

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

**RAFAEL OLIMPIO SILVA**

Influência de El Niño e La Niña nas abundâncias de larvas de peixes migradores  
em uma região sob influência de barragens

Toledo  
2021

**RAFAEL OLIMPIO SILVA**

Influência de El Niño e La Niña nas abundâncias de larvas de peixes migradores  
em uma região sob influência de barragens

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

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches  
Co-orientadora: Prof. Dra. Tatiane Mary Gogola

Toledo

2021

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

SILVA, RAFAEL OLIMPIO

Influência de El Niño e La Niña nas abundâncias de larvas de peixes migradores em uma região sob influência de barragens / RAFAEL OLIMPIO SILVA; orientador Paulo Vanderlei Sanches; coorientadora Tatiane Mary Gogola. -- Toledo, 2021. 28 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Toledo) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2021.

1. Engenharia de Pesca. 2. Ictioplâncton. 3. Reprodução. 4. Recursos Pesqueiros. I. Sanches, Paulo Vanderlei, orient. II. Gogola, Tatiane Mary, coorient. III. Título.

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**RAFAEL OLÍMPIO SILVA**

Influência de El Niño e La Niña nas abundâncias de larvas de peixes migradores  
em uma região sob influência de barragens

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

## COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dr. David Augusto Reynalte-Tataje  
Universidade Federal da Fronteira Sul

---

Prof. Dr. Gilmar Baumgartner  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em:  
Local de defesa:

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, amigos e a todos que de alguma forma contribuíram para sua realização.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores e orientadores Paulo Vanderlei Sanches e Tatiane Mary Gogola pela confiança e toda a contribuição na construção neste trabalho e na minha formação como pessoa e profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante todo o período de estudo e construção do trabalho e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca por toda ajuda e atenção durante todas as etapas do mestrado.

Ao Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL) e Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais (INEO), em especial ao laboratório de ovos e larvas e os professores, pela disponibilidade dos dados, apoio técnico e infraestrutura para o desenvolvimento do estudo.

Aos meus amigos Dhyego, Guido, Rafael B., Rafael G., Isabela, William e Karol pelo companheirismo e suporte em diversos momentos.

Por fim, aos meus amigos da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de São Bento do Sapucaí pela sensibilidade e ajuda nas etapas finais deste processo.

## Influência de El Niño e La Niña nas abundâncias de larvas de peixes migradores em uma região sob influência de barragens

### RESUMO

Algumas variáveis ambientais, como a pluviosidade, agem como gatilho para estimular a reprodução de peixes migradores. O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno natural que influencia diretamente na intensidade de chuvas, onde na fase negativa (La Niña) as chuvas são geralmente abaixo do normal climatológico e na fase positiva (El Niño) as chuvas são acima do normal, porém os seus efeitos podem ser minimizados devido à presença de barragens nos rios. O objetivo do trabalho foi avaliar a possível relação entre o ENOS e a reprodução de algumas espécies migradoras, através da análise das abundâncias de larvas, em uma região sob influência de barramento. O material analisado foi coletado em 18 pontos da Região do Parque Nacional de Ilha Grande, obtidos entre os anos de 2006 e 2018, divididos em 20 períodos. As coletas foram realizadas com auxílio de redes de plâncton e as larvas capturadas foram identificadas e classificadas. Os dados numéricos do ENOS foram representados pelo Índice Niño Oceânico. A relação entre as densidades de larvas de peixes migradores e os eventos de El Niño e La Niña mostra a influência destes fenômenos sobre as desovas destas espécies, mesmo em um ambiente onde o nível fluviométrico é controlado por barragens, confirmando nossa hipótese. A significância estatística apresentada entre as maiores densidades de captura e o evento El Niño mostram ainda a importância deste fenômeno para a reprodução de peixes migradores, além de apontar a pluviosidade como o principal fator modulatório das desovas destas espécies.

**Palavras-chave:** Ictioplâncton; ENOS; Reprodução.

# Influence of El Niño and La Niña on the abundance of migratory fish larvae in a region under the influence of dams

## *ABSTRACT*

Some environmental variables, such as rainfall, act as a trigger to encourage the reproduction of migratory fish. The El Niño Southern Oscillation (ENOS) is a natural phenomenon that directly influences the intensity of rainfall, where in the negative phase (La Niña) the rains are generally below the climatological normal and in the positive phase (El Niño) the rains are above normal, however its effects can be minimized due to the presence of dams in the rivers. The objective of this work was to evaluate the possible relationship between ENSO and the reproduction of some migratory species, through the analysis of larvae abundance, in a region under the influence of a dam. The analyzed material was collected in 18 points of the Ilha Grande National Park Region, obtained between the years 2006 and 2018, divided into 20 periods. The collections were carried out with the aid of plankton nets and the captured larvae were identified and classified. The ENSO numerical data were represented by the Niño Ocean Index. The relationship between migratory fish larvae densities and El Niño and La Niña events shows the influence of these phenomena on the spawning of these species, even in an environment where the fluvioimetric level is controlled by dams, confirming our hypothesis. The statistical significance presented between the highest capture densities and the El Niño event also show the importance of this phenomenon for the reproduction of migratory fish, in addition to pointing out rainfall as the main modulatory factor in the spawning of these species.

**Keywords:** Ichthyoplankton; ENSO; Reproduction.



Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Freshwater Biology*. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/13652427/homepage/forauthors.html?>>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Análise dos dados .....</b>	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>6. AGRADECIMENTO .....</b>	<b>22</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Localização dos pontos de amostragem na região do Parque Nacional de Ilha Grande (GOGOLA et al., 2013 - modificado).

**Figura 2** - Períodos de coleta do estudo e os fenômenos presentes em cada um destes, segundo dados de ocorrência do Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (NOAA/ National Weather Service). JFM e OND significam, respectivamente, Janeiro/Fevereiro/Março e Outubro/Novembro/Dezembro (ANDREOTTI *et al.*, 2021 - modificado).

**Figura 3** - Densidade média de larvas de peixes migradores (colunas azuis – La Niña; colunas vermelhas – El Niño; coluna cinza – neutro), pluviosidade e nível fluviométrico (linhas) durante os 20 períodos de estudo.

**Figura 4** - Densidade média (colunas) e erro padrão (barras) das abundâncias de captura de larvas de peixes migradores em relação aos Fenômenos de El Niño e La Niña.

**Figura 5** - Regressão entre a raiz quadrada da densidade de larvas de peixes migradores e o Índice Niño Oceânico – ONI durante os 20 períodos de estudo.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Enquadramento taxonômico e número de larvas de peixes migradores amostrados durante o período de estudo. (\*) Espécies não nativas da bacia do alto rio Paraná segundo Graça & Pavanelli (2007), revisado por Ota (2018).

**Tabelas 2** - Resultado da análise de correlação de Pearson entre as densidades médias de larvas de peixes migradores e as variáveis ambientais e o Índice Niño Oceânico. Nível de significância  $p < 0,05$ . Valores em negrito foram estatisticamente significativos.

