



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

WIALLA KARMEN TEIXEIRA DE FARIAS

DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO E ECOLOGIA DAS LARVAS DE
***MICROGOBIUS MEEKI* NO COMPLEXO ESTUARINO DE RIO FORMOSO,**
PERNAMBUCO

RECIFE

2017

WIALLA KARMEN TEIXEIRA DE FARIAS

**DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO E ECOLOGIA DAS LARVAS DE
MICROGOBIUS MEEKI NO COMPLEXO ESTUARINO DE RIO FORMOSO,
PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada à Coordenação da Pós-Graduação em Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito à obtenção do grau de mestre em Oceanografia.

Área de Concentração: Oceanografia Biológica

Orientadora: Prof. Dra. Maria Elisabeth de Araújo

Coorientadora: Dra. Elisabeth Cabral Silva Falcão

RECIFE

2017

Catálogo na fonte

Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

F224d Farias, Wialla Karmen Teixeira de.

Desenvolvimento ontogenético e ecologia das larvas de *MICROGOBIUS MEEKI* no Complexo Estuarino de Rio Formoso, Pernambuco / Wialla Karmen Teixeira de Farias. - 2017.

74 folhas, il., tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Elisabeth de Araújo.

Coorientadora: Dr^a. Elisabeth Cabral Silva Falcão.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2017.

Inclui Referências e Anexo.

1. Oceanografia. 2. Conectividade. 3. Estuário. 4. *Gobiidae*. 5. *Ictioplâncton*.

6. Ontogenia. I. Araújo, Maria Elisabeth de (Orientadora). II. Falcão, Elisabeth Cabral Silva (Coorientadora). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-303

Wialla Karmen Teixeira de Farias

Desenvolvimento ontogenético e ecologia das larvas de *Microgobius meeki* no complexo estuarino de Rio Formoso, Pernambuco

Dissertação apresentada à Coordenação do Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito à obtenção do grau de mestre em Oceanografia.

DATA DE APROVAÇÃO: 30/05/2017

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo (Orientadora) - Presidente da Banca

Prof. Dr. Ralf Schwamborn (PPGO-UFPE) - Examinador Interno

Dra. Xiomara Franchesca García-Díaz- Examinadora Externa

Dra. Ana Lídia Bertoldi Gaspar (PPGO-UFPE) - Suplente Externa

Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão- Suplente Interna

Às minhas amadas mãe Elisabete
e avó Emidia (*in memoriam*), por todo
amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado força, saúde e fé para superar todas as dificuldades e permitir a realização de mais um sonho.

À minha mãe, Elisabete por tudo que já fez, faz e representa para mim, por todo apoio, incentivo e amor, pois sem você eu não seria quem sou e não teria todas as oportunidades que você me ofereceu. Obrigada por TUDO! Te Amo! À minha avó por toda sua torcida e por cuidar de mim onde quer que ela esteja. Também Te Amo voinha e sempre pensarei em ti. E ao meu pai, Remilton, pelos ensinamentos e incentivo.

À minha querida orientadora, Profa. Elisabeth Araújo, por ter me acolhido para a realização deste trabalho, pelos ensinamentos acadêmicos e principalmente pelos ensinamentos que levarei para minha vida como pessoa. Obrigada pela paciência, compreensão e incentivos nos momentos de maior dificuldade, sem sua dedicação e incentivo esse trabalho não seria possível.

Muito obrigada a minha co-orientadora, Elisabeth Cabral, por ter me ajudado desde o princípio, por ter participado deste trabalho e por apesar da distância sempre me auxiliar, com imensa paciência esclarecendo todas as minhas dúvidas. Sempre lhe serei muito grata!

Ao Prof. William, por me receber de braços abertos em seu laboratório. Por ser sempre tão solícito e eficiente, sempre transmitindo enorme conhecimento. Aprendi muito com o Sr. e levarei para a vida sua dedicação para o trabalho e o respeito e gentileza para com todos que o cercam.

A Santiago, o maior presente deste mestrado, te agradeço por estar em minha vida e por me ensinar a ser uma pessoa melhor a cada dia. Obrigada pela imensa paciência, incentivo e por seu amor incondicional, pois é você quem me “aguenta” todos os dias.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -

CNPq, pelo financiamento de todo o projeto de pesquisa e pela bolsa de estudos concedida, o meu muito obrigada

Aos membros da banca pelas contribuições e por aceitarem participar deste trabalho: Prof.^a Sigrid, Prof. Ralf Schwamborn e Dr^a. Xiomara Díaz e Ana Lídia.

A todos os Professores que compõe o Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, por toda a dedicação em ensinar e disseminar conhecimento. Em especial ao Prof. José Souto, por esclarecer minhas dúvidas e por estar sempre disponível apesar de seus compromissos. E aos professores Ralf e Sigrid por cederem seu laboratório para realização de parte deste trabalho.

A Beth Cabral e Vanessa (Vana), agradeço por terem se esforçado tanto realizando as coletas e por me cederam os dados obtidos em seus trabalhos.

A minha irmã, Jéssica Moura por sua amizade, companheirismo, incentivo e ajuda nos momentos que mais necessitei. Sua amizade para mim não tem comparação, muito obrigada amiga.

Aos meus queridos (as) do Laboratório de Nécton (UFPE), que e me ajudaram, cada um a sua maneira e que me incentivaram a seguir com o trabalho: Demétrio, Paulo, Rafael Bispo, Viny, Felipe, Carol, Danise e em especial a : Nicole, Ályssa e Murilo por me ajudarem a dar os primeiros passos com as larvinhas e por sempre estarem tão disponíveis a me auxiliar. A Cláudio (Cabelo), por ser a pessoa emburrada mais divertida do mundo e por tudo que você me ensinou e partilhou comigo nesses dois anos. A Daniel e Walter por compartilharem seus conhecimentos estatísticos comigo e por todos os momentos de descontração. Rafael Dantas e Prof.^a Simone por suas contribuições. E a Jacqueline (Jacquie), pela parceria e por ter me apresentado a minha tutora (Prof.^a Beth)

A todos do Laboratório de Zooplâncton do Museu de Oceanografia (UFPE): Érika, Simone, Gleici, Patrícia, Xiomara e em especial a Morgana, Dany Melo, Janaina, Alejandro e Claudeilton (Claus), por terem me recebido tão bem, com tanta simpatia e pelo incentivo, cultuando sempre o pensamento positivo, independente dos obstáculos.

Aos integrantes LOQuim, Prof. Manuel Flores, Prof.^a Lília Santos, Keyla, Jamerson e Brenno pelo auxílio com a obtenção dados abióticos.

Aos meus eternos amigos do Laboratório de Microbiologia Ambiental e Industrial (LAMAI): Geórgia, Jacilene, Pérsio e Raul, amigos que sempre torcem por mim e que se alegram com minhas conquistas.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes: Rick, Luana, Fábio e Wesley.

Agradeço a todos os funcionários do Departamento de Oceanografia: Marília, André, Ana, Seu Mano, todos os porteiros e funcionários da limpeza e em especial a Secretária do PPGO, Myrna.

A todos que participaram desta conquista, meu muito obrigada!

RESUMO

O complexo estuarino de Rio Formoso está inserido em duas áreas de proteção ambiental (APA Guadalupe e Costa dos Corais) e forma um mosaico com diferentes ecossistemas costeiros onde vivem diversos organismos, incluindo as larvas de peixes da espécie *Microgobius meeki*. Recentemente, este gobiídeo foi identificado como um potencial bioindicador das consequências de interferência antrópica em estuários e suas larvas são descritas como abundantes em alguns estuários do Brasil. O presente estudo teve como objetivo descrever os estágios iniciais do desenvolvimento desse peixe e avaliar os fatores abióticos que mais influenciaram as fases iniciais e os habitats utilizados ao longo deste desenvolvimento. As coletas de ictioplâncton foram realizadas bimensalmente (2009-2012), durante a baixa-mar, através de arrastos horizontais subsuperficiais (malha de 500 µm), em marés de quadratura e sizígia, na coluna d'água associada a habitats de manguezal, prado de fanerógamas e recife de arenito. Em cada um dos habitats foram feitas réplicas aleatórias por período (diurno e noturno) nas duas estações (estiagem e chuvosa). Apesar da lacuna de informações taxonômicas acerca da espécie abordada, os exemplares examinados apresentaram várias características morfológicas comuns ao gênero *Microgobius*, que permitiram descrever, ineditamente, os estágios larvais iniciais. Foram estudados 168 indivíduos da espécie, sendo 58, 106 e 4 nas fases de pré-flexão, flexão e pós-flexão, respectivamente. No exame comparativo desses estágios, verificou-se uma densa pigmentação ao longo de toda a porção inferior do corpo (acima e abaixo do intestino), que evidencia a bexiga natatória arredondada. Os exemplares de *M. meeki* estiveram representados nos três ecossistemas costeiros, sendo encontrados mais abundantemente nos estágios iniciais de desenvolvimento (pré-flexão e flexão) no período noturno, na estação chuvosa e no recife. Poucas larvas foram coletadas durante o dia, com exceção do registro de 5 larvas em pré-flexão. As larvas relacionaram-se positivamente apenas com o fator temperatura, não apresentando relação com a salinidade ou pH. As informações obtidas sugerem preferência dos estágios mais iniciais pelo recife, enquanto o estágio de pós-flexão foi encontrado nos habitats mais internos do estuário. A conectividade ecossistêmica da região assegura o desenvolvimento larval no estuário tropical, sendo este resultado um importante indicativo para a preservação de *M. meeki*.

Palavras-chave: Conectividade. Estuário. Gobiidae. Ictioplâncton. Ontogenia.

ABSTRACT

The Rio Formoso's estuarine complex is present in two areas of environmental protection (EPA Guadalupe and Costa dos Corais) and forms a mosaic with different coastal ecosystems, habitat for a big diversity of organisms, including *Microgobius meeki* specie. Recently, this gobie was identified as a potential bioindicator of anthropic interference in estuaries, where their larvae are described as abundant in some Brazilian estuaries. This study aimed to describe the early larval development of *M. meeki* and to evaluate the abiotic factors that most influenced the initial phases and habitats used throughout this development. The ichthyoplankton collections were carried out bi-monthly (2009-2012), during low tide, through subsurface horizontal trawls (mesh of 500 μm), in neap and spring tides, on a water column associated with mangrove habitats, of seagrass e beachrocks. In each habitat, random rejoinders were made in day and night periods and in dry and rainy seasons. In spite of the lack of taxonomic information about the species studied, the specimens examined presented several morphological characteristics common to the genus *Microgobius*, which allowed for the description of the initial larval stages. 168 individuals of the species were studied, being 58, 106 and 4 individuals in the pre-flexion, flexion and post-flexion phases, respectively. In the comparative examination of these stages, a dense pigmentation was observed throughout the lower portion of the body (above and below the gut), which shows a rounded bladder. The *M. meeki* specimens were represented in the three habitats, being found more abundantly in the early development stages (pre-flexion and flexion) at night, in the rainy season and at the reef. Few larvae were collected during the day, with the exception of the 5 larvae record in pre-flexion. The larvae were positively related only to the temperature factor, with no relation to salinity or pH. The information obtained suggests the preference of the earliest stages by the reef, while the post-flexion stage was found in the innermost habitats of the estuary. The ecosystem connectivity of the region ensure the larval development in the tropical estuary, being this result an important indicative for the *M. meeki* preservation.

Keywords: Connectivity. Estuary. Gobiidae. Ichthyoplankton. Ontogeny.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa.....	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos Específicos.....	16
3	MANUSCRITO I: Larval development of <i>Microgobius meeki</i> (Perciformes: Gobiidae)	17
4	MANUSCRITO II: Ecologia das formas iniciais de <i>Microgobius meeki</i> (Gobiidae: Actinopterygii) em um estuário tropical do Brasil.....	34
5	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXO I: Regras da revista Neotropical Ichthyology	65

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é de grande valor ambiental e exerce um importante papel socioeconômico como fonte de recursos. Entretanto, é também uma área extremamente sensível e instável pelo seu caráter de transição terra-mar. Especialmente nos últimos 30 anos a zona costeira tem sido alvo de grande procura, com expressiva valorização urbana, na qual as atividades antropogênicas vêm contribuindo para a degradação de muitas praias (MANSO et al., 2006). Apesar da sua importância ecológica e econômica, muito pouco se conhece sobre as características ambientais e biológicas dos estuários de Pernambuco (VASCONCELOS et al., 2004).

O termo estuário é bastante utilizado para aqueles que detém os conhecimentos vinculados às áreas da biologia marinha, oceanografia e geografia. Porém, descrever uma definição consensual deste, ainda não é possível (SILVA, 2017). Mas a definição de estuário mais difundida é a de PRITCHARD (1967) a qual diz que “Os estuários são corpos de água costeiros, semi-fechados, que possuem livre conexão com o mar aberto, dentro dos quais a água do mar é mensuravelmente diluída com a água doce originária da drenagem continental”. Estes são ecossistemas de transição entre o continente e o oceano (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995) e em condições naturais, são biologicamente mais produtivos que os rios e o oceano adjacente por apresentarem elevadas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária, oferecendo uma ampla gama de serviços ecossistêmicos para seres humanos e animais selvagens (MIRANDA et al., 2002).

Em ambientes estuarinos os peixes correspondem a cerca de 99% das espécies nectônicas, desempenhando um importante papel ecológico nestes ambientes como: transformação do potencial energético do detrito, condução da energia dos níveis tróficos inferiores para os superiores e troca de energia com os ecossistemas vizinhos (ARAÚJO et al., 2004). E como áreas de berçário ocorrem flutuações temporais de biomassa e mudanças transitórias na ecologia trófica em épocas de desova (NEMETH, 2009).

Os estuários são corpos d'água não homogêneos que passam por amplas variações em escalas espacial e temporal, devido aos movimentos de correntes e a mistura entre as massas de água doce e a água do mar (MIRANDA et al., 2002). Isto faz com que estes ambientes apresentem características bastante distintas dos outros sistemas aquáticos, sendo uma zona de estresse físico frequente, o que resulta numa baixa diversidade, porém, seguida de alta abundância e produtividade das espécies que toleram essas condições (DABORN e REDDEN, 2016). Este ecossistema gera mais energia do que podem usar, pois a fotossíntese

excede a respiração, resultando a exportação de nutrientes e detritos orgânicos para o oceano, transportados via marés. (QUIÑONES, 2000). E oferece serviços como tratamento da água (através da absorção de nutrientes e contaminantes), sequestro de carbono na mitigação de gases de efeito estufa, fonte de matérias-primas, produção de energia renovável a partir de movimentos de marés e ondas e fornecem grande variedade de alimentos para o consumo humano (DABORN e REDDEN, 2016). Apesar de toda a importância, os estuários vêm sendo degradados por aterros, desmatamentos, poluição, pesca predatória e ecoturismo desorganizado. Isto interfere, entre outros fatores, na diminuição da produtividade primária, na desestabilização do solo, na diminuição da produção pesqueira e da fonte de alimento para a população (HONORATO DA SILVA et al., 2009).

Vários estudos vêm sendo realizados no complexo estuarino do rio Formoso visando o conhecimento da ecologia e o monitoramento da ação antropogênica (HONORATO DA SILVA, 2003). Diferentes aspectos do ambiente e organismos vêm sendo abordados nos estudos realizados no local. Dentre estes destacam-se: a avaliação dos aspectos da dinâmica desse rio (LIRA et al., (1979); a descrição da composição e a distribuição faicológica do estuário (LIRA E FONSÊCA (1980); a avaliação da sustentabilidade das atividades da pesca artesanal em relação a malacofauna local (SÔNIA- SILVA et al., 2000); avaliação dos impactos ambientais a (SANTOS, 2002); descrição da composição dos bivalves correlacionando-os com os fatores abióticos e seu papel como recurso pesqueiro (SÔNIA-SILVA, 2003); descrição da estrutura e distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos (HONORATO DA SILVA et al., 2004 e 2009); a caracterização da comunidade da meiofauna (VASCONCELOS et al., 2004); primeiro levantamento sobre a comunidade fitoplanctônica do rio Ariquindá (GREGO et al., 2009); descrição da distribuição espacial e organização trófica da ictiofauna do local, com ênfase nos peixes recifais (PAIVA, 2009 ; PAIVA et al., 2009); estudo da estrutura da ictiofauna associada a prados de fanerógamas (PEREIRA et al., 2010); investigação da variação espacial e sazonal do fitoplâncton no rio dos Passos (AQUINO et al., 2012 e 2015); dinâmica espacial e temporal do mesozooplâncton (LIMA, 2012); estudo da biomassa, abundância, densidade e biovolume do fitoplâncton estuarino (LIMA, 2016).

A despeito da comunidade ictioplânctônica, poucos estudos foram realizados no estuário de Rio Formoso. Entre estes podemos citar os trabalhos: de avaliação da abundância, distribuição e desenvolvimento das fases iniciais de peixes (CASTRO, 2005); avaliação dos padrões temporais na composição e abundância do ictioplâncton e conectividade entre os distintos habitats da região (SILVA-FALCÃO, 2012 e SILVA-FALCÃO et al., 2013); estudo

da estrutura da comunidade ictioplanctônica do local, comparando-a com a comunidade do estuário de Suape (MARQUES, 2014 e MARQUES et al., 2015).

Poucos estudos abordaram a conexão entre os distintos habitats encontrados na região (mangue, prado e recife). A conectividade ecológica é usada para definir ligações entre ecossistemas por movimento de animais, com foco nos ecossistemas de recifes de corais, manguezais e prados de fenerógamas (NAGELKERKEN, 2009). A interação entre os organismos e o ambiente que os rodeiam, com seus fatores físico-químicos e biológicos forma o ecossistema, sendo o habitat “o endereço” do organismo dentro do ambiente (Odum, 2004).

Os estágios larvais de distintas espécies de peixes utilizam os diferentes ambientes de um ecossistema de formas diferentes (SILVA-FALCÃO, 2012). Estes estágios representam fases críticas ao sucesso do recrutamento, além disso, as larvas apresentam requerimentos ecológicos distintos dos adultos, o que torna os estudos do ictioplâncton imprescindíveis para o entendimento da ecologia e da dinâmica populacional das espécies (NAKATANI et al., 2001). Desta forma, ao longo do ciclo vital, as larvas e os adultos podem ocupar nichos diferentes e o processo de assentamento vai depender de vários fatores (físicos, químicos e biológicos) que funcionam como sinais para sua orientação (KINGSFORD et al., 2002).

Muitos animais demersais que vivem em ambientes costeiros tropicais têm uma fase larval pelágica antes de iniciar sua fase de vida bêntica (ARVEDLUND & KAVANAGH, 2009; NAGELKERKEN, 2009). É na fase larval pelágica que os peixes, em especial as espécies demersais, possuem maior potencial de dispersão entre os ambientes (LEIS, 2006), sendo a forma de dispersão mais comum (COWEN e SPONAUGLE, 2009).

Os membros da família Gobiidae quase sempre vivem em águas rasas em contato direto com o substrato onde comumente se enterram (MENEZES E FIGUEIREDO, 1985). São poucas as espécies que nadam sobre o substrato (suprabentônica) ou na água livre (pelágica) (ZANDER, 2012). Juntamente com os blenídeos, eles formam o grupo dominante de pequenos peixes de hábito bentônico (NELSON, 2006), assim desenvolveram especializações, como nadadeiras pélvicas geralmente fusionadas, formando uma espécie de disco adesivo (HOESE, 1984; NELSON, 2006), permitindo que estes adiram-se ao substrato e resistam a fluxos e refluxos de correntes (ZANDER, 2012).

Góbios tem corpo geralmente alongado e delgado, com a altura do corpo quase uniforme da cabeça a caudal em vez de afilar-se bruscamente (HOESE, 1984), como ocorre na maioria dos peixes e possuem duas nadadeiras dorsais bem distinguidas (NELSON, 2006). A maioria das espécies são marinhas, comuns em regiões de recife de coral, em águas

salobras, e algumas espécies são de água doce. A maioria de regiões tropicais e subtropicais (MENEZES E FIGUEIREDO, 1985; NELSON, 2006), além de serem abundantes em estuários e em áreas de mangue de fundo lamoso e arenoso (THRESHER, 1984). A família Gobiidae abrange uma grande variação ecológica, comportamental e de histórias de vida, conseqüentemente também há uma grande variação de táticas reprodutivas (MAZZOLDI et al., 2012). Apesar disto há um padrão reprodutivo básico compartilhado pela maioria: número reduzido de ovos demersais que são depositados em locais limpos e guardados pelos pais até que eclodam (MENEZES E FIGUEIREDO, 1985; THRESHER, 1984; CARPENTER, 2002; NELSON, 2006; MAZZOLDI et al., 2012).

NELSON (2006), reconhece cinco subfamílias para o grupo, sendo a subfamília Gobiinae um grupo mundial com cerca de 130 gêneros. Um destes é o gênero *Microgobius* Poey, 1876, que contém 14 espécies, 8 no Pacífico oriental e 6 no Oeste do Atlântico. É um grupo composto por espécies endêmicas das Américas e que apresentam sete espinhos na primeira nadadeira dorsal (BIRDSONG, 1975). Muitas das espécies do gênero apresentam forte dimorfismo sexual, habitam manguezais com um substrato de lama fina, ocorrendo preferencialmente em áreas rasas, até 36 m de profundidade. As espécies são caracterizadas por ter corpo comprimido, boca grande, quase vertical, coloração com tons de azul e/ou amarelo radiantes e comprimento corporal máximo que vai de 5 a 10 cm, (BIRDSONG, 1981).

Informações comportamentais detalhadas não estão disponíveis para este gênero, pois a maioria das espécies é incomum e ocorre em número insuficiente para estudo (GAISNER, 2005). Apesar disto sabe-se que algumas espécies do gênero constroem tocas (*e.g.* *Microgobius gulosus*, *Microgobius microlepis* e *Microgobius carri*) (BIRDSONG, 1981). Foi observado por GAISNER (2005), que casais de *M. gulosus* constroem tocas na base de plantas, utilizando suas raízes como suporte estrutural e como substrato para desova. Os machos maiores monopolizam múltiplas tocas, cada uma com uma fêmea individual e após a desova, estes camuflam as entradas da toca, enquanto as fêmeas cuidam do desenvolvendo da ninhada por cerca de 4 dias. Em 50% dos casais observados pela autora, os machos continuavam a vigiar os ninhos durante o período de incubação, defendendo-os de ataques de predadores.

Considerando que *Microgobius meeki* é uma espécie pouco conhecida e que em outros estuários do Brasil larvas da espécie são abundantes (CASTRO-ROMERO et al., 2001; JOYEUX et al., 2004 e COSER et al., 2007) e que a falta de informações que auxiliem a identificação de suas larvas podem subestimar sua abundância, portanto o presente estudo

busca suprir informações importantes que viabilizem a correta identificação do ictioplâncton, além de avaliar os fatores que mais influenciam as fases iniciais do ciclo de vida de *Microgobius meeki* e os habitats utilizados ao longo de seu desenvolvimento.

