



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

MATEUS BABICHI VEIGA DE SOUZA

**Análise espaço-temporal do ictioplâncton em uma sub-bacia do alto rio
Paraguai: conhecendo sua contribuição para o Pantanal brasileiro**

Maringá
2023

MATEUS BABICHI VEIGA DE SOUZA

**Análise espaço-temporal do ictioplâncton em uma sub-bacia do alto rio
Paraguai: conhecendo sua contribuição para o Pantanal brasileiro**

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

Orientadora: Dr.^a Andréa Bialetzki
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Karina Keyla Tondato-Carvalho

Maringá
2023

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

S729a

Souza, Mateus Babichi Veiga de, 1998-

Análise espaço-temporal do ictioplâncton em uma sub-bacia do alto rio Paraguai : conhecendo sua contribuição para o Pantanal brasileiro / Mateus Babichi Veiga de Souza. -- Maringá, 2023.

54 f. : il. (algumas color.).

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2023.

Orientadora: Dr.^a Andréa Bialezki.

Coorientadora: Prof. ^a Dr.^a Karina Keyla Tondato-Carvalho.

1. Peixes de água doce - Ovos e larvas – Áreas de desovas - Dinâmica reprodutiva – Pantanal Mato-Grossense (MT e MS) - Brasil. 2. Ictioplâncton – Distribuição espaço-temporal - Alto rio Paraguai - Taquari, Rio, Bacia - Brasil. 3. Peixes de água doce - Ovos e larvas – Táticas reprodutivas - Análise espaço-temporal - Alto rio Paraguai - Taquari, Rio, Bacia - Brasil. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 23. ed. -597.1468098172

MATEUS BABICHI VEIGA DE SOUZA

**Análise espaço-temporal do ictioplâncton em uma sub-bacia do alto rio
Paraguai: conhecendo sua contribuição para o Pantanal brasileiro**

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

BANCA EXAMINADORA

Dr.^a Andréa Bialetzki
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Diego Maia Zacardi
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

Dr.^a Taise Miranda Lopes
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Pós-doutoranda) PEA/UEM)

Prof.^a Dr.^a Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS)

Prof. Dr. Diego Corrêa Alves
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Aprovado em: 18 de dezembro de 2023.

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

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram e me ajudaram durante esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de fazer uma breve trajetória e agradecer a todos que me ajudaram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Em primeiro lugar, aos meus Pais e minha irmã, por todo o apoio, incentivo e suporte.

A Prof.^a Dr.^a Karina Keyla Tondato-Carvalho, que foi com quem eu tive o primeiro contato com a pesquisa de ovos e larvas, sem ela eu não estaria aqui.

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Andréa Bialezki, que me ensinou muito sobre esse “mundo” do ictioplâncton e confiou em mim durante todo este processo.

Aos meus colegas de laboratório, Miro e Eliana, que foram minha companhia todos os dias.

A Marcella e ao João, que se tornaram minha família em Maringá, compartilhando todos os momentos (bons e ruins) e que foram e são meu principal alicerce durante esses dois anos.

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia Energética (Bia, Max, Marcelinha, Vini's e Erickinha) por terem me acolhido como “agregado” e sempre me incluírem em tudo.

A todos os meus colegas de turma, mas em especial ao Luddy, por ter me ajudado muito com as análises estatísticas, ao Lucas e Rafa pela parceria e cumplicidade.

A todos os colegas de outros laboratórios, pelas conversas, cafés, conselhos e *scripts*.

Ao Felipe, que mesmo na Nova Zelândia se fez presente em minha vida.

A todos meus amigos de Campo Grande, em especial Mariana, Jéssica, Arthur, Matheus, Rafael, Clara e Raylla, que sempre estão comigo e me recebem de braços abertos todas as vezes que viajo para vê-los.

Ao Marcos, por ser minha companhia diária há 9 anos, e mesmo eu em Maringá e ele em Fortaleza, não deixamos isso afetar nossa amizade e companheirismo.

Ao PEA/Nupélia por toda a estrutura e por ter proporcionado com que eu conhecesse pessoas que sempre foram grandes inspirações.

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

Sem vocês eu não teria conseguido. Minha eterna gratidão!

Eu determino que termine aqui e agora
Eu determino que termine em mim, mas não
acabe comigo
[...]

Que tenham outros problemas e encontrem novas
soluções.

(Linn da Quebrada)

Análise espaço-temporal do ictioplâncton em uma sub-bacia do alto rio Paraguai: conhecendo sua contribuição para o Pantanal brasileiro

RESUMO

Analisou-se a distribuição espacial e temporal do ictioplâncton, a composição taxonômica e a relação com fatores ambientais, na sub-bacia do alto rio Taquari, alto rio Paraguai, visando a conservação da ictiofauna pantaneira. As coletas de ovos e larvas foram realizadas em onze pontos de amostragem, entre outubro e março de 2017/2018 e 2018/2019. Houve diferenças significativas entre pontos de coleta, meses e anos, com maiores densidades de ictioplâncton nos rios Coxim e Taquari, entre o período de novembro e janeiro. Foram identificados 28 gêneros e/ou espécies de peixes, sendo dez migradoras de longa distância. Os ovos tiveram uma relação negativa com temperatura da água e pluviosidade. Para larvas, a transparência da água e pluviosidade foram significativas, ambas de forma negativa. Entretanto espécies diferentes tendem a ocorrer em ambientes com qualidades abióticas distintas. Os estágios de desenvolvimento larval vitelino, pré-flexão e flexão se distribuem por toda a sub-bacia, principalmente nos pontos próximos ao Pantanal. Considerando os dados e análises apresentados neste estudo, é evidente a importância da conectividade entre estes ambientes, especificamente entre o planalto e Pantanal, destacando a importância da sub-bacia como um todo para o processo reprodutivo dos peixes. Assim, estudos que evidenciem processos ecológicos que afetam a distribuição e densidade do ictioplâncton fornecem informações valiosas para conservação do ecossistema e contribuem no manejo de estoques pesqueiros.

Palavras-chave: áreas de desovas; conectividade; conservação; dispersão; fragmentação de rios; ovos e larvas de peixes.

Spatio-temporal analysis of ichthyoplankton in a sub-basin of the upper Paraguay River: understanding its contribution to the Brazilian Pantanal

ABSTRACT

The spatial and temporal distribution of ichthyoplankton, taxonomic composition, and its relation to environmental factors were analyzed in the upper Taquari River sub-basin, upper Paraguay River, aiming at the conservation of Pantanal ichthyofauna. Egg and larval collections were conducted at eleven sampling points between October and March of 2017/2018 and 2018/2019. Significant differences were observed between collection points, months, and years, with higher ichthyoplankton densities in the Coxim and Taquari rivers, particularly between November and January. Twenty-eight genera and/or species of fish were identified, including ten long-distance migratory species. Eggs density showed a negative correlation with water temperature and rainfall. For larvae, water transparency and rainfall were both significant, negatively influencing larval abundance. However, different species tend to occur in environments with distinct abiotic qualities. Yolk-sac, pre-flexion, and flexion larval development stages were distributed throughout the sub-basin, especially near the Pantanal. Considering the data and analyses presented in this study, the importance of connectivity between these environments, specifically between the plateau and Pantanal, is evident, highlighting the significance of the entire sub-basin for fish reproductive processes. Thus, studies highlighting ecological processes affecting ichthyoplankton distribution provide valuable information for ecosystem conservation and contribute to fisheries stock management.

Keywords: connectivity; conservation; dispersion; fish eggs and larvae; river fragmentation; spawning areas.

Dissertação parcialmente elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica Ecology of Freshwater Fish. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/16000633/homepage/forauthors.html>>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 Área de estudo	15
2.1 Coleta de dados	17
2.2 Processamento das amostras	18
2.3 Análise de dados	20
3 RESULTADOS	21
3.1 Distribuição Espacial	21
3.2 Distribuição Temporal	22
3.3 Composição Taxonômica e Guildas Reprodutivas	23
3.4 Distribuição do Ictioplâncton x Variáveis Ambientais	27
3.5 Distribuição espacial x Estágios de desenvolvimento	31
4 DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS	38
MATERIAL SUPLEMENTAR	52
APÊNDICE A - Tabela de compilação dos modelos propostos com suas variáveis explanatórias correspondentes para ovos de peixe e os valores de Critério de Informação de Akaike (AIC) ordenados crescentemente.....	52
APÊNDICE B - Tabela de compilação dos modelos propostos com suas variáveis explanatórias correspondentes para larvas de peixe e os valores de Critério de Informação de Akaike (AIC) ordenados crescentemente	53

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do alto rio Paraguai engloba duas regiões ecologicamente bem demarcadas e conectadas: o planalto e a planície, também conhecida como Pantanal (Agostinho et al., 2003; Assine, 2005; Bravo et al., 2014; Zanatta & Maciel, 2021). A conexão entre essas duas regiões é de extrema importância, pois os rios do planalto alimentam o pulso de inundação do Pantanal, contribuindo para a formação deste complexo ecossistema aquático (Zanatta, 2018; Sousa et al., 2023). O Pantanal, além de ser a maior extensão úmida contínua do planeta, se destaca por sua grande importância como um *hotspot* de biodiversidade, apresentando o registro de mais de 380 espécies de peixes (Ribeiro et al., 2009; Roesch et al., 2009; Johnson et al., 2013; Marengo et al., 2021; Gimênes Junior & Rech, 2022).

Dentre os principais rios formadores do Pantanal, o rio Taquari é um dos mais representativos afluentes da margem esquerda do alto curso do rio Paraguai e, por outro lado, o mais frequentemente associado a impactos antrópicos e climáticos de toda a bacia, devido ao uso inadequado do solo, retirada da vegetação ripária, abuso de agrotóxicos e intensificação do assoreamento (Collischonn & Tucci, 2002; Casatti, 2004; Galdino & Vieira, 2006; Mercante & Santos, 2009; Louzada et al., 2021; Oliveira et al., 2022). Recentemente, uma nova ameaça surgiu: a expansão hidrelétrica sobre as áreas de planalto, sendo que só para esta sub-bacia, 33 empreendimentos em diferentes estágios de implantação (operação, construção, previsão, eixo disponível ou revogados) (Agência Nacional de Águas e Saneamento, 2020).

Somado ao fato da região possuir uma formação geológica sedimentar com áreas predominantemente arenosas, estes impactos podem causar extinção local de espécies de peixes dependentes de substratos específicos para alimentação e sucesso reprodutivo, o que possivelmente acometerá a maior área úmida do planeta, além de afetar ainda mais a comunidade ictiofaunística que depende da conectividade dos rios para a realização do seu ciclo de vida (Casatti, 2004; Zeilhofer & Moura, 2009; Calheiros et al., 2018; Oliveira et al., 2022). As características da bacia, aliada aos impactos regionais, influenciam não só o ecossistema, mas também atingem diretamente as comunidades tradicionais (e. g. ribeirinhos, pescadores artesanais) que dependem do pescado para a sua sobrevivência, uma vez que muitos peixes utilizam o rio Taquari como rota migratória (Resende & Santos, 2002; Garcez et al., 2010; Lima et al., 2012; Frey-Dargas et al., 2014; Uieda & Fujihara, 2018; Souza, 2022).

Em meio aos diferentes aspectos e características que envolvem o ciclo de vida dos peixes, o processo reprodutivo é um dos mais importantes (Orsi, 2010; Muchlisin, 2014; Orsi et al., 2016). Desta forma, devido as variações nas condições existentes em um determinado ambiente (e.g., qualidade das condições abióticas, disponibilidade de alimento e predação), as espécies desenvolveram diferentes estratégias e táticas reprodutivas, tornando este assunto objeto de extensas pesquisas (Vazzoler, 1996; Caramaschi & Brito, 2021; Rosa et al., 2022). Podemos enquadrar o processo reprodutivo dos peixes em duas grandes estratégias: espécies migradoras (requerem amplos trechos livres de bacia, deslocando-se por grandes distâncias em busca de ambientes adequados para completarem seu ciclo de vida, sendo este um processo comum na fenologia reprodutiva de muitos peixes) e espécies sedentárias (desenvolvem todo seu ciclo de vida em uma área restrita da bacia, e os deslocamentos, quando ocorrem, são de curta extensão) (Vazzoler, 1996; Agostinho et al., 2007; Rosa et al., 2017; Makrakis et al., 2019; Pan et al., 2023).

Os migradores de longa distância apresentam migração acima de 100 km de distância, com indivíduos de médio a grande porte, desova sazonal e total com alta fecundidade, ovócitos pequenos e de rápido desenvolvimento embrionário, além de ovos pequenos, o que facilita seu transporte passivo e o acesso às áreas de crescimento (Vazzoler, 1996; Nakatani et al., 2001; Agostinho et al., 2007; Bailly et al., 2008; Rauber et al., 2020; Campos et al., 2020; Gimênes Junior & Rech, 2022). Essas espécies desempenham um importante papel econômico na região por possuírem maior interesse de comercialização no mercado de peixes (Lima, 1986; Chiaravalloti et al., 2021). Por outro lado, espécies sedentárias costumam ser diminutas, com maior interesse para aquarioria, além de apresentarem diferentes estratégias e comportamentos, como fertilização interna ou externa, hábito territorialista, construção de ninhos para cuidado parental e menor taxa de fecundidade (Bailly et al., 2008; Frey-Dargas et al., 2014; Gimênes Junior & Rech, 2022; Souza et al., 2023).

Mesmo com toda a variedade de estratégias e táticas reprodutivas, os peixes de modo geral, compartilham uma mesma necessidade: uma boa qualidade de água para que haja condições adequadas à reprodução (Ribeiro & Moreira, 2012; Gimênes Junior & Rech, 2022). Variáveis regionais, como por exemplo a pluviosidade e, conseqüentemente, maior vazão dos rios, pode ser um dos principais desencadeadores para a desova (Nascimento & Nakatani, 2006; Bailly et al., 2008; Rauber et al., 2020; Gimênes Junior & Rech, 2022). Além disso, variáveis locais como pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido, transparência e condutividade elétrica podem ser correlacionados com as densidades de ovos e larvas, seja de forma positiva

ou negativa, apresentando assim uma resposta espécie-específica (Baumgartner et al., 2004; 2008; Reynalte-Tataje et al., 2007; Tondato et al., 2010; Reynalte-Tataje et al., 2011; Cardoso & Novaes, 2013; Cajado et al., 2020; Santos et al., 2020; Zacardi et al., 2020).

