

ANAILZA CRISTINA GALDINO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ONTOGÊNICO
INICIAL DE *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908).**

**RECIFE
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS
E AQUICULTURA – PPG-RPAq.**

ANAILZA CRISTINA GALDINO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ONTOGÊNICO
INICIAL DE *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. William Severi

**RECIFE
2010**

Ficha catalográfica

S586c Silva, Anailza Cristina Galdino da
Caracterização do desenvolvimento ontogênico inicial de
Anchoviella vaillanti (Steindachner, 1908) / Anailza Cristina
Galdino da Silva. -- 2010.
ix, 47 f. : il.

Orientador: William Severi.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2010.
Inclui referências e anexo.

1. Engraulidae 2. Ontogenia 3. Desenvolvimento inicial
4. Manjuba I. Severi, William II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS
E AQUICULTURA

CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ONTOGÊNICO
INICIAL DE *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908).

Anailza Cristina Galdino da Silva

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura** e aprovada em 19/fevereiro/2010 pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. William Severi - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Sérgio Martins de Carvalho - Membro externo
Universidade Federal de Pernambuco

Profa Dra. Maria Elisabeth de Araújo - Membro externo
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Ana Carla Asfora El-Deir - Membro externo (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu força de vontade para conquistar tudo que tenho e chegar até aqui;

Ao meu orientador professor Dr. William Severi, um exemplo de profissionalismo, pela orientação, críticas e conselhos dados quando necessário e pela oportunidade de fazer parte da sua equipe;

À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e a Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE) pelo suporte financeiro dado ao projeto e a concessão de bolsa;

Ao Coordenador do Programa Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Paulo de Paula Mendes, e à secretária Selma Santiago, pelo apoio dado aos alunos do mestrado;

Aos professores do programa que contribuíram para minha formação profissional;

A meus pais, que mesmo distante, me apoiaram e me deram força para continuar nessa longa caminhada;

Às minhas queridas amigas, Solange, Jacineide, Mabel, Gheysa e Denise, pessoas que Deus colocou em meu caminho e com quem sempre compartilho meus momentos de alegrias e tristezas;

A TODOS os amigos da turma de mestrado pelos momentos inesquecíveis vividos, alegrias e sofrimentos compartilhados, em especial a Janilson Félix, Ana Lia, Mirna Tambourgi, Emanuell Felipe, Isabela Bacalhau e Juliatt Xavier;

Aos amigos integrantes do laboratório de Ictiologia, em especial aqueles que deram suporte as coletas de campo e triagem do material;

A todos que fazem o laboratório de Macroinvertebrados Bentônicos.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo descrever morfológicamente o desenvolvimento ontogênico inicial da manjuba de água doce *Anchoviella vaillanti*, endêmica da bacia do rio São Francisco. Foram analisados 132 exemplares (CP= 1,3-51 mm) obtidos através de arrastos realizados com rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 500µm, em amostragens trimestrais no reservatório de Sobradinho entre janeiro de 2002 e janeiro de 2004. Os indivíduos foram classificados nas fases: larval - estágios larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão - e juvenil. Foram mensurados os dados morfométricos, comprimento padrão (CP), comprimento pré-anal (CPA), comprimento pré-pélvica (CPPV), comprimento pré-peitoral (CPP), comprimento pré-dorsal (CPD), comprimento da cabeça (CC), altura da cabeça (AC), diâmetro do olho (DO), e altura do corpo (ACP). Alguns exemplares foram diafanizados para evidenciar e detalhar estruturas internas, contagem de vértebras pré-anal, pós-anal e total, raios das nadadeiras peitorais (P), dorsal (D), pélvicas (V), anal(A) e caudal (C), bem como a posição relativa de inserção das nadadeiras dorsal e anal. Durante a fase larval, o corpo variou de muito alongado a alongado, a cabeça de pequena a moderada e o olho de pequeno a moderado. Na fase juvenil, o corpo variou de alongado a moderado, a cabeça moderada e o olho de moderado a grande. As distâncias pré-nadadeiras em relação a CP variaram entre 61,5 – 79,2% para CPA; 51,8 – 72,9% para CPD; 10,7 – 29,2% para CPP e 37,8 – 47,2% para CPPV. O CC variou entre 7,9 – 29,2% CP; AC entre 5,7 – 19,2% CP; ACP de 6,3 – 27,1% CP; e DO variou entre 16,7 – 42,9% em relação a CC. O número total de vértebras em *A. vaillanti* variou de 36 a 39 e de miômeros de 31 a 45. A posição de inserção da nadadeira dorsal variou entre a 14^a e a 18^a vértebra pré-caudal e a da nadadeira anal, entre a 21^a e a 24^a vértebra pré-caudal. A ordem de aparecimento dos primeiros raios das nadadeiras foi D, C, A, V e P. O número definitivo de raios dentre elas, entretanto, é observado na seguinte ordem: D e A no estágio de flexão; e P, V e C no estágio de pós-flexão. Na região do baixo São Francisco, *A. vaillanti* pode ocorrer simpatricamente com *A. lepidentostole*, podendo distinguir-se desta espécie pelo menor número de raios da nadadeira dorsal (15-16 versus 12-13 em *A. vaillanti*), pelo número total de vértebras menos elevado (40 versus 37-40) e pelo maior comprimento pré-peitoral (14-16% CP versus 22,8-28,9% CP).

Palavras chaves: Engraulidae, ontogenia, manjuba, desenvolvimento inicial.

ABSTRACT

This study aimed to describe morphologically the ontogenetic initial development of the freshwater anchovy, *Anchoviella vaillanti*, which is endemic to the São Francisco river basin. We analyzed 132 specimens (SL = 1,3-51 mm) obtained from hauls made with a 500 µm mesh conical-cylindrical plankton net in quarterly samplings in different stretches of the Sobradinho reservoir from January 2002 to January 2004. Individuals were classified into the following phases: larvae – yolk-larval, preflexion, flexion and postflexion stage - and juvenile. We measured the morphometric data, standard length (SL), preanal length (PAL), prepelvic length (PPVL), prepectoral length (PPL), predorsal length (PDL), head length (HL), head depth (HD), eye diameter (ED), and body depth (BD). Some specimens were cleared and stained for evidencing and detailing internal structures, counting of preanal, postanal and total vertebrae, pectoral (P), dorsal (D), pelvic (V), anal (A) and caudal (C) fin rays and the relative position of dorsal and anal fins insertion. During the larval stage, the body ranged from very elongate to elongate, and the head and the eye both from small to moderate. In juveniles, body varied from elongate to moderate, the head was moderate, and the eye from moderate to large. Prefin lengths in relation to SL ranged from 61.5 to 79.2% for PAL; 51.8 to 72.9% for PDL; 10.7 - 29,2% for PPL and 37.8 - 47, 2% for PPVL. HL ranged from 7.9 - 29,2%; HD from 5.7 - 19.2%; BD from 6.3 to 27.1%; and ED from 16.7 - 42.9% HL. The total vertebrae number in *A. vaillanti* ranges from 36 to 39 and myomere number ranges from 31 to 45. Dorsal fin insertion varies between the 14th and the 18th precaudal vertebrae and the anal fin insertion varies between 21st and 24th precaudal vertebrae. The sequence of first fin ray formation was D, C, A, V and P. The final number of rays among them, however, is attained in the following order: D and A in the flexion stage and P, V and C in the postflexion stage. In the lower São Francisco River, *A. vaillanti* may occur sympatrically with *A. lepidentostole* and may be distinguished by the lower number of dorsal fin rays (15-16 versus 12-13 in *A. vaillanti*), lower vertebrae count (40 versus 37-40) and greater pre-pectoral length (14-16 % SL versus 22,8-28,9% SL).

Keywords: Engraulidae, ontogeny, anchovy, initial development.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
3. ARTIGO CIENTÍFICO: Desenvolvimento ontogênico inicial de <i>Anchoviella vaillanti</i> (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae).....	8
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	13
DISCUSSÃO.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
5. REFERÊNCIAS	30
ANEXO	36
NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA STUDIES ON NEOTROPICAL FAUNA AND ENVIRONMENT.....	36

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO : Desenvolvimento ontogênico inicial de *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae).

	Pág.
Tabela 1 – Dados merísticos das espécies de clupeiformes neotropicais exclusivos de água doce (#espécies marinhas eurialinas)	26
Tabela 2 – Dados morfológicos para larvas de <i>Anchoviella vaillanti</i> nos estágios de pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e fase juvenil (JV). Todas as proporções são em relação ao comprimento padrão, exceto para DO, em relação ao CC. méd. = média, d.p. = desvio padrão	27
Tabela 3 –.Dados merísticos de <i>Anchoviella vaillanti</i> para larvas em pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e juvenis das nadadeiras: peitorais (P), pélvicas (PV), dorsal (D), anal (A) e caudal (C). nv – não visível.....	28

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO : Desenvolvimento ontogênico inicial de *Anchoiella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae).

	Pág.
Figura 1 - <i>Anchoiella vaillanti</i> larval e juvenil: 1.7 mm larval vitelino (a), 3.2 mm (b) e 5.5 mm (c) larval pré-flexão, 7.6 mm (d) e 10.7 mm (e) larval flexão, 13.8 mm (f) e 16.0 mm (g) larval pós-flexão, e 25.5 mm (h) e 30.0 mm (i) juvenil. Escala = 1 mm...	24
Figura 2 – Variação das relações corporais comprimento pré-dorsal/comprimento padrão (CPD/CP) e comprimento pré-anal/comprimento padrão (CPA/CP) em relação ao comprimento padrão (CP) para larvas e juvenis de <i>Anchoiella vaillanti</i>	25

1. INTRODUÇÃO

A compreensão do ciclo de vida de peixes não pode ser considerada adequada sem o conhecimento sobre o desenvolvimento inicial das espécies, uma vez que a maioria dos estudos com peixes refere-se, principalmente, a jovens e adultos (SANCHES et al., 2001; SANTIN, 2007). A identificação de larvas de peixe é geralmente baseada em caracteres morfológicos, morfométricos e merísticos, pigmentação e estágio de desenvolvimento de estruturas corpóreas, relativas ao tamanho da larva (ARAÚJO-LIMA & DONALD, 1988). A análise de dados morfométricos de ovos, larvas e juvenis permitem, no entanto, comparar intra e interespecificamente os diferentes estágios de desenvolvimento e, juntamente com outros caracteres, auxiliar na correta identificação das espécies (SANCHES et al., 1999).

Larvas de peixes são morfologicamente diferentes de adultos e apresentam exigências ecológicas distintas, quanto ao habitat e à alimentação, e comportamento diferenciado (SANCHES et al., 2001). Além disso, a grande semelhança entre larvas de espécies diferentes (FUIMAN, 2002) e a falta de literatura comparativa (NAKATANI et al., 2001) dificultam ainda mais o trabalho dos taxonomistas, tornando a caracterização do desenvolvimento inicial de peixes imprescindível para a identificação de ovos e larvas na natureza.

Nas últimas décadas, os estudos ontogênicos, embriológicos e/ou larvais de espécies nativas de interesse econômico e ecológico têm crescido significativamente. A morfogênese e a diferenciação são processos rápidos e complexos que ocorrem durante a ontogenia inicial dos peixes. Em curto período, as larvas recém-eclodidas sofrem mudanças drásticas na forma do corpo, morfologia, metabolismo, habilidades natatórias e comportamentais, (MACIEL, 2006).

