



**Universidade Federal do Oeste do Pará  
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação Tecnológica  
Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos**

**COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-  
TEMPORAL DA ASSEMBLEIA DE LARVAS DE PEIXES NO  
RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA, SANTARÉM, PARÁ**

**MARIA APARECIDA DE LIMA SUZUKI**

Santarém, Pará  
Maio de 2018

MARIA APARECIDA DE LIMA SUZUKI

**COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-  
TEMPORAL DA ASSEMBLEIA DE LARVAS DE PEIXES NO  
RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA, SANTARÉM, PARÁ**

ORIENTADOR: PROF. DR. DIEGO MAIA ZACARDI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Recursos Aquáticos  
Continental Amazônicos, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos


Santarém-Pará  
Maio de 2018

---

MARIA APARECIDA DE LIMA SUZUKI

**COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-  
TEMPORAL DA ASSEMBLEIA DE LARVAS DE PEIXES NO  
RESERVATÓRIO DE CURUÁ-UNA, SANTARÉM, PARÁ**


Data da aprovação. Santarém - PA: 25 de maio de 2018.



---

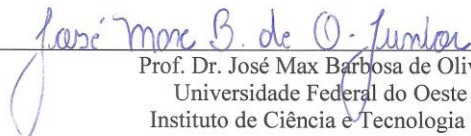
Orientador Prof. Dr. Diego Maia Zacardi  
Universidade Federal do Oeste do Pará  
Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos

**Banca julgadora:**



---

Profa. Dra. Dávia Marciana Talgatti  
Universidade Federal do Oeste do Pará  
Campus Oriximiná



---

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Júnior  
Universidade Federal do Oeste do Pará  
Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas



---

Profa. Dra. Ynglea Georgina de Freitas Goeh  
Universidade Federal do Oeste do Pará  
Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos

Santarém, Pará  
Maio de 2018

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

S968c Suzuki, Maria Aparecida de Lima  
Composição taxonômica e distribuição espaço-temporal da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará / Maria Aparecida de Lima Suzuki. – Santarém, 2018.  
75 f.: il.

Orientador: Diego Maia Zacardi.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciência e Tecnologia das Águas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos.

1. Peixes de água doce - Larva. 2. Peixes - Brasil - Classificação. 3. Relação homem-animal. I. Zacardi, Diego Maia, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 597

---

Bibliotecário-documentalista: Rogério Aoyama – CRB-2/1506

**Sinopse:** Foi analisada a composição taxonômica, densidade, diversidade de Shannon e riqueza de espécies, equitabilidade e similaridade entre os ambientes estudados, bem como a distribuição espaço-temporal da assembleia de larvas de peixes e qual sua relação com as variáveis ambientais, no Reservatório de Curuá-Una e área de influência, Santarém-Pa.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento larval, Zonação em reservatórios, Ações antrópicas, Sazonalidade.

*Aos meus pais Maria e Enok, pelo exemplo de fé e perseverança e ao meu esposo Gil Suzuki, por toda paciência, compreensão e carinho.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho teria sido impossível, sem a colaboração de diversas pessoas pelas quais sou muito grata.

Primeiramente eu gostaria de agradecer o meu orientador, professor Dr. Diego Zacardi, por sua amizade e pelo exemplo de pessoa incrível, de sabedoria admirável e principalmente pela sua coragem em orientar, mesmo eu sendo de outra área e sabendo das minhas dificuldades, agradeço por tudo que tem me ensinado com profissionalismo e contribuído para o meu desenvolvimento acadêmico e pelo empenho dedicado a este trabalho.

Às professoras Dávia Talgatti, Sheyla Couceiro e Ynglea Goch, por valiosas contribuições durante a aula de qualificação;

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos;

Ao professor José Max, pelo auxílio em algumas análises estatísticas;

Aos colegas da turma PPG-RACAM 2016;

Aos colegas do Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton: Cláudia Sousa, Cleidevania de Oliveira, Darliane Campos, Diego Fróes, Jerry Max, Lucas Oliveira e Ruineris Cajado, por todo auxílio na realização deste trabalho, em especial as amigas Elizabete Matos e Silvana Cristina por todos os momentos de alegria e desânimos compartilhados, sem elas o mestrado teria sido muito mais difícil, agradeço por pelos conselhos e apoio durante diversos momentos nesses dois anos de estudo;

À toda equipe Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos, pelo apoio com empréstimo dos equipamentos durante a realização das coletas;

À equipe da Coleção Ictiológica, principalmente aos professores André Canto e Frank Raynner, pela ajuda na identificação de algumas espécies de peixes;

À amiga Daura Diniz, por toda força na reta final do mestrado e principalmente por ter se mostrado uma pessoa incrível e de coração enorme;

Aos Amigos Paulo Brasil e Jéssica Azevedo, por compartilharem comigo as despesas durante as idas a campo e por todo apoio durante a realização coletas.

Ao amigo David Teodósio, que foi fundamental nas coletas realizadas nos últimos meses do trabalho em campo;

A todos os amigos e colegas de trabalho, que fazem parte da minha vida fora da rotina acadêmica, mas que sempre estiveram me apoiando de alguma maneira e me incentivando sempre a ir em busca dos meus sonhos;

A toda a minha família representada pelos meus pais, irmãos, irmãs, sobrinhos, cunhadas, cunhados, esposo, sogra, sogro por todas as orações, paciência, força, carinho e amor, repassados em momentos difíceis e que eu não pude estar por perto, para que pudesse apoiá-los;

A universidade Federal do Oeste do Pará, pela oportunidade em cursar o mestrado;

Aos barqueiros Sidcley e Francisco, por nos conduzir em segurança em todas as coletas de campo;

A Eletronorte, em especial aos coordenadores Mario Predreira e Antônio Ramalheiro por todo o apoio logístico durante trabalho de campo;

Em síntese, agradeço a todos os gigantes que me ofereceram seus ombros, e eu só peço a Deus que me conceda a graça de fazer valer a pena, horando os esforços que todos fizeram ainda que sem saber, me fizeram enxergar mais longe, além de me impulsionarem para o alto, muito obrigada.



*“Se enxerguei mais longe, foi porque estava  
sobre os ombros de gigantes” (Isaac Newton)*

## RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho é investigar a atuação do gradiente longitudinal do reservatório de Curuá-Una sobre a composição taxonômica, abundância, diversidade e riqueza de espécies do ictioplâncton, analisar os padrões de distribuição espaço-temporal de larvas de peixes e sua relação com as variáveis ambientais, como forma de subsidiar políticas de manejo e estratégias de conservação dos recursos naturais, visando a manutenção dos estoques pesqueiros da região. A coleta do material biológico foi realizada utilizando uma rede de plâncton com malha de 300  $\mu\text{m}$  acoplada com um fluxômetro, durante o mês de abril de 2016 a março de 2017, em 12 estações de coletas distribuídas entre as zonas fluvial, transição e lacustre do reservatório. As variáveis ambientais foram mensuradas *in loco*. Capturou-se 3.864 larvas de peixes, enquadradas em 30 táxons classificados em 8 ordens, 16 famílias, 25 gêneros e 27 espécies. No ambiente fluvial foi observada a maior densidade de larvas de peixes, também apresentando maior riqueza, diversidade, abundância e equitabilidade. *Microphilypnus tapajosensis*, Caires 2013 foi a espécie que mais contribuiu com número de indivíduos em todos os pontos (89%). Em relação a sazonalidade, as maiores densidades ocorreram durante o período chuvoso. Diferenças significativas foram observadas somente entre os ambientes fluvial e lacustre. Não foi possível observar um padrão de distribuição das larvas separando os ambientes em zona lacustre, de transição e fluvial por meio da distribuição das espécies (resultado da NMDS), bem como não houve diferença significativa na composição de espécies (presença/ausência) entre as zonas estudadas (resultado da Permanova). A diminuição de espécies ao longo do gradiente longitudinal, sustenta a hipótese de que o impacto causado pelo barramento do rio afetou a ictiofauna local, demonstrando que a área necessita de ações mitigadoras. Com altas densidades de larvas de peixes próximas a confluência dos tributários, é possível determinar que esses ambientes são utilizados para desova e desenvolvimento para muitas espécies de peixes e a presença de larvas em toda a região estudada mostra que vários grupos larvais de peixes completam seu ciclo de vida no reservatório, principalmente espécies de pequeno porte e migradoras de curta distância. Portanto, faz-se necessário a implementação de ações de manejo que visem a manutenção e a conservação tanto desses ambientes, como consequentemente para a comunidade de larvas de peixes.

**Palavras-chave:** Sazonalidade, Impactos hidrelétricos, Estratégias de conservação, Pluviosidade; Espécies oportunistas e sedentárias.

## ABSTRACT

The objective of this work is to investigate the performance of the longitudinal gradient of the Curuá-Una reservoir on the taxonomic composition, abundance, diversity and richness of ichthyoplankton species, to analyze the spatio-temporal distribution patterns of fish larvae and their relationship with the variables environmental, as a way to subsidize management policies and strategies for the conservation of natural resources, aiming at maintaining the fish stocks of the region. The biological material was collected using a 300 µm mesh of plankton coupled with a flowmeter during April 2016 to March 2017 in 12 collection stations distributed between the fluvial, transition and lacustrine zones of the reservoir . Environmental variables were measured in loco. 3,864 fish larvae were recorded, recorded in 30 taxa classified in 8 orders, 16 families, 25 genera and 27 species. In the fluvial environment the highest density of fish larvae was observed, also presenting greater richness, diversity, abundance and equitability. *Microphilypnus tapajosensis*, Caires 2013 was the species that most contributed with number of individuals at all points (89%). In relation to seasonality, the highest densities occurred during the rainy season. Significant differences were observed only between river and lake environments. It was not possible to observe a distribution pattern of the larvae separating the environments in lacustrine, transition and fluvial zone through the distribution of the species (result of the NMDS), as well as there was no significant difference in species composition (presence / absence) among the areas (result of Permanova). The loss of species along the longitudinal gradient supports the hypothesis that the impact caused by the riverbeds affected the local ichthyofauna, demonstrating that the area needs mitigating actions. With high densities of fish larvae close to tributary confluence, it is possible to determine that these environments are used for spawning and development for many species of fish and the presence of larvae throughout the studied region shows that several larval groups of fish complete their cycle of life in the reservoir, mainly small-sized and short-range migratory species. Therefore, it is necessary to implement management actions that aim at the maintenance and conservation of these environments, and consequently for the community of fish larvae.

**Keywords:** Seasonality, Hydroelectric impacts, Conservation strategies, Rainfall; Opportunistic and sedentary species.

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	xii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	18
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	18
<b>ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	20
Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na riqueza e composição de larvas de peixes em um reservatório de amazônico, Santarém-Pa. ....	21
<b>Introdução</b> .....	22
<b>Material e Métodos</b> .....	23
<i>Área de estudo</i> .....	23
<i>Coleta do material biológico</i> .....	24
<i>Processamento das amostras em laboratório</i> .....	24
<i>Análise dos dados</i> .....	25
<b>Resultados</b> .....	25
<b>Discussão</b> .....	30
<b>Agradecimentos</b> .....	33
<b>Referências</b> .....	33
A estrutura da assembleia de larvas de peixes em um reservatório tropical na bacia do rio Curuá-Una (Pará, Brasil): padrões de distribuição espaço-temporal .....	38
<b>1. Introdução</b> .....	40
<b>2. Material e Métodos</b> .....	41
2.1. <i>Área de estudo</i> .....	41
2.2. <i>Coleta do material biológico</i> .....	42
2.3. <i>Processamento das amostras em laboratório</i> .....	43
2.4. <i>Análise de dados</i> .....	43
<b>3. Resultados</b> .....	44
<b>4. Discussão</b> .....	48
<b>Agradecimentos</b> .....	52
<b>Referências</b> .....	52
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	57
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> (Introdução geral) .....	58
<b>ANEXO I</b> .....	61
Revista Marine and Freshwater Research .....	61

<b>Author Instructions</b> All manuscripts should be submitted via ScholarOne Manuscripts.....	61
<b>ANEXO II</b> .....	72
Acta Limnol. Bras. (Online) - Instruções aos autores .....	72
<b>APÊNDICE</b> .....	76

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1. Localização da área de estudo, com destaque para as estações de coleta georreferenciadas, sobre o reservatório de Curuá-Una, Santarém-PA .....19
- Figura 2. Diagrama de Veen com a participação relativa das larvas de peixes capturadas nas zonas fluvial, de transição e lacustre do reservatório de Curuá-Una, Santarém-PA .....24
- Figura 3. Ordenação resultante da análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) sobre a composição com base nos dados de presença e ausência, do gradiente longitudinal do Reservatório de Curuá-Una, Santarém-Pa. (Stress 0,08 e R<sup>2</sup> 0,993) .....25
- Figura 4. Ordenação direta da densidade de larvas de peixes encontradas no Reservatório de Curuá-Una .....26

### CAPÍTULO 2

- Figura 1. Localização da área de estudo, com destaque para as estações de coleta, sobre o reservatório de Curuá-Una, Santarém-PA .....37
- Figura 2. Distribuição espacial (a) e temporal (b) da densidade de larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará .....40
- Figura 3. Variação da distribuição da densidade de larvas de peixes entre os períodos de amostragens (diurno e noturno) e entre os meses de amostragem no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará .....41
- Figura 4. Participação relativa dos estágios de desenvolvimento ontogenético das larvas capturadas nas zonas fluvial e lacustre do reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará .....42
- Figura 5. Diagrama de ordenação da análise de redundância (RDA) relacionando as variáveis ambientais e densidade de larvas durante os meses de coleta e zonas de amostragem. Os losangos representam os meses e os vetores as variáveis ambientais. (CE: condutividade elétrica, IP: índice pluviométrico, NF: nível fluviométrico, OD: oxigênio dissolvido, T°C: temperatura da água e pH: potencial hidrogênio) .....43

## INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil a construção de reservatórios, teve um crescimento expressivo nos últimos anos (Benedito-Cecílio *et al.* 1997; Agostinho *et al.* 2007), principalmente para fornecimento de água e geração de energia elétrica, é uma das atividades antrópicas mais impactantes sobre os ecossistemas aquáticos, uma vez que altera as condições físico-químicas passando de um sistema lótico para uma condição lêntica, resultando desta maneira no aparecimento de novos habitats e perda de outros (Júlio Jr. *et al.* 1997; Rodrigues *et al.* 2005; Agostinho *et al.* 2007).

Represamentos de rios alteram a dinâmica hidrológica, os padrões de produção biológica e a distribuição dos organismos no espaço e tempo (Nilsson *et al.*, 2005). Com isso, Procedimentos que envolvem construção e operacionalização das barragens causam diversos impactos sobre a ictiofauna, em toda a área de influência dos reservatórios e podem ser identificados principalmente pela fragmentação dos ambientes aquáticos e das comunidades de peixes (Kubecka, 1993; Tundisi e Straskraba 1999).

Um aspecto significativo na estrutura dos reservatórios diz respeito à sua possível compartimentalização de habitats. Classicamente, é possível observar três zonas distintas em um reservatório: um com características próximas às de rio (fluvial), localizado na parte alta do reservatório; outro semelhante ao ambiente de lago (lacustre), próximo à barragem e um de transição entre os dois ambientes Thornton *et al.* (1996). Diversos estudos indicam que cada uma destas zonas, podem apresentar modificações quanto as suas características bióticas e abióticas que influenciam a abundância e a diversidade das espécies de peixes (Okada *et al.* 2005; Agostinho *et al.* 2007; Kipper *et al.* 2011).

Grandes reservatórios são corpos d'água heterogêneos quando são relacionados às condições físicas e químicas, tornando-se comum a formação de ambientes com condições muito particulares, em diferentes escalas e gradientes espaciais (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2003).

O declínio de espécies migradoras é o aspecto mais preocupante, pois envolve empobrecimento ou perda permanente da biodiversidade, com consequências negativas para o funcionamento do ecossistema (Freeman *et al.* 2003; Agostinho *et al.* 2009), conturbando também as relações socioculturais e econômicas das populações que dependem dos recursos pesqueiros (Petreire Jr. 1996; Godinho e Godinho, 2003; Agostinho *et al.* 2003).

Estudos que levam em consideração a distribuição de ovos e larvas de peixes fornecem evidências relevantes sobre período de desova, locais de reprodução e dos

criadouros naturais, sendo fundamentais ao viabilizar informações para a ictiologia, bem como para inventários ambientais, monitoramento e manejo da pesca (Nakatani *et al.* 2001). Essas informações são valiosas, para a implantação de ações mitigadoras, visando a proteção de espécies de peixes, partindo do contexto do manejo de reservatórios, uma vez que, o recrutamento depende da integridade dos habitats (Agostinho *et al.* 1993).

Sabe-se que a estrutura da assembleia de larvas é diretamente influenciada pelo modo, local, período, duração e intensidade reprodutiva (Bialezki *et al.* 2005), e que o regime hidrológico anual e as condições ambientais do meio atuam como fatores limitantes, favorecem às desovas e são responsáveis pelo sincronismo e distribuição de ovos e larvas de peixes (Zacardi e Ponte, 2016), determinando a época e a intensidade do “Período Reprodutivo” da comunidade íctica nos ambientes aquáticos. Esses limites de tolerância para ovos, larvas e indivíduos adultos em estado de reprodução, geralmente são mais estreitos do que para peixes adultos fora do período reprodutivo (Figueiredo, 2009).

De acordo com Nakatani (2001) as larvas de peixes são classificadas em quatro estágios, seguindo basicamente a sequência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte: (i) *larval vitelino*-estágio de desenvolvimento compreendido entre a eclosão e o início da alimentação exógena (olho completo ou parcialmente pigmentado; abertura do ânus e da boca); (ii) *pré-flexão*-estágio de desenvolvimento que se estende desde o início da alimentação exógena até o início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal; (iii) *flexão* -estágio de desenvolvimento que se caracteriza pelo início da flexão da notocorda, com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal, até a completa flexão da mesma, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal; (iv) *pós-flexão* -estágio de desenvolvimento que se caracteriza pela completa flexão da notocorda, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e 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.

Segundo Oliveira (2013) o barramento ocasionado pela construção da Usina Hidrelétrica Silvio Braga, construída no rio Curuá-Una, modificou a paisagem da região em torno do reservatório, afetando também a ictiofauna local onde o estoque natural de peixes reduziu drasticamente. Os trabalhos para a construção da barragem começaram em 1967 e foram finalizados com o enchimento em 1977 (Viera e Darwich, 1999). E até o momento apenas Vieira e Darwich (1999) relacionaram os impactos da usina sobre a ictiofauna da região. Entretanto, outros estudos foram realizados, porém estiveram voltados para a



autoecologia de algumas espécies (Junk *et al.* 1981; Holanda, 1982 *apud* Vieira, 2000; Viera 1982; Ferreira, 1984; Vieira, 2000).

