



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

**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO ICTOPLÂNTON EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO, BAIXO AMAZONAS, PARÁ**

SILVANA CRISTINA SILVA DA PONTE

Santarém, Pará
Julho de 2018

SILVANA CRISTINA SILVA DA PONTE

**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO ICTOPLÂNTON EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO, BAIXO AMAZONAS, PARÁ**

ORIENTADOR: PROF^o. DR. DIEGO MAIA ZACARDI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará

Santarém, Pará
Julho de 2018

SILVANA CRISTINA SILVA DA PONTE

**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DO ICTOPLÂNCTON EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO, BAIXO AMAZONAS, PARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

Data da aprovação. Santarém - PA: 13 de julho de 2018.



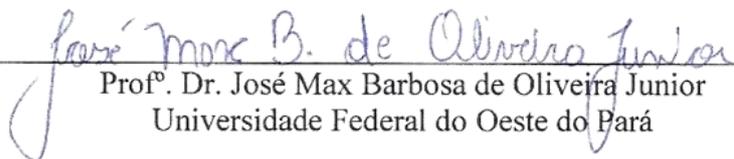
Prof.º Dr. Diego Maia Zacardi

Orientador - Universidade Federal do Oeste do Pará

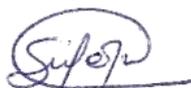
Banca examinadora:



Prof.º Dr. Bruno Braulino Batista
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof.º Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof.ª Dra. Sheyla Regina Marques Couceiro
Universidade Federal do Oeste do Pará

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

P813c Ponte, Silvana Cristina Silva da

Composição e abundância do ictoplâncton em um lago de inundação,
Baixo Amazonas, Pará./ Silvana Cristina Silva da Ponte. – Santarém, 2018.
65 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Diego Maia Zacardi

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos.

1. Ovos de peixe. 2. Larvas de peixe. 3. Lago Maicá - Santarém. I. Zacardi, Diego Maia, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 639.3098115

Bibliotecária - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

Sinopse:

Avaliou-se a composição taxonômica, abundância e distribuição temporal (meses) e diária (dia/noite) do ictioplâncton presente no lago Maicá, Santarém, Pará e a influência das variáveis abióticas sobre a distribuição desses organismos.

Palavras-chave: Ovos e larvas de peixe, estágio de desenvolvimento, várzea, recrutamento biológico.

DEDICATÓRIA

*A minha família e amigos pelo amor e dedicação durante toda
essa etapa da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar do meu lado renovando minhas forças para seguir em frente com os meus objetivos e não desistir diante das dificuldades.

Ao Prof. Dr. Diego Maia Zacardi, pela orientação, críticas e sugestões na elaboração desse trabalho e especialmente por seu apoio, pela preciosa amizade, pelo voto de confiança depositado ao me aceitar para orientação, pela paciência ao me escutar sempre que precisei e, finalmente, pelo privilégio de compartilhar comigo sua experiência e sabedoria. Muito obrigada.

A coleção ictiológica da Universidade Federal do Oeste do Pará, em nome do prof. Me. André Canto e ao prof. Dr. Frank Raynner, pela ajuda na identificação de parte do material biológico.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos (PPG- RACAM), pelo conhecimento repassado.

Ao Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados Aquáticos (LETIA) na pessoa da Profa. Dra. Sheyla Couceiro, por ceder sempre que possível os equipamentos limnológicos portáteis que auxiliaram nas coletas de campo.

Aos inesquecíveis amigos do laboratório, Diego Fróes, Claudia Chaves, Jerry Max, David Pinheiro, Lucas Oliveira, Ruineres Almada, Cleidevânia Oliveira, Darliane Campos, Luan Robson, Luan Imbiriba pela amizade, alegria, companheirismo e união, auxílio nas coletas, na elaboração do trabalho e momentos de descontração que jamais serão esquecidos.

Ao Engenheiro de Pesca e Me. Paulo Brasil pela ajuda nas análises estatísticas.

As minhas amigas Elizabete Serrão e Maria Aparecida, por todo amor, carinho, conselhos que me foram dados, pelas palavras de incentivo e força nos momentos mais difíceis, principalmente na finalização desse trabalho, por acompanhar minha jornada, vibrando com meus sucessos e me consolando nas minhas fraquezas. Serei eternamente grata.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização do mestrado.

À Universidade Federal do Oeste do Pará pelo apoio estrutural para o desenvolvimento da pesquisa e por me acolher como aluna desde o período da graduação.

Ao barqueiro Luiz Carlos Corrêa seu Carlito, por nos conduzir em segurança nas coletas de campo.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a tornar esse trabalho real. Sem vocês eu não teria conseguido, o meu MUITO OBRIGADO!!!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingido o alvo, quem buscar e vencer obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”

(Jose de Alencar)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar os atributos biológicos e ecológicos do ictioplâncton relacionados a distribuição temporal no lago Maicá, Santarém, como forma de auxiliar na definição de melhores práticas de uso sustentável da biodiversidade que têm se mostrado cada vez mais importante no cenário atual. As coletas de ictioplâncton foram realizadas de janeiro a dezembro de 2015 em nove estações, em ciclos de amostragem diurno e noturno por meio de arrastos horizontais na subsuperfície da coluna d'água utilizando rede de plâncton cônica (300 μ m). No total, foram capturados 2.525 ovos e 6.961 larvas de peixes, representando 63 táxons, distribuídas em 10 ordens, 25 famílias, 41 gêneros e 53 espécies. A ordem dos Characiformes (41,79%) e Clupeiformes (31,48%) foram as mais abundantes, somando 73,27% do total de larvas capturadas. A comunidade ictioplânctônica foi composta principalmente por espécies de pequeno e médio porte, sedentárias ou que realizam curtas e médias migrações. A distribuição dos organismos diferiu significativamente entre os meses, sendo registrado as maiores densidades média de ovos (13,38 org./10m³) e larvas (13,78 org./10m³) no mês de janeiro e dezembro respectivamente, correspondendo à época de reprodução da maioria das espécies exploradas pela pesca na região. Dentre as espécies identificadas, a maioria apresenta importância comercial e são amplamente exploradas pela pesca e consumidas pela população local. A análise de ordenação da NMDS mostrou um gradiente de sazonalidade na distribuição das larvas de peixes nos meses. A PERMANOVA constatou diferença significativa (Pseudo F=0,94; gl=50 p<0,01) na composição das larvas entre os meses, indicando que espécies de peixes têm comportamento reprodutivo distinto. Em relação ao ciclo diário diferenças significativas foram detectadas para ovos (Test t, gl= 23; t = 973, 57; p = 0, 00) e larvas (Test t, gl= 23; t = 1020, 32; p = 0, 00), com maior densidade média de ovos 2,67 ovos/10m³ e larvas 5,70 larvas/10m³ registrada no período noturno. Dos táxons identificados, apenas um táxon foi registrado de dia, 34 somente a noite e 27 táxons ocorreram em ambos os períodos. Quanto aos estágios de desenvolvimento 98,65% dos ovos encontravam-se em clivagem inicial e 70,78% das larvas no estágio de pré-flexão. A variação do índice pluviométrico, nível fluviométrico e a condutividade elétrica foram as variáveis ambientais que influenciaram no padrão de distribuição temporal das larvas. Os resultados obtidos nesse estudo confirmam que várias espécies de peixes têm utilizado o lago Maicá como área de desova e criadouro natural, ressaltando assim a sua importância para a reprodução, consequentemente, para a manutenção das espécies de peixes no trecho baixo do Rio Amazonas, evidenciando a necessidade de sua conservação.

Palavras-chave: Ovos e larvas de peixe, estágio de desenvolvimento, várzea, recrutamento biológico.

ABSTRACT

The present work aims to characterize the biological and ecological attributes of the ichthyoplankton related to the temporal distribution in Lake Maicá, Santarém, as a way to assist in the definition of best practices for the sustainable use of biodiversity that have been increasingly important in the current scenario. The ichthyoplankton collections were carried out from January to December 2015 in nine stations, in day and night sampling cycles by means of horizontal trawls in the subsurface of the water column using conical plankton net (300 μ m). The order of Characiformes (41.79%) and Clupeiformes (31.48%) were the most abundant, accounting for 73.27% of the total captured larvae. The ichthyoplankton community was composed mainly of small and medium-sized species, sedentary or that carry out short and medium migrations. The distribution of organisms differed significantly between the months, with the highest average egg densities (13.38 org. $10m^{-3}$) and larvae (13.78 org. $10m^{-3}$) in January and December respectively, corresponding to the reproduction of the majority of species exploited by fishing in the region. Among the species identified, most are of commercial importance and are widely exploited by fishing and consumed by the local population. The ordering analysis of the NMDS showed a seasonal gradient in the distribution of fish larvae in the months. PERMANOVA found a significant difference (Pseudo F = 0.94, gl = 50 p <0.01) in the composition of the larvae between the months, indicating that fish species has distinct reproductive behavior. Regarding the daily cycle, significant differences were detected for eggs (Test t, gl= 23; t = 973, 57; p = 0, 00) and larvae (Test t, gl= 23; t = 1020, 32; p = 0, 00), with higher average density of eggs 2.67 eggs. $10m^{-3}$ and larvae 5.70 larvae. $10m^{-3}$ recorded at night. Of the taxa identified, only one taxon was recorded by day, 34 only at night and 27 taxa occurred in both periods. Regarding the stages of development, 98.65% of the eggs were in initial cleavage and 70.78% of the larvae in the pre-flexion stage, The variation of rainfall index, fluviometric level and electrical conductivity were the environmental variables that influenced the pattern of temporal distribution of larvae. The results obtained in this study confirm that several species of fish have used Lake Maíca as spawning area and natural breeding ground, thus emphasizing its importance for the reproduction, consequently, for the maintenance of the fish species in the low section of the Amazon River, evidencing the need for its preservation.

Keywords: Fish eggs and larvae, development stage, floodplain, biological recruitment.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	x
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 MIGRAÇÃO DOS PEIXES.....	12
1.2 O PAPEL DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO AMAZÔNICA NO RECRUTAMENTO BIOLÓGICO DA ICTIOFAUNA.....	13
1.3 ESTUDOS SOBRE AS PRIMEIRAS FASES DO CICLO DE VIDA DAS ESPÉCIES DE PEIXES.....	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	19
3.2 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO.....	20
3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	22
3.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	25
4 RESULTADOS	29
4.1 COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA ICTIOPLANCTÔNICA.....	29
4.2 VARIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON.....	34
4.3 DISTRIBUIÇÃO DIÁRIA.....	35
4.4 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO.....	39
4.5 RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM DENSIDADE LARVAL.....	39
5 DISCUSSÃO	43
6 CONCLUSÃO	48
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização das estações de amostragem distribuídas ao longo do lago Maicá, próximo à cidade de Santarém, na região do Baixo Amazonas, Pará.....19
- Figura 2.** Coletas realizadas nos meses de Cheia (**A**) e Seca (**B**) no lago Maicá, próximo à cidade de Santarém, na região do Baixo Amazonas, Pará no ano de 2015.....20
- Figura 3.** Desenho esquemático da rede de plâncton do tipo cônica com o fluxômetro acoplado, utilizada nas amostragens de ictioplâncton, no lago Maicá, próximo à cidade de Santarém, na região do Baixo Amazonas, Pará.....21
- Figura 4.** Ilustração de larva de Serrasalminidae em estágio final de flexão, com indicação das principais estruturas observadas para identificação. **A** - Características morfológicas e métricas; **B** - Características morfométricas23
- Figura 5.** Ilustração de larva de Serrasalminidae em estágio de desenvolvimento larval: **A** - larval vitelino (LV), **B** – pré-flexão (PF), **C** – flexão (FL), **E** e **D** – pós-flexão (POF) (início e final do estágio)24
- Figura 6.** Ovos de *Hoplias lacerdae* (trairão) (não migradora e com cuidado parental) (**A**) e de *Prochilodus lineatus* (curimatá) (migradora e sem cuidado parental) (**B**) (adaptada de Nakatani *et al.*, 2001) (Escala = 1 mm). Fonte: Orsi *et al.*, 2016.....25
- Figura 7.** Espécies de larvas de peixes capturadas no lago Maicá: **A**- *S. spilopleura* (25,7 mm), **B**- *Roeboides* sp. (23,1 mm), **C**- *Squaliforma* sp. (9,09 mm), **D**- *H. unimaculatus* (10,69 mm), **E**- *P. squamosissimus* (9,3 mm), **F**- *T. cf. strigata.*, (6,93 mm), **G**- *H. fimbriatus* (9,69 mm), **H**- *P. auratus*, **I**- *Gymnotus* sp. (8,98 mm), **J**- *T. auritus* (8,63 mm), **L**- *M. aureum* (5,8 mm), **M**- *Eigenmannia* sp. (13 mm), **N**- *Hyporhamphus* sp. (8,19 mm), **O**- *L. cf. trifasciatus* (5,01 mm), **P** – *H. mentalis* (3,60 mm), **Q**- *S. timucu* (6,19 mm), **R**- *H. malabaricus* (6,80 mm), **S**- *A. jamesi* (25 mm), **T**- Engraulidae (8,99 mm), **U**- *L. batesii* (15,01 mm), **V**- *C. asellus* (4,59 mm).....32
- Figura 8.** Índices ecológicos utilizados na caracterização da estrutura das comunidades de peixes no lago Maicá, durante os meses do ano de 2015.....33
- Figura 9.** Densidade média de ovos e larvas de peixes capturadas no lago Maicá ao longo dos meses do ano de 2015.....34
- Figura 10.** Ordenação dos dois eixos da NMDS aplicados a matriz de dissimilaridade com coeficiente de Bray-curtis) com base na densidade e composição da assembleia de larvas, que foram obtidas no lago Maicá, Santarém-Pará, no ano de 2015. Momentos do ciclo hidrológico: enchente (▲); cheia (●); vazante (◆); seca (■).....35

Figura 11. Valores médios e erro padrão da densidade de ovos (A) e larvas de peixes (B) capturadas durante as coletas diurna e noturna no lago Maicá, no município de Santarém-Pará no ano de 2015. (quadrado = valores médios; barra= erro padrão). Os dados foram logtransformados $\log = (x+1)$38

Figura 12. Participação relativa (%) dos estágios embrionário (A) e larval (B) capturadas durante os meses do ano de 2015 no lago Maicá, Santarém, Pará.....39

Figura 13. Valores médios das variáveis ambientais locais de índice pluviométrico e nível fluviométrico (A), temperatura superficial da água e oxigênio dissolvido (B) e potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica (C), obtidas nas estações de coletas durante os meses de janeiro a dezembro de 2015, no lago Maicá, Santarém, Pará.....40

Figura 14. Diagrama de ordenação da análise de redundância (RDA) relacionando as variáveis abióticas com a densidade de organismos capturadas no lago Maicá no ano de 2015. Os triângulos - meses, os vetores (cinza)- espécies e os vetores (vermelho)- variáveis abióticas. Os vetores são IP: índice pluviométrico, NF: nível fluviométrico, OD: oxigênio dissolvido, T: temperatura da água, pH: potencial hidrogênio, e CE: condutividade elétrica. Huni- *H. unimaculatus*; Aelo= *A. elongatus*; Rsp- *Roebodes* sp; Malb- *M. albiscopum*; Maur- *M. aureum*; Msp- *Myleus* sp; Taur- *T. auritus*; Hpul- *H. pulchripinnis*; Afal- *A. falcistrostris*; Mtap- *M. tapajosensis*; Hmal- *H. malabaricus*; Cgib- *C. gibbus*; Rvul- *R. vulpinnis*; Palt- *P. altamazonica*; Pama- *P. amazonica*; Plat- *P. latior*; Ltrif- *L. trifasciatus*; Rmic- *R. Microleipsis*; Sfas- *S. fasciatus*; Srho- *S. rhomeus*; Sspi- *S. spilopleura*; Sins- *S. insignis*; Stae- *S. taeniurus*; Ajur- *A. juruense*; Ajam- *A. jamesi*; Agui- *A. guianenses*; Lbat- *L. batesii*; Pfla- *P. flavipinnis*; Pcast- *P. castelnaeana*; Rama- *R. cf. amazonica*; Slim- *S. lima*; Aden- *A. dentatus*; Ppun- *P. punctifer*; Hmar- *H. marginatus*; Hfim- *H. fimbriatus*; Pblo- *P. blochii*; Ptig- *P. tigrinum*; Parsp- *Paravandelia* sp.; Anuc- *A. cf. nuchalis*; Squsp- *Squaliforma* sp; Tgal- *T. galeatus*; Tstr- *T. cf. strigata*; Psqu- *P. squamosissimus*; Paur- *P. auratus*; Eigsp- *Eigenemannia* sp.; Gymsp- *Gymnotus* sp.; Case- *C. asellus*; Hmen- *H. mentalis*; Smar- *S. marmoratus*; Stim- *S. timucu*; Hypsp- *Hyporhamphus* sp.....42

1 INTRODUÇÃO

1.1 MIGRAÇÃO DOS PEIXES

A migração dos peixes é um fator crucial na manutenção de suas populações e podem ocorrer por diversos motivos. Geralmente os movimentos migratórios estão associados a busca de habitats, alimentação, reprodução e ao crescimento de juvenis (Winemiller e Jepsen, 1998; Hilsdorf e Moreira, 2008). A relevância desse movimento é evidente, pois a reprodução é um dos eventos mais importantes no ciclo de vida dos peixes (King, 1995).

Durante o processo reprodutivo, os peixes desenvolvem diferentes estratégias como forma de maximizar sua produção e garantir a sobrevivência e o desenvolvimento de seus descendentes até a fase adulta (Oliveira *et al.*, 2015). Nesse processo, as estratégias reprodutivas são aprimoradas por meio da seleção natural como disponibilidade de alimento, pressão de predação, temperatura, regime de chuvas, fotoperíodo, oxigênio disponível, dentre outras, variam amplamente no espaço e no tempo (Araújo *et al.*, 2012). Portanto, as táticas reprodutivas são um conjunto de características que se manifestam ao longo das gerações, de modo a garantir o equilíbrio e o sucesso populacional (Winemiller e Rose, 1992; Murua e Saborido-Rey, 2003; Morgan, 2004).

