

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

ANDRÉA GONZALES DANTAS DE CARVALHO

Distribuição e ocorrência do ictioplâncton na região de planalto do alto Rio
Paraguai: uma análise comparativa entre sub-bacias

Toledo

2023

ANDRÉA GONZALES DANTAS DE CARVALHO

Distribuição e ocorrência do ictioplâncton na região de planalto do alto rio
Paraguai: uma análise comparativa entre sub-bacias

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elaine A. L. Kashiwaqui
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Karina K. T. Carvalho

Toledo

2023

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

Carvalho, Andréa Gonzales Dantas

Distribuição e ocorrência do ictioplâncton na região de planalto do alto Rio Paraguai: uma análise comparativa entre duas sub-bacias / Andréa Gonzales Dantas Carvalho; orientadora Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui; coorientadora Karina Keyla Tondato Carvalho. -- Toledo, 2023.
34 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2023.

1. Ecologia. 2. Ictioplâncton. 3. Distribuição geográfica. 4. Dinâmica reprodutiva. I. Kashiwaqui, Elaine Antoniassi Luiz, orient. II. Carvalho, Karina Keyla Tondato, coorient. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANDRÉA GONZALES DANTAS DE CARVALHO

Distribuição e ocorrência do ictioplâncton na região de planalto do alto rio
Paraguai: uma análise comparativa entre sub-bacias.

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

Participação a distância por meio de tecnologias digitais de conferência

Prof^a. Dr^a. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Participação a distância por meio de tecnologias digitais de conferência

Prof^a. Dr^a. Maristela Cavicchioli Makrakis
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Participação a distância por meio de tecnologias digitais de conferência

Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Dias
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Aprovada em: 07/12/2023

Local de defesa: à distância, síncrona e por vídeo conferência.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais pelo apoio,
incentivo e à minha neta Aurora
que é nosso pequeno raio de luz e
esperança .

AGRADECIMENTOS

Nesta página gostaria de expressar minha gratidão as pessoas que estiveram presentes durante a realização deste trabalho.

Ao programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca/UNIOESTE, os professores e funcionários do curso, meu muito obrigada.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Profissional de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui por sempre conduzir meus passos, nunca poderei agradecer por tudo. Agradeço a minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Karina Keyla Tondato Carvalho, que mesmo não conhecendo pessoalmente, esteve sempre presente e disposta. E ao Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez, pelas conversas, ensinamentos e descontração nas coletas. Aos meus familiares pela paciência, incentivo e apoio, principalmente a minha tia Betânia e meu primo Toninho que sempre me receberam em Maringá para meus estágios. Também a Profa. Dra. Andréa Bialetzki que disponibilizou seu tempo para me treinar.

Agradeço os meus filhos e deixo um conselho: “Busquem o conhecimento” (ET Bilu). Sou imensamente grata, aos meus amigos Douglas e Rosinara que sempre estavam dispostos a ajudar, aprendi muito com vocês. E a Deus por ter colocado em meu caminho, pessoas que possibilitaram a realização deste projeto.

Distribuição e ocorrência do ictioplâncton na região de planalto do alto rio Paraguai: uma análise comparativa entre sub-bacias

RESUMO

Estudos relativos à ovos e larvas de peixes de água doce são incipientes quanto a pesquisa da composição das assembleias, descrição e padrões de distribuição. Entretanto, com a crescente visibilidade, atua como ferramenta para o conhecimento de áreas e períodos de desova, além de buscar informações sobre os padrões de distribuições. Neste contexto, o planalto pantaneiro merece destaque em relação a compreensão da dinâmica reprodutiva dos peixes, especialmente das espécies migradoras que utilizam suas cabeceiras para a desova. Portanto, investigamos a importância das sub-bacias dos rios Negro e Apa, na dinâmica reprodutiva de espécies de peixes do Pantanal Sul, além de verificar diferenças entre as sub-bacias. As amostragens foram realizadas mensalmente em seis locais distribuídos nas sub-bacias citadas, entre outubro/2017 e março/2018 e outubro/2018 e março/2019. Realizamos coletas em ciclos nictimerais em intervalos de 6 horas (12, 18, 0 e 6 horas) com o auxílio de redes de plâncton do tipo cônico-cilíndricas (5mm), durante 3 minutos. Observamos variação espacial na densidade de ovos entre as sub-bacias, com maiores densidades nos pontos Rico e Peixe, enquanto, para larvas, a densidade foi evidenciada na sub-bacia do rio Apa. Temporalmente, foi evidenciada variação na densidade de ovos nas duas sub-bacias, com maiores densidades nos meses de outubro e novembro do segundo ciclo. Para larvas, não ocorreu variação temporal entre as sub-bacias, contudo, os meses de novembro de ambos os ciclos foram mais representativos. Foi observada dissimilaridade entre as sub-bacias em relação aos estágios de desenvolvimento dos ovos e larvas, sendo os pontos Rico e Peixe (sub-bacia do rio Negro), que apresentaram todos os estágios de ovos e as maiores densidades de larvas. Registramos 20 gêneros e/ou espécies de peixes e mais 2 táxons identificados até ordem. Entre os táxons identificados, 8 pertencem a guilda de migradores de longa distância, com destaque a família Pimelodidae e as espécies *Hemisorubim platyrhynchos* e *Prochilodus lineatus* presentes em ambas as sub-bacias. As migradoras apresentaram preferência pela sub-bacia do rio Apa, no entanto, na sub-bacia do rio Negro, foram abundantes táxons não identificados, em especial a família Pimelodidae, que incluem migradoras. Enfim, a sub-bacia do rio Negro apresenta um padrão diferente da sub-bacia do rio Apa, com variação nos locais de desova, incluindo maior representação nos estágios de desenvolvimento embrionário e larval, enquanto as migradoras preferem o rio Apa. Dessa maneira, essas sub-bacias apresentam importantes tributários no planalto, que proporcionam áreas de desova e desenvolvimento para os peixes que serão recrutados no Pantanal.

Palavras-chave: Pantanal, ovos e larvas, dinâmica reprodutiva, espécies migradoras;

Distribution and occurrence of ichthyoplankton in the plateau region of the upper Paraguay River: a comparative analysis between sub-basins.

ABSTRACT

Studies related to eggs and larvae of freshwater fish are incipient and present gaps in relation to research into the composition of assemblages, description and distribution patterns. However, we are gaining visibility, viewing it as a tool for understanding areas and periods of development, in addition to seeking information about distribution patterns. In this context, the Pantanal plateau deserves attention in relation to understanding the reproductive dynamics of fish, especially migratory species that occupy their positions on the plateau for spawning. Thus, the objective of this work is to investigate the importance of the sub-basins of the Negro and Apa rivers in the reproductive dynamics of fish species in the Pantanal, in addition to verifying the difference between the sub-basins. Sampling was carried out monthly in six locations distributed along the Negro and Apa rivers and tributaries, between October/2017 and March/2018 and October/2018 and March/2019. Collections were carried out in nocturnal cycles at intervals of 6 hours (12, 18, 0 and 6 hours) with the aid of conical-cylindrical (5mm), mesh planning networks (5mm) at a time interval of 3 minutes. Spatial variation in egg density was observed only for the Negro river sub-basin, with higher densities in the Rico and Peixe streams, while, for larvae, the variation was evident in the Apa river sub-basin, with the Apa river showing high values. Temporally, variation in egg density was evident in the two sub-basins, with higher densities in the months of October and November of the second cycle. For larvae, there were no temporal variations between the sub-basins, however, the months of November in both cycles were more representative. Dissimilarity was observed between the sub-basins in relation to the stages of development of eggs and larvae, with the Rico and Peixe streams (sub-basin of the Rio Negro), which confirmed all stages of egg development and the highest densities of larvae. 20 genera and/or species of fish were recorded and 2 more taxa were identified to order. Among the taxa identified, eight (8) belong to the guild of long-distance migrants, with emphasis on the Pimelodidae family and the species *Hemisorubim platyrhynchos* and *Prochilodus lineatus* present in both sub-basins. Migrants preferred the Apa River sub-basin, however, in the Negro River sub-basin, unidentified taxa were abundant, especially the Pimelodidae family, which includes migrants. Finally, the Negro River sub-basin presents a different pattern from the Apa River sub-basin, with variation in spawning locations, including greater representation in embryonic and larval development projects, while migrants prefer the Apa River. In this way, these sub-basins present important tributaries on the plateau, which promise areas of development and development for the fish that will be recruited in the Pantanal.