Com isso, usar o ictioplâncton como forma de avaliação de áreas de desova não contribui somente para a manutenção de recursos pesqueiros, mas também para a sistemática, biologia e ecologia das espécies, aquicultura e estudos de conservação para a região (Bialecki et al., 2016; Souza et al., 2023). Além disso, trabalhos relativos ao ictioplâncton de água doce vêm ganhando visibilidade nos últimos anos, considerando a sua inquestionável contribuição para os estudos ecológicos de ambientes aquáticos continentais (Nakatani et al., 2004; Orsi et al., 2016), principalmente nas bacias dos rios Paraná (Garcia et al., 2018; Marques et al., 2018, Rosa et al., 2018; Makrakis et al., 2019; Silva et al., 2019; Lima et al., 2020; Sanches et al., 2020), Amazonas (Cajado et al., 2020a; 2020b; Vasconcelos et al., 2021; Zacardi et al., 2021; Oliveira et al., 2022; Gogola et al., 2023) e Uruguai (Ziober et al., 2015; Reynalte-Tataje et al., 2020; Soares et al., 2022; Sulzbacher et al., 2023). Entretanto, para a bacia do rio Paraguai, pouco se conhece sobre esta comunidade (Ziober et al., 2012; Tondato-Carvalho et al., 2013; Figueiredo, 2014; Sousa et al., 2023), sendo este estudo parte de uma pesquisa pioneira na sub-bacia do alto rio Taquari.

A análise da comunidade ictioplânctônica revela informações cruciais sobre a reprodução e a dispersão de espécies, mas também fornece indicadores precoces das condições ambientais e da saúde do ecossistema. Nesse sentido, a identificação das áreas de desova no alto rio Taquari, utilizando os dados de ictioplâncton como ferramenta, se torna um instrumento importante para a avaliação de áreas prioritárias para a conservação da ictiofauna pantaneira. Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar a distribuição espacial e temporal de ovos e larvas, a composição taxonômica e a sua relação com fatores ambientais. Nossas hipóteses preditivas são que (1) ocorrerá variação espacial, intra e interanual na abundância de ovos e larvas dos peixes ao longo do período estudado; (2) haverá uma importante contribuição das espécies migradoras na composição taxonômica das larvas encontradas; (3) os fatores abióticos afetarão a ocorrência temporal de ovos e larvas e determinarão a ocorrência de espécies migradoras e (4) as larvas em estágios iniciais de desenvolvimento (larval vitelino e pré-flexão) serão encontradas nos pontos mais a montante e larvas desenvolvidas (estágios de flexão e pós-flexão) nos pontos mais a jusante da área amostrada, próximos a planície pantaneira.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O rio Taquari, com seus 801 km de extensão total, tem suas nascentes nas terras altas entre a Serra da Saudade e a Serra de Maracaju, no Estado de Mato Grosso e após percorrer aproximadamente 34 km no Estado de Mato Grosso e 134 km como divisor desse Estado com o de Mato Grosso do Sul, entra em território sul mato-grossense. Próximo à Cidade de Coxim, o rio Taquari recebe as águas do seu principal tributário, o rio Coxim, e logo adentra o Pantanal, seguindo uma direção Leste- Oeste (Galdino & Vieira, 2006).

A bacia do rio Taquari pode ser subdividida em três compartimentos: alto, médio e baixo Taquari, de acordo com o comportamento que o rio apresenta ao longo do seu percurso em direção ao rio Paraguai (Santos & Crepani, 1993). O primeiro compartimento, o alto rio Taquari, apresenta superfície aproximada de 28.000 km², que compreende a área do planalto drenado pelo rio Taquari e seus afluentes, Coxim, Jauru e Taquari-Mirim, até a escarpa cuestiforme da bacia sedimentar do Paraná, próxima à cidade de Coxim (Galdino & Vieira, 2006). É caracterizado por uma rede de drenagem com alto poder de erosão e transporte de sedimento (Santos & Crepani, 1993).

Foram determinados neste trecho onze pontos de amostragem, distribuídos no canal principal dos rios e, em seus afluentes, rios Coxim, Jauru, Figueirão, Verde e Camapuã, ou seja, um ponto no afluente e outro no rio principal acima da foz do afluente (**Tabela 1, Figura 1**). Foi estipulado que os pontos ARI, CAM, COX3 e TAQ são os mais à montante, ou seja, mais distantes da planície pantaneira, enquanto TAME e COX1, são os mais próximos. Regionalmente, todos os pontos estão sujeitos, de forma direta ou indireta, a um intenso assoreamento, resultado de práticas de uso do solo não propícias para a região e são considerados lóticos, com água barrenta e sedimento composto principalmente de areia e matéria orgânica, além de não possuírem vegetação submersa nem flutuante (Agência Nacional de Águas e Saneamento, 2020). A localização dos pontos de amostragem é apresentada na **Figura 1** e as características de cada um são descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Características dos pontos de estudo no alto rio Taquari, de acordo com suas localizações geográficas (latitude e longitude) e aspectos fisiográficos (largura, profundidade, mata ciliar, porcentagem de assoreamento e ocupação antrópica das margens).

Ponto	Localização	LAT	LONG	Largura (m)	Profundidade (m)	Mata ciliar (m)	Assoreamento (%)	Utilização antrópica
-------	-------------	-----	------	-------------	------------------	-----------------	------------------	----------------------

ARI	Rio Ariranha - Acima da confluência com rio Taquari	-17.995	-53.740	35	1	10 a 20	5 a 30	Ranchos
TAQ	Rio Taquari - Acima da foz do rio Ariranha	-17.995	-53.740	60	2	>30	5 a 30	-
TAME	Rio Taquari Médio	-18.179	-54.488	60	2	>30	5 a 30	Pecuária
COX1	Rio Coxim - Acima da foz com o rio Verde	-18.559	-54.742	80	2,30	<10	>50	Pecuária, chácaras, sítios e locais de recreação
VER	Rio Verde - Acima da confluência com rio Coxim	-18.561	-54.745	60	1,5	>20	5 a 30	Chácaras, sítios e locais de recreação
COX2	Rio Coxim - Acima da foz do rio Jauru	-18.715	-54.575	50	1,6	>20	30	Chácaras, sítios e locais de recreação
JAU1	Rio Jauru - Acima da confluência com rio Coxim	-18.713	-54.569	40	1,5	>10	30	Chácaras, sítios e locais de recreação
JAU2	Rio Jauru - Acima da foz do rio Figueirão	-18.581	-54.190	40	1,5	>30	30	-
FIG	Rio Figueirão - Acima da confluência com rio Jauru	-18.582	-54.191	30	1,2	>30	-	-
COX3	Rio Coxim - Acima da foz do rio Camapuã	-19.346	-54.187	30	1,5	>30	>30	Chácaras, sítios e locais de recreação
CAM	Rio Camapuã - Acima da confluência com rio Coxim	-19.347	-54.185	15	0,5	>30	>50	Chácaras, sítios e locais de recreação

Abreviações: ARI = Ariranha; TAQ = Taquari; TAME = Taquari Médio; COX1 = Coxim I; VER = Verde; COX2 = Coxim II; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; FIG = Figueirão; COX3 = Coxim III; CAM = Camapuã; LAT = Latitude; LONG = Longitude.

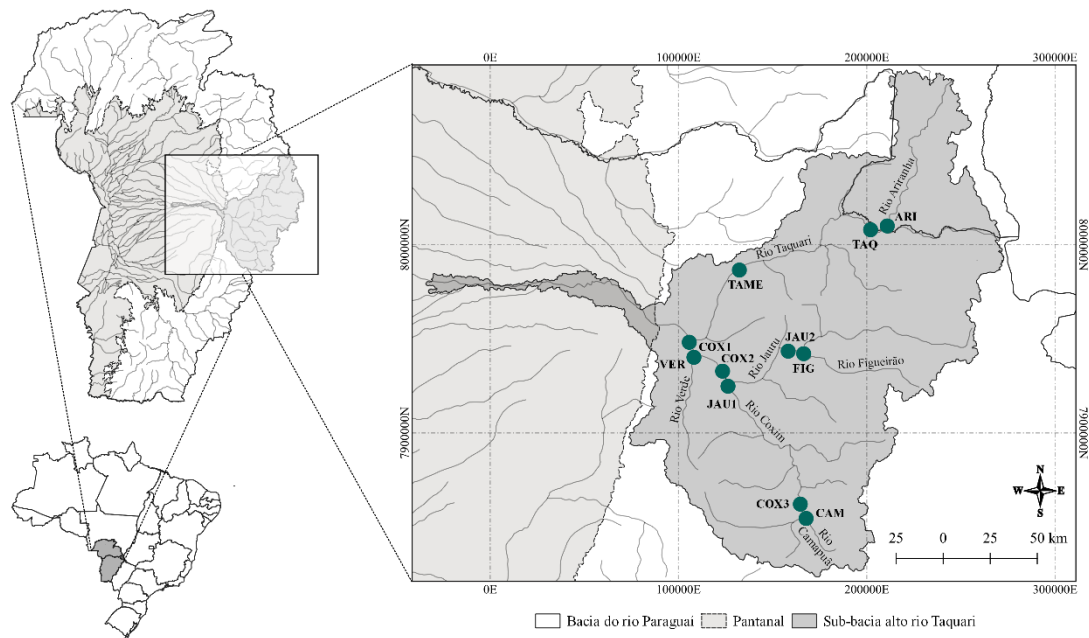


Figura 1. Localização dos pontos amostrais no alto rio Taquari, bacia do alto Paraguai, Brasil.

2.1 Coleta de dados

Em cada ponto foram realizadas coletas de ictioplâncton ao longo de ciclos nictemerais, com intervalos de 6 horas (18, 6, 0 e 12 horas) entre as amostragens, durante os meses de outubro de 2017 a março de 2018 e outubro de 2018 a março de 2019. Foram utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndricas, com malhagem de 0,5 mm e área de boca da rede de 0,06605 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 apenas três minutos.

Em todas as amostras obtidas foi previamente adicionado eugenol (4-Alil-2-Metoxifenol; 0,05 ml/L) (Resolução Normativa nº 37, 15 de fevereiro de 2018, CONCEA -

Brasil), cujo objetivo foi eutanasiar os indivíduos para na sequência serem fixados com formol diluído a 4%, tamponado com carbonato de cálcio. Posteriormente, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Ictioplâncton/Nupelia/Maringá, Paraná, onde foram processadas.

Simultaneamente às coletas de ictioplâncton foram obtidas as seguintes variáveis ambientais: temperatura da água, pH, condutividade elétrica, transparência e oxigênio dissolvido, todas consideradas variáveis locais. Os dados de pluviosidade (variável regional) foram obtidos junto ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (<https://portal.inmet.gov.br/>) referente as estações meteorológicas mais próximas aos pontos amostrais. Esta variável no entanto, possui um efeito acumulativo no ambiente, apresentando uma maior influência no comportamento prévio dos níveis hidrométricos do que com os níveis registrados no momento da coleta (Thomaz et al., 1997). Para identificação de possíveis interações diretas entre esta variável e a abundância do ictioplâncton, foi realizado previamente uma análise de correlação de Spearman utilizando como variável resposta a abundância de ovos e larvas e como variável independente os valores de precipitação do dia da coleta, bem como de 01, 05, 10 e 15 dias precedentes, sendo o melhor resultado representado pelo somatório de 15 dias.

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). Os procedimentos para a coleta foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEUA) da UEM (CEUA N° 4324300817).

2.2 Processamento das amostras

Em laboratório as amostras de ictioplâncton foram triadas, com auxílio de um estereomicroscópio, utilizando-se placa do tipo Bogorov, para separar e quantificar os ovos e as larvas. Devido à dificuldade de identificação e de literatura especializada, os ovos não foram identificados, 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 (Oldani 1979a,b; Nascimento & Araújo-Lima, 2000; Nakatani et al., 2001; Oliveira et al., 2012; Andrade et al., 2014; Taguti et al., 2015; Garcia et al., 2016).

Os ovos e as larvas identificadas foram enquadrados em estágios de desenvolvimento de acordo com Ahlstrom & Moser (1976) modificado por Nakatani et al. (2001). Para ovos foram atribuídos os seguintes estágios: - 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. Quanto as larvas, estas foram classificadas 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 avaliar a utilização dos pontos de amostragem como área de desova por espécies com diferentes estratégias reprodutivas, os indivíduos capturados foram enquadrados a partir das guildas reprodutivas dos parentais. Suzuki et al. (2004) e Bailly et al. (2008) enquadram os peixes em quatro guildas: 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. Entretanto, para simplificar os resultados os indivíduos foram classificados apenas com relação ao deslocamento para a reprodução, em MIG = migradores de longa distância e NMIG = não migradores ou migradores de curta distância.

A abundância dos organismos coletados foi padronizada para um volume de 10m^3 de água filtrada, utilizando-se a seguinte equação (Tanaka, 1973, modificado por Nakatani et al., 2001). $Y = (X/V).10$, onde: Y = número de indivíduos por 10m^3 ; X = número de indivíduos

coletados; V = volume de água filtrada. Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a seguinte fórmula: $V = a.r.f.$, onde: V = volume de água filtrada (m^3); a = área da boca da rede (m^2); r = número de rotações do fluxômetro; e f = fator de calibração do fluxômetro (0,026873).

2.3 Análise de dados

Para responder a primeira hipótese, inicialmente foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) com pontos de coleta, meses e anos como fatores independentes (Bialetzki et al., 2004). Como os pressupostos da ANOVA não foram atingidos, optou-se por realizar um teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para avaliar as diferenças de abundâncias entre os locais, meses e anos amostrados (Zar, 2010). Para verificar a relação par a par entre pontos de coleta, meses e anos com a densidade do ictioplâncton, foi feito um teste *pos hoc* par-a-par através do comando *pairwise.wilcox.test*, o qual compara estes pares de grupos em relação à variável resposta (Goçalo et al., 2011; Rosa et al., 2018).

A segunda hipótese que diz respeito as guildas reprodutivas foi testada através de um teste de Permutação de Variância (PERMANOVA). A função utilizada foi *adonis2*, onde a matriz de dissimilaridade foi relacionada com a variável explicativa (Santana et al., 2020; Azevedo-Santos et al., 2021). Foram realizadas 999 permutações para avaliar a significância estatística do resultado.

Com relação a hipótese (terceira) referente a influência das variáveis ambientais sobre a densidade de ovos e larvas, inicialmente foi realizado um *loop* que gera todas as possíveis combinações de variáveis ajustando-se aos modelos lineares generalizados mistos (GLMM's) para cada combinação, incorporando efeitos aleatórios para considerar a estrutura hierárquica dos dados. Através disso, os valores do Critério de Informação de Akaike (AIC) foram calculados e ordenados em ordem crescente de modo que o modelo com menor valor de AIC foi definido como o mais adequado (Brooks et al., 2017). O modelo final foi realizado utilizando a função *glmmTMB* e o argumento *family* estipulado como *tweedie* com um link *log*, visto que essa distribuição é flexível e consegue lidar com uma ampla gama de dados (Bolker, 2022). Os fatores aleatórios foram “ponto”, “mês” e “ano”. Isso permitiu que o modelo levasse em consideração as variações específicas associadas a esses fatores não observados, tornando-o mais robusto e capaz de capturar a complexidade dos dados (Harrison et al., 2018). Em seguida, para avaliar a influência das variáveis ambientais sobre a ocorrência de espécies migradoras foi

realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) através da função *envfit* com 999 permutações, visto que esta técnica permite avaliar como as variáveis ambientais determinam a distribuição das espécies em questão (Palmer, 1993; Lubinski et al., 2008; Myers et al., 2021).