De acordo com Winemiller (1989), os peixes de água doce podem ser agrupados em três padrões de estratégias como: (i) estrategistas de equilíbrio (K) – são populações sedentárias que tem período prolongado de desova e cuidado parental; (ii) estrategista oportunista (r)- são espécies de pequeno porte, maturação sexual rápida, desova múltipla e com rápida recolonização em habitats modificados; (iii) estrategista sazonal - são peixes de tamanho corporal intermediário a grande porte, alta fecundidade, ausência de cuidado parental e migração reprodutiva por longas distâncias.

Nos ecossistemas tropicais, o movimento migratório dos peixes é desencadeado por variações sazonais na pluviosidade e no nível das água dos grandes rios, que por sua vez alagam as áreas de várzea (vegetação ao longo de rios), gerando maior disponibilidade de habitats, recursos (alimentos de origem alóctone, como frutos e insetos terrestres, oxigênio, dentre outros) e um menor risco de predação (Fernandes, 1997; Winemiller e Jepsen, 1998). Estas áreas alagadas têm grande importância no desenvolvimento reprodutivo de muitas espécies de peixes (Bednarski *et al.*, 2008), além disso, aumentam a conexão entre os diversos habitats, favorecendo a dispersão dos organismos (Thomaz *et al.*, 2007).

Portanto, o sucesso reprodutivo das espécies migradoras está relacionado com a presença das áreas de desenvolvimento, a conectividade com os sítios de desova, assim como as alterações no regime hidrológico. Contudo, a falta de conexão entre os diferentes sítios de desenvolvimento, alimentação e reprodução têm implicações catastróficas sobre estes organismos (Agostinho *et al.*, 2005). Por isso, conhecer as táticas do ciclo de vida dos peixes permitem compreender melhor o processo de adaptação aos ambientes, bem como a interação com os fatores bióticos e abióticos do meio em que vivem (Vazzoler, 1996).

1.2 O PAPEL DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO AMAZÔNICA NO RECRUTAMENTO BIOLÓGICO DA ICTIOFAUNA

A planície aluvial da bacia Amazônica é periodicamente inundada pelo transbordamento lateral das águas dos rios principais, causada pela precipitação direta e por águas de origem subterrânea (Junk *et al.*, 1989; Junk *et al.*, 2012). Essa conectividade dos ambientes de várzea com o canal principal possibilita a troca de água, sedimentos, minerais e organismos entre os diferentes habitats de várzea (Neiff, 2001; Amorim *et al.*, 2009; Junk *et al.*, 2012), comportando-se como um grande sistema físico aberto, recebendo e transferindo energia simultaneamente (França, 2005; Melack *et al.*, 2009).

Nesse ecossistema, a alternância do regime hidrológico, também conhecido por pulso de inundação, promove alterações físicas e químicas no ambiente como temperatura, turbidez e nutrientes (Junk *et al.*, 1989; Thomaz *et al.*, 2007; Barbosa *et al.*, 2010), as quais afetam a estrutura das comunidades aquáticas (Junk, 1997; Sousa e Freitas, 2008; Silva *et al.*, 2013). Assim, o pulso de inundação é considerado o fator chave na determinação dos padrões de funcionamento ecológico e da biodiversidade (Junk *et al.*, 1989; Agostinho *et al.*, 2004; Junk *et al.*, 2012; Ortega *et al.*, 2015).

A flutuação no nível hidrológico gera disponibilidade de alimentos e abrigo contra predação ao longo do gradiente sazonal de subida e descida da água para os peixes. Durante o período de cheia, a floresta alagada provê maior quantidade de alimentos aos peixes de hábito herbívoros, insetívoros e detritívoros, enquanto que no período de águas baixas a maior densidade de peixes, aumenta a disponibilidade de alimento para os piscívoros (Neves dos Santos *et al.*, 2008; Correa e Winemiller, 2014).

Dentre os elementos que fazem parte do cenário da planície aluvial, estão inseridos complexos sistemas de lagos marginais que formam um verdadeiro mosaico com grande

diversidade de furos e canais que se ramificam e se interconectam aos corpos d'água internos da várzea durante o período de enchente e cheia (Querioz e Cramptom, 1999) e desenvolvem um papel relevante na hidrologia e ecologia desse sistema rio-planície de inundação (Agostinho *et al.*, 2000). A expansão dos ambientes lacustres durante as cheias altera a forma, o tamanho, as características hidrológicas, influenciam a composição e distribuição das comunidades aquáticas, permitindo acesso a ambientes variados para forrageio, desova, proteção para as larvas e desenvolvimento de juvenis de diversas espécies da ictiofauna (Leite *et al.*, 2006; Ziober *et al.*, 2007; Picapedra *et al.*, 2015; Pinheiro *et al.*, 2016).

Esses lagos são amplamente reconhecidos pela sua importância na manutenção da biodiversidade regional, seja como criadouros naturais de espécies de interesse econômico (Leite *et al.*, 2006; Zacardi, 2014) ou como habitat preferencial de espécies sedentárias e de pequeno porte (Bevilaqua e Soares, 2014; Pinheiro *et al.*, 2016), sendo essenciais a integridade de tais ambientes para a conservação e sustentabilidade dos recursos pesqueiros (Petry *et al.*, 2003), além de constituir-se em dados importantes na racionalização do aproveitamento dos recursos hídricos. Esses sistemas lacustres, representam, hoje, uma das as principais fontes primárias das cadeias tróficas que sustentam a biodiversidade de peixes amazônicos (Goulding, 1996).

O conhecimento da forma de como as comunidades de peixes estão estruturadas nos sistemas rio-planície de inundação e, os processos ecológicos que as regulam é um grande desafio nos estudos ecológicos contemporâneos em regiões tropicais (Junk *et al.*, 1989; Neiff, 1990; Thomaz *et al.*, 1997). Diversos estudos têm evidenciado a importância dos lagos de várzea nos processos de recrutamento de várias espécies de peixes (Cunico *et al.*, 2002; Leite *et al.*, 2006; Mounic-Silva e Leite, 2013; Zacardi, 2014; Pinheiro *et al.*, 2016).

O recrutamento é fundamental na ciência pesqueira, sendo uma das ferramentas mais adequadas para o gerenciamento de estoques comercialmente exploráveis (Fontelles-Filho, 2011). As áreas de recrutamento, devem garantir o sucesso nas fases iniciais do ciclo de vida, através da soma de ao menos dois de quatro fatores: densidade elevada, rápido crescimento, altas taxas de sobrevivência e sucesso no movimento para habitats da população adulta (Beck *et al.*, 2001).

No que se refere aos lagos de várzea, aspectos que podem assegurar o sinergismo desses fatores incluem: proteção contra predadores em potencial (Oliveira e Goulart, 2000; Vega-Corredor, 2004); sítios de forrageamento (Junk *et al.*, 1997; Leite *et al.*, 2006); proximidade com os rios e planície alagada, habitats onde a população adulta reside (Agostinho e Zalewski, 1996; Gomes *et al.*, 2012), o que aumentaria o sucesso nos eventos de migração (Welcommne,

1979; Cox-Fernandes, 1997) e capacidade de suportar elevadas densidades de juvenis (Mounic-Silva e Leite, 2013; Pinheiro *et al.*, 2016).

Mudanças ontogenéticas da ictiofauna podem resultar em comportamentos e estratégias temporais em ambientes lacustres, seguindo padrões de recrutamento e alimentação (Leite e Araújo, 2002; Leite *et al.*, 2006) e estratégias sazonais de reprodução (Maciel, 2010). A maioria das espécies de peixes migradores desovam na calha principal dos rios no período de enchente (Zacardi *et al.*, 2017; Ponte *et al.*, 2017) e permanecem nos lagos por um curto período (Freitas e Garcez, 2004). Porém outras espécies residentes nos lagos desovam nos mesmos, conseguindo desenvolver todo o seu ciclo de vida neste ambiente (Junk, 2000; Magoulick e Kobza, 2003).

1.3 ESTUDOS SOBRE AS PRIMEIRAS FASES DO CICLO DE VIDA DAS ESPÉCIES DE PEIXES

Os estudos sobre a ecologia de ovos e larvas tem sido uma ferramenta importante para o entendimento da biologia e sistemática das espécies de peixes, visto que representam o período mais crítico do ciclo de vida destes organismos, são indispensáveis à detecção de novos estoques, à avaliação daqueles já explorados (Stratoudakis *et al.*, 2006; Houde, 2008), além de serem utilizados como método eficaz na determinação e delimitação de áreas e épocas de desova e crescimento (Nakatani *et al.*, 2001; Bialezki *et al.*, 2005; Hermes-Silva *et al.*, 2009). Informações valiosas para a tomada de medidas efetivas de proteção e manutenção dos estoques pesqueiros (Zacardi *et al.*, 2014).

As primeiras pesquisas envolvendo ovos e larvas de peixes foi realizado pelo planctologista Georg O. Sars em 1895, estudando a biologia de *Gadus morhua* Linnaeus, 1758 (conhecido como bacalhau), verificou que a espécie possuía ovos e larvas pelágicos que eram encontrados na coluna de água junto com outros organismos planctônicos. Com essa descoberta, põe-se fim à controvérsia gerada na época de que as técnicas convencionais de arrasto de fundo, conduzidas por embarcações comerciais provocariam a destruição de habitats de certas espécies de interesse econômico (Hempel, 1979; Ré, 1999; Ré e Meneses, 2009).

Em ambientes aquáticos continentais brasileiros, os estudos relacionados as primeiras fases do ciclo de vida dos peixes são relativamente recentes, tiveram início na década de 1970 e desde então, vem aumentando gradativamente sua frequência, adicionando informações e contribuindo com o conhecimento da dinâmica reprodutiva dos peixes (Orsi *et al.*, 2016).

Na Amazônia, estes estudos ainda são insuficientes, diante da grande diversidade da ictiofauna. Dentre os estudos de distribuição e abundância do ictioplâncton em lagos de

inundação realizados para região amazônica, destacam-se os trabalhos de Sánchez-Botero e Araújo-Lima (2001), nos lagos Camaleão, Rei e Janauacá, Leite *et al.* (2006) no lago Catalão, Zacardi (2014) e Bittencourt (2014) em lagos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) no estado Amazonas.

Estudos ictiológicos desenvolvidos na região Amazônica elucidaram alguns dos relevantes aspectos da biologia e reprodução de algumas espécies de peixe de importância comercial (Isaac e Ruffino, 2000; Isaac *et al.*, 2008). Contudo faltam ainda informações sobre a ecologia das fases iniciais do ciclo de vida de várias espécies, principalmente as que são exploradas pela pesca comercial. Além disso, há uma carência de dados para subsidiar estimativas sobre a manutenção do equilíbrio dos estoques. Segundo Nakatani (1994), este equilíbrio depende primariamente da integridade das áreas de desova, do desenvolvimento e crescimento dos indivíduos e, do conhecimento sobre a distribuição e dispersão dos ovos e larvas de peixes.

Nas últimas décadas a região do Baixo Amazonas tem sofrido com as intervenções antrópicas, causando intensos impactos sociais e ambientais, como construção de hidrelétricas, mudanças de percursos de rios, desmatamento (Martinez, 2003; Farias, 2012), contaminação dos corpos d'água, provocada pela extração de minérios, retirada da população de suas terras e diminuição dos estoques pesqueiros (Wanderley, 2009).

No município de Santarém, no lago Maicá, os impactos provocados pela as atividades humanas têm sido observadas na sua paisagem como a redução expressiva da área florestal, causada pela a expansão da fronteira agropecuária, urbanização crescente e desordenada e intensa pressão de pesca sobre os estoques naturais. Esse cenário poderá mudar ainda mais com a implantação de empreendimentos votados a agroexportação como a construção de um porto graneleiro, podendo comprometer as áreas de pesca, com reflexos diretos sobre a fonte de renda de seus habitantes, em especial na atividade pesqueira (Vaz *et al.*, 2017).

A interferência dessas ações antrópicas ameaça à integridade dos ambientes lacustres de várzea e o desempenho das suas funções ecológicas (Martinez, 2003; Zacardi *et al.*, 2017; Vaz *et al.*, 2017), afetando diretamente a migração reprodutiva, a desova, o desenvolvimento inicial das larvas de peixes e, conseqüentemente, o recrutamento biológico (Santos e Santos, 2005; Agostinho *et al.*, 2007; Castello *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2012) e com isso podem causar impacto socioeconômico sobre as populações humanas que dependem destes recursos para sua sobrevivência, sendo necessário garantir a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico local.

Dessa forma, conhecer a composição, abundância e distribuição do ictioplâncton, possibilita, não só a identificação dos locais de desova e criadouros naturais de peixes, mas a realização de ações de gestão, medidas de conservação, restauração dos recursos pesqueiros e o manejo em função de um aproveitamento hídrico (Nakatani *et al.*, 2001).

Neste contexto, o presente estudo buscou caracterizar a composição taxonômica e analisar a abundância e distribuição temporal do ictioplâncton, como forma de auxiliar na implementação de medidas de ordenamento e gestão ambiental, que possam subsidiar políticas de manejo para a proteção e/ou exploração sustentável desses recursos, com repercussões sobre a atividade pesqueira regional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar os atributos biológicos e ecológicos relacionados a distribuição temporal do ictioplâncton no lago Maicá, Santarém, Pará.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar a composição taxonômica e a distribuição (mensal/ diária) do ictioplâncton no lago;
- ✓ Identificar as estratégias reprodutivas (migrador e não migrador) predominantes das espécies;
- ✓ Verificar os estágios de desenvolvimento ontogênico do ictioplâncton;
- ✓ Caracterizar a riqueza, diversidade e dominância do ictioplâncton ao longo do gradiente temporal (mensal/diária) do ictioplâncton;
- ✓ Relacionar as variáveis ambientais com densidade larval.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no lago Maicá, situado entre as latitudes $54^{\circ}35'49''$ W e longitudes $02^{\circ}43'79''$ S, localizado próximo ao centro urbano da cidade de Santarém no estado do Pará, à margem direita do rio Amazonas. A área de estudo possui aproximadamente 161 km^2 de extensão (Figura 1) e está inserido em uma região de várzea que é periodicamente inundada, formando um complexo ecossistema composto por ilhas, terra firme e um sistema de lagos cujas águas são de origem do rio Amazonas, com forte influência do rio Tapajós, através da restinga que divide a região em Ituqui e Maicá (Cerqueira, 2005).

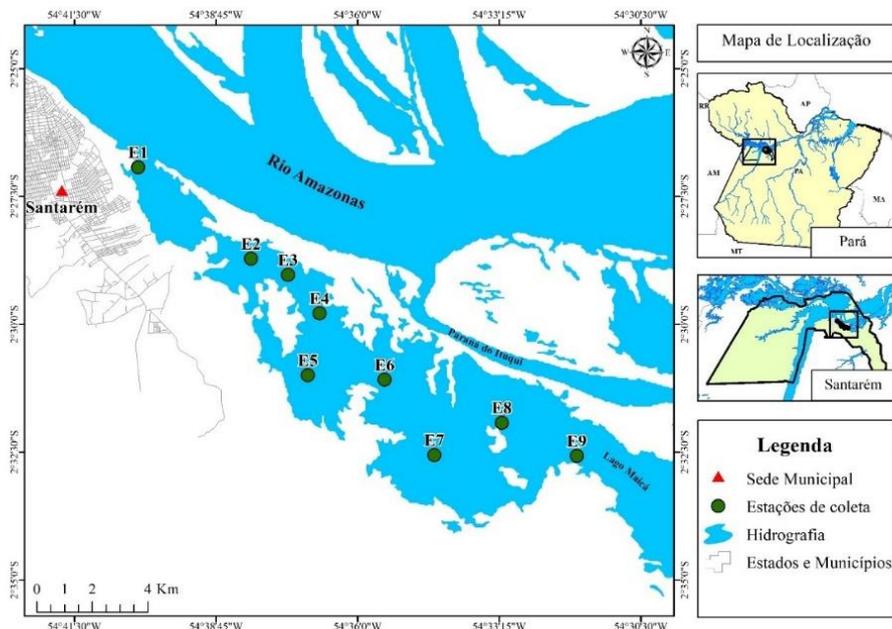


Figura 1. Localização das estações de amostragem distribuídas ao longo do lago Maicá, próximo à cidade de Santarém, na região do Baixo Amazonas, Pará.

De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima tropical úmido do tipo Am, com a temperatura média anual de $27,7^{\circ}\text{C}$ e pouca variabilidade na umidade e temperatura do ar (Köppen e Geiger, 1928). Apresenta uma precipitação média anual de 2.096 mm , com as maiores concentrações de chuvas entre os meses de janeiro a março e menos chuvoso entre os meses de agosto e outubro, com precipitações abaixo de 50 mm por mês (Cerqueira, 2005).

A oscilação média anual do nível do lago devido às enchentes do rio Amazonas é unimodal, com o pulso de inundação local marcado pelas quatro fases do ciclo hidrológico:

enchente (dezembro a abril), cheia (maio/junho), vazante (julho a setembro) e seca (outubro/novembro) (Figura 2).



Figura 2. Mudança na paisagem do lago Maicá, Baixo Amazonas, próximo à cidade de Santarém, Pará, durante o ciclo de águas altas (A) e de seca (B) do ano de 2015.

3.2 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO

As coletas foram efetuadas mensalmente (janeiro a dezembro) no ano de 2015 em 9 estações georreferenciadas (Tabela 1), com distância média de 2 km entre as estações, em ciclos de amostragem diurno (entre 07:00 e 18:00 horas) e noturno (entre 19:00 e 05:00 horas), perfazendo 18 amostras por mês e 216 ao final do estudo.