## 1. INTRODUÇÃO

Para a maioria das espécies de peixes de água doce, a reprodução ocorre em ciclos sazonais relacionados às condições ambientais favoráveis que maximizam a fertilização de ovos e desenvolvimento das larvas (SUZUKI *et al.*, 2009). Os fatores ambientais agem como desencadeadores da reprodução, sendo assim, é possível afirmar que certas mudanças ambientais podem delimitar o período e o sucesso reprodutivo na maioria dos peixes (VAZZOLER, 1996).

Períodos longos de chuva, seca, ou quedas extremas de temperatura são algumas das consequências da atuação de manifestações climáticas que podem alterar as relações bióticas e abióticas nos ecossistemas (ISBELL *et al.*, 2015). Dentre os fenômenos climáticos mais atuantes, o El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de interação oceano-atmosfera, associado às alterações dos padrões normais da temperatura da superfície do mar (fenômeno de El Niño) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial (Fenômeno de Oscilação Sul) (MORAES NETO *et al.*, 2007), em que na fase negativa (La Niña), as chuvas são geralmente abaixo do normal climatológico e, na fase positiva, (El Niño) são geralmente acima do normal (GRIMM *et al.*, 1998). Esses fenômenos ocorrem e atuam de forma antagônica em diferentes regiões do mundo e afetam desde ambientes marinhos até ecossistemas continentais (SIMPSON *et al.*, 1993; CAVIEDES & CAVIEDES, 2001; COLLINS *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2020). Na região Sul do Brasil, por exemplo, o El Niño caracteriza-se pelo incremento na precipitação, e a La Niña por provocar períodos de estiagem e maior frequência de frentes frias (SARTORI, 2003).

Apesar do ENOS provocar grandes influências no continente e, conseqüentemente na comunidade de peixes, os seus efeitos podem ser minimizados devido à presença de barragens no rio (ANDREOTTI *et al.*, 2021). As mudanças na dinâmica hidrológica causadas pelos barramentos alteram as características físicas, químicas e biológicas do sistema (AGOSTINHO *et al.*, 2016), exercendo um controle das vazões e alterando o nível fluviométrico à jusante da barragem (BURKE *et al.* 2009). Este controle das vazões é especialmente deletério para a ictiofauna em regiões próximas à planícies de inundação, uma vez que essas áreas são de extrema importância no mecanismo de dispersão e desenvolvimento das larvas, sendo utilizadas como locais de berçários e desenvolvimento inicial de muitas espécies de peixes migradores (ARAÚJO-LIMA *et al.* 2001; AGOSTINHO *et al.* 2007).

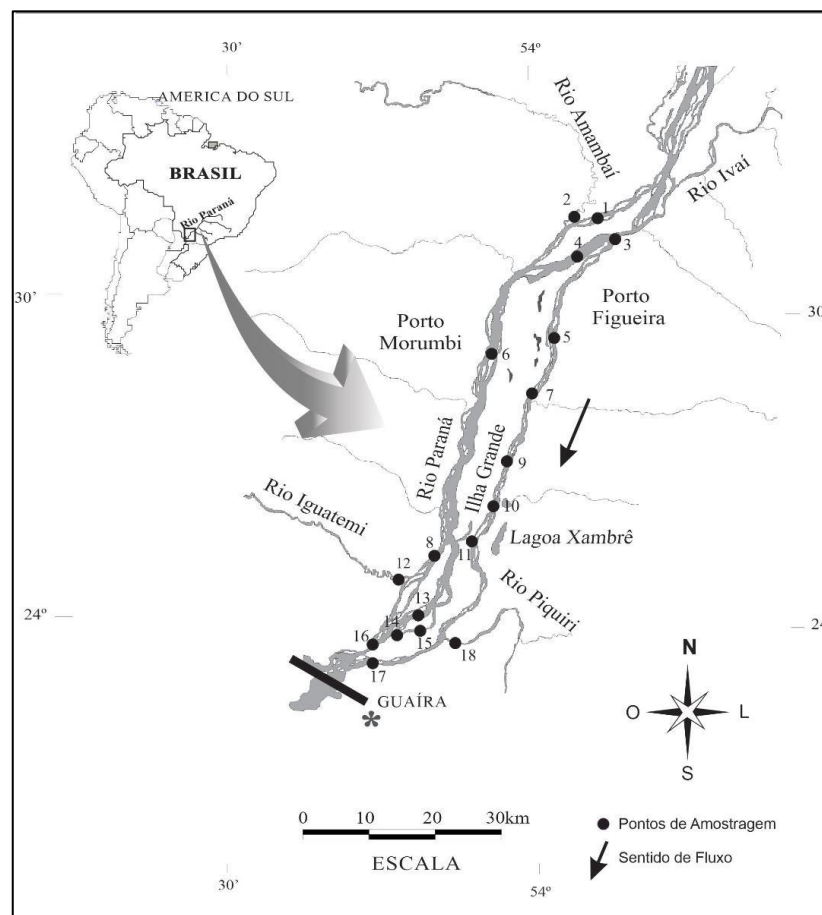
Considerado uma ferramenta fundamental para o entendimento da dinâmica e do ciclo reprodutivo das espécies, o estudo sobre a distribuição e abundância do ictioplâncton é fundamental para a geração de informações sobre a dinâmica reprodutiva das espécies e avaliação e estabelecimento de ações de conservação, como o controle dos estoques pesqueiros (KING *et al.*, 2003), proteção de ambientes críticos ou sugerindo a proteção de espécies vulneráveis e/ou ameaçadas (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2008). Além disso, a ocorrência de ovos e larvas no plâncton indica a ocorrência de desovas (HUMPHRIES & LAKE, 2000; LOPES & ZANIBONI-FILHO, 2019), e que a região é utilizada como sítio reprodutivo (NAKATANI *et al.*, 2001). Alguns estudos, como Alves *et al.*, (2021) e Andreoti *et al.* (2021) avaliaram os efeitos do ENOS sobre a estrutura e diversidade funcional da ictiofauna na região da planície de inundação do alto rio Paraná, entretanto, estudos relacionando estes fenômenos climáticos com as desovas de peixes migradores na região são inexistentes.