A fim de analisar a distribuição dos estágios de desenvolvimento larval (quarta hipótese), inicialmente foi analisada a variação na abundância destes entre os locais amostrados através de Análise Permutacional de Variância (PERMANOVA), e posteriormente, uma Análise de Escalonamento Multidimensional (NMDS) utilizando a função *metaMDS* (Clarke et al., 2014) para visualizar a estrutura de similaridade entre estes locais. Devido a sobreposição dos estágios de desenvolvimento entre os locais amostrados, optou-se por separar em cada gráfico apenas um ponto com suas respectivas relações e método utilizado foi o de Bray-Curtis como medida de dissimilaridade (Oksanen, 2014). Adicionalmente, para visualizar as relações entre os estágios de desenvolvimento e os pontos de amostragem, foi realizada uma análise de rede, o que nos permitiu destacar as interações mais significativas (Sousa et al., 2023).

3 RESULTADOS

3.1 Distribuição Espacial

As amostragens realizadas resultaram em 12.057 ovos e 3.029 larvas. Foi evidenciado uma diferença significativa na densidade de ovos ($H = 29,41$; $df = 10$; $p = 0,00$) e larvas de peixes ($H = 37,87$; $df = 10$; $p < 0,01$) entre os diferentes pontos de coleta. Os pontos COX3 (14,55 ovos/10m³) e TAQ (10,60 ovos/10m³) apresentaram as maiores densidades médias de ovos, seguido do ponto CAM (7,81 ovos/10m³) (**Figura 2A**). Analisando o gradiente montante-jusante, os pontos foram diferentes entre si, onde COX3 (montante) diferiu de JAU1, JAU2 e TAME (jusante), e TAQ de TAME (**Figura 2A**).

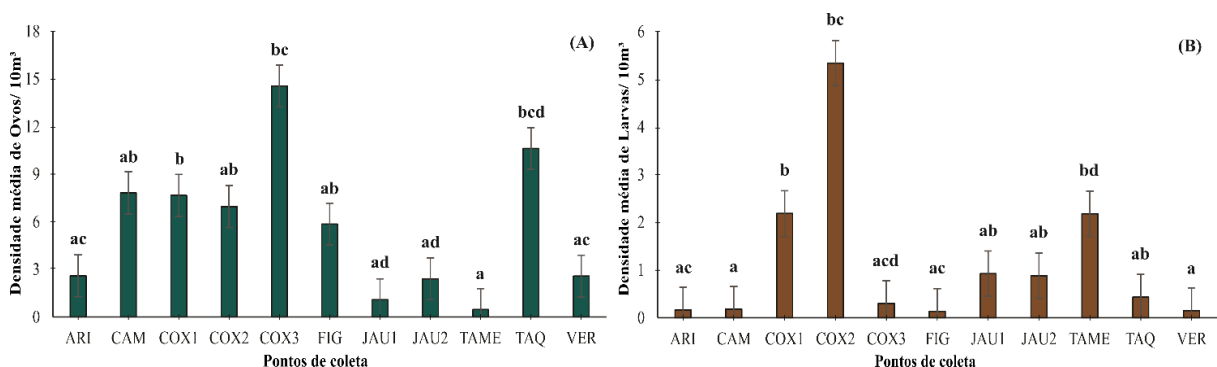


Figura 2. Distribuição espacial de ovos (A) e larvas de peixes (B) (indivíduos/10m³) nos pontos amostrados entre os meses de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019 no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil. ARI = Ariranha; CAM = Camapuã; COX1 = Coxim I; COX2 = Coxim II; COX3 = Coxim III; FIG = Figueirão; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; TAME = Taquari Médio; TAQ = Taquari; VER = Verde. Pontos significativamente diferentes entre si são representados por letras em cima de cada barra, uma ou mais letras iguais representam médias que não diferem entre si. Erro padrão representado por barras abaixo das letras.

Para larvas, os pontos COX2 (5,34 larvas/10m³), TAME (2,18 larvas/10m³) e COX1 (2,18 larvas/10m³) apresentaram as maiores densidades médias, respectivamente, visto que os demais pontos amostrados resultaram em densidade média próxima a zero (**Figura 2B**). Da mesma forma que para ovos, é possível verificar na **Figura 2B** uma diferença nas densidades entre o gradiente montante-jusante. Os pontos CAM, ARI, COX3, FIG e VER foram diferentes de COX1, bem como CAM e VER diferentes de COX2 (**Figura 2B**).

3.2 Distribuição Temporal

Para ovos houve uma diferença significativa entre os meses ($H = 46,57$; $df = 5$; $p = 0,00$) e anos ($H = 12,04$; $df = 2$; $p < 0,01$) de coleta. No primeiro ciclo de coleta (2017/2018) o mês de dezembro apresentou a maior densidade média, com 15,69 ovos/10m³, seguido de janeiro (7,10 ovos/10m³) e novembro (6,70 ovos/10m³), respectivamente (**Figura 3A**). Fevereiro e março foram diferentes dos outros meses. No segundo ciclo (2018/2019), os meses de janeiro (13,26 ovos/10m³) e novembro (11,45 ovos/10m³) apresentaram as maiores densidades (**Figura 3A**). Assim como no primeiro ciclo, março diferiu dos outros meses, entretanto fevereiro foi diferente apenas de novembro e janeiro (**Figura 3A**).

Para larvas, houve diferença significativa para meses ($H = 45,84$; $df = 5$; $p < 0,01$), mas não para anos ($H = 4,66$; $df = 2$; $p = 0,09$) (**Figura 3B**). No primeiro ciclo, assim como os resultados observados para ovos, os meses de dezembro (3,71 larvas/10m³) e janeiro (1,76 larvas/10m³), apresentaram as maiores densidades médias. A comparação par a par entre os meses revelou que fevereiro foi diferente de novembro, dezembro e janeiro, bem como março que além destes mesmos meses, diferiu também de outubro (**Figura 3B**). Já no segundo ciclo, os meses de novembro e janeiro foram os que apresentaram maiores densidades (2,62 larvas/10m³ e 2,36 larvas/10m³, respectivamente) (**Figura 3B**). Neste período, fevereiro foi diferente apenas de novembro, entretanto março diferiu de todos os meses de coleta (**Figura 3B**). Não houveram diferenças mensais significativas entre os dois ciclos de coleta.

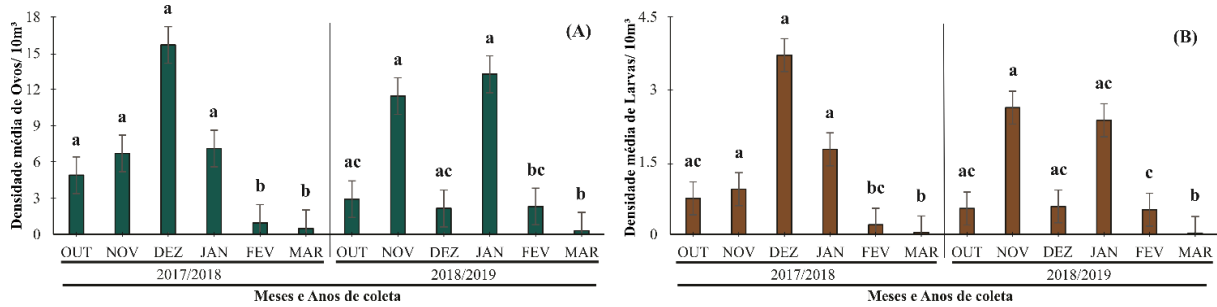


Figura 3. Distribuição temporal de ovos (A) e larvas de peixes (B) (indivíduos/10m³) entre os meses de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019 no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil. OUT = outubro; NOV = novembro; JAN = janeiro; FEV= fevereiro; MAR = março. Pontos significativamente diferentes entre si são representados por letras em cima de cada barra, uma ou mais letras iguais representam médias que não diferem entre si. Erro padrão representado por barras abaixo das letras.

3.3 Composição Taxonômica e Guildas Reprodutivas

Durante este estudo foram identificados 28 gêneros e/ou espécies de peixes pertencentes a diferentes guildas reprodutivas, conforme representado na **Tabela 2**. Entre os táxons identificados, 10 gêneros/espécies pertencem a guilda de migradores de longa distância e 18 não migradoras/migradoras de curta distância. Em particular, destaca-se a presença frequente de larvas de espécies da família Pimelodidae, em especial *Hemisorubim platyrhynchos*, *Pseudoplatystoma* spp. e *Zungaro jahu* ocorrendo em oito dos onze pontos amostrados (**Tabela 2**).

Não houve uma variação significativa das guildas reprodutivas entre os pontos de coleta ($F = 0,47$; $p = 0,97$). Entretanto, com exceção do ARI e FIG que houve maior densidade de larvas pertencentes a guilda dos não migradores/migradores de curta distância, e em CAM que não houve registro de nenhum táxon migrador de longa distância, percebe-se nos demais pontos uma elevada densidade de larvas de espécies migradoras de longa distância (**Figura 4**).

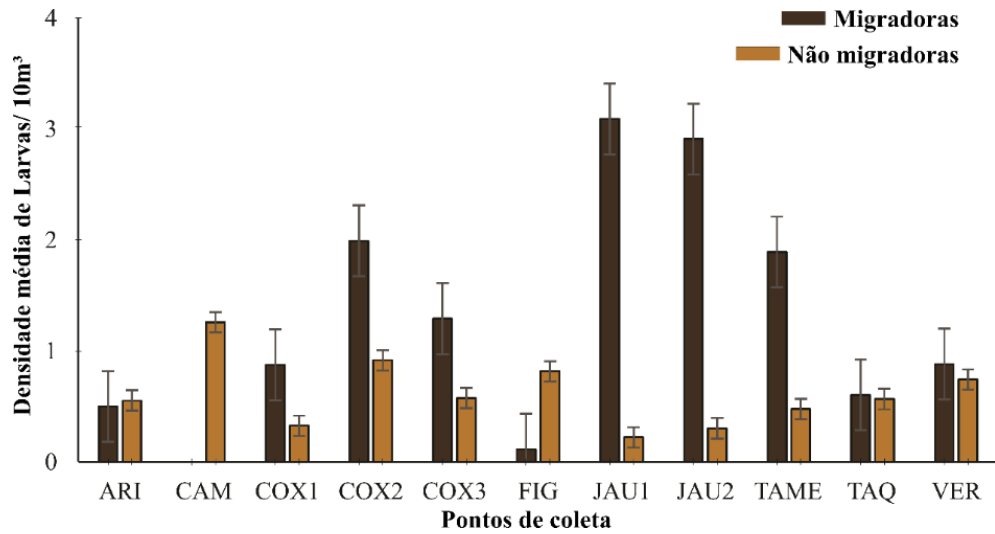


Figura 4. Distribuição espacial de larvas de peixes pertencentes a diferentes guildas reprodutivas (indivíduos/10m³) nos pontos amostrados entre os meses de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019 no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil. ARI = Ariranha; CAM = Camapuã; COX1 = Coxim I; COX2 = Coxim II; COX3 = Coxim III; FIG = Figueirão; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; TAME = Taquari Médio; TAQ = Taquari; VER = Verde. Erro padrão representado por barras.

Tabela 2. Composição taxonômica, distribuição espacial e classificação das guildas reprodutivas das larvas de peixes registradas nos pontos de amostragens no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil, entre outubro e março de 2017/2018 e 2018/2019.

Grupo taxonômico	Pontos de coleta											GR
	ARI	CAM	COX1	COX2	COX3	FIG	JAU1	JAU2	TAME	TAQ	VER	
CHARACIFORMES												
Anostomidae												
<i>Schizodon borellii</i> (Boulenger, 1900)				X								NMIG
Bryconidae												
<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes, 1850)			X	X			X	X	X			MIG
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)			X	X					X			MIG
Characidae												
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)									X			NMIG
<i>Bryconamericus exodon</i> (Eigenmann, 1907)	X		X			X			X			NMIG
<i>Bryconamericus</i> spp.			X	X		X	X	X	X	X	X	NMIG
<i>Odontostilbe pequirá</i> (Steindachner, 1882)										X	X	NMIG
Cynodontidae												
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Spix & Agassiz, 1829)			X	X								MIG
Erythrinidae												
<i>Hoplias</i> spp.						X			X			NMIG
Gasteropelecidae												
<i>Thoracocharax stellatus</i> (Kner, 1858)			X									NMIG
Prochilodontidae												
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	X		X	X			X	X	X	X		MIG
Serrasalminidae												
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	X		X	X			X	X	X		X	MIG
GYMNOTIFORMES												
Sternopygidae												
<i>Eigenmannia</i> spp.								X	X			NMIG
ACANTHURIFORMES												

3.4 Distribuição do Ictioplâncton x Variáveis Ambientais

Com relação as variáveis ambientais, com exceção da temperatura da água que variou de 21,70°C a 30,13°C, observa-se que houve uma ampla variação das variáveis analisadas entre os pontos amostrados. A variação do pH foi de 5,27 a 7,60 enquanto condutividade elétrica apresentou valores entre 11,89 e 110,68 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a transparência de 10,00 e 61,21, o oxigênio dissolvido de 5,80 e 8,38 mg/L, e por sua vez o somatório da pluviosidade durante os meses de coleta variou de 4,80 a 198,00 mm (**Tabela 3**).

Tabela 3. Valores médios (X), mínimos (Min) e máximos (Máx) das variáveis ambientais obtidas nos pontos de coleta no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil entre outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019.

Pontos de coleta	Variáveis ambientais					
	TEMPAGUA	pH	CONDELE	SECCHI	OX	PLUVIO
	X (Min - Max)	X (Min - Max)	X (Min - Max)	X (Min - Max)	X (Min - Max)	X (Min - Max)
ARI	25,35 (24,56 - 26,21)	6,76 (6,66 - 6,88)	16,09 (13,14 - 20,99)	33,59 (10,00 - 61,25)	7,21 (6,37 - 8,38)	76,45 (4,80 - 198,00)
CAM	27,96 (26,73 - 30,13)	7,11 (5,27 - 7,60)	75,95 (59,10 - 110,68)	27,08 (10,00 - 60,00)	6,84 (6,27 - 7,54)	65,54 (53,80 - 127,80)
COX1	27,92 (26,25 - 29,55)	7,01 (6,82 - 7,19)	37,52 (31,58 - 43,62)	22,21 (10,00 - 36,25)	6,98 (6,58 - 7,62)	115,77 (93,80 - 170,40)
COX2	27,73 (26,45 - 29,99)	7,12 (6,93 - 7,27)	45,35 (33,76 - 58,58)	27,08 (15,00 - 40,00)	6,86 (6,48 - 7,39)	115,77 (93,80 - 170,40)
COX3	25,51 (21,70 - 27,53)	7,01 (5,30 - 7,30)	40,61 (28,33 - 49,71)	21,88 (10,00 - 35,00)	7,17 (6,76 - 7,64)	65,54 (53,80 - 127,80)
FIG	26,82 (25,78 - 28,22)	6,85 (6,71 - 6,98)	24,71 (20,17 - 28,73)	44,17 (25,00 - 60,00)	6,81 (6,05 - 7,41)	115,77 (93,80 - 170,40)
JAU1	27,24 (25,73 - 29,19)	7,06 (6,98 - 7,24)	28,64 (23,19 - 33,39)	32,08 (15,00 - 60,00)	6,84 (6,14 - 7,45)	115,77 (93,80 - 170,40)
JAU2	27,41 (26,15 - 29,10)	6,84 (6,68 - 6,99)	29,04 (22,75 - 32,69)	24,04 (10,00 - 35,00)	6,82 (6,20 - 7,57)	115,77 (93,80 - 170,40)
TAME	27,81 (27,7 - 28,70)	6,82 (6,66 - 7,06)	23,76 (19,09 - 28,63)	26,64 (15,00 - 45,00)	6,77 (5,80 - 7,67)	115,77 (93,80 - 170,40)
TAQ	26,70 (25,38 - 27,49)	6,85 (6,71 - 6,98)	24,14 (17,58 - 34,32)	30,83 (10,00 - 45,00)	6,90 (6,23 - 7,50)	76,45 (4,80 - 198,00)
VER	27,33 (24,89 - 29,18)	6,60 (6,34 - 6,85)	18,15 (11,89 - 26,95)	32,50 (15,00 - 60,00)	7,12 (6,46 - 7,63)	115,77 (93,80 - 170,40)

Abreviações. ARI = Ariranha; CAM = Camapuã; COX1 = Coxim I; COX2 = Coxim II; COX3 = Coxim III; FIG = Figueirão; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; TAME = Taquari Médio; TAQ = Taquari; VER = Verde; TEMPAGUA = temperatura da água; CONDELE = condutividade elétrica; SECCHI = transparência da água; OX = oxigênio dissolvido; PLUVIO = pluviosidade.