Tabela 1. Coordenadas geográficas das estações de amostragem no lago Maicá, próximo à cidade de Santarém, na região do Baixo Amazonas, Pará.

Estações de amostragem	Latitude (S)	Longitude (W)
E1	02°26'55.69"	54°40'15.69"
E2	02°28'42.94"	54°38'40.25"
E3	02°29'1.87"	54°37'21.14"
E4	02°29'47.09"	54°36'44.34"
E5	02°30'59.64"	54°36'58.00"
E6	02° 31'13.64"	54°35'28.63"
E7	02°32'33.23"	54°34'30.79"
E8	02°31'55.37"	54°33'11.93"
E9	02°32'34.28"	54°31'44.65"

As coletas foram realizadas por meio de arrastos horizontais com auxílio de uma rede de plâncton, cônica, com 60 cm de diâmetro e malha de 300 μm . Os arrastos foram realizados na subsuperfície da coluna d'água por aproximadamente 5 minutos. Um fluxômetro mecânico (marca General Oceanics INC modelo 1295) foi preso a boca da rede para medir o volume de água filtrada (Figura 3). O arrasto da rede se deu pelo deslocamento da embarcação, em velocidade média de 3,7 km/h, para garantir maior eficiência na captura, obedecendo a uma distância de cerca de 5 m das margens do lago.

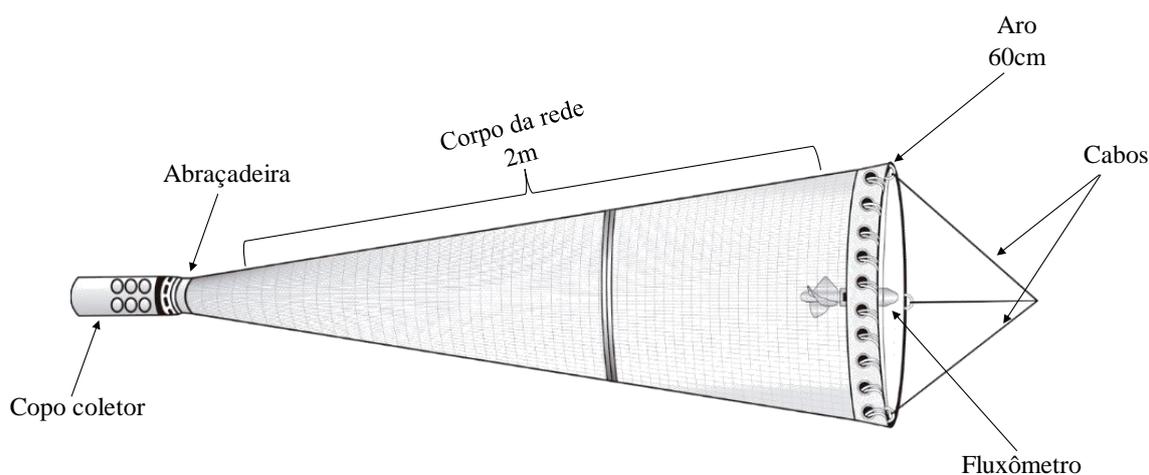


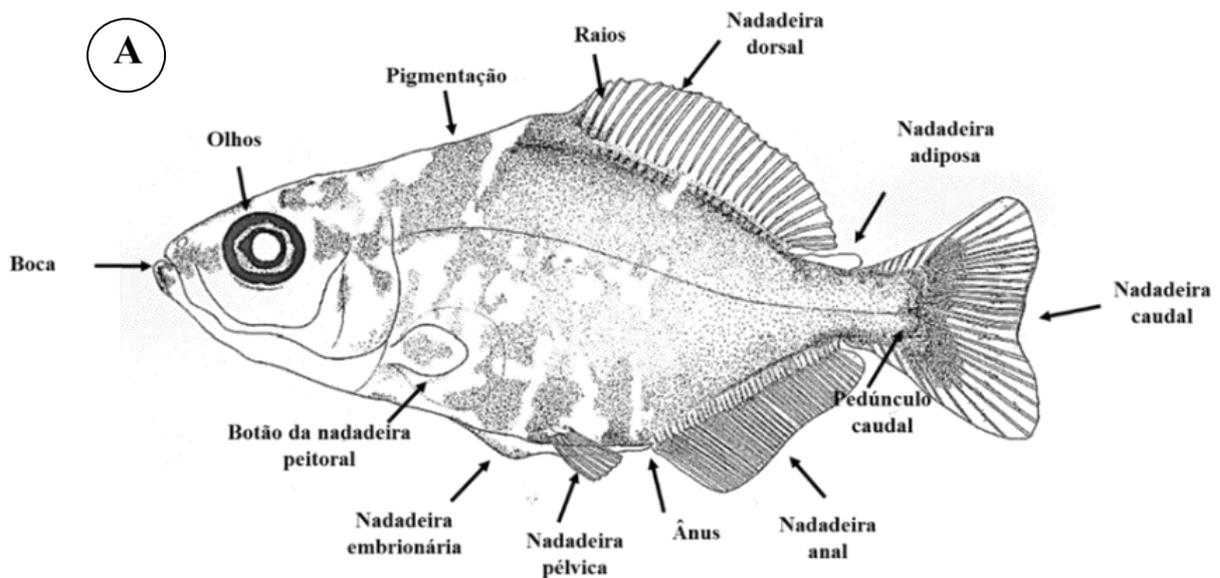
Figura 3. Desenho esquemático da rede de plâncton cônica e da posição do fluxômetro na rede utilizada nas amostragens de ictioplâncton, no lago Maicá, próximo à cidade de Santarém, na região do Baixo Amazonas, Pará.

As amostras coletadas foram submetidas à benzocaína (250 mg/L), e logo, preservadas em formalina diluída à 10% tamponada com carbonato de cálcio, acondicionadas em frascos de polietileno devidamente etiquetados com data e local de coleta e, transportados para análises no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton (Labei), vinculado ao Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa).

Em cada estação de coleta, foram mensuradas as seguintes variáveis ambientais: oxigênio dissolvido (mg/l) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (Oxímetro portátil, marca Oakton[®], modelo Waterproof PC 300), condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$) e pH (Condutivímetro portátil, marca Oakton[®], modelo Waterproof PC 10). Os dados do índice pluviométrico (IP) foram obtidos por meio da estação hidrometeorológica (17900000) da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada no município de Santarém (Lat. $02^{\circ}24' 48,96''$ e Long. $54^{\circ} 44' 16,08''$) e os dados do nível fluviométrico (NF) cedidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da marinha do Brasil em Santarém, Pará.

3.3 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Em laboratório, as amostras foram triadas sob microscópio estereoscópio em placa de Petri, para separação dos ovos e larvas de peixes dos demais detritos, sedimentos e outros organismos aquáticos e quantificação dos mesmos. Após esse processo, as larvas foram identificadas, ao menor nível taxonômico possível utilizando bibliografias especializadas (Araújo-Lima, 1985; Araújo-Lima e Donald, 1988; Araújo-Lima, 1991; Nascimento e Araújo-Lima, 1993; Nascimento e Araújo-Lima, 2000; Nakatani *et al.*, 2001; Leite *et al.*, 2007; Rojas *et al.*, 2007; Orsi *et al.*, 2016), além disso foi aplicada a técnica de sequência regressiva de desenvolvimento proposta por Ahlstrom e Moser (1976). Essa técnica consiste na identificação a partir de uma sequência de indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento, desde larvas em estágios mais avançados até larvas recém-eclodidas, tendo como base características morfológicas (padrão de pigmentação do corpo, presença de barbilhões, a forma do corpo, sequência de formação e posição das nadadeiras, presença de espinhos e posição da abertura anal em relação ao corpo), merísticas (número de miômeros e os raios e espinhos nas nadadeiras (quando presentes) (Figura 4A) e morfométricas (comprimento padrão e total, distância das nadadeiras, diâmetro do olho, altura da cabeça) (Figura 4B).



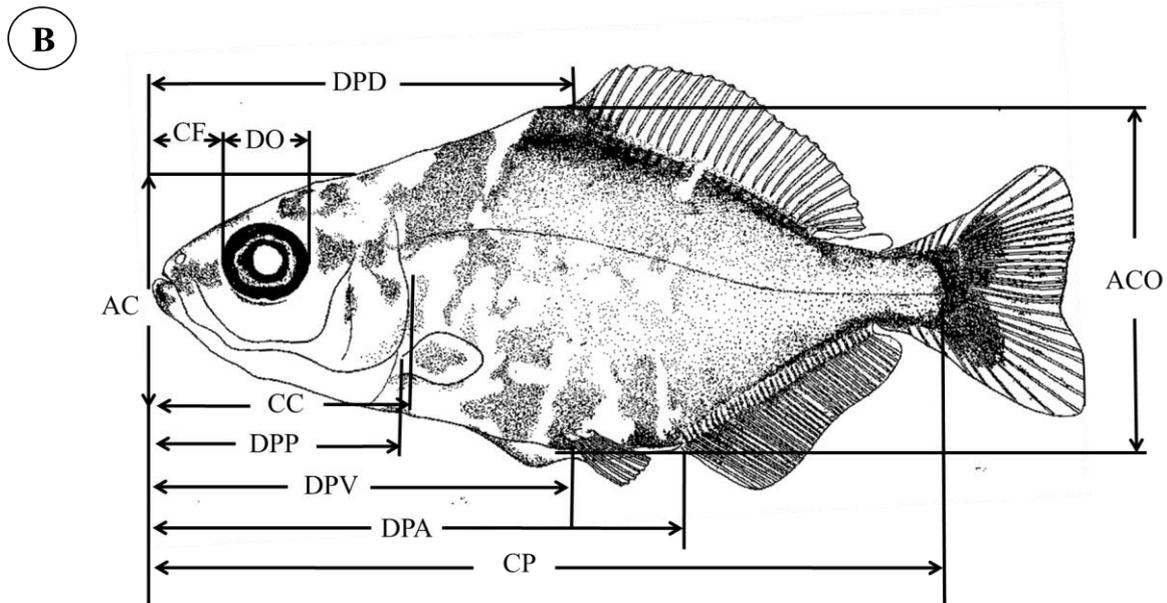


Figura 4. Ilustração de larva de Serrasalminidae em estágio final de flexão, com indicação das principais estruturas observadas para identificação. **A** - Características morfológica e merísticas; **B** - Característica morfometria.

As larvas que não apresentaram características que permitissem sua identificação ou que se encontravam em estágio muito inicial de desenvolvimento foram enquadradas apenas em nível de ordem ou família ou na categoria não-identificada (indivíduos com estruturas danificadas). 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.

Após a identificação, os ovos e as larvas foram classificados de acordo com grau de desenvolvimento ontogenético (Nakatani *et al.*, 2001). Os ovos foram caracterizados nos seguintes estágios de desenvolvimento: **a) clivagem inicial** - estágio em que ocorre a formação das primeiras células; **b) embrião inicial** - estágio em que ocorre a diferenciação do embrião; **c) cauda livre** - estágio em que a cauda se desprende do vitelo; **d) embrião final** - estágio em que o embrião se encontra completamente formado e pronto para a eclosão.

As larvas foram classificadas seguindo a sequência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte como a presença de raios e estrutura da notocorda em: **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) – completa flexão da notocorda e aparecimento do botão da nadadeira pélvica até a completa formação dos raios de todas as nadadeiras (Figura 5).

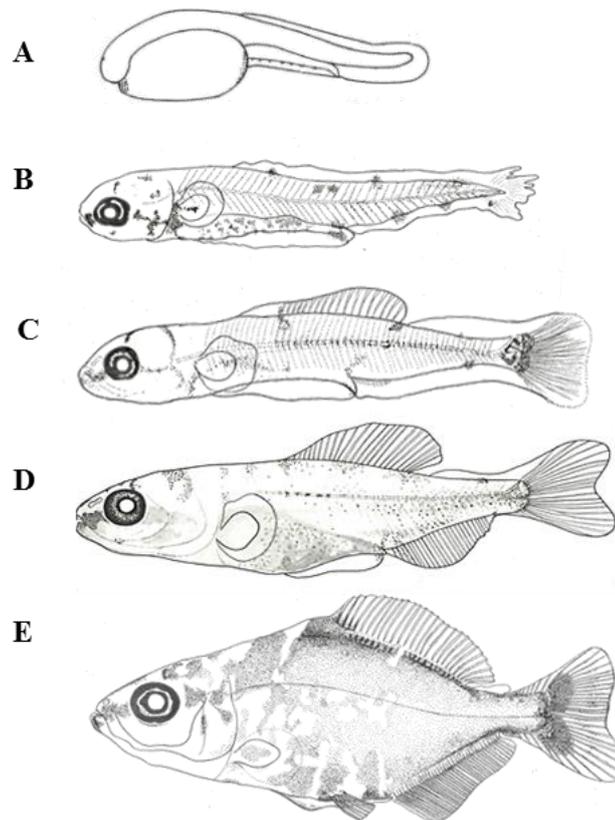


Figura 5. Ilustração de larva de peixe em estágio de desenvolvimento larval: **A** - larval vitelino (LV); **B** – pré-flexão (PF); **C** – flexão (FL), **E** e **D** – pós-flexão (POF) (início e final do estágio).

Os ovos e larvas foram enquadrados de acordo com as características das estratégias reprodutiva das espécies adultas, como migradores (M) e não migradores (NM) (Nakatani *et al.*, 2001). Para ovos a classificação foi considerada a quantidade de vitelo (maior em espécies guardadoras e carregadoras) e o tamanho do espaço perivitelino (maior em espécies migradoras sem cuidado com a prole) (Figura 6) e as larvas foram baseadas nas informações dos peixes adultos como estágio de maturação gonadal, a fecundidade relativa, o diâmetro do ovócitos, duração do período reprodutivo e o comportamento migratório, segundo preconizado por

Barthem e Fabr e (2004), Granado-Lorencio *et al.* (2005), Soares *et al.* (2008) e Neuberger (2010).

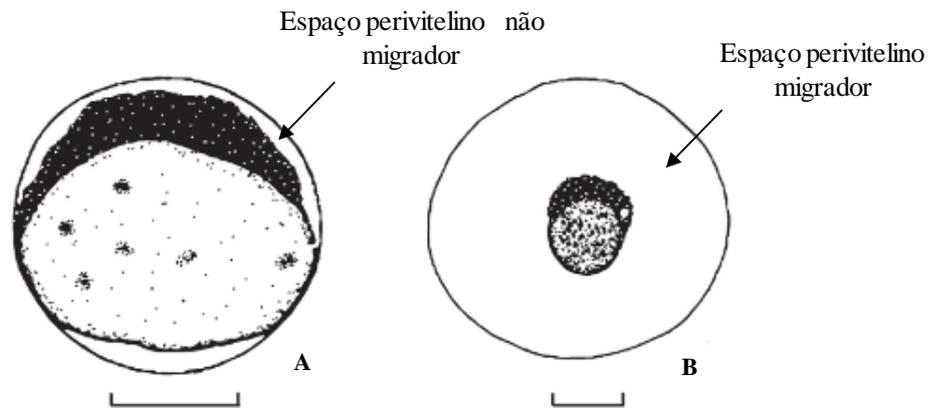


Figura 6. Ovos de *Hoplias lacerdae* (trairão) (não migradora e com cuidado parental) (A) e de *Prochilodus lineatus* (curimbatá) (migradora e sem cuidado parental) (B) (adaptada de Nakatani *et al.*, 2001) (Escala = 1 mm). Fonte: Orsi *et al.*, 2016.

Os espécimes identificados foram contabilizados e armazenados em frascos de vidro contendo formalina a 4% e devidamente etiquetados, para constituir a coleção de referência no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton (LABEI), da Universidade Federal do Oeste do Pará.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise de distribuição temporal e diária, o número de ovos e larvas de peixe capturados nas amostras foi convertido para densidade de organismos por 10m³ como proposto por Nakatani *et al.* (2001). Para fins estatísticos, os organismos danificados não foram considerados nas análises. Nessa análise foi utilizado a seguinte expressão:

$$D = N / V$$

Onde: D = Densidade de ovos e larvas/10m³;

N = Número de ovos e larvas capturados;

V = Volume de água filtrada (m³).

Para o cálculo do volume de água filtrada foi utilizada a expressão:

$$V = a. n. c$$

Onde: V = Volume de água filtrada (m³);

a = Área da boca da rede (m²);

n = Número de rotações do fluxômetro;

c = Fator de calibração do fluxômetro.

A densidade média de ovos e larvas foi obtida através da seguinte fórmula:

$$D = C/B$$

Onde: C = número total de ovos e larvas capturados;

B = número de amostras coletados nos meses e entre os ciclos diários

Para calcular a abundância relativa (%) dos grupos taxonômico e estágio de desenvolvimento ontogênico foi utilizado a fórmula:

$$Ar = (Na \times 100) / NA$$

Em que: Na = número total de organismos obtidos na amostra e NA = número total de organismos na amostra.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Magurran, 1988) foi estimado com o objetivo de avaliar a estrutura da comunidade ictioplantônica em relação aos meses. Para o cálculo de diversidade de Shannon- Wiener foi utilizada a fórmula:

$$H' = - \sum pi \log pi$$

Em que: pi = proporção da família i.