No entanto, ainda é reduzido o número de espécies cujas larvas foram descritas até o momento, a carência de informações não está limitada apenas aos aspectos bioecológicos,

embora inclua, para grande parte dos rios, até uma lista básica de espécies presentes (AGOSTINHO et al., 2007).

A região biogeográfica neotropical, que inclui toda a América do Sul, possui a mais diversificada fauna de peixes de água doce conhecida, com mais de 2.400 espécies descritas e muitos rios caracterizados por um alto grau de endemismo (LOWE-MCCONELL, 1999; NAKATANI et al., 2001; AGOSTINHO et al., 2007). No entanto, o conhecimento da ictiofauna de suas bacias é ainda incipiente. O Brasil, por possuir a maior rede hidrográfica do mundo, detém o título de país campeão em riqueza de espécies de peixes de água doce, embora nenhum rio brasileiro tenha sua fauna completamente identificada (NAKATANI et al., 2001; AGOSTINHO et al., 2007).

As ordens Petromyzontiformes, Carchariniformes, Pristiformes, Myliobatiformes, Lepisosteiformes, Osteoglossiformes, Elopiformes, Anguilliformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Osmeriiformes, Ophidiformes, Batrachoidiformes, Gobiesociformes, Atheriniformes, Cyprinodontiformes, Beloniformes, Syngnathiformes, Synbranchiformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Tetraodontiformes, Lepidosireniformes e Clupeiformes possuem representantes de espécies de água doce em bacias da região neotropical (REIS et al., 2003).

Para esta região, Reis et al. (2003) citam a ocorrência de 35 espécies de Clupeiformes, das famílias Clupeidae, Engraulidae e Pristigasteridae. Na bacia amazônica, ocorre o clupeídeo *Rhinosardinia amazonica* (Steindachner, 1879), os engraulídeos *Amazonsprattus scintilla* Roberts, 1984; *Anchoviella alleni* (Myers, 1940); *Anchoviella carrikeri* (Fowler, 1940); *Anchoviella guianensis* (Eigenmann, 1912); *Anchoviella jamesi* (Jordan & Sealle, 1926); *Lycengraulis batesii* (Günther, 1868) e *Jurengraulis juruensis* (Boulenger, 1898); e os pristigasterídeos *Ilisha amazonica* (Miranda Ribeiro, 1920); *Pellona castelnaeana* (Valenciennes, 1847), *P. flavipinnis* (Valenciennes, 1836), *Pristigaster cayana* (Cuvier, 1829)

e *Pristigaster whiteheadi* Menezes & de Pinna, 2000. *P. flavipinnis* também ocorre na bacia dos rios Parnaíba, Orinoco, Paraná e das Guianas. Para a bacia do Rio São Francisco, a única espécie registrada é o engraulídeo *Anchoiella vaillanti* (Steindachner, 1908). Dentre todas essas espécies, até o momento, apenas *P. flavipinnis* teve seu desenvolvimento inicial descrito (SEVERI E VERANI, 2006).

Anchoiella vaillanti, conhecida como manjuba, é uma espécie de peixe forrageiro de importância na manutenção da cadeia alimentar dos sistemas que habita, servindo de alimento para diversas espécies piscívoras de interesse comercial (BAZZOLI, 1997). Possui corpo alongado, nadadeira anal com 19 a 23 raios, 31 a 36 rastros no primeiro arco branquial, escamas levemente orladas de cromatóforos, uma listra prateada ao longo do meio do corpo em alguns indivíduos, e não apresenta linha lateral. Sua fenda bucal é muito inferior, a ponta do maxilar ultrapassando a margem posterior da órbita e o focinho se projeta para frente da boca como um rostro (BRITSKI et al., 1984).

Assim como os demais engraulídeos, *A. vaillanti* possui ovos flutuantes e larvas pelágicas. Os ovos são esféricos e elípticos, com um pequeno espaço perivitelino, suas larvas eclodem entre 2 - 3,5 mm, são alongadas e possuem tipicamente cerca de 40 – 45 miômeros, com uma bexiga natatória proeminente (RICHARDS, 2006).

Até o momento, não existe registro de trabalho de descrição de *Anchoiella vaillanti*, o que justifica esse tipo de estudo, a fim de subsidiar informações que auxiliem na identificação de espécies nas amostras de ictioplâncton. O objetivo do trabalho foi descrever os aspectos morfológicos externos durante o desenvolvimento ontogênico inicial da *Anchoiella vaillanti*, e caracterizar morfométrica e merísticamente os estágios iniciais da espécie, incluindo o tamanho de formação de suas nadadeiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A ictiofauna da região neotropical é uma das mais ricas do planeta, apesar de sua distribuição no continente ser desigual, e muitas espécies estarem restritas a locais específicos. Há ainda muitas espécies a serem descritas, e as alterações promovidas em ambientes aquáticos continentais nas últimas décadas (principalmente com a introdução de espécies exóticas, a construção de barragens e a poluição) vêm ameaçando a perpetuação das populações naturais. Para efetivar a sua conservação, o valor da ictiofauna precisa ser rapidamente melhor apreciado, em termos econômicos, científicos e ecológicos (AGOSTINHO et al., 2007).

A ecologia de formas jovens e ontogenia dos peixes da região neotropical também são pouco conhecidas, o que está associado a dificuldades metodológicas e ao reduzido número de ictiólogos na região, onde poucos grupos podem ser citados (SEVERI, 1997).

Embora o conhecimento acumulado seja considerável, os estudos foram desenvolvidos essencialmente para populações de peixes marinhos, em sua maioria, e as descrições morfológicas de larvas de peixes de água doce têm natureza específica e encontram-se dispersas em publicações isoladas e/ou de acesso restrito, sendo muitas delas incompletas, não contemplando detalhes das diferentes fases (NAKATANI et al., 2001).

Dentre os trabalhos de descrição do desenvolvimento ontogênico inicial de espécies de água doce, podem ser citados, para a bacia do rio Paraná, Sanches et al. (1999 e 2001), que caracterizaram o desenvolvimento inicial morfológica e morfometricamente de *Parauchenipterus galeatus* e *Leporinus friderici*, respectivamente, na planície de inundação do alto rio Paraná. Bialetzki et al. (1998) apresentaram algumas características morfológicas, baseadas em caracteres merísticos e morfométricos, observadas em larvas e juvenis de

Apareiodon affinis, bem como analisaram a distribuição temporal desses estágios; enquanto Bialezki et al. (2001) descreveram larvas e juvenis de *Auchenipterus osteomystax*.

Nakatani et al. (1997) caracterizaram o desenvolvimento larval de *Plagiocion squamosissimus* no reservatório de Itaipu, rio Paraná, através das alterações morfológicas na fase inicial do seu ciclo de vida, enquanto que Nakatani et al. (1998) analisaram variações morfométricas nos diferentes estágios iniciais de *Hypophthalmus edentatus*. Nakatani et al. (2001) também compilaram os dados sobre ovos e larvas de peixes de água doce em um manual de identificação, a fim de minimizar as dificuldades desta área de estudo. Fornecendo os elementos básicos para a identificação de ovos e larvas de peixes coletados no ambiente natural, especialmente aqueles obtidos em estudos de distribuição e abundância destinados a inventariar áreas de desova e criadouros naturais, imprescindíveis para um correto diagnóstico de impactos da ocupação antrópica da bacia sobre a ictiofauna e para o planejamento racional das ações de manejo da pesca.

Ainda, referente a peixes da bacia do Paraná, larvas e juvenis das piranhas *Serrasalmus spilopleura* e *S. marginatus* foram distinguidas através de caracteres morfométricos, discriminando as espécies em diferentes estágios ontogênicos, pela aplicação do método geométricos de análise da forma e descrição da morfologia geral de suas larvas e juvenis (CAVICCHIOLI et al., 1997). Galuch et al. (2003) descreveram o desenvolvimento inicial, bem como a distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* no Ressaco do Leopoldo, planície alagável do alto rio Paraná.

No trecho argentino da bacia do Paraná, encontram-se os trabalhos pioneiros de Norberto Oldani, realizados no rio Salado e rio Paraná, o qual identificou e descreveu morfologicamente *Apareiodon affinis* (OLDANI, 1977); *Triportheus paranensis* (OLDANI, 1979); *Thoracocharax stellatus* (OLDANI, 1979) e *Pimelodus maculatus* (OLDANI, 1983).

Na região do Pantanal podem ser destacados os trabalhos de Nascimento e Araújo Lima (2000) que descreveram os estádios iniciais de desenvolvimento de *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus*, *Salminus maxillosus*, *Leporinus macrocephalus* e *Pseudoplatystoma* sp., principais espécies utilizadas na pesca no Pantanal.

Souza e Severi (2002) estudaram *Rhaphiodon vulpinus* no Pantanal Mato-Grossense, com o objetivo de caracterizar seu desenvolvimento inicial, com a descrição da morfologia externa e morfométrica de larvas da espécie. O desenvolvimento morfológico de larvas e juvenis de *Pellona flavipinnis* foi descrito por Severi e Verani (2006) para a região do Pantanal de Barão de Melgaço; podendo ser considerada a primeira descrição de larvas de Clupeiformes de água doce na região neotropical.

Na bacia amazônica, Araújo-Lima (1985), descreveu com fins taxonômicos o desenvolvimento larval de *Semaprochilodus insignis*, proveniente do rio Negro. Araújo-Lima e Donald (1988) realizaram a contagem do número de vértebras de indivíduos adultos, jovens e larvas de Characiformes do rio Amazonas, a fim de auxiliar na identificação de larvas do grupo. Araújo-Lima (1991) estudou as larvas de *Potamorhina latior*, coletadas na calha do rio Solimões, e de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* do rio Amazonas e sua várzea (ARAÚJO-LIMA et al., 1993); *Psectrogaster amazonica* e *Potamorhina altamazonica* do rio Amazonas (NASCIMENTO E ARAÚJO-LIMA, 1994).

Ainda para a bacia amazônica, podem ser destacados Oliveira (2008) com descrições dos estágios de desenvolvimento larval de *Hypophthalmus fimbriatus* e *H. marginatus*, duas espécies de peixes de água doce simpátricas e congêneres do rio Negro, em termos de mudanças ontogênicas na morfologia, incluindo a pigmentação dos olhos e desenvolvimento das nadadeiras.

Larvas e juvenis de *Loricariichthys typus* e *Loricaria laticeps* do rio Portuguesa e rio Boconó, na bacia do Madalena na Venezuela, foram analisadas respectivamente por Allison e

Rojas (1975) e Rojas e Allison (1975), disponibilizando informações sobre padrões de pigmentação e variações morfométricas durante os diferentes estágios de crescimento dessas espécies.

Na bacia do rio São Francisco, Godinho et al. (2003) descreveram a ontogênese larval de *Salminus brasiliensis*, *Prochilodus costatus*, *P. argenteus*, *Leporinus obtusidens* e *Pseudoplatystoma corruscans*, oriundas de desova induzida realizada na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias (MG).