Keywords: Pantanal, eggs and larvae, reproductive dynamics, migratory species

Exame Geral de Qualificação elaborado e formatado conforme as normas da publicação científica *Biota Neotropical*. Disponível em: <<https://www.biotaneotropica.org.br/BN>>

SUMÁRIO

Introdução	10
Material e Métodos:	13
Área de estudo	13
Amostragem	17
Análise de dados	19
Resultados.....	19
Discussão	24
Referências	27

1 **Introdução**

2 A bacia hidrográfica do Paraguai desperta especial interesse por sua característica
3 peculiar de abrigar uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, o Pantanal (MT e
4 MS), considerado um bioma essencial para o abastecimento da Bacia Platina (AGOSTINHO et
5 al., 2003; ASSINE, 2005), a segunda maior da América do Sul e a quinta maior bacia do mundo
6 (CLARKE et al., 2003). O rio Paraguai exerce grande influência no comportamento
7 hidrológico, na conformação e funcionamento do Pantanal. Desde a sua nascente em território
8 brasileiro, na Chapada dos Parecis, a aproximadamente 30 km da cidade de Cuiabá, até sua
9 confluência com o rio Paraná, na fronteira do Paraguai com a Argentina, ele percorre 2.621 km,
10 sendo 1.683 km em território brasileiro (IMASUL, 2005). O Pantanal tem mais de 90% do seu
11 território em solo brasileiro (aproximadamente 140.000 km²) e foi declarado pela Constituição
12 Federal de 1988 como Patrimônio Nacional e declarado pela Comissão Internacional do
13 Programa “Homem e a Biosfera” como Reserva da Biosfera da Unesco e Patrimônio Natural
14 da Humanidade, tornando-se a terceira reserva do gênero no mundo (BRASIL, 2006; WILLINK
15 et al. 2000).

16 A bacia do rio Paraguai é dividida em planalto e planície (Pantanal), abrangendo cerca
17 de 600 mil quilômetros quadrados e é formada por cerca de 175 rios, sendo os principais rios
18 dessa bacia o Rio Paraguai (1.400 km), o São Lourenço (670 km), o Rio Negro (527 km) o Rio
19 Miranda (490 km) e o Rio Taquari (480 km) e o Rio APA (300 km) (SOUZA et al., 2013; ANA,
20 2005; ALHO, 2005). Os principais tributários do rio Paraguai no território do Estado de Mato
21 Grosso do Sul são os rios Piquiri, Taquari, Negro, Miranda, Aquidauana e Apa. Cada um desses
22 rios tem suas particularidades e ajuda a manter a complexa e rica diversidade biológica da região
23 (SOUZA et al., 2023; SOARES et al., 2022). O Paraguai, por exemplo, é o maior rio da bacia
24 e é conhecido por sua água limpa, que tem atraído peixes e outros animais, dando suporte para
25 um ecossistema equilibrado (WWF-BRASIL; SOS-PANANAL, 2015).

26 A maior parte da área natural na região do planalto e a grande parte das áreas naturais
27 na planície foram convertidas para usos antrópico totalizando uma área alterada de cerca de
28 1.875 km², segundo dados de monitoramento entre 2012 e 2014 (WWF-BRASIL; SOS-
29 PANANAL, 2015). Essa região vem sendo afetada por impactos ambientais negativos, como
30 atividades agropecuárias (aproximadamente 65% da vegetação do Cerrado nos planaltos
31 circundantes) (ROQUE et al., 2016), extração de minérios (BRENDA, 2013), desmatamento
32 (ALHO & SABINO, 2011), assoreamento (GALDINO et al., 2013), contaminantes ambientais
33 (CALHEIROS et al., 2010; DE ARRUDA & LÁZARO, 2023), infraestrutura e ocupação

humana não planejada (FRANCO, 2019), construções de empreendimentos hidrelétricos (CALHEIROS et al., 2018), turismo não regulamentado e introdução de espécies (BRASIL, 2006; ALHO & DOS REIS, 2017) tem ameaçado a integridade ambiental desta bacia.

A planície pantaneira caracteriza-se pelo recebimento das águas vindas do planalto, que é o ambiente onde se encontram as cabeceiras (riachos) dos rios formadores do Pantanal. Esses ambientes são mais frágeis que a planície, possuem grande diversidade de peixes e por vezes apresentam endemismo (WILLINK et al. 2000). Além disso, ambientes de cabeceiras são mais susceptíveis ao assoreamento pelo desmatamento e uso do solo para agricultura e pecuária (GALDINO et al., 2013; SANTOS et al., 2020). Nesse sentido, a bacia hidrográfica do rio Paraguai é muito importante para a biodiversidade do Brasil e está localizada em partes de quatro países: Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina. Infelizmente, as atividades econômicas na região causaram problemas ambientais nas áreas próximas, como de habitats (ALHO et al., 2019). Em relação a essa biodiversidade pantaneira, a ictiofauna contribui imensamente, sendo até o momento catalogadas 386 espécies (BRITSKI et al., 2007; GIMÊNES JÚNIOR E RECH, 2022). Cabe ressaltar que, além de desempenhar papel essencial na cadeia alimentar e na manutenção desse ecossistema, algumas espécies de peixes são importantes para a pesca (profissional, artesanal, amadora e de subsistência) e consequentemente para socioeconomia da região (CATELLA et al. 2017). Esses fatores mostram a importância do planalto pantaneiro para a dinâmica reprodutiva dos peixes, especialmente das espécies migradoras que utilizam as cabeceiras para a desova (ALHO et al. 2019).

Um levantamento realizado por Cruz et al. (2016) apontam lacunas quanto a pesquisa da composição das assembleias de peixes e dos padrões de distribuição dos ovos e larvas no Brasil. O trabalho de Reynalte-Tataje et al. (2020) levantou que apenas 46 trabalhos sobre o assunto foram publicados para a bacia no período de 1977-2018, sendo que a bacia do Paraná teve 70 publicações. Ele ainda destaca que, a falta de recursos, alta similaridade durante a ontogenia inicial, o número reduzido de especialistas e as poucas instituições que trabalhem com ictioplâncton são os principais motivos para a escassez de estudos desta natureza. Embora tenham ocorrido levantamentos da ictiofauna na bacia do rio Paraguai (NASCIMENTO e NAKATANI, 2008; BIALETZKI et al., 2009; SANTIN et al., 2009; TONDATO et al., 2010; ZIOBER et al., 2012; FIGUEIREDO, 2014; TAGUTI et al., 2015), pouco se conhece sobre o período reprodutivo das espécies de peixes do Pantanal Sul (NASCIMENTO e NAKATANI, 2005; REYNALTE-TATAJE et al., 2020), sendo este, o primeiro trabalho sobre ictioplâncton para a região estudada.

Especialmente no Pantanal Sul, alguns trabalhos que tratam da biologia reprodutiva de espécies de pequeno porte (TONDATO et al., 2012, 2014; SANTANA et al., 2019; SANTOS et al., 2019), mas pouco se conhece sobre a dinâmica reprodutiva das espécies de peixes, incluindo a identificação das áreas de desova em trechos localizados no planalto da bacia, ressaltando um único trabalho com ovos e larvas na sub-bacia do rio Miranda (NASCIMENTO & NAKATANI, 2005). Estudo do ictioplâncton, principalmente quanto a sua dinâmica, faz-se importante, principalmente para avaliar o potencial de renovação e manutenção dos recursos pesqueiros, além da conservação da biodiversidade (BIALETZKI et al. 2001; WHEATON et al., 2010; TOSSETO et al., 2016). Principalmente dos peixes migradores, por estes serem mais dependentes do regime hidrológico (através dos pulsos de inundação) (SILVA et al., 2015; AGOSTINHO et al., 2007). Além disso, a conservação de áreas livre (tributários) faz-se necessária para preservação e manutenção da diversidade de espécies (SILVA et al., 2017, DE LIMA, 2013). Estudos como estes demonstram grande importância para a tomada de ações, quanto a preservação e possível recuperação dos habitats de água doce.

Segundo Godinho et al. (2010), as condições climáticas de sazonalidade (principalmente as enchentes) são uma restrição para o sucesso dos peixes lóticos, pois a cheia não só promove a dispersão de ovos como também aumenta a quantidade de alimentos disponíveis para as larvas (JUNK et al., 1989). Portanto, manter a integridade das áreas de desova e permitir a dispersão dos ovos e larvas de peixes, principalmente para os peixes lóticos, é com certeza uma forma de garantir a manutenção e o equilíbrio dos estoques pesqueiros (NAKATANI, 1994; NASCIMENTO & NAKATANI, 2005; MAKRAKIS et al., 2012). Esse fato, configura os peixes como recursos naturais na manutenção da integridade e a conservação de áreas responsáveis por importantes serviços ecossistêmicos (PELICICE et al., 2023). Novos bens, valores aditivos e oportunidades podem ser gerados a partir da proteção e do manejo adequado destes locais, e dos seus estoques juvenis. Assim, o objetivo deste trabalho é investigar a importância das sub-bacias dos rios Negro e APA, na dinâmica reprodutiva de espécies de peixes do Pantanal e determinar áreas prioritárias para a preservação de peixes, principalmente para as espécies migradoras. Assim, apresentamos a composição, desenvolvimento, abundância e distribuição de ovos e larvas de peixes dos trechos superiores (planaltos) de duas sub-bacias do Pantanal Sul, além de relatar a variação temporal da abundância do ictioplâncton e distribuição das guildas reprodutivas.