A Equitabilidade (J') (Pielou, 1984) é um índice de uniformidade que avalia o padrão de distribuição das famílias. A equitabilidade alcança seu valor máximo (1) quando todos os táxons nas amostras são igualmente abundantes, o que representa um padrão de distribuição uniforme. Quando esse valor decresce em direção a zero (0) existe um ou mais táxons

dominantes, indicando baixa equitabilidade (Karydis e Tsirtsis, 1996). A equitabilidade foi calculada pela expressão:

$$J' = H'/\ln S$$

J' = equitabilidade; H' = diversidade de Shannon-Wiener; S = riqueza de famílias

O índice de dominância foi calculado utilizando o índice de Berger-Parker (Berger e Parker, 1970). Que representa a dominância de uma espécie, na estrutura da comunidade. Sendo calculado pela seguinte fórmula:

$$D = N_{\max}/N$$

Onde: N_{\max} = número das famílias que foram mais abundantes;

N = número de família encontrados na amostra

Para verificar diferenças significativas na variação temporal da densidade média do ictioplâncton entre meses foi aplicado o teste não paramétrico de *Kruskall–Wallis* (H). Esse teste foi utilizado, uma vez que os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (teste de Levene) não foram atingidos. O teste t pareado (amostras dependentes) foi usado para avaliar as diferenças da distribuição diária (dia/noite) dos organismos.

A análise de variância (ANOVA *one way*) foi aplicada para verificar se houve diferenças significativas sobre os padrões temporais encontrados para a riqueza, índice de diversidade, equitabilidade e dominância.

Para verificar a existência de diferenças nos padrões de distribuição temporal (meses) da composição da assembleia de larvas de peixe, foi utilizada uma análise multivariada de variância permutacional (PERMANOVA) (Anderson, 2001) usando a matriz similaridade Bray-Curtis. Um escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) foi utilizado para representar graficamente a variação na composição da assembleia de larvas (Clarke, 2006) baseado na dissimilaridade de Bray-Curtis, selecionando as dimensões que geraram o menor estresse a fim de obter maior confiabilidade (McCune e Grace, 2002). Essa análise fornece um valor de estresse que melhor representa o ordenamento dos dados no ambiente, onde estresse $<0,05$ indica que a ordenação gerou uma excelente representação dos dados, sem possibilidade de interpretação errada da ordenação; estresse entre 0,05 e 0,10 corresponde a uma boa

ordenação sem risco real de tirar conclusões falsas; estresse entre 0,10 e 0,20 pode ainda ser uma figura utilizável; estresse $>0,20$ pode conduzir a perigosas interpretações. As análises estatísticas foram feitas usando o pacote *vegan* do software R (R Development Core Team, 2016) (Oksanen *et al.*, 2016).

A Análise de Correspondência Canônica não tendenciosa (DCCA) foi utilizada para investigar o tamanho do gradiente ambiental. Uma vez que este gradiente foi linear, optou-se pela Análise de Redundância (RDA) para verificar através do diagrama de ordenação o principal padrão de variação na composição da associação das larvas, em função das variáveis abióticas. Para identificar as variáveis significativas ($p < 0,05$) foi aplicado o teste de permutações de Monte Carlo. Antes da análise, os dados de densidade larval e variáveis abióticas com exceção do pH foram logaritmizados ($\text{Log}(x+1)$) afim de homogeneizar a variância e reduzir o efeito de diferença de escala. Para essa análise foi utilizando o software CANOCO 4.5 (Ter Baak e Smilauer, 2002).

4 RESULTADOS

4.1 COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA ICTIOPLANCTÔNICA

Foram capturados 2.525 ovos (675 identificados como de espécies migradoras e 1.850 de espécies não migradoras) e 6.961 larvas de peixes (2.726 identificadas como de espécies migradoras e 801 de espécies não migradoras), classificadas em 63 táxons e distribuídas em 10 ordens, 25 famílias, 41 gêneros e 53 espécies (Tabela 2), representadas principalmente por indivíduos de pequeno e médio porte, além de larvas que não foram possíveis de identificar por estarem danificadas ou em estágio muito inicial de desenvolvimento, totalizando 15% das capturas. As ordens registradas em maior abundância foram Characiformes (41,79%), Clupeiformes (31,48%) e Achanturiformes (7,67%), as demais corresponderam cada uma com menos de 2% da abundância total das larvas capturadas.

Tabela 2. Composição taxonômica e densidade média do ictioplâncton (org/10m³) capturado durante os meses do ano de 2015, no lago Maicá, Baixo Amazonas, Pará. IE = Importância econômica; ER = Estratégia reprodutiva (M= espécies migradoras, NM=espécies não migradoras).

Ordem / família / espécies	Nome vulgar	N	Meses												IE	ER	
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Achanturiformes																	
Sciaenidae																	
<i>Plagioscion auratus</i> (Castelnau, 1855)	pescada preta	13	-	-	-	-	-	-	-	0,10	<0,01	-	-	-	†	NM	
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	pescada branca	521	0,03	0,02	0,07	0,21	-	0,14	0,15	3,12	0,14	0,15	-	0,38	†	NM	
Beloniformes																	
Belonidae																	
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	peixe agulha	3	-	-	<0,01	-	-	-	0,01	0,02	-	-	-	-	-	M	
<i>Hyporhamphus</i> sp.	peixe agulha	2	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	-	
Characiformes*																	
Acestrorhynchidae																	
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i> (Cuvier, 1819)	peixe cachorro	2	-	0,02	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NM	
Anostomidae																	
<i>Leporinus cf. trifasciatus</i> (Steindachener, 1876)	aracu	15	0,09	0,06	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	M	
<i>Rhytidodus microlepis</i> Kner, 1858	aracu pau de vaqueiro	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	†	M
<i>Schizodon fasciatus</i> Agassiz, 1829	aracu-comum	54	0,31	-	-	0,03	-	-	0,01	0,01	<0,01	-	-	-	0,13	†	M
Characidae**																	
<i>Hyphessobrycon pulchripinnis</i> Ahl, 1937	piaba	2	-	0,03	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NM
<i>Hyphessobrycon</i> spp.	piaba	85	-	0,03	-	1,03	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Roeboides</i> sp.	zé-do-ó	1	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Curimatidae**																	
<i>Potamorhina altamazonica</i> (Cope, 1878)	branquinha-cabeça-lisa	30	0,14	0,10	-	0,04	-	-	-	-	<0,01	-	-	-	0,12	†	M
<i>Potamorhina latior</i> Spix & Agassiz, 1829	branquinha-comum	6	0,04	0,01	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	†	M
<i>Psectrogaster amazonica</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	branquinha	32	0,17	0,05	0,02	0,03	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	0,15	†	M
Cynodontidae																	
<i>Cynodon gibbuis</i> Spix & Agassiz, 1829	peixe-cachorro	2	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	†	M
<i>Raphiodon vulpinis</i> Agassiz, 1829	peixe cachorro	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	†	M

Tabela 2 cont. Composição taxonômica e densidade média do ictioplâncton (org/10m³) capturado durante os meses do ano de 2015, no lago Maicá, Baixo Amazonas, Pará. IE = Importância econômica; ER = Estratégia reprodutiva (M= espécies migradoras, NM=espécies não migradoras).

Ordem / família / espécies	Nome vulgar	N	Meses												IE	ER	
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Erythrinidae																	
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	traíra	29	0,22	0,01	0,04	0,06	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	†	NM
Hemiodontidae																	
<i>Anodus elongatus</i> Agassiz, 1829	charutinho	27	0,05	0,01	-	0,01	-	-	-	0,02	0,02	-	0,02	0,12	†	M	
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	charutinho	142	0,59	0,05	-	-	-	-	-	0,29	0,15	0,08	0,01	0,15	†	M	
Prochilodontidae																	
<i>Semaprochilodus insignis</i> (Jardine & Schomburgk, 1841)	jaraqui escama-grossa	5	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	†	M	
<i>Semaprochilodus taeniurus</i> (Valenciennes, 1817)	jaraqui escama-fina	1	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	<0,01	†	M	
Serrasalminidae**																	
<i>Myleus</i> sp.	pacu	5	-	0,03	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	†	NM	
<i>Mylossoma aureum</i> (Agassiz, 1829)	pacu-manteiga	1421	1,31	0,07	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	14,50	†	M	
<i>Mylossoma albiscopum</i> Cope, 1872	pacu-comum	616	2,94	0,07	0,02	0,01	-	-	<0,01	0,27	0,02	-	-	4,86	†	M	
<i>Serrasalmus spilopleura</i> Kner, 1858	piranha-amarela	12	-	0,03	0,08	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	†	NM	
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	piranha preta	50	0,12	0,33	0,08	0,09	-	-	0,01	0,02	-	-	-	-		NM	
Triporthidae																	
<i>Triporthes auritus</i> (Gunther, 1864)	sardinha comprida	9	0,04	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	-	-	0,03	†	M	
<i>Triporthes</i> spp.	sardinha	122	0,66	0,01	-	-	-	-	0,00	0,32	0,07	0,04	-	0,09			
Clupeiformes																	
Clupeidae																	
<i>Rhinosardinia cf. amazonica</i> (Steindachner, 1879)	sardinha	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26		M	
Engraulidae**																	
<i>Anchoviella guianenses</i> (Eigenmann, 1912)	manjuba	14	-	0,12	0,01	-	0,04	-	-	-	-	0,10	-	0,03		NM	
<i>Anchoviella jamesi</i> (Jordan & Seale, 1926)	manjuba	68	0,20	0,23	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-	0,29		NM	
<i>Anchoviella juruasanga</i> Loeb, 2012	manjuba	37	0,23	0,01	-	-	-	-	-	-	0,01	0,42	-	0,03			
<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)	manjuba	61	0,20	0,03	0,04	-	-	-	-	<0,01	<0,01	0,83	-	0,24		M	
Pristigasteridae																	
<i>Pellona castelnaeana</i> (Valenciennes, 1847)	apapá-amarelo	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04		M	
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1836)	apapá-branco	218	0,02	-	-	-	-	-	-	0,01	0,06	0,45	-	2,05	†	M	
Gobiformes																	
Eleotridae																	
<i>Microphilypinus tapajosensis</i> Caires, 2013	pacamãozinho	1	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-		NM	
Gymnotiformes																	
Gymnotidae																	
<i>Gymnotus</i> sp.	sarapó	1	-	0,01	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-			
Sternopygidae																	
<i>Eigenmannia</i> sp.	sarapó	19	0,06	0,06	0,06	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pleuronectiformes																	
Achiridae**																	
<i>Hypoclinemus mentalis</i> (Günther, 1862)	sólha	5	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	-			
Siluriformes																	
Auchenipteridae**																	
<i>Ageneiosus cf. dentatus</i> Kner, 1857	mandubé	1	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	†	M	
<i>Auchenipterus cf. nuchalis</i> (Spix and Agassiz, 1829)	cangati	4	-	-	0,03	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-		M	
<i>Tatia cf. strigata</i> Soares-Porto, 1995	cangati	11	-	-	0,02	0,09	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-		NM	
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	cangati	3	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-		NM	
Loricariidae																	
<i>Squaliforma</i> sp.	bodó	2	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pimelodidae**																	
<i>Hypophthalmus fimbriatus</i> Kner, 1858	mapará	5	0,01	0,01	0,01	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	†	M	
<i>Hypophthalmus marginatus</i> Valenciennes, 1840	mapará	5	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	†	M	

Tabela 2 cont. Composição taxonômica e densidade média do ictioplâncton (org/10m³) capturado durante os meses do ano de 2015, no lago Maicá, Baixo Amazonas, Pará. IE = Importância econômica; ER = Estratégia reprodutiva (M= espécies migradoras, NM=espécies não migradoras).

Ordem / família / espécies	Nome vulgar	N	Meses												IE	ER	
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	mandi	12	0,04	0,01	-	0,09	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	M
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i> (Castelnau, 1855)	surubim	14	0,06	0,01	-	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	† M
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Valenciennes, 1840)	caparari	2	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	† M
<i>Sorubim lima</i> (Bloch and Schneider, 1801)	bico-de-pato	2	<0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M
Trichomycteridae																	
<i>Paravandellia</i> sp.	candiru	4	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	NM
Synbranchiformes																	
Synbranchidae																	
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	muçum	16	-	0,09	0,07	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NM
Tetraodontiformes																	
Tetraodontidae																	
<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel, 1848)	baiacu	50	0,06	0,01	0,01	-	-	0,10	0,03	0,05	0,15	-	-	<0,01	-	-	NM
Não identificadas		959	1,72	2,44	0,49	0,27	-	0,13	0,15	3,71	0,38	2,95	1,83	1,68	-	-	
Total de larvas		6.961															
Ovos de migrador		675															
Ovos de não migrador		1.850															
Total de ovos		2.525	26,75	0,74	0,55	0,20	-	0,14	0,09	-	1,14	-	1,04	1,34			

* Larvas identificadas até nível de ordem

**Larvas identificadas até nível de família

Muitos dos táxons capturados e identificados são espécies de pequeno e médio porte como *S. spilopleura*, *Roeboides* sp. *Squaliforma*, *T. strigata*, *Gymnotus* sp, *Eigenmannia* sp, *Hyporhamphus* sp, *H. mentalis*, *A. jamesi*, *L. batesii*, *S. timucu*, *C. asellus* e de interesse comercial, largamente capturados pela pesca artesanal e consumidos pela população local como as espécies de *A. elongatus*, *H. unimaculatus*, *P. amazonica*, *P. altamazonica*, *P. latior*, *P. squamosissimus*, *P. flavipinnis*, *P. castelnaeana*, *M. aureum* e *M. albiscopum*, *S. fasciatus* e *L. trifasciatus*, *S. insignis* e *S. taeniurus*, *H. marginatus* e *H. fimbriatus*, *P. punctifer* e *A. dentatus* (Figura 7).

A maior riqueza de espécies foi observada na família Pimelodidae (6 espécies), seguida por Serrasalmididae (5 espécies), Engraulidae (4 espécies) e Auchenipteridae (4 espécies). Dentre as espécies mais representativas em número de indivíduos destaca-se *M. aureum* (1.421), *M. albiscopum* (616) e *P. squamosissimus* (521) e *P. flavipinnis* (218) juntos contribuíram com 74,60 % da captura total.

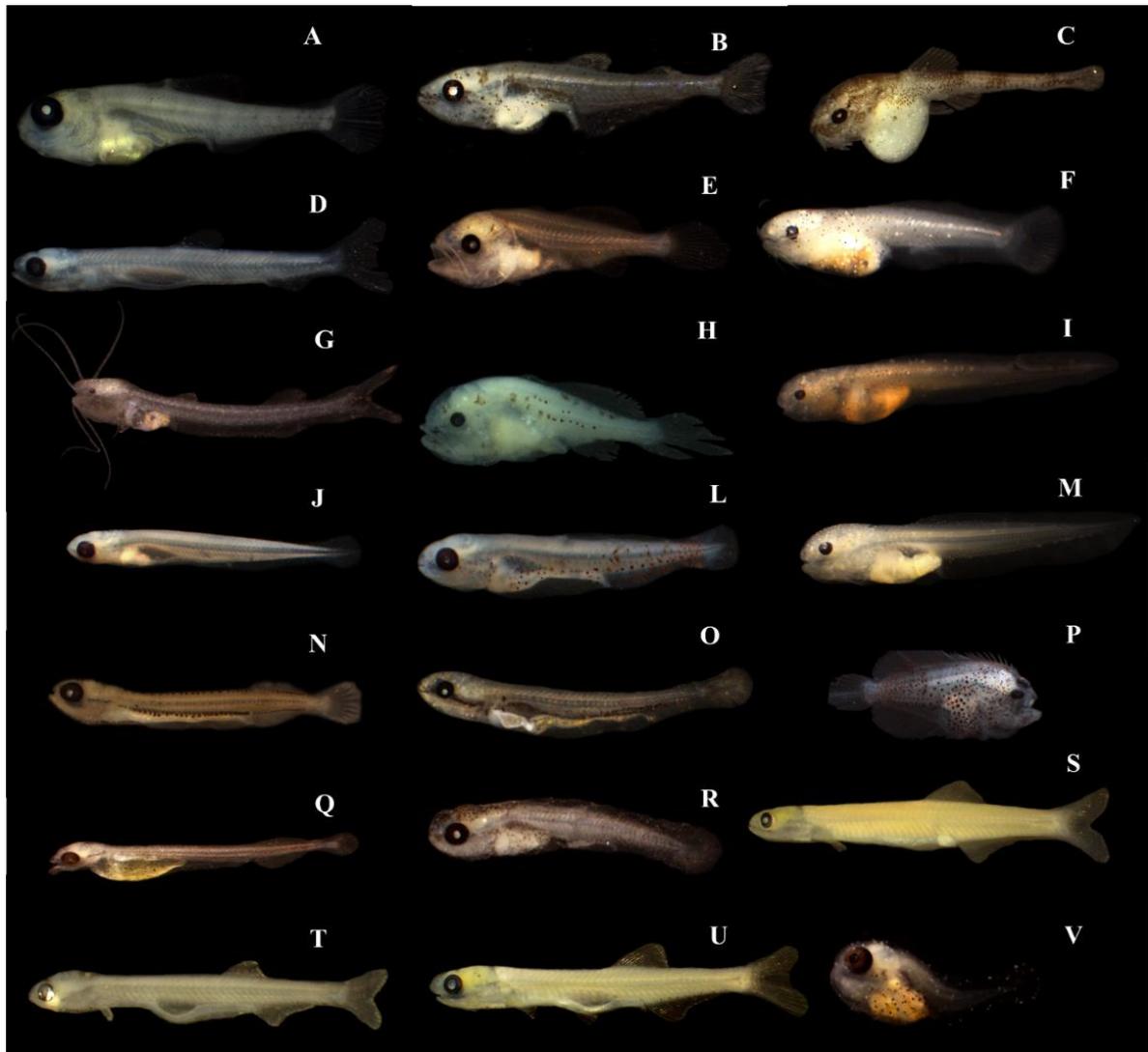


Figura 7. Espécies de larvas de peixes capturadas no lago Maicá: **A-** *S. spilopleura* (25,7 mm), **B-** *Roebooides* sp. (23,1 mm), **C-** *Squaliforma* sp. (9,09 mm), **D-** *H. unimaculatus* (10,69 mm), **E-** *P. squamosissimus* (9,3 mm), **F-** *T. strigata.*, (6,93 mm), **G-** *H. fimbriatus* (9,69 mm), **H-** *P. auratus*, **I-** *Gymnotus* sp. (8,98 mm), **J-** *T. auritus* (8,63 mm), **L-** *M. aureum* (5,8 mm), **M-** *Eigenmannia* sp. (13 mm), **N-** *Hyporhamphus* sp. (8,19 mm), **O-** *L. trifasciatus* (5,01 mm), **P** – *H. mentalis* (3,60 mm), **Q-** *S. timucu* (6,19 mm), **R-** *H. malabaricus* (6,80 mm), **S-** *A. jamesi* (25 mm), **T-** *Engraulidae* (8,99 mm), **U-** *L. batesii* (15,01 mm), **V-** *C. asellus* (4,59 mm).