Sampaio (2006) analisou comparativamente a superfície ovocitária e o desenvolvimento inicial de *Brycon orthotaenia*, *Leporinus obtusidens*, *Prochilodus argenteus* e *Salminus brasiliensis* (= *S. franciscanus*), espécies de interesse comercial na bacia do rio São Francisco. A morfologia de oócitos, embriogênese e desenvolvimento larval inicial de *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hoplias lacerdae* e *H. malabaricus* através da análise macroscópica, histológica, histoquímica e ultraestrutural, foi estudada por Gomes et al. (2007) para a mesma bacia.

A caracterização e desenvolvimento embrionário e/ou larval de algumas espécies de diferentes bacias, a partir do desenvolvimento de indivíduos obtidos por reprodução induzida e cultivados em laboratório, foram discutidos para *Trachycorystes galeatus* (CHACON, 1975); *Rhamdia hilarii* (GODINHO et al., 1978); *Pseudoplatystoma corruscans* (SANTOS E GODINHO, 1994); *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* e o híbrido tambacu (RIBEIRO et al., 1995); *Salminus brasiliensis* (SANTOS E GODINHO, 2002); *Brycon insignis* (ANDRADE-TALMELLI et al., 2001; SOUZA, 2004); *B. orbignyanus* (REYNALTE-TATAJE et al., 2004); *Leporinus piau* (BORÇATO et al., 2004); *Hoplias lacerdae* (MACIEL et al., 2009).

3. ARTIGO CIENTÍFICO

**DESENVOLVIMENTO ONTOGÊNICO INICIAL DE *Anchoviella vaillanti*
(Steindachner,1908) (CLUPEIFORMES: ENGRAULIDAE).**

Artigo Científico submetido para publicação na revista *Studies on Neotropical Fauna and Environment*

DESENVOLVIMENTO ONTOGÊNICO INICIAL DE *Anchoviella vaillanti*
(Steindachner, 1908) (CLUPEIFORMES: ENGRAULIDAE).

Anailza Cristina Galdino da Silva^{1,2}, William Severi² & Mavíael Fonseca de Castro³

¹Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal
Rural de Pernambuco

²Laboratório de Ictiologia, Departamento de Pesca e Aquicultura/UFRPE, Rua Dom Manoel
de Medeiros – s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP 52.171-900

³Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Av. General San Martin - 1371, Bonji,
Recife, Pernambuco, Brasil , CEP 50.761-000

Email: wseveri@depaq.ufrpe.br

Resumo

A grande semelhança entre larvas de peixes de espécies diferentes dificulta o trabalho dos taxonomistas, principalmente na identificação de ovos e larvas em estudos de biologia pesqueira e ecologia do ictioplâncton. O conhecimento sobre o desenvolvimento inicial de certos táxons com grande similaridade morfológica na fase larval e riqueza taxonômica, como Clupeiformes, em particular daqueles de água doce na região neotropical, é bastante limitado. Neste sentido, o presente trabalho contribui para a redução desta lacuna, através da descrição morfológica e merística de larvas e juvenis iniciais de *Anchoviella vaillanti*, espécie endêmica da bacia do rio São Francisco. A caracterização foi realizada a partir de uma série ontogênica de 132 indivíduos (CP = 1,3 a 51 mm). Na fase larval, o corpo varia de muito alongado a alongado e a cabeça é pequena, característica de Clupeiformes. O *finfold* está presente desde o estágio larval vitelino, no qual as larvas apresentam um saco vitelino grande, até o estágio de flexão. Os botões das nadadeiras peitorais são os primeiros a surgir, no estágio de pré-flexão, quando surgem também os pterigióforos das nadadeiras dorsal, anal e os ossos hipurais. O número total de vértebras varia de 36 a 39 e de miômeros de 31 a 45. A completa formação das nadadeiras obedece à seguinte ordem: anal e dorsal no estágio de flexão; e peitoral, pélvica e caudal no estágio de pós-flexão. Embora seja a única espécie de engraulídeo de água doce da bacia do rio São Francisco, *A. vaillanti* pode ocorrer simpatricamente com *A. lepidentostole* no trecho inferior da bacia. A diagnose entre essas espécies ocorre pelo menor

número de raios da nadadeira dorsal (15-16 *versus* 12-13 em *A. vaillanti*), menor número total de vértebras (40 *versus* 37-40) e maior comprimento pré-peitoral (14-16% CP *versus* 22,8-28,9% CP).

Palavras-chave: manjuba; desenvolvimento larval; ontogenia; rio São Francisco

Abstract

The considerable similarity in the early life stages of different fish species makes egg and larvae identification in fishery biology and ichthyoplankton surveys a difficult task. Knowledge on early larval development of morphologically similar taxa and species-rich orders, such as freshwater Neotropical Clupeiformes, is rather limited. The aim of the present study was to describe morphological and meristic aspects of the larvae and early juveniles of *Anchoviella vaillanti*, an endemic species of the São Francisco River basin in Brazil. The characterization was based on an ontogenic series of 132 individuals (SL = 1.3 to 51 mm). In the larval phase, body varies from elongate to very elongate and the head is small, which is typical of Clupeiformes. The finfold is present early in the yolk-sac stage, when larvae have a large yolk sac, until the flexion stage. Pectoral fin buds are the first to form during the preflexion stage, when dorsal and anal fin pterygiophores and hypural bones are first visible. The total vertebra count ranges from 36 to 39 and the myomere number ranges from 31 to 45. Complete fin formation occurs in the following sequence: anal and dorsal fins during flexion stage; and pectoral, pelvic and caudal fins during postflexion stage. Despite being the only freshwater clupeiform representative in the São Francisco River, *A. vaillanti* may occur sympatrically with *A. lepidentostole* in the lower stretches of the river basin, from which it may be distinguished by the lower number of dorsal fin rays (12 to 13 *versus* 15 to 16 in *A. lepidentostole*), lower total vertebra count (37 to 40 *versus* 40) and greater pre-pectoral length (22.8 to 28.9% SL *versus* 14 to 16% SL).

Keywords: anchovy; larval development; ontogeny; São Francisco river

INTRODUÇÃO

Pesquisas sobre a ontogenia de larvas de peixes em ambientes aquáticos continentais da região neotropical encontram-se geograficamente dispersas (Nakatani et al., 2001). No

Brasil, destacam-se os trabalhos de Araújo-Lima et al. (1985, 1991, 1993) e Oliveira et al. (2008) na região amazônica; Cavicchioli et al. (1997), Nakatani et al. (1997), Bialetzki et al. (1998, 2001, 2008) e Sanches et al. (1999; 2001) na região do alto rio Paraná; Severi & Verani (2006) e Sousa & Severi (2002) na bacia do rio Paraguai; e Godinho et al. (2003) e Sampaio (2006) na bacia do rio São Francisco. Estes referem-se, quase exclusivamente, a espécies de Characiformes e Siluriformes, sendo limitado o conhecimento sobre as demais 23 ordens com ocorrência na região (Reis et al., 2003). Dentre elas, incluem-se as 35 espécies conhecidas de Clupeiformes, distribuídas dentre as famílias Clupeidae, Engraulidae e Pristigasteridae.

Engraulidae apresenta seis gêneros registrados na região, dentre os quais *Anchoviella*, com onze espécies (Kullander & Ferraris Jr., 2003), cinco das quais de água doce. *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) é a única representante da ordem na bacia do rio São Francisco, onde é endêmica. Desempenha um importante papel na cadeia trófica dos ambientes da bacia, como espécie chave nas interações tróficas entre peixes e zooplâncton (Pompeu & Godinho, 2003) e como espécie forrageira para peixes piscívoros (Peret, 2004; Rocha et al., no prelo).

O conhecimento sobre o desenvolvimento larval de Clupeiformes de água doce da região neotropical é limitado (Severi & Verani, 2006). Neste sentido, o presente trabalho contribui para a ampliação deste conhecimento, através da descrição morfológica de larvas e juvenis de *A. vaillanti*, bem como para a identificação da espécie em estudos de ictioplâncton na bacia do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no presente trabalho foi obtido em arrastos realizados com rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 500µm, em amostragens trimestrais em diferentes

trechos do reservatório de Sobradinho, no período de janeiro de 2002 a janeiro de 2004. O reservatório de Sobradinho está situado no trecho médio do rio São Francisco, entre as cidades de Xique-Xique e Sobradinho, ambas no estado da Bahia, entre as coordenadas geográficas 09°25'49,7" – 10°46'26,54"S e 040°49'37,38" - 042°44'08,44"W (Fadurpe, 2006).

O material foi acondicionado em potes de 500mL e fixado em formol 4%, neutralizado com carbonato de cálcio (CaCO₃). No Laboratório de Ictiologia do DEPAq, com auxílio de esteromicroscópio, larvas e juvenis de *A. vaillanti* foram separados dos demais táxons coletados, com base em características comuns aos Clupeiformes, tais como, corpo alongado e estreito contendo numerosos miômeros, tubo digestivo longo, retilíneo e parcialmente estriado; ânus em posição posterior, inserção da nadadeira anal logo após o final da nadadeira dorsal, comprimento pré-anal representando mais de 2/3 do comprimento total e desenvolvimento póstero-anterior dos raios da nadadeira dorsal (McGowan & Berry, 1984; Nakatani et al., 2001). Após a triagem, os indivíduos foram conservados em etanol 70% e acondicionados em frascos de vidro devidamente etiquetados e, posteriormente, classificados de acordo com o grau de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte. Os estágios nas fases larval foram os seguintes: estágios larval vitelino (LV), pré-flexão (PF), flexão (FL) e pós-flexão (PO) e juvenil (JV) (Nakatani et al., 2001).

Com auxílio de paquímetro (juvenis) e régua milimetrada (larvas) acoplada em esteromicroscópio e microscópio foram mensurados os seguintes dados morfométricos, conforme Nakatani et al. (2001): CP – comprimento padrão, CPA – comprimento pré-anal, CPPV – comprimento pré-pélvica, CPP – comprimento pré-peitoral, CPD – comprimento pré-dorsal, CC – comprimento da cabeça, AC – altura da cabeça, DO – diâmetro do olho, e ACP – altura do corpo. As relações corporais para DO, CC e ACP foram classificadas segundo as

categorias propostas por Leis & Trnski (1989). As correlações entre CP e CPD/CP e CPA/CP foram analisadas segundo a expressão $Y=aX + B$.

Alguns exemplares foram diafanizados (Dingerkus & Uhler, 1977) para evidenciar e detalhar as estruturas internas, contagem de vértebras pré-anal, pós-anal e total, raios das nadadeiras peitorais (P), dorsal (D), pélvicas (V), anal (A) e caudal (C), bem como a posição relativa de inserção das nadadeiras dorsal e anal.

Uma compilação de dados merísticos dos Clupeiformes de água doce da região neotropical consta da Tabela 1.

RESULTADOS

Foram analisados 132 indivíduos nos estágios de desenvolvimento larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão, bem como na fase juvenil inicial (Tabela 2).

No estágio larval vitelino (Figura 1A), o comprimento padrão das larvas varia entre 1,3 e 2,2 mm (n=12). O corpo varia de muito alongado (9,1%) a alongado (10,0 – 14,3%), a cabeça é pequena (10,0 – 14,3%) e o olho grande (33,3%) (Tabela 2).

