



DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE LARVAS DE SCIAENIDAE (PISCES, ACANTHURIFORMES), NO TRECHO INFERIOR DO RIO AMAZONAS, AMAZÔNIA ORIENTAL, PARÁ

Claudia Sousa Chaves^{1}, Lucas Silva de Oliveira¹, Ruineris Almada Cajado¹, Silvana Cristina Silva da Ponte¹ & Diego Maia Zacardi¹*

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton, Av. Mendonça Furtado, 2946, CEP 68040-070, Fátima, Santarém, PA, Brasil.

E-mails: claudiasousa.c@hotmail.com (*autor correspondente); lucasmcpa@gmail.com; ruineris.cajado@gmail.com; dmzacardi@hotmail.com

Resumo: Os peixes da família Sciaenidae estão entre as espécies mais comercializadas nos portos de Santarém, Baixo Amazonas, apresentando grande importância econômica e social para a região. O estudo objetivou verificar a distribuição espaço-temporal de larvas de Sciaenidae durante amostragens mensais realizadas de janeiro a dezembro de 2013 no entorno da ilha das Marrecas, no trecho inferior do rio Amazonas próximo ao município de Santarém, estado do Pará, Brasil. O material biológico foi obtido com uma rede de plâncton cônico-cilíndrica (malha de 300 µm). Uma Análise de Variância foi utilizada para verificar diferenças de densidade larval entre as estações de coleta e meses de amostragem e uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) para verificar a possível relação entre as variáveis ambientais e a densidade de larvas de scienídeos. Foram capturadas 1.018 larvas de Sciaenidae, das quais 91,3% foram identificadas como *Plagioscion squamosissimus*, seguida por *Plagioscion auratus* (6,4%) e *Pachypops fourcroyi* (2,4%). Não foi encontrada diferença significativa na variação da densidade de larvas entre as estações de coleta. O período reprodutivo e de desova neste trecho do rio Amazonas ocorreu durante dois momentos do ciclo hidrológico, um em setembro/outubro (seca), particularmente para *P. squamosissimus*, e outro em abril (enchente) para *P. auratus* e *P. fourcroyi*. Esse resultado indica que as áreas marginais do rio são locais de dispersão e agregação larval. Na CCA, o nível fluviométrico foi correlacionado negativamente com a distribuição temporal das larvas de *P. squamosissimus* em setembro, mês de menor vazão do rio, e o índice pluviométrico positivamente com as larvas de *P. fourcroyi* em abril, final do período de enchente. As margens de terras baixas e inundáveis da ilha funcionam como locais de dispersão, retenção e berçário, enfatizando a importância da manutenção da integridade destes ambientes, além de ampliar o conhecimento sobre a ictiofauna no Baixo Amazonas.

Palavras-chave: área de criação; Baixo Amazonas; conservação; larvas de pescada; variáveis ambientais.

SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION OF SCIAENIDAE (PISCES, ACANTHURIFORMES) LARVAE, IN THE LOW STRECH OF AMAZON RIVER, EASTERN AMAZONIA, PARÁ. The fishes of family Sciaenidae are among the most marketed species in the Santarém ports in lower Amazon presenting great economic and social importance for the region. The study aimed to verify the Sciaenidae larvae spatial-temporal distribution during monthly sampling realized from January to December of 2013 in the vicinity of Marrecas Island, on the lower stretch of Amazon River, next to the municipality of Santarém, state of Pará, Brazil. The biological material was obtained with conical-cylindrical plankton net (300 µm mesh size). Analysis of Variance was used to

verify larval density differences between stations and sampling months and Canonical Correspondence Analysis (CCA) to verify the possible relation between environmental variables and the density of Sciaenidae larvae. We collected 1,018 Sciaenidae larvae, of which 91.3% were identified as *Plagioscion squamosissimus*, followed by *Plagioscion auratus* (6.4%) and *Pachypops fourcroyi* (2.4%). No significant difference in larval density variation was found between stations. The reproductive and spawning period in this stretch of Amazon River occurred over two moments of the hydrological cycle, one in September/October (drought), particularly for *P. squamosissimus*, and another in April (flooding) for *P. auratus* and *P. fourcroyi*. This result indicates that the marginal areas of the river are places of dispersal and larval aggregation. In the CCA, the fluviometric level was negatively correlated with the temporal distribution of *P. squamosissimus* larvae in September, month of lower river flow, and the precipitation index was positively correlated with *P. fourcroyi* larvae in April, end of the flood period. The island's lowland and flooded shores function as dispersal, retention and nursery sites, emphasizing the importance of maintaining the integrity of these environments, as well as increasing knowledge about the ichthyofauna in the Lower Amazon.

Keywords: conservation; Lower Amazon; nursery; hake larvae; environmental variables.

INTRODUÇÃO

Na Bacia Amazônica, a variação sazonal da profundidade e o transbordamento lateral das águas brancas do canal principal dos rios sobre a planície de inundação favorecem a formação de uma série de habitats para a colonização de inúmeros organismos da flora e da fauna aquática (Goulding *et al.* 2003). Entre esses habitats, destacam-se as áreas de várzea (Claro-Jr *et al.* 2004, Junk *et al.* 2012), um dos mais importantes sistemas aquáticos em termos de biodiversidade de peixes de grande valor comercial e de produção pesqueira (Crampton 1999, Ponte *et al.* 2016).

Esse pulso de inundação e as extensas áreas de várzea fazem com que algumas regiões ao longo do trecho baixo do rio Amazonas recebam destaque pela sua produção pesqueira, como a do município de Santarém, estado do Pará, que é o principal núcleo urbano do Baixo Amazonas (Batista *et al.* 2004). Dados de Sousa (2017) revelam que a produção total desembarcada nas feiras e nos portos de Santarém durante os anos de 2011 a 2015 foi de 4.203 toneladas e, dentre os recursos pesqueiros explorados, a pescada *Plagioscion squamosissimus* (Acanthuriformes, Sciaenidae) lidera o ranking de desembarque, com cerca de 470 toneladas/ano, sendo um dos peixes mais comercializados na região.

As pescadas pertencem à família Sciaenidae, são peixes que apresentam desova parcelada, fecundação externa e não têm cuidado parental (Goulding 1980, Keith *et al.* 2000, Santos *et al.* 2006).

Durante os primeiros estágios de seu ciclo de vida, possuem hábito planctônico (Bialetzki *et al.* 2005), e os jovens conseguem rapidamente colonizar habitats, mesmo em condições ambientais desfavoráveis e sob alta pressão de predação (Isaac *et al.* 2012). Larvas de pescada já foram observadas derivando pelo leito de rios da Amazônia, principalmente próximo às suas margens, sendo posteriormente dispersas para as áreas de inundação, como furos, canais e lagos de várzea (Zacardi 2014, Zacardi *et al.* 2016), onde encontram maior disponibilidade de alimento, presença de abrigo, proteção contra predadores e condições adequadas à sobrevivência larval, maximizando o sucesso reprodutivo e, conseqüentemente, o recrutamento das espécies (Leite & Araújo-Lima 2002).