1.1 Justificativa

Apesar da importância do ictioplâncton, muitas larvas e ovos de peixes ainda não foram devidamente descritos e pouco se sabe sobre os sentidos e os sinais ambientais que guiam as larvas ao seu habitat de assentamento. Para conhecer os fatores que influenciam esse processo é necessário expandir os estudos para incluir um maior número de espécies de peixes em seus estágios mais iniciais do ciclo de vida e relacionar a sua distribuição espaço-temporal com fatores ambientais, a hora do dia e o tipo de habitats ocupados, além das variáveis físico-químicas (ARVEDLUND e KAVANAGH, 2009). Utilizar ovos e larvas de peixes em trabalhos ecológicos é vantajoso pelo fato dos primeiros estágios do ciclo de vida estarem confinados à camada superior da coluna d'água, sendo que os ovos têm movimentos passivos e as larvas são tênues nadadoras e muito vulneráveis à captura (NAKATANI *et al.*, 2001). O presente estudo busca contribuir com informações que venham a auxiliar na correta identificação do ictioplâncton da espécie *Microgobius meeki* e com dados ecológicos que venham a auxiliar na conservação desses peixes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar os aspectos ecológicos e o desenvolvimento ontogenético das larvas de *Microgobius meeki* que habitam o complexo estuarino do Rio Formoso.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Relacionar a densidade espaço-temporal de *Microgobius meeki* em função das características físico-químicas da água e com os fatores sazonais;
- b. Relacionar as variações da densidade e das fases larvais de *Microgobius meeki* entre os distintos habitats estudados (manguezal, prado de fanerógamas e recife);
- c. Caracterizar morfologicamente as fases do desenvolvimento larval de *Microgobius meeki*.

3 MANUSCRITO I: Larval development of *Microgobius meeki* (Perciformes: Gobiidae)

Manuscrito submetido a revista Neotropical Ichthyology (Normas da revista em anexo)

Larval development of *Microgobius meeki* (Perciformes: Gobiidae).

Wialla Karmen Teixeira de Farias¹, Elisabeth Cabral Silva-Falcão¹, Maria Elisabeth De Araújo¹ and William Severi²

¹ Department of Oceanography, Center for Technology and Geosciences, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Arquitetura, S/N, Cidade Universitária, 50740-550 Recife, PE, Brazil. (WKTF) wiallat@yahoo.com.br (corresponding author), (MEA) bethrau08@gmail.com, (ECSF) elisabeth_cabral@hotmail.com

² Department of Fisheries and Aquaculture (Depaq), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brazil. wseveri@gmail.com

Abstract. The number of fish species with adequate ontogenetic description is low, being frequent situations when the morphological identification of the specimens is imprecise, even at higher taxonomic levels. Thus, this work describe the larval stages of *Microgobius meeki* seeking to assist in the identification of ichthyoplankton in tropical estuaries of the Western Atlantic. The characterization was carried out from an ontogenic series of 45 specimens (1.6 to 11.8 mm SL). Body has a generally elongated shape, the head varies from small to large and the eyes from moderate to large. Vestiges of the embryonic fin are present from the preflexion stage, when larvae contain no yolk and are densely pigmented, until the initial flexion stage. Pectoral fins buds are the first to appear in the flexion stage, together with the first rays of the anal and second dorsal fins, and the hypural bones. The total number of vertebrae was 27, being 11 precaudal and 16 caudal, and the total number of fin elements were: 7 spines in the first dorsal fin, 17 rays in the second dorsal, 17 rays in the anal, 20 rays in the pectoral and 17 rays in the caudal.

Resumo. O número de espécies de peixes com descrição ontogenética adequada é reduzido, sendo frequentes as situações em que a identificação morfológica dos espécimes é imprecisa, mesmo em níveis taxonômicos superiores. É neste contexto que este trabalho descreve os estágios larvais de *Microgobius meeki* buscando auxiliar na identificação do ictioplâncton em estuários tropicais do Atlântico Ocidental. A caracterização foi realizada a partir de uma série ontogênica de 45 exemplares (1,6 a 11,8 mm CP). O corpo teve forma geralmente alongada, a

cabeça variou de pequena a grande e os olhos de moderados a grandes. A nadadeira embrionária esteve presente desde o estágio de pré-flexão, quando a larva não apresenta mais vitelo e é bastante pigmentada, até o estágio inicial da flexão. Botões das nadadeiras peitorais são os primeiros a surgir, no estágio de pré-flexão, quando surgem também os primeiros raios das nadadeiras anal e segunda dorsal, além dos ossos hipurais. O número total de vértebras foi de 27, sendo 11 pré-caudais e 16 caudais, e o número total de elementos das nadadeiras foi: 7 espinhos na primeira nadadeira dorsal, 17 raios na segunda dorsal, 17 raios na anal, 20 raios na peitoral e 17 raios na caudal.

Key words: Description, early life stages, ichthyoplankton, morphology, fish.

Palavras-chave: Descrição, estágios iniciais de vida, ictioplâncton, morfologia, peixe.

Running Head. Larval development of *Microgobius meeki*.

Introduction

Microgobius Poey 1876 is a genus that comprises 14 fish species distributed along the American continent. It currently includes eight species from the Eastern Pacific and six species of warm and temperate tropical waters in the Western Atlantic (Birdsong, 1981; Tornabene *et al.*, 2012). *Microgobius meeki* (Evermann & Marsh, 1899) occurs from Puerto Rico and Venezuela to Porto Belo, in the state of Santa Catarina, southern Brazil (Menezes & Figueiredo, 1985). It was suggested by Feitoza *et al.* (2001) that *Microgobius carri* has a continuous distribution from North Carolina to the southeastern coast of Brazil. Thus, the species mentioned above are the only ones of the genus described along the Brazilian coast.

The adults of *M. meeki* are light olive colored with different shades of yellow, bright blue and red, which are more evident in the region of the head and the fins. The body is cylindrical and elongated, with large eyes and a large mouth with a dark spot on the tip of the lower jaw (Evermann & Marsh, 1899; Birdsong, 1981; Tornabene *et al.*, 2012). They have two dorsal fins, the first one consisting of seven spines and with a dark rounded mark underneath, a characteristic shared with the other species of the genus. The number of rays of the second dorsal and anal fins varies between 16 and 18. The species exhibits marked sexual dimorphism in which the male's second to sixth spines of the first dorsal fin are provided with elongated filaments that can extend beyond the base of the caudal fin (Evermann & Marsh, 1899; Birdsong, 1981; Menezes & Figueiredo, 1985), while females have a well-developed nuchal line and pointed pelvic disc (Birdsong, 1981).

This species is demersal, estuarine resident (González-Bencomo *et al.*, 2007; Reis-Filho *et al.*, 2010), inhabiting shallow waters of estuaries and bays, and is commonly associated with muddy bottoms in mangrove areas (Birdsong, 1981; Barletta-Bergan *et al.*, 2002; Tornabene *et al.*, 2012; Reis-Filho & Giarrizzo, 2016), and in seagrass meadows (Cervigón, 2005), between 0 and 27 meters deep (Tornabene *et al.*, 2012). It is a benthophagous species with a diet mainly composed of particulate organic matter (Andreatta, 2012).

Although being one of the most abundant species in the ichthyoplankton of estuarine areas (González-Bencomo, 1995; Joyeux *et al.*, 2004; Coser *et al.*, 2007), *M. meeki* is still understudied, leading to little knowledge of its reproductive behavior and early life stages. The number of fish species with adequate ontogenetic description is low, being frequent situations where the morphological identification of the specimens is imprecise, even in higher taxonomic levels (Nakatani *et al.*, 2001). Thus, this research aims to describe the larval stages of *Microgobius meeki*, seeking to assist in the identification of ichthyoplankton in tropical estuaries of the Western Atlantic.

Material and methods

Ichthyoplankton samples were taken at different points in the Rio Formoso (08°40'51.63"S and 035°5'54.93"W) and Suape (08°20'00"S and 035°03'00"W) estuaries, south coast of the State of Pernambuco, between the years of 2009 and 2013. The trawls were made at subsurface, with a plankton net of 500 µm mesh size, and at constant speed (between 1 and 2 knots), with standard duration of 10 minutes during day and night. The samples were fixed and preserved in 4% formaldehyde solution, buffered with calcium carbonate.

The collections were carried out under permits of the Biodiversity Authorization and Information System (SISBIO No. 30754-1 and 30754-2) issued by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation, and the specimens were deposited in the Museum of Oceanography Dr. Petrônio Alves Coelho of the Federal University of Pernambuco, with the following codes: COL 201701-01 to COL 201701-24.

In the laboratory, the samples were sorted under a stereomicroscope in an acrylic chamber for counting and separating of the fish larvae from the rest of the collected material. The identification of the Gobiidae larvae was carried out with the aid of specialized guides (e.g. Richards, 2006; Fahay, 2007).

Larval stages were classified according to the characteristics defined by Kendall *et al.* (1984), as follows: 1) preflexion: from complete absorption of yolk-sac until the beginning of the notochord flexion, 2) flexion: from the beginning until the complete flexion of the notochord, and 3) postflexion: from the complete flexion of the notochord to the beginning of metamorphosis.

Ontogenetic characterization was performed through the analysis of morphometric and meristic characters. The morphometric characters analyzed according to Lima (1967), were standard length (SL), preanal length (PAL), prepelvic fin length (PP₂L), prepectoral fin length (PP₁L), predorsal fin length (PDL), head length (HL), head depth (HD), eye diameter (ED), and body depth (BD). The measures BD, HL, PAL, PP₁L, PDL were related to SL, and ED with HL, through linear regression. The relative percentage size was calculated for BD and HL as a function of SL, and ED as a function of HL, following the classification proposed by Leis & Trnski (1989). The meristic characters included the counting of vertebrae, and pectoral (P₁), dorsal (D₁ and D₂), pelvic (P₂), anal (A) and caudal (C) fins' rays. In addition, pigmentation were also observed.

Six larvae in the preflexion, flexion and postflexion stages were submitted to the clearing and staining process (Dingerkus & Uhler, 1977) to make possible the visualization of structures, such as rays and vertebrae, which facilitated their identification and counting.

Results

Of the 45 larvae of *M.meeki* examined, 20 were in preflexion, 20 in flexion and 5 were in postflexion stage. The ontogenic series included individuals with SL varying from 1.6 to 11.8 mm, with greater participation of larvae in the preflexion and flexion stages.

Larvae in the preflexion stage (Fig. 1a-b), range in SL from 1.6 to 3.6 mm (n = 20). Two distinct steps in their morphology are observed, the initial one being observed in larvae measuring 1.6 mm and the terminal one between 2.2 and 3.6 mm SL.

The specimens in initial preflexion stage, has the body elongated (18.8% SL), the head small (18.8% SL), and large and fully pigmented eye (50.0% HL). The notochord is not yet flexed, the yolk sac is completely absorbed; and the mouth is large, open and functional with the snout slightly raised at the tip. The body is lined with vestiges of the embryonic fin (*finfold*), which begins in the dorsal region and arises just after the head, passes along the caudal fin and extends throughout the ventral region without differentiation between dorsal, caudal and

anal fins, and without the presence of rays. The pectoral fins are already present but with no visible rays. At this stage, the gut is practically straight, with a slight curve below the swim bladder and ending in the middle of the body. There are dense dendritic pigments throughout the entire lower portion of the body, and above and below the gut, which leaves the rounded swim bladder quite visible. A punctate melanophore is visible at the edge of the lower jaw.

The terminal step of the preflexion stage (Fig. 1a-1b), has the body varying from elongated to moderate (16.5 and 22.1% SL), with a small to large head (17.0 to 34.8% SL), and fully pigmented moderate to large eye (29.4 to 40.7% HL). The notochord is rectilinear and its flexion not yet completed, almost all the vertebrae are visible, except for the last six ones of the caudal, which are un conspicuous. The fin fold is more restricted to the region of the dorsal and anal fins, around the primordial rays (anlage) of the caudal fin, formed below the urostyle. The gut shows a downward curve in the end and the swim bladder remains visible. The ventral pigmentation is more spaced than in the previous step (initial preflexion step), becoming more conspicuous. A dendritic melanophore located at the end of the anal fin is present, as well as in the thoracic region shortly after the isthmus, in the dorsal region of the swimming bladder, below the gut (below the swim bladder); and a line-shaped melanophore in the isthmus and around the anus. Two punctiform melanophores are also visible, one of them at the base of the caudal fin, below the notochord. Another punctate melanophore may be present on the back of the caudal portion of the body, but this one was less frequent than the former described above. Although most of the larvae at this stage do not have visible rays in the anal fin, it was possible to identify the first rays of this fin near the embryonic fin in two specimens measuring 3.1 and 3.6 mm SL.

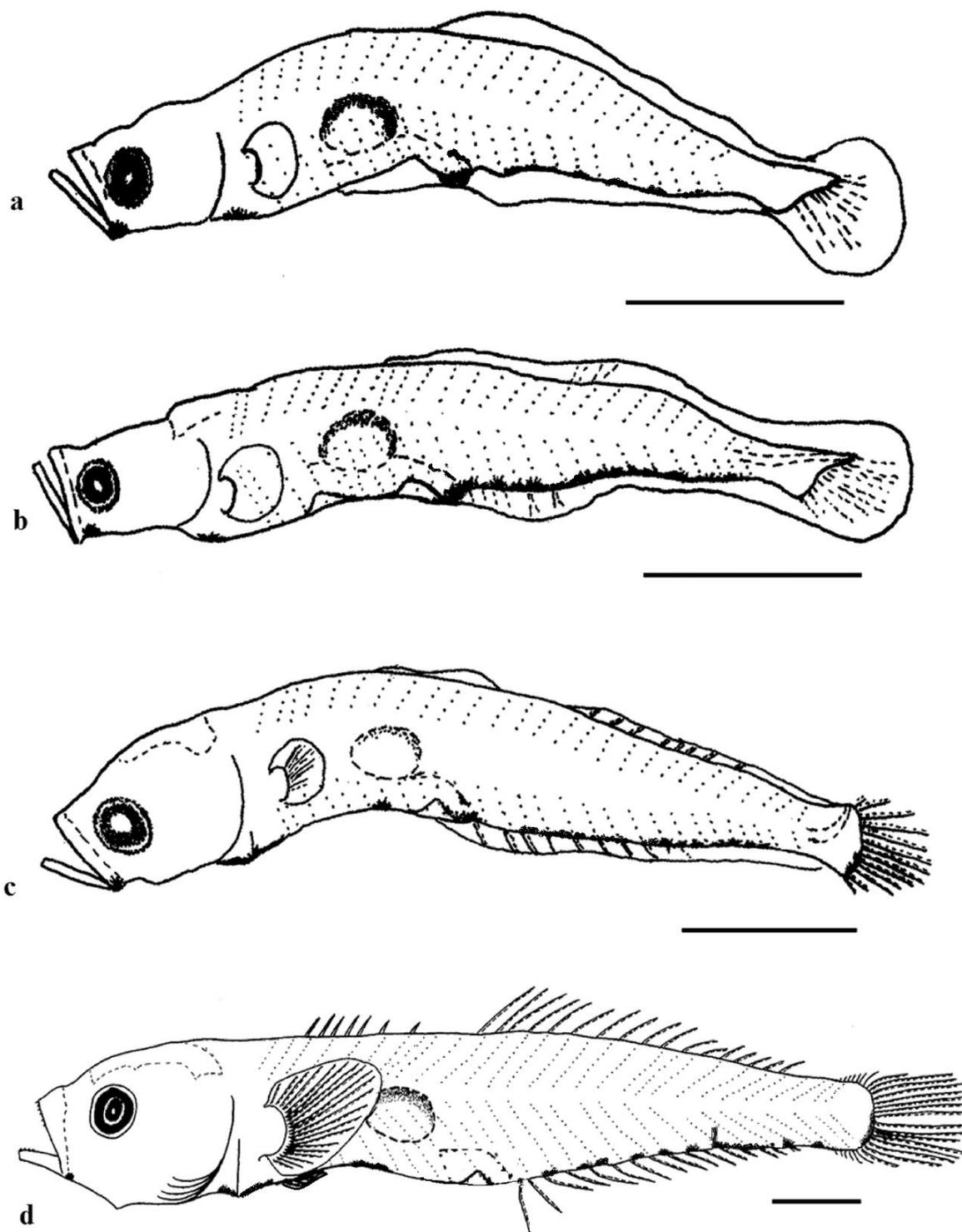


Figure 1. *Microgobius meeki* larvae: (a) 3.45 mm standard length (SL), preflexion stage; (b) 3.6 mm SL, preflexion stage; (c) 4.3 mm SL, flexion stage; (d) 9.1 mm SL, postflexion stage. Bar corresponding to 1 mm. Illustration: Silva-Falcão, E. C.

Flexion stage comprises larvae from 3.0 to 4.7 mm SL (n = 20). This stage was also divided into two steps: initial, whose larvae had a SL between 3.0 and 3.7 mm, and terminal, with SL between 3.4 and 4.7 mm (Fig. 1c). At the beginning of flexion, the body is elongated (16.5% SL), the head varies from small to moderate (17.0 and 23.1% SL), and the eyes are moderate to large (32.9 and 39, 2% HL). Almost all caudal vertebrae are formed, characterizing this phase as the beginning of the notochord flexion and the formation of the hypural bones. There are still vestiges of the embryonic fin, although this is restricted to the region corresponding to the insertion of the rays in the second dorsal and anal fins. The first rays to emerge are those closest to the anus, which are clearly visible but vary in number.

The terminal flexion stage, the body varies from moderate to elongated (16.8 and 23.0% SL), the head is small to moderate (18.1 and 24.2% SL) with moderate to large eyes (30.6 and 37.4% HL). The total number of vertebrae is 27, being 11 precaudal and 16 caudal. This stage is characterized by the complete formation of the hypural bones and complete flexion of the notochord. The embryonic fin is almost absorbed totally, and there is an increase in the number of rays of the anal and the second dorsal fins during their final stage of formation, however they are still absent in its final portion. Until the end of flexion there is no evidence of spinal formation of the first dorsal fin. At this stage, the larva shows an intensification on the dendritic pigments in the ventral midline region, in the anus, and at the base of the inferior rays of the caudal fin.

Postflexion stage, range from 6.0 to 10.0 mm SL (n = 5) (Fig.1d). At this stage, the larvae have an elongated body (15.7% SL), moderate and more pointed head (24.0% SL) and moderate eyes (28.5% HL). The rays of the caudal, anal, second dorsal, pectoral and pelvic fins are formed. The pectoral fins originate very close to the head and are long and thin, reaching the swim bladder. The pelvic fins are thin, long and have their bases joined in the form of an adhesive disc with a well-developed, smooth and pigmented frenulum. The insertion of this disc is located shortly after the origin of the pectoral fins, before the gut. Some larvae at this stage have an S-shaped gut. *Microgobius meeki* larvae in the postflexion stage have a first dorsal fin with seven spines, whose pterygiophores are arranged in the underlying vertebrae and distributed from the third neural vertebra in a ratio of 2: 2: 1: 1: 1 : 0. The first pterygiophore of the second dorsal is inserted into the ninth vertebra and its elements are distributed approximately in a 1: 1 ratio with the underlying vertebrae. The first two anal pterygiophores lie before the first hepatic vertebra (1st caudal vertebra), the remaining elements are arranged in an approximate ratio of 1: 1, where the last two elements

are on the anal and second dorsal fins, originating from a common pterygium. The overall development of the pigments is evident, with an increase in the quantity of punctate melanophores throughout the ventral region of the anal fin; development of a thoracic dendritic melanophore; appearance of a melanophore in the chest below the pelvic rays and the decrease in pigmentation around the anus. A vertical bar shaped melanophore around the 21st myomere is visible in the anal fin. In a specimen with 9.8 mm SL the appearance of the last two spines of the first dorsal was observed.

Table 1. Morphological data for *Microgobius meeki* larvae in preflexion (PF), flexion (FL) and postflexion (PO) stages. The proportions body depth (BD), head length (HL), prepectoral fin length (PP₁L), prepelvic fin length (PP₂L), preanal fin length (PAL) and predorsal fin length (PDL) are related to the standard length (SL), with the exception of eye diameter (ED), which relates to head length (HL). Amplitude expressed in mm, for minimum-maximum values \pm sd (standard deviation).

Measurements	Larval stage					
	PF (n=20)		FL (n=20)		PO (n=5)	
	Amplitude (min-max \pm sd)	Proportions (%)	Amplitude (min-max \pm sd)	Proportions (%)	Amplitude (min-max \pm sd)	Proportions (%)
SL	1,6-3,6 \pm 0,49	–	3,0-4,7 \pm 0,41	–	8,5-10,0 \pm 0,59	–
HL	0,3-0,9 \pm 0,14	11,9-34,8	0,5-1,2 \pm 0,17	15,8-27,9	1,7-2,4 \pm 0,29	20,5-26,7
BD	0,3-0,7 \pm 0,10	13,0-25,0	0,5-0,8 \pm 0,10	12,5-23	1,1-1,6 \pm 0,22	12,9-17,8
HD	0,34-0,6 \pm 0,08	9,9-24,4	0,4-0,8 \pm 0,13	11,5-21,3	0,1-1,6 \pm 0,25	12,3-17,6
ED	0,15-0,35 \pm 0,05	18,8-56,1	0,25-0,38 \pm 0,04	26,3-47,2	0,5-0,72 \pm 0,08	25,0-31,4
PP ₁ L	0,4-1,0 \pm 0,15	12,8-37,0	0,6-1,3 \pm 0,17	18,0-30,0	2,0-2,6 \pm 0,23	23,9-29,4
PAL	–	–	1,5-2,4 \pm 0,25	41,9-62,0	4,2-5,2 \pm 0,42	49,4-55,6
PDL	–	–	–	–	2,7-3,5 \pm 0,32	31,4-38,0
PP ₂ L	–	–	–	–	2,2-3,3 \pm 0,45	25,8-35,3

Body relationships and their proportions at different stages of development are detailed in Tab. 1 and Fig. 2. The pre-fin lengths according to the standard length range from 41.9 to 62.0% for PAL; 31.4 to 38.0% for PDL; 12.8 to 37.0% for PP₁L and 25.8 to 35.3% for PP₂L. Head length ranged from 11.9 to 34.8% SL; head depth from 9.9 to 24.4% SL; body depth from 12.5 to 25% SL; and the eye diameter from 18.8 to 56.1% HL.

The linear regressions between HL, PP₁L, PDL, PAL and BD in relation to SL (Figure 2), and between ED and HL indicate a positive correlation, with all the coefficients of the linear

correlation greater than 0.68 ($p < 0.001$), according to the Pearson (r) equation. Correlations were considered strong for PDL and BD ($r = 0.68$ and 0.95) and very strong for HL, ED, PP₁L and PAL ($r = 0.957$ to 0.988).