Ainda não tinham sido realizados estudos sobre o desenvolvimento inicial dos peixes no reservatório de Curuá-Una. Já foram identificadas cerca de 210 espécies de peixes, pertencentes três ordens, na área de influência do reservatório de Curuá-Una (Viera e Darwich, 1999). No entanto, a região já sofreu uma redução na captura de pescados (Oliveira, 2013), possivelmente provocada pela alteração ambiental como a supressão da vegetação, causada pela construção da barragem.

A remoção de uma parte significativa da população do ictioplâncton ao longo dos anos frente aos impactos advindos do barramento do rio Curuá-Una, associada as elevadas taxas de mortalidade natural, e sabendo-se que podem ter ocasionado importantes efeitos nas populações adultas, e nas comunidades aquáticas como um todo, ostentam a importância do presente estudo, que foi pensado como forma de ampliar o conhecimento da história natural dos peixes da bacia do Rio Curuá-Una, através dos estudos de ecologia de ovos e larvas, ganhando uma importância maior por ser o primeiro desenvolvido na região do reservatório de Curuá-Una e espera-se que os resultados possam somar as informações ícticas existentes, fornecendo subsídios a programas de ações ambientais que visem à conservação, preservação e recuperação de áreas importantes ao recrutamento das espécies de peixes.

Neste contexto, a proposta deste trabalho foi conhecer a composição taxonômica da assembleia das larvas de peixes, investigando seus padrões de distribuição espacial e temporal, analisando a influência do gradiente longitudinal do reservatório de Curuá-Una sobre alguns aspectos ecológicos, bem como a existência de similaridade entre as suas respectivas zonas: fluvial, de transição e lacustre. A forma de organização desta comunidade ao longo do espaço e do tempo pode ser valiosa para a predição e o entendimento do recrutamento, fornecendo a base para implementação de medidas de orientação e planejamento, contribuindo para a recuperação de áreas e conservação da biodiversidade.

## **OBJETIVO GERAL**

Avaliar os padrões de composição taxonômica, abundância e distribuição espaço-temporal das larvas de peixes presentes no reservatório de Curuá-Una e área de influência, Santarém, Pará.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar a composição e a variação dos valores de abundância, riqueza e diversidade de shanon e equitabilidade de larvas de peixes capturadas nas zonas fluvial, de transição e lacustre do reservatório (Capítulo I);
2. Identificar as variações da distribuição espacial (pontos de coleta e zonas longitudinais) e temporal (mensal e diária) da densidade de larvas de peixes durante o período de estudo (Capítulo II);
3. Analisar a influência das variáveis ambientais (potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura da água, índice pluviométrico e nível fluviométrico) sobre a ocorrência e variação de larvas de peixes na região estudada (Capítulo II).

## ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação intitulada “**Composição taxonômica e distribuição espaço-temporal da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará**” está organizada em dois capítulos, que estão no formato de artigos, cujos objetivos centrais e hipóteses seguem abaixo:

**Capítulo 1-**Intitulado “**Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na riqueza e composição de larvas de peixes de um reservatório amazônico, Santarém-Pa**” buscou verificar variação da riqueza das larvas de peixes entre as zonas fluvial, de transição e lacustre, a fim de verificar a influência do gradiente longitudinal na composição taxonômica das larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará. Formatado de acordo com as normas da revista *Marine and Freshwater Research* (Anexo I).

**Hipótese:** Partiu-se da hipótese de que quanto mais próximo do barramento do Rio Curuá-Una, menores são os índices ecológicos, ou seja, a maior diversidade, riqueza e equitabilidade devem ser registradas próximos dos seus afluentes e mais distantes do reservatório.

**Capítulo 2 -** Intitulado “**A estrutura da assembleia de larvas de peixes em um reservatório tropical na bacia do rio Curuá-Una (Pará, Brasil): padrões de distribuição espaço-temporal**” avaliou a distribuição espaço-temporal das larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una e sua relação com os fatores ambientais, como forma de subsidiar políticas de manejo e estratégias de conservação dos recursos naturais, visando a manutenção dos estoques pesqueiros da região. Formatado de acordo com as normas da revista *Acta Limnologica Brasilinsia* (Anexo II).

**Hipótese:** A hipótese levantada para este capítulo é que existe um pico de densidade larval durante os meses do período chuvoso, bem como, maior quantidade de larvas capturadas em trechos próximos aos tributários do Rio Curuá-Una e que provavelmente as variáveis ambientais de maior influência sobre a densidade de larvas de peixes seriam índice pluviométrico e nível fluviométrico.

Para que possa ter melhor entendimento do trabalho apresentado, figuras e tabelas foram inseridas no texto de cada capítulo, porém foram submetidos aos periódicos separadas do texto.

## CAPÍTULO 1

Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na riqueza e composição de larvas de peixes de um reservatório amazônico, Santarém-Pa.

O artigo será submetido a revista *Marine and Freshwater Research*



## **Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na riqueza e composição de larvas de peixes em um reservatório de amazônico, Santarém-Pa.**

M. A. L. Suzuki<sup>A,B,C</sup> e D. M. Zacardi<sup>A,B</sup>

<sup>A</sup> Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton, Universidade Federal do Oeste do Pará, Avenida Mendonça Furtado, 2946, sala 225, Fátima, Santarém-PA, CEP: 68040-470, Brasil.

<sup>B</sup> Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, Universidade Federal do Oeste do Pará, Avenida Mendonça Furtado, 2946, Anexo campus Amazônia, Fátima, Santarém-PA, CEP: 68040-470, Brasil.

<sup>C</sup> Autor para correspondência. Email: cidaatm@hotmail.com

### **Resumo**

O presente estudo teve como objetivo verificar a influência do gradiente longitudinal do reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará em relação à composição taxonômica, abundância, diversidade e riqueza de espécies. As coletas foram realizadas mensalmente, de abril de 2016 a março de 2017, em 12 estações de coleta localizadas a montante do reservatório, divididas em zonas fluvial, de transição e lacustre. Foram capturadas 3.864 larvas de peixe e classificadas em 30 táxons, distribuídas em oito ordens, 16 famílias, 25 gêneros e 27 espécies. O *Microphilypnus tapajosensis*, Caires 2013 foi a espécie que mais contribuiu com número de indivíduos em todos os pontos (89%). As zonas fluvial e de transição compartilharam 30% das larvas de peixes. A maior riqueza, diversidade, abundância e equitabilidade foram encontradas na zona fluvial. Não houve um padrão claro de distribuição das larvas de peixes entre as zonas de estudo (resultado da NMDS), bem como não foi observada diferença significativa entre a composição de espécies (presença/ausência) nas zonas de estudo (resultado da Permanova). Com fundamento sobre a perda de espécies ao longo do gradiente longitudinal, pode-se inferir que ocorreu impacto causado pelo barramento do rio, e esta área necessita de ações mitigadoras para as consequências causadas pela hidrelétrica.

**Palavras-chave:** Distribuição espacial, Ictiofauna, Impactos hidrelétricos, Estratégias de conservação.

## Introdução

Reservatórios são corpos d'água criados por ação antrópica para diversas finalidades, tais como a geração de energia elétrica e o abastecimento de água, a fim de proporcionar recursos hídricos viáveis e controláveis (Rodrigues *et al.* 2005). No entanto, esta ação humana modifica os processos ambientais (geomorfológicos, químicos, físicos e hidrológicos), promovendo a fragmentação de habitats e mudanças de composição específica, estrutura e da dinâmica de comunidades naturais, como por exemplo, a de peixes (Poff *et al.* 1997).

A partir desses processos, Thornton *et al.* (1996) estabeleceram o zoneamento longitudinal dos reservatórios em três zonas distintas: zona fluvial, de transição e lacustre. Diante disto, diversos estudos indicam que cada uma destas zonas, podem apresentar modificações quanto as suas características bióticas e abióticas que influenciam a abundância e a diversidade das espécies de peixes (Okada *et al.* 2005, Agostinho *et al.* 2007, Kipper *et al.* 2011).

O barramento do curso natural, somado ao regime de cheias e ao controle de vazão, alteração da qualidade da água e ao bloqueio de rotas migratórias dificultam seriamente a reprodução de peixes reofílicos (espécies que migram para reprodução) (Hoeinghaus *et al.* 2009, Costa *et al.* 2012), no entanto, não afeta somente a migração ascendente dos adultos reprodutivos, como também a migração descendente, especialmente aquela realizada por assembleias de larvas de peixes (Agostinho *et al.* 2007), não havendo solução técnica simples para o problema. A exigência de habitats específicos para desova e desenvolvimento inicial é uma característica específica de algumas espécies de peixes que realizam migrações, e usam “gatilhos ambientais” (Silva *et al.* 2012), pois buscam condições favoráveis para a maior sobrevivência e recrutamento de sua prole. Portanto, é necessário considerar a importância dos diferentes ambientes (zonas) a serem estudados, pois estes podem ser utilizados pelas diferentes espécies para completar seu ciclo de vida, dependendo ou não da fase de desenvolvimento em que as larvas se encontram (Kipper *et al.* 2011).

Os estudos com larvas de peixes, tornam-se uma ferramenta importante na determinação de locais de desenvolvimento e crescimento de peixes (berçários) (Nakatani *et al.* 1997, 2001), permitindo conhecer quais espécies estão completando seu ciclo de vida na região, sendo um dos principais desafios quando se avalia a comunidade íctica de um determinado corpo d'água, podendo servir como comparativo para outros estudos em ambientes impactados. Esse embasamento também é fundamental no fornecimento de estratégias utilizadas na conservação dos ambientes aquáticos e, conseqüentemente, na melhoria das condições oferecidas às espécies.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivos determinar a variação da riqueza das larvas de peixes entre as zonas fluvial, de transição e lacustre e verificar a influência do gradiente longitudinal na composição taxonômica das larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo foi realizado a montante do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Silvio Braga, instalada e construída sobre a cachoeira do Palhão, no rio Curuá-Una (Fig. 1), situada entre os rios Tapajós e Xingu, sendo afluente da margem direita do rio Amazonas, estando a cerca de 70 km Santarém, no estado do Pará, Brasil.

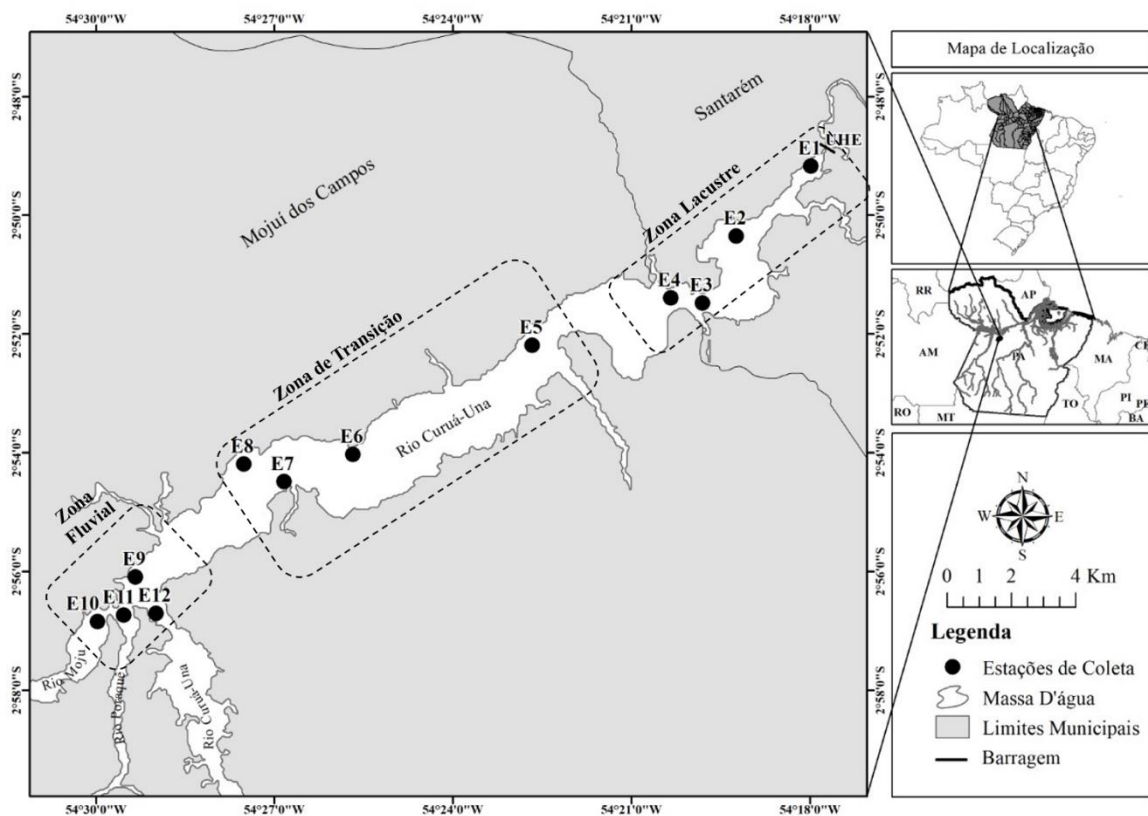


Figura 1. Localização da área de estudo, com destaque para as estações de coleta, sobre o reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará, Brasil.

As estações de coleta foram selecionadas entre as coordenadas 02°56'37.0''S, W 054°29'03.0''W e 02°56'47.0''S, 054°30'04.1''W áreas que ficam distribuídas nos municípios de Santarém (zona lacustre) e Mojuí dos Campos (zona de transição e fluvial), parte se encontra na confluência de pequenos afluentes, como os rios Moju, Mojuí e Paraquê, além de

outros tributários menores, o reservatório tem formato alongado e estreito, em virtude do nível da água seguir a forma natural da bacia hidrográfica do rio Curuá-Una, caracterizado como águas claras (Azevedo J. S. *et al.* 2018, Junk *et al.* 1981). Por toda extensão do rio, há presença de comunidades tradicionais, latifundiários, fazendeiros e cidades se utilizam dele para algum proveito, seja para pesca ou para geração de energia (Jati e Silva, 2017).

#### *Coleta do material biológico*

As coletas foram realizadas mensalmente, de abril de 2016 a março de 2017, em 12 estações de coleta, com ciclos de amostragem em regime diurno (entre 06:00 e 19:00 horas) e noturno (entre 20:00 e 05:00 horas), perfazendo 24 amostras por mês, totalizando 288 amostras ao final do estudo. A área do reservatório foi dividida em três zonas distintas: fluvial, transição e lacustre, com 4 estações de amostragem por zona, considerando o gradiente longitudinal e o zoneamento descrito por Thornton *et al.* (1996).

A amostragem do material biológico foi realizada com o auxílio de uma rede de plâncton cônica de boca circular de 60 cm e 2 m de comprimento, constituída de malha de 300  $\mu\text{m}$ , com fluxômetro mecânico acoplado e posicionado na abertura da rede para o registro do volume de água filtrada, durante os arrastos horizontais na subsuperfície da coluna d'água, por aproximadamente 5 minutos.

Após cada arrasto, o material biológico foi submetido à benzocafina (250 mg/L) e fixado com solução formalina a 10% a bordo da embarcação, acondicionados em potes de polietileno de 500 ml devidamente etiquetados e transportados para análise em laboratório.

#### *Processamento das amostras em laboratório*

Em laboratório com a utilização de Placas de Petri e pinças, sob microscópio estereoscópico as amostras foram triadas, momento de separação das larvas de peixes dos demais detritos, sedimentos e outros organismos aquáticos. Posteriormente as larvas foram quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível.

As identificações foram baseadas na técnica de sequência regressiva de desenvolvimento, conforme preconizado por Ahlstrom e Moser (1976). Que consiste na identificação a partir de uma sequência de indivíduos em diferentes estágios, desde larvas em estágios mais avançados até larvas recém-eclodidas, tendo como base características morfológicas, merísticas e morfométricas, utilizando-se bibliografias especializadas como: Araújo-Lima (1985), Araújo-Lima e Donald (1988), Araújo-Lima (1991), Araújo-Lima *et al.* (1993), Nakatani *et al.* (2001), Oliveira (2003) e Leite *et al.* (2007). As larvas consideradas



não identificadas corresponderam a indivíduos com estruturas danificadas e/ou estágio muito inicial de desenvolvimento.

Após este procedimento, todas as larvas foram armazenadas em potes de vidro com capacidade para 10 ml, fixadas em solução formalina a 4% e depositadas no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton (LABEL) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

O enquadramento taxonômico foi baseado no *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*, CLOFFSCA (Reis *et al.* 2003), para ordens e famílias, exceto em Characiformes em que foi utilizada a classificação de Oliveira *et al.* (2011), em ordem alfabética de gêneros e espécies.

#### *Análise dos dados*

O número de larvas dos táxons identificados em cada zona de amostragem foi convertido para densidade de larvas por 10m<sup>3</sup>, como proposto por Nakatani *et al.* (2011). O índice de diversidade de Shannon, a equitabilidade de Pielou e a riqueza de espécies foram obtidos com o auxílio do *software* PAST (*PAleontological STatistics*).

Para os dados agrupados por zonas (fluvial, transição e lacustre), foi feita uma análise de escalonamento multi-dimensional não métrico (NMDS) realizada com os dados de composição (presença e ausência) espécies de larvas de peixes, considerando o gradiente longitudinal, com o objetivo de visualizar a distribuição das zonas (Lacustres, de transição e fluvial) no reservatório de Curuá-Una. As distâncias foram calculadas através do índice de similaridade Jaccard. A análise de variância para a permutação multivariada (PERMANOVA) foi utilizada para avaliar o significado da ordenação da composição de larvas de peixes registrada durante o período de estudo ( $\alpha = 0,05$ ).

Um gráfico de ordenação direta foi construído para observar a distribuição das larvas de peixes ao longo do gradiente longitudinal.

A ordenação da NMDS, PERMANOVA e gráfico de ordenação direta foram realizadas com o pacote *vegan* do *software* R (R Development Core Team, 2014).

## **Resultados**

Durante o período de estudo foram capturadas 3.864 larvas de peixe, classificadas em 30 táxons, distribuídos em oito ordens, 16 famílias, 25 gêneros e 27 espécies (Tabela 1), (ver apêndice).

A ordem Gobiiformes apresentou o maior número de espécimes com 3.471 indivíduos capturados, representada por uma única espécie *Microphilypnus tapajosensis* Caires, 2013 que teve a participação relativa em escala descendente distribuída por zonação em fluvial (51%), transição (31%) e lacustre (18%), padrão também observado para os Characiformes com 294 exemplares distribuídos em fluvial (70%), transição (24%) e lacustre (5%), e Siluriformes com 25 larvas, sendo fluvial (44%), transição (36%) e lacustre (20%). As ordens de Cichliformes, Clupeiformes, Gymnotiformes, Pleuronectiformes e Synbranchiformes não tiveram registro de larvas na zona lacustre, apresentando maior participação na zona de transição (73%) seguida pela fluvial (27%).