A análise de variância (ANOVA *one way*) não indicou diferença significativa nos índices de riqueza, Shannon-Wiener, Equitabilidade e Dominância de Berger-Parker entre os meses de amostragem. Contudo a maior diversidade foi registrada no mês de abril. Já equitabilidade evidenciou uma tendência a homogeneidade no mês de maio e junho, indicando que a distribuição das larvas ocorre de forma uniforme. O índice de Berger-Parker apresentou maiores valores nos meses de outubro e novembro, momento que há retração do volume de água do lago, fato que pode ser explicado pela grande quantidade larvas de *Engraulidae* presente nesse momento (Figura 8).

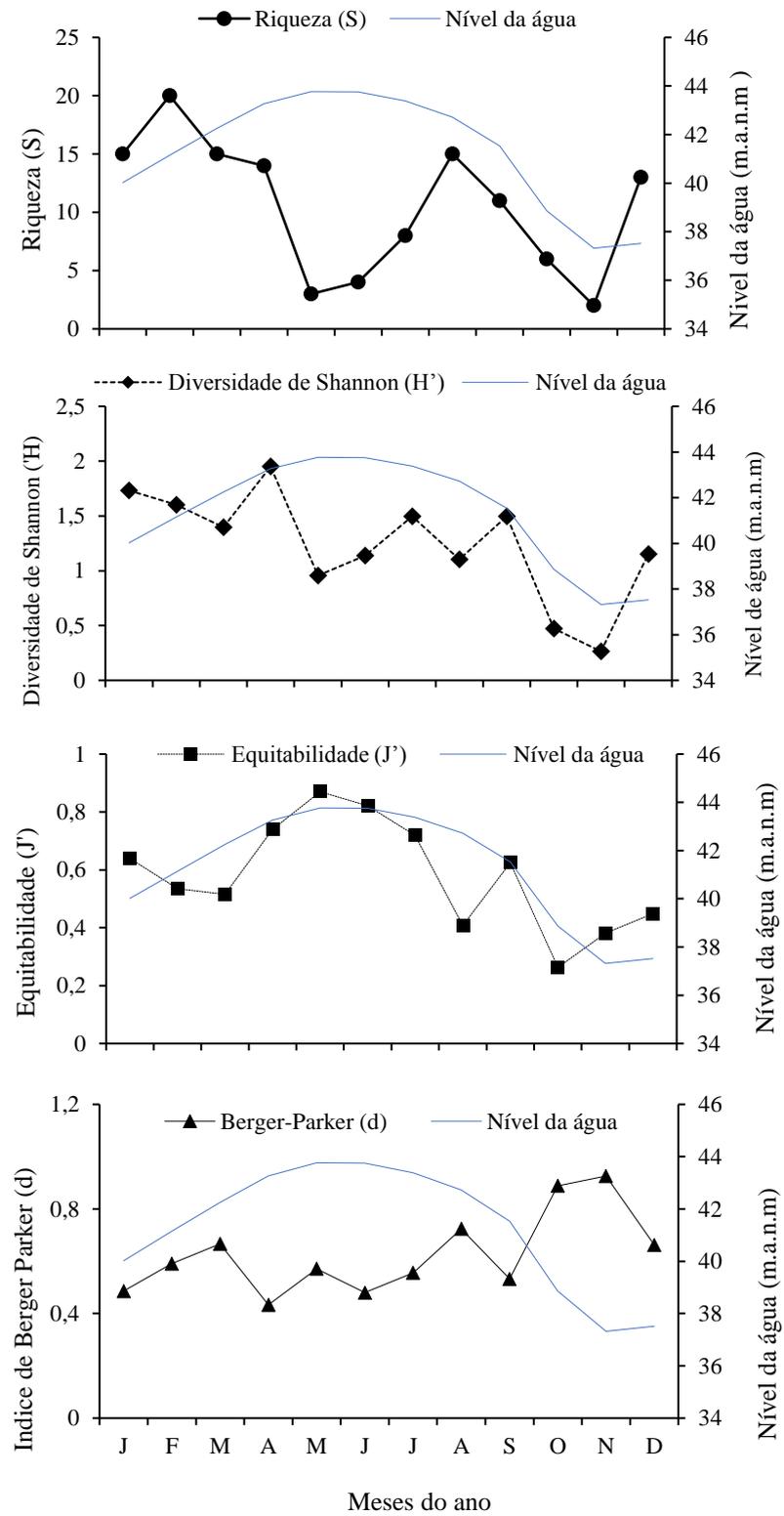


Figura 8. Índices ecológicos utilizados na caracterização da estrutura das comunidades de peixes no lago Maíca, durante os meses do ano de 2015.

4.2 VARIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON

Analisando a distribuição da variação temporal da densidade do ictioplâncton, foi verificado diferença significativa tanto para os ovos ($H=35,85$; $p < 0,01$), quanto para as larvas de peixes ($H=84,05$; $p < 0,01$). Os maiores valores de ovos ($13,38 \text{ org./}10\text{m}^3$) e larvas ($13,78 \text{ org./}10\text{m}^3$) ocorreram nos meses de dezembro e janeiro respectivamente (Figura 9).

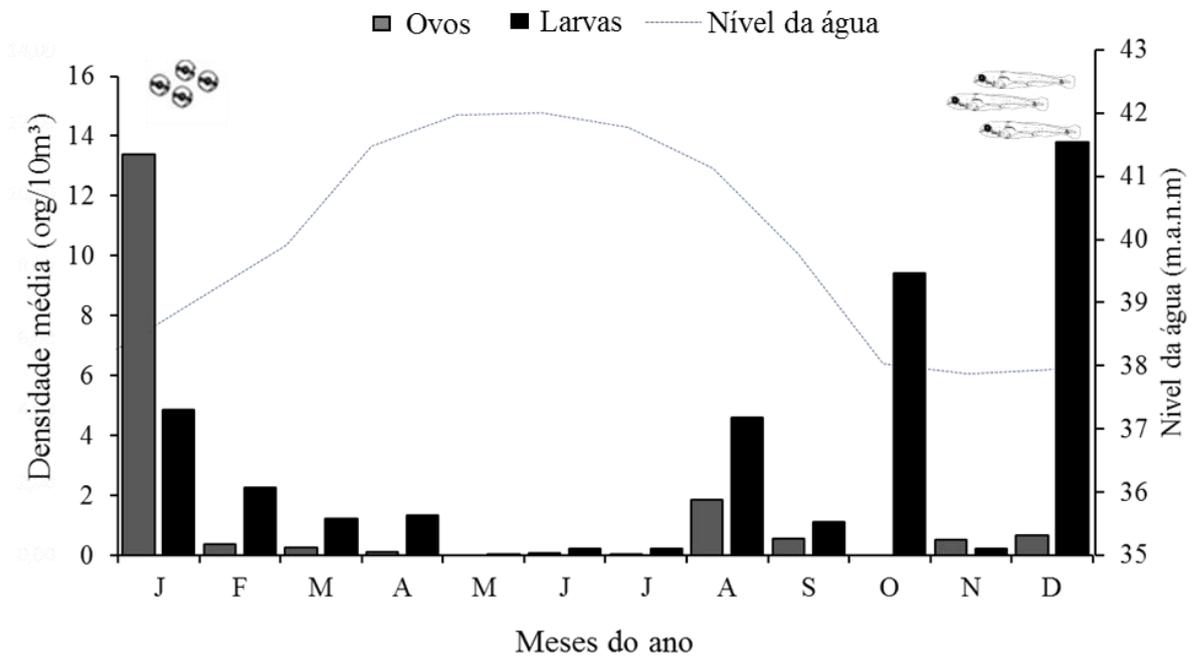


Figura 9. Densidade média de ovos e larvas de peixes capturadas no lago Maicá ao longo dos meses do ano de 2015.

No decorrer do estudo foram registrados três picos crescentes da densidade larval, um no mês de dezembro, no início das chuvas na região, quando o nível da água no lago começa a subir é dado pela captura de muitos indivíduos de espécies migradoras como os Characiformes, com destaque para as larvas de pacus *M. aureum* ($14,50 \text{ larvas/}10\text{m}^3$) e *M. albiscopum* ($4,86 \text{ larvas/}10\text{m}^3$), outro em agosto no momento de vazante, com a predominância das larvas de *P. squamosissimus* ($3,12 \text{ larvas/}10\text{m}^3$) (Achanturiformes - pescada branca), e o outro em outubro no período de seca, com elevada captura de Engraulidae ($16,64 \text{ larvas/}10\text{m}^3$) (Clupeiformes - manjubas).

A análise de ordenação da NMDS baseada na densidade dos táxons mostrou um gradiente de sazonalidade na distribuição das larvas de peixes nos meses (Figura 10). Quando testada através da PERMANOVA constatou diferença significativa na composição das larvas

em todos meses (Pseudo gl= 107; F=0,94; p<0,01), indicando que as espécies de peixes têm comportamento reprodutivo distinto.

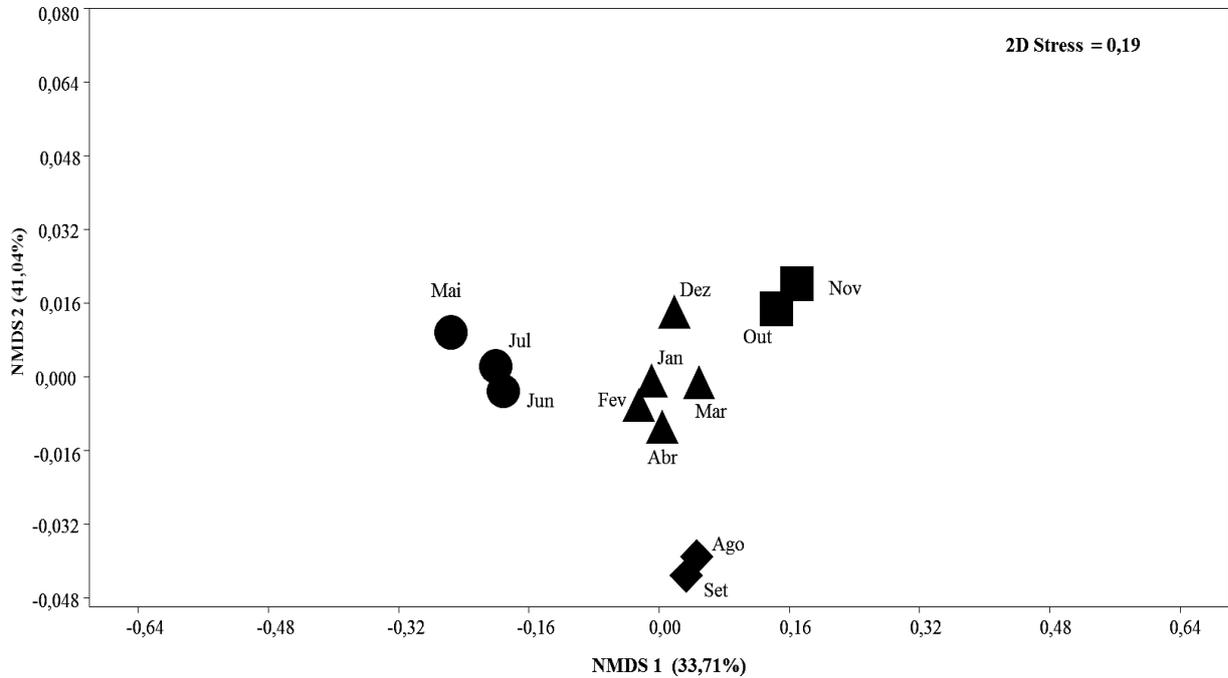


Figura 10. Ordenação dos dois eixos da NMDS aplicados a matriz de dissimilaridade com coeficiente de Bray-Curtis) com base na densidade e composição da assembleia de larvas, que foram obtidas no lago Maicá, Santarém, Pará, no ano de 2015. Momentos do ciclo hidrológico: enchente (▲); cheia (●); vazante (◆); seca (■).

4.3 DISTRIBUIÇÃO DIÁRIA

Em relação ao ciclo diário, a família Engraulidae foi o que apresentou maior densidade de larvas no período diurno, enquanto que no período da noite os Engraulidae e Serrasalminidae foram as que apresentam maiores densidades. Dos táxons identificados, apenas um foi registrado durante o dia, 34 somente a noite e 27 táxons ocorreram em ambos os períodos (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição diária das larvas de peixes, coletadas no lago Maicá no ano 2013. N°= número de larvas; D= densidade média (larvas/10m³).

Família/ espécies	Dia		Noite	
	N°	D	N°	D
Sciaenidae				
<i>Plagioscion auratus</i>			13	0,002
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	19	0,04	502	4,38
Belonidae				
<i>Strongylura timucu</i>	1	0,05	2	0,40
<i>Hyporhamphus</i> sp.	1	0,02	1	0,60
Acestrorhynchidae				
<i>Acestrorhynchus falcirostris</i>			2	0,03
Anostomidae				
<i>Leporinus</i> cf. <i>trifasciatus</i>			15	0,19
<i>Rhytiodus microlepis</i>			4	0,06
<i>Schizodon fasciatus</i>	1		53	0,50
Characidae	1	0,01	55	0,81
<i>Hyphessobrycon pulchripinnis</i>			2	0,07
<i>Hyphessobrycon</i> spp.			85	1,07
<i>Roeboides</i> sp.			1	0,02
Curimatidae			15	0,40
<i>Potamorhina altamazonica</i>			30	0,40
<i>Potamorhina latior</i>			6	0,42
<i>Psectogaster amazonica</i>	3	0,01	29	0,41
Cynodontidae				
<i>Cynodon gibbius</i>			2	0,02
<i>Raphiodon vulpinis</i>			4	0,06
Erythrinidae				
<i>Hoplias malabaricus</i>			29	0,34
Hemiodontidae				
<i>Anodus elongatus</i>	4	0,04	23	0,23
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	19	0,14	123	1,19
Prochilodontidae				
<i>Semaprochilodus insignis</i>	1		4	0,06
<i>Semaprochilodus taeniurus</i>	1	0,03		
Serrasalminidae				
<i>Myleus</i> sp.			5	0,07
<i>Mylossoma aureum</i>	43	0,01	1378	15,93
<i>Mylossoma albiscopum</i>	9	0,09	607	8,10
<i>Serrasalmus spilopleura</i>			12	0,14
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	3	0,01	47	0,63
Triporthidae				
<i>Triporthes auritus</i>			9	0,08

Tabela 3 cont. Distribuição diária das larvas de peixes, coletadas no lago Maicá no ano 2013. N°= número total; D= densidade de larvas.

Família/ espécies	Dia		Noite	
	N°	D	N°	D
<i>Triportheus</i> sp.	4	0,05	118	1,15
Clupeidae				
<i>Rhinosardinia</i> cf. <i>amazonica</i>	1		20	0,26
Engraulidae	402	4,36	1360	22,52
<i>Anchoviella guianenses</i>		0,04	14	0,25
<i>Anchoviella jamesi</i>	7	0,02	61	0,85
<i>Anchoviella juruasanga</i>			37	0,70
<i>Lycengraulis batesii</i>			61	1,36
Pristigasteridae				
<i>Pellona castelnaeana</i>	7		3	0,04
<i>Pellona flavipinnis</i>	20	0,05	198	2,54
Eleotridae				
<i>Microphilypinus tapajosensis</i>			1	0,02
Gymnotidae				
<i>Gymnotus</i> sp.		0,01	1	0,04
Sternopygidae				
<i>Eigenmannia</i> sp.			19	0,26
Achiridae	73	0,72	30	0,06
<i>Hypoclinemus mentalis</i>	1	0,02	4	0,03
Auchenipteridae			5	0,07
<i>Ageneiosus</i> cf. <i>dentatus</i>			1	0,01
<i>Auchenipterus</i> cf. <i>nuchalis</i>			4	0,07
<i>Tatia</i> cf. <i>strigata</i>			11	0,13
<i>Trachelyopterus galeatus</i>			3	0,04
Loricariidae				
<i>Squaliforma</i> sp.	1	0,01	1	0,01
Pimelodidae			6	0,08
<i>Hypophthalmus fimbriatus</i>			5	0,07
<i>Hypophthalmus marginatus</i>			5	0,05
<i>Pimelodus blochii</i>	1	0,01	11	0,14
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>			14	0,11
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>			2	0,02
<i>Sorubim lima</i>			2	0,02
Trichomycteridae				
<i>Paravandellia</i> sp.			4	0,04
Synbranchidae				
<i>Synbranchus marmoratus</i>	1	0,02	15	0,21
Tetraodontidae				
<i>Colomesus asellus</i>	21	0,19	29	0,22

Quanto a riqueza, diversidade e equitabilidade e dominância não foi observado diferença significativa (Test t, $t=-0,715$; $gl= 3$; $p=0,5$) durante o ciclo diário, contudo os maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade foram registrados no período da noite enquanto que o maior índice de dominância foi observado durante o dia (Tabela 4).

Tabela 4. Índices ecológicos utilizados na caracterização da estrutura das comunidades de peixes no lago Maíca, durante o ciclo diário do ano de 2015.