Prover informações a respeito do recrutamento de larvas, talvez, seja o fator primordial que motive os estudos ictioplanctônicos, pois são importantes para auxiliar na determinação de áreas e épocas de desova, para estabelecer medidas em prol do seu aproveitamento sustentável, assim como para o controle dos estoques pesqueiros (Miller 2002). Na literatura, existem diversos trabalhos abordando a distribuição e abundância de larvas de peixes para diversos ambientes continentais amazônicos, tais como os estudos de Oliveira (2000), Araújo-Lima *et al.* (2001), Oliveira & Ferreira (2008), Mounic-Silva & Leite (2013), Ponte *et al.* (2016) e Zacardi *et al.* (2017a) para a região da Amazônia Central; Ponte *et al.* (2016), Zacardi & Ponte (2016), Chaves *et al.* (2017), Ponte *et al.* (2017) e Zacardi *et al.* (2017b,c)

para a região da Amazônia Oriental; Rojas *et al.* (2007), Cañas & Pines (2011), Cañas & Waylen (2012) e Garcia-Davila *et al.* (2014) para a região Amazônica peruana; e Jimenez-Segura *et al.* (2010) e Pareja-Carmona *et al.* (2014a, b) para a região Amazônica colombiana. Entretanto, estudos que abordaram diretamente a variação e distribuição espacial e temporal de larvas de Sciaenidae de água doce ainda são inexistentes para a bacia amazônica.

Neste sentido, este estudo objetivou gerar informações ecológicas sobre as larvas de Sciaenidae que habitam, em suas fases iniciais do ciclo de vida, as áreas marginais no trecho baixo do rio Amazonas, enfatizando seus padrões de distribuição espacial (*i.e.*, entre estações de coleta) e temporal (*i.e.*, entre os meses de amostragem), além de verificar sua relação com as variáveis ambientais, buscando gerar informações que auxiliem nas ações de gestão, conservação e manejo destes recursos pesqueiros na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no trecho inferior do rio Amazonas, no entorno do arquipélago fluvial formado pelas ilhas das Marrecas (Figura 1), situadas entre os quadrantes dispostos nas latitudes $2^{\circ}12'41,86''$ S e $2^{\circ}18'52,90''$ S, e longitudes $54^{\circ}45'42,49''$ W e $54^{\circ}43'11,89''$ W. Esta região é caracterizada por uma planície do tipo aluvial, no município de Santarém, estado do Pará, Brasil.

O ciclo anual de chuvas na região apresenta grande sazonalidade, as estações chuvosas coincidem com os meses de dezembro a junho, e as menos chuvosas com os meses de julho a novembro (Costa *et al.* 2013). A oscilação média do nível do rio é marcada pelo pulso de inundação local, caracterizando quatro momentos do ciclo hidrológico: enchente (dezembro a abril), cheia

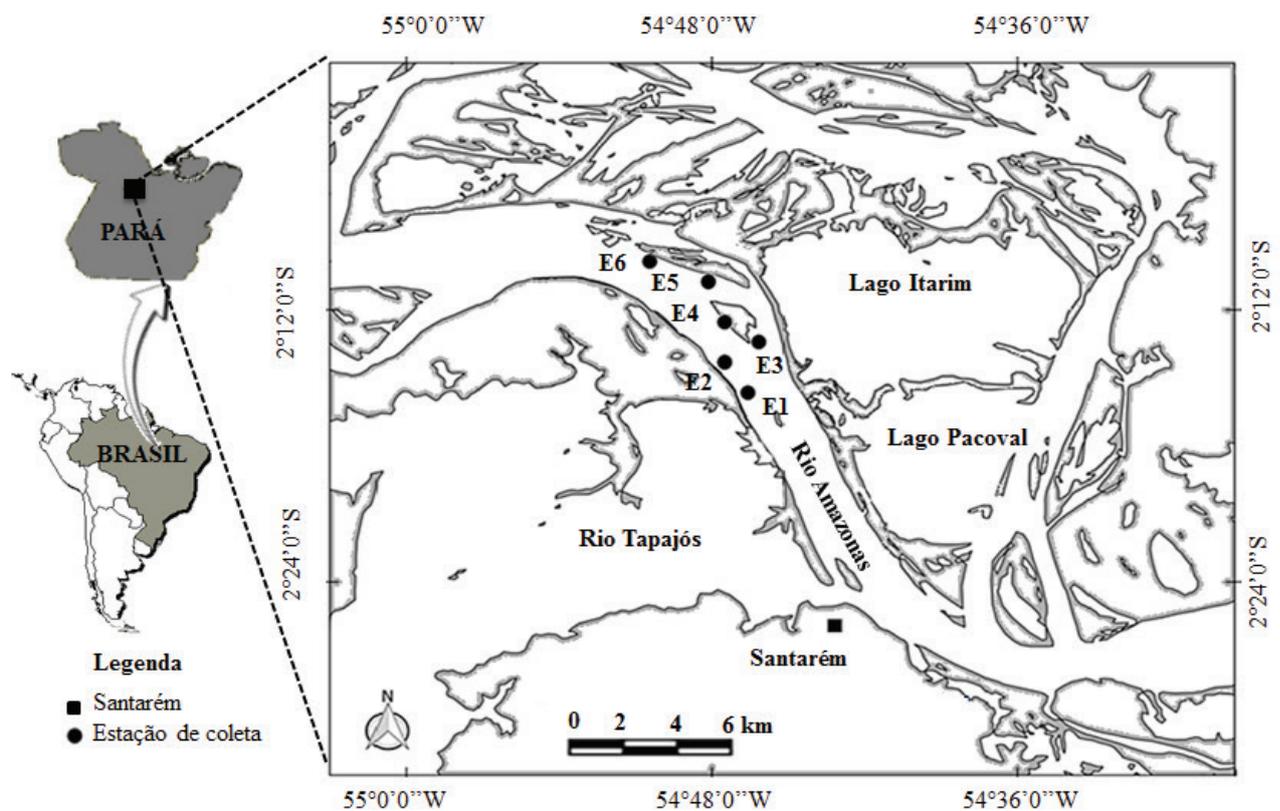


Figura 1. Localização da área de estudo, com destaque para as estações de coleta ao longo do trecho inferior do rio Amazonas, no entorno do arquipélago formado pelas ilhas das Marrecas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil.