Neste contexto, considerando a influência da pluviosidade sobre a reprodução dos peixes migradores (AGOSTINHO *et al.*, 2004; SANCHES *et al.*, 2020; GOGOLA *et al.* 2021,) e assumindo o pressuposto que: eventos climáticos El Niño e La Niña influenciam diretamente os índices de pluviosidade (GRIMM *et al.*, 1998; FERNANDES & RODRIGUES, 2018) e a presença de barramentos regula o nível fluviométrico, este estudo pretende avaliar, por meio de análise da abundância de larvas, se o El Niño Oscilação Sul (ENOS) influenciará na reprodução de espécies migradoras, mesmo em uma região sob influência de barramento. Assim, baseados nos objetivos e pressupostos assumidos, neste estudo formulamos a hipótese que: A ação dos eventos climáticos El Niño e La Niña influenciarão as abundâncias de larvas de peixes migradores mesmo com o regime hidrológico sob controle de barramentos.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na região do Parque Nacional de Ilha Grande, região sul da planície de inundação do Alto Rio Paraná, entre as coordenadas 23 ° 15' – 24 ° 05'S e 53 ° 40' – 54 ° 17'W (BAUMGARTNER *et al.*, 2010) e representa o último trecho do rio Paraná livre de barramentos no território brasileiro, porém seu fluxo está sob influência da barragem da UHE Eng. Sérgio Motta (Porto Primavera). Esta região é formada por um complexo fluvial com aproximadamente 157 ilhas de vários tamanhos (Figura 1) e a presença destas ilhas faz

com que apresente um canal anastomosado, com diferentes características de fluxo e profundidades (GOGOLA *et al.*, 2013). Possui áreas de remanso e canais secundários sob a influência hidrológica do rio Paraná e seus afluentes (GOGOLA *et al.* 2010). Outros biótopos também estão englobados na região, como lagoas marginais conectadas e desconectada além de uma extensa área de várzeas alagáveis que são importantes para os estágios iniciais de desenvolvimento de larvas de peixes (DAGA *et al.* 2009; GOGOLA *et al.* 2010) e para estágios adultos (BAUMGARTNER *et al.*, 2010).



**Figura 1.** Localização dos pontos de amostragem na região do Parque Nacional de Ilha Grande (GOGOLA *et al.*, 2013 - modificado).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

As larvas de peixes foram capturadas em 18 pontos de amostragem distribuídos ao longo do canal principal rio Paraná, seus principais afluentes e lagoas marginais entre os anos de 2006 e 2018. Para a realização das coletas, utilizou-se rede de plâncton cilíndrico-cônica com

malha de 0,5 mm equipada com fluxômetro (General Oceanics®) para a obtenção do volume de água filtrada. A rede foi exposta junto a lateral do barco e submersa a aproximadamente 10 cm de profundidade contra direção do fluxo durante 10 min. Em locais lênticos (lagoa), a rede foi arrastada por um barco a baixa velocidade ( $\pm 5$  km/h).

As amostras obtidas foram acondicionadas em frascos plásticos, identificados quanto ao local e data da coleta contendo cloridrato de benzocaína (anestésico) para a eutanásia dos organismos capturados, (seguindo as diretrizes do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA, 2013) e do Conselho de Ética em Experimentação Animal (CEUA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná) e, posteriormente, fixadas em formol diluído a 4,0% tamponado com carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Todos os organismos capturados estavam à deriva no plâncton, não sendo utilizado nenhum tipo de armadilha ou atrativo luminoso nas amostragens. No laboratório, organismos foram separados em uma placa de acrílico tipo Bogorov sob um microscópio estereoscópico e identificados no menor nível taxonômico segundo metodologia de Nakatani *et al.* (2001). Todas as espécies de peixes migradores identificadas foram enquadradas segundo Graça & Pavanelli (2007), revisado por Ota (2018).

Concomitantemente com as amostragens do ictioplâncton foram obtidos os valores das variáveis ambientais de temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), pH e condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) utilizando-se de aparelhos portáteis. Os dados de pluviosidade e nível fluviométrico foram obtidos junto ao Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANÁ) nas estações meteorológicas de Guaíra, Altônia e Porto Rico (pluviosidade) e Porto São José Jusante (nível). Os dados dos fenômenos de El Niño e La Niña foram obtidos no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC – INPE) e National Weather Service National - Climate Prediction Center (NOAA).

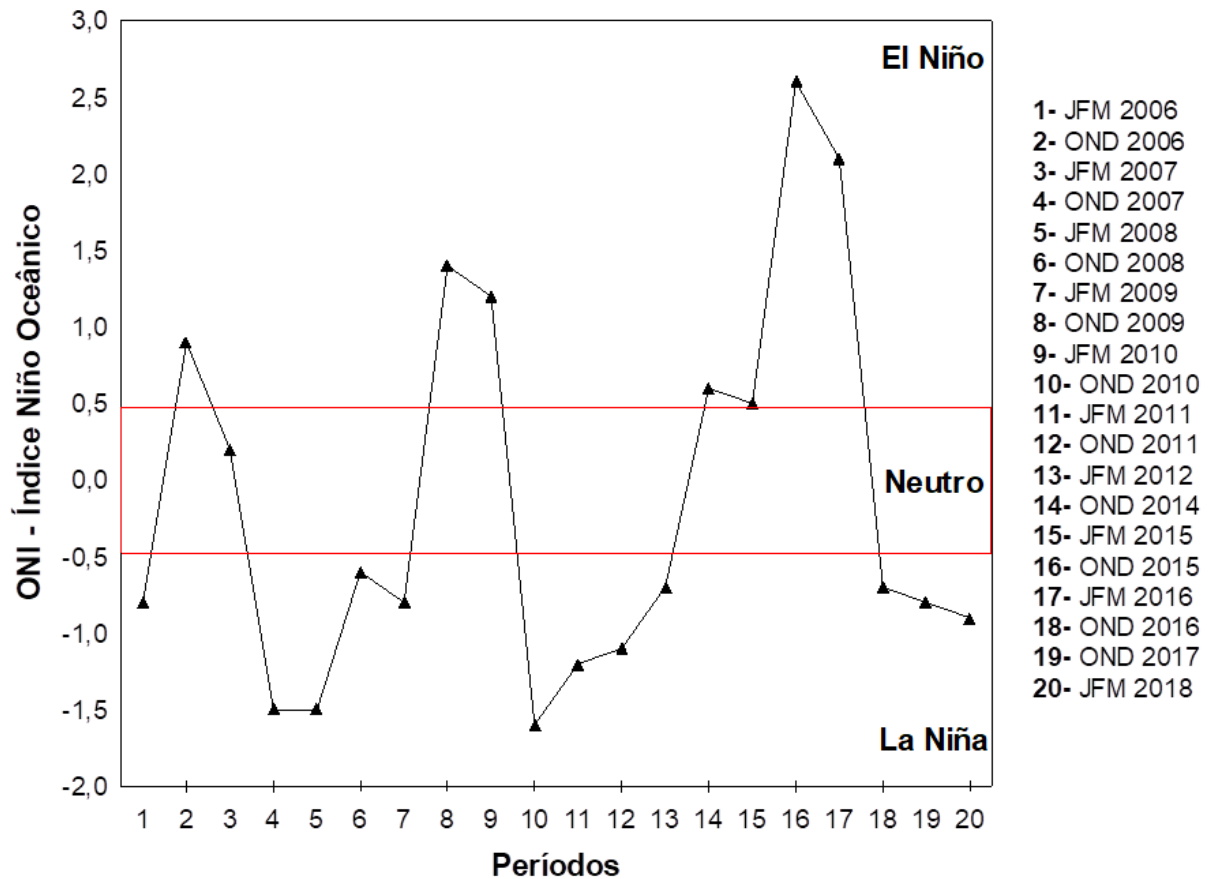
Os valores de El Niño e La Niña foram expressos quantitativamente pelo ONI (Índice Niño Oceânico), em que valores maiores ou iguais a 0,5 representam eventos de El Niño e valores menores ou iguais a -0,5 eventos La Niña (valores entre -0,5 e 0,5 representam períodos neutros, quando nenhum dos eventos ocorrem).