Os indivíduos ainda não apresentam boca aberta (funcional), não possuindo, portanto atividade alimentar exógena; sendo o saco vitelínico “grande” e/ou conspícuo. A área de desenvolvimento dos olhos foi notada apenas com base na disposição e morfologia do tecido; não sendo evidente a presença de pigmentação diferenciada. Uma nadadeira única (*finfold*) se estende desde a região dorsal, logo após a cabeça, envolvendo todo o corpo até a porção final do saco vitelínico na região ventral.

No estágio de pré-flexão (Figuras 1B e 1C), o comprimento padrão das larvas é de 2,7 a 6,9 mm (n=30). O corpo varia de muito alongado (6,3 – 9,5) a alongado (10,0%), a cabeça é pequena (7,9 - 14,8%) e o olho, já completamente pigmentado, varia de pequeno (16,7 – 22,2)

a grande (25,0 - 42,9%) (Tabela 2). A boca apresenta uma posição terminal. O número total de miômeros varia de 31 a 45, sendo 20 a 24 pré-anais e 7 a 25 pós-anais.

A notocorda ainda não se encontra flexionada; a boca encontra-se aberta e funcional, sendo possível visualizar a presença de alimento exógeno no trato digestório. O *finfold* permanece sem alteração considerável; sendo evidente o surgimento dos botões das nadadeiras peitorais, ainda pouco desenvolvidos, formados apenas por uma membrana delgada e inicialmente sem raios. Pode-se visualizar a bexiga natatória, localizada acima do trato digestório, aproximadamente no meio do comprimento pré-anal; sendo visível também o início da formação do opérculo.

Ainda nesta fase, larvas com CP entre 3,3 e 4,0 mm apresentam melanóforos puntiformes espaçados na região intestinal e no istmo. Em indivíduos diafanizados, a partir de 5 mm, já é visível a presença de pterigióforos das nadadeiras dorsal (4 - 9) e anal (4 - 15) e o início da formação dos ossos hipurais (2 - 3) da nadadeira caudal. Entre 5,0 e 6,0 mm CP é possível a visualização de alguns raios em formação da nadadeira dorsal (Tabela 3).

As larvas em estágio de flexão (Figuras 1D e 1E) variam de 5,2 a 12,0 mm de comprimento padrão (n=30). O corpo varia de muito alongado (7,8 - 9,6) a alongado (11,4 - 12,0%), a cabeça de pequena (12,2 - 19,1%) a moderada (21,0%) e o olho de pequeno (17,6 - 24,7%) a grande (25,0 - 40,0%) (Tabela 2). Os miômeros totais variam de 33 a 41, os pré-anais de 18 a 25 e pós-anais de 9 a 20.

Neste estágio, caracterizado pela flexão da notocorda e pelo desenvolvimento dos pterigióforos (hipurais e parahipural), que darão suporte aos raios da nadadeira caudal, ocorrem as mais variadas e consideráveis mudanças no corpo da espécie. Vestígio do *finfold* ainda é visível na região do intestino e a pigmentação na região do istmo ainda continua presente. Observa-se, também, a formação das nadadeiras dorsal, anal e peitorais; um significativo desenvolvimento da cabeça, com a formação dos arcos braquiais, filamentos,

rastros, opérculo e pré-opérculo; bem como a formação e estruturação dos orifícios nasais e da boca, a qual passa a ocupar uma posição mais inferior que na fase anterior.

Em larvas com 7,5 mm, a nadadeira caudal já apresenta os ossos hipurais, parahipurais e epurais; e os raios das nadadeiras dorsal, anal e caudal começam a surgir (Tabela 3). O número de pterigióforos da nadadeira dorsal varia entre 9 e 10 para larvas com comprimento padrão entre 7,5 e 8,5 mm, e aquelas com mais de 8,0 mm apresentam mais de 20 pterigióforos na nadadeira anal, com raios evidentes, enquanto as peitorais ainda não apresentam raios. A partir de 10,3 mm, começam a surgir pigmentos na extremidade da nadadeira caudal e dois pigmentos posteriores à nadadeira anal. Com 11,2 mm, o número definitivo de raios da nadadeira anal é registrado (Tabela 3), os dois pigmentos em sua base são mais evidentes, bem como um melanóforo na região mediana da base da nadadeira caudal e outro puntiforme na base de cada nadadeira peitoral. Nesta fase, é registrado o número definitivo de raios na nadadeira dorsal, em larva com 12,0 mm CP.

No estágio de pós-flexão (Figuras 1F e 1G), o comprimento padrão das larvas varia de 9,5 a 19,3 mm (n=30), o número de miômeros totais de 34 a 38, pré-anais de 18 a 25 e pós-anais 13 a 15. O corpo varia de muito alongado (9,6%) a alongado (10,0 – 15,8%), a cabeça de pequena (18,2 – 19,6%) a moderada (20,0 - 29,2%) e o olho de pequeno (20,0 – 24,0%) a moderado (25,0 - 30,0%) (Tabela 2).

Esse estágio é delimitado pela inserção da nadadeira pélvica, completa formação dos raios da nadadeira caudal e surgimento das escamas. As mudanças mais consideráveis foram aquelas relacionadas às proporções corporais, pois ocorre um aumento mais acentuado na altura do corpo que no comprimento; fazendo com que ao final desse estágio o indivíduo assumira uma forma mais fusiforme, perdendo, portanto o aspecto quase vermiforme (anguiliforme) verificado nos estágios anteriores. A boca assume a posição inferior característica dos engraulídeos. A bexiga natatória é bem evidente, sendo visível a presença

de melanóforos dendríticos em sua região dorsal interna. Surgem melanóforos puntiformes na região dorsal do corpo das larvas, inicialmente próximo à região caudal e, posteriormente, na base da nadadeira dorsal e região pré-dorsal, onde aparecem inicialmente melanóforos puntiformes, que são substituídos por dendríticos. Verifica-se uma intensificação da pigmentação na nadadeira caudal. Os melanóforos ainda continuam presentes no istmo, na base de cada peitoral e um na região central da base da nadadeira caudal. Os raios das nadadeiras peitorais surgem em número definitivo nesta fase. Em larvas a partir de 18,8 mm CP, na qual também é registrado o número definitivo de raios das nadadeiras ventral e caudal (Tabela 3).

Os indivíduos analisados na fase juvenil (Figuras 1H e 1I) apresentam comprimento entre 21 e 51 mm (n=30). O corpo varia de alongado (14,0 – 19,9%) a moderado (20,0 - 27,1%), a cabeça é moderada (20,6 – 26,6%) e o olho varia de moderado (25,4 – 32,9%) a grande (33,3 - 40,0%) (Tabela 2). Nos indivíduos em que ainda é possível visualizar os miômeros, seu número total varia de 33 a 35, sendo 18 a 22 pré-anais e 13 a 15 pós-anais.

Nesta fase, delimitada inicialmente pela formação das escamas, os indivíduos não apresentam mudanças morfológicas consideráveis, as quais são semelhantes às de indivíduos adultos, exceto quanto à escamação e pigmentação do corpo. Melanóforos puntiformes e dendríticos intensificam-se na região da nuca e aumenta a pigmentação na base e após a nadadeira anal. A pigmentação da região dorsal é semelhante ao estágio anterior. Na base da nadadeira caudal o melanóforo em sua base é ainda visível, sendo que indivíduos maiores podem apresentar melanóforos dendríticos e puntiformes espaçados na lateral do corpo.

As proporções das distâncias pré-nadadeiras em relação ao CP e do diâmetro do olho em relação ao CC podem ser visualizadas na Tabela 2. A amplitude de variação de CPD/CP (16,1%) e CPA/CP (15,0%) é maior nos estágios iniciais; diminuindo no estágio de pós-flexão (11,5% para CPD e 13,5% para CPA), e tende a se estabilizar na fase juvenil, a partir

de 20,0 mm CP (Figura 2). A inserção da nadadeira dorsal avança anteriormente de modo mais acentuado ($a = -0,834$) em relação a CP que a nadadeira anal ($a = -0,201$) durante a fase larval (CP < 20 mm), variando menos intensamente na fase juvenil ($a = 0,046$ para CPD; $a = -0,030$ para CPA) (Figura 2), assumindo um valor médio de $64,4 \pm 1,7\%$ CP para CPA e de $54,6 \pm 1,3\%$ CP para CPD.

O número total de vértebras em *A. vaillanti* varia de 36 a 39 e de miômeros de 31 a 45. A posição de inserção da nadadeira dorsal varia entre a 14^a e a 18^a vértebra pré-caudal e a da nadadeira anal, entre a 21^a e a 24^a vértebra pré-caudal. Entre o estágio de flexão e a fase juvenil, os pontos de inserção das nadadeiras dorsal e anal se deslocam anteriormente: a dorsal da 17^a-18^a para a 14^a-16^a vértebras, e a anal da 23^a-24^a para a 21^a-22^a vértebras.

A ordem de aparecimento dos primeiros raios das nadadeiras de *A. vaillanti* segue a sequência: D, C, A, V e P. O número definitivo de raios dentre elas, entretanto, é observado na seguinte ordem: D e A no estágio de flexão; e P, V e C no estágio de pós-flexão (Tabela 3).

DISCUSSÃO

A maior dificuldade na identificação de estágios de desenvolvimento inicial de Clupeiformes é a semelhança morfológica externa de suas larvas e a falta de literatura e chaves de identificação específicas. As descrições existentes são muito incompletas (McGowan & Berry, 1984) e, sobretudo, de espécies marinhas (e.g Richards, 2006). Caracteres merísticos, por sua vez, apresentam elevada sobreposição entre as espécies, de Clupeiformes de água doce que ocorrem na região neotropical.

Embora Clupeiformes apresentem não apenas valor ecológico, como espécies forrageiras, servindo de presa para inúmeros carnívoros, muitos também apresentam importância econômica (Whitehead, 1985, 1988; Leis & Trnski, 1989, Kullander & Ferraris Jr., 2003). No entanto dentre as espécies exclusivas de água doce da região neotropical, apenas *Pellona*

flavipinnis teve seu desenvolvimento larval caracterizado (Severi & Verani, 2006). A ontogenia de sardinhas e anchovas é mais conhecida para espécies de interesse comercial em regiões com baixa diversidade (McGowan & Berry, 1984), como no nordeste do Atlântico (ex. *Clupea*, *Sparattus*, *Sardina*, *Engraulis*); existindo poucas informações detalhadas para áreas com maior riqueza de espécies, como no Atlântico Central Ocidental (Farooqi et al., 2006). Dentre as 28 espécies de engraulídeos desta região, apenas duas têm seu desenvolvimento larval detalhadamente conhecido.

Conforme observado em *A. vaillanti*, larvas de engraulídeos são pouco pigmentadas; a nadadeira dorsal apresenta menos raios que a anal, cuja base é inicialmente mais curta que a da dorsal. A nadadeira pélvica aparece à frente da bexiga natatória e, como em muitas outras espécies, além de *A. vaillanti*, a nadadeira pélvica pode apresentar alguma pigmentação interna (Leis & Trnski, 1989). Possuem inicialmente corpo muito alongado a cilíndrico, que se torna moderadamente comprimido, a partir do estágio de flexão. Seu intestino é reto e apresentam muitos miômeros (39-46), cuja proporção pré e pós-anal varia devido à migração das nadadeiras dorsal e anal (Leis & Trnski, 1989). A sequência de desenvolvimento dos raios das nadadeiras registrado para *A. vaillanti* (D & A, C, V, P) é o mesmo encontrado em outros engraulídeos (Farooqi et al., 2006).