Índice ecológico	Ciclo diário	
	Dia	Noite
Riqueza (S)	17	62
Diversidade de Shannon (H')	1,38	1,76
Equitabilidade (J')	0,49	0,55
Berger-Parker (1/d)	0,63	0,41

Na distribuição diária, foi constatada diferença significativa de ovos (Test t, $gl= 23$; $t = 973, 57$; $p = 0, 00$) e larvas (Test t, $gl= 23$; $t = 1020, 32$; $p = 0, 00$) entre dia e noite, sendo registrado as maiores densidade média de organismos durante o período noturno (2,67 ovos/10m³ e 5,70 larvas/10m³) (Figura 11).

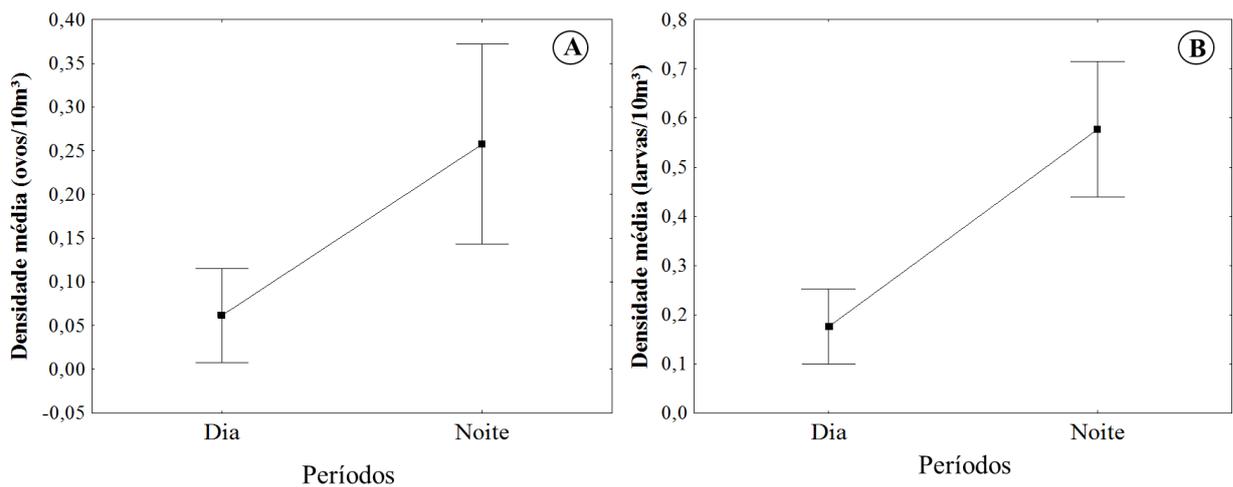


Figura 11. Valores médios e erro padrão da densidade de ovos (A) e larvas de peixes (B) capturadas durante as coletas diurna e noturna no lago Maicá, no município de Santarém-Pará no ano de 2015. (quadrado = valores médios; barra= erro padrão). Os dados foram logtransformados ($\log= (x+1)$).

4.4 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO

Em relação ao padrão de distribuição dos estágios de desenvolvimento embrionário nos meses, mostrou que as maiores abundâncias foram encontradas no estágio de clivagem inicial (2.477; 98,65%), seguido por embrião inicial (32; 1,27%) e embrião em cauda livre (2; 0,08%). O estágio de embrião final não foi encontrado nas amostras (Figura 12A).

Quanto desenvolvimento larval mostrou que os indivíduos em estágio de pré-flexão (PF) foram mais abundantes, representando 70,78% do total capturado, seguida por larvas em flexão (FL) que constituíram 22,52%, pós-flexão (POF) 4,98% e larval vitelínico (LV) 1,72% (Figura 12B).

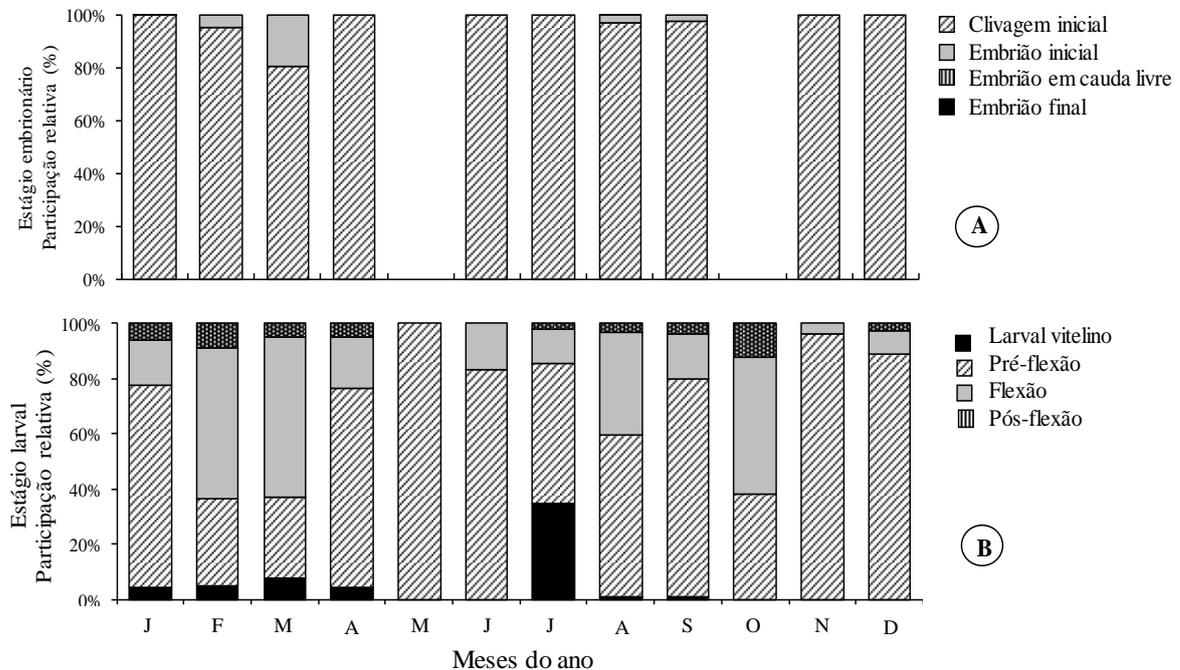


Figura 12. Participação relativa (%) dos estágios embrionário (A) e larval (B) capturadas durante os meses no ano de 2015 no lago Maicá, Santarém, Pará.

4.5 RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM DENSIDADE LARVAL

Os valores do nível fluviométrico e índice pluviométrico, obtidos ao longo dos meses de amostragem apresentaram poucas variações durante o decorrer do estudo (Figura 13A).

A temperatura da água no lago Maicá foi em média de $30,10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,08$, com maior registro no mês de novembro ($33,38^{\circ}\text{C}$) e menor ($27,93^{\circ}\text{C}$) em abril. Quanto a concentração de oxigênio dissolvido foi em média de $5,61\text{ mg/L} \pm 1,05$ sendo observado aumento do valor em abril ($7,34\text{ mg/L}$) e decréscimo no mês de maio ($5,65\text{ mg/L}$) mantendo-se baixo nos meses subsequente até dezembro ($5,10\text{ mg/L}$) quando inicia o período de chuvas (Figura 13B).

O valor do pH foi em média de $6,13 \pm 0,67$, variaram de 5,33 a 7,84 entre os meses, alcançando a maior acidez em agosto e setembro (5,33 e 5,36) respectivamente, oscilando à alcalino nos meses subsequentes, outubro, novembro e dezembro. A condutividade elétrica apresentou média de $22,86 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 6,75$, com valor baixo sendo registrado no mês de março (12,57 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e nos meses subsequentes houve um aumento crescente, caracterizados pelo final de enchente, cheia e vazante, permanecendo até a seca (novembro), momento em que apresentou o valor mais elevado (40,96 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Figura 13C).

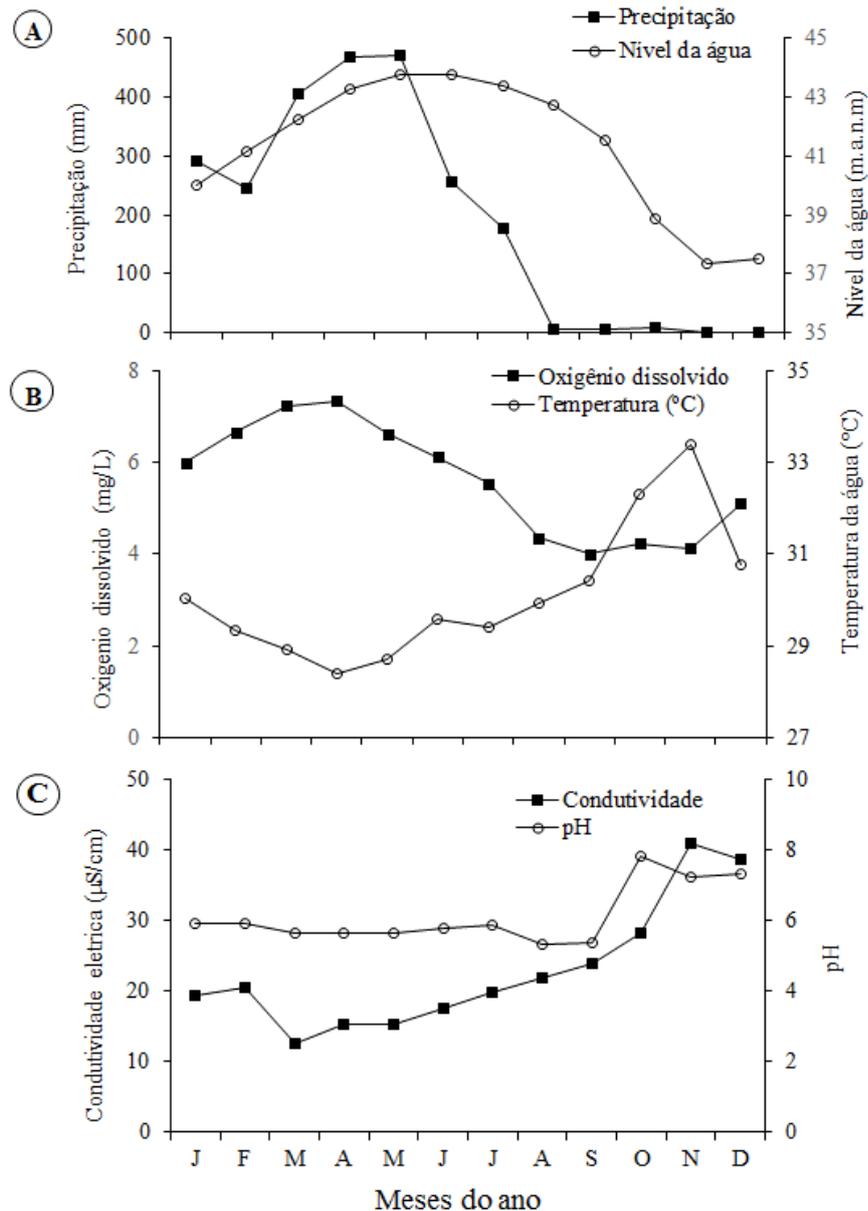


Figura 13. Valores médios das variáveis ambientais locais de índice pluviométrico e nível fluviométrico (A), temperatura superficial da água e oxigênio dissolvido (B) e potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica (C), obtidas nas estações de coletas durante os meses de janeiro a dezembro de 2015, no lago Maicá, Santarém, Pará.

As variáveis ambientais, foram responsáveis por explicar 60,4% da variabilidade biológica quando avaliadas pela RDA. O eixo 1 mostrou que houve pouco influência das variáveis ambientais com as larvas, enquanto que o eixo 2 ordenou as espécies que sofrem influência do índice pluviométrico correlacionando negativamente e positivamente a condutividade elétrica (Tabela 5). Quando aplicado o teste de Monte Carlo constatou diferença significativa da densidade de larvas com o nível pluviométrico ($p= 0,022$).

Tabela 5. Resultado da Análise de Redundância (RDA) associando as densidades de larvas e as variáveis ambientais obtidas de janeiro a dezembro de 2015, no lago Maicá, Santarém, Pará. *Valores de correlação

	Eixos	
	RDA1	RDA2
Autovalores	0,242	0,153
Correlação espécies-variáveis ambientais	0,956	0,928
Variância acumulada (%)		
Espécies	24,2	39,4
Espécies -variáveis ambientais	40,1	65,3
Soma de todos os autovalores		1
Soma de todos os autovalores canônico		0,604
Correlação		
Nível pluviométrico	-0,393	-0,482
Índice pluviométrico	0,182	-0,714*
Temperatura	-0,152	0,296
Oxigênio dissolvido	0,358	-0,373
pH	0,123	0,572
Condutividade elétrica	0,057	0,683*

O diagrama de ordenação dos dados mostrou a influência das variáveis ambientais sobre a distribuição de larvas. As maiores concentrações de larvas foram observadas nos meses em que inicia as chuvas na região e a condutividade elétrica encontrava-se com valor baixo (Figura 14).

5 DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA ICTIOPLANCTÔNICA

A composição íctica encontrada na área de estudo está de acordo com o padrão esperado para os ambientes de várzea da região da Amazônia Central (Saint-Paul *et al.*, 2000, Claro-Jr., 2003; Freitas e Garcez, 2004), Oriental (Almeida, 2010) e internacional como no Peru e Colômbia (Reginfo, 2007; Piraquive *et al.*, 2015) que são caracterizadas por assembleias de peixes representadas predominantemente por espécies das ordens Characiformes, Siluriformes, Achanturiformes e Clupeiformes.

A dominância dos Characiformes na composição do ictioplâncton tem sido relatada por muitos autores em estudos realizados em diferentes lagos de inundação (Leite *et al.*, 2006; Nascimento e Nakatani, 2006; Reynalte-Tataje *et al.*, 2012; Ávila-Simas *et al.*, 2014), esse fato pode estar relacionado à sua ampla distribuição e a maior diversidade de espécies de peixes nas regiões neotropicais (Lévêque *et al.*, 2008). Outros fatores que podem explicar essa predominância é a alta fecundidade (Azevedo, 2010) e a presença de espécies forrageiras, de pequeno porte e sedentária, além da grande plasticidade alimentar e capacidade de reprodução em diversos habitats, uma vez que muitas espécies desse grupos escolhem os ambientes lânticos ou com baixa velocidade de correntes para completar o seu ciclo de vida (Bennemann *et al.*, 2000).

Os maiores valores de riqueza e diversidade nos meses dezembro a abril (enchente), indica que a composição das larvas ao longo do ciclo sazonal foi heterogênea, com dominância de grupos distintos em diferentes meses do ciclo hidrológico. Esse fato se deve ao efeito da conectividade hidrológica provocada pelo pulso de inundação do rio principal com o lago e pela reprodução da ictiofauna de várzea ser altamente sazonal (King *et al.*, 2003; Zacardi *et al.*, 2017; Ponte *et al.*, 2017). Em corpos d'água que não permanecem conectados o ano todo com o rio, os valores de riqueza de larvas de peixes tendem a diminuir e determinados táxons passam a ser dominantes, como observado por Daga *et al.* (2009) em dois lagos na planície inundável do rio Paraná, os autores perceberam que a diversidade de espécies foi menor na lagoa que foi desconectada do rio.

A grande quantidade de ovos e a diversidade de larvas de peixes coletadas no lago Maicá, confirmam a alta atividade reprodutiva na área e são indicativos da importância e função do lago como local de desova, berçário e desenvolvimento para muitas espécies de peixes amazônicos, principalmente as de interesse econômico e reflete a grande diversidade ambiental

que caracteriza este ecossistema lacustre na região, uma vez que, foi encontrado larvas de peixes oriundas de diferentes estratégias reprodutivas, tanto de peixes tipicamente sedentários quanto migradores de curta e média distância.

Essa grande variação na composição da ictiofauna em sistemas lacustres, já havia sido comentada por Saint-Paul *et al.* (2000) e Soares *et al.* (2009), sendo constituída tanto por espécies migradoras, como por espécies sedentárias que realizam migrações de curta distância e geralmente desovam no período da seca (Junk, 2000, Magoulick e Kobza, 2003) ou no início da enchente (Duponchelle *et al.*, 2007), como registrado no presente trabalho.

Sabe-se que os lagos de sistemas de rio-planície de inundação são amplamente reconhecidos pela sua importância na manutenção e integridade da biodiversidade regional, servindo de criadouro natural para espécies de interesse econômico ou como habitat preferencial das espécies sedentárias e de pequeno porte (Agostinho *et al.*, 2000) e portanto, as pressões ambientais podem impedir a movimentação dos organismos entre os ambientes e prejudicar as fases iniciais do ciclo de vida das espécies, uma vez que muitas dependem dessa conectividade para chegar nas áreas de alimentação e abrigo (Freitas *et al.*, 2013; Hurd *et al.*, 2016).

Dessa forma a diversidade ictiofaunística e o tamanho dos estoques das espécies migradoras vai depender da conservação e integridade desse ecossistema (Petry *et al.*, 2004), assim ações antrópicas podem afetar esses habitats e comprometer o ciclo de 'vida dos peixes, além de causar a diminuição dos estoques pesqueiros e prejudicar a vida de vários pescadores que utilizam os peixes como uma das principais fontes de renda e de subsistência.

A composição das larvas de peixes, por meio das análises multivariadas foram significativamente diferentes nos meses, indicando a formação de grupos estruturalmente distintos caracterizados em especial pela distribuição sazonal das espécies. De acordo com Pouilly e Rodríguez (2004) na estrutura e composição das assembleias de peixes em sistemas de rios-planícies de inundação, podem resultar em fortes modificações, vinculadas as variações sazonais nas características ambientais (a velocidade das correntes, ao tempo de residência da água, a fatores limnológicos e a complexidade dos habitats) e pela disponibilidade de recursos alimentares.

VARIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO ICTIOPLÂNCTON

A ocorrência de ovos e larvas de peixes no plâncton, em diferentes meses do ano, é extremamente variável, estando tais variações relacionadas, principalmente, ao ciclo anual de

maturação gonadal diferenciado das espécies e às vezes dentro da mesma população de um ano para o outro, e podem, ainda, estar relacionadas, com a redução da competição interespecífica por espaço ou alimento com outras espécies, levando à mudanças na distribuição e na composição quali-quantitativa do ictioplâncton (Zacardi *et al.*, 2014). Essas informações são de fundamental importância quando se pretende adotar medidas para o controle e manutenção dos estoques pesqueiros.

A presença de larvas de espécies de Characiformes como os pacus (*M. aureum* e *M. albiscopum*), durante os meses (dezembro e janeiro) que ocorre a subida do nível da água está diretamente relacionada com as estratégias reprodutivas adotadas pela maioria das espécies de peixes migradores, que se deslocam para as áreas de confluência dos tributários e dos canais de lagos com os rios de águas brancas, por apresentarem condições ambientais favoráveis para o processo de desova (alta turbulência, águas mais oxigenadas e túrbidas), durante o início das chuvas e do aumento do nível da água do rio. Fatores esses que auxiliam na dispersão e transporte dos ovos e larvas recém-eclodidas, os quais são levados pela correnteza para as áreas marginais das planícies de inundação e dentro dos lagos (Araújo-Lima e Goulding, 1998, Araújo-Lima *et al.*, 2001; Barletta *et al.*, 2010). Esse elo pode influenciar na diversidade biológica, uma vez que essa interconexão torna os ambientes homogêneos e possibilita uma ampla movimentação dos peixes entre os diferentes corpos d'água (Freitas *et al.*, 2010).

Quanto ao pico de densidade larval registrado no mês de agosto está vinculado a predominância de indivíduos de *P. squamosissimus* (Achanturiformes). Apesar da espécie apresentar período reprodutivo durante todo o ano, existe uma concentração de desova nos meses de setembro e outubro na região Amazônica, como registrado por Canelós e Benedito-Cecilio (2002) e Chaves *et al.* (*no prelo*). Os engraulídeos (Clupeiformes), diferentemente, dos Characiformes migradores e dos Achanturiformes, apresentaram as maiores densidades de larvas nos meses de outubro e novembro, período de seca na região. Este grupo de peixes desempenha um papel importante na cadeia alimentar de ambientes aquáticos e como espécie forrageira para piscívoros (Pompeu e Godinho, 2003), são consideradas de pequeno porte e formadoras de numerosos cardumes com tendência “R” estrategista (Pichler, 2005), com desova no período de seca e na enchente (Maciel, 2010; Mérona *et al.*, 2010).

DISTRIBUIÇÃO DIÁRIA

As maiores densidades de ovos e larvas no período da noite podem estar relacionadas às estratégias de desova adotada pelas espécies de peixe, como forma de diminuir o risco de

predação e aumentar as chances de sobrevivência larval, pois estariam mais seguras e menos susceptíveis de serem visualizadas pelos seus predadores visuais (Leite e Araújo-Lima, 2002). Muitas espécies de peixes tropicais aproveitam a baixa intensidade da luz e dos horários de temperatura da água elevada para efetuarem sua desova (Graaf *et al.*, 1999). Além disso, durante a noite o zooplâncton migra para a superfície, que é um dos principais recursos consumidos por esses organismos nas fases mais desenvolvidas do seu ciclo de vida (Araújo-Lima *et al.*, 2001; Bialecki *et al.*, 2004; Mendonça *et al.*, 2015).

Geralmente essa migração para superfície ocorre quando as larvas encontram-se em estágios de desenvolvimento mais avançado, diferente do observado no estudo que a maioria das larvas capturadas, não apresenta movimento natatório ativo e estava em estágio de pré-flexão, a presença delas na superfície no período da noite pode estar simplesmente relacionada com a pouca orientação visual, ou seja, durante o dia as larvas possuem orientação visual, mas durante a noite elas perdem a habilidade de manterem sua posição na correnteza (Gadomski e Barfoot, 1998). Assim, os padrões de deriva é o resultado da combinação entre vários fatores que são difíceis de serem analisados separadamente e que podem mudar durante a ontogenia (Zitek *et al.*, 2004), dependendo do grau de desenvolvimento larval, elas podem ou não realizar a migração vertical na coluna d'água.

ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO

A presença de ovos, em fase de clivagem inicial mostra que a desova ocorreu a algumas horas atrás, ante das coletas. Para algumas espécies esse tempo de incubação pode durar em torno de 12 horas (Oliveira e Ferreira, 2002). A maioria das larvas em pré-flexão pode ser resultado das desovas realizadas principalmente por espécies de peixe migradores na confluência do lago com o rio Amazonas, onde as larvas recém-eclodidas vão se desenvolvendo à medida que são levadas pela correnteza (Araújo-Lima e Oliveira, 1998; Oliveira, 2000; Lima e Araújo-Lima, 2004) para dentro do lago, como também pela atividade reprodutiva de espécies sedentária de pequeno e médio porte, que desovam e completam todo seu ciclo de vida nesse ambiente (Bialecki *et al.*, 2005; Chaves, 2006; Kipper *et al.*, 2011), demonstrando dessa forma que os peixes com diferentes estratégias reprodutivas utilizam o lago em diferentes períodos do ciclo hidrológico, como área de berçário e crescimento nas fases iniciais do seu ciclo de vida.

RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM DENSIDADE LARVAL

As variáveis físicas-químicas podem afetar indiretamente a comunidade de peixes, influenciando nas respostas fisiológicas e comportamentais dos organismos e/ou, diretamente, afetando os padrões de distribuição e abundância das espécies (Reynalte-Tataje *et al.*, 2013). Esse fato foi observado na distribuição dos ictioplâncton que apresentaram maior valor de densidade nos meses de janeiro e dezembro no momento em que inicia as chuvas na região e o nível da água do lago começa a subir, provocando alterações nas variáveis ambientais propiciando uma heterogeneidade de habitats e alimento para o desenvolvimento inicial desses organismos.

Muitas espécies de peixe têm seu ciclo reprodutivo influenciado pelas variáveis ambientais, como a temperatura da água, fotoperíodo, precipitação, nível de água, as quais podem atuar como fator limitante, uma vez que podem acelerar ou retardar esse processo e afetar a incubação de ovos, desenvolvimento de larvas, crescimento e sobrevivência (Nakatani *et al.*, 2001). Em ambientes tropicais, o aumento do nível da água e das chuvas funciona com um gatilho, um fator regulador das desovas de várias espécies de peixes (Vazzoler, 1996; Lowe-McConnell, 1999, Worthington *et al.*, 2014), principalmente os peixes migradores que por meio de seus órgãos sensoriais, captam os estímulos ambientais e estimulam a maturação das gônadas e a liberação dos gametas para o ambiente (Venturieri e Bernadino, 1999).

6 CONCLUSÃO

As informações obtidas no estudo mostram que a comunidade íctica encontrada no lago Maicá é bastante abundante e diversificada, caracterizada por espécies de pequeno e médio porte, que realizam migrações de curta e média distância durante o período reprodutivo. A maioria das larvas possuem interesse comercial e são largamente consumidos pela população local.

A distribuição temporal do ictioplâncton encontrada no lago mostrou ser tipicamente sazonal, com registro de ovos e larvas em diferentes meses do ciclo hidrológico, demonstrando dessa forma que muitas espécies de peixes têm seu período reprodutivo influenciado pela variação do nível d'água.

No que diz respeito ao ciclo diário a maioria dos táxons identificados parece apresentar um ciclo diário bastante evidente, sugerindo que as amostragens diurnas subestimam os parâmetros ictioplanctônicos para diversas espécies, e que o esforço de amostragem deva sempre contemplar coletas noturnas.

O número representativo de ovos e larvas de peixes em diferentes estágios de desenvolvimento larval encontrado no lago Maicá ao longo dos meses do ano, indica que esse ambiente é uma importante área de reprodução e recrutamento biológico de diversas espécies de peixes, principalmente as de valor econômico para a região do Baixo Amazonas.

Diante do que foi exposto podemos afirmar que o lago Maicá desenvolve um papel relevante na manutenção da comunidade íctica e na conservação de importantes estoques pesqueiros. É uma área de berçário e criadouro natural para as larvas de diversas espécies de peixes que desovam tanto na confluência do rio Amazonas como também para as larvas dos peixes que desovam no próprio lago e utilizam esse ambiente de forma temporária ou permanente durante o seu ciclo de vida. Portanto medidas futuras de gestão e ordenamento dos recursos naturais devem considerar a conservação desse ambiente lacustre, além disso a restrição da execução de atividades potencialmente impactantes no lago e área do entorno ajudaria na conservação na ictiofauna da região.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, A.A.; Zalewski, M. 1996. *A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação*. Maringá, EDUEM. 100pp.

Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M.; Minte-Vera, C.V.; Winemiller, K.O. 2000. Biodiversity in the high Paraná River floodplain *In: Gopal, B.; Junk, W.J.; Davis, J.A. (Eds). Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. p. 89-119.

Agostinho, A.A.; Gomes, L.C.; Veríssimo, S.; Okada, E.K. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the upper Paraná river: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 11-19.

Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M.; Gomes L.C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, 19: 646–652.

Agostinho, A.A.; Gomes, L.C.; Pelicice, F.M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, EDUEM. 93pp.

Ahlstrom, E.H.; Moser, H.G. 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. *Revue des Travaux de L'Institut des Peches Maritimes, Nantes*. 40(3): 379-398.

Almeida, M.C. 2010. *Composição, abundância e pesca da ictiofauna como indicadores do estado de conservação de dois lagos de várzea no Baixo rio Amazonas (Brasil)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. 94pp.

Amorim, M.A.; Moreira-Turcq, P.F.; Turcq, B.J.; Cordeiro, R.C. 2009. Origem e dinâmica da deposição dos sedimentos superficiais na Várzea do Lago Grande de Curuai, Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 39(1): 165-172.

Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multi-variate analysis of variance. *Austral Ecology*. 26: 32-46.

Araújo-Lima, C.A.R.M. 1985. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Biologia*, 45(4): 423-443.

Araújo-Lima, C.A.R.M.; Donald, E. 1988. Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazonica*, 18(1): 351-358.

Araújo-Lima, C.A.R.M. 1991. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Biologia*, 51(1): 45-56.

Araújo-Lima, C.A.R.M.; Goulding, M. 1998. *Os frutos do Tambaqui: ecologia conservação e cultivo da Amazônia*. Tefé. Sociedade Civil. 186pp.

Araújo-Lima, C.A.R.M.; Oliveira, E.C. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, 53: 297-306.

Araújo-Lima, C.A.R.M.; Silva, V.V.; Petry, P.; Oliveira, E.C.; Moura, S.M.L. 2001. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(3): 357-362.

Araújo, A.S. 2012. Composição ictiofaunística e estratégias reprodutivas de quatro espécies de peixes nativos da bacia hidrográfica Piranhas-Assu do bioma Caatinga, RN, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 235pp.

Ávila-Simas, S.; Reynalte-Tataje, D.A.; Zaniboni-Filho, E. 2014. Pools and rapids as spawning and nursery areas for fish in a river stretch without floodplains. *Neotropical Ichthyology*, 12(3): 611-622.

Azevedo, M.A. 2010. Reproductive characteristics of characid fish species (Teleostei, Characiformes) and their relationship with body size and phylogeny. *Iheringia*, 100(4): 469-482.

Barbosa, C.C.F.; Novo, E.; Melack, J.M.; Gastil-Buhl, M.; Pereira, W. 2010. Geospatial analysis of spatiotemporal patterns of pH, total suspended sediment and chlorophyll-a on the Amazon floodplain. *Limnology*, 11(2): 155-166.

Barletta, M.; Jaureguizar, A.J.; Baigun, C.; Fontoura, N.F.; Agostinho, A.A.; Almeida-Val, V.M.F.; Val, A.L.; Torres, R.A.; Jimenes-Segura, L.F.; Giarrizzo, T.; Fabré, N.N.; Batista, V.S.; Lasso, C.; Taphorn, D.C.; Costa, M.F.; Chaves, P.T.; Vieira, J.P.; Corrêa, M.F.M. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *Journal of Fish Biology*, 76(9): 2118-2176.

Barthem, R.B.; Fabré, N.N. 2004. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. Ruffino (Eds). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus, IBAMA/Provárzea. p. 17-62.

Beck, M.W.; Heck, K.L.; Able, K.W.; Childers, D.L.; Eggleston, D.B., Gillanders, B.M.; Halpern, B.; Hays, C.G.; Hoshino, K.; Minello, T.J.; Orth, R.J.; Sheridan, P.F.; Weinstein, M.P. 2001. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. *BioScience*, 51(8): 633-641.

Bednarski, J.; Miller, S.E.; Scarnecchia, D.L. 2008. Larval fish catches in the lower Milk River, Montana in relation to timing and magnitude of spring discharge. *River Research and Applications*, 24: 844–851.

Bennemann, S.T.; Lobón-Cerviá, J. 2000. Temporal trophic shifts and feeding diversity in two sympatric neotropical omnivorous fishes: *Astyanax bimaculatus* and *Pimelodus maculatus* in rioTibagi (Paraná, Southern Brazil). *Archiv Fur Hydrobiologie*, 149(2): 285-306.

Berger, W.H.; Parker, F.L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep sea sediments. *Science*, 68: 1345-1347.

Bevilaqua, D.R.; Soares, M.C.M. 2014. Variação temporal da composição íctica em lagos de várzea, ilha do Risco, Itacoatiara, Amazonas, Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 2(2): 17-27.

Bialetzki, A.; Nakatani, K.; Sanches, P.V.; Baumgartner, G. 2004. Eggs and larvae of the 'curvina' *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Baía River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Journal of Plankton Research*, 26(11): 1327-1336.

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(1): 37-47.

Bittencourt, S.C.S. 2014. *Distribuição e abundância de ovos, larvas e juvenis de peixes em um ecossistema de várzea, Amazonas, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará. Belém, Pará. 112pp.

Carnelós, R.C.; Benedito-Cecilio, E. 2002. Reproductive strategies of *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(3): 317-324.

Castello, L.; McGrath, D.G.; Becka, P.S.A. 2011. Resource sustainability in small-scale fisheries in the Lower Amazon floodplains. *Fisheries Research*, 110: 356-364.

Chaves, C.S.; Oliveira, L.S.; Cajado, E.A.; Ponte, S.C.S.; Zacardi, D.M. Distribuição espaço-temporal de larvas de Scianidae (Pisces, Achanturiformes), no trecho inferior do rio Amazonas, Amazônia Oriental, Pará. (*no prelo*).

Cerdeira, R.G.P. 2005. Captura de Pescado por famílias Ribeirinhas da Região do Maicá, em Santarém/Pará. Relatório Final. IBAMA/ProVárzea. Santarém. 29pp.

Chaves, R.C. 2006. *Diversidade e Densidade Ictiofaunística em lagos de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, Pará. 69pp.

Clarke K.R.; Gorley R.N. 2006 Primer v6: user manual/tutorial. Primer-E, Plymouth.

Claro-Jr, L.H. 2003. *A influência da floresta alagada na estrutura trófica de comunidades de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. 61pp.

Correa, S.B.; Winemiller, K.O. 2014. Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. *Ecology*, 95: 210-224.

Cox-Fernandes, C. 1997. Lateral migration of fishes Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish*, 6: 36-44.

Cunico, A.M.; Graça, J.D.; Veríssimo, S.; Beni, L.M. 2002. Influência do nível hidrológico sobre a assembléia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum*, 24(2): 383-389.

Daga, V.S.; Gogola, T.M.; Sanches, P.V.; Baumgartner, G.; Baumgartner, D.; Piana, P.A.; Gubiani, E.A.; Delariva, R.L. 2009. Fish larvae assemblages in two floodplain lakes with different degrees of connection to the Paraná River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(3): 429-438.

Duponchelle, F.; Lino, F.; Hubert, N.; Panfili, J.; Renno, J.F.; Baras, E.; Torrico, J.P.; Dugue, R.; Núñez, J. 2007. Environment-related life-history trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*, 71: 1113-1134.

Farias, E.M.B. 2012. Breve abordagem de alterações geomorfológicas nas confluências dos rios Tapajós e Amazonas – Santarém/Pa. *Revista Geonorte*, 2(4): 243-249.

Fernandes, C.C. 1997. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish*, 6: 36-44.

Fonteles-Filho, A.A. 2011. *Oceanografia, Biologia e Dinâmica populacional de Recursos Pesqueiros*. Editora Expressão Gráfica Fortaleza. 460pp.

França, A.M.S. 2005. *Aplicação de sensoriamento remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do rio Amazonas sobre a morfologia dos sistemas lacustres*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. São José dos Campos, São Paulo. 122pp.

Freitas, C.E.C.; Garcez, R.C.S. 2004. Fish communities of natural canals between floodplain lakes and Solimões-Amazonas River (Amazon-Brazil). *Acta Limnologica Brasiliense*, 16: 273-280.

Freitas, C.E.C.; Siqueira-Souza, F.K.; Prado, K.L.L.; Yamamoto, K.C.; Hurd, L.E. 2010. Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes. *In: Rojas, N.; Prieto, R. (Eds). Amazon Basin: Plant Life, Wildlife and Environment*. Environmental Research and Advances Series. New York: Nova Science Publishers, p. 184-213.

Freitas, C.E.C.; Siqueira-Souza, F.K.; Florentino, A.C.; Hurd, L.E. 2013. The importance of spatial scales to analysis of fish diversity in Amazonian floodplain lakes and implications for conservation. *Ecology of Freshwater Fish*, 23: 470–477

Gadomski, D.M.; Barfoot, C.A. 1998. Diel and distributional abundance patterns of fish embryos and larvae in the lower Columbia and Deschutes rivers. *Environmental Biology of Fishes*, 51: 353-368.

Graaf, G.J.; Born, A.F.; Uddin, A.M.K.; Huda, S. 1999. Larval fish movement in the river Lohajang, Tangail, Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology*, 6: 109-120.