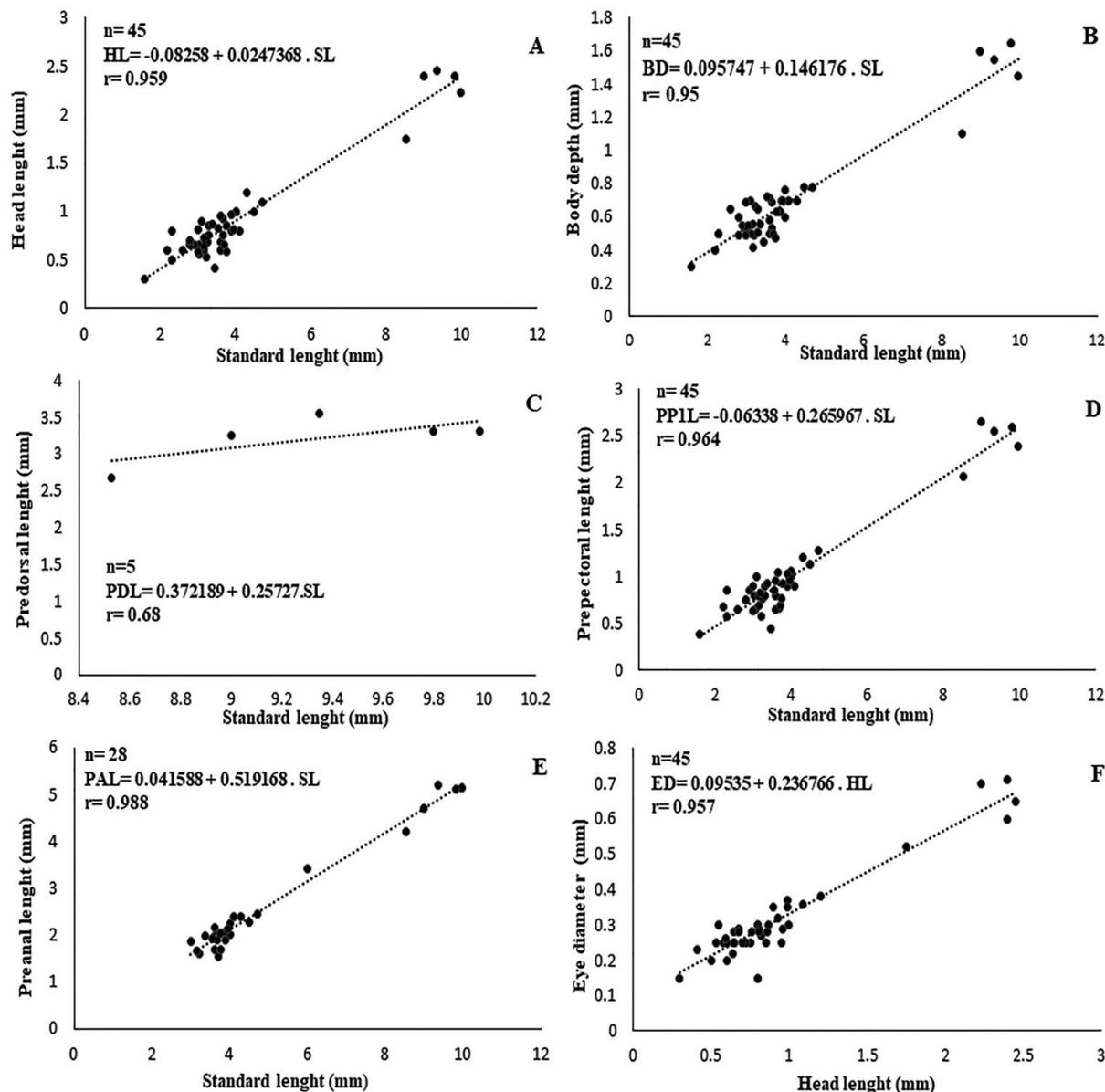


Figure 2. Linear regression of: (A) head length (HL); (B) body depth (BD); (C) predorsal length (PDL); (D) prepectoral length (PP₁L); (E) preanal length (PAL); and (F) eye diameter (ED) of *Microgobius meeki* larvae

The total number of vertebrae, observed in individuals in postflexion, was 27 and the total number of rays was 7 spines in the first dorsal, 17 rays in the second dorsal and anal fins, 20 rays in the pectoral, 1 spine and 5 rays in the pelvic, and 15 major rays and 2 secondary rays in the caudal (Table 2). The sequence of the first rays formation in *M. meeki* fins is C, A, D₁,

D₂, P₁ and P₂. However, the definite number of rays was reached in the postflexion stage in the following order: C, A, D₂, P₂, P₁ and D₁. Although the seven pterygiophores that support the spines of the first dorsal fin appear in the postflexion stage, only five spines were visible in specimens with up to 9.9 mm SL.

Tabela 2. Meristic data for preflexion (PF), flexion (FL) and postflexion (PO) larvae of *Microgobius meeki*. Fins: pectoral (P₁), pelvic (P₂), first dorsal (D₁), second dorsal (D₂), anal (A) and caudal (C). nv - not visible.

Stage	SL(mm)	Fin rays							Myomeres			Vertebrae			Fin	
		P1	P2	D1	D2	A	C	preanal	postanal	Total	precaudal	caudal	urostyle	D	A	
PF	2.3	nv	nv	nv	nv	nv	nv	11	14	25	9	0	nv	—	—	
	3.1	nv	nv	nv	nv	nv	nv	11	16	27	11	10	nv	—	—	
FL	4,3	nv	nv	nv	12	10	15	11	16	27	11	15	1	10	11	
	3,9	nv	nv	nv	10	10	15	11	16	27	11	15	1	9	11	
	3.7	nv	nv	nv	4	4	12	11	16	27	11	13	1	11	11	
PO	9	20	I+5	5	17	17	17	11	16	27	11	15	1	3	11	

Discussion

The most common characteristics of fish larvae are their morphological development, pigmentation, and morphometric and meristic characters (Kendall *et al.*, 1984). Thus, body size, development of fin spines and soft rays, body pigmentation pattern, and number of myomeres are commonly used for the identification and taxonomic differentiation of fish larvae through different life stages (Souza & Severi, 2002). Among these characters, the myomere count is of diagnostic importance in fish larvae taxonomy, since their number is directly associated with the number of vertebrae, as has been reported for most species (Snyder, 1979). According to Zacardi *et al.* (2014), *Gobiosoma* spp. present 27 myomeres (13 preanal and 14 postanal) completely formed in 3.0 mm SL larvae during the preflexion stage. Such features are markedly different in *M. meeki*, which has 11 precaudal and 16 caudal myomeres, completely formed in the flexion stage. This difference may be useful in discriminating the larvae of these two genera in their early stages of development, keeping in

mind that gobiid larvae are extremely similar during their early life stages (Hildebrandt & Cable, 1938). Although the number of vertebrae illustrates intra and interspecific variation (Borges *et al.*, 2000), no variation was observed in the vertebrae of individuals with fully formed spine in the present study.

Useful characteristics in separating gobiid larvae include general body shape, eye size, fin shape and position, pigmentation and meristic patterns (Yeung & Ruple, 2006). *Microgobius meeki* larvae present the general characteristics of the Gobiidae family reported by Hildebrand & Cable (1938), such as transparent body with notochord or often visible vertebrae, and clearly visible swim bladder with a dark dorsal pigmented area. According to Leis & Carson-Ewart (2004), the typical larval pigmentation of this family includes a melanophore on the posterior intestine immediately before the anus, in the ventral of the gut, in the midline of the tail, at the base of the isthmus and at the base of the pelvic fin. This pattern of pigmentation was noticed throughout the development of *M. meeki*, that is, pigments were observed in very small larvae, but are not in adulthood stages, as expected. This can be explained by the fact that the typical pigmentation of the genus occurs only at a very advanced stage, that is, after practically all adult characters are present (Hildebrand & Cable, 1938). In addition, pigments are still observed in the bladder and ventrally along the caudal fin. These pigments are similar to those of other gobies, such as *Ctenogobius boleosoma*, which presents melanophores in the dorsal region and the posterior portion of the swim bladder, and a bar-like melanophore in the caudal peduncle around the 23rd myomere (Wyanski & Targett, 2000). Still, according to Hildebrandt & Cable (1938), larvae of *Microgobius* spp. differ from those of *Ctenogobius boleosoma* because they have a deeper body, a large and strongly oblique mouth, first dorsal fin consisting of 7 dorsal spines, and longer second dorsal and anal fins. In turn, *C. boleosoma* has only 6 dorsal spines and 11 and 12 rays in the second dorsal and anal fins, respectively

Fish of the Subfamily Gobiinae are characterized by having large, rounded eyes, oblique mouth reaching beyond the border of the eye and a large swim bladder, located in the middle of the intestine, which may present melanophores. The gut is straight or gently curved below the bladder and extends to about half of the body length (Richardson & Joseph, 1975), possibly becoming S-shaped after flexion, but is never fully rolled (Leis & Carson-Ewart, 2004). These characteristics were herein observed along the ontogenetic development of *M. meeki* larvae.

The smaller *M. meeki* larvae analyzed in the preflexion stage present a similar characteristic to larvae of other gobies. *Elacatinus figaro* larvae, for example, have an open mouth soon after hatching, with well-pigmented eyes and a functional anus (Shei, 2008), in addition to developing pectoral fins, without clear rays, like *Elacatinus oceanops* embryos (Feddern, 1967). They are also involved by finfold as observed in *Gobiosoma* larvae, described by Zacardi *et al.* (2014). The preflexion larvae of *M. meeki* do not have the last formed vertebrae of its caudal fin, such as observed in preflexion larvae of *Microgobius thalassinus*, *Gobionellus boleosoma* and *Gobiosoma* sp. (Hildebrand & Cable, 1938), and in newly hatched larvae of *Elacatinus oceanops* (Feddern, 1967). In general, larvae at this stage do not have rays in the anal and dorsal fins, as well as larvae of *Gobiosoma* sp., *Gobionellus boleosoma* and *M. thalassinus* at the same stage of development (Hildebrand & Cable, 1938). However, as observed in our results, exceptions in these patterns can occur, due to the influence of environmental conditions on the development of bone structures during embryogenesis (Borges *et al.*, 2000).

Microgobius meeki has a body ranging from moderate to elongated, showing a small difference in head and body height during the larval period, similar to what was described for the Gobiidae larvae by Leis & Carson-Ewart (2004).

The pterygiophores distribution pattern of the first dorsal fin of the species is similar to that described for the genus *Microgobius* by Birdsong (1975). The first pterygophore of the second dorsal is inserted into the ninth vertebra, and its elements are distributed at approximately a 1: 1 ratio with the underlying vertebrae. The first two and the last two anal fin pterygophores present similar distribution to that observed for congeneric species by Birdsong (1981).

In addition, it was observed that the urostyle in the bone structure of *M. meeki* during postflexion is composed of a fully fused centrum, with a large fan-shaped element representing the 3-4 hypural bones (fused together) and the hypurals 1 and 2. The hypural element 5 is similar in size and shape to the parhypural bone, and to the single large epural bone, in addition to the modification of the 26th vertebra which is short and anteroposteriorly expanded. Besides, the combination of 11 precaudal and 16 caudal vertebrae agrees with that described by Birdsong (1975) for *M. signatus*. The number and arrangement of the spinal dorsal pterygophores is invariant, and its distribution pattern 3 (2:2:1:1:1:0), cited above, is virtually exclusive to the group of the seven-spine American gobies. However, the only genera within this group that do not present hypurals 1-2 fused to hypural 3-4 and urostyle

are *Microgobius*, *Bollmannia*, *Parella* and *Palatogobius* (Birdsong, 1975). Such characters are of great importance to identifying the larvae of the genus, thus allowing to differentiate *Microgobius* larvae from those of *Gobiosoma*, for example.

In the absence of information to aid in the identification of fish larvae, regressive sequences of developmental stages, from a known juvenile form, can make identification possible (Nakatani *et al.*, 2001). Despite the lack of information about *Microgobius meeki*, the larvae herein analyzed presented characteristics common to the genus *Microgobius*, which facilitated their identification. Knowledge about the development, growth, and behavior of fish larval stages provides an enormous range of information that contributes to the understanding of the species biology. These can be used in the evaluation of fish resources, breeding seasons, areas used by adults for feeding, spawning and nursery, as well as making feasible the analysis of factors influencing in recruitment variability, abundance of populations of economic interest, and changes in the spatial-temporal distribution of species.

Acknowledgement

The authors would like to thank CNPq for the financial assistance and scholarship provided to the first and third authors. The members of the Ichthyology Laboratory of the Federal Rural University of Pernambuco (Universidade Federal Rural de Pernambuco), the Nekton Laboratory and the Zooplankton Laboratory at the Museum of Oceanography of the Federal University of Pernambuco (Universidade Federal de Pernambuco), are acknowledged for assisting in the field and laboratory work.

References

- Andreatta J. Reprodução e alimentação de algumas espécies de peixes da lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. *Oecologia Australis*. 2012; 16(3):501-524. Available from: <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/oeco.2012.1603.11/708>
- Barletta-Bergan A, Barletta M, Saint-Paul U. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. *J Fish Biol*. 2002; 60:33-51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01759.x>
- Birdsong RS. The osteology of *Microgobius signatus* Poey (Pisces: Gobiidae), with comments on other gobiid fishes. *Bull Fla St Mus, Bioi Sci*. 1975; 19(3):135-187.

Birdsong RS. A review of the gobiid fish genus *Microgobius* Poey. Bull Mar Sci [serial on the internet]. 1981; 31(2): 267-306. Available from:

<http://www.ingentaconnect.com/content/umrmsas/bullmar/1981/00000031/00000002/art00003>

Borges MEE, Nakatani K, Bialezki A, Felis MEG. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. Acta Sci. 2000; 22(2):539-544. Available from:

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2945/2127>

Cervigón F. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. Bol. Inst. Oceanogr. 2005; 44 (1):3-28. Available from:

http://www.icmyl.unam.mx/pdf/GRAMED/Assessments_Delivery-Item-1/New%20Assessments/New_Assessments_pdf_support%20information/Ichthyofauna%20of%20Venezuela.pdf

Coser L, Pereira B, Joyeux JC. Descrição da comunidade ictioplanctônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios piraquê-açu e piraquê-mirim, Aracruz, ES, Brasil. Interciencia. 2007; 32(4):233-241. Available from:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000400006

Dingerkus G, Uhler D. Enzyme clearing of alcian blue stained small vertebrates for demonstration of cartilage. Stain Technol. 1977; 52(4):229-232. Available from:

<http://dx.doi.org/10.3109/10520297709116780>

Evermann BW, Marsh MC. Descriptions of new genera and species of fishes from Puerto Rico. Washington: Government Printing Office; 1899; 25 (7): 351-362. Available from:

http://penbay.org/cof/cof_1899_13.pdf

Fahay MP. Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean. Dartmouth, NS, Canada: Northwest Atlantic Fisheries Organization; 2007.

Feddern HA Larval development of the neon goby, *Elacatinus Oceanops*, in Flórida. Bull Mar Sci [serial on the internet]. 1967; 17(2):367-375. Available from:

Feitoza BM, Dias TLP, Rosa RS. Occurrence of *Microgobius carri* (Fowler, 1945) (Teleostei: Gobiidae) in the coast of Paraíba, northeastern Brazil, with notes on its ecology.

Revista Nordestina de Biologia [serial on the internet]. 2001; 15(1): 91-96. Available from: <http://periodicos.ufpb.br/index.php/revnebio/article/view/13170>

González-Bencomo EJ. Primer registro de *Microgobius meeki* (Evermann y Marsh, 1899) (pisces: Gobiidae) para el Lago de Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. Bol Centro Invest Biol [serial on the internet]. 1995; 29(1):57-63. Available from: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/3959/3958>

González-Bencomo E, Castillo EC, Borjas JA. Ictiofauna del sector centro oriental de la bahía el tablazo del sistema del lago de Maracaibo, Venezuela. Bol. Centro Invest. Biol. 2007; 41(4):423-455. Available from: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/98/98>

Hildebrand SF, Cable LE. Further notes on the development and life history of some teleosts at Beaufort, N. C. Bull U S Bur Fish [serial on the internet]. 1938; 48(24): 543-573. Available from: <http://fishbull.noaa.gov/48-1/hildebrand1.pdf>

Joyeux JC, Pereira BB, Almeida HG. The flood-tide ichthyoplanktonic community at the entrance of a Brazilian tropical estuary. J Plankton Res. 2004; 26(9):1-11. Available from: <http://plankt.oxfordjournals.org/content/26/11/1277.full>

Kendall AW Jr., Ahlstrom EH, Moser HG. Early life history stage of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Jr., Richardson SL, editors. Ontogeny and systematics of fishes. Lawrence: American Society of Ichthyologists and Herpetologists; 1984. p.11-22.

Leis JM, Carson-Ewart BM, editors. The larvae of Indo-Pacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae. 2th ed. Fauna Malesiana Handbook 2. Boston: Brill, 2004.

Leis JM, Trnski T. The larvae of Indo- Pacific Shorefishes. Hawaii: University of Hawaii Press; 1989.

Lima HH. Sobre a ocorrência de *Lutjanus bucanella* (Cuvier, 1828) Poey, 1868 no litoral brasileiro. Fortaleza: Arq Est Biol Mar Univ Fed Ceará. 1967; 7(2):177-180.

Menezes NA, Figueiredo JL. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleostei (4). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo; 1985.

Nakatani K, Agostinho AA, Baumgartner G, Bialezki A, Sanches PV, Makrakis MC, Pavanelli CS. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem; 2001.

Reis-Filho J, Nunes J, Ferreira A. Estuarine ichthyofauna of the Paraguaçu River, Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. *Biota Neotrop.* 2010; 10(4):302-311. Available from: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/fullpaper?bn03610042010+en>

Reis-Filho JA, Giarrizzo T. *Microgobius meeki* as a potential bio-indicator of habitat disturbance in shallow estuarine areas: a useful tool for the assessment of estuarine quality. *J Fish Biol.* 2016; 89(1):713-734. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/jfb.13007>

Richards WJ. Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic. Boca Raton: CRC Press; 2006.

Richardson SL, Joseph EB. Occurrence of Larvae of the Green Goby, *Microgobius thalassinus*, in the York River, Virginia Chesapeake Sci. 1975; 16(3):215-218. Available from: <https://link.springer.com/article/10.2307/1350899>

Shei MRP. Reprodução, desenvolvimento embrionário e larvicultura do “neon goby” *Elacatinus figaro* em laboratório. [MSc Dissertação on the Internet]. Rio Grande: FURG, Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, Instituto de Oceanografia; 2008 [cited 2016 Jan 20]. Available from: Repositório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande.

<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2203/dissertao%20shei.pdf?sequence=1>

Snyder DE. Myomere and vertebrae counts of the North America cyprinids and catostomids. In: Hoyt RD, editor. Proceedings of the third Symposium on Larval fish. Bowling Green: Western Kentucky University; 1979. p. 53-69. Available from: http://warnercnr.colostate.edu/docs/fwcb/lfl/PDF/LFL-004-Snyder_1979-Pub.PDF

Sousa WTZ, Severi W. Desenvolvimento inicial de larvas de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz (Characiformes, Cynodontidae). *Revta bras Zool.* 2002; 19(1):85-94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752002000100006>

Tornabene L, Van Tassel J, Robertson R. *Microgobius urraca* (Teleostei: Gobiidae), a new species of goby from the tropical eastern Pacific. *Zootaxa.* 2012; 3447:41-55. Available from: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.212312>

Wyanski DM, Targett TE. Development and transformation larvae and juveniles of *Ctenogobius boleosoma*, *Ctenogobius shufeldti*, and *Gobionellus oceanicus* (Pisces: Gobiidae) from Western North Atlantic estuaries, with notes on early life history. Bull Mar Sci. 2000; 67(2):709-728. Available from: <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/505421f2e4b097cd4fcff2a1>

Yeung C, Ruple D. Gobiidae: Gobies. In: Richards WJ, editor. Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic. Boca Raton: CRC Press; 2006. p. 2029 – 2078.

Zacardi DM, Silva TC, Bittencourt SCS, Costa SD, Nakayama L. Ocorrência e descrição morfológica das fases iniciais de *Gobiosoma* sp. (gobiidae: perciformes) no estuário Amazônico, Pará, Brasil. Acta Fish Aquat Res. 2014; 2(1):29-41. Available from: <http://dx.doi.org/10.2312/Actafish.2014.2.1.29-41>

4 MANUSCRITO II: Ecologia das formas iniciais de *Microgobius meeki* (Gobiidae: Actinopterygii) em um estuário tropical do Brasil

Manuscrito a ser submetido a revista Neotropical Ichthyology (Normas da revista em anexo)

Ecologia das formas iniciais de *Microgobius meeki* (Gobiidae: Actinopterygii) em um estuário tropical do Brasil

Wialla Karmen Teixeira de Farias¹, Murilo José Martins de Souza¹, Elisabeth Cabral Silva-Falcão¹, William Severi² and Maria Elisabeth De Araújo¹

¹ Department of Oceanography, Center for Technology and Geosciences, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Arquitetura, S/N, Cidade Universitária, 50740-550 Recife, PE, Brazil. (WKTF) wiallat@yahoo.com.br (corresponding author), (MEA) bethrau08@gmail.com, (ECSF) elisabeth_cabral@hotmail.com

² Department of Fisheries and Aquaculture (Depaq), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brazil. wseveri@gmail.com

Ecology of the initial forms of *Microgobius meeki* (Gobiidae: Actinopterygii) in a tropical Brazilian estuary

Abstract. The aim of this research was analyze the distribution of the *Microgobius meeki* larvae in the coastal ecosystems of Rio Formoso and with the abiotic factors. Were identified 168 larvae collected (2009-2012), through subsurface trawls, in the mangrove, seagrass bed and reef. The average density was of 0.071 larvae / 100 m³ per trawl. The values of densities varied significantly between times of day (1.92 larvae / 100 m³ at night), but not between the seasons or tides. Of the individuals sampled, 34.7% were in the pre-flexion stage, 63.5% in flexion and 2.4% in post-flexion. A larger proportion of the initial stage occurred at the reef (0.074 larvae / 100 m³) and at night (0.076 larvae / 100 m³). The initials stages was more abundant in the reef (0.05 larvae / 100 m³) and seagrass bed (0.04 larvae / 100 m³), not occurring in the mangrove or diurnal period. Post-flexion larvae occurred in the mangrove and seagrass, during the night and rainy season. The information obtained suggests preference of the initial stages for the reef, while the post-flexion stage for the estuary's

innermost habitats, indicating that this fish use different ecosystems of the region during its development.

Key words: abundance, fish larvae, connectivity, Rio Formoso, coastal environments.