O caractere mais usado para identificar larvas de Clupeiformes é o número total de miômeros e vértebras, sendo também empregado o padrão de pigmentação, quando a contagem de vértebras se sobrepõe entre diferentes espécies (McGowan & Berry, 1984). O número de miômeros em *A. vaillanti* não coincidiu com o de vértebras, o que pode decorrer do número de miômeros pré-anais não corresponder exatamente ao de vértebras pré-caudais. Isso deve-se sobretudo devido às mudanças morfológica que ocorrem durante o período de transformação de larva para jovem (McGowan & Berry, 1984).

Uma das características que permite diferenciar larvas de Clupeidae e Engraulidae é a posição da nadadeira anal em relação à dorsal, situada posteriormente àquela. No entanto, a identificação das larvas torna-se mais difícil nos estágios iniciais, entre a absorção das reservas vitelinas e a formação da nadadeira dorsal, sendo o número de miômeros o caracter mais útil para sua diferenciação (Ré, 1999, McGowan & Berry, 1984, Farooqi et al., 2006). Os engraulídeos, por sua vez, diferenciam-se dos demais Clupeiformes pela boca inferior e pelo focinho mais proeminente (Kullander & Ferraris Jr., 2003).

Uma modificação na posição da inserção das nadadeiras dorsal e anal em clupeídeos e engraulídeos é comum durante a transição entre a fase larval e juvenil (Cohen, 1984). Nessa fase, os números de raios das nadadeiras anal e dorsal estabilizam-se quando o peixe tem um tamanho aproximado de 20 mm (McGowan & Berry, 1984), conforme também observado em *A. vaillanti*. Ao longo de seu desenvolvimento, *Sardinella aurita* apresenta uma diminuição do número de miômeros pré-anal e pré-dorsal, enquanto aumenta o de miômeros pós-anal. Um avanço de dez miômeros na inserção da nadadeira dorsal em relação à anal foi observado em *Saraineps sagax* (Ahlstrom, 1968); de oito em *Harengula jaguana* (Houde et al., 1974); quatro em *Sardinella brasiliensis* (Matsuura, 1975) e cinco em *Pellona flavipinnis* (Severi & Verani, 2006). Para *A. vaillanti*, a inserção da nadadeira dorsal avançou até quatro vértebras.

Sendo a única espécie de Clupeiformes de água doce da bacia do São Francisco, larvas de *A. vaillanti* podem ser facilmente identificadas e diferenciadas daquelas de outras ordens, pelos caracteres discriminantes das espécies desta ordem. Entretanto, na região do baixo São Francisco, a jusante da barragem de Xingó, ocorre também o engraulídeo *A. lepidentostole* (Fowler, 1941), uma espécie marinha eurihalina que pode, eventualmente, adentrar o rio até trechos de água totalmente doce. Apesar de seu desenvolvimento inicial ocorrer predominantemente na região estuarina, as duas espécies podem coexistir neste trecho da bacia. Porém, *A. lepidentostole* pode ser diferenciada de *A. vaillanti* pelo maior número de

raios da nadadeira dorsal (15-16 *versus* 12-13 em *A. vaillanti*), pelo número total de vértebras mais elevado (40 *versus* 37-40) e pelo menor comprimento pré-peitoral (14-16% CP *versus* 22,8-28,9% CP).

AGRADECIMENTOS

A CHESF/FADURPE, pelo apoio logístico e concessão de bolsa ao primeiro autor; e aos integrantes do Laboratório de Ictiologia, pelo apoio nas coletas e triagem do material.

BIBLIOGRAFIA

Ahlstrom EH. 1968. Review of “Development of fishes of the Chesapeake Bay region, an atlas of egg, larval and juvenile stages, Part I”. *Copeia*. 1968:648-651.

Araújo-Lima CARM. 1985. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central. *Rev Bras Biol*. 45:423-431.

Araújo-Lima CARM. 1991. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Rev Bras Biol*. 51:45–56.

Araújo-Lima CARM, Kirovsky AL, Marca AG. 1993. As larvas dos pacus, *Mylossoma* spp (Teleostei; Characidae), da Amazônia Central. *Rev Bras Biol*. 53:591–600.

Bialetzki A, Sanches PV, Baumgartner G, Nakatani K. 1998. Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner 1879) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto do rio Paraná (PR). *Rev Bras Zool*. 15:1037-1047.

Bialetzki A, Baumgartner G, Sanches PV, Galuch AV, Luvisuto MA, Nakatani K, Cavicchioli-Makrakis M, Borges MEE. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Sci Biol Sci*. 23:377-382.

Bialetzki A, Nakatani K, Sanches PV, Baumgartner G, Cavicchioli-Makrakis M, Taguti TL. 2008. Desenvolvimento inicial de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Sci Biol Sci*. 30:141-149.

Cavicchioli M, Nakatani K, Shibatta OK. 1997. Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. *Ichthyol Explor Freshwaters*. 8:97-106.

Cohen DM. 1984. Ontogeny, systematics, and phylogeny. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall Jr. AW, Richardson DSL, editors. *Ontogeny and systematics*

of fishes. Lawrence: Allen Press, American Society of Ichthyologists and Herpetologists Spec. Publ. 1. p. 108–126.

Dingerkus G, Uhler LD. 1997. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Tech.* 52:229-232.

Farooqi T, Ditty JG, Shaw RF. 2006. Engraulidae: Anchovies. In: Richards WJ, editor. Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic. Boca Raton: CRC Press. p. 101-127.

Godinho HP, Santos JE, Sato Y. 2003. Ontogênese larval de cinco espécies de peixes do São Francisco. In: Godinho HP & Godinho AL, editors. Águas, peixes e pecadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: CNPq/PADCT, Editora PUC Minas. p. 133-148.

Houde ED, Richards WJE, Saksena VP. 1974. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. *Fish Bull.* 72:1106-1122.

Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. 2003. Family Engraulididae (anchovies). In: Reis RE, Kullander SO & Ferraris Jr. CJ, organizers. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. p. 39-45.

Leis JM, Trnski T. 1989. The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes. Honolulu: University of Hawaii. p. 371.

Matsuura Y. 1975. A study of the life history of Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. *Bol Inst Ocean Univ S Paulo.* 24:17–29.

McGowan MF, Berry FH. 1984. Clupeiformes: development and relationships. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall Jr. AW, Richardson DSL, editors. Ontogeny and systematics of fishes. Lawrence: Allen Press, American Society of Ichthyologists and Herpetologists Spec. Publ. 1. p. 108–126.

Menezes NA, De Pinna MCC. 2000. A new species of *Pristigaster*, with comments on the genus and redescription of *P. cayana* (Teleostei: Clupeomorpha: Pristigasteridae). *P Biol Soc Wash.* 113:238–248.

Nakatani K, Baumgartner G, Baumgartner MST. 1997. Larval development of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) (Perciformes Sciaenidae) of Itaipu reservoir (Paraná River, Brazil). *Rev Bras Zool.* 14:35-44.

Nakatani K, Agostinho AA, Baumgartner G, Bialezki A, Sanches PV, Makrakis MC, Pavanelli CS. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem. p. 378.

Oliveira EC, Bialezki A, Assakaua LF. 2008. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* and *H. marginatus* post-yolk-sac (Siluriformes: Pimelodidae). *Zootaxa.* 1707:37-48.

Peret AM. 2004. Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias, MG [dissertation]. [São Carlos (SP)]: Universidade Federal de São Carlos. Available from:

<http://www.sfrancisco.bio.br/publicacoes.html/Peret%20AM001.pdf> (accessed 8 December 2009)

Pompeu OS, Godinho HP. 2003. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco. In: Godinho HP, Godinho AL. organizers. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas. p. 183-194.

Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. p. 742.

Richards WJ, editor. 2006. Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic. Boca Raton: CRC Press. p. 2581.

Rocha AAF. 2009. Composição e sobreposição alimentar de *Acestrorhynchus britskii* e *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) do reservatório de Sobradinho, rio São Francisco (BA) [dissertation]. [Recife (PE)]: Universidade Federal Rural de Pernambuco. Available from: <http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2009/T2009aafr.pdf> (accessed 8 December 2009)

Sampaio KH. 2006. Superfície ovocitária e desenvolvimento inicial de quatro espécies de peixes de interesse comercial da bacia do rio São Francisco [dissertation]. [Belo Horizonte (MG)]: Universidade Federal de Minas Gerais.

Sanches PV, Nakatani K, Bialezki A. 1999. Morphological description of development stages in *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes, Auchenipteridae) in the upper Paraná River floodplain, Paraná, Brazil. *Rev Bras Biol.* 59:1-10.

Sanches PV, Baumgartner G, Bialezki A, Suiberto MR, Gomes FDC, Nakatani K, Barbosa MDC. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná. *Acta Sci Biol Sci.* 23:383-389.

Severi W, Verani NF. 2006. Morphological development of *Pellona flavipinnis* post-yolk-sac larvae and juveniles (Clupeiformes: Pristigasteridae). *Zootaxa.* 1126:21-33.

Sousa WTZ, Severi W. 2002. Desenvolvimento inicial de larvas de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz (Characiformes, Cynodontidae). *Rev Bras Zool.* 19:85-94.

Steindachner F. 1908. Über zwei neue Fischarten aus dem Stromgebiete des Rio San Francisco. *Anz Akad Wiss Wien.* 45:191-194.

Whitehead PJP. 1970. The clupeoid fishes described by Steindachner. *Bull Brit Mus Nat Hist (Zool).* 20:1-46.

Whitehead PJP. 1973. The clupeoid fishes of the Guianas. *Bull Brit Mus Nat Hist (Zool).* Supplement 5:1-227.

Whitehead PJP. 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sparts,

anchovies and wolfherrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis 125. 7(Pt. 1):1–303.

Whitehead PJP, Nelson GJ, Wongratana T. 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sparts, anchovies and wolfherrings. Part 2. Engraulididae. FAO Fisheries Synopsis 125. 7(Pt. 2):305–579.

Legenda para figuras

Figura 1 - *Anchoviella vaillanti* larval e juvenil: 1.7 mm larval vitelino (a), 3.2 mm (b) e 5.5 mm (c) larval pré-flexão, 7.6 mm (d) e 10.7 mm (e) larval flexão, 13.8 mm (f) e 16.0 mm (g) larval pós-flexão, e 25.5 mm (h) e 30.0 mm (i) juvenil. Escala = 1 mm.

Figura 2 – Variação das relações corporais comprimento pré-dorsal/comprimento padrão (CPD/CP) e comprimento pré-anal/comprimento padrão (CPA/CP) em relação ao comprimento padrão (CP) para larvas e juvenis de *Anchoviella vaillanti*.

Legenda para tabelas

Tabela 1 – Dados merísticos das espécies de clupeiformes neotropicais exclusivos de água doce (#espécies marinhas eurialinas).