99 Material e Métodos:

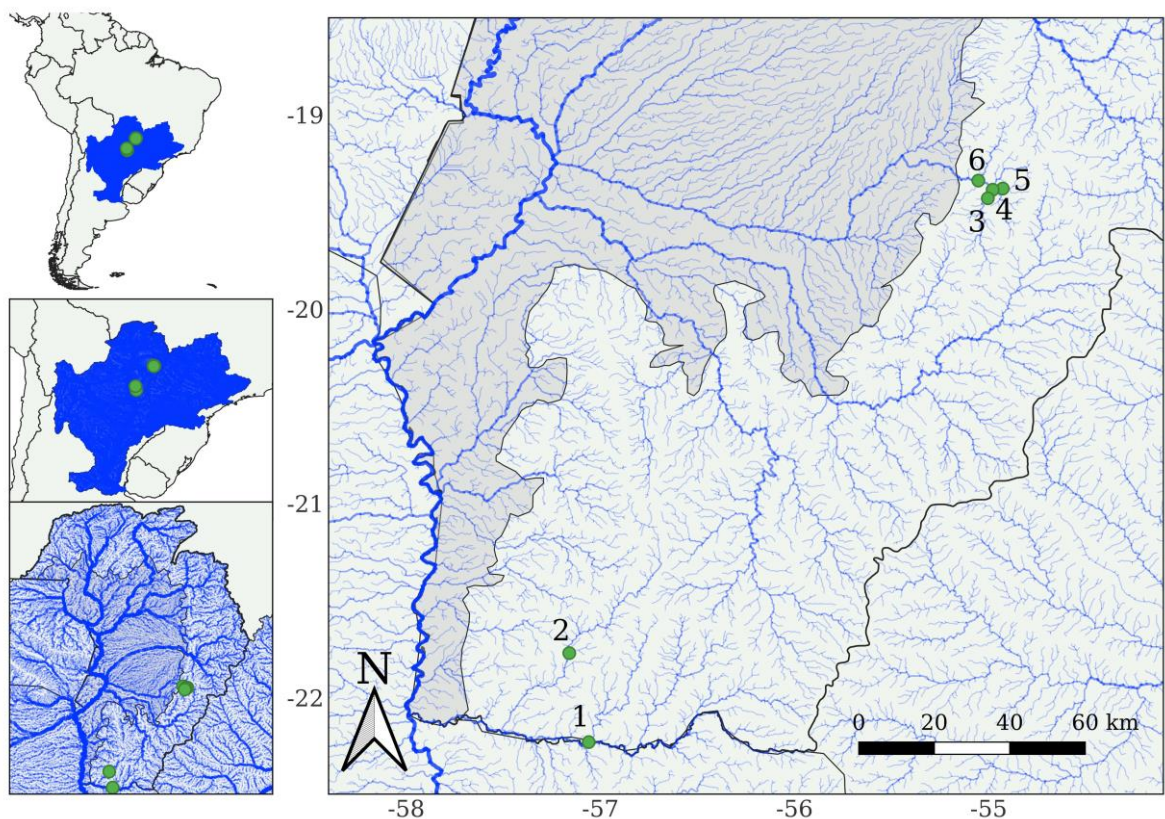
100 *Área de estudo*

101 A área de estudo compreendeu a Região Hidrográfica do rio Paraguai – RH Paraguai,
102 com especial atenção à região de planalto Sul. Os pontos de amostragens foram distribuídos nas
103 cabeceiras de duas (02) sub-bacias de afluentes do Pantanal Sul (Tabela 1), conforme descrito
104 no relatório de Estudos de avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos
105 hidrelétricos (ANA, 2020) e demonstrado na figura 1:

106 Sub-bacia do rio Negro (Figura 1) - Abrangendo os rios Negrinho, do Peixe, córrego
107 Rico e Negro (Tabela 1). A amostragem do ictioplâncton foi realizada em quatro pontos de
108 amostragem distribuídos nos principais afluentes do rio Negro: rios Negrinho (NEGRI - 6) e do
109 Peixe (PEIXE - 4), córrego Rico (RICO - 5), além do canal principal do rio Negro (NEGRO -
110 3).

111 Sub-bacia do rio APA (Figura 1) - Abrangendo os rios APA e Perdido (Tabela 1). O
112 ictioplâncton foi amostrado em dois pontos distribuídos nos rios APA (APA) e Perdido (PERD).

113



114
115 Figura 1. Pontos de amostragem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos
116 hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (em azul: bacia hidrográfica Platina). Destaque
117 para as bacias do Pantanal Sul, rio Negro e APA na região de Planalto, em cinza: Pantanal. Códigos: 1
118 – APA; 2 – PERD; 3 – NEGRO; 4 – PEIXE; 5 – RICO e 6 – NEGRI.

Tabela 1. Características dos trechos de estudo de acordo com suas localizações geográficas (latitude e longitude) e aspectos ambientais (valores médios da largura, profundidade, vazão, mata ciliar e, porcentagem de assoreamento e ocupação antrópica das margens).

Sub-bacia	Ponto	Localização	LAT	LONG	Largura (m)	Profundidade (m)	Vazão (m ³ /s)	Mata ciliar (m)	Assoreamento (%)	Utilização antrópica
Rio Negro	NEGRI	Rio Negrinho	-19,3	-55,05	40	1,5	4,37	100	0 a 50	pecuária
	RICO	Córrego Rico	-19,4	-54,93	12	0,5	0,73	5 a 100	10	pecuária, empreendimentos hidrelétricos
	PEIXE	Rio do Peixe	-19,4	-54,98	20	0,6	3,77	15	> 50	pecuária
Rio APA	NEGRO	Rio Negro	-19,4	-55,01	40	0,5	5,68	50 a 100	0 a 50	-
	PERD	Rio Perdido	-21,8	-57,16	30	0,5	7,61	> 30	5	Silvicultura de Eucalipto
	APA	Rio APA	-22,2	-57,06	> 30	1,5	36,41	40 a 100	0 a 50	pecuária

Rio Negrinho (19°20'17"S e 55°02'50"O): Ambiente totalmente lótico, com fluxo constante e sem interrupções (Figura 2). Não apresenta vegetação submersa e nem flutuante. As margens são compostas por mata ciliar relativamente bem preservadas. É um ambiente propício à erosão e que apresenta fundo arenoso e com matéria orgânica ao longo de todo o trecho amostrado. A água é turva e o sedimento é composto por areia e matéria orgânica.



Figura 2 Imagem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (ANA, 2020b). Ponto de amostragem Rio Negrinho (NEGRI).

Rio do Peixe (19°25'52"S e 55°00'17"O): Ambiente totalmente lótico, com fluxo constante e sem interrupções (Figura 3). Não apresenta vegetação submersa e nem flutuante. As margens são compostas com mata ciliar. É um ambiente assoreado e com água turva. Há ausência generalizada de habitat, com prevalência de argila/silte e areia.



Figura 3. Imagem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (ANA, 2020b). Ponto de amostragem Rio do Peixe, PEIXE.

Córrego Rico (19°23'13"S e 54°58'48"O): Ambiente lótico, porém com um barramento a montante do ponto de coleta (Figura 4). Não apresenta vegetação submersa e nem flutuante. Na margem direita possui área de pastagem e na margem esquerda mata ciliar. É um ambiente com erosão, resultante do acúmulo de areia a jusante do represamento que forma uma pequena praia, no entanto, no restante do trecho amostrado possui o sedimento composto de fragmentos de rocha e areia. A água é turva e o sedimento é composto por areia e matéria orgânica.



Figura 4. Imagem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (ANA, 2020b). Ponto de amostragem Córrego Rico, RICO.

Rio Negro (19°22'52"S e 54°55'40"O): Neste ponto o rio Negro é totalmente lótico. Não apresenta vegetação submersa e nem flutuante devido à elevada correnteza (Figura 4). As margens são compostas por mata ciliar. A água é turva, o sedimento é composto por fundo rochoso, areia e matéria orgânica e existe variação de velocidade e profundidade, ora com ambientes rasos e rápidos, ora com ambientes rasos e razoavelmente lênticos.



Figura 4. Imagem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (ANA, 2020b). Ponto de amostragem Rio Negro, NEGRO.

Rio APA (22°13'39"S e 57°09'58"O): Ambiente lótico com cerca de 30 m de largura no trecho amostrado e 1,5 metros de profundidade (Figura 5). Não apresenta vegetação submersa e nem flutuante devido à elevada correnteza. A margem esquerda do território paraguaio mostra uma vasta área de mata praticamente inabitada, enquanto o lado direito tem uma mistura de mata (cerca de 40 m de largura) e uma extensa área de pasto. É um ambiente propício à erosão com solo arenoso, o que se reflete no sedimento do rio. A água apresenta elevada turbidez.



Figura 5. Imagem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (ANA, 2020b). Ponto de amostragem Rio Apa, APA.

