de juvenis de algumas espécies migradoras e favorecendo o deslocamento das mesmas através do grande volume hidrológico para completarem seu ciclo reprodutivo (ALVES, 2020).

As condições hidrológicas irão interferir na estratégia reprodutiva das espécies, sendo que as mais sedentárias e de pequeno porte, consideradas como oportunistas, irão se beneficiar

com as baixas pluviosidades, enquanto as migradoras ou reofilicas necessitam de altas pluviosidades (ZIOBER, 2014).

A compreensão da dinâmica dos peixes migradores é fundamental para a proteção e conservação de estoques, pois além de possuírem um alto valor comercial, também apresentam relevância ecológica para o ecossistema que habitam, e qualquer impacto antrópico poderá causar alterações em seu ciclo de vida (PACHLA, 2020).

A grande quantidade de barragens situadas na região do alto do rio Uruguai podem estar influenciando o ciclo reprodutivo e contribuindo para o declínio quantitativo de algumas espécies migradoras (IWERSEN, 2010), fato este que vem corroborar com os dados encontrados neste estudo, no qual as espécies migradoras *Prochilodus lineatus* (curimatá), *Megaleporinus obtusidens* (piava), *Brycon orbignyanus* (piracanjuba), *Salminus brasiliensis* (dourado) e *Steindachneridion scriptum* (suruvi), apresentaram redução numérica ao longo dos anos. Por outro lado, *Pimelodus maculatus*, considerado um migrador de pequenas distâncias, ocorreu em todos os anos, sendo classificada como constante, possivelmente por ser uma espécie de tendência adaptativa às condições encontradas em reservatórios (DUARTE, 2007).

A família Characiformes (cerca de 1200 espécies) e Siluriformes (cerca de 1300 espécies) são as mais representativas na região Neotropical devido as características morfofisiológicas estabelecidas em anos anteriores associado ao habitat e estratégias de vida (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2008). No alto do rio Uruguai, Meurer (2010) observou que antes da construção do reservatório de Itá, estas ordens já apresentavam alta frequência, permanecendo dominantes mesmo após o barramento, o que mostra que essas ordens apresentam grupos de espécies com alta capacidade de adaptação às condições adversas do ambiente.

A construção de reservatórios contribui para a proliferação espécies de pequeno porte, que possuem ovos pequenos e estratégia reprodutiva simples (AGOSTINHO et al., 1999), condição também registrada no presente estudo, no qual as espécies encontradas com maior frequência foram *Astyanax* aff. *fasciatus* (lambari) e *Steindachnerina brevipinna* (birú), de pequeno porte.

No presente estudo *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Astyanax* aff. *fasciatus* e *Iheringichthys labrosus* estiveram presentes em todas as coletas. A constância de *Acestrorhynchus pantaneiro*, pode estar relacionada com o aumento da abundância de espécies de pequeno porte que compõem a sua alimentação, como *A. fasciatus*. *Astyanax* aff. *fasciatus* é caracterizada por sua alta plasticidade comportamental, com desenvolvimento de táticas reprodutivas que permitem sua adaptação a diversos ambientes, proliferando dentro de

ambientes represados. Por outro lado, *Iheringichthys labrosus* também apresenta alta plasticidade alimentar, o que favorece sua adaptabilidade a novas condições ambientais (CANTANHEDE et al., 2008; MEURER; ZANIBONI-FILHO, 2012).

Associado à ampla distribuição do mexilhão dourado no ambiente a partir de 2012, o fator de condição de *Iheringichthys labrosus* e *Schizodon nasutus* apresentaram nítido aumento, sendo que este molusco também foi encontrado no estômago do *Acestrorhynchus pantaneiro*, *Cyprinus carpio*, *Astyanax aff. fasciatus*, *Pimelodus maculatus* e *Parapimelodus valenciennis* (ÁVILA-SIMAS et al., 2019). Já o *Loricariichthys anus* possui uma boa adaptabilidade as condições ambientais principalmente após o barramento (SCHORK; ZANIBONI-FILHO, 2017).