Tabela 2 – Dados morfológicos para larvas de *Anchoviella vaillanti* nos estágios de pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e fase juvenil (JV). Todas as proporções são em relação ao comprimento padrão, exceto para DO, em relação ao CC. méd. = média, d.p. = desvio padrão.

Tabela 3 – Dados merísticos de *Anchoviella vaillanti* para larvas em pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e juvenis das nadadeiras: peitorais (P), pélvicas (PV), dorsal (D), anal (A) e caudal (C). nv – não visível.

FIGURA 1

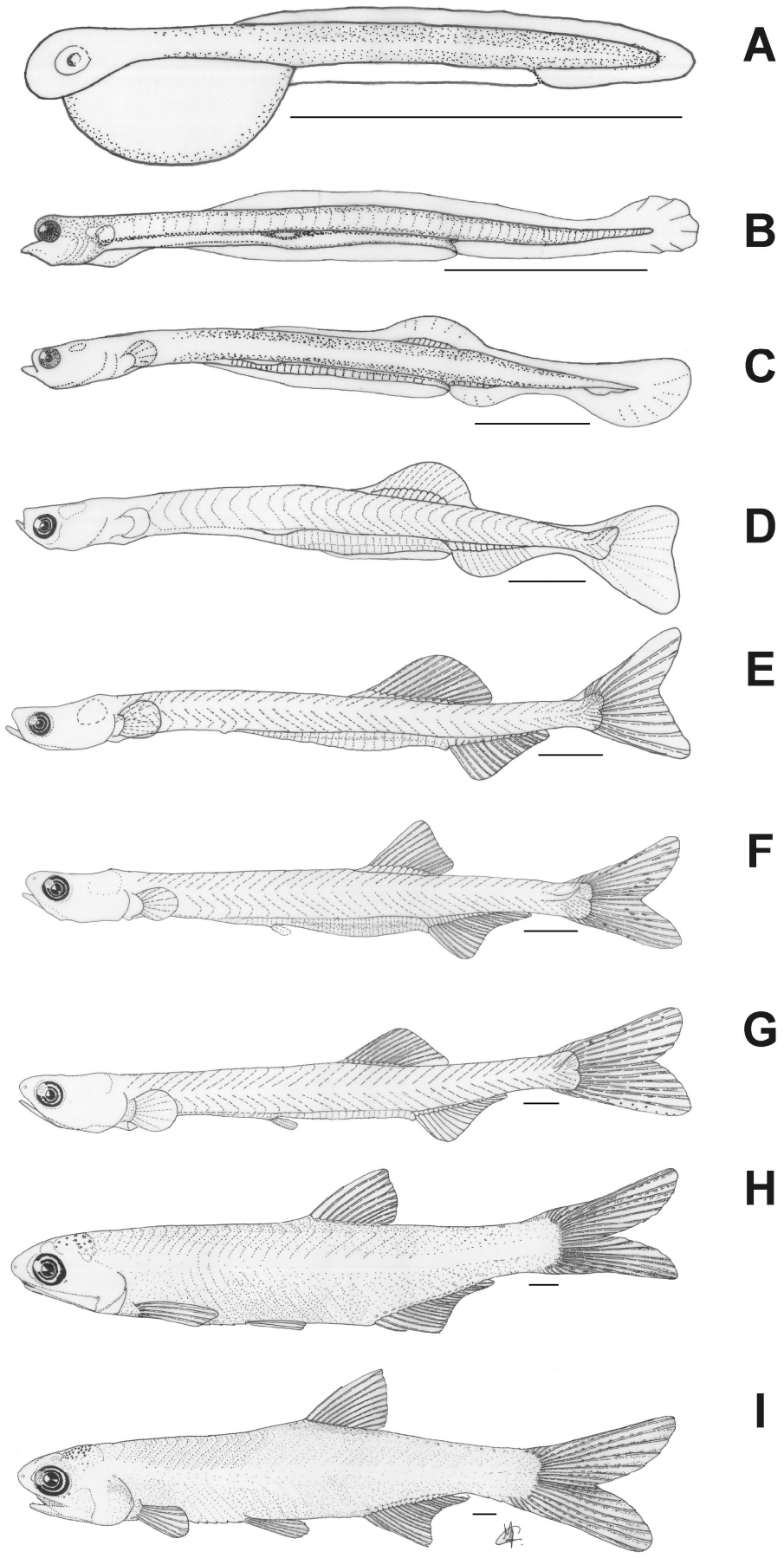


FIGURA 2

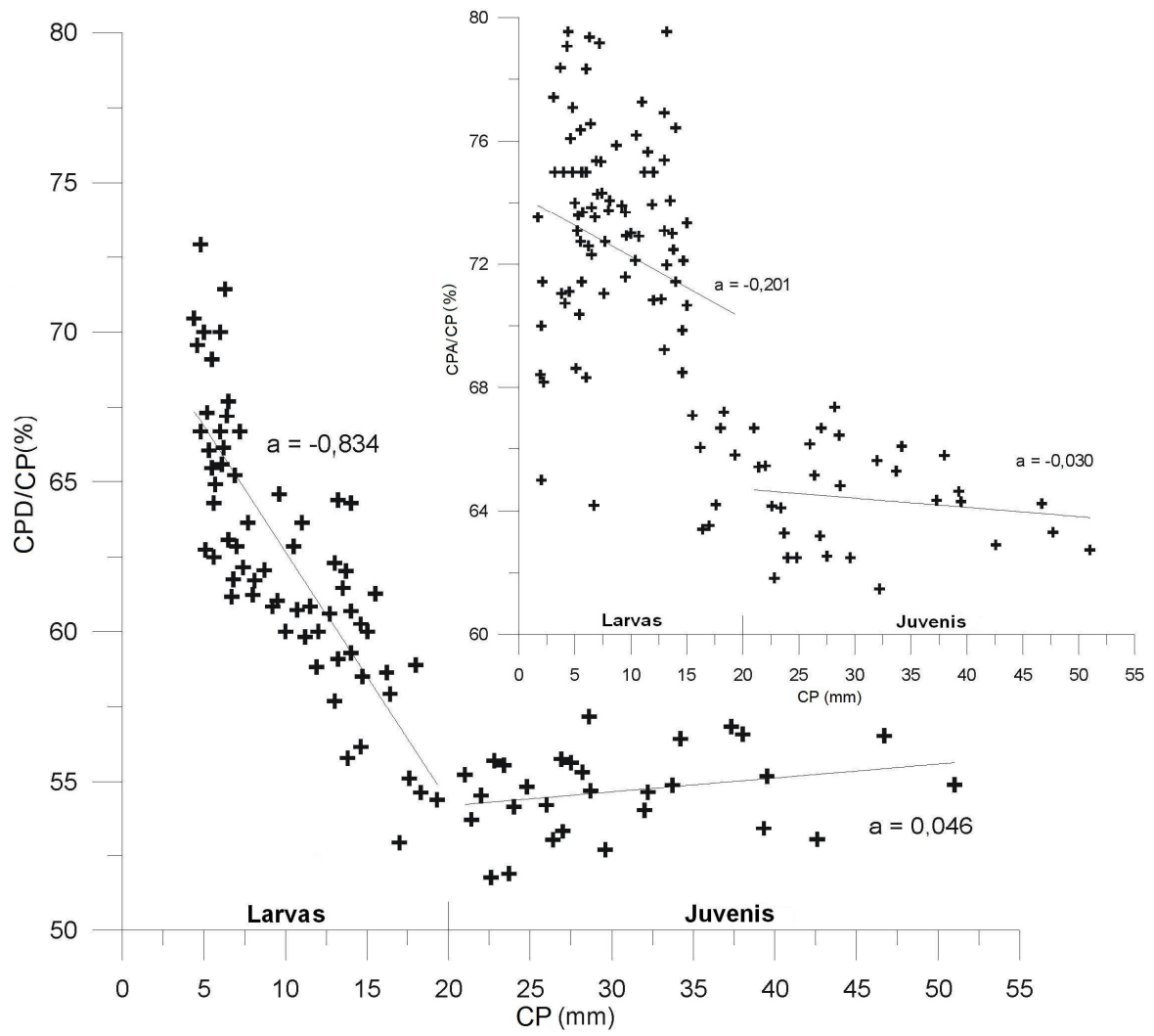


TABELA 1

Espécies	Raios das nadadeiras				Vértebras	Escudos	Referências
	dorsal	peitoral	pélvica	anal			
PRISTIGASTERIDAE							
<i>Ilisha amazônica</i>	20*		6*	47-52	50-52*	25-26	Whitehead (1985); *McGowan & Berry (1984)
<i>Pellona castelnaeana</i>	iii 15	i 15	i 6	iii 31-35	45-46	33-34	Whitehead (1973, 1985)
<i>Pellona flavipinnis</i>	iii-iv 14-17	i 14-15	i 6	iii-iv 35-41	42 (40-45)	32-38	Whitehead (1973, 1985)
<i>Pristigaster cayana</i>	iii 12-13	i 10-12		ii-iii 44-53	43 (42-44)	30-35	Menezes & de Pinna (2000)
<i>Pristigaster whiteheadi</i>	iii 11-13	i 10-11	i 3 i	ii-iii 41-47	43-44	29-34	Menezes & de Pinna (2000)
ENGRAULIDAE							
<i>Amazonsprattus scintilla</i>				iii 26-30			Whitehead et al. (1988)
<i>Anchovia surinamensis</i>	13-15	13 (12-14)		26-27 (23-28)	38-39		Richards (2006)
<i>Anchoviella alleni</i>				iii 15-18			Whitehead et al. (1988)
<i>Anchoviella carrikeri</i>				iii 15-18			Whitehead et al. (1988)
<i>Anchoviella guianensis</i>	14-15 (16)	12-14		18-19 (17-21)	39-40		Richards (2006)
<i>Anchoviella jamesi</i>	12-13*			iii 16-21	40*		Whitehead et al. (1988); *McGowan & Berry (1984)
<i>Anchoviella lepidentostole#</i>	iii 12-13	i 12-13	i 6	iii 19-22	40*		Whitehead (1973); *Richards (2006)
<i>Anchoviella vaillanti</i>	ii-iii 10	i 12*	i 6*	iii 19-22	37-40		Steindachner, 1908; *Whitehead (1970)
<i>Jurengraulis juruensis</i>				iii 20-22	20+20*		Whitehead et al. (1988); *McGowan & Berry (1984)
<i>Lycengraulis batesii</i>	iii 12-13	i 14-15	i 6	iii 24-27	47*		Whitehead (1973); *McGowan & Berry (1984)
<i>Pterengraulis atherinoides</i>	13-14	13-15	7	33(31-34)	(42) 43-45		Richards (2006)
CLUPEIDAE							
<i>Dorosoma anale</i>				29-38			Whitehead (1985)
<i>Dorosoma cepedianum</i>				25-36			Whitehead (1985)
<i>Dorosoma petenense</i>				17-27			Whitehead (1985)
<i>Dorosoma chavesi</i>				24-30			Whitehead (1985)
<i>Dorosoma smithi</i>				22-29			Whitehead (1985)
<i>Ramnogaster melanostoma</i>	15-16	13-14					Whitehead (1985)
<i>Rhinosardinia amazonica</i>	iii-iv 10-12	i-ii 10-12	i 7	iii-iv 34-38	38-39		Whitehead (1973)
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>					43		Whitehead (1985)