Figure 1. Location of studied area, highlighting the sampling stations along the lower stretch of Amazon River, in the vicinity of the archipelago formed by Marrecas Island, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil.

(maio a junho), vazante (julho a setembro) e seca (outubro/novembro) (Bentes *et al.* 2018).

O trecho de estudo abrangeu aproximadamente 12 km no sentido jusante à montante, com amostragens em seis estações de coleta, compreendendo dois segmentos e três diferentes tipos de ambientes: segmento 1 – ambientes semilóticos, que apresentam baixa correnteza, como (a) áreas próximas a restingas (E1 e E5), constituindo uma região de vegetação rasteira com uma faixa arenosa de deposição ao longo do rio, e (b) enseadas (E2 e E3), constituindo ambientes arenosos com padrão de curvatura definido em função da quantidade de sedimentos e da hidrodinâmica local; e 2 - (c) ambientes lóticos, como áreas próximas a barrancos (E4 e E6), que são regiões turbulentas e caracterizadas por processo constante de erosão do solo das margens, e pelo transporte de seus sedimentos provocados pela forte correnteza do rio.

Os habitats amostrados foram caracterizados em função da topografia, hidrodinâmica e profundidade próxima da margem de acordo com Oliveira (2003). Não foi considerada a existência de vegetação nestes habitats porque as coletas foram realizadas no canal principal do rio entre 5 e 15 m de distância da margem.

Coleta do material biológico

As coletas foram realizadas mensalmente em cada uma das seis estações (E1 a E6), no período de janeiro a dezembro de 2013, a bordo de uma embarcação local, utilizando-se rede de plâncton cônico-cilíndrica de boca circular, aro de 60 cm e malha de 300 μm . A rede foi equipada com um fluxômetro mecânico para medir o volume de água filtrada, a qual foi arrastada horizontalmente na subsuperfície da coluna d'água por aproximadamente cinco minutos. Os arrastos ocorreram nos períodos diurno (07:00 às 18:00 h) e noturno (20:00 às 02:00 h), totalizando 12 coletas por mês, perfazendo 144 amostras ao final do estudo. Após cada arrasto, as amostras foram acondicionadas e fixadas em formol a 10% tamponado com carbonato de cálcio em potes de polietileno de 500 ml devidamente etiquetados e transportados para análise em laboratório.

As variáveis ambientais de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/L) e potencial hidrogeniônico

foram mensurados *in loco* por meio de medidor multiparâmetro portátil digital (Hanna HI – 9828), seguindo a mesma sequência e a mesma metodologia foi executada em todas as estações e meses de amostragem. Os dados de índice pluviométrico foram fornecidos pela estação meteorológica (n° 0025000) da Agência Nacional de Águas (ANA), localizada no município de Santarém, e os dados do nível fluviométrico obtidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN, Marinha do Brasil).

Processamento das amostras

Em laboratório, o material biológico foi triado, separando as larvas do material em suspensão, dos detritos e do plâncton total, com auxílio de pinças e placas de Petri, sob microscópio estereoscópico. Posteriormente, as larvas de Sciaenidae foram quantificadas e identificadas, ao menor nível taxonômico. Dentre os caracteres utilizados na identificação, foram considerados a obtenção da sequência regressiva de desenvolvimento dos indivíduos, características morfológicas como a forma do corpo, presença ou ausência de barbelos e espinhos, sequência de formação e disposição das nadadeiras, posição da abertura anal em relação ao corpo e pigmentação. Também foi utilizada a contagem de caracteres merísticos (*i.e.*, número de miômeros e raios das nadadeiras, quando presentes e visíveis) e morfometria, assim como proposto e descrito por Nakatani *et al.* (2001) e Zacardi & Bittencourt (2017). Os espécimes identificados foram armazenados em frascos de vidro contendo formalina a 4% e etiquetados para constituir uma coleção de referência no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Análise dos dados

Para a análise da distribuição espaço-temporal, a abundância das larvas foi padronizada para um volume de 10 m^3 de acordo com Tanaka (1973) e modificado por Nakatani *et al.* (2001). Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, utilizando o software Systat v. 12.0 (Wilkinson 2007). Todos os dados de densidade de larvas e das variáveis ambientais, com exceção do pH, foram logaritimizados em

[$\log_{10}(x+1)$] para alcançar os pressupostos de normalidade e linearizar as variâncias (Peters 1986).

Posteriormente, para verificar as variações na distribuição espacial (*i.e.*, entre estações de coleta) e temporal (*i.e.*, entre os meses de amostragem) da densidade de larvas, foi utilizada a Análise de Variância de dois fatores (ANOVA bifatorial), considerando as estações e os meses de amostragem como fatores independentes. O teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado sempre que diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) foram detectadas, utilizando o *software* Statistica 7.0 para as análises (STATSOFT 1999).

A relação entre as variáveis ambientais e a distribuição da densidade de larvas foi avaliada por meio da Análise de Correspondência Canônica (CCA). Os dados de densidade foram submetidos à transformação de Hellinger (Legendre & Gallagher 2001), a fim de reduzir a dominância de poucas espécies em detrimento de outras. A inclusão de variáveis na CCA foi baseada no procedimento de seleção automática e o nível de significância foi estimado pelo teste de Monte Carlo (9.999 permutações; $\alpha \leq 0,05$), utilizando o *software* CANOCO 4.5 (TerBraak & Smilauer 1998).

RESULTADOS

No total foram capturadas 1.018 larvas pertencentes à família Sciaenidae, classificadas em três espécies: *Plagioscion squamosissimus*, *Plagioscion auratus* e *Pachypops fourcroyi* (Figura 2). As larvas de *P. squamosissimus* predominaram na área de estudo com 91,3% do total de larvas capturadas, sendo responsável pelas maiores abundâncias em todas as estações e meses de amostragem (Tabela 1).

Não foi encontrada diferença significativa na variação da densidade de larvas entre as estações de coleta (Figura 3). Quanto à distribuição temporal, apenas a densidade de larvas de *P. squamosissimus* diferiu ao longo dos meses do ano (ANOVA; $F = 1,12$; $p = 0,02$). Foram observados dois picos de abundância para essa espécie, o primeiro no mês de abril, ao final da enchente, e o segundo nos meses de setembro e outubro, no período da vazante e seca (Teste de Tukey, $p < 0,05$; Figura 4).

