



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

JULIANA RODRIGUES MOLICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Peckoltia oligospila* GÜNTHER, 1864
(SILURIFORMES-LORICARIIDAE) NO TRECHO MÉDIO DO RIO GUAMÁ-PA

BELÉM-Pa

2017

JULIANA RODRIGUES MOLICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Peckoltia oligospila* GÜNTHER, 1864
(SILURIFORMES-LORICARIIDAE) NO TRECHO MÉDIO DO RIO GUAMÁ-PA



Orientador (a): Dr.^a **Rossineide Martins da Rocha**

Laboratório de Ultraestrutura Celular ICB/UFPA

Co-Orientador (a): Dr.^a **Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira**

Laboratório de Imunohistoquímica e Biologia do
Desenvolvimento ICB/UFPA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

BELÉM-Pa

2017

Molica, Juliana Rodrigues

Biologia reprodutiva de *Peckoltia oligospila* Günther, 1864 (Siluriformes-Loricariidae) no trecho médio do Rio Guamá-PA / Juliana Rodrigues Molica; Orientadora, Rossineide Martins da Rocha; Co-orientadora, Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira. - 2017.

48 f. : il.

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2017.

1. Peixes - reprodução. 2. Loricarídeo - reprodução. 3. Peixe de água doce - Guamá, Rio (PA). I. Rocha, Rossineide Martins da, orientadora. II. Ferreira, Maria Auxiliadora Pantoja, co-orientadora. III. Título.

CDD - 22 ed. 597.49

JULIANA RODRIGUES MOLICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Peckoltia oligospila* GÜNTHER, 1864
(SILURIFORMES-LORICARIIDAE) NO TRECHO MÉDIO DO RIO GUAMÁ-PA

Banca Examinadora:

Dr.^a Rossineide Martins da Rocha (ICB/UFPA) - Orientadora/Presidente

Dr.^a Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira (ICB/UFPA) - Co-Orientadora

Prof.^o Dr.^o Luciano Fogaça de Assis Montag (ICB/UFPA) – Titular Membro Interno

CV: <http://lattes.cnpq.br/4936237097107099>

Prof.^a Dr.^a Simone do Socorro Damasceno Santos (ICB/UFPA) – Titular Membro Externo

CV:<http://lattes.cnpq.br/4573238690293498>

Prof.^o Dr.^o James Tony Lee (IG/UFPA) – Titular Membro Interno

CV: <http://lattes.cnpq.br/1693070833836566>

Prof.^a Dr.^a Márcia Cristina Freitas da Silva (ICB/UFPA) – Suplente Membro Externo

CV: <http://lattes.cnpq.br/1146908343728002>

Prof.^a Dr.^a Valéria Albuquerque Oliveira (UNAMA) – Suplente Membro Externo

CV: <http://lattes.cnpq.br/0793726662640165>

Dedico primeiramente a Deus que me deu forças todos os dias para lutar por este sonho. À minha família e amigos por compreenderem as ausências rotineiras. À minha avó Bernarda, pelas orações e por todos os cuidados desprendidos por todos estes anos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pai bondoso que permitiu acreditar nos meus sonhos e mesmo com tantos obstáculos e atropelos não permitiu que eu desistisse. Obrigada Pai, pela sabedoria e perseverança concedida para que eu pudesse lutar por meus objetivos, obrigada por me amparar em teus braços amorosos quando muitas vezes cai e pensei em desistir.

Agradeço à minha orientadora **Prof.^a Dr.^a Rossineide Martins da Rocha** pela confiança depositada, por acreditar em meu potencial, pelas exigências e puxões de orelha que contribuíram para o meu crescimento profissional, pelo cuidado e paciência durante estes anos desde a Iniciação Científica.

À minha Co-orientadora, **Prof.^a Dr.^a Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira** pelos muitos ensinamentos, paciência, cuidados, pelas horas de descontração e por rir das minhas piadas toscas.

Ao Prof.^o Dr.^o Marcelo Ferreira Torres e sua equipe do Laboratório de Cultivo de Espécies Ornamentais pela parceria e esforço em obter os exemplares para a realização da minha pesquisa.

À banca examinadora por ter prontamente aceitado avaliar e contribuir com o meu trabalho.

À CAPES pela bolsa concedida durante estes dois anos de mestrado.

Minha eterna gratidão à minha querida amiga de graduação, de laboratório e de vida, **Msc. Yanne Alves Mendes** pela paciência e boa vontade em compartilhar comigo todo seu conhecimento, pelas horas de risadas e companhia no trabalho, por me descontrair e rir comigo quando as coisas não estavam dando muito certo, por segurar a minha mão e não permitir que eu desistisse, por fazer parte deste trabalho e acreditar nele.

Aos meus amigos e colegas dos Laboratórios de Ultraestrutura Celular, Imunohistoquímica e Técnicas Histológicas; **Leonardo, Fabrícia, Lia, Ivana, Liziane, Caroline Montes, Josiane, Fábio, Suellem, Ruy, Efraim, Renata, Juliana Pantoja, Fernando e Breno**. Obrigada pela ajuda, paciência e amizade por todos estes anos.

Às minhas queridas e amadas cobras; **Yanne, Juliana Pantoja, Fernando, Renata e Breno** pela amizade diária, pela companhia no laboratório, pelos diversos

cafés das cobras, pelas risadas gostosas, pela companhia e lealdade nas horas de sufoco, pelos ensinamentos, pois aprendi muito com vocês e aprendo todos os dias, por compartilharem suas vidas, suas angústias e alegrias comigo. Obrigada por tornarem os dias de trabalho melhores, mais gostosos, obrigada por todo carinho, pelos conselhos e por me ouvirem sempre que precisei desabafar e por rirem comigo quando me sentia feliz.

Ao **Fernando Oliveira** pela companhia e conversas no ônibus para casa, pelos conselhos e amizade, por dividir sempre conosco as coisas mais importantes, angústias e medos; **Juliana Pantoja**, menina com cara fria que aos poucos foi desabrochando e compartilhando conosco sua amizade, seu carinho e que na verdade por dentro é uma garota doce; **Renata**, sempre carinhosa, obrigada por compartilhar sua comida, sua amizade, dos muitos puxões de orelha que te dei é porque sempre quis o teu melhor; **Breno**, pessoa minúscula com um imenso coração, obrigada pela amizade, pela companhia e por rir sempre das minhas piadas; **Yanne**, já tem uma parte só para você lá em cima (setinha).

À minha família (**Molica** e **Santiago**) pela paciência nas horas de estresse, por compreenderem minhas ausências, meu cansaço, por acreditarem sempre que eu poderia ir além, obrigada pelas palavras de carinho e conforto. Agradeço a minha avó **Bernarda** pelas orações e pelos cuidados que dedicou a mim e aos meus irmãos por todos estes anos, por sempre nos incentivar a estudar por ensinar sempre o valor do conhecimento. Agradeço à minha mãe **Dora** e aos meus irmãos **Rodrigo, Gabriel, Eliza, Melissa, Karina** e **Cheddar** (meu gato) por compreenderem meus momentos de tristeza e os de alegria, por aturarem meu estresse, obrigada pela paciência!

Obrigada a todos que de alguma forma me ajudaram e me apoiaram na realização deste sonho, como disse certa vez Isaac Newton: “**Se vi mais longe foi por estar em pé sobre ombros de gigantes**”.

SUMÁRIO

Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Resumo.....	8
Introdução Geral	9
Objetivos.....	12
Geral	12
Específicos.....	12
Material e Métodos.....	13
Referências.....	17
Capítulo I: Biologia Reprodutiva de <i>Peckoltia oligospila</i> Günther, 1864 (Siluriformes-Loricariidae) No Trecho Médio do Rio Guamá -	
Pa.....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Área de Estudo.....	25
Coleta das Amostras.....	25
Análise dos Dados.....	26
Resultados.....	27
Discussão.....	39
Agradecimentos.....	42
Literatura Citada.....	42

RESUMO

Em regiões tropicais, como a Amazônia, as variações nos níveis de água dos rios resultam em alagamentos regulares das planícies e exercem forte influência sobre a reprodução das espécies. Durante estes períodos, há um aumento na disponibilidade de microhabitats que pode favorecer a desova. Por este motivo variáveis qualitativas como maturação gonadal e quantitativas como índice Gonadossomático, fator de condição, tamanho mínimo de primeira maturidade sexual e fecundidade tem sido investigado por alguns autores afim de avaliar o período e potencial reprodutivo das populações frente as variações dos rios. Dentre os componentes da ictiofauna do rio Guamá, encontra-se *Peckoltia oligospila* (Günther, 1864) conhecido como acari bola, possui importante valor comercial na região devido sua característica ornamental. O presente estudo apresenta as características reprodutivas da população de *Peckoltia oligospila*, através de variáveis qualitativas e quantitativas ao longo de diferentes períodos hidrológicos do rio Guamá, afim de saber qual estratégia reprodutiva a população apresenta neste ambiente. Foram analisadas 111 fêmeas e 75 machos e acordo com o desenvolvimento gonadal foram observados quatro estádios de maturação sexual. Considerando o período como um todo e os diferentes períodos amostrados foi observada uma proporção sexual de 2:1 no período de seca e enchente e de 1:1 no período de vazante e cheia. A população apresentou um crescimento alométrico positivo seguindo um padrão monofásico. O Índice Gonadossomático (IGS%) e a frequência relativa dos estádios de maturação sexual indicaram uma reprodução contínua e desova parcelada para a espécie. Foi estimado o L_{50} para os machos de 9.18 cm. Baseado nos resultados obtidos concluímos que *P. oligospila* apresenta estratégia reprodutiva oportunista.

Palavras-chave: fluviometria, siluriformes, peixes e reprodução.

INTRODUÇÃO GERAL

A ictiofauna de água doce de regiões tropicais é composta por uma variedade de espécies dotadas de características morfológicas, fisiológicas e ecológicas que refletem numa diversidade de padrões reprodutivos (Lowe-McConnell, 1987). Estes padrões são observados através das diferentes estratégias no ciclo de vida das espécies a fim de alcançar principalmente o sucesso reprodutivo (Wootton, 1894; Vazzoler, 1996).

A reprodução dos peixes depende de fatores intrínsecos como hormônios e extrínsecos representados pela: temperatura; oxigênio dissolvido; pH; local para desova com condições favoráveis para o desenvolvimento de ovos e larvas; alocação de recursos para o evento reprodutivo e regime hidrológico dos rios (Lowe-McConnell, 1987). Diversos padrões reprodutivos dos teleósteos têm sido investigados baseado na variedade de estratégias apresentadas pelas espécies (Winemiller, 1989; Menezes & Caramaschi, 1994; Santos et al., 2010; Freitas et al., 2015; Oliveira et al., 2017), onde são estimados parâmetros reprodutivos, como estrutura populacional; taxa de fecundidade; época e tipo de desova; índice gonadossomático; tamanho mínimo de primeira maturidade sexual, a fim de compreender os mecanismos adaptativos das espécies frente a variação ambiental das regiões tropicais.

Um dos fatores sazonais que exerce maior influência sobre a reprodução de muitas espécies de peixes na bacia Amazônica é o pulso de inundação (Ruffino & Isaac 1995; Fernandes, 1997; Queiroz et al., 2010; Freitas et al., 2011; Maciel et al., 2011). Tal fato se dá devido aos alagamentos regulares das planícies de inundações que aumentam a disponibilidade de recursos alimentares e formam micro habitats, os quais são utilizados como áreas de desova e berçário por muitas espécies de peixes (Junk et al., 1989; Lowe-McConnell, 1999).