Resumo. O objetivo da pesquisa foi analisar a distribuição de larvas de *Microgobius meeki* nos ecossistemas costeiros da região de Rio Formoso e com os fatores abióticos. Foram identificadas 168 larvas coletadas (2009-2012), através de arrastos subsuperficiais, no manguezal, prado de fanerógamas e recife. A densidade média obtida foi de 0,071 larvas/100 m³ por arrasto. Os valores das densidades foram significativamente diferentes entre períodos do dia (1,92 larvas/100 m³ à noite), mas não para as estações do ano ou entre marés. Dos indivíduos amostrados 34,7% encontravam-se no estágio de pré-flexão, 63,5% em flexão e 2,4% em pós-flexão. O estágio inicial ocorreu em maior proporção no recife (0,074 larvas/100 m³) e durante a noite (0,076 larvas/10 m³). O estágio de flexão foi mais abundante no recife (0,05 larvas/100 m³) e no prado (0,04 larvas/100 m³), não ocorrendo no mangue, nem no período diurno. Larvas em pós-flexão ocorreram no mangue e no prado, durante a noite e na estação chuvosa. As informações obtidas sugerem preferência dos estágios iniciais pelo recife, enquanto o estágio de pós-flexão foi encontrado nos habitats mais internos do estuário, indicando que este peixe utiliza estes diferentes ecossistemas da região ao longo de seu desenvolvimento.

Palavras-chave: abundância, larvas de peixe, conectividade, Rio Formoso, ambientes costeiros.

Running Head. Ecologia das larvas de *Microgobius meeki* em Rio Formoso.

Introdução

Recifes de corais, manguezais e pradões de fanerógamas são ecossistemas dominantes das costas tropicais e subtropicais (Nagelkerken, 2009). O manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho que está sujeito ao regime das marés. Este ecossistema oferece condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies (Schaeffer-Novelli, 2015), pois constituem um tipo de ambiente muito especial, com substrato lamacento, frequentemente contendo pouco oxigênio dissolvido, sendo lugar de ativos processos de decomposição e ricos em nutrientes (Quiñones, 2000).

Frequentemente encontrados em estuários (Day Jr. *et al.*, 2013), os manguezais concentram

a maior parte das espécies de peixes na fase juvenil. Este ambiente, portanto, desempenha um importante papel ecológico como áreas de proteção para os peixes pequenos, grande disponibilidade de alimentos e via de migração e refúgio para adultos, principalmente em época de reprodução (Araújo *et al.*, 2004; Able, 2005; Grego *et al.*, 2009; Day Jr. *et al.*, 2013; Daborn & Redden, 2016). Os peixes em geral liberam larvas que são, a princípio, planctônicas. A desova é muitas vezes sincronizada e acontece em um lugar específico para garantir que as larvas sejam mantidas dentro do estuário, abrigadas de fortes correntes de maré até que fiquem mais desenvolvidas (Nemeth, 2009; Daborn & Redden, 2016). Ao se tornarem nadadoras ativas, podem se mudar para o mar, já que muitas dessas espécies são estuarinas dependentes (Able, 2005).

No complexo estuarino do Rio Formoso, mais da metade das espécies de peixes (51,3%) são marinhas de origem recifal e em estágio juvenil (Paiva, 2009; Paiva *et al.*, 2009). Esse estuário apresenta três habitats costeiros conectados, formando um *continuum* manguezal-prado-recife (Silva-Falcão *et al.*, 2013). Após o assentamento, os peixes podem usar os habitats costeiros tropicais ao mesmo tempo ou deslocar-se entre eles ao longo de seu ciclo de vida (Nagelkerken, 2009). O processo de transição entre ambientes, por diferentes etapas de desenvolvimento, tem duração que varia entre alguns dias a meses.

A zona estuarina do Rio Formoso é extensa e encontra-se ainda em boas condições de preservação ambiental, em comparação com outros estuários do litoral sul do Estado (Marques, 2014), sendo a diversidade da fauna a base do sustento da população local (Sônia-Silva *et al.*, 2000; CPRH, 2003). A área é rica em manguezais e apresenta potencial para o turismo ecológico e cultivo de ostras, além de possuir remanescentes de Mata Atlântica que protege os cursos d'água (Santos, 2002). Porém a integridade do ecossistema está ameaçada pela pesca predatória, pelo cultivo de cana-de-açúcar, policultura, urbanização desenfreada e atividades de turismo e lazer (CPRH, 2001; CPRH, 2003). Atualmente, além de todas essas atividades antropogênicas negativas, existe o despejo de agrotóxico, oriundo de seringais, no complexo de Rio Formoso que mata vários organismos estuarinos-marinhos (Araújo - UFPE, com. pess., 2017). Todas essas ações causam diversos e sérios impactos ambientais que reduzem o estoque pesqueiros e destroem os corais (Santos, 2002). O fato de Rio Formoso ser a área de maior intensidade ocupacional da APA de Guadalupe, incorporando ao núcleo urbano de Tamandaré e a Praia dos Carneiros (CPRH, 2011), põe em risco sua preservação ambiental.

No estuário de Rio Formoso, Gobiidae é considerada uma das famílias mais abundantes no ictioplâncton (Silva-Falcão, 2012; Marques *et al.*, 2015). É também uma das famílias mais diversas dentre os peixes ósseos do mundo (Nelson, 2006), sendo facilmente considerada o maior grupo de peixes vivos (Thresher, 1984), com 2.804 espécies descritas em 495 gêneros (Eschmeyer *et al.*, 2017). Esta família é um grupo tão diverso, que torna-se difícil generalizar sobre sua morfologia ou biologia (Thacker, 2012).

Os gobiídeos são peixes de pequeno porte, com raras exceções, apresentando comprimento máximo de até 50 cm, mas a maioria alcança menos de 10 cm de comprimento (Menezes & Figueiredo, 1985). Desta forma, esta família contém os menores peixes (e vertebrados) do mundo (Nelson, 2006; Zander, 2012a) e frequentemente apresentam comportamento críptico (Menezes & Figueiredo, 1985; Thresher, 1984). Em diversos estuários e zonas costeiras do Brasil, larvas da família Gobiidae vêm sendo descritas como abundantes e frequentes ou até mesmo como dominantes (Ekau *et al.*, 2001; Mafalda Jr. *et al.*, 2004; Castro, 2005; Castro *et al.*, 2005; Silva-Falcão, 2007; Santos, 2012). Enquanto o gênero *Microgobius* destaca-se no ictioplâncton em algumas zonas costeiras das Américas (Sánchez-Velasco, 1996; Gaisner, 2005; Reyier & Shenker, 2007). A importância ecológica das larvas de gobiídeos está relacionada à sua notável representatividade na abundância das comunidades ictioplanctônicas. Peixes desta família são responsáveis pela alta densidade de espécies em habitats marinhos, estuarinos e dulciaquícolos, em regiões temperadas e tropicais, possuindo papel ecológico fundamental na cadeia trófica (Castro, 2005; Contente *et al.*, 2007; Zander, 2012b).

A espécie *Microgobius meeki* (Evermann & Marsh, 1899) ocorre desde Porto Rico e Venezuela até Porto Belo em Santa Catarina (Menezes e Figueiredo, 1985), apresenta hábito demersal e é frequentemente encontrada em águas rasas de estuários, em manguezais de fundos lamosos até 10 metros de profundidade (Birdsong, 1981; Tornabene *et al.*, 2012; Reis-Filho & Giarrizzo, 2016) e pode suportar águas hiper-salinas. Esta espécie é pouco conhecida e pode estar sofrendo grande ameaça por conta da perda de habitat de mangue e pântanos (Van Tassell & Tornabene, 2015). Além disso Ferreira (2000) acredita que *M. meeki* é uma espécie rara, que apresenta naturalmente baixa densidade na natureza, com biologia reprodutiva extremamente frágil do ponto de vista de conservação. Suas larvas são encontradas em manguezais e estuários (Barletta-Bergan *et al.*, 2002). Menos de 5% das larvas de gobiídeos são conhecidas, sendo os ovos e larvas mais estudados em águas japonesas (Ruple, 1984).

As pesquisas sobre a comunidade ictioplanctônica vem a contribuir com a melhor compreensão da posição sistemática de suas espécies, com os processos responsáveis pelo transporte e comportamento dos estados larvais dos peixes e com o conhecimento das épocas de postura a partir do período de captura do ictioplâncton (Ré, 1999). Recentemente foram realizados alguns estudos com a ictiofauna da região de Rio Formoso, contudo sem abordar os padrões de abundância, diversidade e mudanças ontogenéticas de habitats dos peixes que utilizam estes ecossistemas em suas fases iniciais do ciclo de vida (Silva-Falcão, 2012).

Neste contexto, o presente estudo objetivou analisar as variações temporais e espaciais da densidade de diferentes estágios larvais de *Microgobius meeki* coletadas em diferentes habitats no complexo estuarino de Rio Formoso, buscando padrões ecológicos que indiquem como essas larvas utilizam estes habitats ao longo do seu ciclo de vida.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O estuário de Rio Formoso está localizado a 76 km ao Sul da cidade do Recife e cerca de 4 km ao norte da baía de Tamandaré e tem 12 km de extensão (Lira & Fonsêca, 1980). Este complexo abrange diferentes habitats localizados nas imediações da divisa dos municípios de Rio Formoso e Tamandaré no litoral sul de Pernambuco (Figura 1). Segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), o clima da região é tipicamente quente e úmido do tipo Ams', caracterizado por apresentar chuvas de monções durante quase todo o ano, com uma estação seca bem definida. As temperaturas médias anuais registram uma variação entre 25°C (mínimas) e 30°C (máximas), as temperaturas mais elevadas são observadas durante os meses de outubro e dezembro na seca e as menores ocorrem na estação chuvosa entre junho e agosto (Manso *et al.*, 2006).

O complexo estuarino de Rio Formoso está inserido em duas áreas de proteção ambiental (APA): uma estadual, a APA de Guadalupe, e uma federal, a APA Costa dos Corais (APACC), ambas criadas em 1997. A APA de Guadalupe foi criada através do Decreto estadual Brasil nº 19.635 em 13 de março de 1997, e abrange uma área de 44.799, sendo 31.591 ha de área continental e 12.664 ha de área marítima, e ocupa partes dos municípios de Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros, enquanto APACC, maior unidade de conservação federal marinha do Brasil, inclui os manguezais na margem direita da foz do rio Formoso e as formações recifais de Tamandaré no oceano Atlântico até o rio Meirim, na região norte de Alagoas.

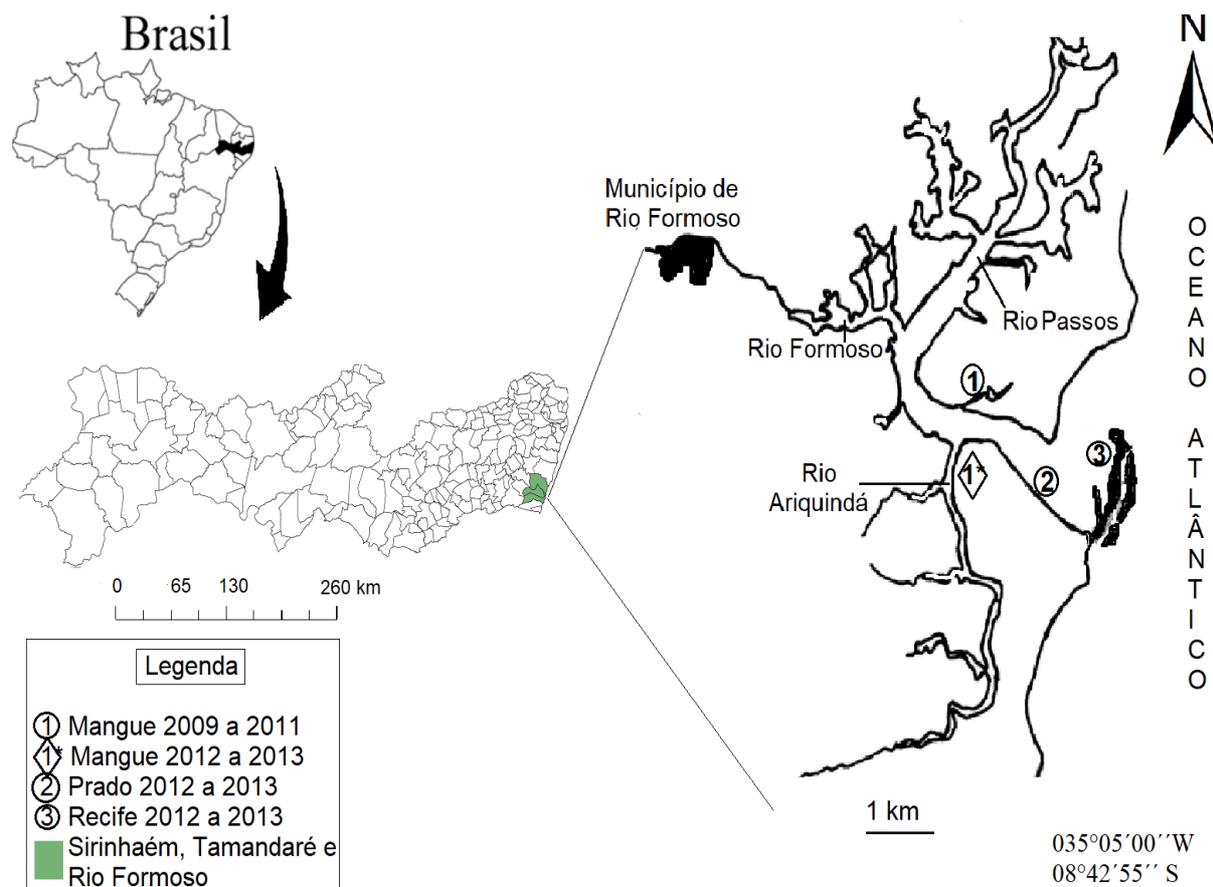


Figura 1. Mapa do complexo estuarino do Rio Formoso com a indicação dos habitats e períodos amostrados na presente pesquisa. Fonte: Modificado a partir do Google Earth obtida em 15/04/2017.

O complexo estuarino do Rio Formoso é uma planície costeira, de morfologia sinuosa e influenciado por pequenas descargas continentais, com 17 m de profundidade máxima (Lira & Fonsêca, 1980), sendo assim considerado um estuário raso por apresentar menos de 30 m de profundidade (Silva *et al.*, 2011). Em função da forte intrusão marinha, o estuário foi classificado como sendo do tipo bem misturado (homogêneo) (Lira *et al.*, 1979; Lima, 2016) com pequena amplitude de marés; em média 1,24m para a baía de Tamandaré. Há grande penetração da maré salina, cerca de 10,5 Km até as proximidades da cidade de Rio Formoso, com o predomínio de sedimentos lamosos de coloração escura ricos em matéria orgânica, os quais parecem constituir a fonte mais importante de material em suspensão no estuário (Lira *et al.*, 1979). Considerando os baixos teores de clorofila *a*, dos nutrientes dissolvidos, e por apresentar água bem saturada em oxigênio Lima (2016) caracterizou o ambiente como mesotrófico e livre, momentaneamente, do processo de eutrofização antrópica em função da melhoria do tratamento dos efluentes domésticos despejados no estuário.

Este complexo está representado pela confluência dos rios Ariquindá, Passos, Lemenho e Formoso (CPRH, 2001), e apresenta extensos manguezais conservados, ladeados por trechos de restinga e floresta ombrófila de terras baixas. Uma das localidades escolhidas como habitat de manguezal foi um ponto no rio Ariquindá que está inserido na margem direita do complexo estuarino e é formado pelos rios União, Porto do Tijolo, Porto Alegre e Cabrobó. O Ariquindá tem aproximadamente 10km de extensão e uma profundidade média de 6m (Grego *et al.*, 2009). O outro ponto de manguezal amostrado está localizado na margem esquerda do estuário e é um canal de maré conhecido como Maria-Açu. Estes habitats são margeados pelo manguezal, que fornecem significativa complexidade estrutural através de suas raízes, e com substrato de lama fina, rica em matéria orgânica (Silva-Falcão, 2012).

Na margem direita do estuário está localizada a praia dos Carneiros, selecionada como habitat de prado. Este local possui substrato arenoso com manchas de macroalgas e prados de fanerógamas marinhas compostos principalmente por *Halodule wrightii*, dispostos em fragmentos de pequenas extensões posicionados em paralelo ao litoral na Praia de Carneiros (Silva-Falcão, 2012). Estes prados podem servir como ambiente berçário ou para migração de espécies que transitam pela região (Pereira *et al.*, 2010).

O habitat de recife localiza-se na foz do Rio Formoso paralelos à linha de costa, fazendo parte de um complexo conjunto de recifes de arenito que fornecem abrigo para uma grande diversidade de espécies (Silva-Falcão, 2012), que funcionam como barreiras naturais e garantem a baixa amplitude entre as marés, favorecendo condições especiais para o desenvolvimento da vegetação e da fauna local (CPRH, 2001).

Amostragens do ictioplâncton

Foram realizadas amostragens bimestrais na maré de quadratura entre os meses de abril de 2009 a fevereiro de 2011 (totalizando 216 amostragens), e na maré de sizígia entre abril de 2012 a junho de 2013 (totalizando 144 amostragens), na coluna d'água associada a habitats de manguezal, prado de fanerógamas e recife. Em cada um dos habitats foram feitas réplicas aleatórias por período (diurno e noturno), tanto na estação de estiagem ou verão (setembro a fevereiro), quanto na estação chuvosa ou inverno (março a agosto). A tabela que segue informa as coordenadas e os períodos de coleta por ecossistema pesquisado.

Tabela 1. Coordenadas dos pontos de coleta do icteoplâncton por período e ecossistema amostrado no complexo estuarino do Rio Formoso.

Período coletas	Manguezal	Prado	Recife
2009-2011	08°40'51,63'' S, 035°05'54,93'' W	08°41'44,85'' S, 035°05'18,83'' W	08°41'34,19'' S, 035°04'27,52'' W
2012-2013	08°41'44,52'' S, 035°06'18,72'' W	08°41'36,36'' S, 035°05'18,42'' W	08°41'34,38'' S, 035°05'00,68'' W

As coletas de icteoplâncton foram realizadas na baixa-mar através de arrastos horizontais subsuperficiais com uma rede de plâncton com malha de 500 µm de abertura. A embarcação movia-se a uma velocidade constante (entre 1 a 2 nós), com duração padrão de 10 minutos. O volume coletado foi estimado através de um fluxômetro acoplado no centro da boca da rede. Todas as amostras foram fixadas e preservadas em solução de formalina a 4% tamponada com carbonato de cálcio diluída em água do mar.

Além da profundidade (m), as variáveis abióticas temperatura (°C), salinidade e pH de cada ponto de coleta foram medidas na superfície a cada arrasto, utilizando medidores portáteis. Não houve coleta de dados de pH em junho de 2010, de salinidade em abril de 2012 e nenhum parâmetro foi aferido em junho de 2013 por conta da indisponibilidade dos equipamentos.

Procedimentos em Laboratório

Em laboratório, as amostras de icteoplâncton foram triadas sob estereomicroscópio em uma câmara de acrílico do tipo Bogorov para a contagem e separação das larvas de peixes do restante do material coletado. A identificação das larvas foi efetuada com o auxílio de guias especializados (*e.g.* Richards, 2006; Fahay, 2007). O material identificado foi contabilizado e conservado em álcool 70%, em frascos etiquetados.

Todas as larvas de *Microgobius meeki* tiveram seu comprimento padrão (CP) determinados em milímetros e seu estágio larval classificado a partir das características definidas por Kendall *et al.*, (1984). A saber: 1) pré-flexão: a partir da completa absorção do vitelo até o início da flexão da notocorda; 2) flexão: do início da flexão da notocorda até sua completa

flexão e 3) pós-flexão: a partir da completa flexão da notocorda até o início da metamorfose. O número total de larvas obtidos em cada amostra foi definido e os valores de abundância foram transformados em valores de densidade (larvas por 100.m³).

Análise dos dados

Antes da realização das análises estatísticas os dados de densidade foram padronizados e log-transformados ($\log_{10} x + 1$). Os dados foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e quanto a homocedasticidade (Bartlett) utilizando o software R. Uma vez não cumprindo os pré-requisitos da ANOVA, as variáveis foram submetidas aos testes não paramétricos: U de Mann-Whitney para analisar diferenças entre os períodos do dia, entre as estações do ano e entre marés; e Kruskal-Wallis afim de avaliar diferenças entre habitats. Foram considerados estatisticamente significativos os valores de $p < 0,05$.

As variáveis comprimento (CP) e estágio de desenvolvimento larval foram correlacionados com o habitat através do teste de Kruskal-Wallis e entre períodos de coleta através do teste U de Mann-Whitney. A existência de possíveis correlações entre as assembleias de larvas de peixes e as variáveis ambientais (pH, salinidade e temperatura), foi avaliada através de regressões simples, também realizadas no software R.

Resultados

Com o objetivo de compreender a distribuição das larvas de *Microgobius meeki*, foram analisadas as variações espaço-temporais destas, utilizando seus comprimentos padrões, densidade total e densidades por estágios. Correlacionando estas com as variáveis ambientais, período do dia, estações do ano, marés e diferentes habitats amostrados no complexo estuarino de Rio Formoso.

Condições oceanográficas

No presente trabalho foram considerados fatores abióticos como o pH, a temperatura, a salinidade, além da profundidade dos ambientes amostrados. A profundidade dos pontos de coleta variou entre 0,5 e 15,5 m. O habitat recife apresentou as maiores profundidades com média de $7,5 \pm 3,3$ m, o manguezal foi o ambiente mais raso, com profundidade média de $1,92 \pm 1,35$ m, enquanto o ambiente de prados de fanerógamas teve média de $2,35 \pm 1,07$ m.

A temperatura variou significativamente apenas entre as estações do ano ($p < 0,001$), sendo mais elevada durante a estação de estiagem (média de 29°C). Entre os habitats amostrados

($p=0,234$) e entre os períodos do dia (diurno e noturno) ($p=0,551$) não houve nenhuma variação significativa na temperatura. Durante os meses de amostragem, a temperatura apresentou uma média de $28,4^{\circ}\text{C}$, sendo o menor valor obtido em agosto de 2010 ($24,3^{\circ}\text{C}$) e o mais elevado em fevereiro de 2010 (média de 31°C) (Figura 2A).

A salinidade apresentou diferença significativa entre as estações do ano, com valores mais altos na estiagem ($p < 0,001$) e média de 32,5, enquanto que na estação chuvosa a média foi de 28,3. Este parâmetro também variou significativamente entre os habitats ($p < 0,001$) com valores menores no manguezal (média de 28,5), com valores gradativamente mais altos do prado (média de 30,1) ao recife (média de 30,8). O dia e a noite apresentaram médias muito semelhantes: 30,7 e 30,2, respectivamente, não havendo diferença significativa entre períodos do dia ($p = 0,418$). Ao longo dos anos de amostragem, a salinidade média foi de 30,4 com valores que variaram entre 12,36 em junho de 2010 a 39 em fevereiro de 2013 (Figura 2B).