Para fins de análise, foram considerados 20 períodos distribuídos entre os anos de 2006 e 2018, divididos em trimestres (outubro, novembro e dezembro / janeiro, fevereiro e março)



segundo a divisão feita pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos ([https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php))

(Figura 2).



**Figura 2.** Períodos de coleta do estudo e os fenômenos presentes em cada um destes, segundo dados de ocorrência do Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (NOAA/ National Weather Service). JFM e OND significam, respectivamente, Janeiro/Fevereiro/Março e Outubro/Novembro/Dezembro (ANDREOTTI *et al.*, 2021 - modificado)

### 3.1 Análise dos dados

As abundâncias de larvas de peixes foram padronizadas para um volume de  $10 \text{ m}^3$ , segundo Tanaka (1973), modificado por Nakatani *et al.* (2001), de acordo com a expressão:  $Y = (X/V) \cdot 10$ , sendo que  $Y$  = Número de ovos e larvas por  $10 \text{ m}^3$ ;  $X$  = Número de ovos ou larvas coletados;  $V$  = Volume de água filtrada. Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a seguinte fórmula:  $a \cdot r \cdot f$ , sendo que  $V$  = Volume de água filtrada;  $a$  = Área da boca

da rede (0,1104 m<sup>2</sup>); r = Número de rotações do fluxômetro e f = Fator de calibração do fluxômetro (0,026873).

Para verificar possíveis diferenças entre as densidades de larvas migradoras nos diferentes períodos de amostragem e diferentes fenômenos foi aplicada a análise de variância (ANOVA) checando os pressupostos de homocedasticidade pelo teste de Levene (MATTHEWS, 1998). Casos em que a ANOVA apresentou diferenças significativas, foi aplicado o teste de Tukey *a posteriori*, para verificar quais os períodos que diferiram. Quando os pressupostos da ANOVA não foram atingidos, o método de transformação de “rank” foi utilizado (QUIM & KEOUGH, 2002), e se mesmo assim os pressupostos da ANOVA não foram atingidos, foi utilizado o teste similar não-paramétrico de Kruskal-Wallis (ZAR, 1999).

Para determinar a influência das variáveis ambientais nas abundâncias de larvas, utilizou-se o ONI (quantitativo) para representar os Fenômenos. A Análise de Correlação (Pearson) foi aplicada, com os dados transformados em log (x+1) (abióticos, exceto pH) e raiz quadrada (bióticos) (PEARSON, 1901). Realizou-se também a Análise de Regressão Múltipla entre as densidades de larvas e as variáveis ambientais, com os dados transformados em raiz quadrada e utilizando-se o método backward stepwise. As análises de variância, correlação e regressão múltiplas foram realizados pelo software Statistica™ 7.0. O nível de significância estatística adotado foi de  $\alpha$  5%.

#### 4. RESULTADOS

Durante o período de amostragem foi capturado um total de 2.474 larvas de peixes migradores, divididas em oito espécies. *Pterodoras granulosus* foi o mais capturado, seguido de *Salminus* spp. e *Pseudoplatystoma* spp. (Tabela 2).

**Tabela 1.** Enquadramento taxonômico e número de larvas de peixes migradores amostrados durante o período de estudo. (\*) Espécies não nativas da bacia do alto rio Paraná segundo Graça & Pavanelli (2007), revisado por Ota (2018).

Classificação	Nome popular	Nº de larvas
ORDEM CHARACIFORMES		
<b>Família Bryconidae</b>		
<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes, 1850)	Piracanjuba	96
<i>Salminus</i> spp.	Dourado	673
<b>Família Cynodontidae</b>		
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829	Dourado facão	35