TABELA 2

Medidas	Estágio Larval								JV (N= 30)	
	LV (N=12)		PF (N=30)		FL (N= 30)		PO (N= 30)			
	Amplitude (méd. ± d.p.) (mm)	Proporções (%)	Amplitude (méd. ± d.p.) (mm)	Proporções (%)	Amplitude (méd. ± d.p.) (mm)	Proporções (%)	Amplitude (méd. ± d.p.) (mm)	Proporções (%)	Amplitude (méd. ± d.p.) (mm)	Proporções (%)
Comprimento padrão (CP)	1,3 - 2,2 (1,94±0,24)	-	2,7 - 6,9 (4,79±1,09)	-	5,2 - 12,0 (8,19±2,02)	-	9,5 - 19,3 (14,39±2,17)	-	21,0 - 51,0 (30,96±8,37)	-
Comprimento da cabeça (CC)	0,15 - 0,3 (0,22±0,05)	10,0 - 14,3	0,37 - 0,9 (0,55±0,12)	7,9 - 14,8	0,8 - 2,2 (1,30±0,47)	12,2 - 21,0	2,0 - 4,7 (3,01±0,73)	18,2 - 29,2	5,0 - 11,5 (7,18±1,84)	20,6 - 26,6
Altura do corpo (ACP)	-		0,25 - 0,6 (0,39±0,10)	6,3 - 10,0	0,5 - 1,3 (0,80±0,30)	7,8 - 12,0	1,2 - 2,6 (1,85±0,42)	9,6 - 15,8	3,0 - 13,8 (5,98±2,63)	14,0 - 27,1
Altura da Cabeça (AC)	0,2 - 0,3 (0,21±0,03)	9,1 - 14,3	0,25 - 0,6 (0,37±0,09)	5,7 - 10,0	0,4 - 1,0 (0,67±0,20)	6,5 - 9,5	0,8 - 2,5 (1,57±0,45)	8,4 - 15,9	3,0 - 9,8 (4,98±1,70)	8,0 - 19,2
Diâmetro do olho (DO)	0,1	33,3	0,1 - 0,3 (0,17±0,05)	16,7 - 42,9	0,2 - 0,6 (0,34±0,11)	17,6 - 40,0	0,4 - 1,2 (0,72±0,20)	20,0 - 30,0	1,6 - 3,5 (2,38±0,55)	25,4 - 40,0
Comprimento pré-anal (CPA)	1,3 - 1,5 (1,40±0,09)	68,2 - 73,5	2,2 - 5,2 (3,60±0,79)	68,6 - 78,4	4,0 - 8,7 (6,07±1,50)	70,8 - 79,2	8,8 - 12,7 (10,31±0,93)	63,4 - 76,9	14,0 - 32,0 (19,91±5,29)	61,5 - 67,4
Comprimento pré-dorsal (CPD)	-	-	3,0 - 4,5 (3,59±0,48)	55,6 - 72,9	3,6 - 7,2 (5,10±1,13)	53,9 - 70,0	7,0 - 10,6 (8,63±0,93)	52,9 - 64,4	11,5 - 28,0 (16,80±4,46)	51,8 - 57,2
Comprimento pré-pélvica (CPPV)	-	-	-	-	-	-	4,5 - 8,4 (6,40±0,90)	37,8 - 46,9	9,6 - 21,0 (13,68±3,32)	40,7 - 47,2
Comprimento pré-peitoral (CPP)	0,3	13,6	0,4 - 1,1 (0,67±0,18)	10,7 - 18,6	0,9 - 2,5 (1,46±0,50)	12,5 - 22,7	2,2 - 5,3 (3,40±0,77)	16,8 - 29,2	5,6 - 12,4 (8,08±1,99)	22,8 - 28,9

TABELA 3

Fase	Estágio	CP (mm)	Raios das nadadeiras					Miômeros			Vértebras			
			P	V	D	A	C	Pré-anal	Pós-anal	total	Pré-caudal	caudal	preural + uróstilo	
Larval	PF	3.7	Nv	nv	nv	nv	nv	nv	25			nv	nv	nv
		5.5	Nv	nv	2	nv	nv	21	18	39	nv	nv	nv	nv
		6.0	Nv	nv	5	nv	nv	20	17	37	nv	nv	nv	nv
	FL	7.0	Nv	nv	8	nv	nv	20	16	36	nv	nv	nv	nv
		8.0	Nv	nv	9	nv	9+9	21	15	36	nv	nv	nv	nv
		8.5	Nv	nv	11	nv	10+9	21	14	35	nv	nv	nv	nv
		10.8	Nv	nv	11	21	10+10	21	13	34	23	12	2+1	2+1
		11.2	Nv	nv	11	22	10+10	21	13	34	23	12	2+1	2+1
	12.0	Nv	nv	12	21	10+10	22	15	37	22	13	2+1	2+1	
	PO	13.4	Nv	6	12	21	10+10	21	13	34	21	14	2+1	2+1
		14.4	Nv	6	12	23	10+10	22	15	37	21	14	2+1	2+1
		18.8	12	7	12	24	11+11	18	nv	nv	21	15	2+1	2+1
Juvenil	JV	20.7	12	7	14	24	11+11	20	13	33	20	15	2+1	2+1
		22.0	13	7	14	24	11+11	21	15	36	21	15	2+1	2+1
		27.0	12	7	14	23	11+11	19	14	33	21	15	2+1	2+1
		31.7	12	7	13	23	11+11	nv	nv		21	14	2+1	2+1

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande semelhança entre larvas de peixes nas fases iniciais de desenvolvimento é amplamente ressaltada por diversos autores, que associada à falta de literatura adequada para a identificação das espécies agrava ainda mais a dificuldade dos estudos taxonômicos e ecológicos desta fase do ciclo de vida dos peixes. Além disso, as descrições existentes são muitas vezes incompletas ou restritas a determinadas regiões ictiogeográficas.

Larvas de Clupeiformes, apesar de serem diferentes das de outras ordens, também apresentam grande semelhança entre si no período larval. Desta forma, os caracteres morfológicos, morfométricos e merísticos analisados constituem uma importante ferramenta para a identificação das larvas de *A. vaillanti*. Estes permitem não apenas sua discriminação de *A. lepidentostole*, outro engraulídeo com ocorrência na bacia do São Francisco, bem como a diferenciação de *A. vaillanti* de outros Clupeiformes de água doce da região Neotropical.

No entanto, descrições de outros Clupeiformes são necessárias a fim de minimizar a lacuna existente sobre o conhecimento do desenvolvimento inicial de seus táxons, principalmente dentre aqueles pertencentes a cada uma de suas diferentes famílias.

5. REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e Manejo de recursos Pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 2007.

AHLSTROM, E. H. Review of “Development of fishes of the Chesapeake Bay region, an atlas of egg, larval and juvenile stages, Part I”. **Copeia**, p. 648-651, 1968.

ALLISON, A. M. & ROJAS, H. L. Etapas del desarrollo de *Loricariichthys typus* (Bleeker) 1864 (Osteichthyes, Siluriformes, Loricariidae). **Acta Biológica Venezuelica**, v. 9, n.1, p. 93-119, 1975.

ANDRADE-TALMELLI, E. F.; KAVAMOTO, E. T.; ROMAGOSA, E.; FENERICH-VERANI, N. Embryonic and larval development of the “piabanha”, *Brycon insignis*, STEINDACHNER, 1876 (PISCES, CHARACIDAE). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 21-28, 2001.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 45, n.4, p. 423-431, 1985.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. & DONALD, E. Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. **Acta Amazônica**, v. 18, p. 351–358, 1988.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, p. 45–56, 1991.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M., KIROVSKY, A. L. & MARCA, A. G. As larvas dos pacus, *Mylossoma* spp (Teleostei; Characidae), da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, p. 591–600, 1993.

BAZZOLI, N.; SATO, H.; SANTOS, J. E.; CRUZ, A. M. G.; CANGUSSU, A. C. V.; PIMENTA, R. S.; RIBEIRO, V. M. A., Biologia reprodutiva de quatro espécies forrageiras da represa de Três Marias, MG. **Cadernos do Departamento de Ciências Biológicas da PUC Minas**, v. 5, n. 5, p.17-18, 1997.

BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K. Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (STEINDACHNER 1879) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto do rio Paraná (PR). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 1037-1047, 1998.

BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; GALUCH, A. V.; LUVISUTO, M. A.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI-MAKRAKIS, M. C.; BORGES, M. E. E. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Maringá**, v. 23, n. 2, p. 377-382, 2001.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; CAVICCHIOLI-MAKRAKIS, M. C; TAGUTI, T. L. Desenvolvimento inicial de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 141-149, 2008.

BORÇATO, F. L.; BAZZOLI, N. & SATO, Y. Embriogenesis and larval ontogeny of the “piau-gordura” *Leporinus piau* (Flower) (Pisces, Anostomidae) after induced spawning. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 1, p. 117-122, 2004.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. 3^a ed. Brasília: Câmara dos deputados/CODEVASF, 1984.

CAVICCHIOLI, M.; NAKATANI, K.; SHIBATTA, O. A. Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. **Ichthyological. Exploration of Freshwaters**, v. 8, n. 2, p. 97-106, 1997.

CHACON, J. O. Embryonic and early larval of Cangati catfish *Trachycorystes galeatus*, Linnaeus, 1756, at the Anamari fish culture station, Maranguape, Ceará, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, n. 4, p. 737-744, 1975.

COHEN, D. M. Ontogeny, Systematics, and Phylogeny, p. 108–126. In: Moser, H.G., Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall Jr., A.W. & Richardson, D.S.L. (Eds.) **Ontogeny and systematics of fishes**. American Society of Ichthyologists and Herpetologists Spec. Publ. 1, Allen Press, Lawrence, KS, 1984.

DINGERKUS, G.; UHLER, L.D. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. **Stain Technology**, v. 52, n. 4, p.229-232, 1977.

FADURPE. Proposta técnica da implantação do Programa de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos do reservatório de Sobradinho. Recife: *Plano de Trabalho Preliminar*, 12-14, 2006.

FAROOQI, T.; DITTY, J. G.; SHAW, R. F. Engraulidae: Anchovies, p. 101-127. In: RICHARDS, W.J. (ed.) **Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic**. CRC Press, 2006, 2581p.

FUIMAN, L. A. Special considerations of fish eggs and larvae, p. 1–32. In: Fuiman, L.A. & Werner, R.G. (Eds.). **Fishery science: the unique contributions of early life stages**. Blackwell Science, Oxford, 2002, 326p.

GALUCH A. V.; SUIBERTO, M. R.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G. Desenvolvimento inicial distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 25, p. 335-343, 2003.

GODINHO, H. M.; FENERICH, N. A.; NARAHARA, N. Y. Desenvolvimento embrionário e larval de *Rhamdia Hilarii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 38, n.1, p. 151-156, 1978.

GODINHO, H. P.; SANTOS, J. E.; SATO, Y. Ontogênese larval de cinco espécies de peixes do São Francisco, p. 133-148. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Ed.) **Águas, peixes e pecadores do São Francisco das Minas Gerais**, Belo Horizonte: CNPq/PADCT, Editora PUC Minas, 2003, 468 p.