A CCA explicou 47,6% da variação da densidade de larvas em função das variáveis ambientais. O eixo 1 (autovalor = 0,386) explicou 36% da variação

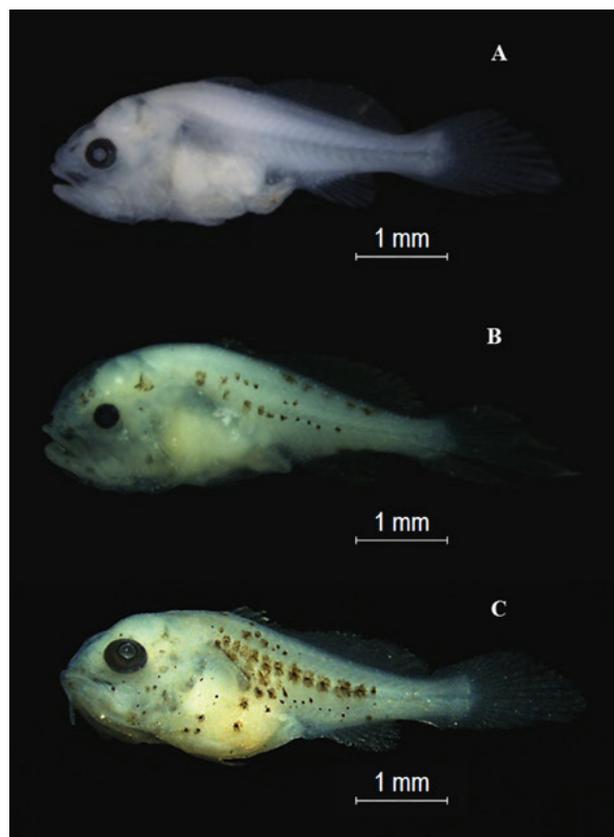


Figura 2. Larvas de Sciaenidae capturadas de janeiro a dezembro de 2013, no trecho inferior do rio Amazonas, no entorno do arquipélago das ilhas das Marrecas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil. (A) *Plagioscion squamosissimus*, (B) *Plagioscion auratus* e (C) *Pachypops fourcroyi* (Escala= 1 mm).

Figure 2. Sciaenidae larvae caught from January to December 2013 in the lower stretch of the Amazon River, near Marrecas Island Archipelago, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil. (A) *Plagioscion squamosissimus*, (B) *Plagioscion auratus* e (C) *Pachypops fourcroyi* (Scale = 1 mm).

dos dados e o eixo 2 (autovalor 0,092) explicou 44,8% (Tabela 2), sendo estes eixos retidos para interpretação. O teste de Monte Carlo indicou correlação significativa ($p = 0,02$) entre a matriz de densidade das espécies e as variáveis ambientais. Dentre as variáveis ambientais, apenas o nível fluviométrico foi correlacionado negativamente com a distribuição temporal das larvas de *P. squamosissimus* em setembro, mês de menor vazão do rio, e o índice pluviométrico foi correlacionado positivamente com as larvas de *P. fourcroyi* em abril, final do período de enchente do rio (Figura 5).

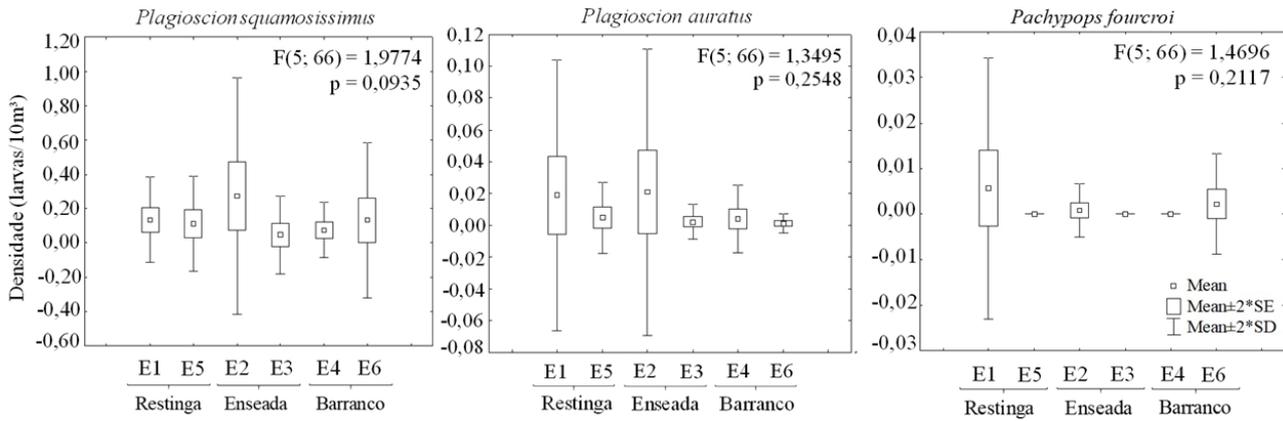


Figura 3. Variação espacial da densidade de larvas de Sciaenidae, capturadas de janeiro a dezembro de 2013, no entorno do arquipélago das ilhas das Marrecas, no trecho inferior do rio Amazonas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil. (E1 e E5 – estações próximas a áreas de restingas; E2 e E3 – estações próximas a enseadas; E4 e E6 – estações em áreas de barrancos).

Figure 3. Spatial variation in Sciaenidae larvae density caught from January to December 2013, around Marrecas Island Archipelago, in the lower stretch of the Amazon River, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil. (E1 and E5 – stations close to sandbank areas; E2 and E3 – stations close to coves; E4 and E6 – stations in ravines areas).