## SILURIFORMES

**Família Doradidae**

*Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821)\* Armado 1280

**Família Rhinelepinidae**

*Rhinelepis aspera* Spix, Agassiz, 1829 Cascudo preto 17

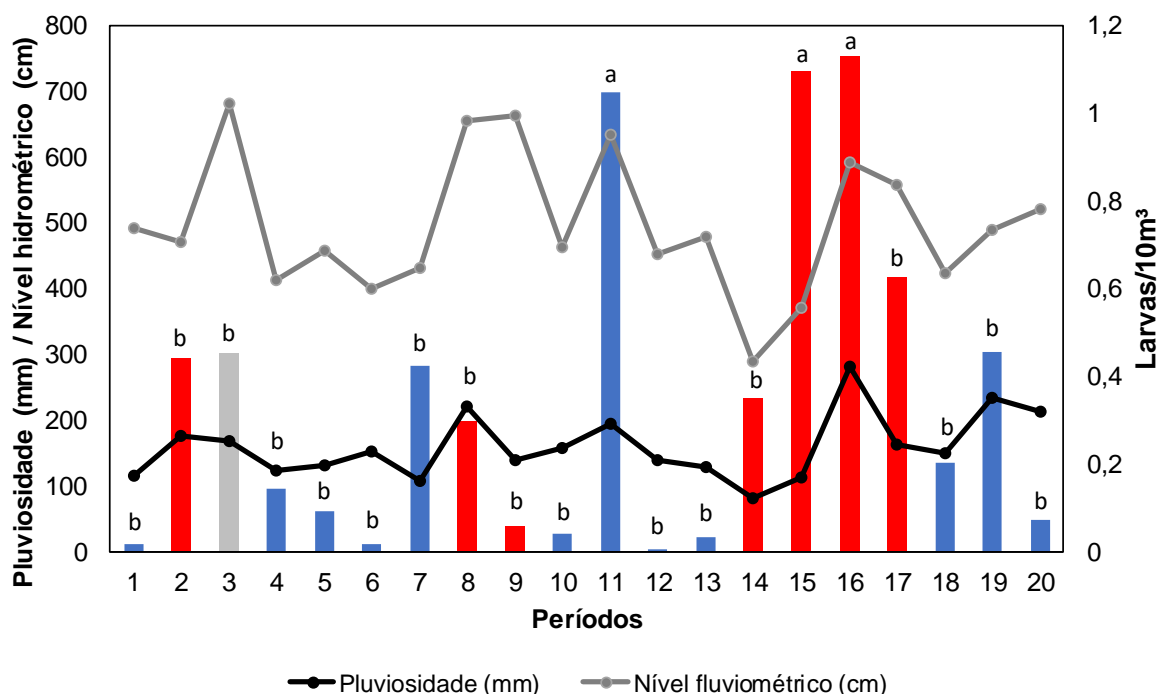
**Família Pimelodidae**

*Pinirampus pirinampu* (Agassiz, 1829) Barbado 4

*Pseudoplatystoma* spp. Pintado 315

*Sorubim lima* (Bloch, Schneider, 1801) \* Bico-de-pato 54

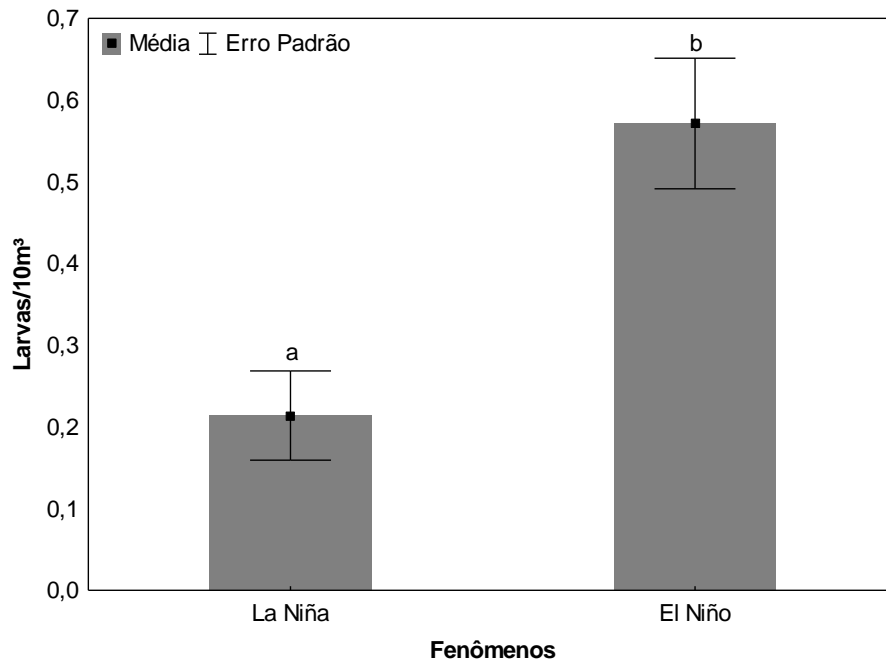
Ao longo dos períodos houve uma variação nas densidades de larvas, sendo registradas as maiores nos períodos 16 e 15 (1,132 e 1,098 larvas/10m<sup>3</sup>, respectivamente), períodos com a presença de El Niño e as menores nos períodos 12 e 6 (0,005 e 0,018 larvas/10m<sup>3</sup>, respectivamente) em que o fenômeno de La Niña estava presente (Figura 3). Vale ressaltar que mesmo sob influência da La Niña, elevados valores de captura de larvas foram registradas no período 11. A análise de variância apontou diferenças significativas entre os períodos ( $F(19; N=1060) = 9,383609; p=0,00$ ), e o teste *a posteriori* apontou que os períodos 11, 15 e 16 diferiram estatisticamente dos demais.



**Figura 3.** Densidade média de larvas de peixes migradores (colunas azuis – La Niña; colunas vermelhas – El Niño; coluna cinza – neutro), pluviosidade e nível fluviométrico (linhas) durante os 20 períodos de estudo.

Na análise para identificar a diferença nas densidades de captura de larvas em relação aos fenômenos de El Niño e La Niña foi desconsiderado o período 3, uma vez que neste período

não houve a influência dos fenômenos (período neutro). A análise de variância apontou diferença estatística significativa ( $F(1; N=1024) = 25,22730; p=0,000001$ ) e o teste *a posteriori* apontou que os períodos com a presença do El Niño diferiram dos períodos de La Niña (Figura 4).



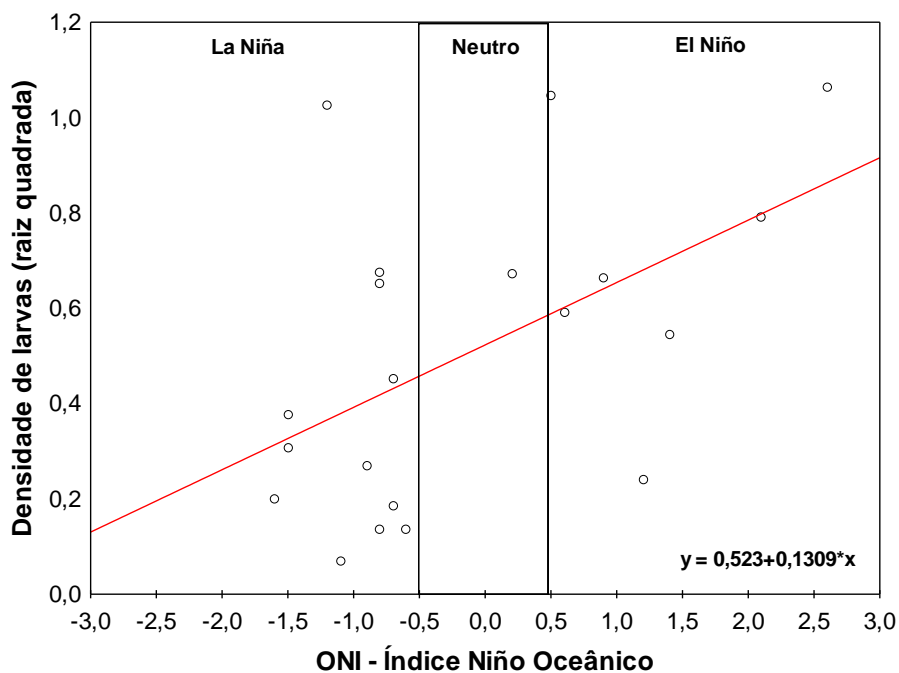
**Figura 4.** Densidade média (colunas) e erro padrão (barras) das abundâncias de captura de larvas de peixes migradores em relação aos Fenômenos de El Niño e La Niña.

A análise de Correlação de Pearson entre as densidade de lavas e as variáveis ambientais apontou que os valores do ONI ( $r = 0,4192; p = 0,001$ ) e a pluviosidade ( $r = 0,3120; p = 0,015$ ) apresentaram correlação positiva com as densidades de larvas indicando que quanto maior a intensidade de chuvas e maior o valor de ONI, maior a abundância de larvas de peixes migradores (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultado da análise de correlação de Pearson entre as densidades médias de larvas de peixes migradores e as variáveis ambientais e o Índice Niño Oceânico. Nível de significância  $p < 0,05$ . Valores em negrito foram estatisticamente significativos.