Para ovos, o *loop* realizado com todas as variáveis ambientais indicou que o melhor modelo (MM), ou seja, aquele que apresentou o menor valor de AIC, foi com as variáveis temperatura da água, transparência, oxigênio dissolvido e pluviosidade. O modelo final apresentou um AIC de 651,81, indicando um bom ajuste do modelo aos dados. A temperatura da água teve um efeito significativo negativo sobre a densidade de ovos (Est = -0,33; EP = 0,11; $z = -3,09$; $p < 0,01$), assim como a pluviosidade (Est = -0,01; EP = 0,00; $z = -2,32$; $p = 0,02$) (**Figura 5**). A transparência (Est = -0,02; EP = 0,01; $z = -1,73$; $p = 0,08$) e o oxigênio dissolvido (Est = -0,50; EP = 0,29; $z = -1,71$; $p = 0,09$) também tiveram efeitos negativos na densidade de ovos de peixe, mas não foram significativos (**Figura 5**).

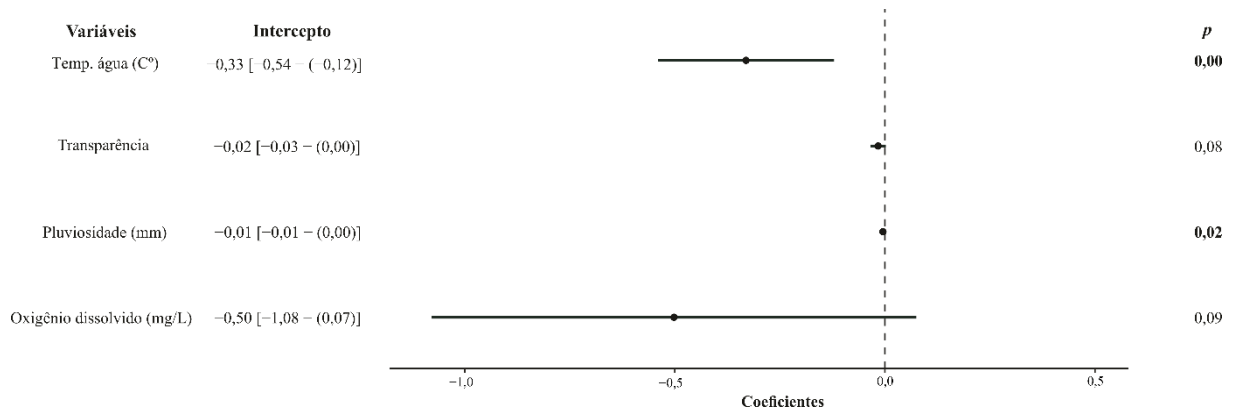


Figura 5. Forest plot representando o GLMM do melhor modelo para explicar a relação entre as variáveis ambientais e a densidade de ovos de peixes. Valores em negrito representam $p < 0,05$.

Durante o primeiro ciclo de coletas, a temperatura da água não teve grande variação, com valor mínimo próximo a 26°C e máximo um pouco acima de 27°C. Para o segundo ciclo, a amplitude e o valor médio mensal foram maiores do que no primeiro (aproximadamente 27° a 29°C) (**Figura 6A**). Além disso, percebe-se que nos meses com maiores temperaturas (novembro e dezembro, respectivamente), a densidade de ovos foi baixa (**Figura 6A**). Com relação a pluviosidade, no primeiro ciclo, nota-se que no primeiro mês de coleta a pluviosidade encontra-se próxima a 95 mm e se mantém próxima a este valor até o fim das coletas (março), quando diminui para aproximadamente 45 mm. No segundo ciclo, a média da pluviosidade variou mais do que no primeiro ciclo, com aproximadamente 45 mm no primeiro mês, atingindo cerca de 130 mm em fevereiro e fechando o ciclo com um pouco mais que 95 mm em março. Além disso, há uma relação inversa entre essa variável e a densidade de ovos nos meses de novembro, dezembro e fevereiro (**Figura 6B**).

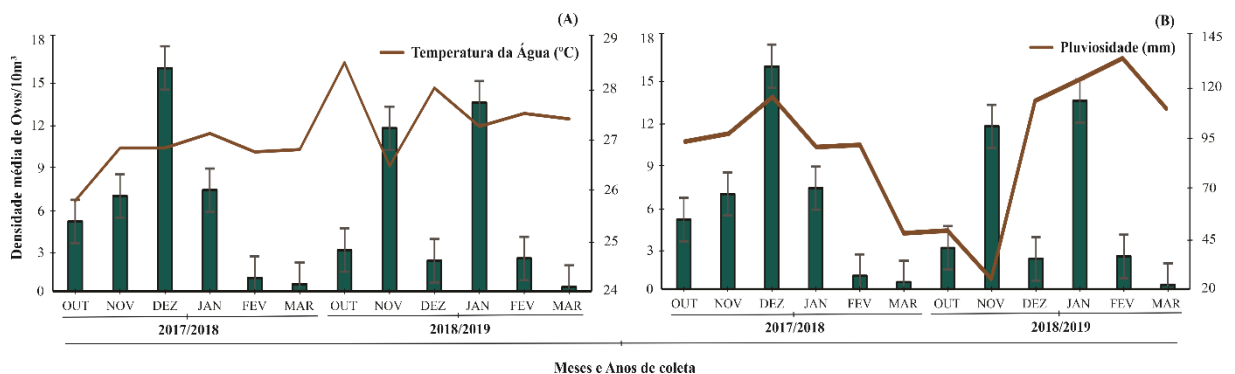


Figura 6. Variação temporal das densidades médias de ovos de peixes (indivíduos/10m³) e variação média da temperatura da água (A) e pluviosidade (B) observadas no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil, entres os meses de outubro a março de 2017/2018 e

2018/2019. OUT = outubro; NOV = novembro; JAN = janeiro; FEV= fevereiro; MAR = março. Erro padrão representado por barras.

Para larvas, o modelo com menor valor de AIC (312,79) foi o representado pelas variáveis pH, transparência e pluviosidade (**Tabela 6**). O GLMM indicou que a transparência da água (Est = -0,03; EP = 0,00; $z = -3,25$; $p < 0,01$) e pluviosidade (Est = -0,03; EP = 0,02; $z = -2,12$; $p = 0,03$) foram significativos, ambos de forma negativa (**Figura 7**). A relação com o pH não foi significativa (Est = -0,99; EP = 0,56; $z = -1,75$; $p = 0,08$).

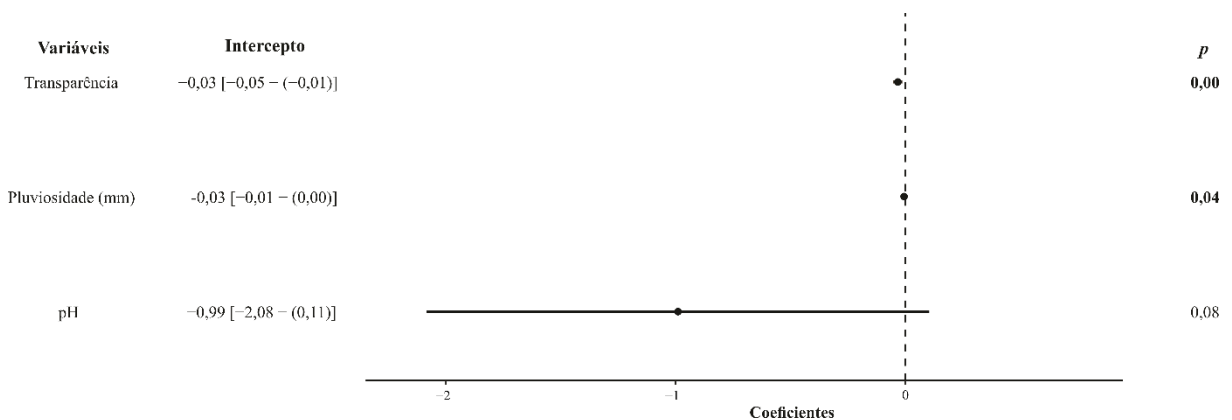


Figura 7. Forest plot representando o GLMM do melhor modelo explicar a relação entre as variáveis ambientais e a densidade de larvas de peixes. Valores em negrito representam $p < 0,05$.

A transparência, durante o primeiro ciclo, se comportou de forma inversamente proporcional a densidade de larvas, visto que nos meses de novembro, dezembro e janeiro (meses com maiores densidades), a água estava ficando mais turva (**Figura 8A**). No segundo ciclo, essa relação inversamente proporcional fica evidenciada, principalmente nos dois primeiros meses de coleta (outubro e novembro) (**Figura 8A**). Com relação a pluviosidade (**Figura 8B**), o comportamento foi parecido com o resultado encontrado na relação com ovos, visto que no primeiro mês de coleta do primeiro ciclo (outubro/2017) esta variável apresentava valores elevados, diferindo de outubro/2018. Ademais, os meses de novembro e dezembro/2018 foram inversamente proporcionais, como demonstrado na **Figura 8B**.

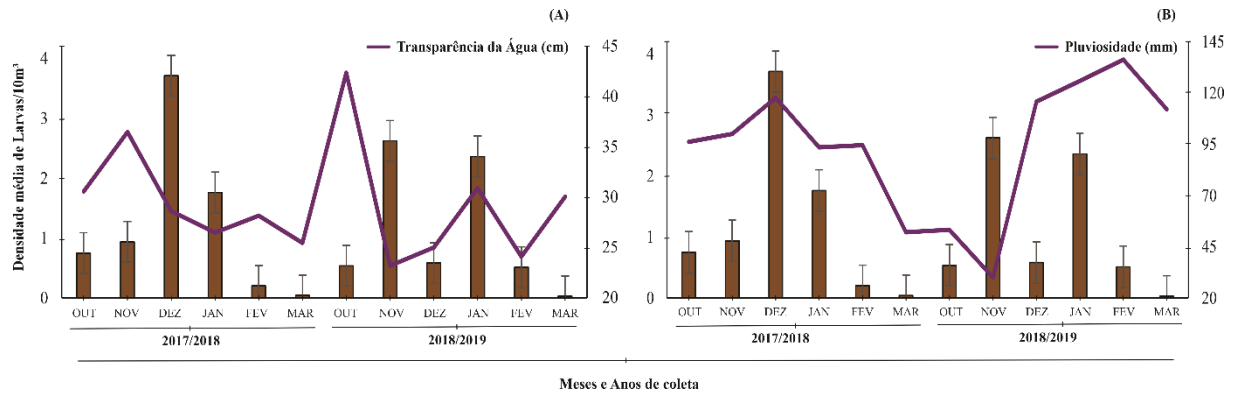


Figura 8. Variação temporal das densidades médias de larvas de peixe (indivíduos/ 10m³) entres os meses de outubro a março de 2017/2018 e 2018/2019 em relação transparência da água (A) e pluviosidade (B) no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil. OUT = outubro; NOV = novembro; JAN = janeiro; FEV= fevereiro; MAR = março.

Ao analisarmos a influência das variáveis ambientais na ocorrência das larvas de peixes migradores entre os pontos amostrados, percebe-se que os primeiros dois eixos da CCA explicaram 64,18% da variação dos dados, sendo que o primeiro eixo explicou 38,94%, e o segundo, 25,24% (**Tabela 4; Figura 9**). As variáveis que foram significativas e que afetaram a ocorrência destas espécies foram a temperatura da água, a condutividade elétrica e a pluviosidade (**Tabela 4; Figura 9**). As espécies *Salminus brasiliensis*, *Rhaphiodon vulpinus* e *Pimelodus* spp., ocorrem em locais com maiores valores médios de temperatura, pluviosidade e condutividade, como por exemplo, no COX2. *Bricon hilarii*, também está relacionado aos locais com elevadas temperaturas e pluviosidade, entretanto, com menor condutividade, como no TAME, JAU1 e JAU2. Contrapondo as relações acima, a ocorrência das espécies *Hemisorubim platyrhynchos*, *Piaractus mesopotamicus*, *Zungaro jahu* e *Prochilodus lineatus*, foram determinadas por locais com menores temperaturas, menor pluviosidade e menor condutividade, demonstrado pelo TAQ, por exemplo. Adicionalmente, *Sorubim Lima* e *Pseudoplatystoma* spp. também estão associados as menores temperatura e pluviosidade, mas esses locais devem apresentar maiores condutividades, representado por COX3. (**Figura 9**).

Tabela 4. Resultado da Análise de Correspondência Canônica (CCA) com os dados de ocorrência dos táxons de larvas de espécies migradoras e as variáveis ambientais observadas no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil, entre outubro e março de 2017/2018 e 2018/2019. Variáveis em negrito representam $p < 0,05$.