O rio Guamá, localizado na Amazônia Oriental, possui uma extensa bacia hidrográfica com uma área de drenagem de 87,389,5 km² correspondendo a 7% da área do Estado do Pará. Este rio é o de maior importância para o município de Ourém, servindo de limite natural entre este e o município de Capitão Poço. O clima da região é caracterizado por períodos chuvosos e menos chuvosos com clima quente e úmido com períodos de estiagem que varia de um a dois meses. A bacia hidrográfica é influenciada pelo regime pluviométrico, com períodos de seca e enchente bem marcados. Esta dinâmica reflete diretamente na ecologia reprodutiva das espécies de peixes que tendem a se adaptarem às variações, a fim de obter o sucesso reprodutivo (Lowe-McConnell, 1999). A temperatura anual varia entre 20° e 25,5° e o regime pluviométrico fica em torno de 2,250 mm/ano e 2,500 mm/ano (Torres, 2007).

Dentre as espécies encontradas na ictiofauna do rio Guamá, está o *Peckoltia oligospila* (Günther, 1864), conhecido como acari bola, devido a sua ornamentação característica com bolas castanho amarronzadas ao longo do corpo. Habita ambientes de água doce com pH entre 6,5 e 7,2 e temperatura de 23° a 27°C. Em ambiente natural são onívoros se alimentam de raspas de madeira, microalgas e pequenos invertebrados aquáticos (FishBase, 2016). É endêmico da região amazônica e possui importante papel socioeconômico na região. Porém não há dados sobre a biologia reprodutiva e as estratégias reprodutivas desta espécie, bem como informações sobre a situação deste recurso pesqueiro.

As espécies do gênero *Peckoltia* são animais de pequeno porte, com diversidade morfológica e ampla distribuição geográfica. Os exemplares de acari bola são explorados pela pesca ornamental, representam 13% das exportações das espécies ornamentais na região (Torres, 2007).

Os Loricarídeos habitam predominantemente ambientes dulcícolas, podendo ocorrer em águas ligeiramente salobras e ambientes lóticos e lênticos (Reis et al., 2003), habitam em fendas de rochas, areia, lama e locas nas margens dos rios (Burguess, 1989). No Brasil são amplos os estudos sobre a reprodução dos Loricarídeos (Agostinho et al., 1987; Ramos et al., 1999; Querol et al., 2004; Marcucci et al., 2005; Duarte et al., 2007; Viana et al., 2008; Duarte et al., 2011; Gomes et al., 2015; Sales et al., 2016). Em relação o *Peckoltia oligospila* limitam-se aos estudos sobre hematologia, filogenéticos e balanço oxidativo (Torres, 2007; Armbruster, 2008; Neves, 2011; Silva, 2016). Porém, ainda apresenta lacunas sobre a biologia reprodutiva, especialmente sob as condições ambientais. O ciclo de vida das espécies é essencial para o melhor entendimento sobre os mecanismos adaptativos e fatores que regulam as populações afim de elaborar ações de conservação, manejo e exploração dos estoques naturais (Nikolsky, 1969; Agostinho et al., 1995). Além disso, os mecanismos reprodutivos possibilitam compreender as estratégias que as espécies apresentam para se tornarem bem-sucedidas em ambiente natural sob a influência de períodos hidrológicos distintos.

OBJETIVOS

GERAL

Estudar a biologia reprodutiva de *Peckoltia oligospila*, considerando variáveis qualitativas e quantitativas ao longo de diferentes períodos hidrológicos do rio Guamá, afim de identificar os mecanismos adaptativos que a população apresenta neste ambiente para a reprodução.

ESPECÍFICOS

- Descrever os estádios de maturação sexual de fêmeas e machos de *Peckoltia oligospila* e relacioná-los com os diferentes períodos hidrológicos do rio Guamá;
- Analisar a estrutura da população (sexo e comprimento);
- Estimar a atividade reprodutiva (Índice Gonadossomático %) ao longo dos diferentes períodos hidrológicos amostrados;
- Estimar o período e tipo de desova;
- Estimar o comprimento mínimo de primeira maturação sexual (L₅₀);
- Realizar a análise morfométrica dos oócitos de *P. oligospila* durante a desenvolvimento gonadal.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Os espécimes foram coletados no Rio Guamá, localizado na Amazônia Oriental, possui bacia área de drenagem de 87,389, 5 km². A área de coleta foi o trecho médio do Rio Guamá, localizado em Ourém, no Estado do Pará (1° 34 '07, 2 " S / 47° 10' 08, 9" W). As características hidrológicas da região e as variações fluviométricas (cm) do rio permitiram determinar quatro ciclos hidrológicos: enchente (janeiro-fevereiro), cheia (março-junho), vazante (julho-setembro) e seca (outubro-dezembro) (**Figura I**).

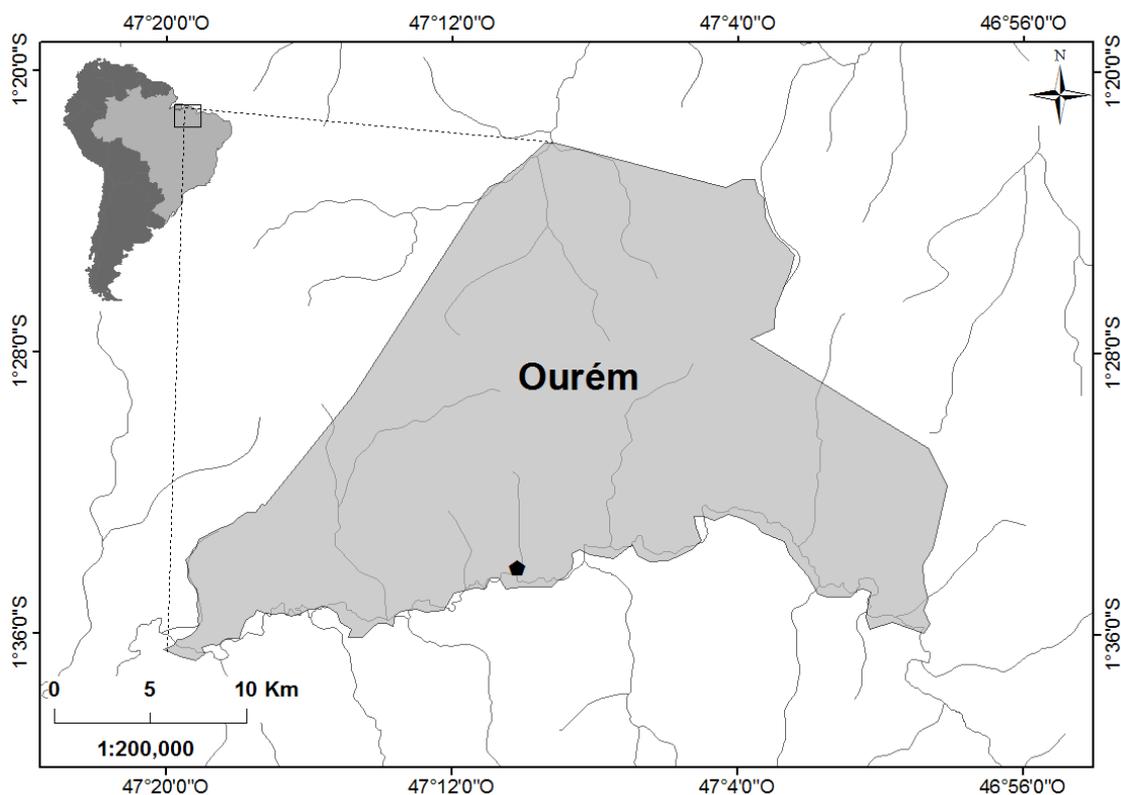


Figura I: Ponto de coleta realizada no trecho médio do Rio Guamá (ponto), localizado em Ourém-PA

COLETA DAS AMOSTRAS

Os animais foram capturados com a ajuda de pescadores locais, utilizando uma técnica de mergulho livre com cilindros de gás, no período de agosto de 2013 a novembro de 2014. Foram coletados 20 exemplares com periodicidade bimensal. Os animais foram medidos para a massa corporal total em gramas e comprimento total em milímetros. Após a biometria, os animais foram anestesiados com benzocaína (0,1 gL⁻¹) e eutanizados de acordo com as Diretrizes do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), as gônadas foram removidas através de uma incisão longitudinal ventral, e medidas para o peso total em gramas usando uma balança digital (precisão de 0,001 g).

As gônadas foram fixadas em Bouin, submetidas a técnica histológica de rotina e incluídas em parafina (Prophet et al., 1995). Foram obtidas secções de 5µm de espessura e coradas com hematoxilina e eosina, analisadas em microscópio óptico e fotomicrografadas (NIKON Eclipse A) acoplado a uma câmara digital (NIKON DS-Ril). Os estádios gonadais foram estabelecidos seguindo a classificação adaptada de Núñez & Duponchelle (2009).

ANÁLISE DOS DADOS

A razão sexual foi obtida com base na frequência absoluta de machos e fêmeas, considerando o período de estudo como um todo e avaliada através de um teste de Qui-Quadrado (χ^2), com nível de significância de 5%, baseado na hipótese nula de que a proporção sexual da população não difere de 1:1 Sokal & Rohlf (1981).

A relação massa-comprimento foi obtida para ambos os sexos seguindo o modelo modificado proposto por Huxley (1924), $Mt = \alpha \cdot Ct^b$, onde Mt corresponde a massa total do animal (g); Ct ao comprimento total do animal; α ao coeficiente de proporcionalidade e b ao coeficiente de alometria. Os resíduos proporcionais foram

plotados em relação ao comprimento total e foram testados usando um teste *t* com 5% de significância.

O fator de condição alométrico (*K*) e o Índice Gonadosomático (IGS) foram calculados separadamente para fêmeas e machos, com base nas equações, aplicada a cada indivíduo (Le Cren, 1951), $K = Mt/Ct^b$. Onde *Mt* é a massa total da amostra; *Ct* é o comprimento total do indivíduo, *b* é o coeficiente alométrico previamente calculado na relação de massa e comprimento; Nikolsky (1963). $IGS = Mg/Mt * 100$, onde *Mg* corresponde a massa da gônada e *Mt* a massa total do animal, respectivamente. Os valores de *K* e IGS foram testados utilizando o teste de Kruskal-Wallis (H) com nível de significância de 5%, seguido por um teste *post hoc* de Nemenyi para avaliar as possíveis diferenças entre os períodos (Zar, 1999).

Durante o período de estudo foram determinados os estádios gonadais, e a atividade reprodutiva foi avaliada através da frequência relativa de ocorrência dos estádios de maturação gonadal de fêmeas e de machos.

O tipo de desova foi avaliado pela progressão do diâmetro do oócito (DO) em μm e da frequência do oócito (I, II, III e IV) por dois espécimes de cada estágio de maturação, levando sempre em conta as células que possuíam núcleos e nucléolos. Os oócitos foram medidos e analisados utilizando um teste de Kruskal-Wallis (H) com um nível de significância de 5%, seguido de um teste *post hoc* de Nemenyi para avaliar diferenças nos diâmetros dos tipos oocitários.