Rio Perdido (21°46'20" S e 57°09'38"O): Afluente do rio APA. Ambiente lótico com cerca de 30 m de largura no trecho amostrado e 0,5 metros de profundidade (Figura 6). Ambas as margens possuem mata (>30 m de largura), sendo que em um dos lados existe ainda uma área de plantio de eucalipto, com cerca de 200 m de largura. Não apresenta vegetação submersa e

nem flutuante. É um ambiente propício à erosão com sedimento predominantemente arenoso. A água apresenta baixa turbidez.



Figura 6. Imagem proveniente do projeto diagnóstico da ictiofauna e empreendimentos hidrelétricos construídos e previstos para a RH-Paraguai (ANA, 2020b). Ponto de amostragem Rio Perdido, PERD.

Amostragem

As amostragens foram realizadas mensalmente nos seis trechos distribuídos nos rios Negro e Apa e afluentes descritos anteriormente (Figura 1), durante dois períodos reprodutivos: de outubro de 2017 a março de 2018 e outubro de 2018 a março de 2019. Para cada ponto foram realizadas coletas de ictioplâncton ao longo de ciclos nictemerais, com intervalos de 6 horas (06h00, 12h00, 18h00 e 00h00) entre as amostragens. Foram utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndricas, com malhagem de 0,5 mm e área de boca da rede de 0,113411 m², as quais foram fixadas a um cabo estendido perpendicularmente à superfície da água, sendo sempre que possível, três redes de superfície (margens esquerda, direita e centro do rio) e uma de fundo (centro). Apenas nos locais onde a profundidade foi menor do que 1,5 metros não foi possível realizar a coleta de fundo. Todas as redes foram equipadas com fluxômetro para a obtenção do volume de água filtrada. Em razão da grande quantidade de matéria orgânica nos rios amostrados, o tempo de amostragem foi de 3 (três) minutos. Em algumas amostras o tempo de coleta teve que ser reduzido em 1 (um) minuto devido à um fluxo grande de material em suspensão, risco de perda humana e dos apetrechos de coleta.

Em todas as amostras obtidas foi previamente adicionado eugenol (4-Alil-2- Metoxifenol; 0,05 ml/l) (conforme Diretriz da Prática de Eutanásia do CONCEA - BRASIL, 2018), cujo objetivo foi eutanasiar os indivíduos para na sequência, serem fixados com formol diluído a 4%, tamponado com carbonato de cálcio. Em seguida, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Ecologia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Mundo Novo, onde

as amostras foram triadas (ovos e larvas), para separar e quantificar os ovos e as larvas e, quando presentes, os juvenis e os adultos capturados do restante do material, sob placa do tipo Bogorov, com auxílio de um estereomicroscópio. Os ovos não foram identificados (difícil identificação e falta de literatura especializada), sendo considerados apenas como indicadores da proximidade com áreas de desova. Para a identificação das larvas, foi utilizada a técnica de sequência regressiva de desenvolvimento, a qual utiliza a forma do corpo, presença de barbilhões, sequência de formação das nadadeiras, posição relativa da abertura anal em relação ao corpo, número de vértebras/miômeros e raios das nadadeiras (AHLSTROM & MOSER, 1976; NAKATANI et al., 2001), além de literatura especializada (NAKATANI et al., 2001; TAGUTI et al., 2015; GARCIA et al., 2016). Os juvenis e adultos foram identificados segundo Britski et al. (2007).

Após a identificação, ovos e larvas foram classificados em estágios de desenvolvimento de acordo com Nakatani et al. (2001). Ovos: - Clivagem inicial (CI), estágio onde ocorre a formação das primeiras células; Embrião inicial (EI), estágio em que se inicia a formação do embrião; Embrião com cauda livre (CL), estágio onde a cauda se separa do vitelo; e Embrião final (EF), estágio onde o embrião encontra-se completamente formado e pronto para a eclosão. As larvas foram enquadradas em: Larval vitelino (LV) - estágio de desenvolvimento compreendido entre a eclosão e a primeira alimentação exógena (olho parcial ou completamente pigmentado e abertura da boca e ânus); Pré-flexão (PF) – estágio de desenvolvimento que se estende desde o início da alimentação exógena até o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal; Flexão (FL) – estágio de desenvolvimento que se caracteriza pelo aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal até a completa flexão da notocorda, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e o início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal; e Pós-flexão (FP) – estágio que se caracteriza pela completa flexão da notocorda, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e o início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal até a completa formação dos raios da nadadeira peitoral, absorção da nadadeira embrionária e o aparecimento de escamas.

Para verificar a utilização dos pontos de amostragem como área de desova por espécies com diferentes estratégias reprodutivas, os indivíduos capturados foram classificados em quatro guildas reprodutivas dos parentais (SUZUKI et al., 2005; BAILLY et al., 2008): MLD=migradores de longa distância; SCP=não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e sem cuidado parental; CCP= não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e cuidado parental; e FIN= não migradores/migradores de curta distância com fecundação interna.

A abundância dos organismos coletados foi padronizada para um volume de 10m³ de água filtrada, utilizando-se a seguinte equação (NAKATANI et al., 2001). $Y = (X/V) \cdot 10$, onde: Y = número de indivíduos por 10m³; X = número de indivíduos coletados; V = volume de água filtrada. Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a seguinte fórmula: $V = a \cdot r \cdot f$, onde: V = volume de água filtrada (m³); a = área da boca da rede (m²); r = número de rotações do fluxômetro; e f = fator de calibração do fluxômetro (0,026873).

As coletas em campo foram autorizadas pelos órgãos estaduais competentes dos estados de Mato Grosso (SEMA-Licença Especial de Pesca e Ictioplâncton; Autorização N° 675/2017) e Mato Grosso do Sul (IMASUL -Autorização Ambiental para Manejo de Fauna in situ; AA N°023/2017 - Processo N° 71/403363/2017).

Análise de dados

Os dados foram planilhados, calculados e explorados por tabelas e gráficos pelo programa *MicroSoft Excel*. Os padrões de ocorrência e distribuição (espacial-temporal) da densidade de ovos e larvas das sub-bacias dos rios Negro e APA foram analisados através do teste de *Kruskall-Wallis* seguido do *post-hoc* de *Dunn* (ZAR, 1984). A distribuição espaço-temporal das densidades (m³) dos estágios de desenvolvimento de ovos e larvas entre as sub-bacias dos rios Negro e APA foi testada pela Análise de Variância (ANOVA) bifatorial (ZAR, 1984) considerando as sub-bacias e os estágios como fatores.

A densidade de larvas das espécies pertencentes as guildas reprodutivas (em especial as migradoras e de interesse comercial) entre as sub-bacias foram ordenadas a partir da análise de Escalonamento Multidimensional (NMDS) (CLARKE & WARWICK, 2001) utilizando a medida de *Bray-Curtis* para dimensionar a dissimilaridade (OKSANEN et al., 2019). Adicionalmente, a variação espacial (entre sub-bacias) das guildas foi verificada através da PERMANOVA (ANDERSON et al. 2006). Todas as análises foram realizadas no programa PAST (HAMMER et al., 2001), considerando nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

De acordo com as amostragens a ocorrência numérica de ictioplâncton nas bacias analisadas foi de 8.725 ovos (864 no rio Apa e 7.861 no rio Negro) e 404 larvas (307 no rio Apa e 97 no rio Negro). A densidade média na bacia do rio Negro apresentou elevados valores densidade de ovos, principalmente nos pontos RICO e PEIXE. Contudo, o teste de *Kruskall-Wallis* não mostrou diferenças de densidades de ovos entre as bacias ($H = 1,11$; $p = 0,29$). Já a

densidade média de larvas foi maior para o ponto do rio APA (Figura 7), mesmo assim as larvas foram presentes nos outros pontos e as diferenças de densidades de larvas entre as bacias ($H = 0,10$; $p = 0,75$) não foi significativa.

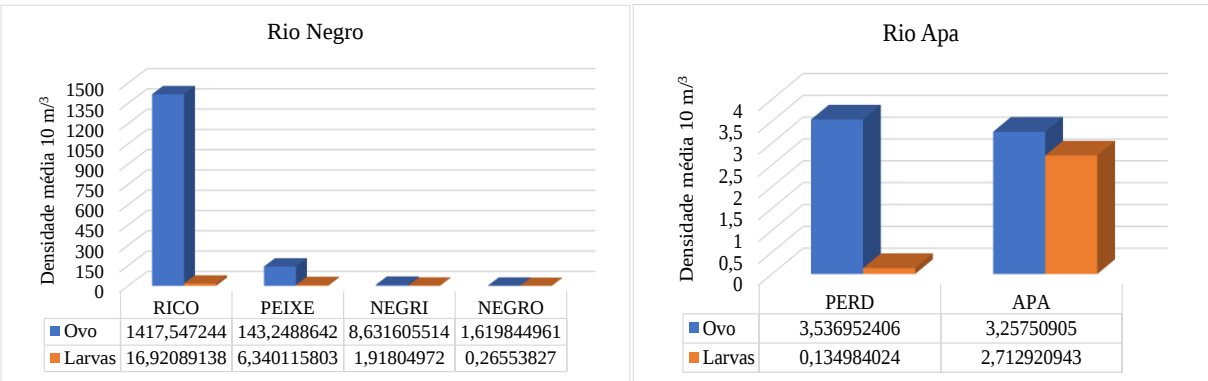


Figura 7. Distribuição espacial de ovos e larvas de peixes (indivíduos/10m³) nos pontos amostrados nas sub-bacias dos rios Negro (RICO = Córrego Rico; PEIXE = Rio do Peixe; NEGRO = Rio Negro; NEGRI = Rio Negrinho) e APA (PERD = Rio Perdido; APA = Rio APA).