Tabela 1. Lista de composição taxonômica da densidade e abundância das larvas de peixes (larvas/10m<sup>3</sup>), coletadas no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará, entre os meses de abril/2016 a março/2017.

Táxons	N	Ar (%)	IC	D		
				Fluvial	Transição	Lacustre
<b>CHARACIFORMES *</b>	47	1,22		0,72	0,11	0,04
<b>Acestrorhynchidae</b>						
<i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Jardine, 1841)	1	0,03	†	0,02	-	-
<b>Anostomidae</b>						
<i>Laemolyta</i> sp.	2	0,05	†	0,01	0,01	-
<i>Leporinus</i> sp.	18	0,47	†	0,24	0,12	-
<i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829	98	2,54	†	1,2	0,64	-
<i>Rhytioidus microlepis</i> Kner, 1858	5	0,13	†	0,09	-	0,01
<b>Characidae**</b>	1	0,03		-	0,01	-
<i>Moenkhausia celibela</i> Marinho & Langeani, 2010	8	0,21		0,16	-	-
<i>Iguanodectes spirulus</i> (Günther, 1864)	24	0,62		0,33	0,08	0,08
<b>Curimatidae</b>						
<i>Curimata</i> sp.	18	0,47	†	0,3	0,04	-
<i>Curimatella</i> sp.	1	0,03	†	0,02	-	-
<b>Erythrinidae</b>						
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	3	0,08	†	0,06	-	0,02
<b>Hemiodontidae</b>						
<i>Anodus elongatus</i> Agassiz, 1829	21	0,54	†	0,3	-	0,02
<i>Hemiodus argenteus</i> Pellegrin, 1909	18	0,47	†	0,26	0,13	0,01
<i>Hemiodus immaculatus</i> Kner, 1858	16	0,41	†	0,09	0,44	-
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	2	0,05	†	-	0,04	-
<b>Serrasalmididae</b>						

<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	8	0,21		0,05	0,1	0,03
<i>Mylossoma albiscopum</i> (Cope, 1872)	1	0,03	†	0,02	-	-
<b>Triporthidae</b>						
<i>Triporthes</i> sp.	1	0,03	†	-	-	0,01
<b>CICHLIFORMES</b>						
<b>Cichlidae</b>						
<i>Crenicichla</i> sp.	2	0,05	†	0,01	0,01	-
<b>CLUPEIFORMES</b>						
<b>Engraulidae</b>						
<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)	1	0,03		-	0,02	-
<b>GOBIIFORMES</b>						
<b>Eleotridae</b>						
<i>Microphilypnus tapajosensis</i> Caires, 2013	3.471	89,83		56,7	37,5	20,3
<b>GYMNOTIFORMES</b>						
<b>Sternopygidae</b>						
<i>Eigenmannia</i> sp.	3	0,08		0,01	0,03	-
<b>PLEURONECTIFORMES</b>						
<b>Achiridae</b>						
<i>Hypoclinemus mentalis</i> (Günther, 1862)	1	0,03		-	0,01	-
<b>SILURIFORMES</b>						
<b>Auchenipteridae</b>						
<i>Auchenipterus nuchalis</i> (Spix & Agassiz, 1829)	9	0,23		0,05	0,1	-
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	4	0,1		0,06	-	0,01
<i>Tatia</i> sp.	5	0,13		0,06	0,02	0,02
<b>Pimelodidae **</b>	5	0,13		0,03	0,04	0,02
<i>Pimelodus ornatus</i> Kner, 1858	2	0,05		-	-	0,03
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>						
<b>Synbranchidae</b>						
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1975)	4	0,1		0,01	0,06	-
<b>Larvas não identificadas</b>	64	1,66		0,81	1,16	0,01

\*\*Espécimes identificados somente em nível de ordem; \*espécimes identificados somente em nível de família; **N**=número total de indivíduos, **Ar**= abundância relativa, **IC**= importância comercial (†) e **D**= densidade de larvas.

De todas as larvas capturadas, 16,7% ocorreram somente na zona fluvial, 10% apenas na zona de transição e 6,7% ficaram restritas à zona lacustre. Ambiente fluvial e de transição compartilharam a maior quantidade de larvas (30%), e 23,3% das larvas foram registradas nas três zonas de coleta (Fig. 2).

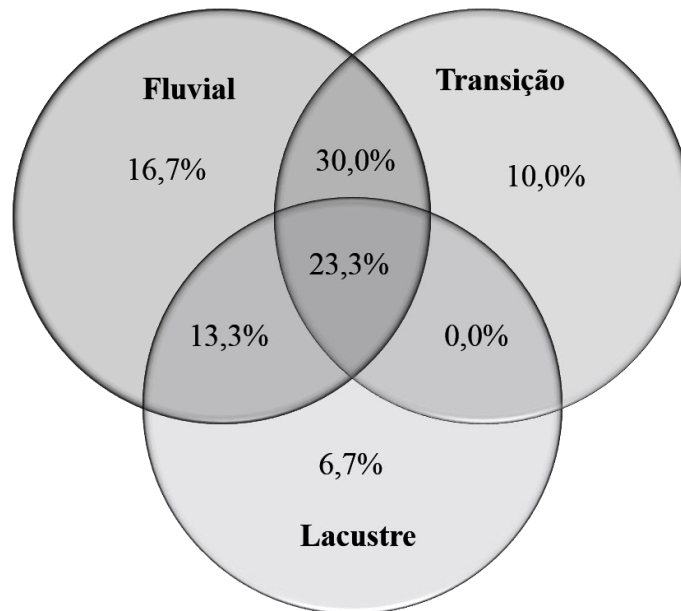


Figura 2. Diagrama de Veen com a participação relativa das larvas de peixes capturadas nas zonas fluvial, de transição e lacustre do reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

O maior valor de diversidade foi obtido na zona fluvial, seguido pela de transição e por fim lacustre, este resultado descrente ao longo do reservatório, também foi observado para outros atributos como riqueza e equitabilidade (Tabela 2), tornando-se possível identificar a existência de um gradiente longitudinal, onde as áreas mais próximas aos tributários com características de ambiente lótico são mais ricas e diversas, diminuindo em direção ao barramento do rio que apresenta características de ambiente lêntico.

Tabela 2. Riqueza, Diversidade e equitabilidade registradas no Reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

Atributos	Zonas do Reservatório		
	Fluvial	Transição	Lacustre
Riqueza (S)	23	16	11
Diversidade de Shannon ( $H'$ )	0,603	0,4501	0,2057
Equitabilidade ( $J'$ )	0,1873	0,1529	0,0802

Os dados de composição (presença/ausência), não mostraram um padrão definido de distribuição espacial (separando as três zonas), quando realizada a ordenação da NMDS (Fig. 3), no entanto, é possível visualizar a formação de dois grupos distintos, onde as zonas fluvial e lacustre ficam claramente bem separadas, enquanto que a zona de transição se divide entre as duas, mostrando assim, existência de um gradiente longitudinal no reservatório de Curuá-Una.

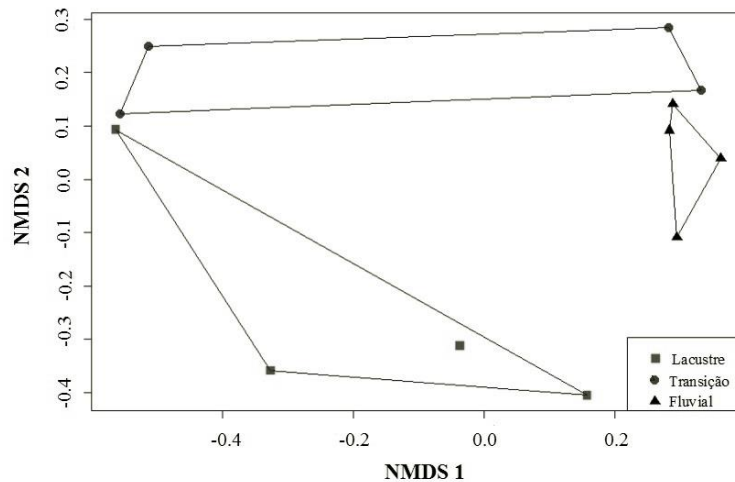


Figura 3. Ordenação resultante da análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) sobre a composição com base nos dados de presença e ausência, do gradiente longitudinal do Reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará (Stress 0,08 e  $R^2$  0,993).

Não foi observado resultado significativo ( $F= 1,7502$ ,  $p= 0,061$ ), para os dados de presença e ausência, realizado pelo teste de permutação (Tabela 3), constatando a existência do gradiente longitudinal.

Tabela 3. Resultados do teste PERMANOVA para a ordenação NMDS.

<b>Resultado para PERMANOVA</b>			
	Df	F	p
Zonas do reservatório	2	17.502	0,061
Resíduos	9		

Como esperado, algumas espécies foram distribuídas amplamente em todas as zonas de coleta, sendo comum ao longo de todo o gradiente longitudinal, como por exemplo, as espécies *Microphilypnus tapajosensis* e *Iguanodectes spirulus*, enquanto que outras, como *Mylossoma albiscopum* e *Acestrorhynchus microlepis* foram registradas somente na zona fluvial (Fig. 4). A maioria das larvas estão concentradas em áreas mais próximas aos tributários, e essa quantidade vai diminuindo a medida que se aproximam do reservatório.

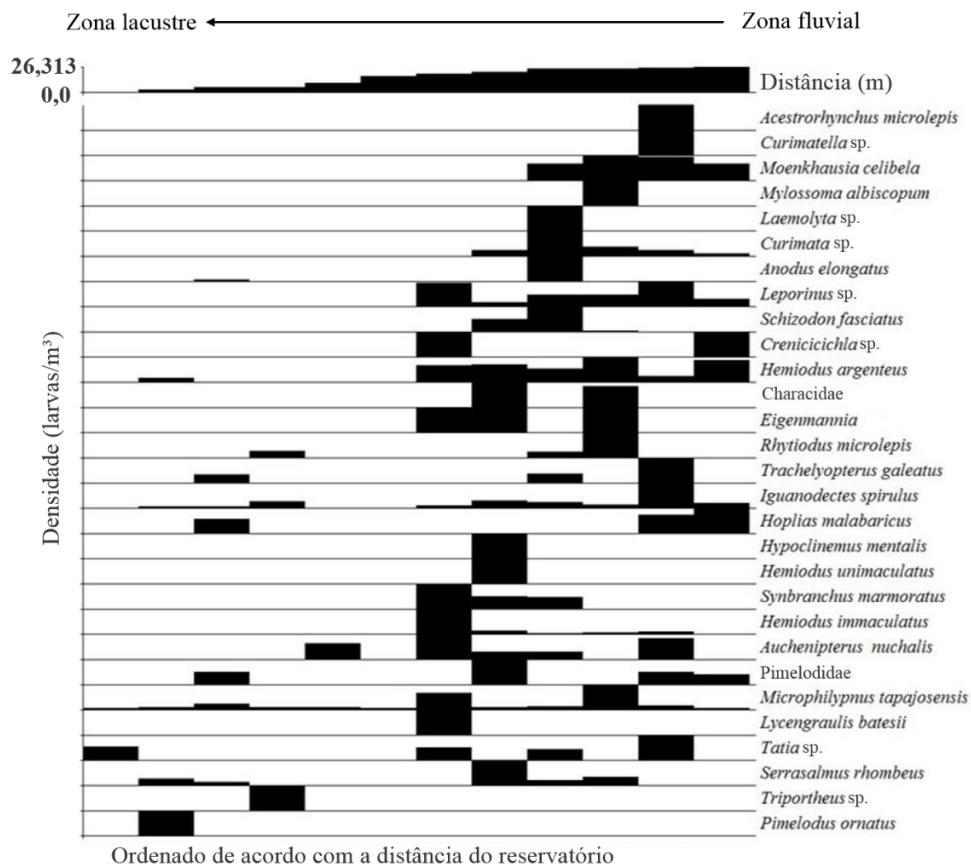


Figura 4. Ordenação direta da densidade de larvas de peixes encontradas no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

### Discussão

A assembleia de larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, é composta principalmente por indivíduos de pequeno e médio porte, sedentários e oportunistas que realizam migrações de curtas distâncias, constatando assim, que um dos principais efeitos causados pelos barramentos é a alteração na abundância e composição de peixes, envolvendo desde a redução drástica ou até mesmo o desaparecimento de espécies migratórias e a propagação de espécies oportunistas (Agostinho *et al.*, 2007), apresentando a redução da riqueza e o aumento da dominância de espécies oportunistas (Agostinho *et al.*, 2008), como o espécie de *Microphilypnus tapajosensis* registrada no reservatório de Curuá-Una, trazendo consequências negativas para ictiofauna e o funcionamento do ecossistema aquático (Freeman *et al.* 2003, Agostinho *et al.* 2009).

A ordem dos Characiformes seguida de Siluriformes tiveram maior riqueza de espécie registrada, a predominância de espécies dessas ordens é comum em ambientes aquáticos da região neotropical (Lowe-McConnell 1999), assim como em reservatórios brasileiros (Castro *et al.* 2003, Kipper *et al.* 2011, Terra *et al.* 2010) e amazônicos (Santos *et al.* 2004,

Bittencourt *et al.* 2018, Vieira 2000), devido ao fato de que muitas espécies de Characiformes de pequeno e médio porte, são capazes de realizar seu ciclo de vida em ambientes lênticos (Araújo e Santos 2001, Orsi *et al.* 2002).

Foram capturadas larvas de peixes pertencentes as famílias Anostomidae, Characidae, Hemiodontidae, Eritrynidae, Serrasalmidae, Pimelodidae e Auchenipteridae, indivíduos dessas famílias são comuns em ambientes de reservatórios (Araújo-Lima *et al.* 1995, Agostinho 2007), e apresentam sucesso em todo o seu desenvolvimento ontogenético, em reservatórios é comum a presença de larvas de peixes dessas famílias com destaque para anostomídeos e hemiodontídeos (Castro *et al.* 2003, Kipper *et al.* 2011, Bittencourt *et al.* 2018), a abundância de espécies dessas famílias também foram registradas com estudos voltados para peixes adultos no reservatório de Curuá-Una, por Ferreira (1984) e Vieira (2000).

A estrutura da assembleia de larvas de peixes no presente estudo foi de poucas espécies com abundância elevada, corroborando com estudo realizado por Vieira (200) no reservatório de Curuá-Una com espécies adultas, onde registrou um número pequeno de espécies dominantes e muitas espécies raras, esse padrão é típico em comunidades de trópicos sazonais (Odum e Barret 2007).

A maior densidade de larvas encontrada no reservatório de Curuá-Una, foi de *M. tapajosensis*, espécies desse gênero são comuns nas bacias hidrográficas dos rios Amazonas e Orinoco, atigem cerca de 25 mm de comprimento na fase adulta e são pouco conhecidas (Menezes 2003). Indivíduos dessa espécie foram registradas em quase todos os estágios de desenvolvimento, com exceção da fase de larval vitelino, provavelmente devido a esse estágio possuir um período muito curto de desenvolvimento, dependendo da espécie além de ter uma rápida absorção do vitelo, durando em média 24 horas (Zacardi e Ponte 2016), o reservatório é um local propício para o desenvolvimento dessa espécie, provavelmente devido o reservatório osainda possuir muitas árvores submersas, já que *M. tapajosensis* é encontrado perto da margem e sobre raízes, folhas e pedras (Caires 2013),

A maior abundância de larvas de peixes foi compartilhada entre as zonas de transição e fluvial, com maior participação relativa para o ambiente fluvial, devido a influência dos tributários, é uma área que possui características lóticicas, associando assim, a preferência de algumas espécies por esses locais, principalmente por aquelas que realizam curtas migrações (Agostinho *et al.* 2007).

Através de alguns atributos ecológicos como diversidade, equitabilidade e riqueza de espécies foi observado que entre os ambientes estudados existe um gradiente longitudinal,

pois quanto mais distante do barramento do rio, maiores são os índices ecológicos. Possivelmente, este fato é reflexo da heterogeneidade longitudinal, que é influenciada pelo gradiente (rio-barragem), onde as amostragens realizadas próximas a trechos lóticos tem maior diversidade de larvas, provavelmente são espécies que não se adaptaram a ambiente completamente lacustre, se habituando a regiões mais próximas do rio e com características fluviais, evidenciando assim, que a assembléia de larvas de peixes muda através do gradiente longitudinal, sentido rio-reservatório (Kipper 2011, Terra *et al.* 2010). É evidente a importância da diversidade para a compreensão do ambiente, principalmente quando este sai do seu equilíbrio natural, devido as ações antrópicas (Martins 2008).

O estudo realizado mostra que as características biológicas do reservatório de Curuá-Una, não apresentam um padrão definido de distribuição espacial separando em três zonas distintas (fluvial, de transição e lacustre), uma vez que, para Thornton *et al.* (1990), que propuseram o conceito de zonação em reservatórios, deve-se partir do princípio que existe diferença entre abundância e diversidade de organismos aquáticos presentes no ambiente em cada uma dessas zonas, que tem influência das condições físico-químicas da água ao longo de todo reservatório.

Neste sentido, considerando que a assembleia de larvas de peixes capturadas no reservatório de Curuá-Una, não apresentou diferença significativa, não se pode afirmar que existe o zoneamento, apesar de observar que abundância, diversidade e riqueza das espécies é maior em regiões mais próximas dos tributários e menor em ambiente mais próximos ao barramento do rio, provando apenas a existência de um gradiente longitudinal sentido rio-barragem. No entanto, apresentam composição taxômica, diversidade e riqueza de espécie maiores na região fluvial, esta situação pode estar relacionada com as condições peculiares atribuídas a cada região e conseqüentemente a preferência destes locais por cada espécie, neste sentido, quando se observa o gráfico de ordenação direta, é visível que alguns indivíduos são presentes em todas as zonas de amostragem, apresentando ampla distribuição espacial, no entanto, a alguns foram registrados somente na zona lacustre constatando assim uma estratégia de ocupação de habitats generalizada (Kipper *et al.* 2010)

O gradiente longitudinal do reservatório de Curuá-Una (rio-barragem), altera a composição, riqueza, diversidade e abundância das larvas de peixes capturadas na área de estudo, onde observa-se valores mais elevados em trechos altos do reservatórios, próximo a foz dos afluentes do rio Curuá-Una. Desta forma, com fundamento sobre a perda de espécies ao longo da distribuição zonal, pode-se deduzir que ocorreu impacto causado pelo barramento do rio, influenciando o gradiente longitudinal. Portanto, este estudo pode ser



somado aos que já foram ou estão sendo realizados nessa área, afim de traçar ações e estratégias de conservação da ictiofauna, visando a manutenção dos estoques pesqueiros para que se possa mitigar os impactos causados pela hidrelétrica.