Para determinar o comprimento mínimo de primeira maturidade sexual (L_{50}), aplicou-se somente aos machos, uma vez que as fêmeas não apresentaram juvenis, com base na frequência de juvenis (imaturos) e adultos (outras fases). Posteriormente, foi obtido um diagrama de dispersão entre a classe de comprimento padrão e a frequência de indivíduos adultos. A curva foi ajustada pelo método dos mínimos quadrados não

lineares baseado no pacote de análise de dados do Microsoft Excel 2010 usando a ferramenta Solver, através da equação $P = (1 + e^{r(Ct-L_{50})})^{-1}$, onde P é a proporção de adultos em cada classe de comprimento; r é a relação relacionada à mudança entre os estágios entre os indivíduos; Ct é o comprimento padrão em centímetros e L_{50} é o comprimento médio da primeira maturidade sexual.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A., M.C. Barbieri, C.S. Agostinho, G. Barbieri. 1987. Biologia Reprodutiva de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no Rio Paranapanema. I. Estrutura dos Testículos e Escala de Maturidade. *Revista Brasileira de Biologia* 3: 309-317.
- Agostinho, A.A., Y. Matsuura, E. K. Okada, & K. Natakani. 1995. The catfish *Rhinelepis áspera* (Teleostei: Loricariidae) in the Guaíra region of the Paraná River: an example of population estimation from catch-effort and tagging data when emigration and immigration are high. *Fisheries Research* 23: 333-344.
- Armbruster, J.W. 2008. The genus *Peckoltia* with the description of two new species and a reanalyses of the phylogeny of the genera of the Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa* 1822: 1-76.
- Burgess, W.E. 1989. *An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes: a preliminary survey of the siluriformes*. TFH Publication, New Jersey.
- Duarte, S., F.G. Araújo, A. Sales, N. Bazzoli. 2007. Morphology of Gonads, Maturity and Spawning Season of *Loricariichthys spixii* (Siluriformes, Loricariidae) in a Subtropical Reservoir. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50: 1019-1032.
- Duarte, S., F.G. Araújo, N. Bazzoli. 2011. Reproductive Plasticity of *Hypostamus affinis* (Siluriformes: Loricariidae) as a mechanism to adapt to a reservoir with poor habitat complexity. *Zoologia* 5: 577-586.
- Fernandes, C. C. 1997. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. *Ecol Freshw Fish* 6:36-44.

Freitas, T.M.S, V.H.C., Almeida, L.F.A. Montag, R.M., Rocha, N.F., Fontoura. 2011. Seasonal changes in the gonadosomatic index, allometric condition factor and sex ratio of an achenipterid catfish from eastern Amazonia. *Neotrop Ichthyol* 9:839-847.

Freitas, T.M.S., B.S. Prudente, V.A. Oliveira, M.N.C. Oliveira, E.G. Prata, H. Leão, L.F.A. Montag. 2015. Influence of the flood pulse on the reproduction of *Tocantinsia piresi* (Miranda Ribeiro) and *Auchenipterus nuchalis* (Spix & Agassiz) (Auchenipteridae) of the middle Xingu River, Brazil. *Braz. J. Biol.* www.fishbase.org/summary/49963. Acesso em: 26/01/2017.

Gomes, I.D., F.G. Araújo, A.A. Nascimento, A. Sales. 2015. Equilibrium reproductive strategy of the armored catfish *Hypostomus auroguttatus* (Siluriformes, Loricariidae) in a tropical river in Southeastern Brazil. *Environmental Biology Fish* 98: 249-260.

Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature* 14: 896-897.

Junk, W. J., P.B. Bayley, R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D. P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Journal of Fisheries and Aquatic Science 110-127.

Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20: 201-219.

Lowe-McConnell, R.H.L. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, Cambridge, 382pp.

Lowe-McConnell, R.H. 1999. *Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo, 88 pp.

Menezes, M.S. & E.P. Caramaschi. 1994. Características reprodutivas de *Hypostomus* grupo *H. punctatus* no rio Ubatiba. Maricá, RJ (Osteichthyes, Siluriformes). *Rev. Bras Biol* 54: 503-513.

- Maciel, H.M., M.G.M. Soares, L. Prestes. 2011. Reprodução da piranha-amarela *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1858, em lagos de várzea, Amazonas, Brasil. *Biota Neotropica* 11:2-6.
- Marcucci, K.M.I., M.L. Orsi, O.A. Shibatta. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. *Iheringia, Sér. Zool* 2: 197-206.
- Nikolsky, G.1963. The ecology of fishes. Academic Press, New York, 351pp.
- Nikolsky, G.V. 1969. Theory of fish population dynamics. Edinburgh, Oliver & Boyd.
- Pereira, J.G.M., Lima, M.G., Bellaver, S.M., Schuingues, C.O., & Costa, G.M. (2012). Análise morfológica do estômago de *Boulengerella cuvieri* (Teleostei: Ctenoluciidae). *Revista de Ciências Agro-Ambientais* 10: 93-98.
- Núñez, J., & F. Duponchelle. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish physiology and biochemistry* 35: 157-180.
- Neves, M.S. 2011. Hematologia como ferramenta no Monitoramento do “Status” da Cadeia Produtiva de Oito Espécies de Acaris Ornamentais (Loricariidae) do Médio Rio Guamá, Estado do Pará (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental. Curso de Mestrado em Recursos Biológicos da Zona Costeira Amazônica. Universidade Federal do Pará, Campus Bragança. 101pp.
- Oliveira, V. A., M.A.P. Ferreira, R.M. Rocha, L.F.A. Montag. 2017. Reproduction of the duck catfish *Ageneiosus ucayalensis* in a ria river system. *Journal of Fish Biology*.
- Prophet, E.B., B. Milis, J.B. Arrington, L.H. Sobin. 1995. Métodos Histotécnicos. Instituto de Patologia de Las Fuerzas Armadas de Los Estados Unidos de America (AFIP), Washington, 280pp.

- Querol, M.V.M., E. Querol, E.F. Pessano. 2004. Influência de fatores abióticos sobre a dinâmica da reprodução do cascudo viola *Loricariichthys platymetopon* (Isbrucker & Nijssen, 1979) (Osteichthyes, Siluriformes), no reservatório da estância nova esperança, Uruguaiana, Bacia do rio Uruguai, RS, Brasil.
- Queiroz, H.L., M.B. Sobanski, A.E. Magurran. 2010. Reproductive strategies of Red-bellied Piranha *Pycocentrus nattereri* (Kner, 1858) in the white waters of the Mamirauá flooded forest, central Brazilian Amazon. *Environ Biol Fish* 89:11-19.
- Ruffino, M. L, & V.J. Issac. 1995. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *NAGA, The Iclarm Quartely* 18:41-45.
- Ramos, L. A., & H. G. Konrad. 1999. Biologia Reprodutiva de *Hemiancistrus* sp. (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio dos Sinos, RS. *Boletim do Instituto de Pesca* 25: 45-50.
- Reis, R. E., S.O. Kullander, J.R. Ferraris. 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre. 742pp.
- Sokal, R.R., & F.J. Rohlf. 1981. *Biometry: principles and practice of statistics and biological research*. 2 Ed. Freeman, W.H, & co. San Francisco, pp.
- Santos, R.N., S. Amadio, & E. J.G. Ferreira. 2010. Patterns of energy allocation to reproduction in three Amazonian fish species. *Neotropical Ichthyology* 8:155-161.
- Sales, C.F., F.F.T. Domingos, L.S. Brighenti, R.I.M.A. Ribeiro, H.B. Santos, R.G. Thomé. 2016. Biological variables of *Hypostomus francisci* (Siluriformes: Loricariidae) from Itapecerica River, Minas Gerais State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88: 1603-1614.
- Silva, T.M.N. 2016. Efeito do Transporte em Condições Hiperóxicas sobre o Balanço Oxidativo e Respostas Secundárias de Estresse em Acari Bola (*Peckoltia oligospila*)

(Günther, 1864). Universidade Federal do Rio Grande- FURG. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. 53p.

Torres, M.F. 2007. A pesca ornamental na bacia do rio Guamá: sustentabilidade e perspectivas ao manejo (Tese de Doutorado). Núcleo de Altos estudos amazônicos. Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Universidade Federal do Pará. 288p.

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

Wootton, R.J. 1984. Strategies and Tactics in fish reproduction. p.1-12. In *Fish reproduction: Strategies and Tactics*. San Diego, Academic press (Potts, G.W., & Wootton, R.J., eds.).

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. EDUEM: Maringá.

Viana, D., L.L. Wolf, T. Zaleski, S. Romão, G. Bertoldi, L. Donatti. 2008. Population Structure and Somatic Indexes of *Hypostomus cf. ancistroides* (Siluriformes, Loricariidae) Collected from the Bonito River, Ivaí River Basin, Turvo, Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 3: 493-502.

Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall, 4ª edição, 663pp.

CAPÍTULO I

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Peckoltia oligospila* GÜNTHER,
1864 (SILURIFORMES-LORICARIIDAE) NO TRECHO MÉDIO DO
RIO GUAMÁ-PA

O Capítulo será submetido à revista *Copeia* (ISSN: 1938-5110)

Biologia Reprodutiva de *Peckoltia oligospila* Günther, 1864 (Siluriformes-Loricariidae) no Trecho Médio do Rio Guamá-Pa

Juliana R. Molica ¹, Yanne A. Mendes ², Marcelo F. Torres ³, Maria Auxiliadora P. Ferreira ², Rossineide M. Rocha ¹.

1 Institute of Biological Sciences, Laboratory of Ultrastructure Cellular, Federal University of Pará, Augusto Corrêa Street 66075-110, Belém, Pará; E-mail: juliana_molica@hotmail.com and rmrocha@ufpa.br. Send reprint requests to this address.

2 Institute of Biological Sciences, Laboratory of Development Biology and Immunohistochemistry, Federal University of Pará, Augusto Corrêa Street 66075-110, Belém, Pará; E-mail: y.a.mendes@hotmail.com and auxi@ufpa.br.

3 Institute Federal of Pará, Laboratory of Reproduction and Cultivation of Ornamental Species, BR 316 Saudade II, Cristo Redentor 68740-970, Castanhal, Pará; E-mail: marcelotorresifpa@gmail.com.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess aspects of the reproductive biology of *Peckoltia oligospila* considering type of spawning and minimum size of first sexual maturity in order to identify the reproductive strategy of this species, and based on this information, estabelecer medidas de manejo e conservação da espécie. Individuals were collected between August 2013, and November 2014. The study period was divided into four different hydrological periods: filling (January-February), flood (March-June), ebb (July-September), and dry (October-December). A total of 186 specimens were analyzed; 111 females and 75 males. After sampling, animals were measured for total mass and length. After that, gonads were removed and submitted to routine histological processing. Gonadal development was classified in four stages: immature, maturing, mature, spawned/spent and resting. Fluviometry variations occurred during the studied periods; however, there was no influence of this parameter on the reproduction of *P. Oligospila*. During the study, we observed a sex ratio of 2:1 during dry and filling and of 1:1 during ebb and flood. The population showed positive allometric growth following a single phase pattern. Gonad somatic Index and relative frequency showing a synchronized reproductive period in the dry season and the species exhibit partitioned spawning. L_{50} was estimated for 9.18-cm males. There were no significant differences in the condition factor between the hydrological periods studied, thus suggesting that this factor is not related to gonadal development. Reproduction of *P. oligospila* is not influenced by fluviometry variation; it has a long reproductive period.

Key words: fluviometry, siluriformes, fish e reproduction

INTRODUÇÃO

Os estudos da biologia reprodutiva dos peixes refletem suas estratégias a fim de alcançar o sucesso reprodutivo (Lowe-McConnell, 1987). Dentre as famílias de peixes, os Loricarídeos exibem estreita relação dessas estratégias com o ambiente (Suzuki et al., 2000; Brito et al., 2016; Sales et al., 2016).

Em regiões tropicais, como a Amazônia, as variações nos níveis de água dos rios resultam em alagamentos regulares das planícies e exercem forte influência sobre a reprodução das espécies (Ruffino & Isaac, 1995; Lowe-McConnell, 1999; Queiroz et al., 2010; Freitas et al., 2011). Essa variação afeta as características do ambiente como a disponibilidade de nutrientes e habitats e pode representar um gatilho para maturação gonadal e época de desova (Goulding, 1980; Bailly et al., 2008). Durante os períodos de enchente e cheia, há um aumento na disponibilidade de microhabitats que podem favorecer a desova. Por este motivo as variáveis qualitativas como maturação gonadal e quantitativas como índice Gonadossomático, fator de condição, tamanho mínimo de primeira maturação sexual e fecundidade tem sido investigado por alguns autores, afim de avaliar o período e potencial reprodutivo das populações frente as variações dos rios (Agostinho et al., 2004; Maciel et al., 2011; Prudente et al., 2015; Freitas et al., 2015).