Acestrorhynchus pantaneiro (peixe-cachorro), *Schizodon nasutus* (voga), *Loricariichthys anus* (viola), *Iheringichthys labrosus* (mandi-beiçudo), *Pimelodus maculatus* (pintado-amarelo) e *Astyanax aff. fasciatus* (lambari) representaram mais de 50% da biomassa capturada, condição que pode estar ligada, de modo direto ou indireto, com a presença do mexilhão-dourado no ambiente.

Entre as espécies exóticas de peixes, *Cyprinus carpio* (carpa-comum) vem aumentando a sua frequência anual e gradativamente no ambiente, fato que pode estar relacionado ao consumo de mexilhão-dourado, como citado anteriormente.

As curvas ABC mostraram uma baixa diferenciação entre os primeiros anos e, posteriormente, uma tendência de retorno ao equilíbrio entre número e biomassa, o que fica bastante evidente entre os anos de 2017 e 2020. Uma das causas pode estar relacionada ao consumo de mexilhão-dourado por espécies de alta plasticidade alimentar apontadas por estudos que mostraram a presença do bivalve no estômago de algumas espécies do rio Uruguai entre os anos de 2015/2016 (ÁVILA-SIMAS et al., 2019).

Em relação à diversidade temporal, os índices ecológicos não mostraram variações significativas. A análise nMDS espacial formou dois grupos, nos quais as espécies presentes em ambientes lóticos estão bem distribuídas por todos os ambientes, diferentemente daquelas dos ambientes lêntico e de transição, que apresentaram maior similaridade e estão mais agrupadas entre si.

Em relação à diversidade espacial, o ambiente lótico foi o que apresentou maior diversidade e riqueza mesmo não possuindo diferenças estatísticas do lêntico e de transição. Agostinho (1999) descreveu os ambientes lóticos de um reservatório como aqueles que apresentam maior riqueza de espécies por possuírem correnteza e oferta de alimentos. Tal resultado pode ocorrer devido a temporalidade de mudança ser gradativa, sendo possível ser

detectável após um período compreendido entre 20 a 25 anos de barramento (SCHLOSSER, 1990) *apud* (MEURER, 2010), sendo que a idade do reservatório de Itá está dentro do período estimado.

Para Muniz et al. (2020), reservatórios jovens apresentam idade entre 10 e 15 anos, e ainda mantém características semelhantes às do ambiente natural; reservatório de meia idade apresentam entre 15 e 30 anos, e reservatório envelhecidos são os que apresentam mais de 30 anos, nos quais, durante o processo de envelhecimento, decorrente da própria bacia, as espécies se tornam mais adaptadas as novas condições e mudança da dinâmica do rio. À medida que um reservatório vai se tornando mais antigo, ele se torna menos produtivo (AGOSTINHO et al., 2016). Todavia, espécies migradoras vêm conseguindo realizar a desova em trechos lóticos, sendo assim fundamental a conservação e a preservação destes ambientes (ÁVILA-SIMAS et al., 2014; ÁVILA-SIMAS et al., 2019).

2.5 CONCLUSÕES

A redução da riqueza de espécies da ictiofauna, quando comparada a dos dez anos iniciais de sua formação, bem como a maior abundância de espécies de pequeno porte, mostra que o reservatório de Itá está mais amadurecido. No entanto, a aproximação das curvas de abundância e de biomassa das espécies, registrada nos últimos anos, indica retorno da fauna de peixes a uma condição de ambiente equilibrado e dinâmico.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; MIRANDA, L. E.; BINI, L. M.; GOMES, L. C.; THOMAZ, S. M.; SUZUKI, H. I. Patterns of colonization in Neotropical reservoir and prognoses on aging. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Eds.). **Theoretical Reservoir Ecology and its applications**. São Carlos: International Institute of Ecology/ Leiden/ The Netherlands/ Backhuys Publishers; Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences, 1999. 227- 265p.
- AGOSTINHO, A. A.; FERRETTI, C. M. L.; GOMES, L. C.; HAHN, N. S.; SUZUKI, H. I.; FUGI, R.; ABUJANRA, F. Ictiofauna de dois reservatórios do rio Iguaçu em diferentes fases de colonização: Segredo e Foz do Areia. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Eds.). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM. pp. 275-292, 1997.
- AGOSTINHO, Â. A.; GOMES, L. C. G.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2008.
- AGOSTINHO, Â. A.; MENDES, V. P.; SUZUKI, H.I.; CANZI, C. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de

Itaipu. **Revista Unimar**, Maringá, v.15, supl., p.175-189, 1993. Disponível em:<<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/5165>>. Acesso em: 01.mar.2022.