A densidade média de ovos variou entre os meses de coleta ($H = 10,23$; $p = 0,06$). Graficamente, percebe-se o mês de novembro foi o mais representativo tanto para a sub-bacia do rio Negro quanto a do rio Apa (Figura 8). A densidade de ovos do mês de novembro se distinguiu das densidades dos meses de janeiro e março (*post-hoc* de Dunn: $p = 0,012$ e $p = 0,013$ respectivamente).

Para larvas, assim como os resultados observados para ovos (Figura 8), o mês de novembro foi o destaque ($H = 10,31$; $p = 0,06$), esse padrão testado pelo *post-hoc* de Dunn apresentou diferenças significativas para os meses de fevereiro ($p=0,029$) e março ($p = 0,047$). Observamos densidades próximas a zero para a sub-bacia do rio Negro para esses meses.

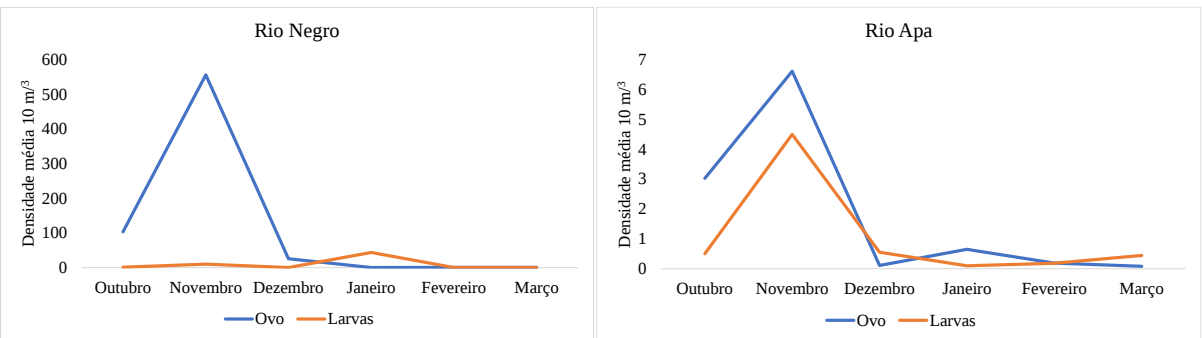


Figura 8. Distribuição temporal de ovos e larvas de peixes (indivíduos/10m³) nos pontos amostrados entre os meses de outubro a março nas sub-bacias dos rios Negro e Apa.

Nos pontos APA, PEIXE e RICO verificamos a ocorrência de todos os estágios de desenvolvimento ovocitário (Tabela 2). A interação da ANOVA bifatorial não foi significativa ($F= 0,22$; $p = 0,87$) e os fatores (sub-bacias - $F= 1,25$; $p = 0,27$ e estágios de desenvolvimento - $F= 0,63$; $p = 0,59$) também não mostraram diferenças nas densidades dos ovos. Clivagem inicial foi o estágio com maior abundância em todos os pontos de ambas as sub-bacias (Tabela 2), o destaque foi para o córrego Rico (RICO), onde a densidade de ovos no estágio Clivagem inicial foi acima de 100 m/s³ (Tabela 2). Das 404 larvas amostradas 322 estavam em estágio de larval vitelino, 39 em pré-flexão, 30 em flexão e 11 em pós-flexão durante os dois ciclos e distribuídas em todos os seis pontos amostrados. Os estágios de desenvolvimento larvais também não apresentaram interação com as sub-bacias ($F= 0,45$; $p = 0,71$). Assim como, esses fatores não apresentaram diferenças nas densidades de estágios larvais (sub-bacias - $F= 1,85$; $p = 0,18$ e estágios de desenvolvimento - $F= 0,92$; $p = 0,43$).

Tabela 2. Distribuição espacial dos estágios de desenvolvimento de ovos e larvas de peixes (indivíduos/10m³) nos pontos amostrados entre os meses de outubro a março nas sub-bacias dos rios Apa (Rio Perdido - PERD; Rio Apa - APA) e Negro (Córrego Rico - RICO; Rio do Peixe - PEIXE; Rio Negro - NEGRO; Rio Negrinho - NEGRI). Em negrito valores de densidades elevados.

	Estágios de desenvolvimento	Rio Apa			Rio Negro		
		APA	PERD	NEGRI	NEGRO	PEIXE	RICO
Ovos	Clivagem inicial	0,55707	0,41962	1,84776	0,24177	34,58767	144,01297
	Embrião inicial	0,46173	0,00231	0,02868		0,71922	1,24108
	Cauda livre	0,16651	0,02721			0,19461	1,54726
	Embrião final	0,00828				0,01475	0,20359
Larvas	Larval vitelino	2,26284	0,01212	0,23699	0,05674	6,15557	6,21668
	Pré-flexão	0,22750	0,02965	1,58243	0,18219	0,05608	
	Flexão	0,13229	0,05547	0,09863	0,02241	0,01152	10,70421
	Pós-flexão	0,05362	0,03775			0,01804	

A maioria dos estágios larvais é encontrada nas bacias estudadas, exceto para três pontos da sub-bacia do rio Negro (NEGRI, NEGRO e RICO). Contudo, todos os estágios foram presentes na sub-bacia do rio Apa. Valores elevados de densidade do estágio larval vitelino foi encontrado no ponto APA, PEIXE e RICO, o estágio pré-flexão no ponto NEGRI e NEGRO, flexão no PERD e RICO, já pós-flexão ocorreu em menores densidades nos pontos APA, PERD e PEIXE (Tabela 2).

A composição taxonômica do ictioplâncton amostrado durante este estudo revelou de 20 gêneros e/ou espécies de peixes, mais 2 táxons identificados até ordem e 4 em família. Dez táxons foram comuns entre as duas bacias, por outro lado, 10 foram exclusivos da bacia do rio

Apa e somente um táxon foi exclusivo do rio Negro. Identificamos várias guildas reprodutivas através dos táxons, conforme representado na Tabela 3.

Tabela 3. Composição taxonômica das larvas de peixes registradas nos pontos de amostragens nas sub-bacias dos rios Negro e Apa no período de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019.

		Rio APA		Rio Negro			
		300	7	4	58	24	11
	GR	APA	PERD	RICO	PEIXE	NEGRI	NEGRO
CHARACIFORMES*		1,42			6,89	0,34	0,28
Anostomidae*		2,15			1,52	0,87	0,00
<i>Apareiodon</i> spp.	SCP	0,65					
Bryconidae							
<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes, 1850)	MLD	1,12					
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	MLD	0,57					
Characidae*		0,50	0,27				
<i>Bryconamericus</i> spp.	SCP	0,36			0,23		
<i>Serrapinnus</i> spp.	SCP	0,30					
Cynodontidae							
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	MLD	0,15					
Erythrinidae							
<i>Hoplias</i> spp.	CCP		0,29	149,20	0,45	0,99	
Prochilodontidae							
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	MLD	0,36			2,02		
Serrasalmidae							
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	MLD	0,49					
Triporthidae							
<i>Engraulisoma taeniatum</i> (Castro, 1981)	SCP		0,30				
GYMNOTIFORMES							
Sternopygidae							
<i>Eigenmannia</i> spp.	SCP						0,08
SILURIFORMES*		0,90			0,41		
Auchenipteridae							
<i>Auchenipterus osteomystax</i> (Miranda Ribeiro, 1918)	FIN	0,99		0,66			
<i>Trachelyopterus</i> spp.	SCP		0,30		0,31		
Heptapteridae*						47,47	0,17
Pimelodidae*		1,56	0,19	87,03	34,51		0,99
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	MLD	6,92			0,28		0,31
<i>Pseudoplatystoma</i> spp.	MLD	0,28	0,26				
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	MLD	0,60					

MLD=migradores de longa distância; SCP=não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e sem cuidado parental; CCP= não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e cuidado parental; e FIN= não migradores/migradores de curta distância com fecundação interna. *larvas não identificadas em nível de espécie. **Abundância numérica em negrito.**

Entre os táxons identificados, oito (8) gêneros/espécies pertencem a guilda de migradores de longa distância, seis gêneros/espécies (6) não migradoras/migradoras de curta distância, com fecundação externa e sem cuidado parental e somente um registro para não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e cuidado parental e para não migradores/migradores de curta distância com fecundação interna.