Variáveis	Correlação de Pearson (valor de r)
ONI – Índice Niño Oceânico	<b>0,4192</b>
Pluviosidade (mm)	<b>0,3120</b>
Temperatura da água (°C)	0,2051
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-0,0376
pH	-0,2211
Condutividade elétrica (µS/cm)	0,1068
Nível fluviométrico (mm)	0,0314

A análise de regressões múltiplas entre as densidades de larvas e as variáveis ambientais foi significativa apenas para o ONI ( $R^2= 0,26402$ ;  $F(1,18) = 6,4572$ ;  $p<0,02048$ ). A regressão evidenciou a existência de uma relação positiva significativa entre a densidade de larvas de peixes migradores e o ONI. Dessa forma, quanto maior o valor do índice, indicando a presença de El Niño, maior será a abundância de larvas (Figura 5).



**Figura 5.** Regressão entre a raiz quadrada da densidade de larvas de peixes migradores e o Índice Niño Oceânico – ONI durante os 20 períodos de estudo.

## 5. DISCUSSÃO

Com relação às ocorrências por períodos, todos eles apresentaram captura de larvas de peixes migradores. Em geral, os períodos com maiores abundâncias de larvas estiveram associados com o fenômeno de El Niño e os períodos com as menores densidades de larvas estavam associadas com o fenômeno de La Niña. Os maiores valores de captura registrados no período 11 podem estar relacionados à ocorrência de chuvas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2011, onde no período foi registrado uma elevada captura de larvas de *Salminus* spp.

A associação positiva e significativa entre os eventos de El Niño e as densidades de larvas de peixes migradores indica que a pluviosidade local pode ser considerada o principal gatilho indutor para as desovas destas espécies. O regime de chuvas é descrito como uma das mais importantes variáveis ambientais modulatórias da reprodução dos peixes tropicais

(LOPES *et al.*, 2018; ROSA *et al.*, 2018; LOZANO *et al.*, 2019). Vários fatores influenciados por ela, como vazão, transparência, condutividade elétrica e nível fluviométrico influenciam diretamente as desovas (VAZZOLER, 1996; BAUMGARTNER *et al.*, 2008), o transporte e sobrevivência do ictioplâncton (BAUMGARTNER *et al.*, 2004). Assim, estas espécies exibem um alto grau de sincronização entre a reprodução e condições ambientais favoráveis com a desova, geralmente ocorrendo em consonância com a elevação da temperatura e altas precipitações (VAZZOLER, 1996; AGOSTINHO *et al.*, 2004; BAUMGARTNER *et al.*, 2008).

A análise de regressões múltiplas demonstrou que, dentre todas as variáveis analisadas, apenas ONI, que representa numericamente os eventos ENOS, foi significativa. Essa evidência reforça ainda mais a atuação dos efeitos destes fenômenos globais na reprodução de espécies de peixes migradores, mesmo em um ambiente controlado por barragens. A ausência de significância estatística das ocorrências de larvas com o nível fluviométrico, que também é comumente associado com a reprodução de peixes migradores (SUZUKI *et al.*, 2009; CHAVES *et al.*, 2017) pode estar relacionada ao controle de fluxo imposto ao rio pela UHE de Porto Primavera que alterou o regime hidrológico, diminuindo a frequência e a intensidade das inundações e a oscilação do nível máximo e mínimo da água (GUBIANI *et al.*, 2007). Além das mudanças na dinâmica hidrológica a montante da barragem, o controle de vazão provoca alterações no regime de cheias a jusante, influenciando diretamente a conectividade rio - planície de inundação (WARD & STANFORD, 1995; SANCHES *et al.*, 2006; AGOSTINHO *et al.*, 2007; STEVAUX *et al.*, 2009; AGOSTINHO *et al.*, 2016).

A relação pluviosidade e nível fluviométrico desempenha um papel fundamental para a reprodução dos peixes, especialmente para as migradoras. Em rios não barrados o aumento da pluviosidade desencadeia o aumento do nível provocando as cheias que alagam as planícies de inundação e este aumento é considerado o principal fator de força para a organização espacial e temporal das comunidades em sistemas rio-planície de inundação (MARSHALL & QUENTAL 2016). A natureza e intensidade da conectividade hidrológica contribuem para heterogeneidade espacial resultando em uma alta diversidade alfa, beta e gama (AMOROS & BORNETTE, 2002). As ocorrências de inundações sazonais aumentam a conectividade entre os corpos d'água, permitindo a troca de propágulos, nutrientes e organismos entre os habitats (THOMAZ *et al.*, 2007), essenciais para conectar as fases do ciclo de vida de várias espécies (BAILLY *et al.*, 2008). Neste sentido, a atenuação da intensidade das cheias, com as vazões mínimas sendo elevadas e as máximas reduzidas, ocorrem perdas significativas de habitats,

especialmente se o segmento a jusante contiver uma planície de inundação (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

A perda de conectividade é especialmente deletéria para as espécies migradoras, visto que impede o acesso das larvas às lagoas marginais, afetando o recrutamento (AGOSTINHO *et al.*, 1993). Nestes ambientes, as larvas encontram condições ideais para seu desenvolvimento inicial, como alimento e proteção contra a predação (BAUMGARTNER *et al.*, 2004). Assim, mudanças causadas por barragens podem influenciar diretamente diferentes aspectos populacionais que por sua vez, podem afetar os atributos de toda a comunidade de peixes (SABINSON *et al.* 2014). Dessa forma, é possível que os períodos de seca e inundação, extremamente importantes tanto para a desova quanto para o desenvolvimento inicial das larvas, que ocorreriam naturalmente devido a padrões de precipitação associados a eventos ENOS, tenham sido minimizados e por isso o nível fluviométrico não se correlacionou estatisticamente com a abundância de larvas.

Ainda em relação à falta de significância do nível com as ocorrências, não podemos descartar também possíveis influências de desovas ocorridas nos tributários não barrados presentes na região, como os rios Amambai e Iguatemi (localizados na margem direita), rios Piquiri e Ivaí (margem esquerda) e rio Ivinhema (margem direita) acima da área de estudo. Estes rios, por não sofrerem impacto de barramentos, tem seu fluxo e regime de cheias influenciado exclusivamente pelo ciclo hidrológico e podem ser considerados importantes áreas de desova para as espécies migradoras (SUZUKI *et al.*, 2004; NAKATANI *et al.*, 2004; GOGOLA *et al.*, 2010). Assim, a desova dos peixes migradores pode ter sido influenciada pela pluviosidade local influenciada pelo El Niño e as larvas derivaram para o canal principal do rio Paraná, e neste caso, foram capturadas independentemente da influência do seu nível.

Estudos realizados na mesma região por GOGOLA *et al.* (2010; 2013), demonstraram a influência dos tributários nas ocorrências de larvas no canal principal do rio Paraná, destacando a importância destes rios não barrados como áreas de desova. Neste mesmo sentido, Alves *et al.*, (2021) e Andreotti *et al.*, (2021) observaram um maior efeito do ONI na assembleia de peixes e uma maior diversidade funcional da ictiofauna, respectivamente, no rio Ivinhema com relação ao rio Paraná.