Dentre os rios Amazônicos marcados por períodos de seca e cheia, encontra-se o rio Guamá com uma extensa bacia hidrográfica cuja oscilação no nível das águas promove uma variação sazonal que pode influenciar na abundância e ecologia das espécies. Dentre os componentes da ictiofauna deste rio, encontra-se *Peckoltia oligospila* (Günther, 1864) conhecido como acari bola, possui importante valor comercial na região devido sua característica ornamental, sendo utilizado como fonte de renda para as populações ribeirinhas, contribuindo para atividade socioeconômica da região. Diante deste fato há uma necessidade de estudar a biologia reprodutiva, visto

que a preservação dos estoques naturais de uma espécie depende invariavelmente do conhecimento de seu ciclo reprodutivo. Portanto o objetivo do presente estudo é descrever os aspectos da biologia reprodutiva e estrutura de população como: massa e comprimento, proporção sexual, índice gonadossomático (IGS), tamanho da primeira maturação sexual (L_{50}), desenvolvimento gonadal, época da desova e tamanho dos oócitos. Portanto esses dados poderão subsidiar medidas de manejo, afim de diminuir a pressão sobre este estoque pesqueiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Os espécimes foram coletados no trecho médio do Rio Guamá, município de Ourém – Pará, Amazônia Oriental ($1^{\circ} 34' 07,2'' S / 47^{\circ} 10' 08,9'' W$). As características hidrológicas da região e as variações fluviométricas (cm) do rio permitiram determinar quatro períodos hidrológicos: enchente (janeiro-fevereiro), cheia (março-junho), vazante (julho-setembro) e seca (outubro-dezembro).

Coleta das Amostras

Bimensalmente foram coletados 20 animais com o auxílio de pescadores locais, utilizando técnica de mergulho livre com cilindros de gás, no período de agosto de 2013 a novembro de 2014. Os animais foram mensurados quanto a massa total (MT – g) comprimento total (CT - mm). Após a coleta, os animais foram anestesiados com benzocaína (0,1 gL⁻¹) e eutanizados de acordo com as Diretrizes do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e as gônadas foram removidas através de uma incisão longitudinal ventral, e mensuradas quanto a massa total (MG – g).

As gônadas foram fixadas em Bouin, submetidas a técnicas histológicas de rotina para inclusão em parafina (Prophet et al., 1995). Foram obtidas secções de 5µm de espessura e coradas com hematoxilina e eosina. Analisadas e fotomicrografadas em microscópio óptico e (NIKON Eclipse A), acoplado a uma câmara digital (NIKON DS-Ril). Os estádios gonadais foram estabelecidos seguindo a classificação adaptada de Núñez & Duponchelle (2009).

Análise dos Dados

A razão sexual foi obtida com base na frequência absoluta e relativa de machos e fêmeas, considerando o período de estudo com um todo e em diferentes períodos e avaliada através de um teste de Qui-Quadrado (χ^2), com nível de significância de 5%, baseado na hipótese nula de que a proporção sexual da população não difere de 1:1 Sokal & Rohlf (1981).

A relação massa-comprimento foi obtida para ambos os sexos seguindo o modelo modificado proposto por Huxley (1924), $MT = \alpha \cdot CT^b$, onde MT corresponde a massa total do animal (g); CT ao comprimento total do animal; α ao coeficiente de proporcionalidade e b ao coeficiente de alometria. Os resíduos proporcionais foram plotados em relação ao comprimento total e foram testados usando um teste t com 5% de significância.

O fator de condição alométrico (K) e o Índice Gonadosomático (IGS) foram calculados separadamente para fêmeas e machos, com base nas equações, aplicada a cada indivíduo, de Le Cren (1951) $K = MT/CT^b$ onde MT é a massa total da amostra; CT é o comprimento total do indivíduo, b é o coeficiente alométrico previamente calculado na relação de massa e comprimento; Nikolsky (1963) $IGS = Mg/Mt * 100$, onde Mg corresponde a massa da gônada e Mt a massa total do animal, respectivamente. Os valores de K e GSI foram testados utilizando o teste de Kruskal-Wallis (H) com nível de

significância de 5%, seguido por um teste *post hoc* de Nemenyi para avaliar as possíveis diferenças entre os períodos (Zar, 1999).

A atividade reprodutiva da espécie também foi avaliada através do comportamento da frequência dos estádios de maturação sexual para ambos os sexos ao longo dos diferentes períodos de amostragem. O tipo de desova foi avaliado pelo aumento do diâmetro do oócito (DO) em μm e pela frequência do oócito (I, II, III e IV) considerando apenas as células que possuíam núcleos e nucléolos. Os oócitos foram mensurados e analisados utilizando um teste de Kruskal-Wallis (H) com um nível de significância de 5%, seguido de um teste *post hoc* de Nemenyi para avaliar diferenças nos diâmetros dos tipos oocitários.

Para estimar o comprimento mínimo de primeira maturação sexual (L_{50}), foram avaliados a frequência de machos juvenis e adultos. Posteriormente, foi obtido um diagrama de dispersão entre a classe de comprimento padrão e a frequência de indivíduos adultos. A curva foi ajustada com a ferramenta Solver, através da equação $P = (1 + e^{-r(Ct-L_{50})})^{-1}$, onde P é a proporção de adultos em cada classe de comprimento; r é a relação relacionada à mudança entre os estágios entre os indivíduos; Ct é o comprimento total em centímetros e L_{50} é o comprimento médio da primeira maturação sexual.

RESULTADOS

Foram analisados 186 exemplares de *P. oligospila*, sendo 111 fêmeas e 75 machos de comprimento médio $122,75 \text{ mm} \pm 16,52 \text{ mm}$ (mín= 49,5 mm máx= 170,7 mm), $120,32 \text{ mm} \pm 22,62 \text{ mm}$ (mín= 45,5 mm máx= 177,8 mm), respectivamente. As fêmeas predominaram durante todo o período de estudo com uma proporção sexual de 2:1 no período de seca ($\chi^2 = 11,84$; $p < 0,05$) e enchente ($\chi^2 = 4,33$; $p < 0,05$), no período

de vazante e cheia a proporção foi de 1:1 ($\chi^2 = 1,14$; $p > 0,05$) e ($\chi^2 = 0,06$; $p > 0,05$), respectivamente (Fig. 1).

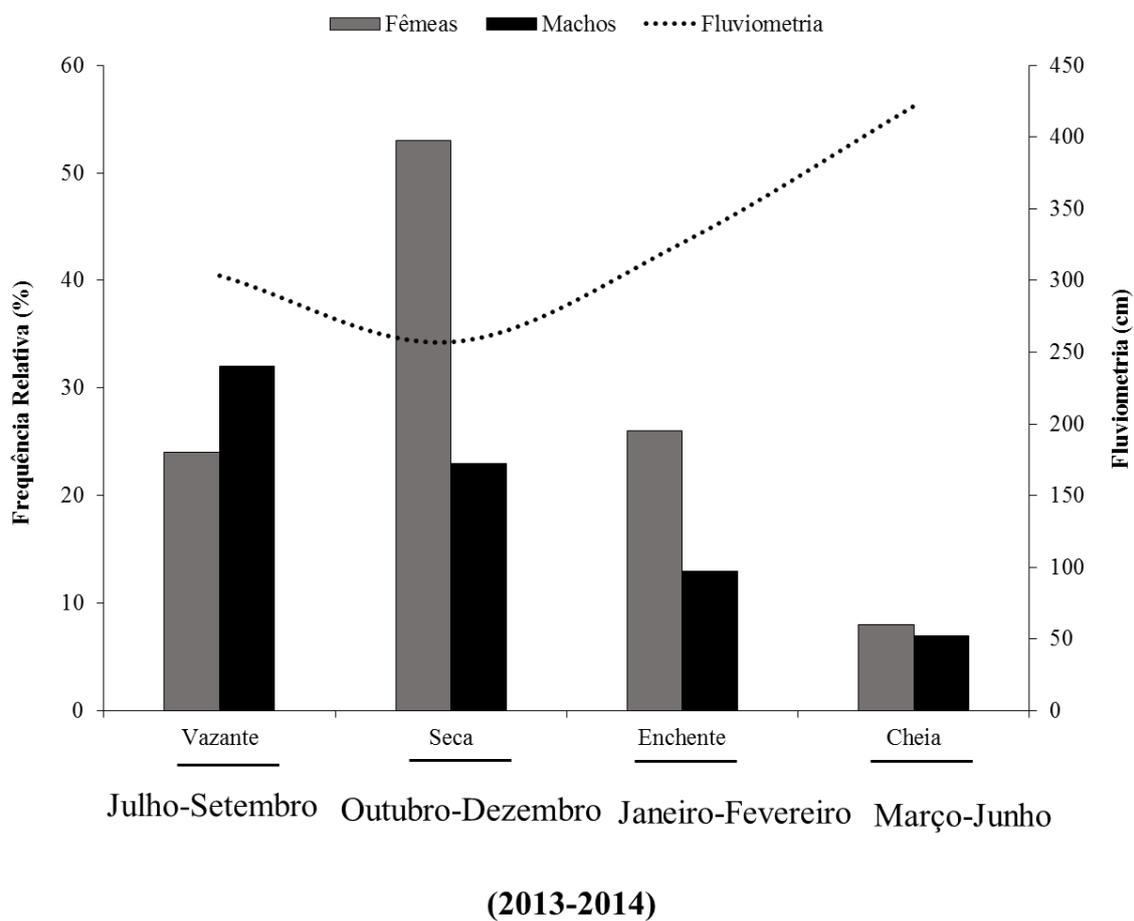


Fig. 1. Proporção de machos e fêmeas de *P. oligospila* coletados no trecho médio do rio Guamá entre 2013 e 2014.

A relação massa-comprimento foi obtida através da equação $Mt = 0,00001 * Lt^{3,0795}$ ($R^2 = 0,85$) permitindo inferir que *P. oligospila* apresenta crescimento alométrico positivo, seguindo um padrão monofásico e sem diferença entre os crescimentos de machos e fêmeas ($t = 1,13$; $d.f = 153$; $p > 0,05$) (Fig.2).