Em particular, destaca-se a presença da família Pimelodidae, que ocorreu em 5 pontos amostrados, além de sete gêneros/espécies da guilda de migradores de longa distância serem amostrado somente no rio APA. As espécies de migradores de longa distância *Hemisorubim platyrhynchos* e *Prochilodus lineatus* ocorreram em ambas as bacias estudadas (Tabela 3).

Especificamente, os pontos PEIXE, NEGRO (bacia do rio Negro), APA e Perdido (bacia do rio APA) apresentaram a ocorrência de larvas de migradores de longa distância (Figura 9).

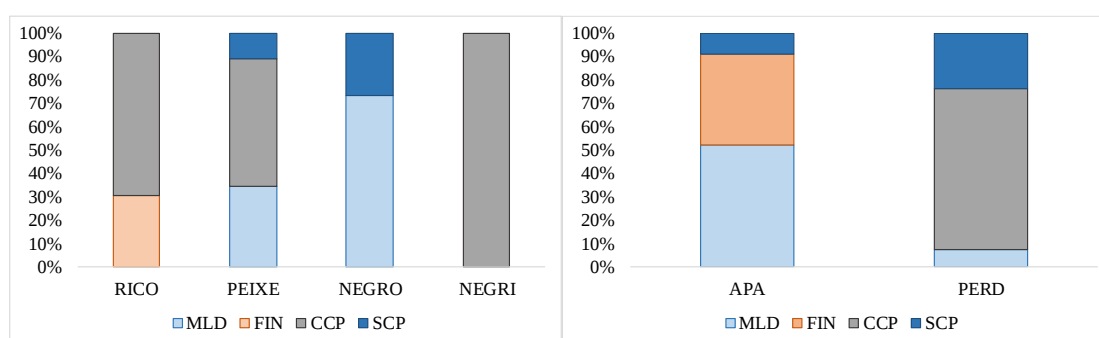


Figura 9. Distribuição espacial da porcentagem de larvas de peixes pertencentes guildas reprodutivas (indivíduos/10m³) amostradas entre os meses de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019 nas sub-bacias dos rios Negro (RICO = Córrego Rico; PEIXE = Rio do Peixe; NEGRO = Rio Negro; NEGRI = Rio Negrinho) e APA (PERD = Rio Perdido; APA = Rio APA). MLD=migradores de longa distância; SCP=não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e sem cuidado parental; CCP= não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e cuidado parental; e FIN= não migradores/migradores de curta distância com fecundação interna.

A análise de Escalonamento Multidimensional mostrou 75% das dimensões analisadas e confirmou espacialmente a variação entre sub-bacias da densidade de larvas dos gêneros/espécies das diversas guildas reprodutivas. Conforme demonstrado na ordenação (Figura 10), com 20 interações e um *stress* de 0,18, percebe-se os migradores de longa distância tem preferência para sub-bacia do rio APA, porém a PERMANOVA para essa distribuição não foi significativa. Já os táxons não identificados (NI) em gênero/espécies, como ordens e famílias, foram abundantes na sub-bacia do rio Negro, em especial a famílias Pimelodidae e Heptapteridae (Tabela 3).

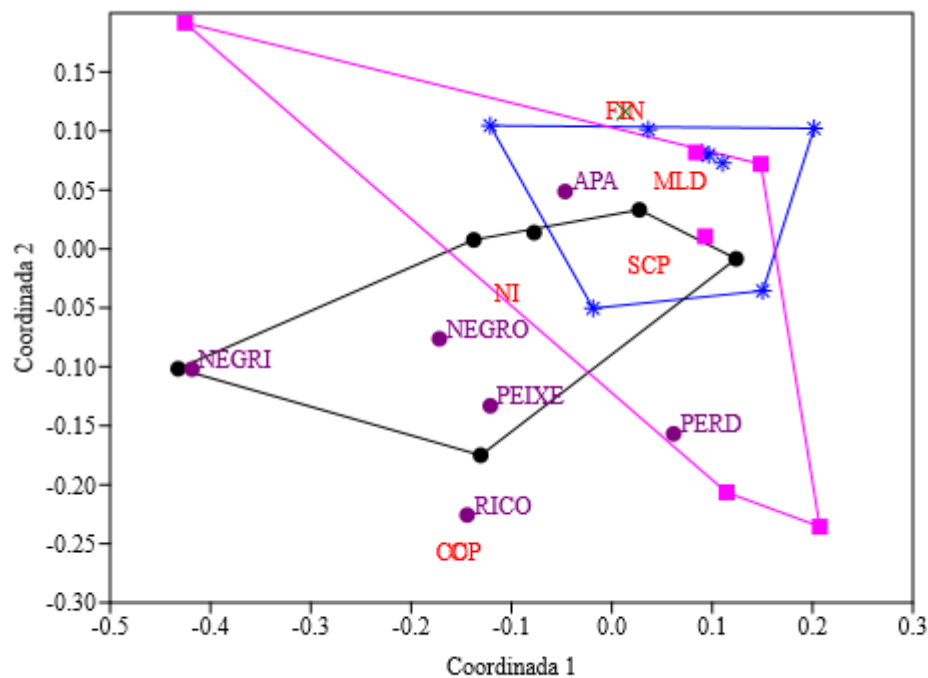


Figura 10. Representação do Escalonamento Multidimensional (NMDS) entre pontos de coleta e guildas reprodutivas amostradas entre os meses de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019 nas sub-bacias dos rios Negro (RICO = Córrego Rico; PEIXE = Rio do Peixe; NEGRO = Rio Negro; NEGRI = Rio Negrinho) e APA (PERD = Rio Perdido; APA = Rio APA). Preto/NI=não identificados em gênero/espécies; Azul/MLD=migradores de longa distância; Rosa/SCP=não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e sem cuidado parental; Vermelho/CCP= não migradores/migradores de curta distância, com fecundação externa e cuidado parental; e Verde/FIN= não migradores/migradores de curta distância com fecundação interna.

Discussão

A maioria dos ovos amostrados nas sub-bacias dos rios Negro e APA, em fase de clivagem inicial de desenvolvimento, demonstram que os peixes estão desovando nas proximidades destes pontos e na calha principal dos rios, sendo que, os tributários RICO e PEIXE se mostraram locais importantes para a desova. Esse fato, demonstra a importância da cabeceira (região de Planalto) de bacias hidrográficas. Região de planalto são caracterizadas como habitats essenciais de desova para os peixes (ZIOBER et al, 2012). Habitats essenciais aos peixes (EFH- *essential fish habitats*, COEN et al., 1999) são definidos como corpos d'água e substratos fundamentais para reprodução, desova, alimentação e crescimento. A captura de ovos nestes pontos, indicam condições ambientais favoráveis encontradas nas sub-bacias.

Para as larvas, a maioria das desovas dos peixes nas cabeceiras das sub-bacias dos rios Negro e APA, reforçam a importância do córrego Rico, rio do Peixe e rio Negrinho, bem como o rio APA. Considerando que o desenvolvimento embrionário se completa durante o processo de deriva (VIANNA & NOGUEIRA, 2008), pode-se dizer, que as larvas chegam nesses pontos

em fase de primeira alimentação (exógena) até o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal. Nesse sentido, esta região pode ser considerada área essencial de alimentação para as larvas de peixes e confirma que a desova ocorre a montante. Essa compreensão da dinâmica reprodutiva da comunidade íctica e conhecimento dos habitats cruciais para o ciclo de vida da ictiofauna, deve ser considerada como uma prioridade essencial quanto a preservação desses locais, entre todas as outras estratégias de manejo (TOSSETO et al., 2016, ZACARDI et al., 2019).

As maiores densidades de larvas nos ciclos analisados foram em outubro, novembro e dezembro. Isso pode ser devido à maior parte das desovas ocorrerem após as maiores chuvas e pouco antes do período de cheias, caracterizando o pico reprodutivo pronunciado (BAUMGARTNER et al, 1997; ZIOBER et al., 2012; REYNALTE-TATAJE et al., 2012). Para as espécies de peixes neotropicais, a variação do nível hidrológico e vazão com a elevação de temperatura sincroniza eventos biológicos dos peixes como a maturação gonadal, migração e desova (VAZZOLER & MENEZES, 1992; HUMPHRIES et al., 2002). As inundações sazonais são o fenômeno ecológico mais importante do Pantanal, pois todos os anos, muitas partes deste bioma mudam de habitats terrestres para aquáticos e vice-versa e o grau de inundação cria uma série de habitats importantes ocupando cerca de 80% de todo o Pantanal (JUNK et al., 1989; ALHO, 2008; NUNES DA CUNHA et al., 2015). Por isso os rios do Planalto são importantes para a manutenção desse Bioma, uma vez que a conexão entre Planalto-Planície é quem alimenta o pulso de inundação e forma o complexo ecossistema aquático do Pantanal (ZANATTA, 2018). Cabe ressaltar que a integridade dos rios formadores da bacia do Pantanal Sul está ameaçada, pois dos 165 empreendimentos hidrelétricos, identificados para a região, 116 estão em processo de análise (CALHEIROS et al., 2018).