### **Agradecimentos**

Aos professores Dr. Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro e Me. André Luiz Colares Canto (Coleção Ictiológica - Universidade Federal do Oeste do Pará), pelo auxílio na identificação de alguns grupos de peixes, aos diretores da Usina Hidrelétrica Silvio Braga, pelo apoio logístico nas campanhas de coleta e ao Dr. José Max de Oliveira Júnior.

### **Referências**

- Agostinho, A. A., Gomes, L. C. and Pelicice, F. M. (2007). 'Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil (EDUEM: Maringá, Brasil).
- Agostinho, A. A., Júlio-Júnior, H. F. and Borghetti, J. R. (1992). Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista da Unimar* **14**, 89-107.
- Araújo-Lima, C. A. R. M. (1994). Eggsize and larval development in Central Amazon fish. *Journal of Fish Biology* **44**, 371-389.
- Bittencourt, S. C. S., Silva, A. L., Zacardi, D. M., Monteiro, T. and Nakayama, L. (2018). Distribuição espacial de larvas de peixes em um reservatório tropical na bacia Araguaia-Tocantis. *Biota Amazônia* **8**(2), 14-18. doi:10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v8n1p10-13.
- Caires, R. A. (2013). *Microphilypnus tapajosensis*, a new species of eleotridid from the Tapajós basin, Brazil (Gobioidei: Eleotrididae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* **24**(2), 155-160.
- Carvalho, L. N., Zuanon, J. and Sazima, I. (2006). The almost invisible league: crypsis and association between minute fishes and shrimps as a possible defence against visually hunting predators. *Neotropical Ichthyology* **4**(2), 219–224. doi:10.1590/S1679-62252006000200008.

- Castro, R. J., Foresti, F. and Carvalho, E. D. (2003). Composição e abundância da ictiofauna na zona litorânea de um tributário, na zona de sua desembocadura no reservatório de Jurumirim, estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences* **25**(1), 63-70.
- Costa, R. S., Okada, E. K., Agostinho, A. A. and Gomes, L. C. (2012). Variação temporal no rendimento e composição específica da pesca artesanal do alto rio Paraná, PR- Brasil: Os efeitos crônicos dos barramentos. *Boletim do Instituto da Pesca*, **38**(3), 199-213.
- Hoeinghaus, D. J., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M., Okada, E. K., Latini, J. D., Kashiwaqui, E. A. L. and Winemiller, K. O. (2009). Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conservation Biology* **23**(5), 1222-1231. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01248.x
- Jati, D. A. and Silva, J. T. (2017). Estudos geo-hidrológicos da bacia do rio Curuá-Una, Santarém, Pará: Aplicação do modelo hidrológico de grandes bacias (MGB-IPH). *Revista Brasileira de Geografia Física* **10**(4), 1296-1311. doi:10.26848/rbgf.v10.4.p1296-1311.
- Junk, W. J., Robertson, B. A., Darwich, A. J. and Vieira, I. (1981). Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. *Acta Amazonica* **11**, 689-716.
- Kipper, D. (2010). Distribuição do ictioplâncton no reservatório de Rosana, rio Paranapanema, Brasil. Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil.
- Kipper, D., Bialetzki, A. and Santin, M. (2011). Taxonomic composition of the assemblage of fish larvae in the Rosana reservoir, Paranapanema River, Brazil. *Biota Neotropica* **11**(1), 421-426.
- Leite, R. G., Canãs, C., Forsberg, B., Barthem, R. and Goulding, M. (2007). 'Larvas dos grandes bagres migradores.' (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica: Manaus, AM, Brasil).

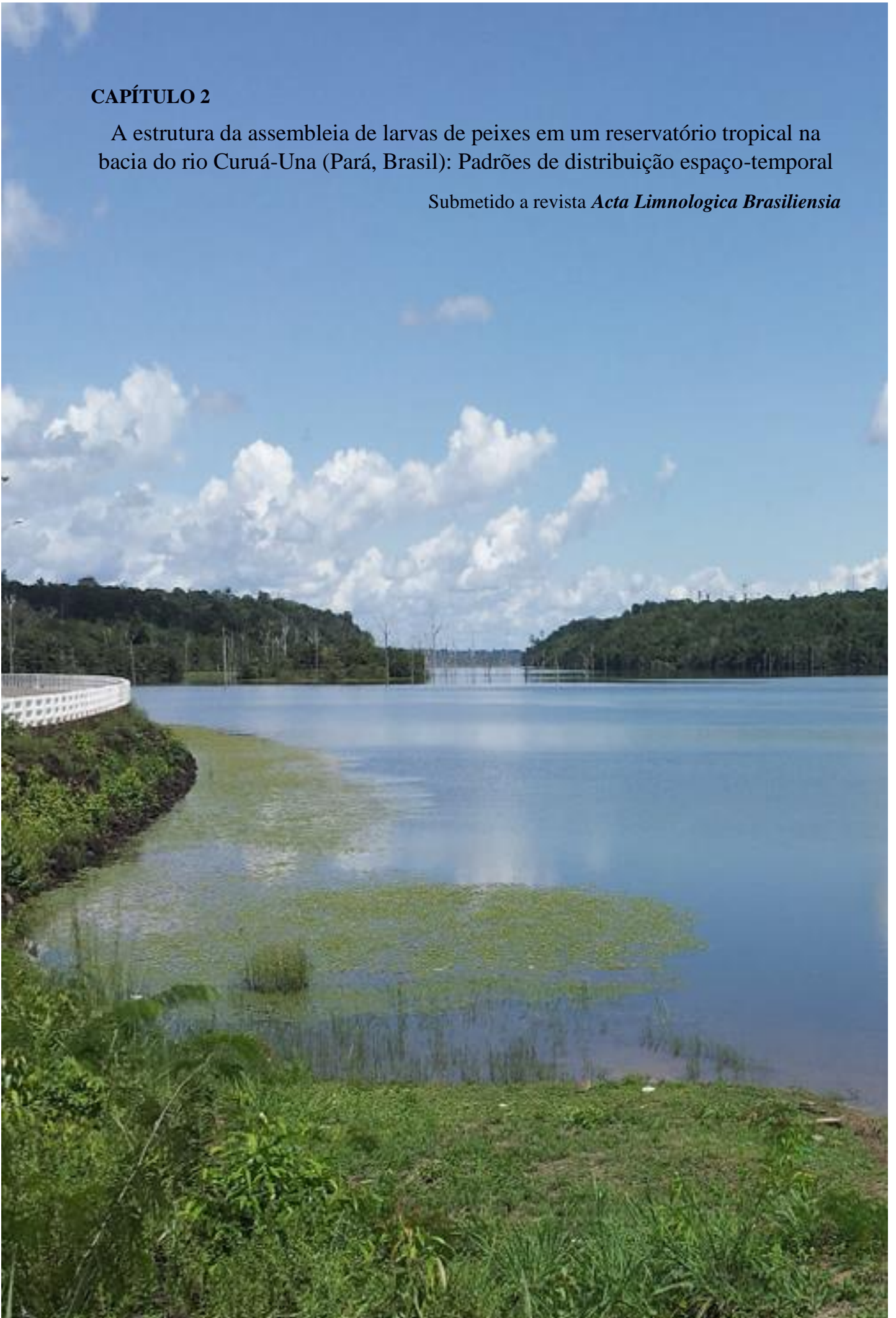
- Menezes, N. A. (2003) Família Eleotridae. In '*Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil.*' (Eds N. A. Menezes, P. A. Buckup, J. L. Figueiredo and R. L. Moura) pp. 97. (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo: São Paulo, Brasil).
- Mérona, B., Juras, A. A., Santos, G. M. and Cintra, I. H. A. (2010). 'Os peixes e a pesca no baixo rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí.' (Eletronorte: Brasília, DF, Brasil).
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialezki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. and Pavanelli, C. S. (2001). 'Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação.' (EDUEM: Maringá, Brasil).
- Nakatani, K., Baumgartner, G., Bialezki, A. and Sanches, P. V. (1997). Ovos e Larvas de peixes no reservatório de Segredo. In '*Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para o manejo*' (Eds A. A. Agostinho and L. C. Gomes) pp. 183-199. (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura - Nupelia: Maringá, PR, Brasil).
- Nascimento, F. L. and Araújo-Lima, C. A. R. M. (2000). Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. *Boletim de pesquisa* **19**, 1-25.
- Odum, E.P.; Barrett, G.W. (2007) Fundamentos de ecologia. Thomson Learning. 612 p.
- Okada, E. K., Agostinho, A. A. and Gomes, L. C. (2005). Spatial and temporal gradients in artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir, the Itaipu Reservoir, Brazil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **62**(3), 714-724. doi:10.1139/F05-015.
- Peters, R. K. (1986). The role of prediction in limnology. *Limnology and Oceanography* **31**(5), 143-115. doi:10.4319/lo.1986.31.5.1143.
- Poff, L. J., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. B., Prestegard, K. L., Richter, B. D., Sparks, R. E. and Stromberg, J. C. (1997). The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* **47**, 769-784.

- Rodrigues, L., Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. and Gomes, L. C. (2005). 'Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais.' (Relatório de Impacto Ambiental (RiMa): São Carlos, Brasil).
- Silva, P. A. da., Tataje D. A. R. and Filho, E. Z. (2012). Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology* **10**(2), 425-438. doi:10.1590/S1679-62252012005000012.
- Terra, B. F., Santos, A. B. I. and Araújo, F. G. (2010). Fish assemblage in a dammed tropical river: an analysis along the longitudinal and temporal gradients from river to reservoir. *Neotropical Ichthyology* **8**(3), 599-606. doi:10.1590/S1679-62252010000300004.
- Vieira, I. (2000). Frequência, constância, riqueza e similaridade da ictiofauna da bacia do rio Curuá-Una, Amazônia. *Revista Brasileira de Zoociências* **2**(2), 51-76.
- Zacardi, D. M. and 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: 10.17765/2176-9168.2016v9n4p949-972.

## CAPÍTULO 2

A estrutura da assembleia de larvas de peixes em um reservatório tropical na  
bacia do rio Curuá-Una (Pará, Brasil): Padrões de distribuição espaço-temporal

Submetido a revista *Acta Limnologica Brasiliensia*



**A estrutura da assembleia de larvas de peixes em um reservatório tropical na bacia do rio Curuá-Una (Pará, Brasil): padrões de distribuição espaço-temporal**

Maria Aparecida de Lima Suzuki<sup>\*1,2</sup> e Diego Maia Zacardi<sup>\*\*1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton, Universidade Federal do Oeste do Pará, Avenida Mendonça Furtado, 2946, sala 225, Fátima, Santarém-PA, CEP: 68040-470, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, Universidade Federal do Oeste do Pará, Avenida Mendonça Furtado, 2946, campus Amazônia, Fátima, Santarém-PA, CEP: 68040-470, Brasil.

E-mail: \*cidaatm@hotmail.com; \*\*dmzacardi@hotmail.com

**Resumo: Objetivos:** Este estudo avalia os padrões de distribuição espaço-temporal das larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una e sua relação com os fatores ambientais. **Métodos:** Os dados foram coletados mensalmente entre os meses de abril de 2016 a março de 2017 em 12 estações de amostragem, situadas desde o reservatório até a confluência dos tributários. **Resultados:** Foram capturados 3.864 indivíduos, com a maior abundância relativa registrada para a zona fluvial (76%), próximo dos tributários (Moju e Poraquê) e no trecho alto do rio Curuá-Una., quando comparada com a zona lacustre (24%), mais próximo do barramento do rio. Diferenças significativas (Teste t;  $F = 136,43$ ;  $p < 0,001$ ) foram observadas entre as zonas estudadas (fluvial e lacustre). Em relação aos meses amostrados, foi constatada diferença significativa (ANOVA;  $F = 2,31$ ;  $p = 0,01$ ) registrada em dezembro de 2016 (Tukey,  $p < 0,05$ ), evidenciando distribuição temporal. No reservatório de Curuá-Una, também é evidente a variação diária das larvas, com maiores densidades sendo registradas no período noturno. As variáveis ambientais não influenciaram significativamente na densidade de larvas. **Conclusões:** No presente estudo é evidente que a maior densidade de larvas de peixe está próximo a confluência com os tributários, constatando que são áreas de desova e desenvolvimento para muitas espécies de peixes e necessita de ações que visem a conservação desses ambientes, no entanto, com o registro de larvas em toda a região estudada, mostra que o reservatório é utilizado por vários grupos larvais, afim de completar o seu ciclo de vida, principalmente espécies de pequeno porte, migradoras de curtas distâncias.

**Palavras-chave:** Tributários; Criadouros naturais; Pluviosidade; Espécies oportunistas e sedentárias.

### **Abstract**

**Aim:** The present study evaluates the spatiotemporal patterns in the distribution of fish larvae in the Curuá-Una reservoir and the relationship between the observed patterns and environmental factors. **Methods:** The data were collected monthly between April, 2016, and March, 2017, at 12 sampling stations distributed throughout the area of the reservoir, as far as the confluence of the Curuá-Una River with its principal local tributaries. **Results:** A total of 3864 specimens were captured, with larval density being highest in the fluvial zone (76%), in the vicinity of the tributaries (Moju and Poraquê) and on the upper Curuá-Una, in comparison with the lacustrine zone (24%), in the vicinity of the dam. Significant ( $t$  test;  $F = 136.43$ ;  $p < 0.001$ ) differences in density were found between the zones surveyed (fluvial and lacustrine). Significant temporal variation (ANOVA;  $F = 2.31$ ;  $p = 0.01$ ) was also recorded, with December 2016 being significantly different (Tukey,  $p < 0.05$ ) from all other months. Diel variation in larval densities were also found in the Curuá-Una reservoir, with higher larval densities being recorded during the nocturnal period. **Conclusions:** The present study recorded higher densities of fish larvae in the vicinity of the confluence of the reservoir with its primary tributaries, reflecting their role as breeding grounds and nurseries for many local fish species. This reinforces the need for the conservation of these environments, although the presence of fish larvae throughout the study area indicates that the reservoir is used by a wide range of larval groups, and is important for the completion of their life cycles, in particular the larvae of the smaller-bodied fish species that migrate short distances.

**Key words:** Tributaries; Natural nurseries; Rainfall; Opportunist and sedentary species.

## 1. Introdução

Em ecossistemas de água doce é comum a pressão advinda de ações antrópicas, e como consequência, os recursos biológicos tendem a diminuir (Vörösmarty et al., 2010). As principais ameaças, aos corpos hídricos são as construções de barragens, para a geração de energia elétrica (Agostinho et al., 2004), sendo formadas pelo represamento dos leitos dos rios, transformando previsivelmente rios contínuos em sistemas fragmentados (Thornton et al., 1996; Agostinho et al., 2009), alterando o fluxo natural e, conseqüentemente, as funções ecológicas do ecossistema aquático (Ward & Stanford, 1995; Agostinho et al., 2008).

O declínio de populações reofílicas é o aspecto mais preocupante, já que a barragem passa a ser uma barreira física para os peixes que necessitam desovar à montante dos rios, alterando a distribuição longitudinal da ictiofauna e, conseqüentemente, a estrutura da comunidade dentro e a montante do reservatório, fato que resulta no empobrecimento ou perda permanente da biodiversidade, com conseqüências negativas para o funcionamento do ecossistema (Freeman et al., 2003; Agostinho et al., 2004; Agostinho et al., 2009), ação que compromete a manutenção dos recursos pesqueiros e a atividade de pesca, gerando sérios problemas socioeconômicos para as comunidades que dependem dos estoques naturais, como fonte de renda e alimento de qualidade.

A principal força que determina a estruturação das assembleias aquáticas em reservatórios é a formação de múltiplos compartimentos promovidos pela interrupção do fluxo de água, transformando um ambiente lótico em lêntico ou semi-lêntico (Nogueira et al. 1999). Essas modificações podem intervir de diferentes maneiras sobre a ictiofauna podendo suprimir áreas de desova e de desenvolvimento inicial (lagoas marginais, tributários e remansos), além de separar áreas de reprodução das áreas de berçário (Gogola et al., 2010; Pompeu et al., 2011; Reynalte-Tataje et al., 2011). De acordo com Humphries & Lake (2000) a assembleia de larvas de peixes morre antes de se tornar juvenil, por falhas na dispersão, por dessecação ou pela fragmentação de habitats.

Nesse sentido, os estudos de ovos e larvas de peixes fornecem evidências consistentes sobre a época de desova, locais de reprodução e dos criadouros naturais, estabelece mecanismos importantes para a percepção dos principais fatores que determinam os padrões de distribuição espacial e temporal, em relação ao uso de habitats, tendo potencial para contribuir com a conservação das áreas de desova e crescimento de peixes (berçário) (Nakatani et al., 2001; Able et al., 2010; Primo et al., 2011).

Essas informações são valiosas na tomada de medidas efetivas de proteção das populações de peixes, no contexto do planejamento de ações de manejo dos recursos



pesqueiros em reservatórios, visto que o recrutamento depende fortemente da integridade desses ambientes (Agostinho et al., 1993, Nakatani et al., 1997). Os estudos, depois do represamento, podem auxiliar na avaliação dos efeitos produzidos pela implantação dos reservatórios, contribuindo, assim, para a elaboração de novas estratégias de conservação e oferecendo subsídios para um manejo apropriado dos recursos naturais explorados.