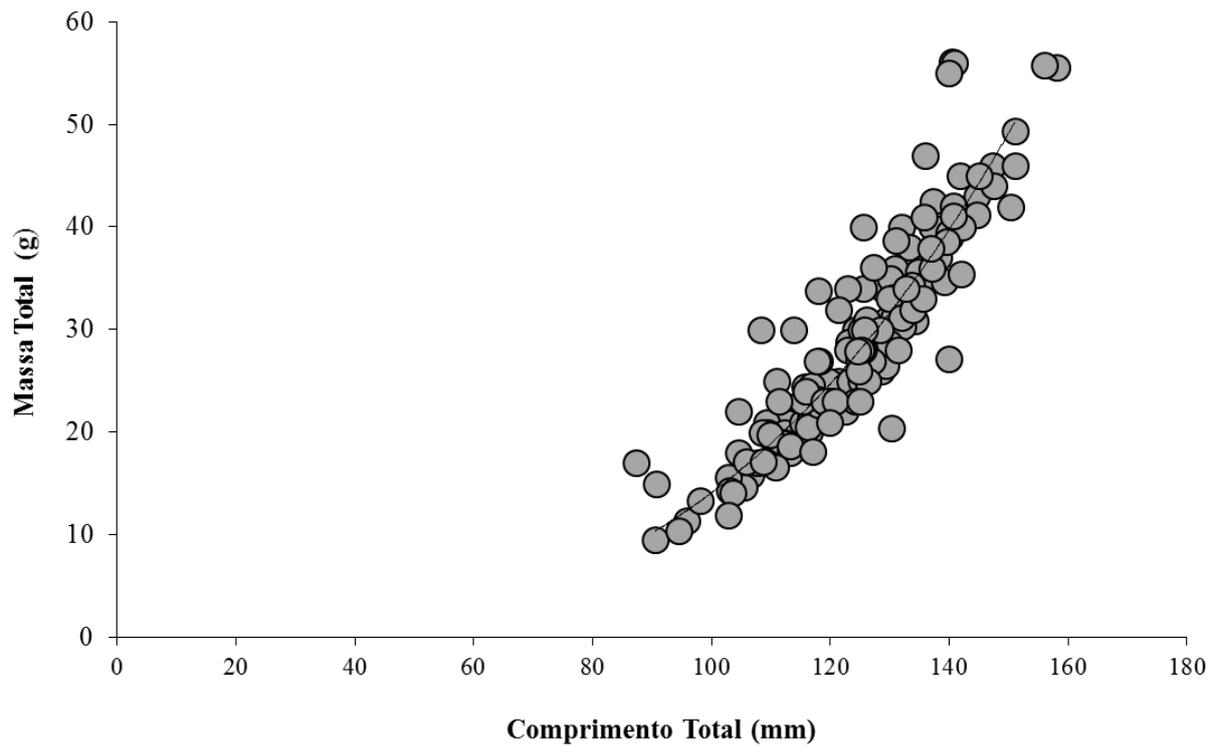
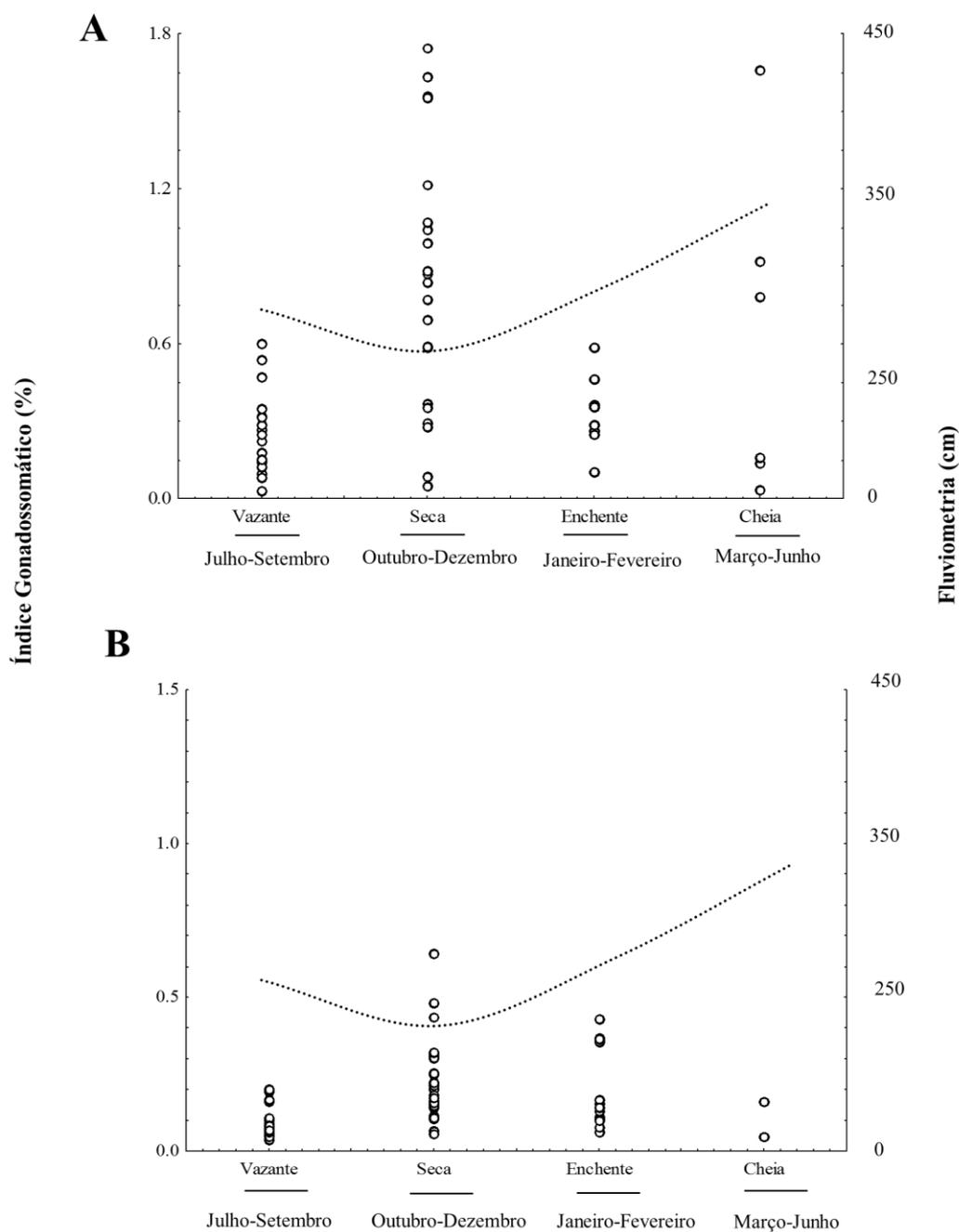


Fig. 2. Relação massa-comprimento de fêmeas e machos de *P. oligospila* coletados no trecho médio do rio Guamá nos anos de 2013 e 2014.

De acordo com a análise do K não houve diferenças entre fêmeas ($H_{7,111} = 16,54$; $p > 0,05$) ($H_{7,75} = 6,15$ $p > 0,05$) e machos de *P. oligospila*, nos períodos hidrológicos. O Índice Gonadosomático mostrou que as fêmeas e os machos apresentaram maior atividade reprodutiva durante os períodos de seca do rio ($H_{3,111} = 30,46$; $p = 0,0000$) e ($H_{3,75} = 20,874$; $p = 0,0001$), respectivamente (Fig.3 A e B).



(2013-2014)

Fig.3. Variação do Índice Gonadosomático para fêmeas e machos de *Peckoltia oligospila* coletados no trecho médio do rio Guamá entre 2013 e 2014. (A) fêmeas, (B) machos.

A frequência relativa de ocorrência dos estádios de maturação evidenciou a presença de indivíduos maduros e desovados/espermiados durante todo o período de estudo, evidenciando um longo período reprodutivo para a espécie. Tanto fêmeas quanto machos estiveram maduros mesmo durante o período de seca, seguida de desova nos demais períodos hidrológicos (Fig.4 A e B).

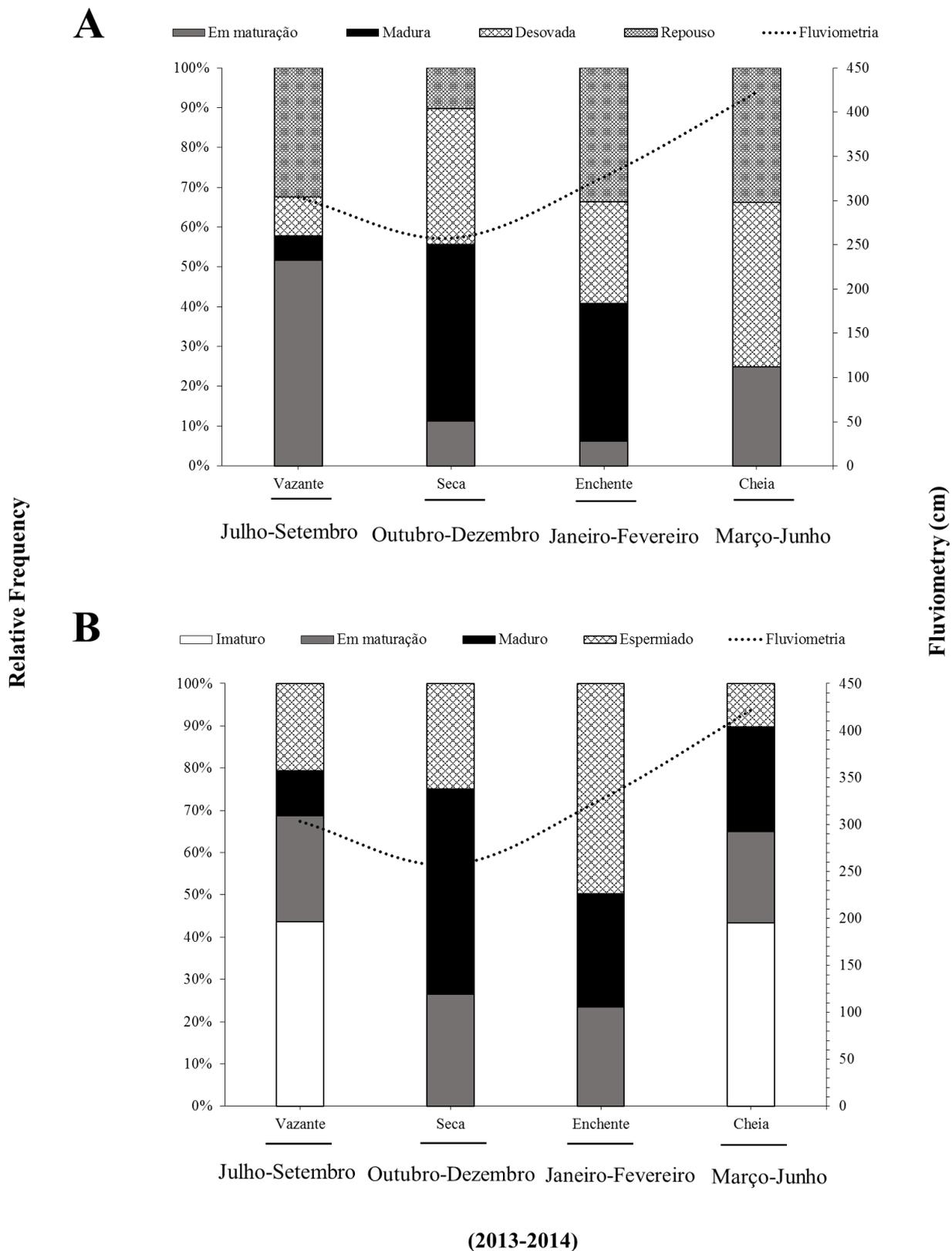


Fig.4. Frequência relativa de ocorrência (%) dos estádios de maturação gonadal de fêmeas e machos de *Peckoltia oligospila* coletados no trecho médio do rio Guamá entre 2013 e 2014. (A) Estádios ovarianos, (B) Estádios testiculares.

Macroscopicamente o ovário de *P. oligospila* são órgãos pares localizados na região posterior da cavidade abdominal do animal, unidas na extremidade caudal, contendo oócitos grandes e de coloração amarelo forte quando as gônadas estão maduras (Tab.01).

Tabela 01- Características macroscópicas das gônadas de fêmeas e machos de *Peckoltia oligospila*, e morfometria dos óocitos durante o período de estudo.