Gomes, L.C.; Bulla, C.K.; Agostinho, A.A.; Vasconcelos, L.P.; Miranda, L.E. 2012. Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. *Hydrobiologia*, 685(1): 97-107.

Goulding, M.; Smith, N.J.H.; Mahar, D.J. 1996. *Floods of fortune; ecology and economy along the Amazon*. New York: Columbia University Press. 193pp.

Granado-lorencio, C.; Lima, R.M.A.; Lobón-Cerviá, J. 2005. Abundance-distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. *Ecography*, 28(4): 515-520.

Hempel, G. 1979. Early life history of marine fish. The egg stage. Washington Sea Grant, University of Washington Press, Seattle, Washington, 70pp.

Hermes-Silva, S.; Reynalte-Tataje, D.; Zaniboni-Filho, E. 2009. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the upper Uruguay river, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(4): 933-944.

Hilsdorf, A.W.S; Moreira, R.G (2008) Piracema, por que os peixes migram? *In Scientific American Brasil*, 79: 76-80.

Houde, E.D. 2008. Emerging from Hjort's shadow. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 41: 53-70.

Hurd, L.; Sousa, R.G.C.; Siqueira-Souza, F.K.; Copper, G.J.; Freitas, C.E.C. 2016. Amazon floodplain fish communities: Habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. *Biological Conservation*, 195: 118-127.

Isaac, V.J.; Ruffino, M.L. 2000. Informe estatístico do desembarque pesqueiro na cidade de Santarém. *In: Ruffino, M.L. (Ed). Recursos pesqueiros do médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira*. IBAMA /PróVárzea. p. 225-280.

Isaac, V.J.; Silva, C.O.; Ruffino, M.L. 2008. The artisanal fishery fleet of the lower Amazon. *Fisheries Management and Ecology*, 15: 179-187.

Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fishers and Aquatic*, 106: 110-127

Junk, W.J. 1997. Structure and function of the large Central Amazonian river floodplain: Synthesis and Discussion. *In: Junk, W.J. (Ed). The Central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system*. Springer, Berlin. p. 455-472.

Junk, W.J. 2000. The Central Amazon River Floodplain: Concepts for the Sustainable Use of its Resources. *In: Junk, W.J.; Ohly, J.J.; Piedade, M.T.F.; Soares, M.G.M. (Eds). The Central*

Amazon Floodplain: actual use and options for a sustainable management. Blackhuys Publishers, Leiden. p. 76-94.

Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Schöngart, J.; Wittmann, F.A. 2012. A classification of major natural habitats of Amazonian white water river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, 20(6): 461-475.

Karydis, M.; Tsirtsis, G, 1996. Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. *The Science of the Total Environment*, 186(1): 209-219.

King, M.G. 1995. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. England: Fishing News Books. 341pp.

King, A.J.; Humphries, P.; Lake, P.S. 2003. Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(7): 773-786.

Leite, R.G.; Araújo-Lima, C.A.R.M. 2002. Feeding of the *Brycon cephalus*, *Tripottheus elongatus* and *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Characiformes) larvae in Solimões/Amazonas River and floodplain areas. *Acta Amazonica*, 32(3): 129-147.

Leite, R.G.; Silva, J.V.V.; Freitas, C.E. 2006. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 36(4): 557-562.

Leite, R.G.; Canãs, C.; Forsberg, B.; Barthem, R.; Goulding, M. 2007. *Larvas dos grandes bagres migradores*. Lima: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia / Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica, 127pp.

Lévêque, C.; Oberdorff, T.; Paugy, D.; Stiassny, M.L.J.; Tedesco, P.A. 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1): 545-567.

- Lima, A.C.; Araújo-Lima, C.A.R.M. 2004. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Fresh water Biology*, 49(6): 787-800.
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo. EDUSP. 535pp.
- Maciel, H.M, 2010. *Reprodução de espécies de peixes em lago de várzea, Manacapuru, AM*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 86pp.
- Magoulick, D.D.; Kobza, R.M. 2003. The role of refugia for fishes during drought: a review and synthesis. *Fresh water Biology*, 48: 1186–1198.
- Magurran, A.E. 2003. *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell Press. 255pp.
- Martinez, G.B. 2003. Sistema alternativo e sustentável de recuperação e produção em áreas de várzea. IBAMA. *Revista Jirau*, 3: 9-10.
- McCune, B.; Grace J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Oregon, USA: MjM Software Design. 304pp.
- Melack, J.M.; Novo, E.M.L.M.; Forsberg, B.R.; Piedade, M.T.F.; Maurice, L. 2009. Floodplain ecosystem processes. In: Keller, M.; Bustamente, M.J.G.; Dias P.J. (Eds). *Amazonia and global change Geophys*. Monograph Ser. 186. American Geophysical Union, Washington. p. 25-541.
- Mendonça, M.M.; Picapedra, P.H.S.; Ferronato, M.C.; Sanches, P.V. 2005. Diel vertical migration of predators (planktivorous fish larvae) and prey (zooplankton) in a tropical lagoon. *Iheringia Série Zoologia*, 105(2): 174-183.
- Mérona, B.; Juras, A.A; Santos, G.M.; Cintra, I. H.A. 2010. *Os peixes e a pesca no baixo Rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí*. 208pp.
- Morgan, M.J. 2004. The relationship between fish condition and the probability of being mature in American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *ICES Journal of Marine Science*, 61: 64-70.

Mounic-Silva, C.E.; Leite, R.G. 2013. Abundance of young-of-the-year migratory Characiforms in floodplain areas of the middle Solimões-Amazon River at flooding 2007/2008. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(1): 118-124.

Murua, H., Saborido-Rey, F. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 23-31.

Nakatani, K. 1994. *Estudo do ictioplâncton no reservatório de Itaipu (Rio Paraná- Brasil): levantamento das áreas de desova*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 253pp.

Nakatani, K.; Agostinho, A.A.; Baumgartner, G.; Bialecki, A.; Sanches, P.V.; Makrakis, M.C.; Pavanelli, C.S. 2001. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. EDUEM, Maringá. 378pp.

Nascimento, F.L.; Araújo-Lima, C.A.R.M. 1993. Descrição de larvas de *Psectrogaster amazônica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 23(4): 457-472.

Nascimento, F.L.; Araújo-Lima, C.A.R.M. 2000. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, *Boletim de Pesquisa*, 19p.

Nascimento, F.L.; Nakatani, K. 2006. Relações entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 28(2): 117-122.

Neiff, J.J. 1990. Ideas para la interpretación Ecológica del Paraná. *Interciencia*, 6: 424-441.

Neiff, J.J. 2001. Diversity in some tropical wetland systems of South America. In: Gopal, B.; Junk, W.; Davis, B. (Eds). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden, Backhuys Publishers. p. 1-60.

Neuberger, A.L. 2010. *Identificação das guildas reprodutivas de peixes da Amazônia Brasileira*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Tocantins. Tocantins. 125pp.

Neves dos Santos, R.; Ferreira, E.J.G.; Amadio, S. 2008. Effect of seasonality and trophic group on energy acquisition in Amazonian fish. *Ecology of Freshwater Fish*, 17:340–348.

Oksanen, J.; Blanchet, F.; Kindt, R. 2016. *Vegan: Community ecology package*. R Package Version 2.4-1.

Oliveira, C.; Avelino, G.S.; Abe, K.T.; Mariguela, T.C.; Benine, R.C.; Ortí, G.; Vari, R.P.; Castro, R.M.C. 2011. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evolutionary Biology*, 11(275): 1-25.

Oliveira, C.; Sánchez-Vázquez. 2010. Reproduction Rhythms in Fish. *In: Kulczykowska, E.; Popek, W.; Kappor, B.G. (Eds). Biological clock in fish. Science Publishers. New York. p. 185-216.*

Oliveira, E.C. 2000. Distribuição sazonal das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Osteichthyes: Serrasalminidae) na costa do Catalão, rio Amazonas, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 30(1): 155-166.

Oliveira, E.C.; Ferreira, E.J.G. 2002. Ocorrência de ovos e larvas de characiformes migradores no rio Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 32(1): 163-168.

Oliveira, E.F.D.; Goulart, E. 2000. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, 22(2): 445-453.

Oliveira, M.R.; Morais, A.L. S.; Silva, A.M.; Lima, J.T.A.X.; Carvalho, M.M.; Chellappa, N.T.; Chellappa, S. 2015. Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. *Holos*, 6: 107-122.

Orsi, M.L.; Almeida, F.S.; Swarça, A.C.; Claro-Garcia, A.; Vianna, N.C.; Garcia, D.A.Z.; Bialecki, A. 2016. *Ovos, larvas e juvenis dos peixes da Bacia do Rio Paranapanema uma avaliação para a conservação*. Triunfal Gráfica e Editora, Assis, São Paulo. 136pp.

Ortega, J.C.G.; Dias, R.M.; Petry, A.C.; Oliveira, E.F.; Agostinho, A.A. 2015. Spatio-temporal organization patterns in the fish assemblages of a Neotropical floodplain. *Hydrobiologia*, 745(1): 31-41.

Petry, A.C.; Abujanra, F.; Piana, P.; Júlio Jr., H.F.; Agostinho, A.A. 2004. Fish assemblages of the seasonally isolated lagoons of the Upper Paraná River Floodplain. In: Agostinho, A.A.; Rodrigues, L.; Gomes, L.C.; Thomaz, S.M.; Miranda, L.E. (Orgs.). *Structure and functioning of the Paraná River and its Floodplain*. Maringá. Eduem. p. 131-137.

Petry, P.; Bayley, P.B.; Markle, D.F. 2003. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. *Journal of Fish Biology*, 63: 547-579.

Picapedra, P.H.S.; Lansac-Tôha, F.A.; Bialecki, A. 2015. Diel vertical migration and spatial overlap between fish larvae and zooplankton in two tropical lakes, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 75(2): 352-361.

Pichler, H.A. 2005. *A ictiofauna em planícies de maré da Baía dos Pinheiros, Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. Paraná. 58pp.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.

Pinheiro, D.T.; Corrêa, J.M.S.; Chaves, C.S.; Campos, D.P.F.; Ponte, S.C.S.; Zacardi, D.M. 2016. Diversidade e distribuição da ictiofauna associada a bancos de macrófitas aquáticas de um lago de inundação amazônico, estado do Pará, Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4(2): 59-70.

Piraquive, E.F.P.; Duque, S.R.; Sabogal, A. 2015. Estructura trófica del ansamblaje íctico de los lagos de Yahuaraca, Amazonas, Colombia. *Mundo Amazônico*, 6(2): 67-85.

- Pompeu, P.S.; Godinho, H.P. 2003. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco. *In: Godinho, H.P.; Godinho, A.L. (Eds). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC-Minas. p. 183-194.
- Ponte, S.C.S.; Silva, A.J.S.; Zacardi, D.M. 2017. Áreas de dispersão e berçário para larvas de Curimatidae (Pisces, Characiformes), no trecho baixo do rio Amazonas, Brasil. *Interciência*, 42(11): 727-732.
- Pouilly, M.; Rodríguez, M.A. 2004. Determinism of fish assemblage structure in neotropical floodplain lakes: Influence of internal and landscape lake conditions. *In: Welcomm, R.; Peter, T. (Eds). Proceedings of the second international symposium on the management of large rivers for fisheries: sustaining livelihoods and biodiversity in the New Millennium*. Bangkok: RAP Publication. p. 243-265.
- Queiroz, H.L.; Crampton, W.G.R. 1999. *Estratégias de Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá*. SCM, MCT-CNPq. Brasília, DF. 197pp.
- Ré, P. 1999. *Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica: guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos*. Lisboa, 163pp.
- Ré, P.; Meneses, I. 2009. Early stages of marine fishes occurring in the Iberian Peninsula. Lisboa: IMAR/University Lisboa: IPIMAR, 282pp.
- Rengifo, B. 2007. Diversidad de peces en la cuenca del Alto Yuruá (Ucayali, Perú). *Revista Peruana de Biología*, 13(3): 195-202.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, Jr., C.J. 2003. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre, EDIPUCRS, 742p.
- Reynalte-Tataje, D.A.; Agostinho A.A.; Bialecki, A.; Hermes- Silva, S.; Fernandes, R.; Zaniboni-Filho, E. 2012. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 94: 03–419.

- Reynalte-Tataje, D.A.; Agostinho, A.A.; Bialecki, A. 2013. Temporal and spatial distributions of the fish larval assemblages of the Ivinheima River sub-basin (Brazil). *Environmental Biology of Fishes*, 96(7): 811-822.
- Rojas, M.; Olivera, R.; Quispe, R.; Ortega, H. 2007. Estudio preliminar de ictioplancton de la Amazonia peruana con énfasis en la familia Pimelodidae. *Revista Peruana de Biología*, 13(3): 263-265.
- Saint-Paul, U.; Zuanon, J.; Villacorta-Correa, M.A.; Garcia, M.; Fabré, N.N.; Berger, U.; Junk, W.J. 2000. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 235-250.
- Sánchez-Botero, J.I.; Araújo-Lima, C.A.R.M. 2001. As macrófitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas. *Acta Amazonica*, 31(3): 437-447.
- Santos, G.M.; Santos, A.C.M. 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(54): 165-182.
- Silva, M.T.; Pereira, J.O.; Vieira, L.J.S.; Petry, A.C. 2013. Hydrological seasonality of the river affecting fish community structure of oxbow lakes: A limnological approach on the Amapá Lake, southwestern Amazon. *Limnologica*, 43: 79-90.
- Soares, M.G.M.; Silva, F.R.; Anjos, H.D.B.; Prestes, L.; Bevilaqua, D.R.; Campos, C. 2009. Ambientes de pesca e a ictiofauna do complexo lacustre do lago Grande de Manacapuru, AM: composição taxonômica e parâmetros populacionais. In: Fraxe, T.J.P.; Witkoski, A.C. (Eds). *A pesca na Amazônia Central: Ecologia, conhecimento tradicional e formas de manejo*. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas. p. 77-178.
- Sousa, R.G.C.; Freitas, C.E.C. 2008. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões river, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6(2): 249-255.
- Souza, A.S.; Camargo, S.A.F.; Camargo, T.R.L. 2012. A pesca na Amazônia Brasileira. In: Camargo, S.A.F.; Camargo, T.R.L (Eds). *Direito, política e manejo pesqueiro na bacia Amazônica*. São Carlos. p. 1-18.

Stratoudakis, Y.; Bernal, M.; Konstantinos, G.; Uriate, A. 2006. The daily egg production method: recent advances, current applications and future challenges. *Fish and Fisheries*, 7: 35–57

Ter Braak, C.J.F.; Smilauer, P. 2002. Canoco Reference manual and Cano Draw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination, version 4.5. Ithaca, Microcomputer Power.

Thomaz, S.M.; Roberto, M.C.; Bini, L.M. 1997. Fatores limnológicos abióticos e clorofila-a: caracterização dos habitats e influência do pulso de inundação. In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (Eds). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá. EDUEM. p. 371-394.

Thomaz S. M.; L. Bini, M.; Bozelli, R. L. 2007. Flood increase similarity among aquatic habitat in river - floodplain systems. *Hydrobiologia*, 579: 1–13.

Vaz, E.M.; Rabelo, Y.G.S.; Corrêa J.M.S.; Zacardi, D.M. 2017. A pesca artesanal no lago Maicá: aspectos socioeconômicos e estrutura operacional. *Biota Amazônia*, 7(4): 6-12.

Vazzoler, A.E.A. 1996. *Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e prática*. EDUEM, Maringá. 169pp.

Vega-Corredor, M.C.F. 2004. *Influência das variações temporais da disponibilidade relativa de habitats sobre a comunidade de peixes em um lago de várzea da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 89pp.

Venturieri, R.; Bernardino, G. 1999. Hormônios na reprodução artificial de peixes. *Panorama da Aquicultura*, 9(55): 339-48.

Wanderley, L.J.M. 2009 Conflitos e impactos ambientais na exploração dos recursos minerais na Amazônia. *Revista do departamento de Geografia da PUC-Rio*. 2(3): 1-26.

Welcomme, R.L. 1979. *Fisheries Ecology of Floodplain Rivers*. Second edition. London: Longman Press. 317pp.

Winemiller, K.O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81: 225-241.

Winemiller, K.O.; Jepsen, D.B. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs *Journal of Fish Biology*, 53 (Supplement A): 267-296.

Winemiller, K.O.; Rose, K.A. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(10): 2196-2218.

Worthington, T.A.; Brewer, S.K.; Farless, N.; Grabowski, T.B.; Gregory, M.S. 2014. Interacting Effects of Discharge and Channel Morphology on Transport of Semibuoyant Fish Eggs in Large, Altered River Systems, *PLoS One*, 9(5): 1-9.

Zacardi, D.M. 2014. *Abundância e distribuição espaço-temporal de ovos e larvas de peixes de interesse econômico no médio rio Solimões e baixo rio Japurá, Amazônia Central, Brasil*. Tese Doutorado, Universidade Federal do Pará. Belém, 121pp.

Zacardi, D.M.; Sobrinho, A.F.; Silva, L.M.A. 2014. Composição e distribuição de larvas de peixes de um afluente urbano na foz do rio Amazonas, Brasil. *Actapesca*, 2(2): 1-16.

Zacardi, D.M.; Ponte, S.C.; Ferreira, L.C.; Lima, M.A.S.; Silva, A.J.S.; Chaves, C.S. 2017. Diversity and spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the lower Amazon River, Brazil. *Biota Amazonia*, 7(2): 12-20.

Ziober, S.R.; Bialezki, A.; Gomes, L.C.; Kipper, D. 2007. The importance of a marginal lagoon as a fish nursery in the upper Paraná River floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(4): 369-381.

Zitek, A.; Schmutz, S.; Pioner, E.A. 2004. Fish drift in a Danube sideam-system; II Seasonal and diurnal patterns, *Journal of Fish Biology*, 65: 1339-1357.