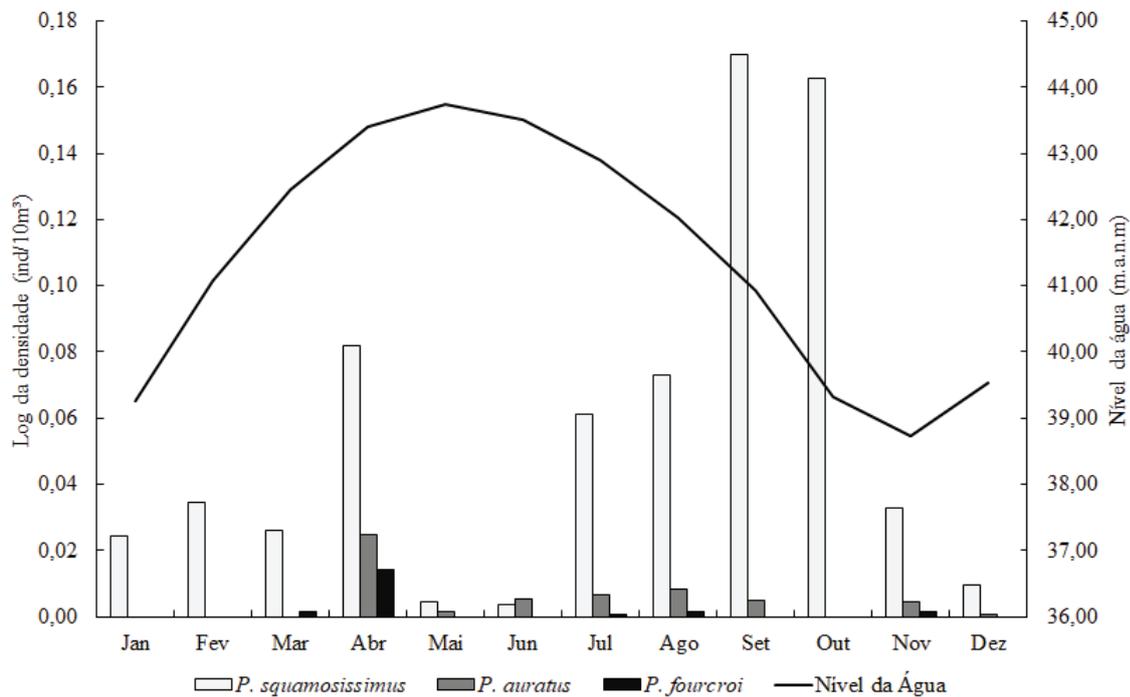


Figura 4. Variação temporal da densidade média de larvas de Sciaenidae e nível da água (m.a.n.m = metros acima do nível do mar), durante os meses de janeiro a dezembro de 2013, no trecho inferior do rio Amazonas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil.

Figure 4. Temporal variation of Sciaenidae larvae average density and water volume (masl = meters above sea level), between January and December 2013, in the lower stretch of the Amazon River, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil.

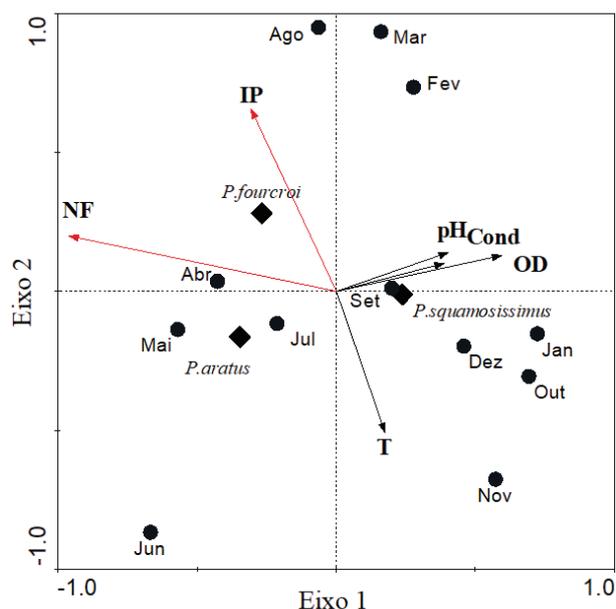


Figura 5. Análise de Correspondência Canônica entre as variáveis ambientais com a densidade de larvas de Sciaenidae nos meses amostrados, durante os meses de janeiro a dezembro de 2013, no entorno das ilhas das Marrecas, Baixo Amazonas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil. (Cond- condutividade elétrica, IP- índice pluviométrico, NF- nível fluviométrico, OD- oxigênio dissolvido, pH e T- Temperatura da água).

Figure 5. Canonical Correspondence Analysis between environmental variables and Sciaenidae density larvae in the months sampled, from January to December 2013, near Marrecas Island, Lower Amazon, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil (Cond - electrical conductivity, IP- precipitation index, NF- fluviometric level, OD- dissolved oxygen, pH and T - water temperature).

DISCUSSÃO

A predominância das larvas de *P. squamosissimus* em relação *P. auratus* e *P. fourcroyi* pode ser atribuída à característica oportunista comum dessa espécie, pois além de apresentar grandes populações de adultos, possui alta fecundidade e baixa mortalidade larval (Araújo-Lima & Oliveira 1998, Bennemann *et al.* 2011, Rocha *et al.* 2015). Esse conjunto de fatores contribui para a elevada quantidade de larvas e para o sucesso reprodutivo da espécie, como observado por Kipper *et al.* (2011) em ambiente de reservatório. As altas concentrações de larvas de Sciaenidae registradas ao longo de toda a margem do trecho de rio estudado podem estar ligadas às

condições intermediárias existentes entre sistema lótico e lêntico, que apresentam como característica águas calmas ou de menor correnteza e pouca profundidade. Estas regiões oferecem maior possibilidade de obtenção de recursos alimentares e estabilidade trófica, um conjunto de condições favoráveis para o desenvolvimento e para a sobrevivência das larvas (Zacardi *et al.* 2017c). A presença das larvas na região marginal também garante maior possibilidade de os indivíduos serem transportados e alcançarem facilmente as áreas recentemente inundadas, como lagos de várzea largamente utilizados como áreas de proteção e berçário por diversas espécies de peixes amazônicos (Leite & Araújo-lima 2000, Zacardi 2014, Zacardi *et al.* 2017a, 2017b). Isso ressalta a importância das zonas marginais, independentemente das suas fisiografias (restingas, barrancos e enseadas), para a dispersão e desenvolvimento das fases iniciais do ciclo de vida dos cienídeos.

Diversos estudos registram a reprodução dos peixes amazônicos estreitamente relacionada com a flutuação do nível d'água, regulando o ciclo biológico dos peixes, o que funciona como gatilho e contribui com o estímulo para o desencadeamento das desovas (Santos 1982), que podem ser antecipadas ou prolongadas, de acordo com as variações ambientais (Vieira *et al.* 2002, Batista & Lima 2010). Essas condições normalmente estão associadas aos primeiros meses de inundação e ao início da época de chuvas, as quais são responsáveis pelo carreamento de nutrientes e incremento de alimentos para os peixes (Lowe-Mcconnell 1999), momento em que se encontra a maior concentração de larvas derivando em áreas marginais nos rios de águas brancas (Leite & Araújo-Lima 2002, Leite *et al.* 2006), realidade também observada no presente estudo para as espécies de *P. auratus* e *P. fourcroyi*. Diferentemente, as larvas de pescada branca *P. squamosissimus* foram encontradas durante todo o ano, com evidência de pico reprodutivo concentrado nos meses de setembro e outubro, momento de redução do nível do rio (período de vazante). Essa estratégia reprodutiva corrobora os resultados de Canelós & Benedito-Cecilio (2002) e Rocha *et al.* (2006) que encontraram indivíduos adultos de *P. squamosissimus* com gônadas maduras neste mesmo período.

Outro fator que poderia justificar a ocorrência de larvas de *P. squamosissimus* durante os

Tabela 1. Classificação taxonômica e densidade das larvas de Sciaenidae (larvas.10m⁻³), coletadas de janeiro a dezembro de 2013 no trecho baixo do Rio Amazonas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil. N = número total de indivíduos; Ar = abundância relativa.