AGOSTINHO, A. A.; MIRANDA, L. E.; BINI, L. M.; GOMES, L. C.; THOMAZ, S. M.; SUZUKI, H. I. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Eds). **Theoretical Reservoir Ecology and its Applications**. São Carlos: International Institute of Ecology /Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers. 1999, p.227-265.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SANTOS, N.C.L.; Ortega, J.C.G.; PELICICE, F.M. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, Reino Unido, v.173, n.1, p.26-36, 2016.

ALVES, J. C. **Efeitos do El Niño Southern Oscillation (ENSO) nas assembleias de peixes de uma planície de inundação Neotropical**. 2020. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020. Disponível em: <<https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/16839/Alves-Jonas%20Campaner-2020-ME.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05. fev.2022.

ÁVILA-SIMAS, S. DE; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Pools and rapids as spawning and nursery areas for fish in a river stretch without floodplains. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 611–622, 16 set. 2014.

ÁVILA-SIMAS, S.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Fish predators of the golden mussel *Limnoperna fortunei* in different environments in a South American subtropical river. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 45, n. 2, 14 abr. 2019.

BUCKUP, P. A. Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; BIZERRIL, C. R. S. F.; PERES-NETO, P. R. (Eds). **Ecologia de peixes de riacho: estado atual e perspectivas**. Rio de Janeiro, Oecologia Brasiliensis, 1999. p. 91-135.

CANTANHEDE, G.; HAHN, N. S.; FUGI, R.; GUBIANI, É. A. Alterations on piscivorous diet following change in abundance of prey after impoundment in a Neotropical river. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v.6, n.4, p.: 631-636, 2008.

CLARKE, K.R. Comparisons of dominance curves. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Espanha, v. 138, n. 1, p. 143-157, 1990.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. Petrópolis: Ed. Vozes. 1983. 472p.

DUARTE, S. **Estudo do sistema digestório de duas espécies de peixes Siluriformes (*Hypostomus auroguttatus* e *Pimelodus maculatus*) no reservatório da UHE de Funil, RJ**. 2007. 220f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

FERREIRA, S.A. S.; CORREIA, E. S.; FERREIRA, L. A.; PAVONI, J. V. Impactos sociais e ambientais da usina hidrelétrica de Porto Primavera a partir do olhar dos sujeitos atingidos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE GEOGRAFIA, 14, 2021, Campinas. **Anais....** Campinas: Editora Realizeventos, 2021. Disponível em:<https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV15_4_MD1_SA145_ID92410112021134917.pdf>. Acesso em: 23. fev.2022.

GASTAL, C. V. S.; IRGANG, B. E; MOREIRA, C. Problemas com infestação de macrófitas aquáticas na área de influência da usina hidrelétrica de Itá. **Acta Scientiae**, Canoas, v.5, n.1, p.87-92, 2003. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/147/137>>. Acesso em: 01.dez.2020.

GIAMAS, M. T. D.; CAMPOS, E. C.; CAMARA, J. J. C.; VERMULM JUNIOR, H.; BARBIERI, G. A ictiofauna da Represa de Ponte Nova, Salesópolis (São Paulo) - Bacia do Alto Tietê. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, n.1, p.: 25 - 34, 2004. Disponível em:<https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/Giamas30_1.pdf>. Acesso em:24. fev.2022.