Embora os resultados obtidos neste estudo revele a relação entre ONI e as desovas de peixes migradores mesmo em ambientes sob influência de barramentos, ressaltamos que a

ocorrência de desovas por si só não é garantia de que ocorra o efetivo recrutamento destas espécies, uma vez que a ausência de cheias impede a chegada das larvas às áreas de desenvolvimento na planície (SUZUKI *et al.*, 2009). Neste caso, quando as larvas atingem a calha do rio Paraná e não encontram a planície ou outros habitats temporários alagados, elas podem ser predadas devido à ausência de locais protegidos e à baixa turbidez da água causada pela retenção de material em suspensão no reservatório a montante (SANCHES *et al.*, 2006).

A relação entre as densidades de larvas de peixes migradores e os eventos de El Niño e La Niña mostra a influência destes fenômenos sobre as desovas destas espécies, mesmo em um ambiente onde o nível fluviométrico é controlado por barragens, confirmando nossa hipótese. A significância estatística apresentada entre as maiores densidades de captura e o evento El Niño mostram ainda a importância da pluviosidade como o principal fator modulatório das desovas das espécies migradoras. A ausência de relação entre a captura, ONI e nível fluviométrico do rio Paraná sugere que as desovas ocorrem independentemente do nível fluviométrico do rio, entretanto não podemos descartar também possíveis influências de desovas ocorridas nos tributários não barrados presentes na região. Ressaltamos ainda que somente a realização de estudos sobre o recrutamento das na calha principal do rio Paraná permitirá maiores conclusões sobre os impactos do controle de fluxo na reprodução das espécies migradoras.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante a execução deste trabalho. Agradeço também o Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL) e Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais (INEO), e toda sua equipe, pela disponibilidade dos dados, apoio técnico e infraestrutura para o desenvolvimento do estudo.

## 7. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; GOMES, L. C.; OKADA, E. K. (1993) Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brazil. **Revue D' Hydrobiologie Tropicale**, Paris, v. 26, n. 1, p. 79-90.

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., VERÍSSIMO, S. & OKADA, E.K. (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. <https://doi.org/10.1007/s11160-004-3551-y>

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C; PELICICE, F.M. (2007) **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Editora da Universidade Estadual de Maringá: Eduem. 501p.

AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., SANTOS, N. C. L., ORTEGA, J. C. G., & PELICICE, F. M. (2016) Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, 173, 26– 36. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.04.006>

AGUASPARANA – Sistema de Informações Hidrológicas: Pluviometria e Fluviometria Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Sistema-de-Informacoes-Hidrologicas>

ALVES, J.C., ANDREOTTI, G.F., AGOSTINHO, A.A., & GOMES, L.C. (2021) Effects of the El Nino Southern Oscillation (ENSO) on fish assemblages in a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, 848(8), 1811-1823. <https://doi.org/10.1007/s10750-02-04555-4>

AMOROS, C., & BORNETTE, G. (2002) Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. **Freshwater Biology**, 47(4), 761-776. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00905.x>

ANDREOTTI, G. F., ALVES, J. C., ALVES, D. C., AGOSTINHO, A. A., & GOMES, L. C. (2021) The response of fish functional diversity to the El Nino Southern Oscillation (ENSO) in a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, 848(6), 1207-1218. <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04555-4>

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M., DA SILVA, V. V., PETRY, P., OLIVEIRA, E. C., & MOURA, S. M. L. (2001) Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro. **Brazilian Journal of Biology**, 61, 357-362. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842001000300003>

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. <https://doi.org/10.1002/rra.1147>

BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., GOMES, L.C., BIALETZKI, A., SANCHES, P.V., MAKRAKIS, M.C. (2004) Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazilian. **Environmental Biology of Fishes**, 71(2): 115-125. <https://doi.org/10.1007/s10641-004-0098-z>

BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., GOMES, L.C., BIALETZKI, 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. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252008000400002>

BAUMGARTNER, G., GUBIANI, É.A., DELARIVA, R.L. & SANCHES, P. V. (2010) Spatial patterns in fish assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. **Wetlands** 30: 309–320. <https://doi.org/10.1007/s13157-010-0031-0>

BURKE, M., JORDE, K., & BUFFINGTON, J. M. (2009) Application of a hierarchical framework for assessing environmental impacts of dam operation: Changes in streamflow, bed mobility and recruitment of riparian trees in a western North American river. **Journal of Environmental Management**, 90, S224-S236. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.022>

CAVIEDES, C & CAVIEDES, C. N. (2001) **El Niño in history: storming through the ages**. Gainesville: University Press of Florida, 279 pp.

CHAVES, C. S., CARVALHO, J. S., PONTE, S. C. S., FERREIRA, L. C., & ZACARDI, D. M. (2017) Distribuição de larvas de Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) no trecho inferior do rio Amazonas, Santarém, Pará. **Scientia Amazonia**, 6(1), 19-30. ISSN: 2238.1910

CONCEA - CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL (2013) - Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: [https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/institucional/concea/arquivos/legislacao/resolucoes\\_normativas/Resolucao-Normativa-CONCEA-n-13-de-20.09.2013-D.O.U.-de-26.09.2012-Secao-I-Pag.-5.pdf](https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/institucional/concea/arquivos/legislacao/resolucoes_normativas/Resolucao-Normativa-CONCEA-n-13-de-20.09.2013-D.O.U.-de-26.09.2012-Secao-I-Pag.-5.pdf)

COLLINS, M., AN, SI, CAI, W., GANACHAUD, A., GUILYARDI, E., JIN, FF, ... & WITTENBERG, A. (2010) The impact of global warming on the tropical Pacific Ocean and El Niño. **Nature Geoscience**, v. 3, n. 6, p. 391-397. <https://doi.org/10.1038/ngeo868>

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos & INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Condições Atuais Do Enos (2020) Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>

DAGA, V.S., GOGOLA, T.M., SANCHES, P.V., BAUMGARTNER, G., BAUMGARTNER, D., PIANA, P.A., GUBIANI, É.A. & DELARIVA, R. L. (2009) Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. **Neotropical Ichthyology** 7: 429–438. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000300010>

FERNANDES, L.G. & RODRIGUES, R.R. (2018) Changes in the patterns of extreme rainfall events in southern Brazil. **International Journal of Climatology**, 38 (3), 1337-1352. <https://doi.org/10.1002/joc.5248>

GOGOLA, T.M., DAGA, V.S., SILVA, P.R.L., 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. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252010000200013>

GOGOLA, T.M., SANCHES, P.V., GUBIANI, É.A. & DA SILVA, P.R. (2013) Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. **Ecology Freshwater Fish**, 22(1), 95-105. <https://doi.org/10.1111/eff.12007>