As assembleias de larvas das sub-bacias do rio Negro e APA apresentaram grande participação de espécies que realizam migração ou realizam curtas migrações reprodutivas. As migrações de desova de longa distância ascendente para a água corrente proporcionam uma distância adequada para o desenvolvimento e eclosão dos ovos (LUCAS & BARAS, 2001). Sabemos que os movimentos migratórios são diversos podendo ser longo, curto ou às vezes ausente; rio acima, rio abaixo ou lateralmente em afluentes e a diversidade de movimentos varia dentro e entre as espécies (MAKRAKIS et al., 2012). Especialmente, neste estudo, a captura expressiva de larvas de peixes migradores, nos pontos RICO, PEIXE e principalmente no APA, indica que estas espécies estão chegando nas sub-bacias estudadas.

Alguns caracídeos e pimelodídeos exibem grandes migrações longitudinais ascendentes para a desova e depois migram de volta descendentemente ao longo de centenas de quilômetros

para áreas de alimentação, que geralmente ficam perto de confluências de rios ou em lagos de várzea (AGOSTINHO & GOMES, 1993; AGOSTINHO et al, 2007). A presença das famílias Characidae e Pimelodidae em ambas as sub-bacias estudadas, além de outros gêneros/espécies da guilda de migradores de longa distância mostra a importância desses afluentes para as áreas de várzea e alagadas do Pantanal. As principais espécies desembarcadas na pesca no Pantanal pertencem as essas famílias e representaram 70% dos peixes desembarcados (MATEUS et al., 2004). As espécies de migradores de longa distância *Hemisorubim platyrhynchos* e *Prochilodus lineatus* que ocorreram em ambas as sub-bacias são exemplos dessas famílias.

Os estudos com foco conservacionista sobre o ictioplâncton são necessários e valiosos, pois mostra os efeitos antrópicos sobre a ecologia de ovos e larvas de peixes (SANCHES et al., 2006; KIPPER et al., 2011). Mostrando também a importância das espécies migradoras para a preservação e manutenção de áreas livres de barramentos para a reprodução e desenvolvimento das espécies (MAKRAKIS et al., 2012; REYNALTE-TATAJE et al., 2013; ANDRADE et al., 2014; ZIOBER et al., 2015). Assim, especialmente o córrego Rico, rio do Peixe e rio APA se mostraram locais essenciais para a desova de peixes, devido principalmente, à alta densidade ovos (8725) e larvas (404) nesses pontos, principalmente as larvas (8) dos peixes migradores de longa distância. Dessa maneira são importantes tributários para o desenvolvimento dos peixes neste trecho do Pantanal Sul. Assim como, os grupos taxonômicos das larvas de peixes, capturados em maiores quantidades nesses trechos. Temporalmente, o período de amostragem englobou o período reprodutivo dos peixes na região (outubro a março), em sincronia com o início e o fim da estação chuvosa, corroborando com os trabalhos Vazzoler (1996), Bialecki et al. (2004), Agostinho et al. (2007), Baumgartner et al. (2008), Reynalte-Tataje et al. (2011) e Picapedra et al. (2023).

Esses resultados reforçam a importância das sub-bacias dos rios Negro e APA, na dinâmica reprodutiva de espécies de peixes do Pantanal e ainda sugere certa diferença entre as sub-bacias, pois os Characiformes foram mais capturados na sub-bacia do rio APA, como por exemplo *Brycon hilarii* (Valenciennes, 1850) que é grande dispersor de sementes durante sua migração (REYS et al., 2008) e sofre pressão predatória através da sobrepesca (CATELLA & ALBUQUERQUE, 2007). Já para a sub-bacia do rio Negro foram os Siluriformes, principalmente em relação aos principais táxons de espécies migradoras (*Hemisorubim platyrhynchos*, *Pseudoplatystoma* spp e *Sorubim lima*) que na América do Sul representam 75% das espécies de peixes para o continente (1915 spp.) (REIS et al., 2016).

Com o presente estudo podemos afirmar a importância dos locais amostrados como locais de desova e desenvolvimento, em especial quanto a presença de espécies migradoras e

destacar a ameaça dos 116 empreendimentos hidroelétricos que estão em processo de análise para a região, faz-se necessário mais levantamentos como deste trabalho para os rios do planalto pantaneiro bem como ações mais firmes quanto sua preservação em detrimento da manutenção dos estoques pesqueiros.

Referências

- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá. EDUEM. 387 p. 1997.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 2007. 501 p.
- AGOSTINHO, A. A., et al. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. Reviews in Fish biology and Fisheries, v. 14, n. 1, p. 11-19, 2004.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H.I.; JÚLIO JR., H.F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: Carolsfeld, J., Harvey, B., Ross, C. & Baer, A. Migratory fishes of South America: biology, fisheries, and conservation status. Victoria, Canada: World Fisheries Trust. Cap.2, p.19-98, 2003.
- AHLSTROM, E. H. & MOSER, H.G. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations in fisheries. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes. Nantes, v. 40, p. 379-398, 1976.
- ALHO, C. J. R. & DOS REIS, R. E. Exposure of fishery resources to environmental and socioeconomic threats within the Pantanal wetland of South America. International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences, 2017.
- ALHO, C. J. R. & GONÇALVES, H. C. Biodiversidade do Pantanal: ecologia & conservação. Editora UNIDERP, 2005.
- ALHO, C. J. R. & SABINO, J. A conservation agenda for the Pantanal's biodiversity. Brazilian Journal of Biology, v. 71, p. 327-335, 2011.
- ALHO, C. J. R. et al. Ameaças à biodiversidade do pantanal brasileiro pelo uso e ocupação da terra. Ambiente & Sociedade, v. 22, 2019.
- ANA – Brazilian National Water Agency. Strategic action program for the integrated management of the Pantanal and the upper Paraguay river basin (Subprojeto 1.1 – Formulação de meios para promover a conservação da pesca no rio Taquari-MS). Brasília. Several volumes. Link: <https://goo.gl/THqsLH> 2005.
- ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. 2020a.

- ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). Estatística pesqueira. Relatório de Andamento 06: Diagnóstico de Ictiofauna, Ictioplâncton e Pesca na RH Paraguai. Elaboração de Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região. 110p. 2020b.
- ANDERSON M. J. et al. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecol Lett.* 2006; 9:683-93. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00926.x>
- ANDRADE, F. F. et al. Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 104, p. 70-80, 2014.
- BAILLY, D. et al. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. *River Research and Applications*, v. 24, n. 9, p. 1218-1229, 2008.
- BAUMGARTNER, G.; et al. Some aspects of the Ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná river, Brazil. *Revista brasileira de Zoologia*. 14 (3): 551 – 563, 1997.
- BIALETZKI, A. et al. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 23, p. 377-382, 2001.
- BIALETZKI, A., et al. Levantamento Ictiofaunístico do Rio Ariranha – MT. Relatório Final. Maringá: Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia); Arcadis Tetraplan; 2009.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Recursos Hídricos – SRH. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 2006.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA. 2015.
- BRENDA, L. S. S. Historic patterns of deposition and biomagnification of mercury in selected wetland systems. 2013. Tese de Doutorado. University of Toledo.
- BRITSKI, H. A. et al. Peixes do Pantanal: manual de identificação. 2ª. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 230 p.
- CALHEIROS, D. F. et al. Contaminação por agrotóxicos nas águas da bacia do Alto Paraguai. *Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul*, v. 3, 2010.
- CALHEIROS, D. F., et al. Hidrelétricas nos rios formadores do pantanal: ameaças à conservação e às relações socioambientais e econômicas pantaneiras tradicionais. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 9(1), 119-139. 2018. [doi:10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0009](https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0009).
- CATELLA, A. C. & ALBUQUERQUE, F. F. de. Sistema de Controle da pesca de Mato Grosso do Sul, SCPESCA/MS. 10, 2003. Corumbá: Embrapa Pantanal/SEMACIMASUL, p. 56