Variáveis ambientais	Eixo 1	Eixo 2	r ²	p
Condutividade elétrica	0,29	0,96	0,71	0,02
Oxigênio dissolvido	-0,99	0,04	0,52	0,10
pH	0,31	0,96	0,57	0,09
Pluviosidade	0,99	-0,10	0,97	0,00

Temperatura	0,99	0,14	0,80	0,00
Transparência	-0,61	-0,80	0,09	0,80
Varição explicada (%)	38,94	25,24	-	-

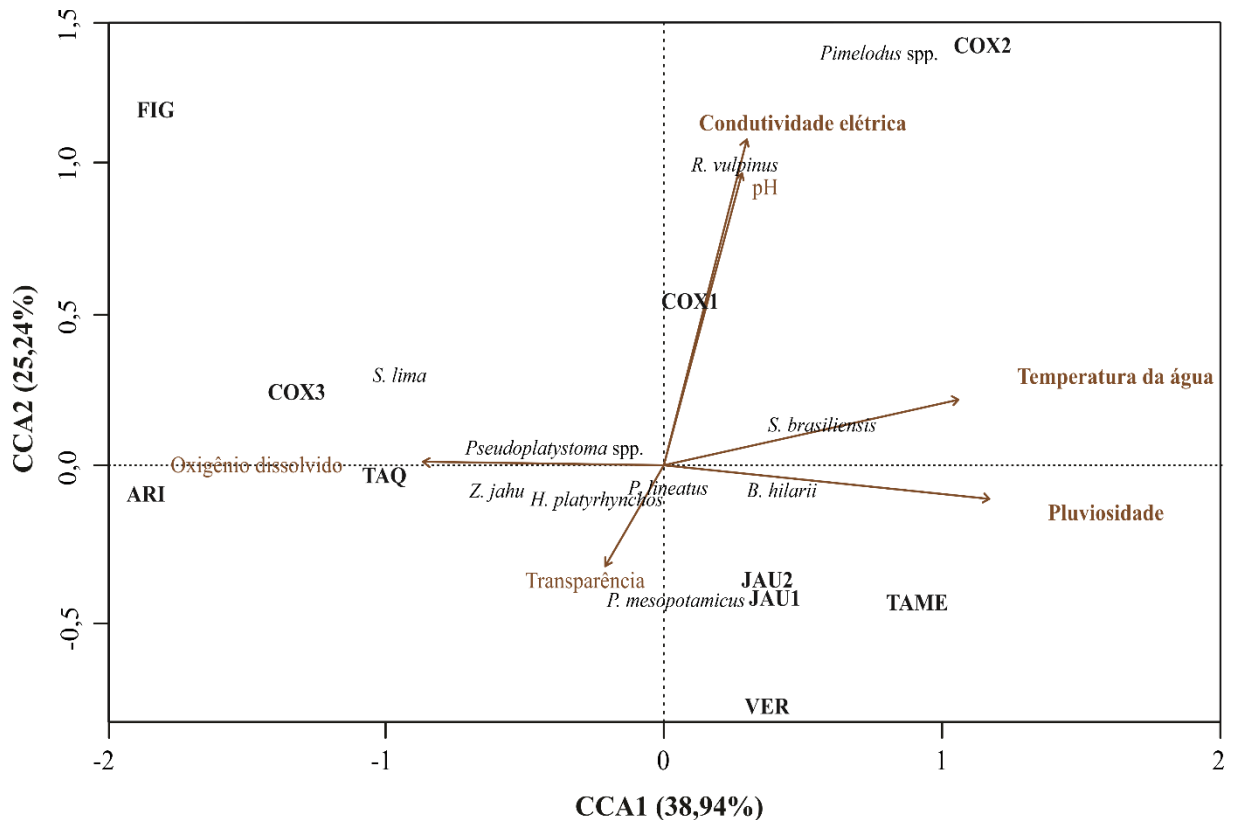


Figura 9. Ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) com os dados de ocorrência dos táxons de larvas de espécies migradoras por pontos de coleta e as variáveis ambientais observadas no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil, entre outubro e março de 2017/2018 e 2018/2019. Variáveis em negrito representam $p < 0,05$. ARI = Ariranha; COX1 = Coxim I; COX2 = Coxim II; COX3 = Coxim III; FIG = Figueirão; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; TAME = Taquari Médio; TAQ = Taquari; VER = Verde.

3.5 Distribuição espacial x Estágios de desenvolvimento

Foram coletadas 882 larvas em estágio de larval vitelino, 1.734 em pré-flexão, 407 em flexão e 6 em pós-flexão durante os dois ciclos amostrados. Os resultados apontam uma variação significativa entre nos estágios de desenvolvimento entre os pontos de coleta ($F = 0,41$; $p = 0,04$). Conforme demonstrado na ordenação (**Figura 10**) (20 interações; $stress = 0,01$), percebe-se que estágios mais iniciais (larval vitelino e pré-flexão), bem como o estágio de

flexão são encontrados em todos o pontos amostrados. Por outro lado, o estágio de pós-flexão, ficou restrito aos pontos JAU2, TAME e TAQ.

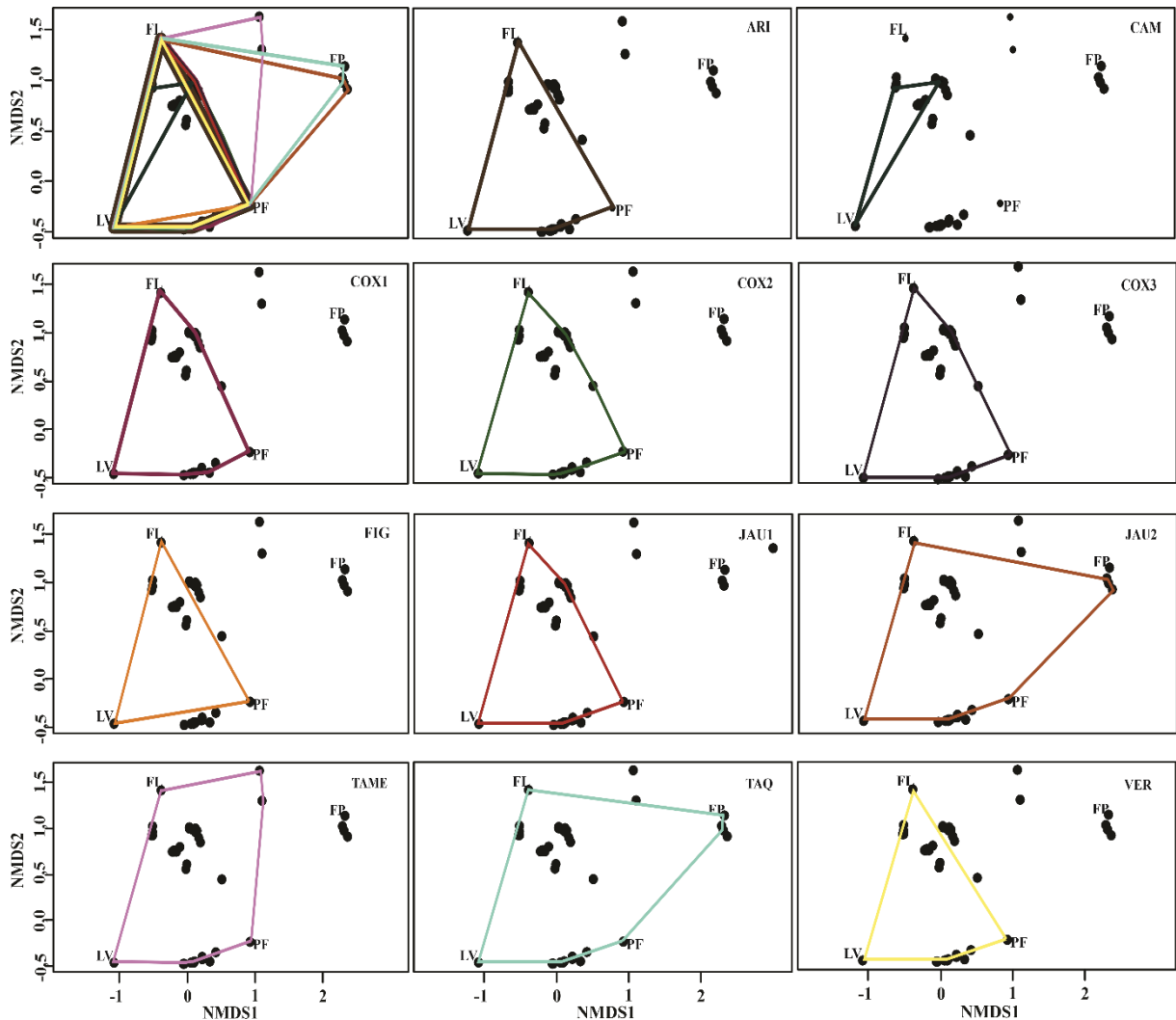


Figura 10. Representação do Escalonamento Multidimensional (NMDS) entre pontos de coleta e estágios de desenvolvimento larval no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil, entre outubro e março de 2017/2018 e 2018/2019. LV = larval vitelino; PF = pré-flexão; FL = flexão; FP = pós-flexão; ARI = Ariranha; CAM = Camapuã; COX1 = Coxim I; COX2 = Coxim II; COX3 = Coxim III; FIG = Figueirão; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; TAME = Taquari Médio; TAQ = Taquari; VER = Verde.

A rede representada na **Figura 11**, demonstra a interação entre pontos e estágios, desta forma percebe-se que em larval vitelino as interações são mais fortes nos pontos COX1 e COX2, bem como pré-flexão, que além destes pontos possui uma maior interação com o ponto TAME. Larvas em flexão estão mais associadas, novamente, com os pontos COX2 e TAME, além do ponto JAU2, por outro lado, pós-flexão distribui-se de forma parecida nos três pontos em que foram identificados (JAU2, TAME e TAQ) (**Figura 11**). Os pontos mais a montante,

ou seja, mais distantes da planície pantaneira (ARI, CAM, COX3 e TAQ), não apresentaram uma grande quantidade de larvas, entretanto, os pontos mais próximos ao Pantanal (COX1 e TAME) apresenta dominância de larvas em estágios de larval vitelino, pré-flexão e flexão.

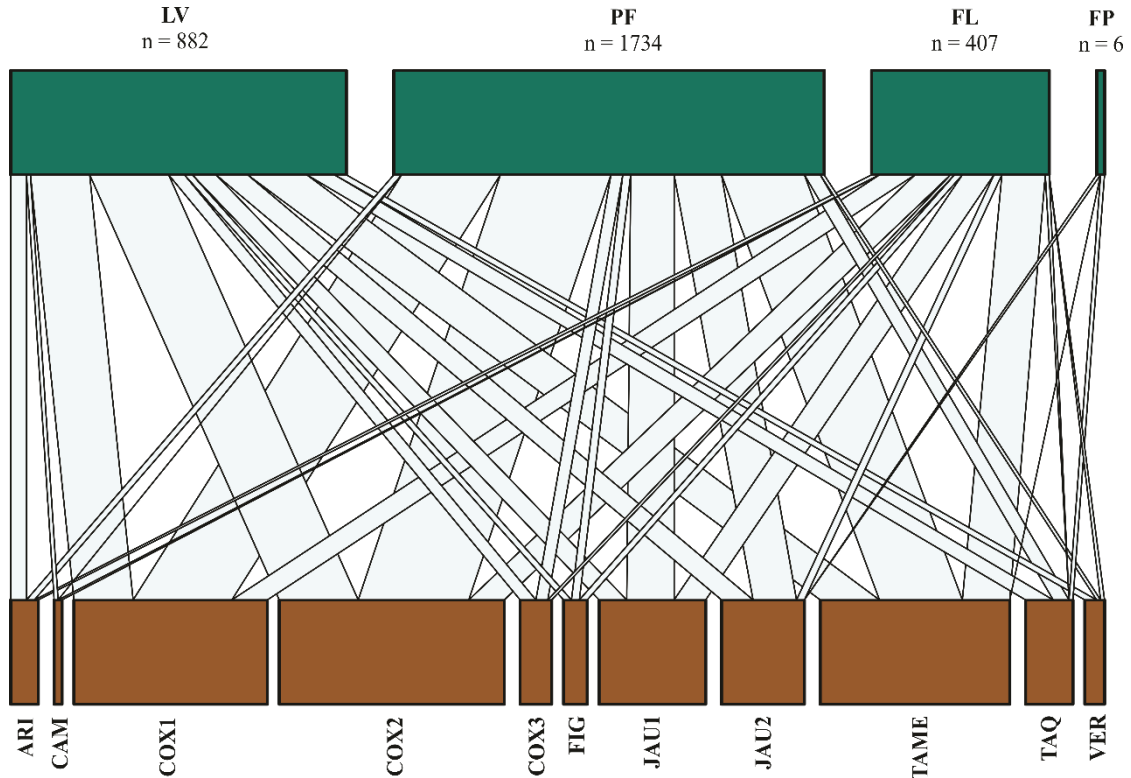


Figura 11. Gráfico bipartido demonstrando a relação entre estágios de desenvolvimento larval (verde) e pontos amostrais (marrom) no alto rio Taquari, bacia do alto rio Paraguai, Brasil. A largura das barras demonstrada é proporcional a ocorrência de larvas. As faixas (azuis claras) e linhas (pretas) representam a conexão estágio-local, faixas mais largas significam interações mais fortes. LV = larval vitelino; PF = pré-flexão; FL = flexão; FP = pós-flexão; ARI = Ariranha; CAM = Camapuã; COX1 = Coxim I; COX2 = Coxim II; COX3 = Coxim III; FIG = Figueirão; JAU1 = Jauru I; JAU2 = Jauru II; TAME = Taquari Médio; TAQ = Taquari; VER = Verde.

4 DISCUSSÃO

Neste estudo utilizamos o ictioplâncton como uma ferramenta para avaliar a importância do alto rio Taquari como local de reprodução da ictiofauna pantaneira, em especial as espécies migradoras. Os resultados encontrados mostram uma elevada abundância tanto de ovos quanto de larvas, os quais apresentam variação na distribuição espacial-temporal e, é influenciada por fatores ambientais. Outro resultado importante é a ocorrência de larvas de espécies migradoras, com grande valor comercial, em diferentes tributários, indicando a sua utilização para a desova

e os canais principais dos rios Taquari e Coxim como locais de transporte para berçários localizados na planície pantaneira. Desta forma, estes achados confirmam que essa região é uma área crítica para a conservação dos recursos pesqueiros

A alta densidade de ovos encontrada ($n = 12.057$) sugere que o alto rio Taquari serve principalmente, como sítio reprodutivo para a ictiofauna pantaneira. Além disso, foi confirmado que os pontos mais a montante (COX3 e TAQ), com as maiores densidades de ovos, são significativamente diferentes dos pontos mais a jusante (JAU1, JAU2 e TAME). O oposto pode ser observado para larvas, onde pontos mais a jusante apresentaram maiores densidades (COX2 e TAME). Deste modo, os resultados evidenciam uma migração ascendente dos peixes em direção as regiões de cabeceira do Taquari e, posterior, deriva de ovos e larvas através dos canais dos tributários em direção a planície pantaneira, tal qual relatado por Catella (2003) e Resende (2008). As larvas ao adentrarem no médio Taquari (planície) são possivelmente levadas as áreas alagáveis, onde se desenvolverão e, depois de desenvolvidos são recrutados e executam o movimento para os canais dos rios novamente. Esse comportamento é descrito por Resende (2003), na bacia do Paraguai, onde complementa que nessas áreas as larvas encontram abrigo, alimento e proteção contra predadores.