GOGOLA, T. M., PIANA, P. A., DA SILVA, P. R. L., TOPAN, D. A., & SANCHES, P. V. (2021) Fish reproductive activity reveals temporal variations predominating spatial

heterogeneity in maintaining high functional diversity of a Neotropical reservoir. **Ecology of Freshwater Fish**. <https://doi.org/10.1111/eff.12621>

GRAÇA, W. J. & PAVANELLI, C. S. (2007) **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. EDUEM - Maringá State University Press, Maringá, Brazil.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. (1998) Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v. 11, p.2863-2880. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1998\)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1998)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2)

GUBIANI, E. A., GOMES, L. C., AGOSTINHO, A. A., & OKADA, E. K. (2007) Persistence of fish populations in the upper Paraná River: effects of water regulation by dams. **Ecology of freshwater fish**, 16(2), 191-197. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00211.x>

HUMPHRIES, P., & LAKE, P. S. (2000) Fish larvae and the management of regulated rivers. **Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management**, 16(5), 421-432. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252012000400017>

ISBELL, F., CRAVEN, D., CONNOLLY, J., LOREAU, M., SCHMID, B., BEIERKUHNLIN, C., ... & EISENHAUER, N. (2015) Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. **Nature** 526, 574–577. <https://doi.org/10.1038/nature15374>

KING, A. J., P. HUMPHRIES & P. S. LAKE. (2003) Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science** 60: 773–786. <https://doi.org/10.1139/f03-057>

LOPES, J. M., ALVES, C. B. M., PERESSIN, A., & POMPEU, P. S. (2018) Influence of rainfall, hydrological fluctuations, and lunar phase on spawning migration timing of the Neotropical fish *Prochilodus costatus*. **Hydrobiologia**, 818(1), 145-161. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3601-4>

LOPES, C. A., & ZANIBONI - FILHO, E. (2019) Mosaic environments shape the distribution of Neotropical freshwater ichthyoplankton. **Ecology of Freshwater Fish**, 28(4), 544-553. <https://doi.org/10.1111/eff.12473>

LOZANO, I. E., LLAMAZARES, V. S., GÓMEZ, M. I., PIAZZA, Y. G., SALVA, J. L., & FUENTES, C. M. (2019) Episodic recruitment of young *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Characiformes: Prochilodontidae) during high discharge in a floodplain lake of the River Paraná, Argentina. **Fisheries Management and Ecology**, 26, 260–268. <https://doi.org/10.1111/fme.12348>

MARSHALL, C. R., & QUENTAL, T. B. (2016) The uncertain role of diversity dependence in species diversification and the need to incorporate time-varying carrying capacities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 371(1691), 20150217. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0217>

MATTHEWS, W.J. **Patterns in freshwater fish ecology**. New York: Chapman & Hall, 756p, 1998.

MORAES NETO, J.M. de; BARBOSA, M.P. e ARAUJO, A.E. de. (2007) Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n.1, pp. 61-66. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000100008>

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MARKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. (2001) **Ovos e larvas de peixe de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM / Nupélia, 378 p.

NAKATANI, K., BIALETZKI, A., BAUMGARTNER, G., SANCHES, P.V., MAKRAKIS, M.C. Temporal and spatial dynamics of fish eggs and larvae. (2004) In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Org.). **The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical Aspects Ecology and Conservation**. 1ªed.Leiden, Netherlands: Backhuys Publishers, v. 1, p. 293-308.

NOAA - National Weather Service - Cold & Warm Episodes by Season (2020) – Disponível em: [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)

OTA, R.R.; DEPRA, G.C.; GRACA, W.J.; PAVANELLI, C.S. (2018) Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**. V. 16, n. 2. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170094>

PEARSON, K. (1901) On lines and places of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, Sixth Series, Abingdon. v.2, p. 559 – 572.

PEREIRA, M. P. S., MENDES, K. R., JUSTINO, F., COUTO, F., DA SILVA, A. S., DA SILVA, D. F., & MALHADO, A. C. M. (2020) Brazilian dry forest (Caatinga) response to multiple ENSO: the role of Atlantic and Pacific ocean. **Science of the Total Environment**, 705, 135717. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135717>

QUIM, G.P. & KEOUGH, M.J. (2002) **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge University Press., 537p.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; SILVA, S. H.; SILVA, P. A.; BIALETZKI, A.; ZANIBONIFILHO, E. (2008) Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto Rio Uruguai (Brasil). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. (Ed.). **Reservatório de Itá: estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis: Editora UFSC. p. 159-194.

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, 69–82. <https://doi.org/10.1002/rra.3225>

SABINSON, L.M.; RODRIGUES FILHO, J.L.; PERET, A.C.; VERANI, J.R. (2014) Growth and reproduction aspects of *Pimelodus maculatus* Lacepede, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) of the Cachoeira Dourada reservoir, state of Goiás and Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 74(2): 450-459. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.09012>

SANCHES, P. V., K. NAKATANI, A. BIALETZKI, G. BAUMGARTNER, L. C. GOMES e LUIZ, E. A. (2006) Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. **River Research and Applications**, v.22: 555-565. <https://doi.org/10.1002/rra.922>

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. <https://doi.org/10.1111/jfb.14474>

SARTORI, M da B. G. (2003) A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**, v.1, n. 20, p. 27-49.

SIMPSON, H.J., CANE, M.A., LIN, S.K., ZEBIAK, S.E. & HERCZEG, A.L. (1993) Forecasting annual discharge of River Murray, Australia from a geophysical model of ENSO. **Journal of Climate**, v. 6, p. 386–391.

STEVAUX, J. C., MARTINS, D. P., & MEURER, M. (2009) Changes in a large regulated tropical river: The Paraná River downstream from the Porto Primavera Dam, Brazil. **Geomorphology**, 113(3-4), 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.03.015>

SUZUKI, H. I., VAZZOLER, A. E. A. M., MARQUES, E. E., LIZAMA, M. A. P., INADA, P. (2004) Reproductive ecology of the fish assemblages. In THOMAZ, SM., AGOSTINHO, AA. and HAHN, NS. (Eds.). The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden: **Backhuys Publishers**. p. 271-291.

SUZUKI, H. I., A. A. AGOSTINHO, D. BAILLY, M. F. GIMENES, H. F. JULIO-JUNIOR & L. C. GOMES. (2009) Inter-annual variations in the abundance of young-of-the-year of migratory fishes in the Upper Parana´ River floodplain: relations with hydrographic attributes. **Brazilian Journal of Biology** 69: 649–660. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000300019>

TANAKA, S. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. FAO **Fisheries Technical Paper**, v. 122., 1973.

THOMAZ, S. M., BINI, L. M., & BOZELLI, R. L. (2007) Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, 579(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0285-y>

VAZZOLER, A. E. A. M. (1996) **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: teoria a prática**. Maringá: EDUEM.

WARD, J. V., & STANFORD, J. A. (1995) Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. **Regulated rivers: research & management**, 11(1), 105-119. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450110109>

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999.