GONÇALVES, C.S.; BRAGA, F.M.S. 2008. Fish diversity and occurrence in the influence area of the Mogi Guaçu reservoir and oxbow lakes, high Paraná River basin, São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n.2, p. 103-114, 2008. Disponível em: < <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/pt/abstract?article+bn02008022008>>. Acesso em: 05.fev.2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Diagnóstico sobre a invasão do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil**. Brasília: IBAMA. 2017. Disponível em:< <https://www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/2017-10-02-consulta-publica-mexilhao-dourado-2-pdf>> Acesso em: 07.fev.2022.

IWERSEN, L.H.L. **Diversidade genética em curimba *Prochilodus lineatus* (Pisces, Characiformes) na bacia do alto Rio Uruguai, Brasil**. 2010. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. 76f. Disponível em < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103278>>. Acesso em 27.fev.2022.

LARINIER, M. Environmental issues, dams and fish migration. In: MARMULLA, G. (Ed.). **Dams, fish and fisheries: Opportunities, challenges and conflict resolution**. FAO Fisheries Technical Paper.No 419. Rome: FAO, 2001. 166p.

LEENTVAAR, P. The Brokopondo barrage lake in Suriname, South America, and the planned Kabalebo project in West Suriname. In: _____.**Hydro-environmental indices: a review and evaluation of their use in the assessment of the environmental impacts of water projects**. Paris: UNESCO, 1984.p-49-56 (Coleção Working group on IHP-II project A 3.2).

MAGRI, J. L.; SOUZA, S. L.; CABRAL, C. A.; ZANIBONI-FILHO, E. A implantação da primeira hidrelétrica no Alto Rio Uruguai. In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (Eds). **Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis: UFSC, 2008.p. 21-48.

MARGALEF, R. **Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton**. In: BUZZATI-TRAVERSO, A. A. (Ed.) **Perspectives in Marine Biology**. Berkeley: California University Press. 1958. p. 323-350.

MEURER, S.; ZANIBONI-FILHO, E., 2012. Reproductive and feeding biology of *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Osteichthyes: Acestrorhynchidae) in areas under the influence of dams in the upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 10, n. 1, p. 159-166.

MEURER, S. **Implantação de barragens no Alto Rio Uruguai (Brasil): influência sobre a assembléia e biologia das principais espécies de peixes**. 2010.105f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103309>>. Acesso em: 06.fev.2022.

MUNIZ, C.M.; SANTOS, N.C.L.; BAUMGARTNER, M.T.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. Chronological age and reservoir characteristics as predictors of trait composition in Neotropical reservoir fish assemblages. **Ecology of Freshwater Fish**, Reino Unido, v. 29, n. 2, p. 241–251, 2020.

PACHLA, L. A. **Reprodução e recrutamento de peixes migradores do médio Rio Uruguai**. 2020. 68f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis) - Universidade

Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, RS, 2020. Disponível em:< <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4180>>. Acesso em: 29.set.2021.

PELICICE, F. M.; POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. **Fish and Fisheries**, v.16, n.4, p. 697-71, 2014. Disponível em: <[5https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/faf.12089](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/faf.12089)>. Acesso em 20.fev.2021.

PEREIRA, H. R. **Impacto das barragens sobre os peixes: das publicações mundiais às variações temporais regionais**. 2020. 91 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.unb.br/handle/10482/38818>>. Acesso em: 04.jun.2021.

PIELOU, E. C. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. **American Naturalist**, Chicago, v. 914, n. 100, p. 463-465, 1966a. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/282439><https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/282439>. Acesso em: 02/04/2021.

PIELOU, E. C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. **Journal of Theoretical Biology**, Reino Unido, v. 10, n.2, p. 370-383.1966b. Acesso em 02.abr.2022. Disponível em:< [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90133-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90133-0)>.

RODRIGUES, J.P. **Relação entre as propriedades físicas dos reservatórios e os traços funcionais da ictiofauna**. 2019. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2019. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4355>. Acesso em:22.jan.2022.

SANTOS, R. E.; FONSECA, R.; ZANCHI, F. Amazônia: gestão pesqueira ameaçada por barragens. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 4238-4241, 2020. Disponível em <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/21803>. Acesso em 14.fev.2021.