Os peixes da região da região tropical exibem um processo reprodutivo mais longo quando comparados aos de regiões temperadas (Reynalte-Tataje et al., 2012). De maneira geral, estudos realizados nas bacias dos rios Amazonas, Paraná e Uruguai relatam um maior período reprodutivo entre outubro e março, podendo se estender em alguns casos até abril, coincidindo com o começo e fim do período chuvoso (Vazzoler, 1996; Bialetzki et al., 2004; Agostinho et al., 2007; Baumgartner et al., 2008; Reynalte-Tataje et al., 2011; Chaves et al., 2019; Zacardi et al., 2020). Os resultados demonstraram uma densidade expressiva de ovos no mês de outubro (primeiro mês de coleta), em ambos os ciclos. Isso demonstra que para o alto rio Taquari, o desenvolvimento gonadal e migração (piracema) inicia-se anteriormente a este mês, como verificado por Resende & Santos (2002). Ainda, a maior densidade de ovos em janeiro, ressalta que os cardumes não sobem todos juntos e que os fatores exógenos (gatilhos), como precipitação e temperatura, atuam continuamente após o início do ciclo reprodutivo, podendo ocorrer melhores condições em meses subsequentes (Agostinho et al., 2003; Corrêa et al., 2011; Silva et al., 2014).

Ademais, vários estudos indicam o fim do período reprodutivo em março (Peixer et al., 2006; Bailly et al., 2008; Tondato et al., 2010; Reynalte-Tataje et al., 2011; Ziober et al., 2012; Sousa et al., 2023), porém em ambos os ciclos observamos densidades muito baixas neste mês,

indicando o fim do ciclo reprodutivo para a maioria das espécies antes deste período. Desta forma, estudos que abordem todos os meses do ano, são imprescindíveis para refinar esta informação, a qual é fundamental na gestão pesqueira, pois influencia diretamente o período de defeso (quando a pesca é proibida), que atualmente na bacia ocorre entre os meses de novembro e fevereiro (Resende, 2004; Chiaravalloti et al., 2021).

Durante o período amostrado, foram identificados 28 gêneros/espécies, sendo 10 pertencentes a guilda de migradores de longa distância. Sabendo que bacia do rio Paraguai abriga 23 espécies migradoras de longa distância (>100km) (Resende, 2003; Agostinho et al., 2004; Campos et al., 2020), destaca-se a alta representatividade dessas espécies no trecho amostrado. Algumas espécies registradas neste estudo (e.g. *H. Platyrrhynchos*, *Pseudoplatystoma* spp. e *Z. Jahu*) chegam a pesar 18kg quando estão na fase adulta, o que gera um maior interesse comercial (Resende & Santos, 2002), destacando a importância da preservação da região, visto que a pesca é a segunda principal atividade econômica no Pantanal (Frey-Dargas et al., 2014; Santos & Almeida, 2018; Chiaravalloti et al., 2021).

A identificação dos fatores ambientais que influenciam a ocorrência e densidade de ovos e larvas de peixes, é essencial para a compreensão da dinâmica ecológica desses organismos. No que se refere aos ovos, a temperatura da água apresentou uma relação negativa com picos de densidades em temperaturas amenas, apesar da baixa amplitude durante os meses amostrados. Gogola et al. (2010) também encontrou uma relação negativa desta variável sob a densidade de ovos na bacia do rio Paraná, onde a amplitude variou entre 20 a 35°C. Reynalte-Tataje et al. (2011), em um afluente do rio Uruguai também observaram uma relação negativa, entretanto a amplitude variou de 19,2 a 22,9°C. As maiores densidades de ovos na sub-bacia do alto rio Taquari foram encontradas em meses onde a temperatura estava em média 27°C, isso indica que por mais que esta variável seja um dos fatores mais importantes no ciclo de vida dos peixes, podendo aumentar ou diminuir a taxa dos processos metabólicos (Gogola et al., 2010; Tondato et al., 2010; Reynalte-Tataje et al., 2011), existe um limiar ideal onde ocorre o sucesso da desova.

A transparência da água é crucial na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de peixe, pois afeta a disponibilidade de luz, a produtividade primária do ecossistema e interfere nas chances de predação (Tondato et al., 2010; Pompeu et al., 2011; Reynalte-Tataje et al., 2012). Essa variável apresentou relação negativa com a densidade de larvas, corroborando com Tondato et al. (2010), Reynalte-Tataje et al. (2011) e Ziober et al. (2012). Os pontos de coleta onde houveram maiores densidades de larvas (COX2, COX1 e TAME) apresentaram valores

médios de transparência (cm) de 27,08, 22,21 e 26,64, respectivamente. Isto indica que o aumento desta variável facilita a predação visual de muitos peixes, possivelmente levando a uma maior mortalidade larval em um gradiente temporal (Fuiman, 1983; Leite et al., 2006; Sanches et al., 2006; Tondato et al., 2010; Ziober et al., 2012).

A pluviosidade apresentou grande variação entre os meses e também entre os anos. Nunes et al. (2016) realizaram um monitoramento de chuvas no Pantanal entre os anos de 1971 e 2011 e descreveram que o período de chuvas para a região varia entre novembro a março, com maiores valores em janeiro. Esta variável tem uma importante influência sobre o processo reprodutivo e sobre a distribuição de ovos e larvas, atuando como um gatilho e como um mecanismo para facilitar a dispersão (Baumgartner et al., 2008; Gogola et al., 2010; Tondato et al., 2010; Makrakis et al., 2012; Cajado et al., 2020b; Gimênes Junior & Rech, 2022), respectivamente. Porém, os resultados apresentaram um efeito contrário ao esperado. Deste modo, a falta da normalidade do regime hidrológico para região e o atraso das chuvas entre os ciclos conduziu a relação negativa com ovos e larvas, uma vez que as espécies não responderam de forma imediata a esta variabilidade ambiental, desovando mesmo em baixa pluviosidade. É importante salientar que fenômenos naturais, como El Niño/La Niña, alteram o ciclo de chuvas, impactando diretamente nas densidades do ictioplâncton (Mol et al., 2000; Gubiane et al., 2007; Cajado et al., 2022; Cataldo et al., 2022). Ademais, Suzuki & Pompeu (2016) relatam que a relação entre esta variável com a densidade de ovos e larvas pode ser mais evidente em rios de baixa ordem.

Sabe-se que as variáveis ambientais influenciam a ocorrência das espécies de forma que cada uma tende a responder diferentemente às variações no ambiente (Baumgartner et al., 2008; Corrêa et al., 2011; Zacardi, Ponte, 2016; Cajado et al., 2020; Cajado et al., 2022). A ocorrência de espécies migradoras de longa distância foram determinadas pelas variáveis temperatura da água, condutividade elétrica e pluviosidade, de forma que algumas espécies de Characiformes (*S. brasiliensis*, *R. vulpinus*, *B. hylarii*) tendem a ocorrer principalmente em ambientes com maiores temperaturas, diferentemente de alguns bagres (*Z. jahu*, *H. platyrhynchos* e *Pseudoplatystoma* spp), que apresentaram ocorrência em ambientes opostos a estes. Baumgartner et al. (2008), na planície de inundação do alto rio Paraná, relataram este mesmo padrão, indicando que cada espécie seleciona um conjunto de características abióticas em um dado ambiente utilizado como local de desova e crescimento de larvas.

Os resultados evidenciaram uma ampla distribuição de estágios de desenvolvimento, mostrando que a região, em um contexto geral, é um sítio reprodutivo para peixes. A presença

de estágios iniciais de desenvolvimento (larval vitelino e pré-flexão), bem como os estágios finais (flexão e pós-flexão) em pontos mais a jusante (COX1 e TAME) indicam tanto desovas próximas a esses locais, bem como distantes, ou seja, há uma ampla heterogeneidade na escolha do ambiente para reprodução. Assim, a conectividade entre estes ambientes é crucial, pois espécies migradoras foram associadas a pontos de coleta diferentes, e a ocorrência de larvas em estágios iniciais observadas em pontos como TAQ e COX3 (montante), confirmam as desovas mais a montante, reforçando que a fragmentação destes trechos impactaria diretamente nessas comunidades (Zambaldi & Pompeu, 2020). Posteriormente, estes indivíduos derivam em direção ao Pantanal, onde serão encontradas uma maior quantidade de estágio finais de desenvolvimento (pós-flexão) (pontos COX1, TAME, COX2 e JAU2). Isto corrobora com resultados obtidos por Sousa et al. (2023) analisando padrão de distribuição do ictioplâncton das espécies migradoras na região norte da bacia do alto rio Paraguai. Este processo de deriva é essencial para o sucesso reprodutivo e, conseqüentemente, para o recrutamento dos estoques pesqueiros (Cajado et al., 2020).

Os resultados encontrados neste estudo evidenciam de forma clara a importância da conectividade, entre os diferentes tributários, canais principais e planalto-planície. As flutuações sazonais na densidade de ovos e larvas estão intrinsicamente ligadas as variáveis ambientais, o que desencadeia o processo reprodutivo, corroborando as hipóteses 1 e 3. No que tange à composição taxonômica encontrada, a alta prevalência de larvas de espécies migradoras reflete não apenas a importância ecológica desta região, mas também social, alinhando-se ao que era esperado na segunda hipótese. A quarta hipótese foi parcialmente corroborada, uma vez que o gradiente montante-jusante não foi claramente estruturado. No entanto, ressalta-se a importância integral da região para o processo reprodutivo dos peixes, seja como local de desova ou como rota de transporte da prole para os locais de crescimento na planície.

Em face das iminentes ameaças decorrentes da possível construção de novos empreendimentos hidrelétricos, é fortemente recomendada a preservação dos rios na região do alto Taquari. Vale ressaltar que, caso todas as propostas de barragens se concretizem, mais de 70% das potenciais rotas de migração serão obstruídas, comprometendo a qualidade, a complexidade e a conectividade longitudinal dos rios locais (Campos et al., 2020) Isso não interromperia apenas o processo de migração dos peixes, mas também a dispersão da prole para a planície de inundação a jusante (Campos et al., 2020; Sousa et al., 2023). Assim, para assegurar a preservação do alto rio Taquari, sugere-se a delimitação e proteção de áreas específicas ao longo dos cursos d'água, como Áreas de Preservação Permanente (APP),

garantindo a manutenção das condições ideais e necessárias para o processo reprodutivos dos peixes. Outra maneira é a implementação de programas de monitoramento contínuo para avaliar a saúde do ecossistema e acompanhamento da comunidade ictiofaunística, identificando possíveis mudanças nos padrões de reprodução. Em conclusão, propõe-se a criação de programas de envolvimento social para sensibilizar as comunidades locais sobre a importância da preservação desses ambientes, promovendo uma participação ativa na conservação desta região.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., & Pelicice, F. M. (2007). *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Veríssimo, S., & K. Okada, E. (2004). Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish biology and Fisheries*, 14, 11-19. doi.org/10.1007/s11160-004-3551-y.
- Ahlstrom, E. H., & Moser, H. G. (1976). Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. *Revue des Travaux de L'institut des Peches Maritimes*, 40(3), 379-398.
- Andrade, F. F., Makrakis, M. C., Lima, A. F. D., Assumpção, L. D., Makrakis, S., & Pini, S. F. (2014). Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná. *Iheringia. Série Zoologia*, 104, 70-80. doi.org/10.1590/1678-4766201410417080.
- Assine, M. L. (2005). River avulsions on the Taquari megafan, Pantanal wetland, Brazil. *Geomorphology*, 70(3-4), 357-371. [doi: 10.1016/j.geomorph.2005.02.013](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.02.013).
- Azevedo-Santos, V. M., Daga, V. S., Pelicice, F. M., & Henry, R. (2021). Drifting in a free-flowing river: Distribution of fish eggs and larvae in a small tributary of a Neotropical reservoir. *Biota Neotropica*, 21. doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1227.
- Bailly, D., Agostinho, A. A., & Suzuki, H. I. (2008). 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*, 24(9), 1218-1229. doi.org/10.1002/rra.1147.

- Baumgartner, G., Nakatani, K., Gomes, L. C., Bialezki, A., Sanches, P. V., & Makrakis, M. C. (2008). Fish larvae from the upper Paraná River: do abiotic factors affect larval density?. *Neotropical Ichthyology*, 6, 551-558. doi.org/10.1590/S1679-62252008000400002.
- Baumgartner, G., Nakatani, K., Gomes, L., Bialezki, A., & Sanches, P. (2004). Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71, 115-125. doi.org/10.1007/s10641-004-0098-z.
- Bialezki, A., Garcia, D. A. Z., & Orsi, M. L. (2016). O estudo de ovos e larvas de peixes. In *Ovos, larvas e juvenis dos peixes da Bacia do Rio Paranapanema, uma avaliação para a conservação*. Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 55-104.
- Bialezki, A., Nakatani, K., Sanches, P. V., Baumgartner, G., & Gomes, L. C. (2005). Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, 73, 37-47. doi.org/10.1007/s10641-004-3795-3.
- Bolker, B. (2022). Getting started with the glmmTMB package. *R Package. version, 10*.
- Brasil, A. N. A. (2020). Avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na região hidrográfica do Paraguai e para suporte à elaboração do plano de recursos hídricos da região hidrográfica do Paraguai – PRH-Paraguai. 377p.
- Bravo, J. M., Collischonn, W., Da Paz, A. R., Allasia, D., & Domecq, F. (2014). Impact of projected climate change on hydrologic regime of the Upper Paraguay River basin. *Climatic Change*, 127, 27-41. [doi:10.1007/s10584-013-0816-2](https://doi.org/10.1007/s10584-013-0816-2).
- Brooks, M. E., Kristensen, K., Van Benthem, K. J., Magnusson, A., Berg, C. W., Nielsen, A., ... & Bolker, B. M. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R journal*, 9(2), 378-400. doi.org/10.32614/RJ-2017-066.
- Cajado, R. A., de Oliveira, L. S., da Silva, F. K. S., & Zacardi, D. M. (2020a). Ontogenetic structure and distribution patterns of ichthyoplankton in the confluence zone of two river systems in the Eastern Amazon. *Journal of Applied Ichthyology*, 36(6), 801-810. [doi: 10.1111/jai.14111](https://doi.org/10.1111/jai.14111).
- Cajado, R. A., Oliveira, L. S. D., Silva, F. K. S. D., Zacardi, D. M., & Andrade, M. C. (2022). Effects of anomalous climatic events on the structure of fish larvae assemblages in the

- eastern Amazon. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1064170. doi.org/10.3389/fenvs.2022.1064170.
- Cajado, R. A., Silva, F. K. S., Oliveira, L. S., & Zacardi, D. M. (2020b). Limnological characteristics effect of the Tapajós and Amazon Rivers about variability in the composition and abundance of fish larvae (Pará-Brazil). *Journal of Applied Hydro-Environment and Climate*, 2(1), 1-17.
- Calheiros, D. F., Castrillon, S. I., & Bampi, A. C. (2018). 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. [doi:10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0009](https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0009).
- Campos, M. M., Tritico, H. M., Girard, P., Zeilhofer, P., Hamilton, S. K., & Fantin-Cruz, I. (2020). Predicted impacts of proposed hydroelectric facilities on fish migration routes upstream from the Pantanal wetland (Brazil). *River Research and Applications*, 36(3), 452-464. doi.org/10.1002/rra.3588.
- Caramaschi, É. P., & Brito, M. F. G. (2021). Reprodução de peixes de riacho: estado da arte, métodos e perspectivas. *Oecologia Australis*, 25(2). doi.org/10.4257/oeco.2021.2502.07.
- Cardoso, R. S., & Novaes, C. P. (2013). Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 1(5). doi.org/10.17271/23188472152013510.
- Casatti, L. (2004). Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the upper Paraná River basin, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64, 757-765.
- Cataldo, D., Leites, V., Bordet, F., & Paolucci, E. (2022). Effects of El Niño-Southern Oscillation (ENSO) on the reproduction of migratory fishes in a large South American reservoir. *Hydrobiologia*, 849(15), 3259-3274. doi.org/10.1007/s10750-022-04941-6.
- Catella, A. C. (2003). *A pesca no Pantanal Sul: situação atual e perspectivas*. Corumbá: Embrapa Pantanal.
- Chaves, C. S., Oliveira, L. C., Cajado, R. A., Ponte, C. S., & Zacardi, D. M. (2019). Distribuição espaço-temporal de larvas de Sciaenidae (Pisces, Acanthuriformes), no trecho inferior do

rio Amazonas, Amzônia Oriental, Pará. *Oecologia Australis*, 23(3), 451-463. doi.org/10.4257/oeco.2019.2303.05.