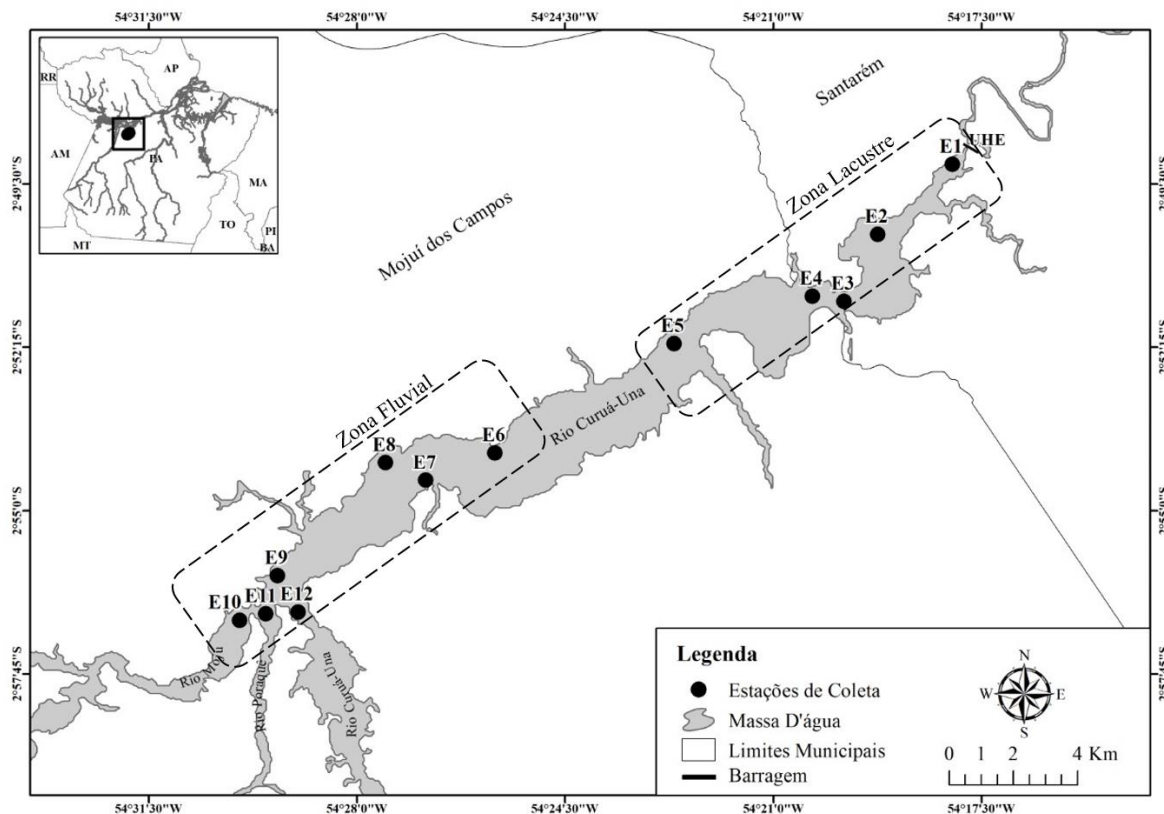
No entanto, destaca-se que a estrutura da assembleia de larvas é diretamente influenciada pelo modo, local, período, duração e intensidade reprodutiva (Bialetzki et al., 2005), e que os regimes pluviométrico e hidrológico anual, em conjunto com as condições ambientais do meio atuam como fatores limitantes, favorecendo as desovas e estabelecendo os padrões de distribuição de larvas de peixes, determinando a época e a intensidade do “período reprodutivo” da comunidade íctica nos ambientes aquáticos (Zacardi & Ponte, 2016).

Desta forma, considerando a pressão ambiental do barramento sobre os estoques pesqueiros locais com possíveis consequências ecológicas e econômica para a região, pela falta de estudos locais sobre a dinâmica e dispersão dos estágios iniciais de desenvolvimento, o presente estudo tem como objetivo descrever a distribuição espaço-temporal das larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una e sua relação com os fatores ambientais, como forma de subsidiar políticas de manejo e estratégias de conservação dos recursos naturais, visando a manutenção dos estoques pesqueiros da região.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1. Área de estudo*

O estudo foi realizado à montante do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Silvio Braga, situada a cerca de 70 km ao Sudoeste da sede municipal de Santarém, no estado do Pará, mantida pela ELETRONORTE S/A com 40 MW instalados e construída sobre a cachoeira do Palhão, no rio Curuá-Una, afluente da margem direita do rio Amazonas localizado entre os rios Tapajós e Xingu. As estações de coleta foram determinadas entre as coordenadas 02°56'37.0"S, 054°29'03.0"W e 02°56'47.0"S, 054°30'04.1"W e estão situadas entre os municípios de Mojuí dos Campos e Santarém (Figura 1), parte se encontra na confluência de pequenos afluentes, como os rios Moju, Mojuí e Poraquê, além de outros tributários menores.



**Figura 1.** Localização da área de estudo, com destaque para as zonas de coleta, sobre o reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

## 2.2. Coleta do material biológico

As coletas foram realizadas mensalmente, de abril de 2016 a março de 2017, em 12 estações de coleta, com ciclos de amostragem em regime diurno (entre 06:00 e 19:00 horas) e noturno (entre 20:00 e 05:00 horas), perfazendo 24 amostras por mês, totalizando 288 amostras ao final do estudo.

A amostragem do material biológico foi realizada com o auxílio de uma rede de plâncton cônica de boca circular de 60 cm e 2 m de comprimento, constituída de malha de 300  $\mu\text{m}$ , com fluxômetro mecânico acoplado e posicionado na abertura da rede para o registro do volume de água filtrada, durante os arrastos horizontais na subsuperfície da coluna d'água, por um tempo de aproximadamente 5 minutos.

Após cada arrasto, o material biológico foi submetido à benzocaína (250 mg. L<sup>-1</sup>) e fixado a bordo de uma embarcação local, com solução formalina a 10%, acondicionados em potes de polietileno de 500 ml devidamente etiquetados e transportados para análise em laboratório.

As variáveis ambientais como temperatura da água (°C), pH (potencial hidrogeniônico), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) foram registradas *in loco*, previamente as coletas do material biológico e os dados de índice

pluviométrico e nível fluviométrico foram disponibilizados pela Eletronorte/Usina Hidrelétrica Silvio Braga.

### 2.3. *Processamento das amostras em laboratório*

Em laboratório as amostras foram triadas, momento de separação das larvas de peixes dos demais detritos, sedimentos e outros organismos aquáticos, utilizando placas de Petri e pinças, sob microscópio estereoscópico. Posteriormente as larvas foram quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível. As larvas consideradas não identificadas corresponderam a indivíduos com estruturas danificadas e/ou estágio muito inicial de desenvolvimento.

As larvas de peixe foram separadas de acordo com o grau de desenvolvimento, segundo Nakatani et al. (2001): a) estágio larval vitelino (LV) – compreende desde a eclosão até quando as larvas apresentam olho completo ou parcialmente pigmentado, abertura do ânus e da boca; b) estágio de pré-flexão (PF) – se estende desde a abertura do ânus e da boca até o início da flexão da notocorda, com o aparecimento dos primeiros elementos de suporte da nadadeira caudal; c) estágio de flexão (FL) – se caracteriza pelo início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos suporte da nadadeira caudal até a completa flexão da mesma e aparecimento do botão da nadadeira pélvica e d) estágio de pós-flexão (POF) – da completa flexão da notocorda e aparecimento do botão da nadadeira pélvica até a completa formação dos raios de todas as nadadeiras.

Após a identificação, todas as larvas foram armazenadas em potes de vidro com capacidade para 10 ml, fixadas em solução formalina a 4% e depositadas no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton (LABEI) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) para constituir uma coleção de referência.

O enquadramento taxonômico foi baseado no *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America* CLOFFSCA (Reis et al., 2003), para ordens e famílias, exceto em Characiformes em que foi utilizada a classificação de Oliveira et al. (2011), em ordem alfabética de gêneros e espécies.

### 2.4. *Análise de dados*

As larvas identificadas em cada estação de amostragem foram convertidas para um volume de larvas por 10m<sup>3</sup> de água filtrada (Nakatani et al., 2001). Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, utilizando o software SYSTAT v. 12.0.

As larvas de *Microphilypnus tapajosensis* (Eletotridae, Gobiiformes) foram dominantes no reservatório, com elevada participação relativa das larvas capturadas no ambiente estudado (92%), ocorrendo em todas as estações de amostragens, meses e períodos de coleta. Diante disso, optou-se por retirar estes indivíduos que influenciavam sobremaneira os resultados, mascarando dados importantes sobre a dinâmica local das demais espécies ao longo do estudo.

Os dados de densidade larval e variáveis ambientais, com exceção do pH foram logaritimizados ( $\log(x+1)$ ) para normalizar as variâncias, a fim de reduzir a dimensionalidade dos dados (Peters, 1986). Posteriormente foi aplicado o Teste t de Student (Zar 1999), para amostras independentes afim de avaliar diferenças significativas na distribuição espacial (zona fluvial e lacustre), temporal (diurno e noturno) e sazonal (chuvoso e seco) da densidade de larvas, considerando as zonas de amostragem, períodos diários e sazonais de coleta como fatores. Uma análise de variância (ANOVA - *One Way*) foi utilizada para avaliar diferenças significativas na distribuição mensal, os meses de coleta foram considerados como fatores. O Teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado sempre que diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram detectadas. O *software* STATISTICA 7.0 foi utilizado para realizar as análises.

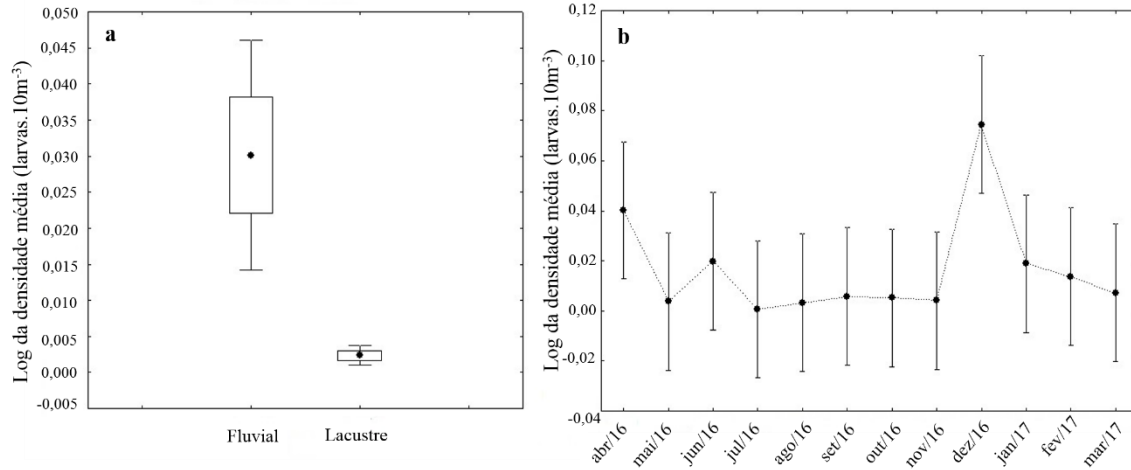
O efeito das variáveis ambientais sobre a densidade das larvas de peixes foi submetido a análise de redundância (RDA) como forma de compreender a contribuição relativa das variáveis estudadas, como preditores da variação da distribuição da densidade mensal de larvas. Como forma de identificar as variáveis estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ), foi utilizado o modelo *forward selection* e posteriormente a significância das variáveis foi testada através do teste de permutações de Monte Carlo, utilizando o *software* CANOCO 4.5 (Ter Baak & Smilauer, 2002).

### **3. Resultados**

Foram identificadas 3.800 larvas de peixes, dos 3.864 indivíduos capturados, com a maior abundância relativa registrada para a zona fluvial (76%), quando comparada com a zona lacustre (24%). As larvas de peixes ocorreram ao longo do reservatório de Curuá-Una em todas as zonas, meses, períodos diários e sazonais de coleta.

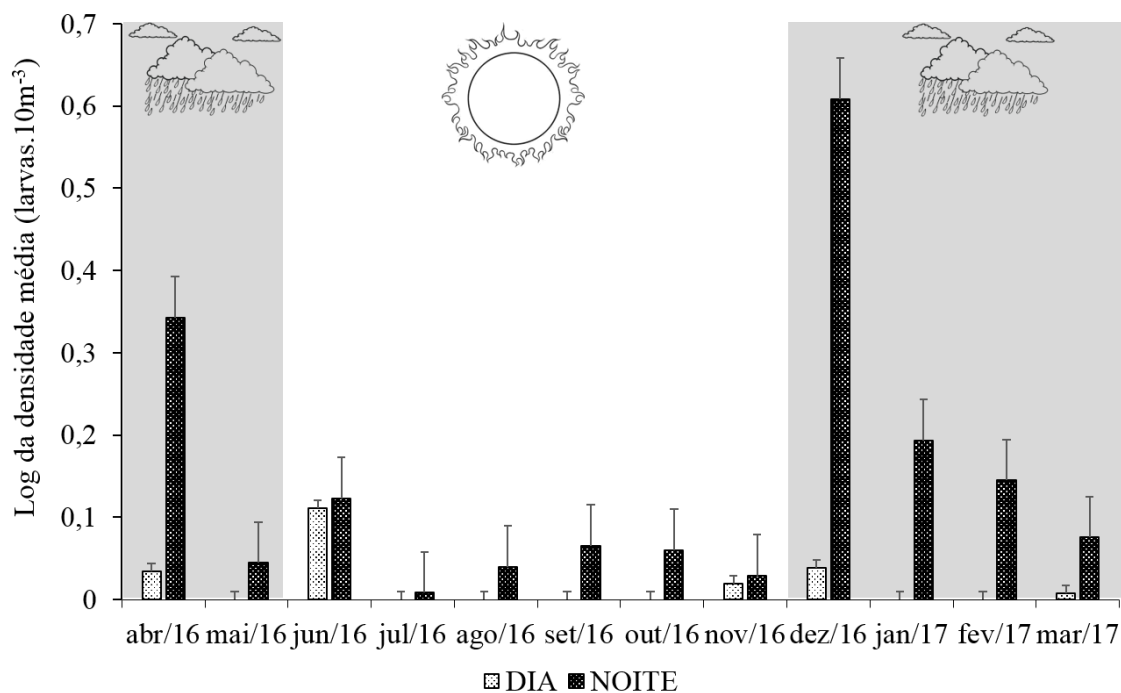
Espacialmente a distribuição da densidade de larvas por zonas de amostragem apresentou diferença significativa (Teste t;  $F= 136,43$ ;  $p= < 0,001$ ), evidenciando uma heterogeneidade longitudinal, em que, a zona fluvial mais próxima aos tributários exibiu maior densidade de larvas de peixes quando comparada com a zona lacustre mais próxima ao barramento do rio Curuá-Una (Figura 2a). Em relação aos meses amostrados, os dados

também indicaram distribuição temporal com diferença significativa (ANOVA;  $F= 2,31$ ;  $p= 0,01$ ) registrada em dezembro de 2016 (Tukey,  $p < 0,05$ ), coincidindo o pico de densidade de larvas com o início do ciclo anual das chuvas na região (Figura 2b).



**Figura 2.** Distribuição espacial (a) e temporal (b) da densidade de larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

Entre as amostras diurnas e noturnas foram constadas diferenças significativas (Teste t;  $F= 19,02$ ;  $p= < 0,001$ ), onde a maior captura foi registrada no período noturno, independente dos meses ou densidade pluviométrica anual (Figura 3), contribuindo para a hipótese de existência de um padrão de distribuição vertical e diária característica dos organismos planctônicos. Com relação aos períodos seco e chuvoso, foi possível observar que as maiores densidades de larvas, foram registradas durante os meses com os maiores índices pluviométricos, entretanto não foram constatadas diferenças significativas (Teste t;  $F= 17,80$ ;  $p= < 0,12$ ).



**Figura 3.** Variação da distribuição da densidade de larvas de peixes entre os períodos de amostragens (diurno e noturno) e entre os meses de amostragem no reservatório de Curuá-Una, Santarém, Pará.

No presente estudo, foram capturados indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento larval, com predominância de larvas em pré-flexão (66%), seguido do de larval vitelino (16%), pós-flexão (10%) e flexão (8%). Diferenças significativas foram observadas entre os estágios de desenvolvimento (ANOVA;  $F= 3,51$   $P= 0,02$ ), com as larvas em pré-flexão diferindo das demais (Tukey,  $p < 0,05$ ).

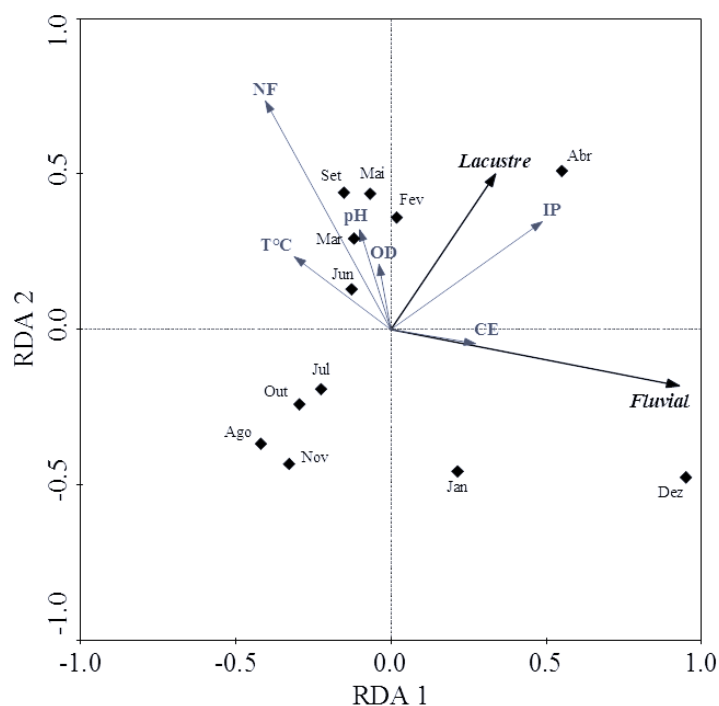
Todos os estágios iniciais de desenvolvimento ontogenético larval foram registrados em ambas as zonas estudadas. Contudo a maioria dos indivíduos em estágio de pré-flexão, foram registrados na zona fluvial. Enquanto que os indivíduos mais desenvolvidos em estágio de pós-flexão tiveram a maior contribuição na zona lacustre (Figura 4).



Oxigênio dissolvido	0,254	1,56	-0,0393	0,2097
Índice pluviométrico	0,221	1,63	0,4873	0,3468
Nível fluviométrico	0,123	2,30	-0,4044	0,7351*

\*Valores de maior correlação

O diagrama de ordenação, indica a existência de um gradiente temporal, demonstrando que os meses de março, maio, junho e setembro, apresentaram os maiores níveis fluviométricos na cota do reservatório, independentemente das zonas longitudinais (Figura 5).



**Figura 5.** Diagrama de ordenação da análise de redundância (RDA) relacionando as variáveis ambientais e densidade de larvas durante os meses de coleta e zonas de amostragem. Os losangos representam os meses e os vetores as variáveis ambientais. (CE: condutividade elétrica, IP: índice pluviométrico, NF: nível fluviométrico, OD: oxigênio dissolvido, T°C: temperatura da água e pH: potencial hidrogênio).

#### 4. Discussão

O levantamento da estrutura da assembleia de larvas de peixes e suas fases de desenvolvimento inicial, realizado nos diferentes ambientes do reservatório, mostrou que há ocorrência de larvas em todas as zonas, meses, períodos diários e sazonais de coleta, com padrões de variação na distribuição espacial, mensal e ao longo do ciclo diário, apresentando diferenças significativas na densidade. Cabe ressaltar que as condições de barramento podem ter comprometido a abundância larval em vários aspectos ecológicos, todavia, a presença de larvas indica que as espécies de peixes presentes exibem várias estratégias, adaptando-se aos mais diversos ambientes e ciclos temporais.