O pH variou significativamente entre os habitats ($p < 0,001$), tendo o manguezal a menor média (7,7) e o recife a maior média de pH (8,0), e entre as estações do ano ($p < 0,001$), sendo os valores menores na estação de estiagem (média de 7,8) e valores um pouco mais elevados na estação chuvosa (média de 8,0) (Figura 2C). Não houve diferença significativa nos valores de pH entre períodos do dia (diurno e noturno) ($p=0,162$). Durante o período de amostragem o pH teve o valor médio de 7,9 e variou de 5,2 em outubro de 2010 a 9,6 em junho (2010).

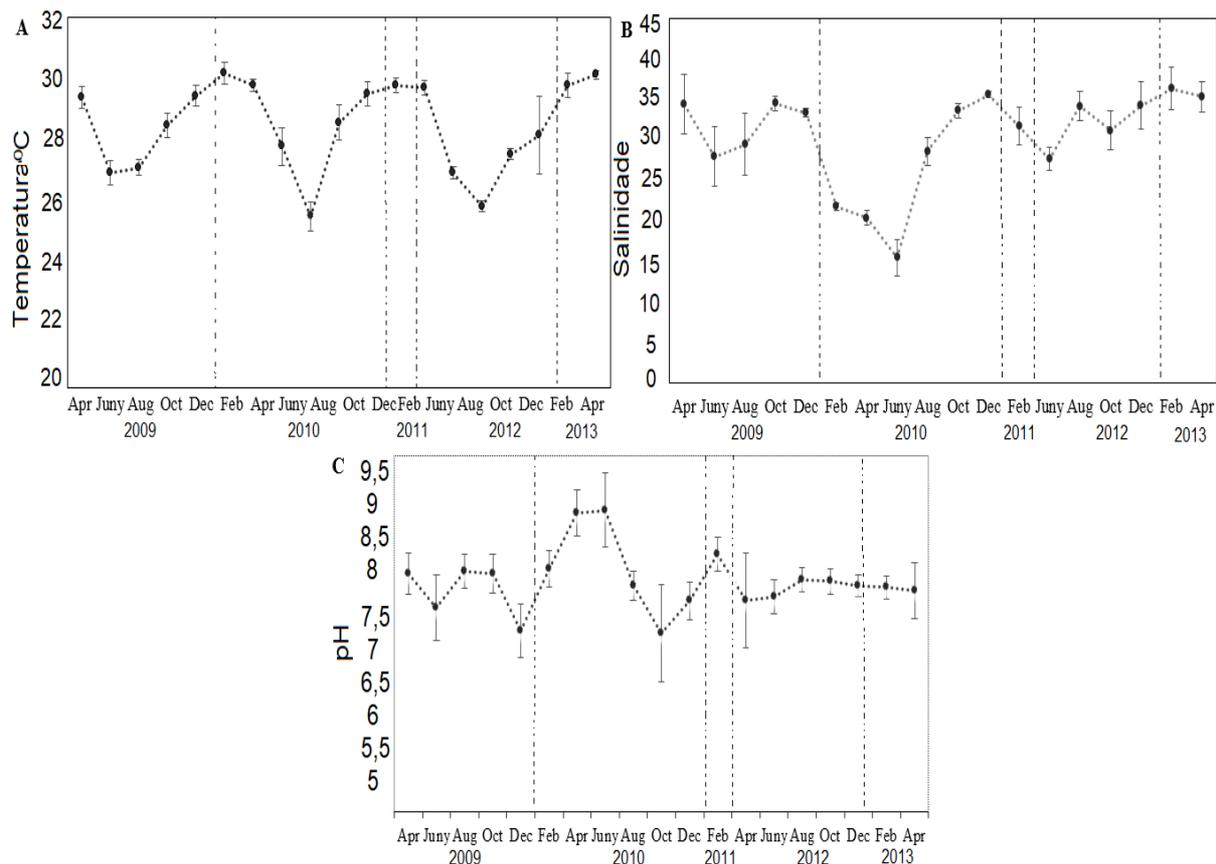


Figura 2. Médias e desvio padrão das variáveis abióticas mensuradas em distintos habitats no complexo estuarino de Rio Formoso (PE).

Densidade larval de *Microgobius meeki*

Foram identificadas 168 larvas de *Microgobius meeki*, coletadas no período de amostragem, com uma densidade média de $0,071 \pm 0,267$ larvas/100 m³ por arrasto. Os valores de densidade foram significativamente diferentes entre os períodos do dia ($p < 0.001$), com densidade máxima de 1,92 larvas/100 m³ a noite, média de larvas $0,13 \pm 0,36$ larvas/100 m³ e média diurna de $0,013 \pm 0,087$ larvas/100 m³

A densidade não diferiu significativamente entre as estações do ano ($p = 0.94$) apresentando média de $0,070 \pm 0,264$ larvas/100 m³ na estação seca e média de $0,071 \pm 0,271$ larvas/100 m³ na estação chuvosa. O teste U de Mann-Whitney também não identificou diferenças significativas entre marés ($p = 0.071$) (Tabela 2).

Os resultados do teste Kruskal-Wallis não indicaram diferenças significativas para os valores de densidade total de larvas entre habitats ($p = 0,076$), com densidade média de 3,46 larvas/100 m³ nas amostras noturnas e 0,74 larvas/100 m³ nas diurnas. Nenhuma diferença

significativa nos valores de densidade total foi detectada entre os habitats ($p = 0,147$) (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade larval média (ind/ 100 m³), desvio padrão (\pm DP) e níveis de significância das análises de variância não paramétricas Kruskal–Wallis (entre habitats) e U de Mann–Whitney (entre os períodos do dia e entre as estações do ano) para as larvas de *Microgobius meeki* coletadas em Rio Formoso entre abril de 2009 e junho de 2013.

Densidade \pm DP	Habitats			p	Estações			Períodos		
	Manguezal	Prado	Recife		Estiagem	Chuvosa	p	Dia	Noite	p
Total	0,02 \pm 0,13	0,08 \pm 0,29	0,10 \pm 0,33	0,076	0,07 \pm 0,26	0,07 \pm 0,27	0,9404	0,01 \pm 0,08	0,13 \pm 0,36	$p < 0,001^*$
Pré-flexão	0,01 \pm 0,07	0,05 \pm 0,2	0,07 \pm 0,23	0,024*	-	0,03 \pm 0,13	0,443	0,01 \pm 0,08	0,07 \pm 0,24	0,002*
Flexão	-	0,04 \pm 0,22	0,05 \pm 0,26	0,045*	-	0,03 \pm 0,22	0,864	-	0,07 \pm 0,28	$p < 0,001^*$
Pós-flexão	0,01 \pm 0,1	0,007 \pm 0,07	-	0,364	-	0,01 \pm 0,08	0,101	-	0,01 \pm 0,10	0,085

Através de regressões lineares foi observado que apenas o fator temperatura apresentou relação estatisticamente significativa com a densidade total de larvas ($p = 0,025$). Enquanto que a salinidade ($p = 0,328$) e o pH ($p = 0,23$), aparentemente não foram parâmetros significativos na distribuição das larvas de *M. meeki*.

Distribuição dos estágios larvais

Neste trabalho foram utilizados os estágios de pré-flexão, flexão e pós-flexão para analisar a distribuição dos estágios iniciais de desenvolvimento de *M. meeki*. Dos 168 indivíduos amostrados da espécie, 58 indivíduos (34,7 %) encontravam-se no estágio de pré-flexão, 106 indivíduos (63,5%) estavam no estágio de flexão e apenas 4 indivíduos (2,4%) em pós-flexão.

O estágio de pré-flexão ocorreu em maior proporção no recife (média de $0,074 \pm 0,233$ larvas/100 m³) em menor proporção no prado ($0,05 \pm 0,2$ larva/100 m³) e no manguezal ($0,01 \pm 0,07$ larvas/100 m³) ($p = 0,024$). Também foi observada diferença significativa entre períodos ($p = 0,0021$) com maior densidade larval ocorrendo durante a noite ($0,076$ larvas/100 m³) sendo a média diurna de $0,013$ larvas/100 m³ (Fig. 3).

Entre habitats ($p = 0,045$) as larvas em flexão foram significativamente mais abundantes no recife e no prado, não ocorrendo no mangue (Tabela 2). Em relação aos períodos do dia houve diferença significativa ($p < 0,001$), pois todas as larvas em flexão foram amostradas exclusivamente no período noturno ($0,07 \pm 0,28$ larvas/100 m³).

Os testes não-paramétricos utilizados nas análises não identificaram diferenças significativas para o estágio de pós-flexão entre períodos do dia ($p = 0,085$), ou entre habitats ($p = 0,364$). Apesar desses resultados, este estágio apenas foi coletado no mangue e no prado e no período noturno.

Poucas larvas foram coletadas durante o dia, com exceção de algumas que se encontravam no estágio de pré-flexão. Exemplos nos estágios mais iniciais de desenvolvimento (pré-flexão e flexão) foram mais abundantes no prado e no recife, com pico de indivíduos em fase inicial de pré-flexão coletados no recife (Fig.3).

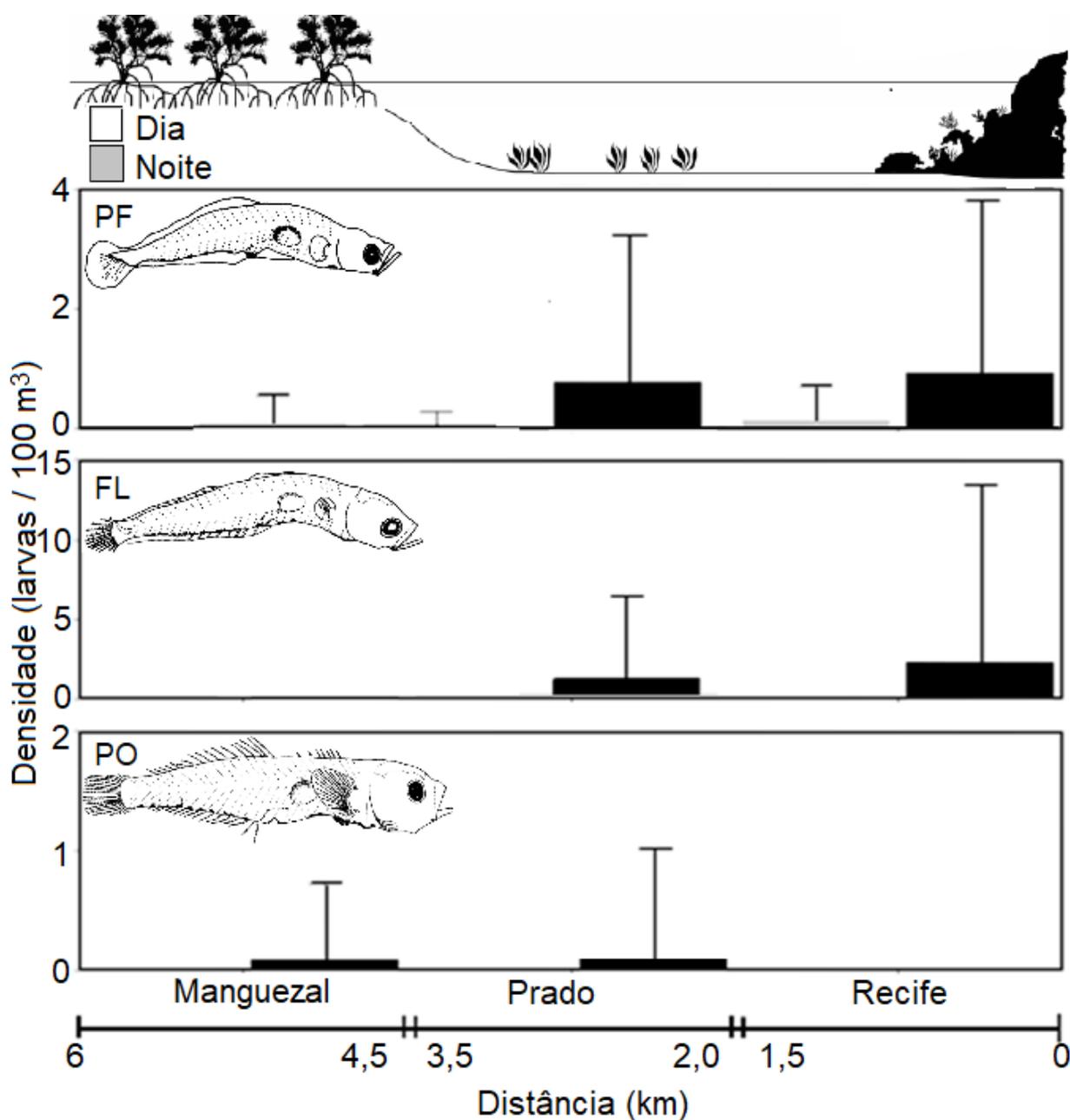


Figura 3. Distribuição e desvio padrão das densidades nos estágios larvais de pré-flexão (PF), flexão (FL) e pós-flexão (PO) de *Microgobius meeki* nos diferentes habitats e períodos do dia (dia e noite) no complexo estuarino do Rio Formoso (PE).

Variação dos comprimentos

O comprimento padrão das larvas (CP) variou entre 1,0 e 9,8 mm (média de $3,54 \pm 1,22$ mm). Os indivíduos com maior comprimento corpóreo ocorreram no período noturno ($p < 0,001$), com comprimento médio de 3,6 mm, enquanto no período diurno o comprimento médio foi de 1,4 mm. O teste de Kruskal-Wallis não registrou diferença significativa entre os habitats, porém foi possível observar um incremento no comprimento das larvas a partir do recife em direção ao ambiente de manguezal ($p = 0,649$) (Figura 4).

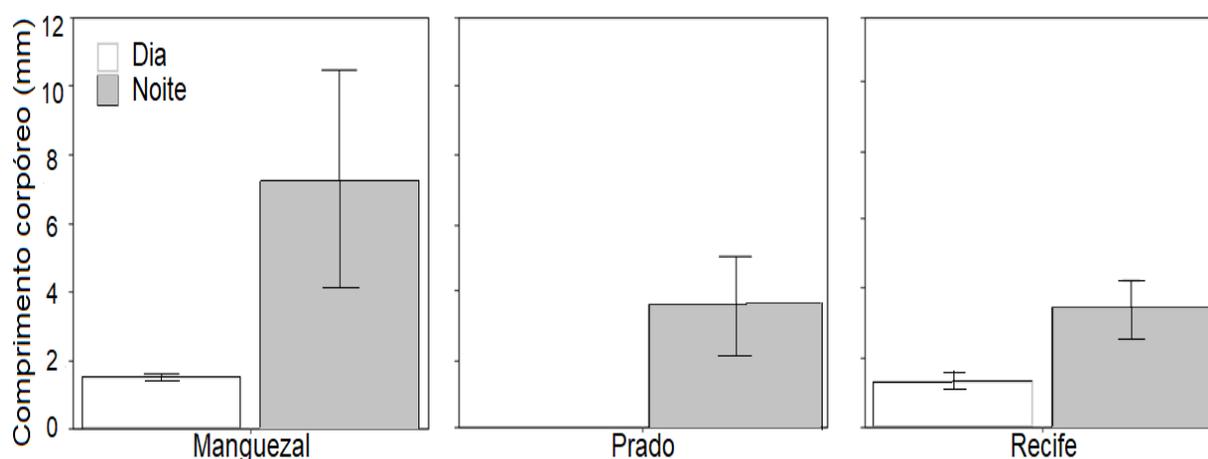


Figura 4. Médias e desvios padrão (\pm DP) dos comprimentos corpóreos (mm) das larvas de *Microgobius meeki* coletadas em três diferentes habitats e períodos do dia no complexo estuarino do Rio Formoso (PE).

Discussão

A correlação da densidade de larvas de peixes com as variáveis oceanográficas, destaca a importância dos fatores abióticos como o pH, a saturação do oxigênio, a salinidade e a temperatura da água (Mafalda Jr. *et al.*, 2004). As variações climáticas alteram a turbidez da água, a velocidade das correntes, e os fatores físico-químicos, afetando o transporte e a distribuição larval (Boehlert e Mundy, 1988).

No estuário do Rio Formoso, a temperatura da água apresentou uma sazonalidade definida, com valores mais elevados na estação de estiagem (máx. 31°C) e valores mais baixos na estação chuvosa (min. 24,3°C). Este é o padrão esperado para a região que apresenta baixa

amplitude térmica. Ao longo do ano, essa mudança ocorre gradativamente, com ausência de estratificação térmica e salina na coluna d'água, sendo este um estuário verticalmente homogêneo (Grego *et al.*, 2009, Lima, 2016, Honorato da Silva, 2003; Honorato da Silva *et al.*, 2009). A salinidade também apresentou diferença espacial ao longo do estuário e entre as estações do ano, com valores mais elevados na estação seca e em direção a jusante (Aquino *et al.*, 2012; Aquino *et al.*, 2015). A pluviosidade e o aporte de água continental são fatores condicionantes desta variação (Grego *et al.*, 2009), juntamente com a variação da maré (Lima, 2016).

O pH foi geralmente alcalino, com valores entre 7,0 e 8,5, com exceção dos meses de outubro e dezembro de 2009, quando algumas amostras apresentaram valores mais ácidos; entre 5,2 e 6,9. Valores de pH entre 7 e 8,8, com valores mais elevados na preamar, são esperados para a região, pois o complexo estuarino do Rio Formoso é uma área com grande penetração da maré salina e baixo aporte de água fluvial (Lira *et al.*, 1979; Mota, 2008; Honorato da Silva *et al.*, 2009). O pH variou sazonal e espacialmente, com valores mais elevados na estação chuvosa e na foz do estuário, assim como o observado por Honorato da Silva *et al.* (2004).

As larvas de peixes são morfologicamente muito diferentes dos adultos, e apresentam também exigências ecológicas distintas, quanto ao habitat, alimentação e comportamento (Ciechomski, 1981). De acordo com Esteves *et al.* (2000), a temperatura e salinidade atuam na estruturação das variáveis de zonas estuarinas, moldando habitats e o comportamento dos organismos. Na área de estudo do presente trabalho, a densidade dos estágios iniciais de desenvolvimento de *M. meeki* apresentou variação significativa com a temperatura. Grande parte dos peixes, pelo menos em sua fase inicial de vida, é caracterizada como eurihalina. Tal caráter reflete a importância dos ambientes estuarinos para essas espécies, onde encontram, num limitado espaço geográfico, condições ambientais que propiciam o seu desenvolvimento, sem a necessidade de grandes migrações (Castro, 2005).

Microgobius meeki é descrito como um táxon abundante na comunidade larval em alguns estuários do Brasil, como no estuário de Baía de Vitória (ES) e no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (PR), segundo Joyeux *et al.*, (2004) e Coser *et al.*, (2007), respectivamente. Mas esta espécie, é mais comumente registrada como rara. Esta raridade provavelmente está associada à sua baixa abundância natural em determinados estuários (Reis-Filho & Giarrizzo, 2016). No total 168 larvas da espécie *Microgobius meeki* foram amostradas ao longo dos anos de amostragem, apresentando uma densidade média de apenas

0,071 larvas/100 m³ sendo desta forma considerada uma espécie pouco abundante no estuário do Rio Formoso.

Embora dados sobre desova de espécies do gênero *Microgobius* sejam bastante raros, informações sobre *M. gulosus* relatam que a sua desova ocorre ao longo de todo o ano nas águas do sul da Flórida (Birdsong, 1981; Gaisner, 2005). A distribuição de larvas é um indicador da época reprodutiva das espécies. No golfo do México, larvas de *M. meeki* parecem ser raras, mas espécies cogenéricas, como *M. gulosus* e *M. thalassinus* são abundantes e ocorrem em maior número na estação chuvosa, sugerindo que a desova está também relacionada a este período do ano (Sánchez-Velasco, 1996). No estuário de Vaza-Barris em Sergipe, o pico de abundância de larvas de *M. meeki* também acontece no período chuvoso (Santos, 2012). No estuário de Rio Formoso não foi observado um padrão sazonal de distribuição das larvas desta espécie, sugerindo um padrão de desova homogênea para a região. Porém foi observada uma segregação na distribuição espacial das larvas, com maior abundância destas no ambiente recifal. Esta espécie é típica de áreas ricas em manguezais, portanto, seria esperado que estas fossem mais abundantes neste habitat. Porém a espécie está frequentemente associada a colunas de água mais salinas (Cérvigon, 1994; Reis-Filho, 2016), sendo este um dos principais parâmetros que influencia a distribuição horizontal do ictioplâncton (Barletta *et al.*, 2005).

Os estágios ontogenéticos distribuem-se diferencialmente na coluna d'água, com larvas no estágio de pré-flexão apresentando preferência por águas mais profundas, enquanto larvas em pós-flexão são mais abundantes em menores profundidades (Goçalo *et al.*, 2011). As larvas de *M. meeki* foram mais abundantes durante o período noturno. Neste mesmo período também foram mais abundantes larvas com maior comprimento padrão. Este mesmo padrão foi observado em outros estudos sobre a distribuição do ictioplâncton, (Castro & Bonecker, 1996; Castro, 2005; Castro *et al.*, 2005; Bonecker *et al.*, 2009; Silva-Falcão, 2007; Coser *et al.* 2007, Silva-Falcão, 2012; Silva-Falcão *et al.*, 2013). A migração vertical na coluna d'água, pode ser uma resposta adaptativa, na busca de um nível ideal de luminosidade, fuga de predadores, busca por alimento, camada d'água com condições abióticas mais favoráveis (Boehlert & Mundy, 1988; Castro, 2005). Em alguns estuários do Brasil, larvas de *M. meeki* apresentaram maior abundância em áreas rasas ladeadas por vegetação de mangue, frequentemente na porção mais inferior dos estuários (Castro, 2005; Barletta-Bergan *et al.*, 2002).

Apesar de não ser identificada diferença significativa para a distribuição da densidade total das larvas de *M.meeki* no presente estuário, foi capturado um maior número de larvas na maré de sizígia, assim como foi observado em outros estudos com o ictioplâncton (Hampel *et al.*, 2003; Ramos *et al.*, 2011). Coser *et al.*, 2007 observou padrões distintos entre estágios, com larvas em pré-flexão de *M.meeki* sendo mais abundantes na sizígia do que na quadratura, enquanto que as larvas em pós-flexão apresentaram padrão inverso. Isto pode ocorrer devido ao “Tidal Stream Transport”, que se trata de uma estratégia para exportação ou retenção através de migrações verticais sincronizadas com a maré (Boehlert & Mundy 1988).

Poucas larvas foram coletadas no estágio de pós-flexão, tal fenômeno pode ocorrer pelo fato de as larvas maiores apresentarem a capacidade de evitar a rede, devido as suas habilidades sensoriais e de natação, agora mais desenvolvidas (Leis, 2006). Outra possibilidade é a associação de estágios de desenvolvimento mais avançados (pós-flexão e juvenis) às regiões mais protegidas do estuário, como gamboas (Silva-Falcão, 2007; Santos, 2012) ou a mortalidade (D’Alessandro & Spounagle, 2011).