Chiaravalloti, R. M., Catella, A., & Siqueira, A. L. (2021). Pesca Profissional Artesanal no Pantanal Sul: Histórico, Manejo dos Recursos e Recomendações para a Sustentabilidade. *Biodiversidade Brasileira*, 12(2): 1-15. doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v12i2.1987.

Clarke, K. R., Gorley, R. N., Somerfield, P. J., & Warwick, R. M. (2014). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Primer-E Ltd.

Collischonn, W., & Tucci, C. E. M. (2002). Aspectos Da Hidrologia Da Bacia Do Alto Rio Taquari. *RHAMA, Porto Alegre*, 1(1), 25.

Corrêa, R. N., Hermes-Silva, S., Reynalte-Tataje, D., & Zaniboni-Filho, E. (2011). Distribution and abundance of fish eggs and larvae in three tributaries of the Upper Uruguay River (Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, 91, 51-61. doi.org/10.1007/s10641-010-9759-x.

Frey-Dargas, J. H., Aoki, C., Rosa, F. R., & Resende, E. K. (2014). *Composição e distribuição de comunidades de peixes na planície de inundação do rio Taquari, Pantanal, MS*. Corumbá: Embrapa Pantanal.

Fuiman, L. A. (1983). Growth gradients in fish larvae. *Journal of fish biology*, 23(1), 117-123. doi.org/10.1111/j.1095-8649.1983.tb02886.x.

Galdino, S., & Vieira, L. M. (2006). A Bacia do Rio Taquari e seus problemas ambientais e socioeconômicos. In S. Galdino; L. M. Vieira; L. A. Pellegrin [Ed.], *Impactos Ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal.

Garcez, D. S., Sánchez-Botero, J. I., & Fabr e, N. N. (2010). Fatores que influenciam no comportamento territorial de ribeirinhos sobre ambientes de pesca em áreas de várzea do baixo Solimões, Amazônia Central, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 5, 587-607. doi.org/10.1590/S1981-81222010000300003.

Garcia, D. A. Z., Claro-Garcia, A., Costa, A. D. A., Bialetzki, A., Casimiro, A. C. R., Swarça, A. C., ... & Orsi, M. L. (2016). Composi o ictiofaunística e desenvolvimento inicial das

espécies. In. *Ovos, larvas e juvenis dos peixes da Bacia do Rio Paranapanema, uma avaliação para a conservação*. Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 55-104.

- Garcia, D. A. Z., Costa, A. D. A., Almeida, F. S. D., Bialecki, A., & Orsi, M. L. (2018). Spatial distribution and habitat use by early fish stages in a dammed river basin, Southern Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 605-621. doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33384.
- Gimênes Junior, H., & Rech, R. (2022). *Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno*. Campo Grande: Julien Design.
- Goçalo, C. G., Katsuragawa, M., & Silveira, I. C. A. D. (2011). Patterns of distribution and abundance of larval Phosichthyidae (Actinopterygii, Stomiiformes) in southeastern Brazilian waters. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59, 213-229.
- Gogola, T. M., da Silva, P. R. L., Maciel, A. L., Baumgartner, D., Piana, P. A., & Sanches, P. V. (2023). Fish functional biotic simplification in a Neotropical reservoir: An approach from the ichthyoplankton. *Ecology of Freshwater Fish*, 32(1). doi.org/10.1111/eff.12729.
- Gogola, T. M., Daga, V. S., da Silva, P. R., Sanches, P. V., Gubiani, É. A., Baumgartner, G., & Delariva, R. L. (2010). Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology*, 8, 341-349. doi.org/10.1590/S1679-62252010000200013.
- Gubiani, É. A., Gomes, L. C., Agostinho, A. A., & Baumgartner, G. (2010). Variations in fish assemblages in a tributary of the upper Paraná River, Brazil: A comparison between pre and post-closure phases of dams. *River Research and Applications*, 26(7), 848-865. doi.org/10.1002/rra.1298.
- Harrison, X. A., Donaldson, L., Correa-Cano, M. E., Evans, J., Fisher, D. N., Goodwin, C. E., ... & Inger, R. (2018). A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. *PeerJ*, 6, e4794. doi.org/10.7717/peerj.4794.
- Johnson, M. S., Couto, E. G., Pinto Jr, O. B., Milesi, J., Santos Amorim, R. S., Messias, I. A., & Biudes, M. S. (2013). Soil CO₂ dynamics in a tree island soil of the Pantanal: the role of soil water potential. *PLoS One*, 8(6), e64874. doi.org/10.1371/journal.pone.0064874.

- Leite, R. G., Silva, J. V. V. D., & Freitas, C. E. (2006). Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 36, 557-562. doi.org/10.1590/S0044-59672006000400018.
- Lima, J. A. F. D. (1986). A pesca no pantanal de Mato Grosso (Rio Cuiabá: Importância dos peixes migradores). *Acta Amazonica*, 16, 87-94.
- Lima, M. A. L., Doria, C. R. D. C., & Freitas, C. E. D. C. (2012). Pescarias artesanais em comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira: perfil socioeconômico, conflitos e cenário da atividade. *Ambiente & Sociedade*, 15, 73-90. doi.org/10.1590/S1414-753X2012000200005.
- Lima, M. C. C. D., Lima, S. C., Savada, C. S., Suzuki, K. M., Orsi, M. L., & Almeida, F. S. D. (2020). Use of DNA barcode in the identification of fish eggs in tributaries of the Paranapanema River basin. *Genetics and Molecular Biology*, 43. doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2019-0352.
- Louzada, R. O., Bergier, I., Roque, F. O., McGlue, M. M., Silva, A., & Assine, M. L. (2021). Avulsions drive ecosystem services and economic changes in the Brazilian Pantanal wetlands. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3, 100057. [doi:10.1016/j.crsust.2021.100057](https://doi.org/10.1016/j.crsust.2021.100057).
- Lubinski, B. J., Jackson, J. R., & Eggleton, M. A. (2008). Relationships between Floodplain Lake Fish Communities and Environmental Variables in a Large River-Floodplain Ecosystem. *Transactions of the American Fisheries Society*, 137(3), 895–908. doi.org/10.1577/t06-112.1.
- Makrakis, S., Bertão, A. P., Silva, J. F., Makrakis, M. C., Sanz-Ronda, F. J., & Celestino, L. F. (2019). Hydropower development and fishways: a need for connectivity in rivers of the Upper Paraná Basin. *Sustainability*, 11(13), 3749. [doi: 10.3390/su11133749](https://doi.org/10.3390/su11133749).
- Makrakis, M. C., da Silva, P. S., Makrakis, S., Lima, A. F., Assumpção, L., Paula, S., ... & Dias, J. H. (2012). In: K. Pourali; V. N. Raad [Ed.]. *Spawning and nursery habitats of neotropical fish species in the tributaries of a regulated river. Larvae: morphology, biology and life cycle*. New York: Nova Science Publishers.
- Marengo, J. A., Cunha, A. P., Cuartas, L. A., Deusdará Leal, K. R., Broedel, E., Seluchi, M. E., ... & Bender, F. (2021). Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020:

- characterization, causes, and impacts. *Frontiers in Water*, 3, 639204. doi.org/10.3389/frwa.2021.639204.
- Marques, H., Dias, J. H. P., Perbiche-Neves, G., Kashiwaqui, E. A. L., & Ramos, I. P. (2018). Importance of dam-free tributaries for conserving fish biodiversity in Neotropical reservoirs. *Biological Conservation*, 224, 347-354. doi.org/10.1016/j.biocon.2018.05.02.
- Mercante, M. A., & Santos, E. T. D. (2009). Avulsões no Pantanal: dimensões naturais e sociais no rio Taquari. *Sociedade & Natureza*, 21, 361-371. doi.org/10.1590/S1982-45132009000300011.
- Mol, J. H., Resida, D., Ramlal, J. S., & Becker, C. R. (2000). Effects of El Nino-related drought on freshwater and brackish-water fishes in Suriname, South America. *Environmental Biology of Fishes*, 59, 429-440. doi.org/10.1023/A:1026529200610.
- Muchlisin, Z. A. (2014). A general overview on some aspects of fish reproduction. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 3(1), 43-52. [doi: 10.13170/AIJST.0301.05](https://doi.org/10.13170/AIJST.0301.05).
- Myers, D. T., Rediske, R. R., McNair, J. N., Parker, A. D., & Ogilvie, E. W. (2021). Relating environmental variables with aquatic community structure in an agricultural/urban coldwater stream. *Ecological Processes*, 10(1), 1-19. doi.org/10.1186/s13717-021-00312-6.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialletzki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C., Pavanelli, C. S. (2001). *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: Eduem.
- Nascimento, F. L., & Araujo-Lima, C. A. R. M. (2000). *Descrição das larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca, no Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal.
- Nascimento, F. L., & Nakatani, K. (2006). Relações entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(2), 117-122.
- Nunes, M. C. M., da Silva, S. M. A., Neves, R. J., & Nery, J. T. (2016). Comportamento da precipitação pluvial do município de Cáceres Pantanal Mato-Grossense no período de 1971 a 2011/ Rainfall behavior in the municipality of Cáceres Pantanal of Mato Grosso

- in the period 1971 to 2011. *Científica*, 44(3), 271-278. doi.org/10.15361/1984-5529.2016v44n3p271-278.
- Oksanen, J. (2011). *Vegan: Community Ecology Package-R package version 1.17-8*. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Oldani, N. O. (1979a). Identificación y morfología de larvas y juveniles de *Triporthus paranensis* (Günther, 1874).(Pisces, Characidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 10, 61-71.
- Oldani, N. O. (1979b). Identificación y morfología de larvas y juveniles de *Tlwracocharax stellatus* (Kner, 1860).(Pisces, Gasteropelecidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 10, 49-60.
- Oliveira, F. G. D., Bialecki, A., Gomes, L. C., Santin, M., & Taguti, T. L. (2012). Larval development of *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). *Iheringia. Série Zoologia*, 102, 62-70. doi.org/10.1590/S0073-47212012000100009.
- Oliveira, L. S., Cajado, R. A., Santos, L. R. D., & Zacardi, D. M. (2022). Structure of the ichthyoplankton community in a Neotropical floodplain lake affected by environmental degradation. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94. [doi:10.1590/0001-3765202220201598](https://doi.org/10.1590/0001-3765202220201598).
- Orsi, M. L. (2010). *Estratégias reprodutivas de peixes*. São Paulo: Blucher.
- Orsi, M. L., Almeida, F. S., Swarça, A. C., Claro-García, A., Vianna, N. C., Garcia, D. A. Z., & Bialecki, A. (2016). *Ovos, larvas e juvenis dos peixes da Bacia do Rio Paranapanema uma avaliação para a conservação*. Assis: Triunfal Gráfica e Editora, Duke Energy.
- Palmer, M. W. (1993). Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology*, 74(8), 2215-2230. doi.org/10.2307/1939575.
- Pan, X., Arsenault, S., Rokosz, K., & Chen, Y. (2023). Spatial variability of striped bass spawning responses to climate change. *Global Ecology and Conservation*, 42, e02405. doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02405.
- Peixer, J., Mateus, L. A. F., & Resende, E. K. D. (2006). First gonadal maturation of *Pinirampus pinirampu* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66, 317-323. doi.org/10.1590/S1519-69842006000200014.

- Pompeu, P. S., Nogueira, L. B., Godinho, H. P., & Martinez, C. B. (2011). Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 28, 739-746. doi.org/10.1590/S1984-46702011000600006.
- Rauber, R. G., Strictar, L., Gomes, L. C., Suzuki, H. I., & Agostinho, A. A. (2021). Spatial segregation in the reproductive activity of Neotropical fish species as an indicator of the migratory trait. *Journal of Fish Biology*, 98(3), 694-706. doi.org/10.1111/jfb.14614.
- Resende, E. K. (2003). Paraguay-Paraná Basin Excluding the Upper Paraná Basin. In J. Carolsfeld; B. Harvey; C. Ross & A. Baer [Ed.], *Migratory Fishes of South America*. Washington: International Development Research Centre.
- Resende, E. K. (2004). *Estratégias para definição de períodos de defeso no Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal.
- Resende, E. K. (2008). *Pulso de inundação: processo ecológico essencial à vida no Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal.
- Resende, E. K., & Santos, D. C. (2002). *Diagnóstico da pesca e aspectos da biologia reprodutiva dos peixes da bacia hidrográfica do rio Taquari, Mato Grosso do Sul, Brasil*. Corumbá: Embrapa Pantanal.
- Reynalte-Tataje, D. A., Agostinho, A. A., Bialetzki, A., Hermes-Silva, S., Fernandes, R., & Zaniboni-Filho, E. (2012). Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 94, 403-419. doi.org/10.1007/s10641-011-9955-3.
- Reynalte-Tataje, D. A., Hermes-Silva, S., Weiss, L. A., & Zaniboni-Filho, E. (2008). Distribuição e abundância temporal do ictioplâncton no alto rio Uruguai, Brasil. *Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Editora UFSC, 319p, 195-228.
- Reynalte-Tataje, D. A., Nakatani, K., Fernandes, R., Agostinho, A. A., & Bialetzki, A. (2011). Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/Brazil): influence of environmental variables. *Neotropical Ichthyology*, 9, 427-436. doi.org/10.1590/S1679-62252011005000017.
- Reynalte-Tataje, D. A., Soares, M. D. L., Massaro, M. V., Bastian, R., & Pelicice, F. M. (2020). First evidence of a spawning site of the endangered fish *Brycon orbignyanus*

- (Valenciennes, 1850) (Characiformes, Bryconidae) in the Middle Uruguay River, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. doi.org/10.1590/S2179-975X2220.
- Ribeiro, C. S., & Moreira, R. G. (2012). Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia*, 8, 58-61.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, 142(6), 1141-1153. [doi:10.1016/j.biocon.2009.02.021](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021).
- Roesch, L. F. W., Vieira, F. C. B., Pereira, V. A., Schünemann, A. L., Teixeira, I. F., Senna, A. J. T., & Stefenon, V. M. (2009). The Brazilian Pampa: a fragile biome. *Diversity*, 1(2), 182-198. doi.org/10.3390/d1020182.
- Rosa, G. R., Salvador, G. N., Bialetzki, A., & Santos, G. B. (2018). Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton during an unusual period of low flow in a tributary of the São Francisco River, Brazil. *River Research and Applications*, 34(1), 69-82. [doi:10.1002/rra.3225](https://doi.org/10.1002/rra.3225).
- Rosa, R. R., Bellay, S., Baumgartner, M. T., & Bialetzki, A. (2022). Fish larvae-environment networks: co-occurrence patterns, nestedness and robustness of reproductive guilds. *Hydrobiologia*, 849(9), 2109-2125. doi.org/10.1007/s10750-022-04853-5.
- Sanches, P. V., Gogola, T. M., Silva, R. O., Topan, D. A., dos Santos Picapedra, P. H., & Piana, P. A. (2020). Arms as areas for larval development of migratory fish species in a Neotropical reservoir and the influence of rainfall over abundances. *Journal of Fish Biology*, 97(5), 1306-1316. doi.org/10.1111/jfb.14474.
- Sanches, P. V., Nakatani, K., Bialetzki, A., Baumgartner, G., Gomes, L. C., & Luiz, E. A. (2006). Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera dam, Paraná River, Brazil. *River Research and Applications*, 22(5), 555-565. doi.org/10.1002/rra.922.
- Santana, J. R., Costa, A. E. D., Veleda, D., Schwamborn, S. H. L., Mafalda Junior, P. O., & Schwamborn, R. (2020). Ichthyoplankton community structure on the shelf break off northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92. doi.org/10.1590/0001-3765202020180851.