A maior contribuição de larvas registrada na zona fluvial em relação a zona lacustre, deve-se ao fato das diferentes espécies estarem utilizando os canais dos tributários (Moju, Poraquê) e do próprio rio Curuá-Una, na região mais à montante do reservatório para a reprodução, os ovos vão eclodindo e as larvas recém-eclodidas seguem se desenvolvendo à medida que derivam sentido rio-barragem na tentativa de encontrar ambientes adequados ao seu desenvolvimento, sendo um indicativo de que este trecho do reservatório pode ser considerado como área de desova e berçário para diversas espécies de peixes, e por isso esses afluentes devem ser preservados para garantir o processo reprodutivo, demonstrando a importância deles para a conservação e manutenção de espécies em um ambiente alterado.

Esta zona com influência fluvial dentro do reservatório é caracterizada por um curto tempo de residência da água, altos níveis de disponibilidade de nutrientes e intenso fluxo de água, e essas correntes existentes podem ser exploradas por muitas espécies de peixes que dispersam ovos e larvas na coluna d'água, auxiliando na amplitude da dispersão e distribuição da prole, sendo, portanto, utilizada como alternativa de manutenção viável da população durante os períodos reprodutivos (Hermes-Silva et al., 2009; Reynalte-Tataje et al., 2012; Silva et al., 2015). Essa zonação ainda pode estar ligada a uma série de variáveis físicas que influenciam a distribuição dos peixes e outros componentes bióticos (Oliveira & Goulart, 2000).

As menores abundâncias registradas nos pontos localizados na zona lacustre, pode ser atribuída a grande pressão antrópica na área, advinda do barramento do rio, além do aumento da taxa de predação em áreas de águas abertas e transparentes (devido a sedimentação), tornando-se um fator adicional de impacto, maximizando a vulnerabilidade à predação com influência direta na baixa abundância de larvas (Agostinho, 2007).

Hoffmann et al. (2005) enfatiza a importância de grandes tributários na manutenção da diversidade de peixes em reservatórios. A abundância e riqueza de espécies em ecossistemas artificiais (reservatórios) tende a sofrer reduções ao longo do tempo, em decorrência da perda de áreas favoráveis à reprodução e ao desenvolvimento inicial das espécies (Agostinho et al., 2007). Mas, o reservatório de Curuá-Una parece oferecer condições tanto para aquelas espécies oportunistas, como para espécies de migrações curtas que utilizam os tributários disponíveis, mantendo ainda que, em baixa densidade as espécies nas áreas de influência do reservatório.

A distribuição temporal foi marcada por um pico de abundância larval no mês de dezembro, diminuindo consideravelmente nos meses posteriores, evidenciando o período reprodutivo sincronizado das espécies de peixes com o período que inicia a maior atividade

pluviométrica na região. No entanto, sabe-se que as espécies de peixes possuem diferentes estratégias e comportamento reprodutivo dentro de um manancial.

Diversos estudos mostram que a reprodução da ictiofauna de reservatórios é altamente sazonal, coincidindo com o início da época de chuvas, o aumento do nível fluviométrico e as fases de inundação (Braga, 2001; Hoffman et al., 2005, Agostinho et al., 2007). As chuvas mais intensas, contribuem para os processos indutores da desova, funcionando como gatilho importante para o início da reprodução de várias espécies (Vazzoler, 1996; Vazzoler et al., 1997), proporcionam alta disponibilidade de alimentos favorecendo o desenvolvimento e o crescimento de larvas e juvenis de peixes, suprindo as necessidades biológicas e ecológicas da população. Mas, o reservatório também é povoado por espécies de peixes em que o período reprodutivo é prolongado e se estendem por vários meses indicando táxons menos suscetíveis a condições específicas das variáveis ambientais.

A gestão hidráulica pode interferir no sucesso reprodutivo de algumas espécies, sobretudo se os períodos de enchimento e esvaziamento forem opostos ao ciclo hidrológico natural (Agostinho et al., 2004). Neste caso, espécies que constroem ninhos podem ter suas populações reduzidas (Agostinho et al., 2007), enquanto espécies oportunistas e com alta resiliência reprodutiva são beneficiadas pelos picos de cheia do reservatório (Petesse et al., 2007).

Foi constatado diferença significativa com oscilação do número de larvas, em relação ao ciclo diário, com maiores densidades registradas no período noturno. Alguns trabalhos ictioplantônicos informam que durante a noite, o risco de predação das larvas e o estresse térmico próximo à superfície é menor e que a oferta de alimentos é maior, e durante o dia ficam mais próximas do fundo, especialmente aqueles indivíduos em estágio de desenvolvimento mais avançado (Baumgartner et al., 1997; Nakatani et al., 1997; Baumgartner et al., 2004; Zacardi et al., 2016).

Esse deslocamento tem sido interpretado como resposta à migração do zooplâncton, que é um dos principais recursos consumidos por larvas de peixes, e ascendem na coluna d'água no período crepuscular (Bialetzki et al., 1999; Baumgartner et al., 2004). Essa estratégia no comportamento noturno auxilia a diminuição da competição por espaço e alimento e aumenta as possibilidades de sobrevivência, garantindo, desta forma, sucesso no recrutamento (Zacardi, 2015) e atribui-se que essas variações podem refletir no comportamento particular de algumas espécies.

A maior contribuição de larvas durante o período de maior pluviosidade na região, pode estar relacionado ao fato das espécies amazônicas apresentarem estratégias de adaptação

às mudanças sazonais nos diversos ambientes que ocupam. Sugere-se, ainda, que a pronunciada periodicidade do ciclo de chuvas, a grande descarga de águas ricas em partículas em suspensão oriundas do entorno do reservatório, a forte influência da oxigenação e turbidez das águas, além da disponibilidade de recursos alimentares e a estratégia de desova das espécies seriam os principais fatores responsáveis pelo sincronismo e pelos padrões de distribuição espaço-temporal de ovos e larvas de peixes (Zacardi & Ponte, 2016).

Foram registrados indivíduos em todos os estágios de desenvolvimento, com predominância de larvas em fase vitelina e pré-flexão. As larvas em estágio vitelino ficaram mais restritas as estações da zona fluvial, esta fase é considerada um dos estágios mais curtos de desenvolvimento, logo depois da desova e eclosão dos ovos (Zacardi & Ponte, 2016) conseqüente chegam as estações lacustres em estágios mais desenvolvidos. Era esperado a presença de estágios larvais iniciais com pouca mobilidade horizontal nas áreas com maior correnteza (zona fluvial) e estágios mais avançados (pós-flexão) nas áreas mais calmas (zona lacustre).

De acordo com Zacardi et al. (2014) a ocorrência de ovos e larvas de peixes no plâncton, em diversos estágios de desenvolvimento e em diferentes épocas do ano, é extremamente variável, estando tais variações relacionadas, principalmente, ao ciclo anual de maturação gonadal diferenciado das espécies, levando a mudanças na distribuição e na composição quali-quantitativa do ictioplâncton. Como o conhecimento da fauna de larvas de peixes antes da construção do reservatório de Curuá-Una é inexistente, muitas generalizações a respeito das distribuições das espécies são limitadas. Entretanto, a presença de diversos estágios de desenvolvimento detectada neste estudo, é um fato altamente positivo, indicando resiliência da população de peixes após mais de 40 anos de barramento e caracterizam o reservatório como área de retenção e criação para diversas espécies de peixes.

Diversos estudos têm demonstrado que as variáveis ambientais são as principais determinantes da variação e distribuição da abundância, da estrutura e da composição das larvas de peixes (Reynalte-Tataje et al. 2012; Zacardi & Ponte 2016; Ponte et al., 2017; Zacardi et al., 2017). Porém, não foi o que se observou no presente estudo, em que a influência das variáveis ambientais sobre a distribuição da abundância de larvas, não mostrou diferença significativa, com correlação positiva observada apenas pelo nível fluviométrico.

As mudanças ambientais ocorridas no início da elevação do nível fluviométrico, provavelmente tenha influenciado a reprodução de algumas espécies, sobretudo as migradoras. Esses resultados são semelhantes àqueles obtidos em outros reservatórios por Agostinho et al. (2007), Marques et al. (2009) e Reynalte-Tataje et al. (2012) em que a época

reprodutiva e os picos de densidade larval de espécies de Characiformes migradores e de interesse comercial se concentram nos meses de maior índice pluviométrico na região (Ponte et al., 2017; Zacardi et al., 2017).

Os padrões de distribuição observados no estudo, sugerem que as larvas de peixes do sistema Curuá-Una estão adaptadas às condições impostas pelo reservatório, seja pela presença de tributários, pela condição trófica (oligotrófico) e/ou pela ausência de espécies não-nativas, sugerindo melhores ajustes ecológicos das espécies na zona lacustre.

Dessa forma, as informações apresentadas sobre a distribuição espaço-temporal das larvas de peixes no reservatório de Curuá-Una são essenciais para identificar as respostas do ambiente aos impactos causados pela ação antrópica, fornecer subsídios para a regulamentação dos usos dos recursos hídricos, possibilitando o desenvolvimento de alternativas para minimizar a degradação dos mesmos. Estes dados são de fundamental importância e devem ser considerados para identificar potencialidades, limitações, dinâmicas ecológicas e importância relativa desse corpo d'água, no recrutamento das principais espécies da ictiofauna regional, que podem ser mais bem manejadas e utilizadas sustentavelmente a partir do subsídio destas informações.

### **Agradecimentos**

Aos professores Dr. Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro e Me. André Luiz Colares Canto (Coleção Ictiológica - Universidade Federal do Oeste do Pará), pelo auxílio na identificação taxonômica de alguns grupos de peixes, aos diretores da Usina Hidrelétrica Silvio Braga, pelo apoio logístico nas campanhas de coleta.

### **Referências**

ABLE, K.W., WILBER, D.H., MUZENI-CORINO, A. and CLARKE, D.G. Spring and summer larval fish assemblages in the surf zone and nearshore off Northern New Jersey, USA. *Estuaries and Coasts*, 2015, 33(1), 211-222.

PRIMO, A.L., AZEITEIRO, U.M., MARQUES, S.C. and PARDAL, M.A. Impact of climate variability on ichthyoplankton communities: an example of a small temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2011, 91(4), 484-491.

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. and PELICICE, F.M. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatório do Brasil*. Maringá: EDUEM, 2007.

AGOSTINHO, A.A., PELICICE, F.M. and GOMES, L.C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 2008, 68(4), 1119-1132.

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., VERÍSSIMO, S. and OKADA, E.K. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2004, 14(1), 11-19.

AGOSTINHO, C.S., PELICICE, F.M. and MARQUES, E.E. *Reservatório de peixe angical: Bases ecológicas para o manejo da ictiofauna*. Editora Rima, 2009.

AHLSTROM, E.H. and BALL, O.P. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. *Fishery Bulletin*, 1954, 56, 209-245.

ARAYA, P., HIRT, L. and FLORES, S. Algunos aspectos de la pesquería artesanal en el área de influencia del embalse Yacyretá. Alto río Paraná, Misiones, Argentina. *Boletim do Instituto de Pesca*, 2009, 35(2), 227-238.

BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., CAVICCHIOLI, M. and BAUMGARTNER, M.S.T. Some aspects of the ecology of fish larva in the floodplain of high Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1997, 14(3), 551-563.

BAUMGARTNER, G., NAKATANI, K., GOMES, L.C., BIALETZKI, A., SANCHES, P.V. and MAKRAKIS, M.C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the Upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 2004, 71(2), 115-125.

BIALETZKI, A., SANCHES, P.V., CAVICCHIOLI, M., BAUMGARTNER, G., RIBEIRO, R.P. and NAKATANI, K. Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paraná River, between Paraná and Mato Grosso do Sul States, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 1999, 42(1), 53-60.

BIALETZKI, A., NAKATANI, K., SANCHES, P.V., BAUMGARTNER, G. and GOMES, L.C. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, 2005, 73(1), 37-47.

BRAGA, F.M.S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, rio Grande, sudeste do Brasil. *Ihringia Série Zoologia*, 2001, 91(1), 67-74.

FREEMAN, M.C., PRINGLE, C.M., GREATHOUSE, E.A. and FREEMAN, B.J. Ecosystem-level consequences of migratory faunal depletion caused by dams. *American Fisheries Society*, 2003, 35, 255-266.

GOGOLA, T.M., DAGA, V.S., SILVA, P.R.L DA S., SANCHES P.V., GUBIANI, E. A., BAUMGARTNER, G. and DELARIVA R.L. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotropical Ichthyology*, 2010, 8, 341-349.

HERMES-SILVA, S., REYNALTE-TATAJE, D.A. and ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and Temporal Distribution of Ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2009, 52, 933-944.

HOFFMANN, A.C., ORSI, M.L. and SHIBATTA, O.A. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Mackenzie (Capivara), rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância de grandes tributários na sua manutenção. *Iheringia Série Zoológica*, 2005, 95, 319-325.

HUMPHRIES, P. and LAKE, P.S. Fish larvae and management of regulated rivers. *Regulated Rivers. Research e Management*, 2000, 16, 421-432.

JATI, D.A. and SILVA, J.T. Estudos geo-hidrológicos da bacia do rio Curuá-Una, Santarém, Pará: Aplicação do modelo hidrológico de grandes bacias (MGB-IPH). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2017, 10(4), 1296-1311.

KIPPER, D., BIALETZKI, A. and SANTIN, M. Composição taxonômica da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Rosana, Rio Paranapanema, Brasil. *Biota Neotropica*, 2011, 11, 421-426.

LOWE-MCCONNEL, R.H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. Brasil: Edusp, 1999.

MARQUES, E.E., SILVA, R.M. and SILVA, D.S. Variações espaciais na estrutura das populações de peixes antes e após a formação do reservatório de Peixe Angical. In: AGOSTINHO, C.S., PELICICE, F.M. and MARQUES, E.E. (Orgs.). *Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna*. São Carlos: RIMA Editora, 2009, pp. 51-57.

NAKATANI, K., AGOSTINHO A.A., BAUMGARTNER G., BIALETZKI A., SANCHES, P.V., MAKRAKIS, M.C. and PAVANELLI, C.S. *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: Eduem, 2001.

NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G. and CAVICCHIOLI, M. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: VAZZOLER, A.E.A.M., AGOSTINHO, A.A. and HAHN, N.S. eds. *A planície de inundação do alto rio Paraná. aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997, pp. 281-306.

NOGUEIRA, M.G., HENRY, R. and MARICATTO, F.E. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. *Lakes & Reservoir: Research and Management*, 1999, 4, 107-120.

OLIVEIRA, E.F. and GOULART, E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, 2000, 22(2), 445-453.

OLIVEIRA, J.E. *Influência da composição da paisagem sobre o rendimento da pesca no reservatório da usina hidrelétrica de Curuá-una, Santarém-PA*. 2013. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém-Pa, 52pp.

OLIVEIRA, C., AVELINO, G.S., ABE, K., MARIGUELA, T.C., BENINE, R.C., ORTÍ, G., VARI, R.P. and CASTRO, R.M.C. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evolutionary Biology*, 2011, 11, 1-25.

PETERS, R.K. The role of prediction in limnology. *Limnology and Oceanography*, 1986, 31, 1143-1159.

PETESSE, M.L., PETRERE, M.Jr. and SPIGOLON, R.J. Adaptation of the Reservoir Fish Assemblage Index (RFAI) for assessing the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). *River Research and Application*, 2007, 23, 595-612.

POMPEU, P.S., NOGUEIRA, L.B., GODINHO, H.P. and MARTINEZ, C.B. Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. *Zoologia*. 2011, 28(6), 739-46.

POMPEU, P.S. and GODINHO, H.P. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco. In: GODINHO, H.P. and GODINHO, A.L. eds. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas. 2003, pp. 183-194.

PONTE, S.C.S., SILVA, A.J.S. and ZACARDI, D.M. Áreas de dispersão e berçário para larvas de Curimatidae (Pisces, Characiformes), no trecho baixo do rio Amazonas, Brasil. *Interciência*, 2017, 42 (11), 727-732.

REIS, R.E, KULLANDER, S.O. and FERRARIS JR, C.J. *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003.

REYNALTE-TATAJE, D.A., NUÑER, A.P., NUNES, M.C., GARCIA, V., LOPES, C.A. and ZANIBONI-FILHO, E. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2012, 10(4), 829-35.

REYNALTE-TATAJE, D. A., NAKATANI, K., FERNANDES, R., AGOSTINHO, A. A. and BIALEZTKI, A. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema river (Mato Grosso do Sul State/Brazil: Influence of environmental variables. *Neotropical Ichthyology*, 2011, 9(2), 427-436.

SANCHES, P.V., NAKATANI, K., BIALETZKI, A., BAUMGARTNER, G., GOMES L.C. and LUIZ, E.A. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera dam, Paraná River, Brazil. *River Research and Applications*, 2006, 22, 555-565.

SATO, Y. and GODINHO, H.P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: LOWE-McCONNELL, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp, 1999, pp. 401-413.

SILVA, P.S., MAKRAKIS, M.C., MIRANDA, L.E., MAKRAKIS, S., ASSUMPCÃO, L., PAULA, S., DIAS, J.H.P. and MARQUES, H. Importance of reservoir tributaries to spawning of migratory fish in the upper Paraná River. *River Research and Applications*, 2015, 31(3), 313-322.

TER BRAAK, C.J.F. and SMILAUER, P.C. *Reference Manual and Cano Draw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination, version 4.5*. Microcomputer Power. Ithaca: NY, EUA. 2002.

THORNTON, J., STEEL, A. and RAST, W. Reservoirs In: CHAPMA, D., ed. *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring* - Second Edition, 1996.

VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996.

VAZZOLER, A.E.A.M., AGOSTINHO, A.A. and HAHN, N. S. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, Maringá: Eduem, 1997.

VÖRÖSMARTY, C.J., MCINTYRE, P.B., GESSNER, M.O., DUDGEON, D., PRUSEVICH, A., GREEN, P., GLIDDEN, S., BUNN, S.E., SULLIVAN, C.A., REIDY LIERMANN, C. and DAVIES, P.M. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 2010, 467, 555-561.

WARD, J.V. and STANFORD, J.A. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated rivers: Research & Management*, 1995, 10(2-4), 159-168.

ZACARDI, D.M. Variação e abundância do ictioplâncton em canais de maré no Extremo Norte do Brasil. *Biota Amazônia*, 2015, 5(1), 43-52.