A diversidade de habitats disponíveis no complexo estuarino do Rio Formoso e o baixo aporte de águas continentais fazem com que a área apresente características favoráveis para que diversas espécies de peixes utilizem este estuário no início do seu ciclo de vida (Castro, 2005). Durante o desenvolvimento larval, o deslocamento desses peixes ocorre através das correntezas, associado ao comportamento do indivíduo (Kingsford *et al.*, 2002), uma vez que a eficácia para encontrar o habitat adequado depende da capacidade de navegação (Arvedlund e Kavanagh, 2009). Contudo, a mudança de habitat apenas ocorrerá após o desenvolvimento das estruturas que geram as habilidades necessárias à sobrevivência (Silva-Falcão, 2012; Silva-Falcão *et al.*, 2013). A fase de vida em torno do assentamento é caracterizada por grande mortalidade, tendo importantes implicações nas populações (Nagelkerken, 2009). Como muitas espécies de peixes eclodem no ambiente marinho, em águas oligotróficas como as da zona costeira brasileira. As correntes que transportam as larvas para a plataforma continental, onde o alimento é abundante, são importantes para sobrevivência e o crescimento da espécie (Goçalo *et al.*, 2011).

O estudo do ictioplâncton relacionado aos fatores ambientais, e aliado ao conhecimento das alterações sofridas ao longo do desenvolvimento ontogenético, fornecem informações relevantes para o conhecimento da biologia e ecologia das espécies (Ciechomski, 1981). Os padrões de movimento e migração associados à desova proporcionam um componente ecológico importante de conectividade entre os habitats tropicais, incluindo recifes de corais,

manguezais, estuários e sistemas de água doce (Nemeth, 2009). O padrão de distribuição das larvas de *Microgobius meeki* e o gradual aumento no comprimento destas, do ambiente recifal em direção ao ambiente de manguezal sugere que esta espécie inicia seu ciclo de vida em águas mais salinas e externas do estuário, e que ao longo do seu desenvolvimento ontogenético migra entre os distintos habitats da região em busca de um ambiente mais protegido de predadores e com condições ideais para seu assentamento.

Referências

- Able KA. A re-examination of fish estuarine dependence: Evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. *Estuar Coast Shelf Sci.* 2005; 64:5-17.
- Aquino EP, Figueiredo LGP, Anjos DL, Passavante JZO, Silva-Cunha MGG. Biomassa fitoplânctônica e fatores ambientais em um estuário tropical do Brasil. *Tropical Oceanography.* 2012; 40: 17-28.
- Aquino EP, Figueiredo LGP, Borges GCP, Ferreira LC, Passavante JZO, Gloria M, Silva-Cunha G. Seasonal and spatial variation in phytoplankton community structure of an estuary in Northeastern Brazil. *Tropical Ecology.* 2015; 56(1): 125-131.
- Araújo ME, Teixeira JMC, Oliveira AME. Peixes estuarinos marinhos do Nordeste brasileiro. Fortaleza: Editora Universitária UFPE; 2004.
- Arvedlund M, Kavanagh K. The Senses and Environmental Cues Used by Marine Larvae of Fish and Decapod Crustaceans to Find Tropical Coastal Ecosystems. In: Nagelkerken I, editor. *Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems.* Dordrecht, Netherlands: Springer; 2009.p.135-184.
- Barletta-Bergan A, Barletta M, Saint-Paul U. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. *J Fish Biol.* 2002; 61(sA):33-51.
- Barletta M, Barletta-Bergan A, Saint-Paul USGH, Hubold G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *J. Fish Biol.* 2005; 66(1):45-72.
- Birdsong R. A review of the gobiid fish genus *Microgobius* Poey. *Bull Mar Sci* 1981; 31(2): 267-306.

Boehlert GW, Mundy BC. Roles of behavioral and physical factors in larval and juvenile fish recruitment to estuarine nursery areas. *Am. Fish. Soc. Symp.* 1988; 3:51-67.

Bonecker FT, Castro MS, Bonecker ACT. Larval fish assemblage in a tropical estuary in relation to tidal cycles, day/night and seasonal variations. *Panam J Aquat Sci.* 2009; 4(2):239-246.

Castro MS, Bonecker ACT. Ocorrência de Larvas de Peixes no Sistema Estuarino do Rio Mucuri. *Arquivos de Biologia e Tecnologia.* 1996; 39(1):171-185.

Castro MF. Abundância, distribuição e desenvolvimento das fases iniciais de peixes no estuário do Rio Formoso, Pernambuco – Brasil. [MSc Dissertation]. Recife, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2005 [cited 2017 May 10]. Available From: Biblioteca digital da UFRPE.

Castro MS, Bonecker ACT, Valentin JL. Seasonal variation in fish larvae at the entrance of Guanabara Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 8(1): 121-128.

Cervigón F. los peces marinos de Venezuela. *Fundación Científica Los Roques.* 1994; 3:295.

Ciechomski JD. Ictioplâncton. In: Boltovoskoy D, editor. *Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y Metodos de Trabajo con el Zooplancton Marino.* Mar del Plata: INIDEP, 1981. p. 829-860.

Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). *Diagnóstico Socioambiental Litoral Sul de Pernambuco.* Recife: CPRH/GERCO; 2001.

Companhia Pernambucana Do Meio Ambiente (CPRH). *Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco.* Recife: CPRH/GERCO; 2003.

Companhia Pernambucana Do Meio Ambiente (CPRH). *Relatório da 5ª Etapa Zoneamento da APA de Guadalupe.* 2011 [22/01/2017]. Available from: http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Relatorio%20Zoneamento%20Final.pdf

Contente CT, Palheta GDA, Melo NFAC, Ramos CAR, Paiva SP. Variação nictemeral do ictioplâncton no estuário do rio Curuçá (Pará-Brasil), durante os períodos chuvoso e seco. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*. 2007; 7(1): 27-40.

Coser L, Pereira B, Joyeux J. Descrição da comunidade ictioplanctônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios piraquê-açu e piraquê-mirim, Aracruz, ES, Brasil. *Interciencia*. 2007; 32(4):233-241.

Daborn GR, Redden AM. *Estuaries*. Netherlands: Springer Netherlands; 2016. [The Wetland Book](#); p.1-19.

D'Alessandro EK, Spounagle S. Comparative predation rates on larval snappers (Lutjanidae) in oceanic, reef and nearshore waters. *Experimental Marine Biology and Ecology*. 2011; 399:182-187.

Day Jr JW, Crump BC, Kemp WM, Yañez-Arancibia A. *Estuarine Ecology*. New Jersey: A John Wiley & Sons, Inc., Publication; 2013.

Eschmeyer, WN; Fricke, R; Van Der Laan, R. *Catalog of fishes: genera, species*. San Francisco: California Academy of Science, 2017. Available from: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

Ekau W, Westhaus-Ekau, Macedo SJ, Dorrien CV. The larval fish fauna of the “Canal de Santa Cruz” estuary in Northeast Brazil. *Tropical Ecology*, 2001; 29(2): 117-128.

Evermann BW, Marsh MC. *Descriptions of new genera and species of fishes from Puerto Rico*. Government Printing Office, Washington. 1899; 25(7): 351-362.

Fahay MP. *Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean* [internet]. Dartmouth, NS: Northwest Atlantic Fisheries Organization; 2007. Available from: <http://www.nafo.int/publications/fahay/pdfs.html>

Ferreira BP. *Relatório da reunião técnica sobre o estado da arte da pesquisa e ordenamento da pesca de peixes ornamentais marinhos no Brasil*. Tamandaré: CEPENE/IBAMA; 2000.

Gaisner A. Parental care and reproductive behavior of the clown goby, *Microgobius gulosus*, with observations on predator interactions. *Environ. Biol. Fishes*. 2005, 1, 9; 73: 341–356.

Goçalo CG, Katsuragawa M, Silveira ICA. Patterns of distribution and abundance of larval Phosichthyidae (Actinopterygil, Stomiiformes) in southeastern Brazilian waters. *Brazilian Journal of Oceanography*. 2011; 59(3):213-229.

Grego CS, Feitosa FAN, Silva MH, Glória M, Cunha GS, Filho GAN. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. *Atlântica*, Rio Grande [serial on the internet]. 2009; 31(2):183-198. Available from: http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000212312&fd=yhttp://www.pgpa.ufrpe.br/sites/ww2.pgpa.ufrpe.br/files/documentos/vmendes_2014.pdf

Hampel H, Cattrijsse A, Vincx M. Tidal, diel and semi-lunar changes in the faunal assemblage of an intertidal salt marsh creek. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2003; 56:795-805.

Honorato da Silva M. Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): biomassa, taxonomia e ecologia. [MSc Dissertation on the internet]. Recife, PE: Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2003 [cited 2017 May 3]. Available from: Repositório Institucional da UFPE.

Honorato da Silva M, Passavantes JZO, Silva-Cunha MGG, Nascimento Vieira, Grego CKS, Muniz K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). *Tropical Oceanography*. 2004; 32 (1): 89-106.

Honorato da Silva M, Silva-Cunha MGG, Passavantes JZO, Grego CKS, Muniz K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. *Acta bot, Brasil*. 2009; 23(2): 355-368.

Joyeux JC, Pereira BB, Almeida HG. The flood-tide ichthyoplanktonic community at the entrance into a Brazilian tropical estuary. *J. Plankton Res*. 2004; 26(11):1277-1287.

Kendall AW Jr., Ahlstrom EH, Moser HG. Early life history stage of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Jr., Richardson SL, editors. *Ontogeny and systematics of fishes*. Lawrence: American Society of Ichthyologists and Herpetologists; 1984.

Kingsford MJ, Leis JM, Shanks A, Lindeman KC, Morgan SG, Pineda J. Sensory environments, larval abilities and local self-recruitment. *Bull Mar Sci.* 2002; 70(1), 309-340.

Köppen W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.* 1st ed. México, DF: Fondo de Cultura Económica; 1948.

Leis JM. Are larvae of demersal fishes plankton or nekton?. *Adv Mar Biol.* 2006; 51:57-141.

Lima AN. *Condições Ambientais do Estuário do Rio Formoso (Tamandaré/Pernambuco/Brasil): Biomassa Fitoplanctônica e Hidrologia.* [MSc Dissertation on the internet]. Recife: UFPE, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências; 2016 [cited 2017 Apr 04]. Available from: Repositório Institucional da UFPE. http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/17883/ALBENIZE%20NEVES%20ODE%20LIMA_DISSERTA%C3%87%C3%83O%20DE%20MESTRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lira L, Zapata MC, Fonseca, VG. Aspectos da dinâmica do estuário do rio Formoso, PE. *Cod. Ômega. univ. Fed. Rural. PE.* 1979; 3(1/2): 133-156.

Lira L, Fonseca VG, Composição e distribuição faicológica do estuário do rio Formoso-PE. *An. Univ. Fed. Rural PE.* 1980; 5: 77-104.

Mafalda Jr PO, Sinque C, Muelbert, JH, Souza CS. Distribuição e abundância do ictioplâncton na costa Norte da Bahia, Brasil. *Tropical Oceanography.* 2004; 32(1): 69-88.

Manso VAV, Coutinho PN, Guerra NC, Soares CA. *Erosão e progradação no litoral brasileiro.* Brasília: MMA; 2006.

Marques VM. *Fases iniciais de peixes em dois estuários do Nordeste do Brasil.* [MSc Dissertation on the internet]. Recife: UFRPE, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2014 [cited 2017 Apr 15]. Available from: Biblioteca digital UFRPE.

Marques VM, Silva-Falcão EC, Severi W. Estrutura da assembleia ictioplanctônica em dois estuários tropicais de Pernambuco (Brasil), sujeitos a diferentes condições hidrológicas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2015; 10(2):304-314.

Menezes NA, Figueiredo JL. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (4). São Paulo: Universidade de São Paulo; 1985.

Mota AMV. Ecologia alimentar de *Albula vulpes* na praia dos Carneiros estuário inferior do Rio Formoso, PE. [MSc Dissertation on the internet]. Recife: UFPE, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal - Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco; 2008 [cited 2017 April 20]. Available from: Repósitorio digital UFPE.

Nagelkerken I. Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2009.

Nelson JS, Grande TC, Wilson MV. *Fishes of The World*. 5th ed. Hoboken. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2006.

Nemeth RS. Dynamics of Reef Fish and Decapod Crustacean Spawning Aggregations: Underlying Mechanisms, Habitat Linkages, and Trophic Interactions. In: Nagelkerken I, editor. *Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems*. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2009. p.73-134.

Paiva ACG. Ecologia de peixes estuarinos-recifais e caracterização ambiental dos estuários de Pernambuco [MSc Dissertation on the internet]. Recife: programa de pós-graduação em oceanografia, departamento de oceanografia, centro de tecnologia e geociências; 2009 [cited 2017 May 05]. Available from: Repositório Institucional da UFPE.

http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/8173/arquivo1434_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paiva ACG, Lima MFV, Souza JRB, Araújo, ME. Spatial distribution of the estuarine ichthyofauna of the Rio Formoso (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef fish. *Zoologia*. 2009; 26(2): 266–278.

Pereira PHC, Ferreira BP, Rezende SM. Community structure of the ichthyofauna associated with seagrass beds (*Halodule wrightii*) in Formoso River estuary –

Pernambuco, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Pernambuco. 2010; 82(3): 617-628.

Quiñones EM. Solo no sistema ambiental do estuário de Itanhaém (SP). [PhD Thesis on the Internet]. São Paulo: UNICAMP, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola; 2000 [cited 2017 May 15]. Available from: Biblioteca digital UNICAMP.

<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000212312>

Ramos JAA, Barletta M, Dantas DV, Lima ARA, Costa MF. Influence of moon phase on fish assemblages in estuarine mangrove tidal creeks. Journal of Fish Biology. 2011; 78: 344-354.

Ré P. Ictioplâncton Estuarino da Península Ibérica (Guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos). 1999.

Reis-Filho J, Giarrizo T. *Microgobius meeki* as potential bio-indicator of habitat disturbance in shallow estuarine áreas: a useful tool for the assessment of estuarine quality. J Fish Biol. 2016; 89(1):713–734.

Reyier EA, Shenker JM. Ichthyoplankton community structure in a shallow subtropical estuary of the Florida Atlantic coast. Bulletin of Marine Science. 2007; 80:267–293.

Richards WJ. Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the western central north Atlantic. Boca Raton, FL: CRC Press; 2006.

Ruple D. Gobioidae: Development. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Richardson SL, editors. ONTOGENY AND SYSTEMATICS OF FISHES. New York: American Society of Ichthyologists and Herpetologists; 1984. p.582-587.

Sánchez-Velasco L, Flores-Coto C, Shirasago B. Fish larvae abundance and distribution in the Coastal zone off terminus Lagoon, Campeche (Southern Gulf of Mexico). Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1996; 43:707-721.

Santos MMF. Impactos ambientais no estuário do Rio Rormoso a partir da confluência dos rios Ariquindá/Formoso, Tamandaré (PE). [MSc Dissertation on the internet]. Recife, PE: Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco;

2002. [cited 2017 January 15]. Available from: Repositório Institucional da UFPE. <http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6809>

Santos R. Variação espacial e temporal de ovos e larvas de peixes em um estuário tropical. [MSc Dissertation on the internet]. Recife, PE: Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2012 [cited 2017 May 07]. Available from: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. http://200.17.137.108/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1389

Schaeffer-Novelli Y, Vale CC, Cintron G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: Turra A, Denadai MR, editors. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo; 2015. p.62-80.

Silva JB, Galvêncio JD, Corrêa ACB, Silva DG, Machado CCC. Classificação Geomorfológica dos Estuários do Estado de Pernambuco (Brasil) com Base em Imagens do LANDSAT 5/TM. Revista Brasileira de Geografia Física. 2011; 1:118-133.

Silva-Falcão EC. Estrutura da comunidade de formas iniciais de peixes em uma gamboa do estuário do rio Catuama, Pernambuco–Brasil. [MSc Dissertation on the internet]. Recife: Programa de Pós-Graduação em oceanografia, Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco; 2007 [cited 2017 May 06]. Available from: Repositório Institucional da UFPE. http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/8800/arquivo8254_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Silva-Falcão EC. Evidências de conectividade entre habitats costeiros tropicais através do estudo de peixes em fases iniciais do ciclo de vida. [PhD Thesis on the internet]. Recife: Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências; 2012 [cited 2017 Apr 05]. Available from: <http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/12183/Falcao%20Elisabeth%20-%20Tese%20DOCEAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Silva-Falcão EC, Severi W, Araújo ME. Spatial-temporal variation of *Achirus* larvae (Actinopterygii: Achiridae) in mangrove, beach and reef habitats in northeastern Brazil. J Mar Biol Assoc U. K. 2013; 93(2): 381-388.

Sônia-Silva G, Mello RL, Nascimento AE, Messias A, Araújo SFS. A sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal do Rio Formoso-PE-Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife. 2000; 28: 155-169.

Thacker C. Systematics of Sicydiinae. In: Patzner RA, Van Tassell JL, Kovačić M, Kapoor BG, editors. *The biology of gobies*. Florida: CRC Pres; 2012.p. 129-138.

Thresher RE. *Reproduction in reef fishes*. New Jersey: T.F.H. Publications; 1984.

Tornabene L, Van Tassel J, Robertson R. *Microgobius urraca* (Teleostei: Gobiidae), a new species of goby from the tropical eastern Pacific. *Zootaxa*. 2012; 3447:41-55.

Van Tassell J, Tornabene I. *Microgobius meeki*. The IUCN Red List of Threatened Species, [Internet]; 2015[cited 2017 Apr 20]. Available from; <http://www.iucnredlist.org/details/186039/0>

Zander DC. Morphological Adaptations to Special Environments of Gobies. In: Patzner RA, Van Tassell JL, Kovačić M, Kapoor BG, editors. *The biology of gobies*. Florida: CRC Pres; 2012a. p. 345-366.

Zander DC. Gobies as predator and prey. In: Patzner RA, Van Tassell JL, Kovačić M, Kapoor BG, editors. *The biology of gobies*. Florida: CRC Pres; 2012b. p. 291-344.

5 CONCLUSÕES

- No estuário do Rio Formoso não foi observado um padrão sazonal de distribuição das larvas desta espécie, o que sugere que a desova ocorre ao longo de todo o ano nesta região. Porém foi observada uma segregação na distribuição das larvas em relação aos períodos do dia, sendo estas mais abundantes a noite, o que já era esperado, pois larvas em estágios mais iniciais de vida, afim de escapar de predadores e também na busca por alimento buscam águas mais profundas. Além disso a temperatura foi o único fator abiótico que esteve correlacionada com a densidade larval, podendo este fator estar relacionado a variação de temperatura entre o dia a noite.
- Indivíduos da espécie *M. meeki* nos estágios mais iniciais de desenvolvimento (pré-flexão e flexão) foram mais abundantes no recife e em seguida no prado, sendo o ambiente recifal, o local de desova desta espécie. Enquanto que o estágio de pós-flexão ocorreu apenas no prado e no manguezal. Isto evidencia que esta espécie utiliza os distintos habitats em fases larvais distintas ao longo de seu desenvolvimento ontogenético. Tal distribuição favorece o crescimento e desenvolvimento dos juvenis, já que berçários costeiros oferecem alimento e abrigo contra predadores. Além de indicar a existência de conectividade ecológica entre os habitats costeiros.
- Apesar da ausência de informações que auxiliem na identificação de larvas de peixe, inclusive para a espécie *Microgobius meeki*, as larvas observadas no presente trabalho apresentaram características comuns ao gênero *Microgobius*, o que permitiu a correta identificação e descrição do desenvolvimento larval da espécie. O estudo sobre o crescimento o comportamento e a movimentação dos estágios larvais de peixes fornecem uma enorme variedade de informações que contribuem para a compreensão do ciclo de vida das espécies, o que veem a contribuir com medidas que visem a preservação das espécies. Ações antropogênicas que reduzem a cobertura vegetal em prados de fanerógamas e manguezais ou que envenenam suas águas podem resultar no declínio desta espécie no ecossistema.
- Trabalhos sobre o ictioplâncton em áreas costeiras ainda são escassos no Brasil. Levantamentos sobre a abundância do ictioplâncton, principalmente nos estuários, podem fornecer informações sobre a mortalidade das espécies nas fases iniciais quando estes são mais susceptíveis.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, E.P.; FIGUEIREDO, L.G.P; ANJOS, D.L; PASSAVANTE, J.Z.O; Cunha, M.G.G.S. Biomassa fitoplanctônica e fatores ambientais em um estuário tropical do Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 40, p. 17-28, 2012
- AQUINO, E.P.; FIGUEIREDO, L.G.P; BORGES, G.C.P; FERREIRA, L.C; PASSAVANTE J.Z.O; SILVA-CUNHA, M.G. Seasonal and spatial variation in phytoplankton community structure of an estuary in Northeastern Brazil. **Trop. Ecol**, Recife, v. 56, n. 1, p. 125-131, 2015.
- ARAÚJO, M.E.; TEIXEIRA, J.M.C.; OLIVEIRA, A.M.E. **Peixes estuarinos marinhos do Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Editora Universitária UFPE, 2004. 260 p.
- ARVEDLUND, M.; KAVANAGH, K. The Senses and Environmental Cues Used by Marine Larvae of Fish and Decapod Crustaceans to Find Tropical Coastal Ecosystems. In: NAGELKERKEN, I. **Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2009. p. 135-184.
- BIRDSONG, R.S. The osteology of *Microgobius signatus* Poey (Pisces: Gobiidae), with comments on other gobiid fishes. **Bull Fla St Mus Bioi Sci**, Florida, v. 19, n. 3, p. 135-187, 1975.
- BIRDSONG, R.S. A review of the gobiid fish genus *Microgobius* Poey. **Bull Mar Sci**, Florida, v. 31, n. 2, p. 267-306, 1981.
- CARPENTER, K.E. **The living marine resources of eastern Central Atlantic**. Rome: FAO and American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Virginia, 2002. 1925-1933 p.
- CASTRO-ROMERO R, ALMEIDA, HILTON GOMES DE, PEREIRA, BRUNO BICALHO, L.L.M. CASTRO; JOYEUX, JEAN CHRISTOPHE. Ectoparasitismo larval em *Microgobius meeki* (Gobiidae) no estuário da Baía de Vitória, ES. In: **Anais da XIV Semana Nacional de Oceanografia**, Livro de Síntesis, 2001, Rio Grande do Sul: Centro Academico Livre de Oceanografia. p. 64-66.
- CASTRO, M.F. **Abundância, distribuição e desenvolvimento das fases iniciais de peixes no estuário do Rio Formoso, Pernambuco – Brasil**. 2005. 72f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.
- COSER L, PEREIRA B, JOYEUX JC. Descrição da comunidade ictioplanctônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios piraquê-açu e piraquê-mirim, Aracruz, ES, Brasil. **Interciencia**, v. 32, n. 4, p. 233-241, 2007.
- COWEN, R.K.; SPONAUGLE, S. Larval dispersal and marine population connectivity. **Ann Rev Mar Sci**. Florida, v, 1, p. 443-466, 2009.
- DABORN, G.R.; REDDEN, A.M. **Estuaries**. Netherlands: Springer Netherlands, 2016. 19 p.