Table 1. Taxonomic classification and density of larvae of Sciaenidae (larva.10m⁻³), collected from January to December 2013 in the lower stretch of the Amazon River, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil. N = total number of individuals; Ar = relative abundance.

Espécie	Habitat	Estação	N	Ar (%)	Meses de coleta											
					Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	Restingas	E1	160	15,7	0,02	0,09	0,02	0,25	0,03	0,01	0,28	0,28	0,02	0,34	0,19	0,08
		E5	365	35,9	0,02	0,07	0,10	0,01	0,01	0,01	0,12	0,07	0,44	0,32	0,16	<0,01
	Enseada	E2	64	6,3	0,05	0,07	0,03	0,70	0,01	0,02	0,19	0,07	0,82	0,93	0,35	0,03
		E3	73	7,2	0,01	0,06	0,01	-	-	-	0,04	-	0,40	0,02	0,01	<0,01
	Barranco	E4	170	16,7	0,05	0,03	0,12	0,01	-	-	0,04	0,21	0,19	0,18	0,04	0,01
		E6	97	9,5	0,13	0,10	0,03	0,02	-	0,01	0,06	0,82	0,16	0,16	0,12	-
<i>Plagioscion auratus</i> (Castelnau 1855)	Restingas	E1	25	2,5	-	-	-	0,14	-	-	0,07	0,02	-	-	-	-
		E5	25	2,5	-	-	-	-	-	0,03	-	0,03	-	-	-	-
	Enseada	E2	3	0,3	-	-	-	0,15	0,01	-	-	0,03	0,06	-	-	-
		E3	3	0,3	-	-	-	0,01	-	-	-	0,02	-	-	-	-
	Barranco	E4	7	0,7	-	-	-	-	-	0,04	0,01	-	-	-	-	-
		E6	2	0,2	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,01
<i>Pachypops fourcroyi</i> (La Cépède 1802)	Restingas	E1	7	0,7	-	-	-	0,05	-	-	-	0,02	-	-	-	-
		E5	14	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Enseada	E2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-
		E3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Barranco	E4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		E6	3	0,3	0,01	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total																
			1.018	100												

Tabela 2. Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as variáveis ambientais e a densidade de larvas de Sciaenidae coletadas no trecho inferior do rio Amazonas, município de Santarém, estado do Pará, Brasil, e correlação entre as variáveis ambientais e os dois primeiros eixos da CCA. *Valores de maior correlação. Não significativo = ns.

Table 2. Canonical Correspondence Analysis (CCA) between environmental variables and the density of Sciaenidae larvae collected in the lower stretch of Amazon River, municipality of Santarém, state of Pará, Brazil, and correlation between environmental variables and the first two axes of the CCA. *High correlation values. Not significant = ns.

Descritores	Eixo 1	Eixo 2	p	F
Autovalores	0,386	0,093		
% de variação explicada	36,0	44,8		
Correlação de Pearson	0,768	0,473		
Correlação entre variáveis ambientais com os eixos da CCA				
pH	0,101ns	0,305ns	0,058	2,92
Condutividade elétrica	0,273ns	0,287ns	0,394	0,93
Temperatura da água	0,301ns	-0,502ns	0,162	1,79
Oxigênio dissolvido	-0,524ns	0,322ns	0,267	1,38
Índice pluviométrico	-0,457ns	0,565	0,020	4,22
Nível fluviométrico	-0,972*	-0,096	0,001	33,72

momentos de vazante e seca, seria o favorecimento do desenvolvimento e forrageio das larvas no canal dos rios, pois toda a matéria orgânica e demais alimentos, como o zooplâncton, gerados no interior da várzea, durante a cheia retornam ao canal principal (Mendonça *et al.* 2015, Neves *et al.* 2015, Picapedra *et al.* 2015), facilitando a busca e a disponibilidade de recursos alimentares, maximizando o crescimento e a sobrevivência larval.

No presente estudo, o nível fluviométrico e o índice pluviométrico exerceram forte influência na distribuição das larvas de *P. auratus* e *P. fourcroi*. O aumento do nível da água do rio e da quantidade de chuvas na região podem estar relacionados ao ciclo anual de maturação gonadal dessas espécies. Esses fatores favorecem um grande aporte de detritos orgânicos, originando uma maior disponibilidade quantitativa e qualitativa de alimentos (Junk *et al.* 2012), o que pode levar inclusive a mudanças na distribuição e na composição das espécies de larvas, induzidas pelo aumento dessas variáveis. De acordo com Nakatani *et al.* (2001), essa variação sazonal dos fatores ambientais é que faz com que as condições do meio se tornem favoráveis à desova, à sobrevivência e ao desenvolvimento larval, visto que o sucesso reprodutivo não depende apenas de

um bom condicionamento físico da fêmea, mas também da ocorrência de parâmetros ambientais adequados durante os processos de maturação e fertilização dos ovos.

As margens de terras baixas e inundáveis da ilha, juntamente com suas áreas de enseadas, restingas e remansos, devem possibilitar o crescimento e maximização do recrutamento de *Psquamosissimus*, *P. auratus* e *P. fourcroi*, funcionando como locais de dispersão, retenção e berçário. Isso enfatiza a importância da manutenção da integridade destes ambientes, além de ampliar o conhecimento sobre a ictiofauna no Baixo Amazonas, cuja região é carente de informações sobre a ecologia inicial de desenvolvimento dos peixes. Assim, tornam-se imprescindíveis mais estudos científicos e monitoramentos futuros de longo prazo, considerando o status de conservação das espécies da ictiofauna local. Impactos na estrutura destes habitats podem influenciar a produção pesqueira, afetar o recrutamento, a distribuição, a ocorrência e a composição de espécies. Segundo Zacardi *et al.* (2017a), essas alterações podem acontecer devido à associação existente entre a sobrevivência dos estágios iniciais e a abundância de espécies comercialmente exploradas. Acredita-se que essas informações servirão como subsídios para

futuras ações de gestão e ordenamento pesqueiro, que visem a manutenção e recuperação destas áreas essenciais ao recrutamento dessas espécies amplamente exploradas e consumidas na região.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pelo fornecimento de bolsa de iniciação científica que possibilitou o apoio e a efetivação da pesquisa. Ao professor André Luiz Colares Canto responsável pela Coleção Ictiológica da UFOPA pela assessoria na identificação do material biológico e a equipe do Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton pela assistência em campo e com as análises laboratoriais.