SANTOS, R. N. **Estratégia reprodutiva de peixes de um rio impactado por empreendimento hidroelétrico na Amazônia Central**. 2012. 102f. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012. Disponível em:< <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1669>>. Acesso em: 22.jan.2022.

SCHLOSSER, I.J. Environmental variation, life history attributes, and Community structure in stream fishes: Implications for environmental management and assessment. **Environmental Management**, v.14, n.5, p.621- 628.1990. *apud* MEURER, S. **Implantação de barragens no Alto Rio Uruguai (Brasil): influência sobre a assembléia e biologia das principais espécies de peixes**. 2010.105f.Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103309>>. Acesso em: 06.fev.2022.

SCHORK, G.; ZANIBONI-FILHO, E. UHE Machadinho e ictiofauna: impactos ao longo dos dez primeiros anos após a sua construção. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 14, n. 2, p. 76-93,2020. Disponível em:< <https://periodicos3.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/50437>>. Acesso em: 20.jan.2022.

SCHORK, G; ZANIBONI-FILHO, E. Structure dynamics of a fish community over ten years of formation in the reservoir of the hydroelectric powerplant in upper Uruguay River. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 77, n. 4, p. 710-723, 2017. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.17015>> Acesso em: 13.fev.2021.

SHANNON, C.E. ; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois Press. 1949. Disponível em:<https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164/component/file_2383163/content>. Acesso em: 03.abr.2021.

SILVA, D. P. **Aspectos bioecológicos do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae)**. 2006. 138f. (Tese em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SIMPSON, E.H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, p. 668,1949. Disponível em: <<https://people.wku.edu/charles.smith/biogeog/SIMP1949.htm>>. Acesso em: 02.mar.2021.

SORENSEN, T. A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. **Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter**, Kobenhavn, v. 5, p. 1-34, 1948. Disponível em https://www.royalacademy.dk/Publications/High/295_S%C3%B8rensen,%20Thorvald.pdf. Acesso em: 07.abr.2021.

SOUSA, J. I. M. **Alimentação e Morfologia do Trato Digestório De Um Siluriforme em dois Reservatórios no Semiárido Neotropical**. 2016.51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SOUSA, W. L. **Impacto Ambiental de Hidrelétricas: Uma Análise Comparativa de Duas Abordagens**.2000. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em:<<http://antigo.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/wlemgruber.pdf>>. Acesso em: 21.ago.2021.

SPINELLI, K.; NASCIMENTO, R.; FUENTES, M. Análise climática dos episódios de estiagem que provocaram danos socioeconômicos no oeste catarinense entre 1999 a 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, a. 16, v.26, p.:345-367, 2020. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14215/7445>>. Acesso em: 24.ago.2021.

ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O.; REYNATE-TATAJE, D.A.; HERMES-SILVA, S.; MEURER, S. Alterações espaciais e temporais da estrutura da comunidade de peixes em decorrência da implantação do reservatório de Itá (Alto Rio Uruguai). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (Eds). **Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis: UFSC, 2008.p. 21-48.

ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U. H. Migratory Fishes of the Uruguay River. In: CAROSFELD, J.; HARVEY, B. ROSS, C.; BAER, A. **Migratory Fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Victoria: International Development Research Centre. World Fisheries Trust / The World Bank, 2003.

ZANIBONI-FILHO, E; RIBOLLI, J.; HERMES-SILVA, S; NUÑER, A. P. O. Wide reproductive period of a long-distance migratory fish in a subtropical river, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 15, n. 1, p. 3-8, 2017.

ZARDO, É. L.; BEHR, E. R. Trophic ecology of *Loricariichthys melanocheilus* Rei Pereira, 2000 (Siluriformes: Loricariidae) in Ibicuí river, southern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 67, 2016.