ZACARDI, D.M., BITTENCOURT, S.C.S. and NAKAYAMA, L. O ictioplâncton e sua relação com a variação diária e os ciclos de marés no estuário amazônico. *Biota Amazônia*, 2016, 6(2), 32-40.

ZACARDI, D.M. and PONTE S.C.S. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio Rio Xingu, Bacia Amazônica, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 2016, 9(4), 949-972.

ZACARDI, D.M., PONTE, S.C.S., FERREIRA, L.C., LIMA, M.A.S., CHAVES, C.S. and SILVA, A.J.S. Diversity and spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the lower Amazon River, Brazil. *Biota Amazônia*, 2017, 7(2), 12-20.

ZACARDI, D.M., SOBRINHO, A.F. and SILVA, L.M.A. Composition and distribution of larval fishes of an urban tributary the mouth of Amazon River, Brazil. *Acta Fisheries and Aquatic Resources*, 2014, 2(2), 1-16.

Zar J.H., *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999.



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com os resultados obtidos nesse trabalho, torna-se evidente a importância do estudo realizado com a assembleia de larvas de peixes, onde foi possível observar que os peixes estão usando os trechos mais próximos aos tributários do rio Curuá-Una para realizar a desova, foi observado também ausência de espécies que realizam migrações longas para fins reprodutivos, a maioria das espécies capturadas são de pequeno porte, assim como sedentárias e oportunistas que conseguem concluir todo o seu desenvolvimento no reservatório e área de influência.

Não houve um padrão de zoneamento, no entanto, é perceptível que quanto mais distante da barragem maior é a riqueza, diversidade e densidade de larvas, indicando que a barragem causou impacto na ictiofauna local, ao modificar as condições naturais do rio, justificando pela baixa participação relativa de larvas de peixes próximo ao barramento do rio, mostrando que ambiente fluvial com menos interferência de ação antrópica, é propício para o desenvolvimento inicial dos peixes.

Os dados obtidos com o presente estudo, são fundamentais para somar a outros estudos já realizados no reservatório de Curuá-Una, a fim de buscar maneiras para conservação dessas áreas utilizadas como berçários para diversas espécies de peixes, para sucesso no recrutamento dessas dos peixes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Introdução geral)

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.; Suzuki, H. I.; Júlio-Júnior, H. F. 2003. Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil, In: Carolsfeld, J.; Harvey, B.; Ross, O. Baer, A. (Eds). *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*, International Development Research Centre.

Agostinho, A. A.; Marques, E. E.; Agostinho, C. S.; Almeida, D. A.; Oliveira, R. J.; Melo, J. R. B de. 2007. Fish ladder of Lajeado Dam: migration on one way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5: 121-130.

Agostinho, C. S.; Pelicice, F. M.; Marques, E. E. 2009. *Reservatório de peixe angical: Bases ecológicas para o manejo da ictiofauna*. Editora Rima 179 pp.

Benedito-Cecílio, E.; Agostinho, A. A.; Júlio JR., H. F. & Pavanelli, C. S. 1997. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. *Revista Brasileira de Zoologia*. 14: 1-14.

Bialetzki, 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.

Ferreira, E. J. G. 1984. A ictiofauna da represa hidrelétrica de Curuá-Una. Santarém, Pará. II: Alimentação e hábitos alimentares das principais espécies. *Amazoniana* 9: p. 1-16.

Figueiredo, G. M. M. 2009. *Distribuição Espaço-Temporal do Ictioplâncton no Rio do Peixe, sobre Influência de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Alto Rio Uruguai, Brasil)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 27 p.

Freeman, M. C.; Pringle, C. M.; Greathouse, E. A.; Freeman, B. J. 2003. Ecosystem-level consequences of migratory faunal depletion caused by dams. *American Fisheries Society*, 35: 255–266.

Godinho, A. L.; Godinho, H. P. 2003. Breve visão do São Francisco In: Godinho H.P.; Godinho, A. L. (Eds) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. PUC Minas, Belo Horizonte, p. 15-25.

Gogola T. M.; Daga V. S.; Silva P. R. L da S.; 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.

Holanda, O. M. 1982. Captura, distribuição, alimentação e aspectos reprodutivos de *Hemiodus unimaculatus* e *Hemiodopsis* sp. Curuá-Una, Pará. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, 99p.

Humphries, P.; Lake, P. S. Fish larvae and management of regulated rivers. *Regulated Rivers: Research e Management*, 16: 421-432, 2000.

Júlio Jr., H. F.; Bonecker, C. C. & Agostinho, A. A. 1997. Reservatório de Segredo e sua inserção na bacia do rio Iguaçu. In: Agostinho, A. A. & Gomes, L. C. (eds. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. EDUEM, Maringá, p. 1-17.

Junk, W. J.; Robertson B. A.; Darwich A. J.; Vieira I. 1981. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 11: 689-716.

Kipper, D.; Bialetzki, A.; Santin, M. 2011. Taxonomic composition of the assemblage of fish larvae in the Rosana reservoir, Paranapanema River, Brazil. *Biota Neotropica*. 11: 421-426.

Kubecka, J. Sucession of fish communities in reservoirs of Central and Eastern Europe. In: STRAKRABA, S. et al. (Ed.). Comparative reservoir limnology and water quality management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: Netherlands, 1993. p.153-168.

Nakatani, K.; Baumgartner, G.; Bialetzki, A.; Sanches, P. V. 1997. Ovos e Larvas de peixes no reservatório de Segredo, In: Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (Eds) *Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM.

Nakatani, K.; Agostinho A. A.; Baumgartner G.; Bialetzki 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, 378p.

Okada, E. K.; Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. 2005. Spatial and temporal gradients in artisanal fisheries of a large Neotropical reservoir, the Itaipu Reservoir, Brazil. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 714-724.

Oliveira, J. E. *Influência da composição da paisagem sobre o rendimento da pesca no reservatório da usina hidrelétrica de Curuá-una, Santarém-PA*. 2013. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém-Pa, 52pp.

Petrere-Jr, M. 1996. Fisheries in large tropical reservoirs in: *South America. Lakes & Reservoir: Res. Manag.* 2: 111-133.

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, Murici River, Brazil. *Zoologia- Curitiba*, 28: 739-746.

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.

Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. 2005. *Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos, SP: RIMA, 321 pp.

Silva, P. A. da.; Tataje D. A. R.; Filho, E. Z. 2012. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10 (2): 425-438.

Suzuki, F. M. Dinâmica de ovos e larvas de peixes da bacia do Alto Rio Grande, a montante do reservatório de Furnas, Minas Gerais, Brasil. 2010. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

Thornton, J.; Steel A.; Rast, W. 1996. Reservoirs. In: CHAPMA, D. (Ed) *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring* - Second Edition, 651 pp.

Tundisi, J. G. & Straskraba, M. 1999. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos, 265pp.

Vieira, I. 2000. Frequência, constância, riqueza e similaridade da ictiofauna da bacia do rio Curuá-Una, Amazônia. *Revista Brasileira de Zootecias* 2(2), 51-76

Vieira, I. & Darwich, A. J. 1999. Sinecologia da ictiofauna de Curuá-Una, Amazônia: características hidroquímicas, climáticas, vegetação e peixes. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 11: 41-64.

Vieira, I. 1982. *Aspectos Sinecológicos da Ictiofauna de Curuá-Úna, Represa Hidroelétrica da Amazônia Brasileira*. Tese de livre docência em biologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais. 107 pp.

Zacardi, D. M.; PONTE S. C. S. da. 2016. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio Rio Xingu, Bacia Amazônica, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 9: 949-972.

## ANEXO I

### Revista Marine and Freshwater Research

**Author Instructions** All manuscripts should be submitted via ScholarOne Manuscripts.

#### **Format**

Papers should usually be in the form Title, Abstract, Additional keywords, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Conflicts of Interest and References. If authors choose to combine the Results and Discussion sections, they must also include a Conclusion to summarise their key findings. Consider using subheadings to organize material.

The title should be concise and appropriately informative and should contain all keywords necessary to facilitate retrieval by online search engines. The abstract (< 200 words) should **open with a clear statement of the broad relevance of the work**, briefly summarise the aims and research approach, give the principal findings, and conclude by specifying the main implications of the results to aquatic science. Additional keywords not already in the title or abstract should be listed beneath the abstract. A running head (< 50 letter spaces) should be supplied for use at the top of the printed page.

The Introduction should set the global relevance of the work in the opening sentences. Text should only cover essential background literature and clearly indicate the reason for the work. This section should close with a paragraph specifying aims and, where appropriate, testable hypotheses. In the Materials and methods, sufficient detail should be given to enable the work to be repeated. If a commercial product such as an analytical instrument is mentioned, supply its full model name and location of the manufacturer. Give complete citations and version numbers for computer software. Data analysis must be explained clearly, especially when complex models or novel statistical procedures are used (see Guidelines for data analysis and presentation). Results should be stated concisely and without interpretation (although in complex studies, modest interpretation of some data may provide context helpful for understanding subsequent sections). Data presented should address aims and testable

hypotheses raised in the Introduction. Use tables and figures to illustrate the key points but do not repeat their contents in detail. The Discussion should explain the scientific significance of the results in context with the literature, clearly distinguishing factual results from speculation and interpretation. Avoid excessive use of references - more than three to support a claim is usually unnecessary. Limitations of methods should also be addressed where appropriate. Conclude the Discussion with a section on the implications of the findings. Footnotes should be used only when essential.

### **Conflicts of Interest**

A 'Conflicts of Interest' section should be included at the end of the manuscript. It should identify any financial or non-financial (political, personal, professional) interests/relationships that may be interpreted to have influenced the manuscript. If there is no conflict of interest, please include the statement "The authors declare no conflicts of interest".

### **Acknowledgements**

The contribution of colleagues who do not meet all criteria for authorship should be acknowledged. Financial and material support should also be acknowledged. All sources of funding for the research and/or preparation of the article should be listed, and the inclusion of grant numbers is recommended. Authors should declare sponsor names along with explanations of the role of those sources if any in the preparation of the data or manuscript or the decision to submit for publication; or a statement declaring that the supporting source had no such involvement. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: "This research did not receive any specific funding".

### **References**

Please strive to make the References section accurate and consistent with the journal's style. We use the Harvard system. Cite references chronologically in the text by the author and date. Multiple references from the same year should be cited alphabetically. In the text, the names of two coauthors are linked by 'and'; for three or more, the first author's name is followed by '*et al.*'.

Avoid excessive citation of references. All references cited in the text must be listed at the end of the paper, with the names of authors arranged alphabetically, then chronologically. No editorial responsibility can be taken for the accuracy of the references so authors are requested to check these with special care.

In the reference list, include the full author list, article title and journal name (i.e. no abbreviations). Papers that have not been accepted for publication must not be included in the list of references. If necessary, they may be cited either as 'unpublished data' or as 'personal communication' but the use of such citations is discouraged. Authors must ensure that they have permission to cite material as a personal communication and can provide unpublished data if required by a reviewer.

Pay special attention to punctuation, spelling of author and species names, and titles of articles, books and journals. EndNote provides output styles for **Marine and Freshwater Research**.

- *Journal* *article*  
Prince, J. D., Sellers, T. L., Ford, W. B., and Talbot, S. R. (1988). Confirmation of a relationship between localised abundance of breeding stock and recruitment for *Haliotis rubra* Leach (Mollusca: Gastropoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **122**, 91-104.  
Raymond, M., and Rousset, F. (1995). GENEPOP (Version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. *Journal of Heredity* **86**, 248-249.
  
- *Book* *chapter*  
Tegner, M. J. (1992). Brood-stock transplants as an approach to abalone stock enhancement. In 'Abalone of the World: Biology, Fisheries and Culture'. (Eds S. A. Shepherd, M. J. Tegner and S. A. Guzmán del Prío.) pp. 461-463. (Blackwell Scientific: Oxford, UK.)  
Wolanski, E., Mazda, Y., and Ridd, P. (1992). Mangrove hydrodynamics. In 'Tropical Mangrove Ecosystems'. (Eds A. I. Robertson and D. M. Alongi.) pp. 43-62. (American Geophysical Union: Washington, DC.)
  
- *Book*  
Sokal, R. R., and Rohlf, F. J. (1981). 'Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.' 2nd Edn. (W. H. Freeman: New York.)  
Attiwill, P. M., and Adams, M. A. (Eds) (1996). 'Nutrition of Eucalypts.' (CSIRO Publishing: Melbourne.)

- *Thesis*  
 Silver, M. W. (1970). An experimental approach to the taxonomy of the genus *Enteromorpha* (L.). PhD Thesis, University of Liverpool.  
 Harrison, A. J. (1961). Annual reproductive cycles in the Tasmanian scallop *Notovola meridionalis*. BSc (Hons) Thesis, University of Tasmania, Hobart.
- *Report* *or* *Bulletin*  
 Chippendale, G. M., and Wolf, L. (1981). The natural distribution of *Eucalyptus* in Australia. Australian National Parks and Wildlife Service, Special Publication No. 6, Canberra.
- *Conference* *Proceedings*  
 Hayman, P. T., and Collett, I. J. (1996). Estimating soil water: to kick, to stick, to core or computer? In 'Proceedings of the 8th Australian Agronomy Conference, Toowoomba, 1 January 1996'. (Ed. M. Asghar.) p. 664. (Australian Society of Agronomy: Toowoomba).  
 Kawasu, T., Doi, K., Ohta, T., Shinohara, Y., and Ito, K. (1990). Transformation of eucalypts (*Eucalyptus saligna*) using electroporation. In 'Proceedings of the VIIth International Congress on Plant Tissue and Cell Culture, Florence, 12-17 June 1994'. pp. 64-68. (Amsterdam IAPTC: Amsterdam.)
- *Web-based* *material*  
 Goudet, J. (2001). 'FSTAT, a Program to Estimate and Test Gene Diversities and Fixation Indices (Version 2.9.3)'. Available at <http://www2.unil.ch/popgen/software/fstat.htm> [accessed 15 November 2007].

## **Tables** **and** **Figures**

Tables must be numbered with Arabic numerals and have a self-explanatory title. A headnote containing material relevant to the whole table should start on a new line, as it will be set in a different font. Tables should be arranged with regard to the dimensions of the printed page (17.5 by 23 cm) and the number of columns kept to a minimum. Excessive subdivision of column headings is undesirable; use abbreviations



that can then be expanded upon in the headnote. The first letter only of headings to rows and columns should be capitalised. The symbol for the unit of measurement should be placed in parentheses beneath the column heading. Footnotes should be kept to a minimum and be reserved for specific items in columns. Horizontal rules should be inserted only above and below column headings and at the foot of the table. Vertical rules must not be used.

All figures must be referred to in the text (e.g., Fig. 1, Fig. 2a-d, Figs 1 and 2), and should be numbered consecutively in the order that they are cited within the paper. Electronic submission of figures is required. Photographs and line drawings should be of the highest quality and, if not created digitally, should be scanned at high-resolution: photographs at 300 dpi at final size, saved as .jpg files; hand-drawn line drawings at least 600 dpi at final size, saved as .tif files. Black-and-white photographs should be saved in greyscale format as .tif or Photoshop files. Labels must be applied electronically to the scanned images in Photoshop, rather than scanning manually labelled figures. Colour figures and photographs must be submitted in CMYK format for printing purposes, not in RGB. Photographs and images must be of the highest quality, and trimmed squarely to exclude irrelevant features. When in a group, adjacent photographs must be separated by uniform spaces that will be 2 mm wide after reduction. A scale bar is desirable on micrographs and photographs lacking reference points. Important features to which attention has been drawn in the text should be indicated.

Line illustrations prepared using either a draw or chart/graph program should be saved in the following formats: encapsulated postscript (.eps) (preferred format); Adobe Illustrator (.ai); or Excel (.xls). Illustrations created using Powerpoint should be saved in PowerPoint or as Windows metafiles (.wmf); CorelDraw files should be saved as .eps or .ai files; charts created on a Macintosh computer should be saved as .eps, .ps or PICT files; SigmaPlot files should be saved in .eps format (postscript printer driver required). **In all cases, they should be editable vector graphic files.** Minimise use of 3D graphs. Remove colours from all charts and graphs that are to be reproduced in black, grey and white.

The lettering of figures must be in sans-serif type (Helvetica is ideal) with only the first letter of the first word of any proper names capitalised, and should not be in bold

type. For letter size, the height of a lower-case 'x' after reduction should be approximately 1.2 mm. Do not use the symbols '+' or 'x' for data points. Grid marks should point inwards and legends to axes should state the quantity being measured and be followed by the appropriate units in parentheses. Thickness of lines on line diagrams at final size must be no less than 0.5 pt. Grouped figures should not exceed 17.5 cm by 23 cm. Colour graphics will be accepted, but the cost of production is borne by the author.

Colour is free of charge in the online versions of your paper. Colour charges are incurred only if you want colour in the print version of the journal, and are ~ AU\$300 per page. The exact cost will depend on the number of images and their placement, and can be discussed with the journal's Production Editor after your manuscript has been accepted for publication. Note that colour may be necessary in the print version of the journal (and will therefore incur colour charges) if the images do not make sense in monochrome.

Please contact the Production Editor for further information.

### **Supplementary material**

In an effort to make best use of printed journal space, **Marine and Freshwater Research** strongly encourages authors to place supporting files such as additional tables, figures and raw data in 'Supplementary Material', which is linked online to the paper when it is published electronically. Such material is not crucial to the paper's interpretation but would bolster claims, illustrate specific aspects of interest, or expand on a point in the text. There is no special format for Supplementary Material and it should be cited in the main text as '..available as Supplementary Material...' or '(see Supplementary Material)'.

### **Guidelines for data analysis and presentation**

Effective data analysis seeks to summarise and clarify results, enhancing the objectivity with which they are presented and interpreted. If an analysis fails to achieve this, it is probably unsuitable. No matter what analysis is used, the reader must be provided with enough information to independently assess whether the method is appropriate. Therefore, assumptions and models underlying unusual statistical analyses must be clearly stated, usually with supporting references. Even when

conventional parametric statistics are used, the reader must be assured that the data satisfied assumptions of normality as well as other specific requirements (e.g. homogeneity of variances). Bayesian and other non-frequentist approaches are welcomed but their application and assumptions must be explained and justified in sufficient detail.

*Describing data.* Full details of sampling, survey and experimental designs, protocols for collecting data (with references where appropriate), precision of measurements, sampling or experimental units, and sample sizes must be given. Typically, reported values should include the sample size and some measure of precision (e.g. standard errors or specified confidence intervals) of estimates. Presenting data as graphs is invaluable, helping demonstrate trends and illustrate where data might violate statistical assumptions. Tables are useful when specific values are to be presented or the data do not lend themselves readily to graphical presentation. See recent issues of the Journal for examples of effective figures and tables.