- Santos, A. D., & Crepani, E. (1993). Contribuição do sensoriamento remoto aplicado à geologia no estudo do assoreamento do rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 7, 261-266.
- Santos, I. R. S., & Almeida, M. G. (2018). Território e lugar: considerações sobre o viver ribeirinho no Pantanal setentrional. *Geosul*, 33(69). doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n69p189.
- Santos, J. A., Soares, C. M., & Bialezki, A. (2020). Effects of pH on the incubation and early development of fish species with different reproductive strategies. *Aquatic Toxicology*, 219, 105382. doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.105382.
- Silva, C. J., Sousa, K. N. S., Ikeda-Castrillon, S. K., Lopes, C. R. A. S., da Silva Nunes, J. R., Carniello, M. A., ... & Jongman, R. H. (2015). Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay–Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Land Use Policy*, 47, 163-178. doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.004.
- Silva, P. S., Miranda, L. E., Makrakis, S., de Assumpção, L., Dias, J. H. P., & Makrakis, M. C. (2019). Tributaries as biodiversity preserves: An ichthyoplankton perspective from the severely impounded Upper Paraná River. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(2), 258-269. doi.org/10.1002/aqc.3037.
- Soares, M. D. L., Massaro, M. V., Hartmann, P. B., Siveris, S. E., Pelicice, F. M., & Reynalte-Tataje, D. A. (2022). The main channel and river confluences as spawning sites for migratory fishes in the middle Uruguay River. *Neotropical Ichthyology*, 20(3). doi.org/10.1590/1982-0224-2021-0094.
- Sousa, T. P. D., Bialezki, A., & Mateus, L. A. D. F. (2023). Dynamics of fish larvae recruitment in the hydrographic basin of the Paraguay River in western Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 21, e220034. doi.org/10.1590/1982-0224-2022-0034.
- Souza, M. A. A. (2022). Preservação dos estoques pesqueiros: ações e intervenções dos pescadores artesanais. *REVES-Revista Relações Sociais*, 5(1), 13494-01. [doi:10.18540/revesv15iss1pp13494-01-09e](https://doi.org/10.18540/revesv15iss1pp13494-01-09e).
- Souza, M. B. V., Tondato-Carvalho, K. K., Gimênes Junior, H., Bialezki, A. (2023). Early ontogeny of tetra *Markiana nigripinnis* (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 21(2), e220114. doi.org/10.1590/1982-0224-2022-0114.

- Sulzbacher, R., Massaro, M. V., Brutti, V. C., Hartmann, P. B., Pachla, L. A., & Reynalte-Tataje, D. A. (2023). Importance of biotopes of a neotropical river for ichthyoplankton: patterns in biotope association, community structure and spatial distribution. *Biologia*, 78, 2409-2422. doi.org/10.1007/s11756-023-01372-z.
- Suzuki, F. M., & Pompeu, P. S. (2016). Influence of abiotic factors on ichthyoplankton occurrence in stretches with and without dams in the upper Grande River basin, southeastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 23(2), 99-108. doi.org/10.1111/fme.12159.
- Suzuki, H. I., Pelicice, F. M., Luiz, E. A., Latini, J. D., & Agostinho, A. A. (2004). Reproductive strategies of the fish community of the Upper Paraná River floodplain. In A. A. Agostinho; L. Rodrigues; L. C. Gomes; S. M. Thomaz; L. E. Miranda [Ed.], *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain*. Maringá: Eduem.
- Taguti, T. L., Bialetzki, A., Severi, W., Agostinho, A. A., & Assakawa, L. F. (2015). Early development of two tropical fishes (Perciformes: Sciaenidae) from the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 63(4), 1105-1118. doi.org/10.15517/rbt.v63i4.17265.
- Tanaka, S. (1973). Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *Fisheries Technical Papers*. 122, 33-51.
- Thomaz, S. M., Roberto, M. C., & Bini, L. M. (1997). Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e a influência dos níveis fluviométricos. In A. E. M. Vazzoler; A. A. Agostinho; & N. S. Hahn [Ed.], *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem.
- Tondato, K. K., Mateus, L. A. F., & Ziober, S. R. (2010). Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8(1). doi.org/10.1590/S1679-62252010005000002.
- Tondato-Carvalho, K. K., Fantin-Cruz, I., Pedrollo, O. C., & Suárez, Y. R. (2013). Spatial distribution of fish assemblages along environmental gradients in the temporary ponds of Northern Pantanal, Brazil. *Journal of Limnology*, 72(1). doi.org/10.4081/jlimnol.2013.e8.
- Uieda, V. S., & Fujihara, C. Y. (2018). Structure of the ichthyofauna of adventitious streams in the South Pantanal. *Iheringia. Série Zoologia*, 108. [doi: 10.1590/1678-4766e2018019](https://doi.org/10.1590/1678-4766e2018019).

- Vasconcelos, L. P., Alves, D. C., da Camara, L. F., & Hahn, L. (2021). Dams in the Amazon: The importance of maintaining free-flowing tributaries for fish reproduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(5), 1106-1116. doi.org/10.1002/aqc.3465.
- Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem.
- Zacardi, D. M., & da Ponte, S. C. S. (2016). Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio rio Xingu, bacia Amazônica, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 9(4), 949-972. doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n4p949-972.
- Zacardi, D. M., & Ponte, S. C. S. (2021). Seasonality determines patterns of composition and abundance of ichthyoplankton in Maiká lake, Eastern Amazon. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 16(1), 37-51.
- Zacardi, D. M., Santos, J. A. D., Oliveira, L. S. D., Cajado, R. A., & Pompeu, P. S. (2020). Ichthyoplankton studies as referential for the management and monitoring of fishery resources in the Brazilian Amazon basin. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. doi.org/10.1590/S2179-975X6619.
- Zambaldi, L., & Pompeu, P. S. (2020). Evaluation of river fragmentation and implications for the conservation of migratory fish in southeastern Brazil. *Environmental Management*, 65(5), 702-709. doi.org/10.1007/s00267-020-01266-9.
- Zanatta, S. (2018). Barragens na bacia do alto rio Paraguai: uma ameaça para a maior área úmida do planeta. In. *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros) (1st ed., pp., 342-348). Buenos Aires: UNSAM.
- Zanatta, S. C. S., & Maciel, J. C. (2021). Pantanal ameaçado: a construção de represas e a insignificância da energia hídrica produzida. *Interações*, 22(2). [doi:10.20435/inter.v22i2.2811](https://doi.org/10.20435/inter.v22i2.2811).
- Zar, J.H., 2010. Biostatistical Analysis, 5ed. *Prentice-Hall/Pearson*, Upper Saddle River.
- Zeilhofer, P., & de Moura, R. M. (2009). Hydrological changes in the northern Pantanal caused by the Manso dam: Impact analysis and suggestions for mitigation. *Ecological Engineering*, 35(1), 105-117. [doi:10.1016/j.ecoleng.2008.09.011](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.09.011).

- Ziober, S. R., Bialezki, A., & Mateus, L. A. D. F. (2012). Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical ichthyology*, *10*, 123-132. doi.org/10.1590/S1679-62252012000100012.
- Ziober, S. R., Reynalte-Tataje, D. A., & Zaniboni-Filho, E. (2015). The importance of a conservation unit in a subtropical basin for fish spawning and growth. *Environmental Biology of Fishes*, *98*, 725-737. [doi.org/ 10.1007/s10641-014-0307-y](https://doi.org/10.1007/s10641-014-0307-y).

MATERIAL SUPLEMENTAR

APÊNDICE A – Tabela de compilação dos modelos propostos com suas variáveis explanatórias correspondentes para ovos de peixe e os valores de Critério de Informação de Akaike (AIC) ordenados crescentemente.

Modelo	Variáveis	AIC
1 (MM)	Temp. água + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	651,81
2	Temp. água + Transparência + Pluviosidade	652,68
3	Temp. água + Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	652,84
4	Temp. água + pH + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	653,71
5	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	654,05
6	Temp. água + Cond. elétrica + Pluviosidade	654,44
7	Temp. água + Cond. elétrica + Ox. dissolvido	654,58
8	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	654,81
9	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	655,08
10	Temp. água	655,46
11	Temp. água + Cond. Elétrica	655,82
12	Temp. água + pH + Pluviosidade	655,97
13	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Pluviosidade	656,44
14	Temp. água + pH + Transparência + Ox. dissolvido	656,98
15	Temp. água + pH + Transparência	657,45
16	Temp. água + pH + Cond. elétrica	657,76
17	Transparência + Pluviosidade	658,13
18	Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	659,69
19	Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	660,83
20	Transparência	661,34
21	pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	662,73
22	Cond. elétrica + Transparência	662,85
23	pH + Transparência	663,31
24	Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	664,26
25	pH + Transparência + Ox. dissolvido	664,75
26	pH + Pluviosidade	664,99
27	Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	665,64
28	pH + Ox. dissolvido + Pluviosidade	666,04
29	pH	666,35
30	Cond. elétrica + Ox. Dissolvido	667,14
31	pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	667,63
32	pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido	669,06
33	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	652,07
34	Temp. água + Ox. dissolvido + Pluviosidade	652,72
35	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	653,22
36	Temp. água + Pluviosidade	653,99
37	Temp. água + pH + Transparência + Pluviosidade	654,41
38	Temp. água + Ox. dissolvido	654,57
39	Temp. água + pH + Ox. dissolvido + Pluviosidade	654,72
40	Temp. água + Transparência + Ox. dissolvido	654,99
41	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	655,09
42	Temp. água + Transparência	655,46
43	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência	655,87
44	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido	656,39
45	Temp. água + pH + Ox. dissolvido	656,49
46	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	657,03

47	Temp. água + pH	657,45
48	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência	657,87
49	Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	659,25
50	pH + Transparência + Pluviosidade	659,85
51	pH + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	661,07
52	pH + Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	661,52
53	Transparência + Ox. dissolvido	662,76
54	Pluviosidade	663,00
55	Ox. dissolvido + Pluviosidade	664,04
56	Cond. elétrica + Pluviosidade	664,60
57	pH + Cond. elétrica + Transparência	664,84
58	Ox. dissolvido	665,61
59	Cond. elétrica	665,90
60	pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	666,26
61	pH + Cond. elétrica + Pluviosidade	666,60
62	pH + Ox. dissolvido	667,58
63	pH + Cond. elétrica	667,86

APÊNDICE B – Tabela de compilação dos modelos propostos com suas variáveis explanatórias correspondentes para larvas de peixe e os valores de Critério de Informação de Akaike (AIC) ordenados crescentemente.

Modelo	Variáveis	AIC
1 (MM)	pH + Transparência + Pluviosidade	312,79
2	pH + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	314,09
3	Temp. água + pH + Transparência + Pluviosidade	314,48
4	Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	315,14
5	pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	315,64
6	Temp. água + pH + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	315,99
7	pH + Transparência + Ox. dissolvido	316,41
8	Temp. água + pH + Transparência	316,79
9	Temp. água + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	317,10
10	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	317,62
11	Transparência	318,18
12	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência	318,61
13	Transparência + Ox. dissolvido	319,62
14	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	320,11
15	pH + Pluviosidade	321,07
16	Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	321,61
17	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência	322,08
18	Temp. água + pH	322,61
19	pH + Ox. dissolvido + Pluviosidade	322,97
20	Pluviosidade	323,17
21	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	323,61
22	Temp. água + pH + Ox. dissolvido + Pluviosidade	324,06
23	Temp. água + pH + Ox. dissolvido	324,26
24	pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	324,64

25	Cond. elétrica + Pluviosidade	325,15
26	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido	325,73
27	Temp. água	326,23
28	Ox. Dissolvido	326,96
29	Cond. Elétrica	327,04
30	Temp. água + Ox. Dissolvido	327,79
31	Cond. elétrica + Ox. dissolvido	328,96
32	Transparência + Pluviosidade	313,85
33	pH + Cond. Elétrica + Ox. dissolvido	314,29
34	pH + Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	314,46
35	pH + Transparência	314,89
36	Temp. água + Transparência + Pluviosidade	315,63
37	Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	315,81
38	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência + Pluviosidade	316,25
39	pH + Cond. elétrica + Transparência	316,68
40	Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	317,07
41	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	317,61
42	pH + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido	318,11
43	Temp. água + pH + Transparência + Ox. dissolvido	318,40
44	Temp. água + Cond. elétrica + Transparência + Ox. dissolvido + Pluviosidade	319,04
45	Temp. água + Transparência	320,08
46	Cond. elétrica + Transparência	320,18
47	pH	321,32
48	Temp. água + Transparência + Ox. dissolvido	321,62
49	Temp. água + pH + Pluviosidade	322,42
50	pH + Cond. elétrica + Pluviosidade	322,77
51	pH + Cond. elétrica	323,11
52	pH + Ox. dissolvido	323,28
53	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Pluviosidade	324,00
54	Temp. água + pH + Cond. elétrica	324,22
55	Temp. água + Pluviosidade	324,41
56	Ox. dissolvido + Pluviosidade	325,06
57	Temp. água + pH + Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	325,46
58	Temp. água + Ox. dissolvido + Pluviosidade	325,94
59	Temp. água + Cond. elétrica + Pluviosidade	326,33
60	Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	327,03
61	Temp. água + Cond. elétrica + Ox. dissolvido + Pluviosidade	327,79
62	Temp. água + Cond. elétrica	328,23
63	Temp. água + Cond. elétrica + Ox. dissolvido	329,76