Estádios de maturação	Fêmea	Macho
Imaturo	Não observado	Testículo alongado, translúcido e sem vascularização aparente
Em maturação	Ovários levemente volumosos, com início de vascularização, contendo Oócitos tipo I DO= $47,47 \pm 14,71 \mu\text{m}$ Oócitos tipo II DO= $93,18 \pm 39,96 \mu\text{m}$ Oócitos tipo III DO= $184,16 \pm 95,39 \mu\text{m}$	Testículos levemente volumosos, aspecto esbranquiçado, sem vascularização aparente
Maduro (a)	Ovário volumoso, vascularizado, contendo oócitos tipo IV DO= $771,52 \pm 260,44 \mu\text{m}$	Volumoso com coloração branca devido a Presença de semem.
Desovado/ Espermiado	Ovários flácidos e vascularizados, Contendo oócitos em atresia DO= $441,97 \pm 189,42 \mu\text{m}$ e folículos pós-ovulatórios	Aspecto filiforme e translúcido
Repouso	Ovário com aspecto flácido	Não observado

Foi observado uma progressão no diâmetro dos oócitos ao longo do desenvolvimento oocitário, sendo que os oócitos do tipo IV foram os que apresentaram maior diâmetro (DO= $771,52 \pm 260,44$). Baseado nas características morfológicas dos ovários, foram determinados quatro estádios de desenvolvimento gonadal para as fêmeas. No estágio em maturação o ovário era levemente volumoso, com início de vascularização, contendo oócitos do tipo I (DO= $47,47 \pm 14,71$) tipo II (DO= $93,18 \pm 39,96$) cujo citoplasma era acidófilo com gotículas de vitelo, núcleo com nucléolos subcentrais, e tipo III (DO= $184,16 \pm 95,39$) que apresentaram alvéolos corticais no citoplasma, zona radiata e camada granulosa (Fig.5A). Maduro, ovário volumoso,

vascularizado, com o predomínio de oócitos do tipo III e IV (DO= $771,52 \pm 260,44$). O oócito do tipo IV apresenta citoplasma repleto de grânulos de vitelo, sem núcleo evidente (Fig.5B). No estágio de desova o ovário apresentou aspecto flácido, contendo em seu interior células iniciais como oogônias, oócitos tipo I, II, alguns oócitos tipo IV remanescentes, folículos em atresia e pós-ovulatórios também foram presentes neste estágio (Fig.5C). O ovário em repouso apresentou aspecto filiforme, contendo ninhos de oogônias visíveis, oócitos tipo I e II no lúmen ovariano (Fig.5D). Considerando a frequência dos oócitos durante os estádios, foi observada a ocorrência de oócitos tipo I e II em todos os estádios de maturação gonadal, evidenciando um desenvolvimento assincrônico das células nos ovários de *P. oligospila* (Fig.7).

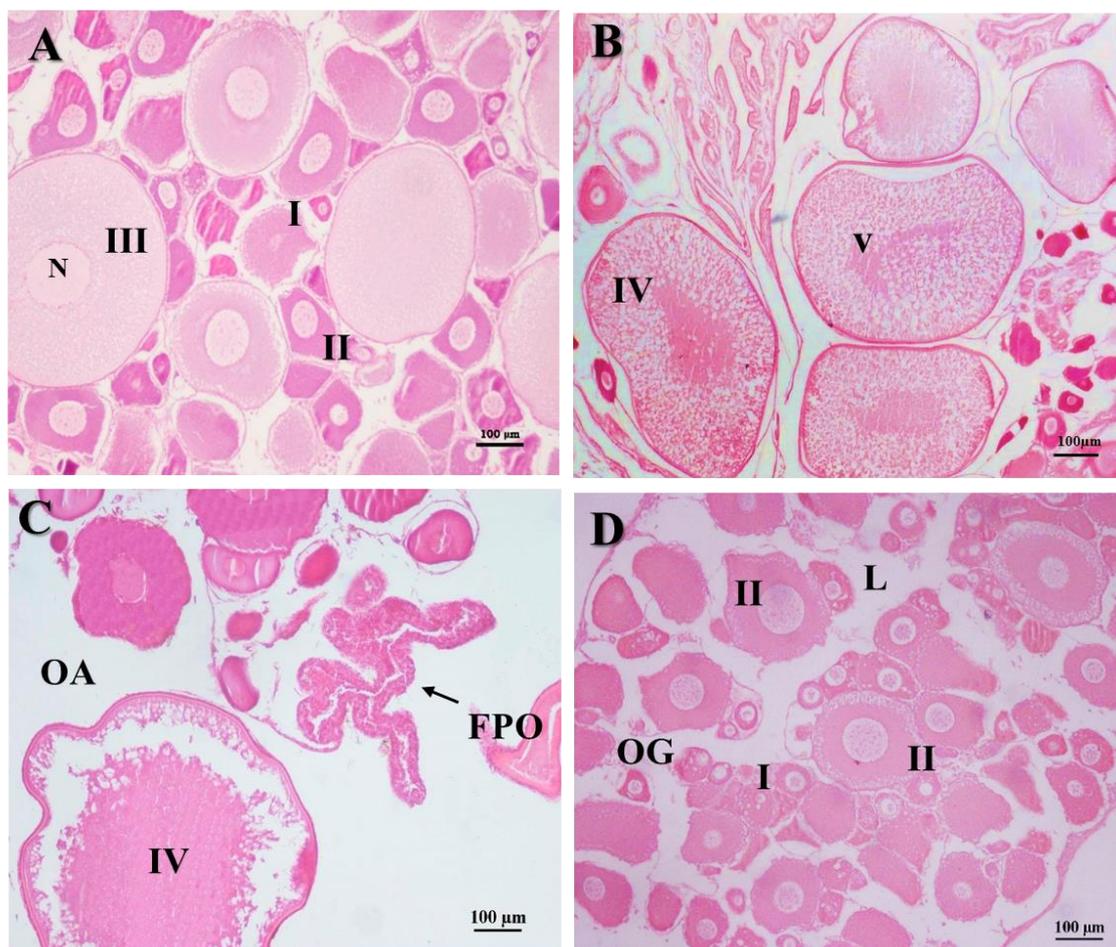


Fig. 5. Fotomicrografias das gônadas de fêmeas de *P. oligospila*. (A-D): Estádios ovarianos. (A)- Em maturação contendo oócitos tipo I, II e III. (B) - Maduro com predomínio de oócitos tipo IV contendo grânulos de vitelo (v). (C) - Desovado contendo oócito tipo IV remanescente, oócito atrésico (OA) e folículo pós ovulatório (POF). (D) - Repouso contendo oócitos tipo I e II, parede ovariana delgada e lúmen ovariano (OL).

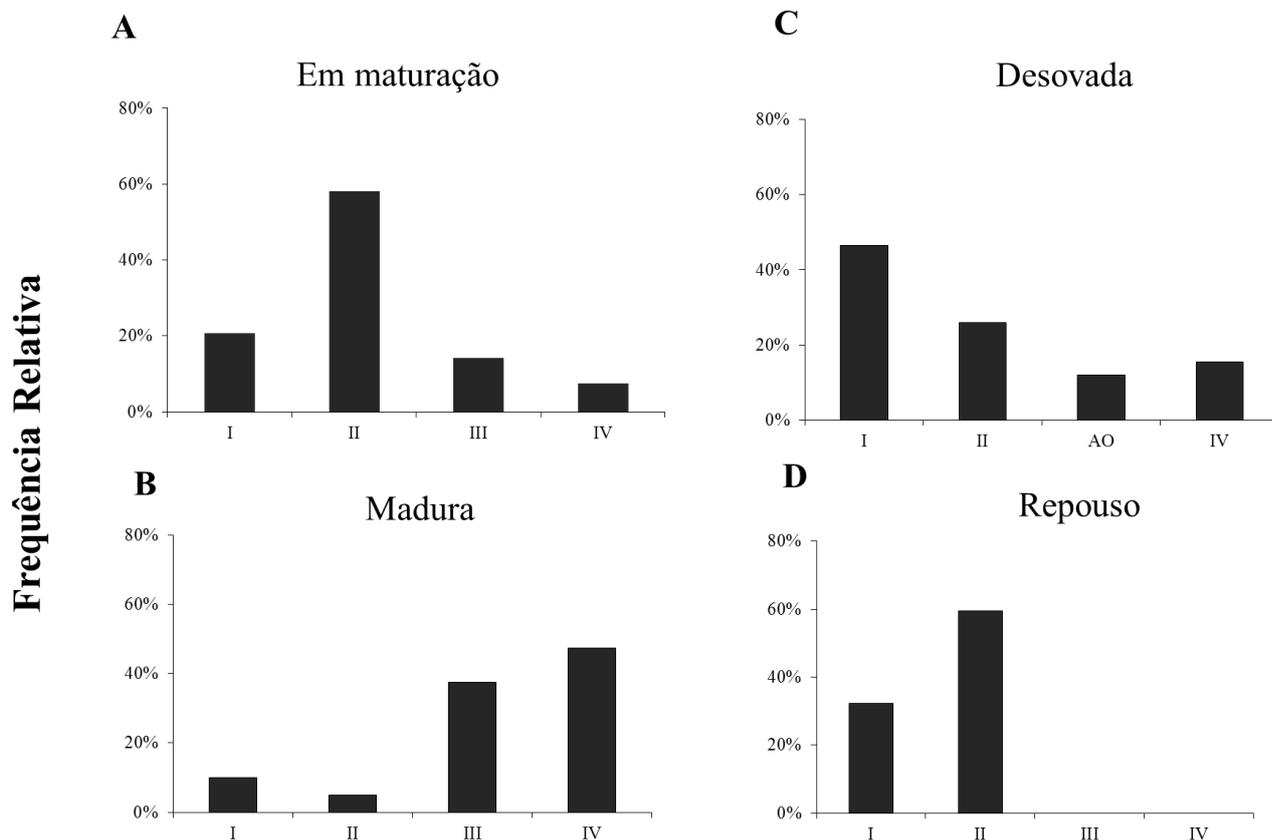


Fig. 7. Frequência dos tipos oocitários por estágio de maturação gonadal em fêmeas de *Peckoltia oligospila* coletados no trecho médio do rio Guamá entre 2013 e 2014. A- Em maturação; B- Madura; C-Desovada; D- Repouso.

Os testículos de *P. oligospila* são formados por túbulos seminíferos do tipo anastomosado com disposição das células espermatogênicas em cistos delimitados por prolongamentos citoplasmáticos das células de Sertoli. Baseado na morfologia, na organização e no predomínio das células da linhagem espermatogênica foi possível classificar em quatro estádios gonadais. Imaturo o testículo é alongado, translúcido e sem vascularização, apresenta cistos espermáticos contendo grande número de

espermatogônias que se encontram aderidas a parede do cisto (Fig.6A). Em maturação o testículo apresenta levemente volumoso, com aspecto esbranquiçado sem vascularização aparente, contendo espermatogônias, espermatócitos ainda aderidas aos cistos espermáticos, espermatídes e alguns espermatozoides localizados no lúmen dos cistos (Fig.6B). Maduro o testículo é volumoso, com aspecto leitoso e vascularizado, cistos espermáticos maiores repletos de espermatozoides em seu interior (Fig.6C). Espermiado o testículo apresenta aspecto filiforme, translúcido, as paredes dos cistos são delgadas e contem espermatogônias e alguns espermatozoides residuais em seu lúmen (Fig.6 D).