- (Embrapa Pantanal. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 75). 2007.
<http://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/06/SCPesca2003.pdf>
- CATELLA, A. C. et al. Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul, SCPESCA/MS. EMBRAPA-MS, Boletim de controle e desenvolvimento, 133, 1-60. Acessado em 21 de novembro de 2020, em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173000/1/Boletim-SCPESCA-2016-final.PDF>. 2017.
- CLARKE, K. Robert. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine ecology Progress series*, v. 216, p. 265-278, 2001.
- CLARK, J.S. . Uncertainty in population growth rates calculated from demography: the hierarchical approach. *Ecology*, 84, 1370–1381. 2003.
- COEN, L. D.; LUCKENBACH, M. W.; BREITBURG, D. L. The Role of Oyster Reefs as Essential Fish Habitat: A Review of Current Knowledge and Some New Perspectives. *American Fisheries Society Symposium* 22:438–454, 1999.
- COSTA, R. M. R. & Mateus, L. A. F. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(3):447-458, 2009.
- CRUZ, P. R. et al. Ecologia do ictioplâncton: uma abordagem cienciométrica. *Oecologia Australis*, v. 20, p. 436-450, 2016.
- DA SILVA, P. S. et al. Tributaries as biodiversity preserves: An ichthyoplankton perspective from the severely impounded Upper Paraná River. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 29, n. 2, p. 258-269, 2019.
- DE ARRUDA, O. J.; LÁZARO, W. L. Qualidade da água e potencial de autodepuração do rio paraguai, após lançamento de efluente urbano. COMISSÃO ORGANIZADORA, p. 370, 2023.
- DE LIMA, A. F. et al. Padrões de distribuição e ocorrência espaço-temporal de ovos e larvas de peixes nos rios Pardo e Anhanduí, bacia do alto rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 11, n. 1, 2013.
- DOS SANTOS LEANDRO, G. R. et al. Apropriação dos recursos hídricos e intervenções nos canais fluviais na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, Alto Paraguai, Mato Grosso–Brasil. 2020.
- FIGUEIREDO, G. M. M. Distribuição espacial e temporal de ovos e larvas de peixes no rio Cuiabá e áreas adjacentes, Mato Grosso, Brasil. 2014. 37 f. il. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2014.
- FRANCO, J. L. de A. Biodiversidade e ocupação humana do Pantanal matogrossenses: conflitos e oportunidades. Garamond, 2019.

- GALDINO, S. et al. Classification of pasture degradation levels in terms of hydric erosion risk in Quartzipsamments areas at alto Taquari watershed (MS/MT, Brazil). *Geografia*, v. 38, p. 95-107, 2013.
- GARCIA, D. A. Z. et al. A bacia do Paranapanema. In: Orsi ML, Almeida FS, Swarça AC, Claro-Garcia A, Vianna NC, Garcia DAZ, Bialetzki A, editores. *Ovos, larvas e juvenis dos peixes da bacia do rio Paranapanema: uma avaliação para a conservação*. Assis: Triunfal Gráfica; 2016. p.25–30.
- GODINHO, A. L. et al. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes*, v. 87, p. 143-162, 2010.
- HUMPHRIES P. et al. River regulation and fish larvae: variations through space and time. *Freshwater Biology* 47: 1307-1331, 2002.
- IMASUL (Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul). Relatório de qualidade das águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai: 2002. Mato Grosso 2004.
- JUNK, W. J. et al. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.
- KIPPER, D., BIALETZKI, A. & SANTIN, M. (2011). Composição taxonômica da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Rosana, Rio Paranapanema, Brasil. *Biota Neotropica* 11(1), 1-5. doi: 10.1590/S1676- 06032011000100039.
- LIMA, A. F. et al. Padrões de distribuição e ocorrência espaço-temporal de ovos e larvas de peixes nos rios Pardo e Anhanduí, bacia do alto rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 7-13, 15 mar. 2013.
- LUCAS, M. & BARAS, E. *Migration of freshwater fishes*. John Wiley & Sons, 2008.
- MAKRAKIS M. C. et al. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin (Diversidade nos padrões migratórios entre peixes neotropicais em uma bacia hidrográfica altamente regulada). *J. Fish Biol.* 2012; 81:866–81. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03346.x>
- MATEUS, L. et al. Fishing resources in the rio Cuiabá basin, Pantanal do Mato Grosso, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 2, p. 217-227, 2004.
- NAKATANI, K. Estudo do ictioplâncton no reservatório de Itaipú: levantamento das áreas de desova. 1994. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.
- NAKATANI, K. et al. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. EDUEM. Maringá. 378 pp, 2001.
- NASCIMENTO, F. L. & NAKATANI, K. Variação temporal e espacial de ovos e de larvas das espécies de interesse para a pesca na sub-bacia do rio Miranda, Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 27(3), 251-258, 2005.

- NONAKA, R. H. et al. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin* 98: 767-784, 2000.
- OKSANEN J, et al. Vegan: community ecology package [Internet]. 2019. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- PELICICE, F. M. et al. Ecosystem services generated by Neotropical freshwater fishes. *Hydrobiologia*, v. 850, n. 12, p. 2903-2926, 2023.
- PICAPEDRA, P. H. et al. A long-term study on the larval distribution of the migratory fish *Salminus brasiliensis* (Characiformes: Bryconidae) in a dam-free section of the Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 106, n. 4, p. 641-656, 2023.
- REIS, R.E et al. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, vol. 89, no. 1, pp. 12-47. 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/jfb.13016>. PMID:27312713.
- REYNALTE-TATAJE, D. A et al. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State Brazil): influence of environmental variables. *Neotropical Ichthyology*, 9 (2), 427-436, 2011.
- REYNALTE-TATAJE D.A., et al. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environ Biol Fish* 94:403–419. 2012.
- REYNALTE-TATAJE, D. A et al. Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology*, [s. l.], 2012.
- REYNALTE-TATAJE, D. A. et al. Temporal and spatial distributions of the fish larval assemblages of the Ivinhema River sub-basin (Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, v. 96, p. 811-822, 2013.
- REYNALTE-TATAJE, D. A. et al. State of the art of identification of eggs and larvae of freshwater fish in Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 32, 2020.
- REYS, P. et al. Frugivory by the fish *Brycon hilarii* (Characidae) in western Brazil. *Acta Oecologica*, 35 (1), 136-141, 2008 <https://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2008.09.007>
- SANCHES P. V. et al. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. *River Res Appl* 22(5):555–565. 2006.
- SANTIN, M. et al. Abundância e distribuição temporal de larvas de *Pachyurus bonariensis* Steindachner, 1879 (Perciformes, Sciaenidae), em uma baía do pantanal mato-grossense. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31 (1), 65-71, 2009.
- SANVICENTE-AÑORVE, L. et al. Relationship patterns between ichthyoplankton and zooplankton: a conceptual model. *Hydrobiologia*. 559, 11-22, 2006.
- SILVA, J. C. et al. Importance of dam-free stretches for fish reproduction: the last remnant in the Upper Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 29, Dec 2017.

- SOUZA, A. et al. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Negro, MS. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, v.35, n.2, p.176-189. 2013.
- SUZUKI, H. I. et al. Estratégias reprodutivas de assembléias de peixes em reservatórios. Biocenoses em Reservatórios. Padrões espaciais e temporais. São Carlos, RiMa, 257p, p. 223-242, 2005.
- TAGUTI T.L. et al. Early development of two tropical fishes (Perciformes: Sciaenidae) from the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Rev Biol Trop. 63(4):1105–18. 2015. <https://doi.org/10.15517/RBT.V63I4.17265>
- TONDATO, K. K., et al. Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. Neotropical Ichthyology, 8 (1), 123-134, 2010.
- TOSETTO, E. G. et al. Habitats de desova de peixes migradores em ecossistemas lóticos: caracterização abiótica. Oecologia Australis, v. 20, n. 1, 2016.
- VAZZOLER, A.E.A. DE M. & N.A. MENEZES, Síntese de conhecimento sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). Revista Brasileira de Biologia 52(4): 627-640. 1992.
- VIANNA, N.C. & NOGUEIRA, M.G. Ichthyoplankton and limnological factors in the Cinzas River – an alternative spawning site for fishes in the middle Paranapanema River basin, Brazil. Acta Limnol. Bras., vol. 20, no. 2, p. 139-151. 2008.
- VLIEGER, I. T. Distribuição do ictioplâncton no médio rio Uruguai, município de São Borja (RS, Brasil). Orientador: David Augusto Reynalte Tataje. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel do Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017.
- WHEATON, J. M. et al. Linking geomorphic changes to salmonid habitat at a scale relevant to fish. River research and applications, v. 26, n. 4, p. 469-486, 2010.
- WILLINK, P. W. et al. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil, RAP Bulletin of Biological Assessment. Conservation International, Washington, DC, v. 18. 305 p. 2000.
- WWF-BRASIL; SOS-PANTANAL. Monitoramento das Alterações da Cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira - Período de Análise: 2012-2014. Brasília: 2015.
- ZACARDI, D. M. & PONTE, S. C. S. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio rio Xingu, bacia amazônica, Brasil. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, [s. l.], 2016.
- ZANATTA, S. Barragens na bacia do alto rio Paraguai: uma ameaça para a maior área úmida do planeta. 2018.
- ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. New York, Prentice Hall. 1984

- 758 ZIOBER, S. R. et al. Evoy. The importance of a conservation unit in a subtropical basin for fish
759 spawning and growth. *Environmental Biology of Fishes*, v. 98, p. 725-737, 2015.
760
- 761 ZIOBER, S. R., et al. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in
762 headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10 (1), 123-
763 132, 2012.