REFERÊNCIAS

- Araújo-Lima, C. A. R. M., & Oliveira, E. C. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, 53(1), 297–306. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb01033.x
- Araújo-Lima, C. A. R. M., Silva, J. V. V., Petry, P., Oliveira, E. C., & Moura, S. M. L. 2001. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro, Brazil. *Journal of Biology*, 61(3), 357–362. DOI: 10.1590/S1519-69842001000300003
- Batista, V. S., Isaac, V. J., & Viana, J. P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M. L. Ruffino (Ed.), *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. pp. 63–132 Manaus: IBAMA/ProVárzea.
- Batista, V. S., & Lima, L. G. 2010. In search of traditional bio-ecological knowledge useful for fisheries co-management: the case of jaraquis *Semaprochilodus* spp. (Characiformes, Prochilodontidae) in Central Amazon, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 6, 1–9. DOI: 10.1186/1746-4269-6-15
- Bennemann, S. T., Galves, W., & Capra, L. G. 2011. Recursos alimentares utilizados pelos peixes e estrutura trófica de quatro trechos no reservatório Capivara (Rio Parapanema). *Biota Neotropica*, 11(1), 63–71. DOI: 10.1590/S1676-06032011000100006
- Bentes, K. L. S., Oliveira, L. L., Zacardi, D. M., & Barreto, N. J. C. 2018. The relationship between hydrologic variation and fishery resources at the lower Amazon, Santarém, Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(4), 1478–1489.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P. V., Baumgartner, G., & Gomes, L. C. 2005. Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, 73, 37–47. DOI: 10.1007/s10641-004-3795-3
- Cañas, C. M., & Pines, W. E. 2011. Documentation of the temporal and spatial patterns of Pimelodidae catfish spawning and larval dispersion in the Madre de Dios River (Peru): insights for conservation in the Andean-Amazon headwaters. *River Research and Applications*, 27(5), 602–611. DOI: 10.1002/rra.1377.
- Cañas, C. M., & Waylen, P. R. 2012. Modeling production of migratory catfish larvae (Pimelodidae) on the basis of regional hydro-climatology features of the Madre de Dios Basin in southeastern Peru. *Hydrological Processes*, 26, 996–1007. DOI: 10.1002/hyp.8192
- Carnelós, R. C., & Benedito-Cecílio, 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. DOI: 10.1590/S151689132002000300010
- Costa, A. C. L., Silva Junior, J. D. A., Cunha, A. C., Feitosa, J. R. P., Portela, B. T. T., Silva, G. G. C., & Costa, R. F. 2013. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na região Amazônica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6(3), 478–87.
- Chaves, C. S., Carvalho, J. S., Ponte, S. C. S., Ferreira, L. C., & Zacardi, D. M. 2017. Distribuição de larvas de Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) no trecho inferior do rio Amazonas, Santarém, Pará. *Scientia Amazonia*, 6(1), 19–30.
- Claro-Jr, L., Ferreira, E., Zuanon, J., & Araujo-Lima, C. 2004. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, 34(1), 133–137. DOI: 10.1590/S0044-59672004000100018
- Crampton, W. G. R. 1999. Os peixes da Reserva de Mamirauá: diversidade e história natural da planície alagável da Amazônia. In: H. L. Queiroz & W. G. R. Crampton (Eds.), *Estratégia para Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá*. pp. 10–36. Brasília: SCM, MCT–CNPq.

- García-Dávila, C. R., Castro-Ruiz, D., Sánchez-Ribeiro, H., Ismiño-Orbe, R., Rengifo-Trigoso, D., García-Vasquez, A., Tello-Martin, S., Chota-Macuyama, W., Duponchelle, F., & Renno, J. F. 2014. Diversidad de ictioplancton em los ríos Curaray, Arabela y Napo (Amazonia Peruana). *Folia Amazónica*, 23(1), 67–78. DOI: 10.24841/fa.v23i1.9
- Goulding, M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. Berkeley: University of California Press: p. 280.
- Goulding, M., Barthem, R., & Ferreira, E. 2003. The Smithsonian atlas of the Amazon. Washington: Smithsonian Institution Press: p. 253.
- Isaac, V. J., Fabr e, N., Silva, C. O., Ruffino, M. L., & Saint-Paul, U. 2012. Ecologia da Fauna  ctica. In: V. S. Batista & V. J. Isaac (Eds.), Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avalia o integrada. pp. 207–249. Brasília: IBAMA.
- Jimenez-Segura, L., Palacio, J., & Leite, R. G. 2010. River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena river basin, Colombia. *Ecology Freshwater Fish*, 19, 178–186. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2009.00402.x
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Sch ngart, J., & Wittmann, F. 2012. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (v rzas). *Wetlands Ecology Management*, 20(6), 461–475. DOI: 10.1007/s11273-012-9268-0
- Keith, P., Le-Bail, O. Y., & Planquette, P. 2000. Atlas des poissons d’eau douce de Guyane (tome 2, fascicule I) Siluriformes. Paris: Publications Scientifiques du Muséum National d’Histoire Naturelle: p. 286.
- Kipper, D., Bialetzki, A., & Santin, M. 2011. Taxonomic composition of the assemblage of fish larvae in the Rosana reservoir, Paranapanema River, Brazil. *Biota Neotropica*, 11(1), 421–426. DOI: 10.1590/S1676-06032011000100039
- Legendre, P., & Gallagher, E. D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129, 271–280. DOI: 10.1007/s004420100716
- Leite, R. G., & Araújo-Lima, C. A. R. M. 2000. A dieta das larvas de *Mylossoma aureum* e *Mylossoma duriventre* na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 30(1), 129–129. DOI: 10.1590/1809-43922000301147
- Leite, R. G., & Araújo-Lima, C. A. R. M. 2002. Feeding of the *Brycon cephalus*, *Triporthus elongatus* and *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Characiformes) larvae in Solimões/Amazonas River and floodplain areas. *Acta Amazonica*, 32(3), 129–147. DOI: 10.1590/1809-43922002323515
- Leite, R. G., Silva, J. V. V., & Freitas, C. E. 2006. Abundância e distribui o das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 36(4), 557–562. DOI: 10.1590/S0044-59672006000400018
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais. São Paulo: EDUSP: p. 534.
- Mendonça, M. M., Picapedra, P. H. S., Ferronato, M. C., & Sanches, P. V. 2015. Diel vertical migration of predators (planktivorous fish larvae) and prey (zooplankton) in a Tropical lagoon. *Iheringia Série Zoologia*, 105(2), 174–183. DOI: 10.1590/1678-476620151052174183
- Miller, T. 2002. Assemblages, communities, and species interactions. In: L. E. Fuimann & R. G., Werner (Eds.). The unique contributions of early life stages. pp. 183–205. Oxford: Blackwell Publishing.
- 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, 118–124. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2012.02047.x
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialetzki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C., & Pavanelli C. S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identifica o. Maring : EDUEM: p. 378.
- Neves, M., Castro, B. B., Vidal, T., Vieira, R., Marques, J. C., Coutinho, J. A. P., Gonçalves, F., & Gonçalves, A. M. M. 2015. Biochemical and populational responses of an aquatic bioindicator species, *Daphnia longispina*, to a commercial formulation of an herbicide (Primextra® Gold TZ) and its active ingredient (S-metolachlor). *Ecological Indicators*, 53, 220–230. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.01.031
- Oliveira, E. C. 2000. Distribui o das larvas de *Mylossomas aureum* e *M. duriventre* (Osteichthyes: Serrasalmidae) na Costa do