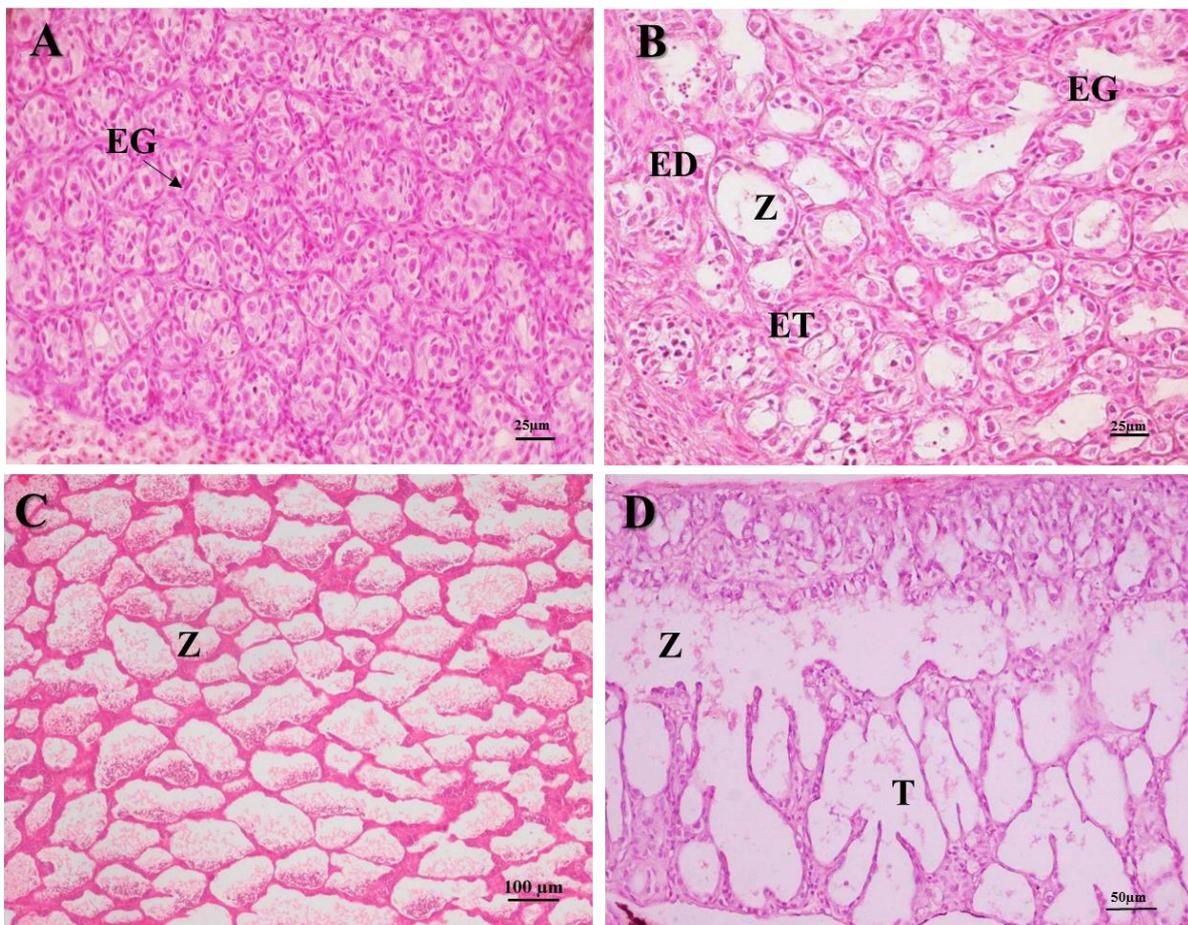


Fig. 6. (A – D): Estádios testiculares. (A) - Imaturo com predomínio de espermatogônias (EG). (B) - Em maturação, túbulos contendo ninhos espermáticos com espermatogônias (SG), ninhos de espermatócitos (ET), espermatídes (ED) e espermatozoides (Z) no lúmen dos cistos. (L) - Maduro, túbulos com predomínio de espermatozoides (Z) nos cistos (C). (D) – Espermiado, túbulos irregulares e flácidos contendo espermatozoides residuais (Z) no Lúmen do túbulo (T).

A relação entre a frequência de machos em idade reprodutiva e seu comprimento padrão apresentou um tamanho médio de primeira maturação (L_{50}) estimado de 9.18 cm (Fig.8).

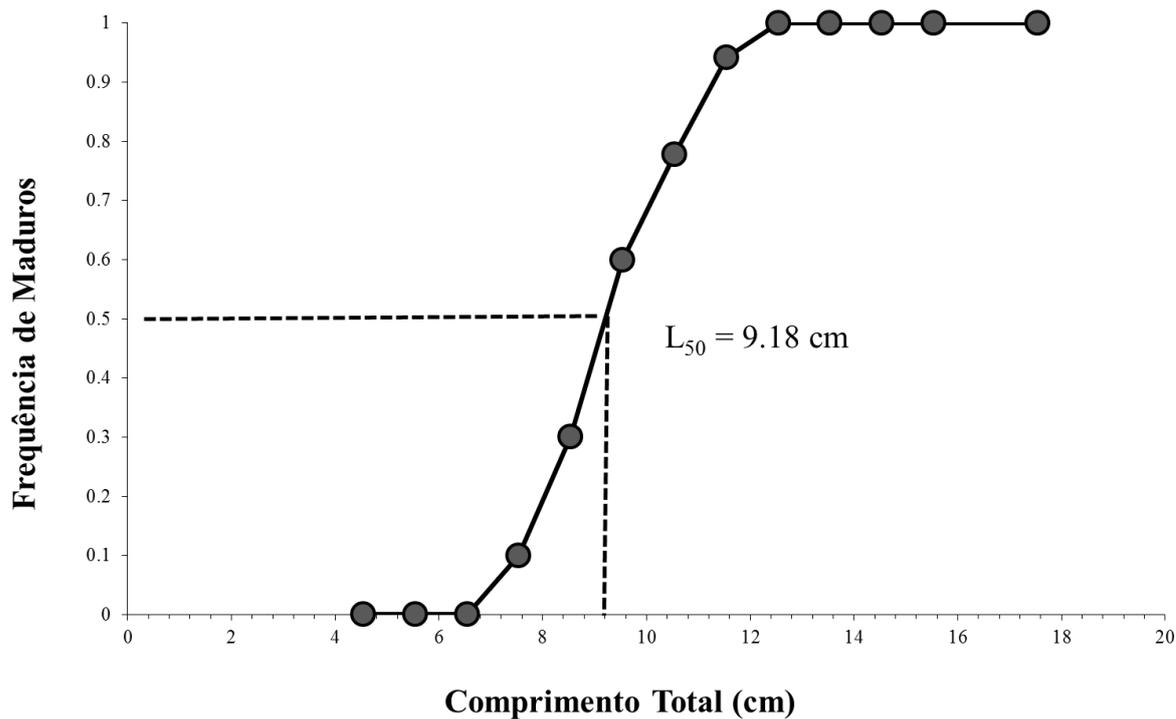


Fig.8. Comprimento médio da primeira maturidade sexual (L_{50}) para machos de *Peckoltia oligospila* coletados no trecho médio do rio Guamá entre 2013 e 2014.

DISCUSSÃO

As espécies ornamentais da família Loricariidae são bastante exploradas pelo mercado ornamental internacional, porém a biologia reprodutiva de muitas dessas espécies ainda é desconhecida, dificultando a manutenção dessas espécies por meio do cultivo. *P. oligospila* possui uma estratégia reprodutiva extraordinária quando comparado a outros loricarídeos que vivem nas condições adversas de rios tropicais (Gomes et al., 2015; Brito et al., 2016; Sales et al., 2016).

Peckoltia oligospila apresentou crescimento monofásico e alometria positiva para ambos os sexos, resultado similar foi encontrado em *Peckoltia sabaji* (Giarrizzo et al., 2015) proveniente do rio Xingu e *Loricariichthys melanocheilus* no rio Ibicuí (Zardo & Behr, 2015), porém este parâmetro pode variar entre as espécies da família Loricariidae (Viana et al., 2008; Sales et al., 2016). A proporção sexual variou durante o período de estudo, mostrando uma proporção de 2:1 durante os períodos de seca e enchente e de 1:1 no período de vazante. O predomínio de fêmeas de *P. oligospila* em todos os meses do período de estudo pode refletir uma estratégia para otimizar o sucesso reprodutivo da população, pois um macho poderia fecundar um maior número de fêmeas (Burguess, 1989; Prudente et al., 2015). O predomínio de fêmeas pode também estar associado a disponibilidade de recursos alimentares no meio, e este recurso pode ser utilizados principalmente pelas fêmeas o desenvolvimento e maturação gonadal.

O ciclo reprodutivo e *P. oligospila* foi classificado em quatro estádios gonadais para as fêmeas e machos. No entanto, a classificação dos estádios gonadais podem variar entre as espécies de peixes de água doce e salgada, entre os gêneros e as classes, refletindo as características das gônadas, bem como e as particularidades utilizadas

pelos autores (Duarte et al., 2011; Gomes et al., 2015; Jumawan & Herrera, 2015; Oliveira et al., 2017). Assim, neste estudo, adaptamos a classificação proposta por Núñez & Duponchelle (2009) para unificar o padrão de desenvolvimento gonadal, principalmente nos Siluriformes.

A análise morfométrica dos oócitos mostrou diferença nos diâmetros entre os tipos oocitários, evidenciando uma progressão no diâmetro, o mesmo foi identificado para *Steindachneridion scriptum* (Abreu et al., 2015). A espécie apresenta oócitos grandes, também foram relatados em outras espécies do gênero *Hypostomus* (Menezes & Caramaschi, 1994). O aumento no diâmetro oocitário está relacionado à deposição de vitelo a fim de garantir reserva nutricional para a sobrevivência das larvas e maior taxa de recrutamento na população ao longo do seu desenvolvimento (Wallace & Selman, 1981; Lubzens, et al., 2010; Jakobsen et al., 2016).

A frequência de ocorrência dos tipos oocitários em relação aos estádios de maturação mostrou um desenvolvimento assincrônico das células, com a presença de diferentes tipos de oócitos em todos os estádios indicando uma maturação contínua de células nos ovários de *P. oligospila* e confirmando a estratégia de desova parcelada. Esse tipo de desova pode ser vista como uma adaptação à reprodução em rios a fim de manter a população, já que a reprodução em mais de um momento proporcionaria uma maior sobrevivência da prole no ambiente (Winemiller & Rose, 1992; Godinho et al., 2010; Mazzoni & Caramaschi, 1997; Gomes et al., 2011; Suzuki et al., 2000).

Ao analisarmos o índice gonadossomático de *P. oligospila* no período de estudo, evidenciamos maiores valores de IGS para ambos os sexos durante o período de seca do rio, período este onde houve uma maior frequência de fêmeas e machos com gônadas maduras, porém ressaltamos que os indivíduos desta espécie continuaram apresentando indivíduos maduros e desovados ao longo de todo o período hidrológico, fato este

evidenciado através da frequência dos estádios de maturação sexual. Estes resultados diferem dos encontrados em outras espécies da família Loricariidae como em *Loricariichthys spixii* (Duarte et al., 2007) e *Hypostomus auroguttatus* (Gomes et al., 2015). Os Valores de IGS observados no presente estudo para a espécie confirma um longo período reprodutivo, sugerindo uma desova parcelada, contrariando ao que se observa para a maioria dos peixes da região Amazônica. No período de enchente do rio há uma maior oferta de abrigos e alimentos derivados de florestas e de campos alagados condições estas favoráveis para o crescimento e desenvolvimento da prole (Goulding, 1980; Junk et al., 1997).

O fator de condição reflete aspectos nutricionais recentes e gastos de reservas em atividades cíclicas, como a reprodução, sendo possível relacioná-las as condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies (Ratz, 2003). Na piscicultura o fator de condição é utilizado como indicador do período reprodutivo da espécie, relacionado ao aumento ou redução de deposição de gordura nos animais em função das condições do ambiente e na seleção de fêmeas maduras para a reprodução (Boscolo et al., 2001; Gomiero & Braga, 2005; 2006). *P. oligospila* o fator de condição não diferiu entre fêmeas e machos indicando uma condição de bem-estar semelhante entre os sexos durante os períodos analisados, confirmado pelo estágio maturo durante o estudo.