ZIOBER, S. R. **Avaliação espaço-temporal do ictioplâncton em um trecho não represado do alto rio Uruguai-Brasil**. 2014. 118f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129604> Acesso em: 12.fev.2021.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- AGOSTINHO, A. A.; MENDES, V. P.; SUZUKI, H.I.; CANZI, C. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, Maringá, v.15, supl., p.175-189, 1993. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/5165>>. Acesso em: 01.mar.2022.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- GASTAL, C. V. S.; IRGANG, B. E; MOREIRA, C. Problemas com infestação de macrófitas aquáticas na área de influência da usina hidrelétrica de Itá. **Acta Scientiae**, Canoas, v.5, n.1, p.87-92, 2003. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/147/137>>. Acesso em: 01.dez.2020.
- LOPES, C. A. **Estudo de longa duração da distribuição espacial e temporal do ictioplâncton no Alto Rio Uruguai**. 2017. 115f.Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em <<http://tede.ufsc.br/teses/PAQI0508-T.pdf>> Acesso em: 07.fev.2021.
- LOWE-McCONNEL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999.
- MAGURRAN, A.F; **Measuring Biological diversity**. Victoria: Blackwell Publ, 2003. Disponível em: <https://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf>. Acesso em: 07. abr.2021.
- MELO, A.S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, Campinas, v.8, n.3, p.: 21-27, 2008. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032008000300001>. Acesso em: 11.abr.2021.
- MELO, M. R.S. **Barragens e seus impactos negativos na ictiofauna**. 2012. 51f. Monografia (Especialização em Recursos Híbridos e Ambientais) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2012. Disponível em <<http://hdl.handle.net/1843/BUBD-A2CJE5>>. Acesso em: 16. fev.2021.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional: relatório síntese**. Brasília: Ministério de Minas e Energia (MME), 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S>. Acesso em: 10.jan.2022.
- PELICICE, F. M.; POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. **Fish and Fisheries**, v.16, n.4, p. 697-71, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/faf.12089>>. Acesso em 20.fev.2021.
- ROGÉRIO, M. S. **Construção de hidrelétricas no Rio Uruguai: Comunicações políticas e jurídicas relacionadas aos impactos ambientais e sociais**. 2016. 168f. Dissertação

(Mestrado em Direito) - Universidade Regional do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2016. Disponível em <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/4203>>. Acesso em: 03.mar.2021.

SCHORK, G; ZANIBONI-FILHO, E. Structure dynamics of a fish community over ten years of formation in the reservoir of the hydroelectric powerplant in upper Uruguay River. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 77, n. 4, p. 710-723, 2017. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.17015>> Acesso em: 13.fev.2021.

SILVA, C. E. M. **Dinâmica do recrutamento de peixes migradores no médio e alto rio Uruguai, Brasil**. 2018. 103f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193617>>. Acesso em: 28.set.2021.

SILVA, R. N. **Diversidade espacial e temporal da ictiofauna do alto rio Uruguai**: aliando técnicas de geoprocessamento. 2014. 50f. (Dissertação em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/129620/329158.pdf;jsessionid=14EAF10D1E8723A2E306390B16992985?sequence=1>>. Acesso em: 12.fev.2021.

SILVA, S. H.; MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Biologia alimentar e reprodutiva do peixe-cachorro (*Oligosarcus jenynsii* Günther, 1864) na região do alto Rio Uruguai - Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n.2, p.175-179, 2008. Disponível em <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v26i2.1632>>. Acesso em: 07.fev.2021.

ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O.; REYNATE-TATAJE, D.A.; HERMES-SILVA, S.; MEURER, S. Alterações espaciais e temporais da estrutura da comunidade de peixes em decorrência da implantação do reservatório de Itá (Alto Rio Uruguai). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (Eds). **Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis: UFSC, 2008.p. 21-48.

ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U. H. Migratory Fishes of the Uruguay River. In: CAROSFELD, J.; HARVEY, B. ROSS, C.; BAER, A. **Migratory Fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Victoria: International Development Research Centre. World Fisheries Trust / The World Bank, 2003.

ZANIBONI-FILHO, E; RIBOLLI, J.; HERMES-SILVA, S; NUÑER, A. P.O. Wide reproductive period of a long-distance migratory fish in a subtropical river, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 15, n. 1, p. 3-8, 2017.

ZIOBER, S. R. **Avaliação espaço-temporal do ictioplâncton em um trecho não represado do alto rio Uruguai-Brasil**. 2014. 118f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129604> Acesso em: 12.fev.2021.