- GAISNER, A. Parental care and reproductive behavior of the clown goby, *Microgobius gulosus*, with observations on predator interactions. **Environ. Biol Fishes**. Florida, v. 73, n. 9, p. 341-356, 2005.
- GREGO, C.K.S.; FEITOSA, F.A.N.; SILVA, M.H.; CUNHA, M.G.G.S.; NASCIMENTO-FILHO, G. A. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, Rio Grande, v. 31 n. 2, p. 183-198, 2009.
- HOESE, D.F. Gobioidei: Relationships. In: MOSER, H.G.; RICHARDS, W.J.; COHEN, D.M.; FAHAY, M.P.; KENDALL, A.W.; RICHARDSON, S.L. Ed(s). : **Ontogeny and systematics of fishes**. California: NOAA, 1984. p. 778.
- HONORATO DA SILVA, M.; **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): biomassa, taxonomia e ecologia**. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- HONORATO DA SILVA, M.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; NASCIMENTO VIEIRA, D.A.; GREGO, C.K.S.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**, Pernambuco, v. 32, p. 89-106, 2004.
- HONORATO DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; NASCIMENTO VIEIRA, D.A.; GREGO, C.K.S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário do rio Formoso, PE, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 355-368, 2009.
- JOYEUX JC, PEREIRA BB, ALMEIDA HG. The flood-tide ichthyoplanktonic community at the entrance of a Brazilian tropical estuary. **J Plankton Res**, 2004; 26(9):p. 1-11.
- KINGSFORD, M.J.; LEIS, J.M.; SHANKS, A.; LINDEMAN, K.C.; MORGAN, S.G.; PINEDA, J. Sensory environments, larval abilities and local self-recruitment. **Bull Mar Sci**. Florida, v.70, n.1, p. 309-340, 2002.
- LIMA, A.N. **Condições Ambientais do Estuário do Rio Formoso (Tamandaré/Pernambuco/Brasil): Biomassa Fitoplanctônica e Hidrologia**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.
- LIMA, B.F.R. **Mesozooplâncton do Estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil, com ênfase em Cnidaria**. 2012. 42 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade federal de Pernambuco, 2012.
- LIRA, L.; FONSECA, V.G. Composição e distribuição faicológica do estuário do rio Formoso –PE. **Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v. 5, p. 77-104, 1980.
- LIRA, L.; ZAPATA, M.C.; FONSECA, V.G. Aspectos da dinâmica do estuário do Rio Formoso, Pernambuco. **Caderno Ômega, Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v. 3, n. ½, p. 133-156, 1979.

- MANSO, V.A.V.; COUTINHO, P.N.; GUERRA, N.C.; SOARES, C.A. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: Dieter Muehe, 2006. 476 p.
- MARQUES, VM. **Fases iniciais de peixes em dois estuários do Nordeste do Brasil**. 2014. N FOLHAS. Dissertação (Mestrado em Recursos pesqueiros e Aquicultura) – Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.
- MARQUES, M.; SILVA-FALCÃO, E.C.; SEVERI, W. Estrutura da assembleia ictioplanctônica em dois estuários tropicais de Pernambuco (Brasil), sujeitos a diferentes condições hidrológicas. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 2, p. 304-314, 2015.
- MAZZOLDI, M.; PATZNER, R.A.; RASOTTO, M.B. Morphological Organization and Variability of the Reproductive Apparatus in Gobies. In: PATZNER, R.A.; VAN TESSELL, J.L.; KOVAČIĆ, M.; KAPOOR, B.G. Ed(s). **The biology of gobies**. Florida: CRC Press, 2012. p. 367-402.
- MENEZES, N.A.; FIGUEIREDO, J.L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleostei**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985. 105 p.
- MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B.; **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 424 p.
- NAGELKERKEN, I. **Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2009. 615 p.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001. 378 p.
- NELSON, J.S.; GRANDE, T.C.; WILSON, M.W. **Fishes of The World**. Hoboken New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2006. 4th ed. 601p.
- NEMETH, R.S. Dynamics of Reef Fish and Decapod Crustacean Spawning Aggregations: Underlying Mechanisms, Habitat Linkages, and Trophic Interactions. In: NAGELKERKEN I. **Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems**. Dordrecht, Netherlands: Springer. 2009. p. 74-134.
- ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 820 p.
- PAIVA, A.C.G. **Ecologia de peixes estuarinos-recifais e caracterização ambiental dos estuários de Pernambuco**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - departamento de oceanografia, centro de tecnologia e geociências. Recife. 2009.
- PAIVA, A.C.G.; LIMA, M.F.V.; SOUZA, J.R.B.; ARAUJO, M.E. Spatial distribution of the estuarine ichthyofauna of the Rio Formoso (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef fish. **Zoologia**, Pernambuco, v. 26, n. 2, p. 266-278, 2009.
- PEREIRA, P.H.C.; FERREIRA, B.P.; REZENDE, S.M. Community structure of the ichthyofauna associated with seagrass beds (*Halodule wrightii*) in Formoso River estuary –

Pernambuco, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências, Pernambuco**, v. 82, n. 3, p. 617-628, 2010.

PRITCHARD, D.W. What is an Estuary: Physical View Point. In: Lauff, G.H. **Estuaries**. Washington: American Association for Advance of Science, 1967. p. 3-5.

QUIÑONES, E.M. **Solo no sistema ambiental do estuário de Itanhaém (SP)**. 2000. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paul, 2000.

SANTOS, M.M.F. **Impactos ambientais no estuário do Rio Rormoso a partir da confluência dos rios Ariquindá/Formoso, Tamandaré (PE)**. 2002. 115 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research.1995. 150 p.

SILVA-FALCÃO, E.C. **Evidências de conectividade entre habitats costeiros tropicais através do estudo de peixes em fases iniciais do ciclo de vida**. 2012. 121 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2012.

SILVA-FALCÃO, E.C.; SEVERI, W.; ARAÚJO, M.E. Spatial-temporal variation of *Achirus* larvae (Actinopterygii: Achiridae) in mangrove, beach and reef habitats in northeastern Brazil. **J. Mar. Biol. Assoc. U. K**, Cambridge, v. 93, n. 2, p. 381-388, 2013.

SILVA, T.P. **Variação temporal do estado trófico no sistema estuarino do Canal de Santa Cruz, Itamaracá-Pernambuco-Brasil, sob influências dos eventos climáticos El Niño e La Niña**. 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

SÔNIA-SILVA, G.; MELLO, R.L.; NASCIMENTO, A.E.; MESSIAS, A.; ARAÚJO, S.F.S. A sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal do Rio Formoso-PE-Brasil. **Tropical Oceanography**, Pernambuco, v. 28, p. 155-169, 2000.

SÔNIA-SILVA. **Bivalves endofaunas do manguezal do rio Formoso, Pernambuco (Brasil): composição, relação com fatores abióticos e seu papel como recurso pesqueiro para comunidade de pescadores**. 2003. 109 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

THRESHER, R.E. **Reproduction in reef fishes**. Neptune City, New Jersey: T.F.H. Publications, Inc. Ltd, 1984. 399 p.

VASCONCELOS, D.M.; SANTOS, P.J.P.; TRINDADE, R.L. Distribuição espacial da meiofauna no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, Recife, v. 26, n. 1, p. 45-54, 2004.

ZANDER, D.C. Morphological Adaptations to Special Environments of Gobies. In: PATZNER, R.A.; VAN TASSELL, J.L.; KOVAČIĆ, M.; KAPOOR, B.G. Ed(s). **The biology of gobies**. Florida: CRC Press. 2012. p. 345-366.

Anexo I: Regras da Revista Neotropical Ichthyology

Scope and policy

Neotropical Ichthyology is the official journal of the Sociedade Brasileira de Ictiologia (SBI). It is an international peer-reviewed Open Access periodical that publishes original articles and reviews on Neotropical freshwater and marine fishes. It constitutes an International Forum to disclose and discuss results of original research on the diversity of marine, estuarine and freshwater Neotropical fishes. We give priority to articles on native species in their original basins. Articles focusing on aquaculture should be submitted to journals focusing on Animal Science.

Submitted manuscripts must represent original research and provide clear theoretical foundations, describe the objectives and/or hypotheses under consideration, and employ sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or descriptive studies not associated with relevant theoretical issues will not be considered.

Articles accepted for publication become property of the journal.

Submission of manuscripts

All **Neotropical Ichthyology** submission system is exclusively online through the portal ScholarOne. Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>. The Editor-in-Chief will screen each manuscript submitted to **Neotropical Ichthyology** verifying whether it is within the journal's scope, presents original research and follows the instructions of the journal to authors. After passing through the initial screening, articles will be assigned to a Section Editor, who will assign an Associate Editor and start the single blind review process. The journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna. The journal does not charge authors any fees, but SBI membership fees provide critical support to the journal's operation. In order to allow us to continue publishing a high quality printed and online journal we STRONGLY recommend at least one author is a compliant SBI member. To join the society or renew your membership please access <http://www.sbi.bio.br/en/membership>.

With each new *manuscript* submission, *authors* must include a **cover letter** stating that the article constitutes original research and is not being submitted to other journals. Your letter should also explain to editors why your article should be published, highlight the strengths of your research and outline the recommendations that can be drawn from your work. In multi-authored papers, the author responsible for submission must declare in the cover letter that all coauthors are aware of and agree with the submission. To that end, please ensure that all your coauthors have read and approved the final version.

The mailing addresses and valid e-mail addresses for all authors must be entered in the appropriate forms during manuscript submission. We strongly encourage you to register in <http://orcid.org/>, and ask your coauthors to do the same. Please provide ORCID numbers for all authors during submission. Do not translate Institution names. During the submission, indicate at least five possible reviewers, providing name, institution, country, and valid e-mail addresses. You may also indicate your opposition to particular reviewers or conflicts of interests, if applicable.

Please, read carefully and follow all applicable rules prior to submission. Manuscripts that do not meet the journal formatting requirements, lack required files, or are written in poor English will be returned to authors without review.

There is no fee for submission and evaluation articles.

Form and preparation of manuscripts

General form and preparation of manuscripts

Do not duplicate information among the text, figures and tables. Submit only figures and tables that are strictly necessary. Supplementary files such as appendices, and videos should be uploaded already formatted, as pdf or video files. They will be available only in the online version.

For taxonomic papers, please also refer to: **Neotropical Ichthyology taxonomic style below.**

Licensing

Until 2015, Neotropical Ichthyology published under a Creative Commons BY-NC license (Attribution-Non commercial). In 2015 the journal changed to the more permissive Creative Common BY license (Attribution). Articles accepted for publication become property of the journal.

Formatting rulesPlease, be sure you have carefully read all the items below

66

FILE AND PAGE SETUP

Manuscript files must be in the DOC, DOCX or RTF formats. Do not lock or protect the file. Formats such as XLS, XLSX or PDF will not be accepted.

The document file cannot include headers, footers, or footnotes (except page number). If your manuscript, figures or tables contain footnotes, move the information into the main text, captions or the reference list, depending on the content. Do not format text in multiple columns. Although no page limit is imposed, manuscripts should always be as concise as possible.

Text should be aligned to the left (except if otherwise mentioned), not fully justified, not indented by tab or space and not underlined. Do not hyphenate words at line breaks (though hyphens can be used in compound constructions, such as dorsal-fin rays, as appropriate).

All text must be Times New Roman font size 12, with 1.5 line spacing. Do not number lines. The font "symbol" can be used to represent the following characters: χ μ θ ω ε ρ τ ψ υ ι ο π α σ δ φ γ η φ κ λ ε ω β ν = Θ Ω Σ Δ Φ. Spell out numbers from one to nine, except those that refer to numerical values, scale counts, and when referencing figures and tables. Also, spell out numbers that begin a sentence.

Abbreviations used in the text must be listed under Material and Methods; except for those in common use (*e.g.*, min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g). For measurements, use the metric system. Never use n- or m-dashes anywhere in the manuscript; always use hyphens instead.

LANGUAGE

Text must be submitted in English. If none of the authors are native English speakers, we recommend that you contract with a professional language-editing and copyediting services or have the manuscript read by a native English speaking colleague prior to submission. Authors are free to choose any certified service, but Neotropical Ichthyology authors receive a discount from these two companies. The first, AJE, with 10% discount and the second, Enago, with 20% discount - CODE PESQUISA:

<http://www.aje.com/c/SBI10>

<http://www.enago.com.br/forjournal/>

Avoid clichés, slang, and colloquial words or expressions such as "In the present study". Use the word "very" sparingly.

TITLE

New taxa names should not appear in the title or abstract. *E.g.*, this title meets the guidelines: A new species of loriciariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes).

Center the title and present it in boldface, without quotation marks, with sentence-style capitalization, and with subordinate taxa separated by ":" *e.g.*, ...(**Siluriformes: Loriciariidae**). Titles must reflect the contents of the paper and use scientific names rather than vernacular names. Do not provide taxonomic authorship in the title, but do provide it in the first appearance of the name in the text. See Nomenclature Section below for further instructions.

AUTHORS

As the submitting author will be responsible for completing information at submission, it is mandatory that all authors have reviewed, discussed, and agreed with the contents of the manuscript and the order of authorship prior to submission. All co-authors must have contributed substantially to all article steps. Collectors and contributors of resources and equipment without substantial intellectual involvement in the project should be mentioned in the Acknowledgments, but not included as authors.

Capitalize only the initial letters of authors' names. Do not abbreviate first name of authors and separate the names of the last two authors by "and". We encourage presenting the full middle names of the authors, except when the number of authors is more than four. In case of authors from different institutions, use superscript numerals to identify each one in regular font (not italics). Superscript numerals can also be used to identify multiple addresses for each individual author. For Hispanic surnames, insert a hyphen between the paternal and the maternal surname if the author wishes to be cited with both (*e.g.*, Javier Maldonado-Ocampo).

AUTHORS ADDRESSES

Full mailing addresses and email of all authors must be provided, including institution name, ZIP codes, cities (no comma between ZIP and city), states and countries. For Brazilian and American states, use standard abbreviations preceded by comma, and always present the country name in English. Footnotes should not be used. List emails as part of the institutional address. When there is more than one author at a given institution, insert initials of each author name before their respective email address. Indicate the corresponding author by adding (corresponding author) after the appropriate email address. Do not use period.

E.g., Heraldo A. Britski¹, Naércio A. de Menezes¹, Javier Maldonado-Ocampo² and John Lundberg³

¹Seção de Peixes, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Av. Nazaré, 481, Ipiranga, 04263-000 São Paulo. SP. Brazil. (HAB) heraldo@usp.br (corresponding author). (NAM)

naercio@usp.br

²Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Edf. 53, Laboratorio de Ictiología 108B, Carrera 7 No. 43-82, Bogotá, DC, Colombia. gymnopez@gmail.com

³Department of Ichthyology, The Academy of Natural Sciences of Drexel University, 1900 Benjamin Franklin Parkway, 19103-1195 Philadelphia, PA, USA. lundberg@ansp.org

RUNNING HEAD	Provide a suggested running head of up to 50 characters. It must concisely reflect the content of the article. Do not include vernacular names or species authorship here.
ABSTRACT	Abstracts must appear as a single paragraph with fewer than 200 words in English. Do not include new taxa names, authorship or references. Do not indent. Remember that this is the first piece of your article that will be viewed by each potential reader. Include information showing the importance and relevance of your article to encourage the reader to read your entire paper.
RESUMO or RESUMEN	Provide a concise (maximum 200 words) and accurate Portuguese or Spanish translation of the English abstract.
KEYWORDS	Provide up to five capitalized keywords in English, in alphabetic order and separated by commas. Do not use words already contained in the title, nor Neotropical (which appears in the name of the journal). If the article provides an identification key, include that as keyword in the English and translated lists. The order of the Palavras-chave or the Palabras Clave also is arranged alphabetically, but the sequence of the words might differ from those in English.
TEXT	<p>The body of text may employ named heading and subheadings, which cannot be lettered or numbered. All sections are left justified, except the primary headings, which should appear <u>centered</u> in small caps and bold font. Employ the following heading, in the cited order: Title (do not include the word Title before the title proper); Abstract (in English); Resumo or Resumen (choose only one, in Portuguese or Spanish); Keywords (in English and in the same language of the Resumo or Resumen you provided, literally translated from the English); Running Head; Introduction; Material and Methods; Results; Discussion; Acknowledgments (optional); and References. Do not unite Results and Discussion as a unique section or provide a separate Conclusion section. However, we encourage highlighting conclusions as the last paragraph(s) of the Discussion. If two heading levels are used, follow this format:</p> <p>Material and Methods</p> <p>Sampling sites. Collections were carried out in...</p> <p>Statistical analyses. Data were analyzed...</p> <p>In case of listing Examined Material, provide a list of institutional acronyms in Material and Methods section OR a reference to a <u>published</u> paper with a list of acronyms in Material and Methods. Also, reference(s) for species identification and classification used must be provided.</p>
VOUCHER SPECIMENS	All specimens examined must be deposited in a recognized scientific research collection, even in studies focusing on a single well-known species. A list of catalog numbers of voucher specimen(s) <u>must</u> be furnished in all manuscripts.
NOMENCLATURE	<p><u>Species, genera, and Latin terms (et al., in vitro, in vivo, vs., i.e, e.g.) must be in italics. Cite scientific names according to the ICZN (http://iczn.org/iczn/index.jsp).</u></p> <p><u>Authorship should be given at the first reference to a species or genus. Spelling, valid names and authorship of species must be checked in the Catalog of Fishes at http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp. Latin terms presented between the generic and specific names (cf., aff., etc.) are not in italics (e.g., <i>Hoplias cf. malabaricus</i>).</u></p> <p>The genus name must always be fully spelled at its first appearance, at the beginning of a sentence and at least once in each figure and table caption(s). After first mention, the first letter of the genus name followed by the full species name may be used (e.g., <i>H. malabaricus</i>)! as long as the abbreviation leaves no possibility of confusion with another generic name mentioned in the manuscript. In the case of possible confusion, the abbreviation can include more than the first letter to allow the differentiation of genera beginning with the same letter.</p>
ACKNOWLEDGMENTS	Acknowledgments are optional but encouraged. If included, they must be concise and include both first and last names of persons. Abbreviate institutions, where the full name has been provided in the Material and Methods. Names of sponsor institutions should be listed in their original spelling and not translated to English. Collections permit numbers and approvals of ethics committees can be listed here OR in the Material and Methods section.
	<p>Tables must be numbered sequentially in Arabic numerals according to the order of citation in the text and be cited in the text using the following formats: Tab. 1, Tabs. 1-2, Tabs. 1, 4. Approximate locations where tables should be inserted must be indicated in upper case, along the <u>right</u> margin of the text, as in:</p> <p>TABLE 1</p> <p>In table captions, the word Tab., its respective number and final period after the number should be in</p>

TABLES

bold (*e.g.*, **Tab. 1**....). End the caption in a period. Captions must be self-explicative. If genus names appear in a caption, spell out the name at least once.

Tables must be constructed in cells using lines and columns. Do not format tables with "tab" or "space". Tables should not contain visible vertical lines or footnotes [contents of footnotes must be included in the caption].

List all captions at the end of the manuscript, in the following format: *e.g.*, **Tab. 1**. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma pyrropteryx* and *D. speculiferum*...

Figures must be numbered sequentially in Arabic numerals according to their order of citation in the text. Cite figures in the text using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c. Indicate the approximate locations where figures should be inserted in upper case, along the right margin of the text, as in:

FIGURE 1

In each figure caption, the word Fig., its respective number and period are in bold (*e.g.*, **Fig. 1**....). End each caption with a period. Captions must be self-explicative. If genus names appear in a caption, spell out the name at least once. Do not include symbols in the caption, but rather replace them with text (*e.g.*, black triangle) or include a legend in the figure itself.

Indicate figure subsections in lower case and bold letters in both in the figure and caption (*e.g.*, **Fig. 1**. Olfactory epithelium of representatives of Otophysi. **a.** *Cyprinus carpio*; **b.** *Brycon orbignyanus*; **c.** *Pimelodus maculatus*; and **d.** *Sternopygus macrurus*. Scale bars = 1 mm). Do not use capital letters, or parentheses after letters.

Cite figures from other articles using the same formats as figures published in the present article, but do not capitalize them (*e.g.*, ...according to the figs. 2b of Vari, Harold (2001)...).

Figures cannot be submitted as images inserted in Word files. Figures must be submitted as high quality individual files. For b&w figures, they must be saved in TIFF format, gray scale, 8.5 or 17.5 cm width, 600 dpi. Color figures must be in TIFF format, CMYK, 8.5 or 17.5 cm width and 300 dpi.

Composed figures must fit either the page (17.5 cm) or column width (8.5 cm). Text included in graphs and pictures must have a font size compatible with reductions to page or column width.

Illustrations must include either a scale or reference to the size of the item in the figure caption.

List all captions at the end of the manuscript, in the following format: *e.g.*, **Fig. 1**. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma pyrropteryx* and *D. speculiferum*...

FIGURES

SUPPLEMENTARY FILES

Upload appendices, videos, datasets and other complementary materials as supplementary files. Identify these in the text by a bolded letter **S** followed by sequential numbers in Arabic numerals. Indicate in the text that those will appear only in the online version (*e.g.* ... as shown in the video **S1**, available only in the online version,...). List all captions at the end of the manuscript, in the following format: **S1**. Video of variation of tides...

Personal communication should be included in the text of your document – cited in text only and not be included in your reference list. It is recommended you get permission from the source/author of your personal communication.

Personal communication in the text of your document must include:

Date of communication; Type of communication – oral, written (*e.g.*, letter, written communication) or email (include email address); Affiliation (university, organization) and highest academic degree are optional.

E.g., Conversation: In a conversation with C. A. Silva (April 2010)...

Letter: According to a letter by C. A. Silva (Assoc. Prof., Dept of Biology, Universidade de São Paulo, SP) in November 2016... **OR** According to C. A. Silva, PhD (written communication, November 2016)...

E-mail: In-text: In an email from E. Anderson, PhD (e.anderson@usp.br) in August 2016...

PERSONAL COMMUNICATION

References must be cited in the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann, Norris (1918) or, for more than two coauthors, Eigenmann *et al.* (1910a, 1910b), always in chronological order after alphabetical order in case of more than one author cited.