O comprimento mínimo da primeira maturação sexual é relevante para a gestão dos recursos pesqueiros, uma vez que pode ser utilizada para controlar as atividades de pesca (Barbieri et al., 2004; Gonçalves et al., 2006; Fontoura et al., 2009). No caso de *P. oligospila*, esta informação torna-se ainda mais relevante devido a sua exploração, visto que é uma espécie comercializada no mercado de ornamentais. Com o método utilizado foi estimado em 9.18 cm o L_{50} para machos de *P. Oligospila*. Enquanto para as fêmeas não foi possível devido a ausência de indivíduos imaturos na amostragem.

Acreditamos que fatores como comportamentos diferentes entre machos e fêmeas, captura seletiva possa ter influenciado a ausência de fêmeas imaturas na amostragem.

A produção em cativeiro de espécies ornamentais de interesse econômico é uma estratégia importante, como medida para minimizar a pressão da pesca sobre os estoques nativos (Camargo et al., 2004). Então o conhecimento da biologia reprodutiva de *Peckoltia oligospila* servirá de base para o desenvolvimento de tecnologia reprodutiva, visto que a espécie apresenta reprodução contínua ao longo do ciclo anual, possui uma demanda no mercado ornamental, é um animal de pequeno porte com ornamentação exuberante e hábito alimentar onívoro, o que o torna bastante atrativo para o cultivo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida, a Fundação de Amparo a Estudos e Pesquisa do Pará (FAPESPA) pelo financiamento do projeto, ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) pela autorização da coleta do material biológico 55153-1/2016.

LITERATURA CITADA

Agostinho, A.A., L.C. Gomes, H.I. Suzuki, H.F. Júlio Junior. 2004. Migratory fishes of the upper Paraná River basin Brazil. In Migratory fishes of South America, In: Carosfield, J., Harvey, B., Ross, C., Baer, A., (Eds.). World Fisheries Trust, Canada, pp. 19-98.

Abreu, M.R., P. Garcia, E. Zaborini-Filho. 2015. Histological characterization of oocyte developmental stages of suruvi *Steindachneridion scriptum* kept in captivity. Acta Scientiarum 37:351-356.

Agência Nacional de Águas (ANA) disponível em: <http://www2.ana.gov.br> (accessed in 20/09/16).

Burgess, W.E. 1989. An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes: a preliminary survey of the siluriformes. TFH Publication, New Jersey.

Begg, G.A., G. Marteinsdottir. 2000. Spawning origins of pelagic juvenile cod *Gadus morhua* inferred from spatially explicit age distributions: potential influences on year-class strength and recruitment. Mar Ecol 202:193–217.

Boscolo, W.R., C. Hayashi, C.M. Soares, W.M. Furuya, F. Meurer. 2001. Performance and Carcass Characteristics of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Reversed Males of Thai and Common Strain at the Starting and Growing Phases. Revista brasileira de zootecnia 30, 1391-1396.

Barbieri, G., F.A. Salles, M.A. Cestarolli, A.R. Teixeira-Filho. 2004. Estratégias reprodutivas do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. Acta Scientiarum Biological Sciences 26:169-174.

Bailly, D. A.A. Agostinho, H.I. Suzuki. 2008. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with diferente strategies in the Cuiabá River, upper Pantanal. Brazil River, Research Applied 24:1218–1229.

Brito, M.F.G., H. Lazzarotto, E.P. Caramaschi. 2016. Life-history features of a rapids-dwelling loricariid catfish from Atlantic forest streams, Brazil. Biota Neotropica 16: 2 e20150068.

Camargo, M., T. Giarrizzo, V. Isaac. 2004. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu River Basin, Brazil. Ecotropica, 10:123-147.

Duarte, S., F.G. Araújo, A. Sales, N. Bazzoli, 2007. Morphology of Gonads, Maturity and Spawning Season of *Loricariichthys spixii* (Siluriformes, Loricariidae) in a Subtropical Reservoir. Brazilian Archives of Biology and Technology 50:1019-1032.

Duarte, S., F.G. Araújo, N. Bazzoli. 2011. Reproductive Plasticity of *Hypostamus affinis* (Siluriformes: Loricariidae) as a mechanism to adapt to a reservoir with poor habitat complexity. Zoologia 5: 577-586.

www.fishbase.org/sumary/49963 Acesso em: 26/01/2017

Fontoura, N.F., A.S., Braun, P.C., Milani. 2009. Estimating size at first maturity (L_{50}) from Gonadosomatic Index (GSI) data. Neotropical Ichthyology 7:217-222.

Freitas, T.M.S, V.H.C., Almeida, L.F.A. Montag, R.M., Rocha, N.F., Fontoura. 2011. Seasonal changes in the gonadosomatic index, allometric condition factor and sex ratio of an auchenipterid catfish from eastern Amazonia. Neotropical Ichthyology 9:839-847.

Freitas, T.M.S., B.S. Prudente, V.A. Oliveira, M.N.C. Oliveira, E.G. Prata, H. Leão, L.F.A. Montag. 2015. Influence of the flood pulse on the reproduction of *Tocantinsia piresi* (Miranda Ribeiro) and *Auchenipterus nuchalis* (Spix & Agassiz)

(Auchenipteridae) of the middle Xingu River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 3:158-167.

Goulding, M. 1980. *The fishes and forest: explorations in Amazon natural history.* University of California Press, U.S.A, Berkeley

Gomiero, L. M., F.M.S. Braga. 2005. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo state, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 27: 73-78.

Gomiero, L. M., F.M.S, Braga. 2006. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 28, 135-141.

Gomes, I. D., F. G. Araújo, W. Uehara, A. Sales. 2011. Reproductive biology of the armoured catfish *Loricariichthys castaneus* (Castelnau, 1855) in Lajes reservoir, southeastern Brazil. *Journal Applied Ichthyology* 27: 1322-1331.

Gomes, I.D., F.G. Araújo, A.A. Nascimento, A. Sales. 2015. Equilibrium reproductive strategy of the armored catfish *Hypostomus auroguttatus* (Siluriformes, Loricariidae) in a tropical river in Southeastern Brazil. *Environmental Biology Fish* 98:249-260.

Gonçalves, T.L., N. Bazzoli, M.F.G. Brito. 2006. Gametogenesis and reproduction of the matrinxã *Brycon orthotaenia* Gunther, 1864 (Pisces: Characidae) in the São Francisco river, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66:513-522.

Giarrizzo, T., R.R.S. Oliveira, M.C. Andrade. A.P. Gonçalves, T.A. Barbosa, A.R.

Martins, D.K. Marques, J.L.B. Santos, R.P.S Frois, T.P.O. Albuquerque, L.F.A.

Montag, M. Camargo, L.M. Sousa. 2015. Length-Weight and length-length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). *Applied Ichthyology* 31: 415-424.

Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature* 14:896-897.

Junk, W.J., M.G.M. Soares, & U. Saint-Paul. 1997. The fish. pp. 385-408. In: Junk, W.J. (ed.). *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies 126, Springer, Berlin.

Jumawan, J.C., A.A. Herrera. 2015. Histological and ultrastructural characteristics of the testis of the invasive suckermouth sailfin catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* (Siluriformes: loricariidae) from Marikina River, Philippines. *Tissue and Cell* 47: 17-26.

Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20: 201-219.

Lowe-mcconnell, R.H.L. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, Cambridge, pp.382.

Lowe-McConnell, R.H. 1999. *Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo, pp.

Lubzens, E., G.Young, J. Bobe, J. Cerdà. 2010. Oogenesis in Teleosts: How fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology*, 165:367-389.

Menezes, M.S. and E.P. Caramaschi. 1994. Características reprodutivas de *Hypostomus* grupo *H. punctatus* no rio Ubatiba. Maricá, RJ (Osteichthyes, Siluriformes). *Revista Brasileira de Biologia* 54: 503-513.

Mazzoni, R., E.P. Caramaschi. 1997. Spawning season, ovarian development and fecundity of *Hypostomus affinis* (Osteichthyes, Loricariidae). *Revista Brasileira de Biologia* 3:455-462.

Maciel, H.M., M.G.M. Soares, L. Prestes. 2011. Reprodução da piranha-amarela *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1858, em lagos de várzea, Amazonas, Brasil. *Biota Neotropica* 11:2-6.

Nikolsky, G.1963. The ecology of fishes. Academic Press, New York, pp.351.

Núñez, J., F. Duponchelle. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish physiology and biochemistry* 35:157-180.

Oliveira, V. A., M.A.P. Ferreira, R.M. Rocha, L.F.A. Montag. 2016. Reproduction of the duck catfish *Ageneiosus ucayalensis* in a ria river system. *Journal of Fish Biology*.

Prophet, E.B., B. Milis, J.B. Arrington, L.H. Sobin. 1995. Métodos Histotécnicos. Instituto de Patologia de Las Fuerzas Armadas de Los Estados Unidos de America (AFIP), Washington, pp. 280.

Prudente, B.P, M.A.P. Ferreira, R.M. Rocha, L.F.A. Montag. 2015. Reproductive biology of the piranha *Serrasalmus gouldingi* (Fink and Machado-Allison 1992) (Characiformes: Serrasalminidae) in “drowned” rivers of the Eastern Amazon. *Environmental Biology of Fish* 98:11-22.

Queiroz, H.L, M.B. Sobanski, A.E. Magurran. 2010. Reproductive strategies of Red-bellied Piranha *Pycocentrus nattereri* (Kner, 1858) in the white waters of the Mamirauá flooded forest, central Brazilian Amazon. *Environmental Biology of Fish* 89:11-19.

Ruffino, M. L, V.J. Issac. 1995. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *NAGA, The Iclarm Quartely* 18:41-45.

Ratz, H.J., J. Loret. 2003. Variation in fish condition between atlantic cod (*Gadus morhua*) atocks the effect on their productivity and management implications, Fisheries Research 60:369-380.

Sokal, R.R., F.J. Rohlf. 1981. Biometry: principles and practice of statistics and biological research. 2 Ed. Freemam, W.H, & co. San Francisco, pp.

Suzuki, H.I., A.A. Agostinho, K.O.Winemiller. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in Loricariid catfishes of the Parana River, Brazil. Journal of Fish Biology 57: 791-807.

Santos, S.L., L.F. Viana, S.E. Lima-Júnior. 2006. Fator de condição e aspectos reprodutivos de fêmeas de *Pimelodella cf. gracilis* (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae) no rio Amambaí, Estado de Mato Grosso do Sul. Acta Scientarium Biological Sciences 28:129-134.

Sales, C.F., F.F.T. Domingos, L.S. Brighenti, R.I.M.A. Ribeiro, H.B. Santos, R.G. Thomé. 2016. Biological variables of *Hypostomus francisci* (Siluriformes: Loricariidae) from Itapecerica River, Minas Gerais State, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 88: 1603-1614.

Viana, D., L.L. Wolf, T. Zaleski, S. Romão, G. Bertoldi, L. Donatti. 2008. Population Structure and Somatic Indexes of *Hypostomus cf. ancistroides* (Siluriformes, Loricariidae) Collected from the Bonito River, Ivaí River Basin, Turvo, Paraná. Brazilian Archives of Biology and Techonology 3: 493-502.

Wallace, R.A., K. Selman. 1981. Cellular and Dynamic Aspects of Oocyte Growth in Teleosts. American Zoology 21: 325-343.

Winemiller, K.O., K.A. Rose. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: Implications for publication regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 2196-2218.

Zar, J. H., 1999. Biostatistical Analysis. New Jersey, Prentice-Hall, 4ª edição, pp.663.

Zardo, E. L., E.R. Berh. 2015. Population structure and reproductive biology of *Loricariichthys melanocheilus* Reis & Pereira, 2000 (Siluriformes: Loricariidae) in the rio Ibicuí, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 2:371-382.

Jakobsen, J., M.J. Fogarty, B.A. Megrey, E. Moksness. 2016. Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management. 2ª Ed. John Wiley & Sons Ltd. UK.