- Catalão, rio Amazonas, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 30(1), 155–166. DOI: 10.1590/1809-43922000301166
- Oliveira, E. C. 2003. Distribuição e abundância do ictioplâncton da Estação Ecológica de Anavilhanas, Rio Negro, Amazonas, Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Universidade Federal do Amazonas. p. 157.
- Oliveira, E. C., & Ferreira, E. J. G. 2008. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, Rio Negro, Amazonas State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6(4), 559–566. DOI: 10.1590/S1679-62252008000400003.
- Pareja-Carmona, M. I., Jiménez-Segura, L. F., & Ochoa-Orrego, L. E. 2014a. Variación spacio-temporal de las larvas de tres especies de peces migratorios en el cauce del río Magdalena (Colombia), durante el ciclo hidrológico 2006-2007. *Actualidades Biológicas*, 100(23), 33–38.
- Pareja-Carmona, M. I., Jiménez-Segura, L. F., Villa-Navarro, F. A., Reinoso-Flórez, G., Gualtero-Leal, D. M., & Ángel-Rojas, V. J. 2014b. Áreas de reproducción de peces migratorios en la cuenca alta del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 15(2), 40–53.
- Peters, R. K. 1986. The role of prediction in limnology. *Limnology and Oceanography*, 31(5), 143–115. DOI:10.4319/lo.1986.31.5.1143
- Picapedra, P. H. S., Lansac-Tôha, F. A., & Bialezki, A. 2015. Diel vertical migration and spatial overlap between fish larvae and zooplankton in two tropical lakes, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75, 352–361. DOI: 10.1590/1519-6984.13213
- 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.
- Ponte, S. C. S., Ferreira, L. C., Bittencourt, S. C. S., Queiroz, H. L., & Zacardi, D. M. 2016. Variação espacial e temporal das larvas de *Triporthesus* (Characiformes, Triporthetidae), no médio Rio Solimões, Amazônia Central, Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4(2), 71–81. DOI: 10.2312/actafish.2016.4.2.71-81
- Rocha, J. C., Juras, A. A., Cintra, I. H. A. & Souza, R. F. C. 2006. A Reprodução da Pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes: Sciaenidae) no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). *Boletim Técnico-Científico do Cepnor*, 6(1), 49–60, DOI: 10.17080/1676-5664/btcc.v6n1p49-60
- Rocha, A. A. F., Santos, N. C. L., Medeiros, T. N., & Severi W. 2015. Relações Tróficas entre *Acestrorhynchus britskii* (nativa) e *Plagioscion squamosissimus* (introduzida) em Sistema de Reservatório em Cascata. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(4), 917–930.
- Rojas, M., Olivera, R., Quispe, R., & Ortega, H. 2007. Estudio preliminar de ictioplâncton de la Amazonia peruana com ênfasis em la familia Pimelodidae. *Revista Peruana de Biología*, 13(3), 263–265. DOI: 10.15381/rpb.v13i3.2354
- Santos, G. M. 1982. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de “aracus” e considerações sobre o grupo no lago Janauacá, AM. (Characoidei). *Acta Amazonica*, 12(4), 71–739. DOI: 10.1590/1809-43921982124713
- Santos, G. M., Ferreira, E., & Zuanon, J. 2006. Peixes Comerciais de Manaus. Manaus: IBAMA: p. 144.
- Sousa, K. N. 2017. Feira do pescado - síntese de 5 anos de monitoramento participativo do desembarque pesqueiro (2011-2015) Santarém-PA. Relatório Técnico. Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém. p. 25.
- Statsoft. 1999. *Statistica*. Edition Quick References. Stat Soft. Tulsa, Oklahoma.
- Tanaka, S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, 122, 33–51.
- Ter-Braak, C. J. F., & Smilauer, P. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows – software for canonical community ordination (version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca, USA. 500.
- Vieira, E. F., Fabré, N. N., Sousa, K. N. S., & Araújo, L. M. S. 2002. Identificação de novas áreas de desova do jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) em microregiões da Amazônia Central. *Olam - Ciência e Tecnologia*, 2(2), 284–308.
- Wilkinson, L. 2007. *SYSTAT: the Systems for Statistics*. Version 12.0. San Jose, Software Inc.
- Zacardi, D. M. 2014. Abundância e distribuição espaço-temporal de ovos, larvas e juvenis de peixes de interesse econômico no médio rio Solimões e baixo rio Japurá, Amazônia Central,

- Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará. p. 121.
- Zacardi, D. M., Bittencourt, S. C. S., & Nakayama, L. 2016. Ichthyoplankton community in Amazon estuary with respect diel variation and tidal cycles. *Biota Amazonia*, 6(2), 32–40. DOI: 10.18561/2179-5746
- Zacardi, D. M., & Ponte S. C. S. 2016. Distribution and occurrence patterns of ichthyoplankton in the Middle River Xingu, Amazon Basin, Brazil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 9(4), 949–972. DOI: 10.17765/2176-9168
- Zacardi, D. M., & Bittencourt, S. C. S. 2017. Morphological characterization of fish larvae captured in the estuarine complex of the Pará and Paracuarí Rivers (Pará State - Brazil). *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 5(2), 78–102. DOI: 10.2312/ActaFish.2017.5.2.92-116
- Zacardi, D. M., Ponte, S. C. S., Ferreira, L. C., Lima, M. A. S., Chaves, C. S., & Silva, A. J. S. 2017b. Diversity and spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the lower Amazon River, Brazil. *Biota Amazonia*, 7(2), 12–20. DOI: 10.18561/2179-5746
- Zacardi, D. M., Bittencourt, S. C. S., Nakayama, L., & Queiroz, H. L. 2017a. Distribution of economically important fish larvae (Characiformes, Prochilodontidae) in the Central Amazonia, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 26(3), 1–9. DOI: 10.1111/fme.12222
- Zacardi, D. M., Chaves, C. S., Ponte, S. C. S., & Lima, M. A. S. 2017c. Spatial and temporal variation of Anostomid larvae (Pisces, Characiformes) in the region of Lower Amazon, Pará, Brazil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 5(1), 91–100. DOI: 10.2312/ActaFish.2017.5.1.91-100

Submetido em: 25 /05/ 2018

Aceito em: 01/04/ 2018

Publicado online: 21/04/2019

Editor Associado: Ana Cláudia Delciellos