Do not include undergraduate monographs, conference papers, abstracts or technical reports. Include Masters Thesis or Ph.D. dissertations only if extremely necessary. Do not format references with "tab" or "space" and present references in rigorous alphabetical order. In case of authors with surnames with prepositions, in Portuguese do not include the preposition (*e.g.*, Carlos Alberto da Silva = Silva CA). In Spanish do not include "de" (*e.g.*, María de Rueda = Rueda M), but include "Del" (*e.g.*, Angel Del Río = Del Río A). Ignore prepositions for the purpose of alphabetization, as in the following example:

E.g. of sequence

De Carli F

Devincenzi GJ

Eigenmann CH

Maldonado-Ocampo J

De Pina MCC

REFERENCES

Del Rio A
Rueda M
Silva CA

Note: In case of self-citations using a convention other than those exemplified, please cite using your usual convention and, in the cover letter, mention your intention to maintain and standardize that usage in all your self-citations in this and other journals.

Ensure that all citations in the text and the References coincide before submitting a manuscript. Use the reference style outlined by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), also referred to as the "Vancouver" style. Example formats are listed below.

Book	Author(s) – Family name and initials, Multiple authors separated by a comma. Title of book. Edition of book if later than 1st ed. Place of Publication: Publisher Name; Year of Publication.
One author	Bailey KD. Methods of social research. 4th ed. New York: Free Press; 1994. Nelson JS. Fishes of the world. 4th ed. Hoboken (NJ): J. Wiley; 2006.
Two to six authors	Borcard D, Gillet F, Legendre P. Numerical ecology with R. New York: Springer; 2011. Graça WJ, Pavanelli CS. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem; 2007. Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVA. Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; 2012.
Six or more authors	Baumgartner G, Pavanelli CS, Baumgartner D, Bifi AG, Debona T, Frana VA. Peixes do baixo rio Iguaçu. Maringá: Eduem; 2012. Maldonado-Ocampo JA, Oviedo JSU, Villa-Navarro FA, Ortega-Lara A, Prada-Pedrerros S, Jiménez LF, Jaramillo-Villa U, Arango A, Rivas TS, Garcés GCS. Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. Bogotá (DC): WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca; 2012. OR Maldonado-Ocampo JA, Oviedo JSU, Villa-Navarro FA, Ortega-Lara A, Prada-Pedrerros S, Jiménez LF <i>et al.</i> Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. Bogotá (DC): WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca; 2012.
Different Editions	Zar JH. Biostatistical analysis. 5th ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 2010.
Edited book	Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre: Edipucrs; 1998. Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, Jr., organizers. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003.
Book in a series	Fink WL, Weitzman SH. The so-called Cheirodontin fishes of Central America with descriptions of two new species (Pisces: Characidae). Washington (DC): Smithsonian Institution Press; 1974. (Smithsonian contributions to Zoology; No. 172). Legendre P, Legendre L. Numerical ecology. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier; 1998. (Developments in environmental modeling; 20). Meek SE. The fresh-water fishes of Mexico north of the isthmus of Tehuantepec. Chicago: Field Columbian Museum; 1904. (Field Columbian Museum. Publication, Zoological series; vol 5). Wootton RJ. Ecology of teleost fishes. London: Chapman & Hall; 1990. (Fish and fisheries series; 1).
Electronic book - from a full text database	Eschmeyer WN, Fong JD. Species by family/ subfamily in the Catalog of Fishes. [Electronic version]. San Francisco (CA): California Academy of Sciences; 2016. [cited 2016 Oct 29]. Available from: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp Froese R, Pauly D, editors. FishBase. [World Wide Web electronic publication]. Penang (MA), Rome: FAO; 2016 [cited 2016 Oct 29]. Available from: http://fisbase.org Stoddard, WO. Among the lakes. [eBook]. New York: C. Scribner's Sons; 1890 [cited 2016 Oct 29]. Available from: https://archive.org/stream/amonglakes00stod/page/n7/mode/2up
Translation of a book	Lowe-McConnell RH. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Vazzoler AEAM, Agostinho AA, Cunningham PTM, tradutores. São Paulo: Edusp; 1999. (Coleção Base). Original title: Ecological studies in tropical fish communities.
Chapter in an edited book	Britto MR. Família Callichthyidae. In: Backup PA, Menezes NA, Ghazzi MS, editores. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2007. p. 75-81. (Série Livros; 23). Campos-da-Paz R, Albert JS. The gymnotiform "eels" of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZMS, Lucena CAS, editors. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre: Edipucrs; 1998. p.401-417. Reis RE. Family Callichthyidae (Armored catfishes). In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, Jr., organizers. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003. p.291-309.
Chapter in a book	Gerking SD. Feeding ecology of fish. London: Academic Press; 1994. Chapter 3, Feeding variability; p.41-53.

[Darwin C. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of](#)

Chapter from an electronic book	favored races in the struggle for life [Internet]. London: John Murray; 1859. Chapter 5, Laws of variation. [cited 2010 Apr 22]. Available from: http://www.talkorigins.org/faqs/origin/chapter5.html
Journal Articles	Author(s) – Family name and initials. Title of article. Title of journal. – Abbreviated Publication year, month, day (month & day only if available); volume(issue):pages. Note: Journal titles may be abbreviated according to the style used in the sites: http://cassi.cas.org/search.jsp , http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals , http://images.webofknowledge.com/WOK46/help/WOS/A_abrvjt.html . In case you do not find the journal name in the above links, provide the full name of the journal and highlight it in yellow.
Standard journal article – one author	Winemiller KO. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. <i>Ecol Monogr</i> .1990; 60(3):331-67.
Standard journal article – two authors	Abudayah WH, Mathis A. Predator recognition learning in rainbow darters <i>Etheostoma caeruleum</i> : specific learning and neophobia. <i>J Fish Biol</i> . 2016; 89(3):1612-23. Winemiller KO, Jepsen DB. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. <i>J Fish Biol</i> . 1998; 53(Suppl.A):267-96.
Standard journal article – three to six authors	Morris MR, Batra P, Ryan MJ. Male-male competition and access to females in the swordtail <i>Xiphophorus nigrensis</i> . <i>Copeia</i> . 1992; (4):980-86. Vari RP, Ferraris CJ, Jr., De Pinna MCC. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. <i>Neotrop Ichthyol</i> . 2005; 3(2):127-238.
Journal article – more than six authors	Xavier JHA, Cordeiro CAMM, Tenório GD, Diniz AF, Paulo Júnior EPN, Rosa RS, Rosa IL. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. <i>Neotrop Ichthyol</i> . 2012; 10(1):109-22. OR Xavier JHA, Cordeiro CAMM, Tenório GD, Diniz AF, Paulo Júnior EPN, Rosa RS <i>et al</i> . Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. <i>Neotrop Ichthyol</i> . 2012; 10(1):109-22.
Journal article – in press	Melo MRS, Buckup PA, Oyakawa OT. A new species of <i>Characidium</i> Reinhardt, 1867 (Characiformes: Crenuchidae) endemic to the Atlantic Forest in Paraná State, southern Brazil. <i>Neotrop Ichthyol</i> . Forthcoming 2016. Note 1: Cite only if the paper is about to be published. If your article is accepted, be sure to provide full details of the article already published in the proofs. Note 2: You can include date, volume and issue number if provided.
Electronic journal article – with DOI number	Pessanha ALM, Araújo FG. Spatial and size feeding niche partitioning of the rhomboid mojarra <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829) in a tropical Brazilian Bay. <i>Mar Biol Res</i> [serial on the Internet]. 2012; 8(3):273-83. Available from: http://dx.doi.org/10.1080/17451000.2011.615326
Electronic journal article – without DOI number	Koike Y, Koya Y. Viable periods of fertilizability of eggs and sperm of Japanese medaka, <i>Oryzias latipes</i> . <i>Japan. J. Ichthyol</i> [serial on the Internet]. 2014; 61(1):9-14. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jji/61/1/61_9/_pdf
Journal article from a full text database	Fletcher D, Wagstaff CRD. Organizational psychology in elite sport: its emergence, applications and future. <i>Psychol Sport Exerc</i> [serial on the Internet]. 2009; 10(4):427-34. Available from: http://www.sciencedirect.com/
Reports and other Government Publications	Author(s). Title of report. Place of publication: Publisher; Date of publication – year month if applicable.
Government /Organisation /Scientific /Technical report	International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). International Code of Zoological Nomenclature. 4th ed. London: International Trust for Zoological Nomenclature Natural History Museum; 1999. International Union for Conservation of Nature (IUCN). Standards and Petitions Subcommittee. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 12 [Internet]. 2016 [updated 2016 Feb]. Available from: http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf
Thesis	Printed Thesis: Author. Thesis title [type of thesis]. Place of publication: Publisher; Year. Online Thesis: Author. Thesis title [type of thesis on the internet]. Place of publication: Publisher; Year [cited date – year month day]. Available from: Name of database. web address
Thesis	Langeani Neto F. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). [PhD Thesis]. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo; 1996.
Thesis – retrieved from fulltext database/internet	Bifi AG. Revisão taxonômica das espécies do grupo <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae) da bacia do rio da Prata. [PhD Thesis on the Internet]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2013 [cited 2010 Mar 24]. Available from: Biblioteca digital Universidade Estadual de Maringá. HTTP:// http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000205331 Vaz GDA. Estudo da ecomorfologia comparada de Pantodontidae (Teleostei: Osteoglossiformes) e Gasteropelecidade (Teleostei: Characiformes). [MSc Dissertation on the Internet]. Ribeirão Preto: USP, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto; 2016 [cited 2016 Oct 29]. Available from: Biblioteca digital Universidade de São Paulo http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tda-

Webpages	Author. Title of publication [type of medium – Internet]. Place of publication (if available): Publisher (if available); Date of publication – year month day (supply year if month and day not available) [updated year month day; cited year month day]. Available from: web address
Web page – with author	Eschmeyer WN, Fricke R, van der Laan R, editors. Catalog of fishes: genera, species, references [Internet]. San Francisco: California Academy of Science; 2016 [updated 2016 Sep 29; cited 2016 Oct 15]. Available from: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp
Web Article with DOI	Frota A, Deprá GC, Petenucci LM, Graça WJ. Inventory of the fish fauna from Ivaí River basin, Paraná State, Brazil. <i>Biota Neotropica</i> [serial on the Internet]. 2016 Jun 27 [cited 2016 Jun 06]; 16(3):e20150151. Available from: http://www.scielo.br/pdf/bn/v16n3/1676-0611-bn-1676-0611-BN-2015-0151.pdf DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0151
Image or map on a webpage	IBGE. Maringá-PR [Image on the internet]. 2010 [cited 2016 Sep 12]; Available from: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_para_fins_de_levantamentos_estatisticos/censo_demografico_2010/mapas_municipais_estatisticos/pr/maringa_v2.pdf R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing [Computer software manual - Internet]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2014. Available from: https://www.r-project.org/ StatSoft, Inc. STATISTICA [Data Analysis Software System], version 10. Available from: www.statsoft.com

Taxonomic style instructions

This summary provides information specific to taxonomic manuscripts. For large taxonomic revisions and reviews, see additional recommendations below. Items with * are required, others are recommended whenever applicable.

Taxon accounts should be in alphabetical order. For original descriptions, the words "new genus" or "new species" should appear after the name of the new genus or species, preceded by a comma. The designation also must appear in the caption of the holotype's figure, in the case of a new species. For species mentioned in the Diagnosis section but for which no comparative material was examined, please formally cite their original descriptions and provide the full references.

Note: Prior to submitting a description of a new taxon, please register new nomenclatural act(s) and the paper (as unpublished manuscript) at URL: <http://zoobank.org/> and provide the nomenclatural act code just below the new taxon name (e.g., [urn:lsid:zoobank.org:act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12](http://zoobank.org/act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12)). After publication, please update the ZooBank article status from unpublished to published. This must be done by the author who made the initial registration.

Generic accounts

Genus Author, year (or new genus - do not abbreviate) (bolded and centered)

urn:lsid:zoobank.org:act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12 (in case of new genus only)
(centered)

Synonymy.

Type species.*

Diagnosis.*

Description.*

Etymology. for new genus only*

Remarks.

Key to species.

Comments on above:

	Provide a complete synonymy listing all validly published names that have been applied to the genus, including all references in systematic treatments or identification guides that can help link the present concept of the genus to past concepts. The senior synonym is usually the correct and valid name. If applicable, include invalid names and mistakes in identity with suitable annotation to indicate their nature. For each name listed, include minimally: the original form of the name; the author and date of publication; reference and page number; basic information on the genus in the paper cited (modified from Wiley EO, Lieberman BS. <i>Phylogenetics: theory and practice of Phylogenetic Systematics</i> . 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011). Provide full references of all listed sources as part of the References section. If applicable, discuss the synonymy and cite relevant literature in the Remarks section.
Synonymy	<i>E.g., Parodon Valenciennes, 1849</i> <i>Parodon Valenciennes</i> , in Cuvier, Valenciennes, 1849:50 (original description; type-species by original designation and monotypy: <i>Parodon suborbitalis Valenciennes</i>). –Günther, 1864:31 (redescription). –Eigenmann, 1912:274 (diagnosis). –Schultz, Miles, 1943:251 (diagnosis in key). –Schultz, 1944:288 (diagnosis in key). –Campos, 1945:440 (diagnosis). –Miles, 1947:132 (diagnosis). –Travassos, 1955:4 (synonymic list). –Böhle, 1958:83 (comments). –Ringuelet <i>et al.</i> , 1967:180 (diagnosis in key). –Roberts, 1974b:433 (osteology). –Godoy, 1975:451 (diagnosis in key). –Géry, 1977:202 (diagnosis in key). –Britski <i>et al.</i> , 1988:26 (diagnosis in key). <i>Nematoparodon Fowler</i> , 1943:226 (original description; type-species by original designation and monotypy: <i>Parodon apolinari Myers</i>).
Type-species	For proposed new genera, the original name of the proposed type-species, followed by author and year of publication (or new species) is sufficient. For previously proposed generic names, the following additional information is required (in this order): Nature of type designation (<i>e. g.</i> , original designation, monotypy, absolute tautonymy, etc). Whether the type-species was not designated in the original publication, the author, year and page of the subsequent designation should be cited (<i>e. g.</i> , Type by subsequent designation by Jordan, 1919: 45).
Diagnosis	Diagnosis should NOT be written in telegraphic style (for purposes of clarity). A generic diagnosis should preferably list the unique synapomorphies of the genus, followed by homoplastic derived characters and/or other useful distinguishing characteristics.
Description	In telegraphic style (<i>i.e.</i> , no verbs nor articles).
Etymology	For new names, state the gender, even though it may be obvious from the construction. Do not give an etymology for preexisting names. If it is necessary to discuss the etymology of an old name (for example, to justify an interpretation of its gender), include that in the Remarks section.
Key to species	If a key for identification of species is provided and it was not mentioned in the title, add "dichotomous key" or "identification key" as a keyword.

Specific accounts

Order of presentation:

Species Author, Year (or new species - do not abbreviate) (bolded and centered)

urn:lsid:zoobank.org:act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12 (in case of new species only)
(centered)

Synonymy.

Holotype.* for new species only - include full collection data (see details, below)

Paratype(s). for new species only - include full collection data (see details, below)

Non-types. for new species only - include reduced collection data (see details, below) (Justification for separating non-types from types should be provided in the Material and Methods section)

Diagnosis.* see below for instruction on how to prepare a species diagnosis

Description.*

Coloration in alcohol.*

Coloration in life.

Sexual dimorphism.

Geographical distribution.*

Ecological notes.

Etymology. for new species only*

Conservation status.

Remarks.

Material examined. for accounts of previously named species

Comments on the above:

Provide a complete synonymy listing all validly published names that have been applied to the species, including all references in systematic treatments or identification guides that can help link

the present concept of the species to past concepts. The senior synonym is usually the correct and valid name. If applicable, include invalid names and mistakes in identity with suitable annotation to indicate their nature. For each name listed, include minimally: the original form of the name; the author and date of publication; reference and page number; country or basin and basic information on the species in the paper cited (modified from Wiley EO, Lieberman BS. *Phylogenetics: theory and practice of Phylogenetic Systematics*. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011). Provide full references of all listed sources as part of the References section. If applicable, discuss the synonymy and cite relevant literature in the Remarks section.

Synonymy

E.g., *Parodon caliensis* Boulenger, 1895

Parodon caliensis Boulenger, 1895:480 (original description; type-locality: near Cali, Colombia). –Eigenmann, 1922(reprint 1976):109 (*partim*; Paila, rio Cauca basin; diagnosis in key). –Miles, 1943:47 (rio Cauca; redescription). –Miles, 1947:132 (rio Magdalena; meristics). –Roberts, 1974b:416 (osteology; osteological illustrations). –Roberts, 1975:269 (dentition).

Parodon saliensis [sic]. –Roberts, 1975:269 (dentition).

Parodon Parodon caliensis. –Géry, 1977:203 (diagnosis in key).

For new species, list types separately from other comparative material examined. Include full collection data, in the following order:

Museum acronym and catalog number, number of specimens (except for holotype), size range separated by hyphen, number and size range of measured specimens, if different (in parentheses along with size range) locality (country, state, municipality, locality, basin, coordinates), date of collection [in dd, Month (3 letter abbreviation) and yyyy], and collector(s) [*e.g.*, Paratypes. LIRP 5640, 25, 38.5-90.3 mm SL (12, 75.0-90.3 mm SL), Brazil, São Paulo, Município de Marapoama, rio Tietê basin, ribeirão Cubatão at road between Marapoama and Elisiário, 21°11'35"S 49°07'22"W, 10 Feb 2003, A. L. A. Melo].

Types

Group paratypes by country or basin, in alphanumeric order of museum acronym and catalog numbers inside each group.

Note: Except in cases where no actively-curated scientific research collection exists, Holotypes must be deposited in collections in the country of origin of the species. When a species occurs in multiple countries, the holotype must be deposited in the country of the type-locality, with paratypes distributed among countries in which the species occurs. Even in cases of species endemic to one country, we encourage dissemination of paratypes.

Do NOT write the diagnosis in telegraphic style (for purposes of clarity). A species diagnosis is typically a paragraph constructed of full sentences that list the most important traits that allow the reader to unequivocally identify the species. Ideally, the diagnosis includes one or more features that are unique to the species, preferably autapomorphic characters. If unique features were not discovered, the next best option is a differential diagnosis, within which a series of direct comparisons are made among species and the alternative character states specified by contrasts are stated explicitly (using "vs." followed by the condition found in the species, or group of species, being compared, for each diagnostic feature). Diagnoses that consist only of a combination of characters (*i.e.*, traits listed sequentially which, when considered together, distinguish the species from congeners) in many cases fail to make a convincing case that the species warrants recognition, mostly because too little information is offered in the way of direct comparisons with congeners. They also make it very difficult for readers not already expert in the systematics of the group in question to recognize the new species. For that reason, this form of diagnosis should be avoided. In the event of listing species in the diagnosis without associated comparative material, please formally cite their original descriptions and provide full references.

Diagnosis

Write the description section in telegraphic style (*i.e.*, without verbs and articles). Treat bilaterally paired structures in the singular (*e.g.*, pelvic fin short, not pelvic fins short). Compound adjectives that include a noun should be connected by a hyphen (*e.g.*, pectoral-fin spine, NOT pectoral fin spine). Fin-ray formulae should be reported with unbranched rays in lower case Roman numerals, spines in upper case Roman, and branched rays in Arabic numerals. Transitions between different types of rays should be indicated by a comma (,) and not a plus sign (+), or dash (-) (*e.g.*, iii,7 or II,9. Not iii-7 or iii+7; no spaces should be inserted after the comma). We treat the catfish spinelet as a spine, so dorsal fin counts that include a spinelet should be reported as II,6 (or whatever the branched ray count is).

Description

Do not include space between numerals and % (*e.g.*, 25%, not 25 %).

Coloration

Write this section in telegraphic style (*i.e.*, without verbs or articles). This section may be divided into Coloration in alcohol and Coloration in life.

Geographic distribution

Geographic descriptors must NOT be translated and should be capitalized or not according to the standard usage in the language in question. English usage typically uses capitals (*e.g.*, Amazon River) while Portuguese and Spanish do not (*e.g.*, rio Solimões, rio Magdalena). When referring to a municipality or geopolitical region that includes the names of a water body, capitalize the entity as a proper noun in all languages (*e.g.*, Municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).

[For new names, state the usage \(adjective, noun, patronym, etc.\), even though it may be obvious from the construction. For more information, see article 31 of the online](#)

Etymology	International Code of Zoological Nomenclature (http://www.iczn.org/iczn/index.jsp) . <u>Do not provide an etymology for preexisting names, unless the etymology is necessary to justify the spelling. In such cases, include this information in the Remarks Section and not as a separate heading.</u>
Conservation status	Please consider providing the conservation status, at least for new species, based on the IUCN criteria and categories [<i>e.g.</i> , Conservation status . According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) categories and criteria (IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2016), <i>Genus species</i> can be classified as Category (category abbreviation)]. In such case, the reference to be provided is: International Union for Conservation of Nature (IUCN). Standards and Petitions Subcommittee. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 12 [Internet]. 2016 [updated 2016 Feb]. Available from: http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf
Material examined	<p>Provide only taxa, museum acronym, catalog number, number of specimens and size range.</p> <p>Indicate any types by: (Holo- Syn-, etc.) type of <i>Genus species</i> Author, date. For lectotypes or neotypes, also cite the source of designation (<i>e.g.</i>, USNM 123456, lectotype of <i>Genus species</i> Author, date, designated by Author (year: pp) [or designated herein]).</p> <p>Specimen lots should be arranged taxonomically, and then by country or basin (in bold), in alphanumeric order of museum acronym and catalog numbers inside each group proposed (<i>e.g.</i>, <i>Auchenipterichthys coracoideus</i>: Peru: CAS 220574, 2, 104.0-107.0 mm SL, syntypes of <i>Trachycorystes coracoideus</i> Eigenmann, Allen, 1942). Deviation from this order is permissible only if an alternate arrangement shortens the text. If another arrangement is chosen, its use must be explained and justified in the Material and Methods section.</p> <p>List material of non-focal species as Comparative material examined, using the same rules of arrangement stated above.</p>

Large taxonomic revisions and reviews

Before presenting the taxonomic accounts, provide a table at the beginning, cited early, that lists all the species included in the revision that are new and those that are being redescribed. Taxon accounts can be arranged in two ways: presenting the new species descriptions first (in alphabetic order) and then the redescribed species (in alphabetic order), OR reporting all the species in alphabetic order without separating new and redescribed ones. In either case, mentioning the words **new genus** or **new species** after the name of each new taxon presented, preceded by a comma. The chosen order of presentation should focus on brevity and comprehensibility

Further information

Contact the Editor at neoichth@nupelia.uem.br

[\[Home\]](#) [\[About the journal\]](#) [\[Editorial board\]](#) [\[Subscriptions\]](#)

 All the content of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Departamento de Zoologia - IB
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul
 Av. Bento Gonçalves, 9500 - bloco IV - Prédio 43435
 91501-970 - Porto Alegre, RS - Brasil
 Tel.: 55-21-2568-8262


neoichth@ufrgs.br