*Describing statistical analyses.* The specific statistical procedure must be stated. If it is an unusual one, it should be explained in sufficient detail, including references where appropriate. All statistics packages used should be cited fully with their version number. Sometimes, it will be necessary to indicate which procedure, method or module within a package was used. If conclusions are based on an analysis of variance or regression, there must be sufficient information to enable the construction of the full analysis of variance table (at least both degrees of freedom, the structure of F-ratios, and *P* values). Indicate which effects were considered fixed or random and explain why. If data are to be pooled or omitted, this should be fully justified.

Actual *P* values are far more informative than ' $P < 0.05$ ' or symbols such as '\*'. However, statistical significance should not be confused with effect size and biological importance. Power analyses (i.e. determination of Type II error rates) may be useful, especially if used in conjunction with descriptive procedures like confidence intervals.

**Units, nomenclature and formulae**

Use SI units for all measurements unless there are valid reasons for not doing so - these will need full explanation. Avoid ambiguous forms of expression such as

mL/m<sup>2</sup>/day. Note that the journal style is to express units with exponential notation (e.g. mg/mL is expressed as mg mL<sup>-1</sup>).

*Measurements of the radiation environment.* Measurements of the radiation environment should be presented in terms of irradiance or photon irradiance or both, with the waveband of the radiation specified. Photon irradiance units are particularly advantageous in papers concerned with the quantum efficiency of plant photo-processes. Measurements in terms of luminous flux density should be avoided in papers reporting results in photobiology, including photosynthesis.

*Units and nomenclature in physical oceanography.* For sea water and the normal range of saline waters in estuaries, use the Practical Salinity Scale of 1978 (see UNESCO Technical Papers in Marine Science numbers 36 and 391, 1981). Within the range of 2-43 'parts per thousand' on the old scale (the approximate range within which the Knudsen relationship applies), salinities should be reported as dimensionless values. Scales on figures should be labelled 'Salinity' without any unit or index. As the quotation of salinities as dimensionless values may puzzle some readers, it is recommended that the Methods section state that salinity values are based on the Practical Salinity Scale of 1978 (PSS 78). Alternatively, salinity can be expressed as weight of solute per thousand parts of solution expressed in units of weight (g kg<sup>-1</sup>). For uniformity, the same unit should be used in reporting salinities based on historical data. Where salinities are calculated from conductivity ratios measured with a salinometer, the basis of the conversion should be stated. Density of sea water can be calculated from the International Equation of State of Seawater 1980 (IESS 80) and expressed in kilograms per cubic metre.

For other symbols, units and nomenclature in physical oceanography papers, authors should adopt the recommendations of the IAPSO Working Group (SUN Report 1979, Publication Scientifique number 31, International Union of Geodesy and Geophysics, Paris).

*Units of current velocity and discharge.* Express current velocity as metres per second. Discharge (volume over time) can be expressed as either cubic metres per second or megalitres per day but authors must be consistent in their use of units throughout the paper.

*Mathematical formulae.* Mathematical formulae should be presented with symbols in correct alignment and adequately spaced. Equations should not be embedded images; use equation editors that result in an editable format. Each formula should be displayed on a single line if possible. During the final proof stage, the author(s) must check formulae very carefully.

*Enzyme nomenclature.* The names of enzymes should conform to the Recommendations of the Nomenclature Committee of the IUB on the Nomenclature and Classification of Enzymes as published in 'Enzyme Nomenclature 1984' (Academic Press, Inc., New York, 1984). If there is good reason to use a name other than the recommended one, at the first mention of the alternative name in the text it should be identified by the recommended name and EC number. The Editor should be advised of the reasons for using the alternative name.

*Chemical nomenclature.* The names of compounds such as amino acids, carbohydrates, lipids, steroids, and vitamins should follow the recommendations of the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. Other biologically active compounds, such as metabolic inhibitors, plant growth regulators, and buffers should be referred to once by their correct chemical name (in accordance with IUPAC rules of Chemical Nomenclature) and then by their most widely accepted common name. Where there is no common name, trade names or letter abbreviations of the chemical may be used.

*Microbiological nomenclature.* The names of bacteria should conform to those used in 'Approved List of Bacterial Names' (American Society for Microbiology, Washington, D.C., 1980). Fungal nomenclature should conform to the International Code for Botanic Nomenclature.

*DNA data.* DNA sequences published in the Journal should be deposited in one of the following nucleotide sequence databases: EMBL, GenBank or DDBJ. An accession number for each sequence or sequence set must be included in the manuscript before publication. In addition, electronic copies of the data sets in nexus format should be supplied with the manuscript to aid the review process.

## **Animal and human research ethics**

Researchers must have proper regard for the ethical implications of all research involving animals or humans\*. Possible adverse consequences of the research for individuals or populations – of any species – must be weighed against the potential gains in knowledge and practical applications. Papers reporting work with animals or humans must include a reference to the code(s) of practice adopted for the research. Permits for ethics clearance for human or animal research, for sampling and for animal handling must be specified clearly in the Acknowledgements. Authors are required to confirm that their research meets the ethical guidelines, including adherence to the legal requirements of the study country, when they submit their manuscript via ScholarOne Manuscripts. Editors should ensure that peer reviewers consider ethical and welfare issues raised by the research they are reviewing, and to request additional information from authors where needed. In situations where there is doubt as to the adherence to appropriate procedures or approval by the relevant ethics committee, editors are required to reject these papers.

\*Human research is research conducted with or about people, and may include the involvement of humans through taking part in surveys, interviews or focus groups; being observed by researchers; researchers having access to their personal documents or other information; or access to their information as part of an existing published or unpublished source or database (for more information, see the National Statement on Ethical Conduct in Human Research, 2007). Authors are required to document that a formally constituted review board (Institutional Review Board or Ethics committee) has granted approval for the research to be done, or that the principles outlined in the Declaration of Helsinki regarding human experimentation have been met. Investigators who do not have access to an institutional review board are required to provide a statement to the editor outlining why it was not possible to gain formal ethics approval. If the study is judged exempt from review, a statement from the committee is required. Authors should make an ethics statement within the manuscript to this effect. Authors should also state that the research was undertaken with appropriate informed consent of participants or guardians.

CSIRO Publishing also follows CSIRO's own guidelines on animal welfare and on ethical human research.

**Data deposition**

Authors are encouraged to deposit labelled voucher specimens documenting their research in an established permanent collection and to cite this collection in publication.

Authors are encouraged to place all species distribution records in a publicly accessible database such as the national Global Biodiversity Information Facility (GBIF) nodes or data centres endorsed by GBIF, including BioFresh.

## **ANEXO II**

Acta Limnol. Bras. (Online) - Instruções aos autores

### **INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

#### **Escopo e política**

A Acta Limnologica Brasiliensia é a revista científica da Associação Brasileira de Limnologia (ABLimno) que publica artigos originais, notas científicas, artigos de revisão e artigos de opinião que contribuem para o desenvolvimento científico da Limnologia.

A revista cobre um amplo espectro, incluindo qualquer tópico relacionado à ecologia de águas continentais de ecossistemas como, rios, lagos, planícies de inundação, áreas alagadas, reservatórios e zonas estuarinas. O escopo da Acta Limnologica Brasiliensia engloba todos os aspectos teóricos e aplicados da ecologia aquática continental, manejo e conservação, ecotoxicologia e poluição. Trabalhos taxonômicos podem ser aceitos desde que contenham informação ecológica e distribuição geográfica. Os artigos submetidos à revista devem ser originais e sem submissão simultânea a outro periódico. Os autores assumem a responsabilidade intelectual e legal pelos resultados e pelas considerações apresentadas.

Os manuscritos submetidos são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo a opinião dos Editores da revista. A veracidade das informações e das citações bibliográficas é de responsabilidade exclusiva dos autores. Salientamos que plágio acadêmico em qualquer nível é crime.

Os manuscritos submetidos são inicialmente avaliados quanto à linguagem, apresentação e estilo.

Recomenda-se aos pesquisadores que não tenham o inglês como língua nativa que submetam seus manuscritos a um colega que possua esta língua como nativa.

Os autores devem preparar seu manuscrito para submissão seguindo as instruções abaixo. Os manuscritos são avaliados pelo Editor-Chefe que encaminha o manuscrito para dois referees. Os referees enviam seus pareceres ao Editor-Chefe que também emite um parecer com base nos pareceres dos referees. Os três pareceres são enviados para os autores do trabalho. A revista utiliza o procedimento de par cego. Depois do aceite do trabalho, uma prova do artigo é enviada (on-line) para revisão final dos autores.

Existem quatro categorias de contribuição para a Acta Limnologica Brasiliensia:



**1) Artigos originais** (geralmente composto por 25 páginas impressas, incluindo tabelas, figuras e

referências). Veja “Forma e preparação de manuscritos” abaixo.

**2) Notas científicas**, contendo entre 2 e 4 páginas, apresentando informação concisa sobre um determinado tópico. A nota deve conter abstract (português e inglês), palavras-chave, (português e

inglês) e referências; o restante do trabalho deve conter um texto contínuo.

**3) Artigos de revisão.** Estes artigos devem abordar assunto referente ao escopo da revista e de interesse atual. Estes artigos podem ser submetidos espontaneamente ou ser fruto de convite pelo corpo editorial.

**4) Artigos de opinião.** Estes artigos devem abordar a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. O artigo de opinião deve conter até 3000 palavras e expressar pontos de vista sobre questões teóricas, metodológicas ou assuntos atuais em limnologia e devem ser respaldados e fundamentados por elementos bibliográficos. Ao critério da Comissão Editorial, a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas nos Artigos de Opinião são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

### **Forma e preparação de manuscritos**

Os manuscritos submetidos para a Acta Limnologica Brasiliensia devem ser originais e não submetidos à outra revista científica. A submissão deve se feita em um arquivo único através do Sistema SciELO de Publicação no link da revista: <http://submission.scielo.br/index.php/alb/index>. Os manuscritos devem ser redigidos na língua inglesa com um abstract em português. Recomendamos fortemente que os autores que não tenham o inglês como língua nativa que submetam seu manuscrito à pessoa nativa na língua inglesa antes da submissão.

### ***Texto***

O texto deve seguir a seguinte ordem. Primeira página: título em inglês (em negrito) e em português, nome completo dos autores (p. ex. Antonio Fernando Monteiro Camargo), afiliação, endereço e endereço de e-mail de todos os autores. Cada autor deve ser identificado por um número sobrescrito. Segunda página: Resumo (em inglês e português) e palavras-chave. Terceira página e páginas subsequentes: texto do artigo (Introdução, Materiais e

Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências). A seguinte informação deve ser colocada no texto acompanhando todas as espécies citadas no texto: a) zoologia, o nome do autor e a data da descrição devem ser informados na primeira vez que a espécie for citada no texto; e b) botânica, apenas o nome do autor que descreveu a espécie deve ser informado na primeira vez que a espécie for citada no texto.

### ***Resumo***

O resumo deve conter entre 250 e 300 palavras e ser estruturado da seguinte maneira: Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusões. Os tópicos devem ser destacados em negrito. Entre 4 e 5 palavras chave devem ser informadas e devem ser distintas daquelas utilizadas no título.

### ***Tabelas e Figuras***

As tabelas e figuras devem ser numeradas consecutivamente utilizando numerais arábicos (Tabela 1, 2, 3, etc. e Figura 1, 2, 3, etc.). Na primeira versão, as tabelas e figuras devem ser inseridas no corpo do texto conforme forem citadas. Na versão final, as tabelas e figuras devem estar inseridas após as referências. As figuras devem estar em boa resolução (300 DPI ou mais). Fotografias e figuras coloridas poderão ser incluídas na versão eletrônica. Todas as tabelas e figuras devem ser indicadas no texto.

### ***Unidades e Símbolos***

Use o sistema internacional de unidades (SI), separando as unidades do valor com um espaço (com exceção de porcentagens); use abreviações quando possível. Para unidades compostas use exponencial e não barra (Ex. mg.dia<sup>-1</sup>, e não mg/dia, Xmol.min<sup>-1</sup> e não Xmol/min).

### ***Material Suplementar***

A inclusão de material suplementar é permitida na versão eletrônica.

### ***Referências***

A citação de teses, dissertações e monografias de graduação, relatórios técnicos e resumos apresentados em congressos devem ser evitadas ao máximo e apenas excepcionalmente e com a anuência dos referees e do Editor Chefe poderão ser utilizadas.

Citação no texto: Use o sistema nome e ano de publicação:

Schwarzbold (2009), (Calijuri, 2009), (Santoro & Enrich-Pras t, 2010), para mais de dois autores utilize “et al.”. As citações na lista de referências devem seguir as normas ISO 690/2010. Todas as referências citadas no texto devem ser listadas em ordem alfabética em

letras maiúsculas de acordo com o primeiro autor. Referências devem ser iniciadas em uma página separada.

Exemplos:

*Revista científica:*

A referência de um trabalho científico deve ser apresentada na seguinte ordem: nome do autor abreviado (sobrenome, iniciais do nome), título do trabalho, nome da revista, ano de publicação, volume, número e número da página inicial e final sem omissão de nenhuma informação relevante.

ESTEVES, K.E., LÔBO, A.V.P. and HILSDORF, A.W.S. Abiotic features of a river from the Upper Tietê River Basin (SP, Brazil) along an environmental gradient. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2015, 27(2), 228-237.

*Capítulo de livro:*

THOMAZ, S.M. and ESTEVES, F.A. Comunidade de macrófitas aquáticas. In: ESTEVES, F.A., ed. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, pp. 461-518. 3 ed.

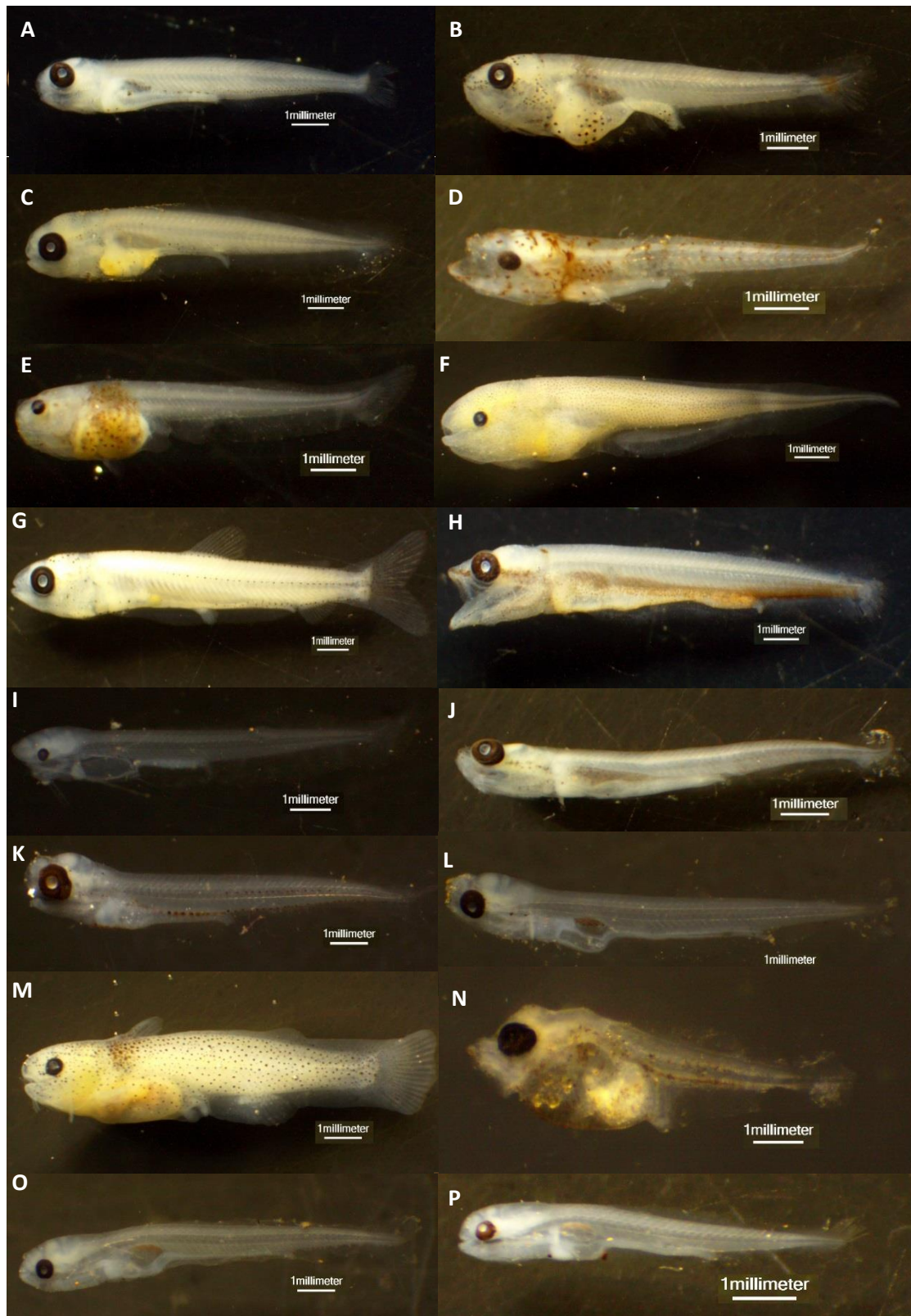
*Livro:* TUNDISI, J.G. and MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Separata: Uma cópia impressa do número que contém o artigo publicado será encaminhada ao primeiro autor do artigo.

### **Envio de manuscritos**

Os manuscritos confeccionados segundo as instruções acima devem ser enviados em arquivo do Word for Windows através do Sistema SciELO de Publicação (<http://submission.scielo.br/index.php/alb/index>). A ABLimno não cobra nenhuma taxa para submissão e avaliação de manuscritos. A submissão de manuscritos através do Sistema SciELO de Publicação deverá ser realizada a partir de 04 de janeiro de 2016. Submissões anteriores a esta data deverão ser realizadas através do e-mail [actalimno@gmail.com](mailto:actalimno@gmail.com). A partir de 04 de janeiro de 2016, toda a tramitação de avaliação dos manuscritos (entre autor, editor e revisores) submetidos através do Sistema SciELO de Publicação será feita via Sistema.

## APÊNDICE



(A) *Iguanodectes spirulus*, (B) *Mylossoma albiscopum*, (C) *Serrasalmus* sp., (D) *Curimata* sp., (E) *Auchenipetus nuchalis*, (F) *Eigmania* sp., (G) *Hemiodus immaculatus*, (H) *Crenicichla* sp., (I) Pimelodidae, (J) *Rhytidodus microlepis*, (K) *Triportheus* sp., (L) *Hemiodus* sp., (M) *Tatia* sp., (N) *Hypoclinemus mentalis*, (O) *Schizodon* sp., (P) *Curimatella* sp.