GOMES, B. V. C.; SCARPELLI, R. S.; ARANTES, F. P.; SATO, I.; BAZZOLI, N.; RIZZOS, E. Comparative oocytemorphology and early development in three species of trahiras from the São Francisco River basin, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 70, p. 1412–1429, 2007.

HOUDE, E. D., RICHARDS, W. J. E SAKSENA, V. P. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. **Fish bull.**, U. S. v. 72, p. 1106-1122, 1974.

KULLANDER, S.O. & FERRARIS, JR., C.J. Family Engraulididae (anchovies), p. 39-45. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, Jr., C.J. (org.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2003, 742 p.

LEIS, J. M.; TRNSKI, T. **The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes**. Honolulu: University of Hawaii, 1989, 371p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999.

MACIEL, C. M. R. R. **Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus valenciennes* (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae)**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MACIEL, C. M. R. R.; JÚNIOR, A. M.; DONZELE, J. L.; LANNA, E. A. T.; MENIN, E.; Desenvolvimento morfológico das larvas de *Hoplias lacerdae* Miranda Ribeiro, 1908 (Characiformes, Erythrinidae), da eclosão até a metamorfose, relacionado com a capacidade de capturar alimento exógeno. **Biotemas**, v.22, n. 3, p. 103-111, 2009.

MATSUURA, Y. A study of the life history of Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, 24, 17–29, 1975.

McGOWAN, M.F. & BERRY, F.H. Clupeiformes: development and relationships, p. 108–126. In: Moser, H.G., Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall Jr., A.W. & Richardson, D.S.L. (Eds.) Ontogeny and systematics of fishes. **American Society of Ichthyologists and Herpetologists Spec. Publ.** 1, Allen Press, Lawrence, KS, 1984, 760p.

MENEZES, N.A. & DE PINNA, M.C.C. (2000) A new species of *Pristigaster*, with comments on the genus and redescription of *P. cayana* (Teleostei: Clupeomorpha: Pristigasteridae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, 113, 238–248.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BAUMGARTNER, M. S. T. Larval development of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) (Perciformes Sciaenidae) of Itaipu reservoir (Paraná River, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 35-44, 1997.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; LATINI, J. D. Morphological description of larvae of the Mapará *Hypophthalmus edentatus* (Spix) (Osteichthyes, Hypophthalmidae) in the Itaipu Reservoir (Paraná River, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 687-696, 1998.

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**. Eduem, Maringá. 2001, 378 pp.

NASCIMENTO, F. L. & ARAÚJO LIMA, C. A. R. M. Descrição de larvas de *Psectrogaster amazônica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazonia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 23, n. 4, p. 457-472, 1994.

NASCIMENTO, F. L. & ARAÚJO LIMA, C. A. R. M. Descrição das larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. **Embrapa Pantanal Boletim de Pesquisa**, Corumbá, n. 19, 25p. 2000.

OLDANI, N. O. Identificación y morfología de larvas de *Apareiodon affinis* (Steindachner) (Pisces, Parodontidae). **Physis**, v. 37, n.93, p. 133-140, 1977.

OLDANI, N. O. Identificación y morfología de larvas y juveniles de *Thoracocharax stellatus* (Kner, 1860). (Pisces, Gasteropelecidae). **Revista de la Asociacion de Ciências Naturales del Litoral**, v. 10, p. 49-60, 1979.

OLDANI, N. O. Identificación y morfología de larvas de *Triportheus paranensis* (Günther, 1874). (Pisces, Characidae). **Revista de la Asociacion de Ciências Naturales del Litoral**, v. 10, p. 61-71, 1979.

OLDANI, N. O. Identificación y morfología de larvas y juveniles de *Pimelodus maculatus* Lacépède 1803 (Pisces, Pimelodidae). **Revista de la Asociacion de Ciências Naturales del Litoral**, v. 14, n.2, p. 193-202, 1983.

OLIVEIRA, E. C.; BIALETZKI, A.; ASSAKAUA, L. F. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* and *H. marginatus* post-yolk-sac (Siluriformes: Pimelodidae). **Zootaxa** (Online), v. 1707, p. 37-48, 2008.

PERET, A. M. **Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2004.

POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco, p. 183-194. In: Godinho, H. P., Godinho, A. L. (Org). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003, 468p.

RE´, P. M. A. B.; **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica (Guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos)**. Câmara municipal de Cascais, 163p. 1999.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS Jr., C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003.

REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. ; ESQUIVEL, J. R. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). **Acta Scientiarum (UEM), Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 67-71, 2004.

RIBEIRO, C. R.; SANTOS, H. S. L.; BOLZAN, A. A. Estudo comparativo da embriogêne de peixes ósseos (pacu, *Piaractus mesopotamicus*; Tambaqui, *Colossoma macropomum* e híbrido *tambacu*). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 1, p. 65-78, 1995.

RICHARDS, W.J. (ed.) **Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic**. CRC Press, 2581p. 2006.

ROCHA, A.A.F; SANTOS, E.C.L.; PINTO, G.A.; MEDEIROS, T.N.; SEVERI, W. (no prelo). Composição da dieta e sobreposição alimentar de *Acestrorhynchus britskii* e *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) do reservatório de Sobradinho, rio São Francisco (BA). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 2009.

ROJAS, H. L. & ALLISON, A. M. Algunos aspectos del desarrollo y crecimiento de *Loricaria laticeps* (Osteichthyes, Siluriformes, Loricaridae). **Acta Biológica Venezuelica**, v. 9, n.1, p. 51-76, 1975.

SAMPAIO, K. H. **Superfície ovocitária e desenvolvimento inicial de quatro espécies de peixes de interesse comercial da bacia do rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SANCHES, P. V.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A. Morphological description of development stages in *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes, Auchenipteridae) in the upper Paraná River floodplain, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p. 1-10, 1999.

SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SUIBERTO, M. R.; GOMES, F. D. C.; NAKATANI, K.; BARBOSA, N. D. C. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 383-389, 2001.

SANTIN, M. **Distribuição temporal e ontogenia alimentar de larvas e juvenis de *Pachyurus bonariensis* Steindachner, 1879 (Perciformes, Sciaenidae) da Baía Sinhá Mariana, rio Cuiabá, Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

SANTOS, J. E. & GODINHO, H. P. Morfogênese e comportamento larvais do surubim (*Pseudoplatystoma corruscans* Agassiz, 1829) sob condições experimentais. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 46, n.2, p. 139-147, 1994.

SANTOS, J. E. & GODINHO, H. P. Ontogenic events and swimming behavior of larvae of the characid fish *Salminus brasiliensis* (Cuvier) (Characiformes, Characidae) under laboratory conditions. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 163–171, 2002.

SEVERI, W. **Ecologia do ictioplâncton no Pantanal de Barão de Melgaço, bacia do rio Cuiabá, Brasil**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

SEVERI, W.; VERANI, N. F. Morphological development of *Pellona flavipinnis* post-yolk-sac larvae and juveniles (Clupeiformes: Pristigasteridae). **Zootaxa**, 1126: p. 21–33, 2006.

SOUSA, W. T. Z. ; SEVERI, W. . Desenvolvimento inicial de larvas de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz (Characiformes, Cynodontidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 85-94, 2002.

SOUZA, G. **Reprodução induzida, ontogenia inicial, etologia larval e alevinagem da piabanha (*Brycon insignis*, Steindachner, 1877)**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

STEINDACHNER, F. Über zwei neue Fischarten aus dem Stromgebiete des Rio San Francisco. **Anz. Akad. Wiss. Wien**, v. 45, n.13, p.191-194. 1908.

WHITEHEAD, P. J. P. The clupeoid fishes described by Steindachner. **Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)**, 20, 1–46, 1970.

WHITEHEAD, P. J. P. The clupeoid fishes of the Guianas. **Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)**, Supplement 5, p. 1–227, 1973.

WHITEHEAD, P. J. P. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sparts, anchovies and wolfherrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. **FAO Fisheries Synopsis**, 125, v. 7, Pt. 1, p. 1–303, 1985.

WHITEHEAD, P. J. P.; NELSON, G. J.; WONGRATANA, T. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sparts, anchovies and wolfherrings. Part 2. Engraulididae. **FAO Fisheries Synopsis**, 125, v.7, Pt. 2, p. 305–579, 1988.

ANEXO

Normas para publicação na revista Studies on Neotropical Fauna and Environment

2008 Impact Factor: **0.340**; Five-year Impact Factor: **0.603**

©2009 Thomson Reuters, 2008 Journal Citation Report®

ISSN: 1744-5140 (electronic) 0165-0521 (paper)

Publication Frequency: 3 issues per year

Subjects: Animal Taxonomy; Entomology; Entomology & Acarology; Environmental Sciences; Natural History - Evolution and general biology;

Publisher: Taylor & Francis

Instructions for Authors

The instructions below are specifically directed at authors that wish to submit a manuscript to Studies on Neotropical Fauna and Environment. For general information, please visit the Publish With Us section of our website. Studies on Neotropical Fauna and Environment considers all manuscripts on the strict condition that they have been submitted only to Studies on Neotropical Fauna and Environment, that they have not been published already, nor are they under consideration for publication or in press elsewhere. Authors who fail to adhere to this condition will be charged with all costs which Studies on Neotropical Fauna and Environment incurs and their papers will not be published. Contributions to Studies on Neotropical Fauna and Environment must review published original research and will be subjected to review by referees at the discretion of the Editorial Office.

Manuscript Preparation**1. General guidelines**

- Papers are accepted only in English. British English spelling and punctuation is preferred. It is advisory for non-English speakers to have a native English speaker read the article before submission. A Spanish or Portuguese version of the abstract may be added for inclusion in the online edition.
- Authors should include a word count with their manuscript, and all the pages and lines should be numbered.
- Manuscripts should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text; acknowledgments; appendices (as appropriate); references; table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list). A word count should be included and authors should indicate if the paper is for a special issue.
- Abstracts of 100 words are required for all papers submitted.
- Each paper should have three to six keywords, one of which should be the country where the study was carried out.
- Section headings should be concise and numbered sequentially, using a decimal system for subsections.
- All the authors of a paper should include their full names, affiliations, postal addresses, telephone and fax numbers and email addresses where prompted on manuscript submission. One author should be identified as the Corresponding Author.
- Biographical notes on contributors are not required for this journal.

- For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms should not be used.
- Authors must adhere to SI units. Units are not italicised.
- When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or TM.

2. Style guidelines

- Description of the Journal's article style Please note the following: for this journal, do not number each section heading.
- Description of the Journal's reference styles Please note the addition to this style: for this journal in-text references to works with two authors should separate the authors' names with an ampersand, i.e. Dawson & Briggs 1990 (NOT Dawson and Briggs 1990).
- Guide to using mathematical symbols and equations

3. Tables and Figures

Artwork submitted for publication will not be returned and will be destroyed after publication, unless requested otherwise. Whilst every care is taken of artwork, neither Editor nor Taylor & Francis shall bear any responsibility or liability for its non-return, loss or damage, nor for any associated costs or compensation. Authors are strongly advised to insure appropriately.

- It is in the author's interest to provide the highest quality figure format possible. Please be sure that all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour.
- Tables and figures must be saved separate to text. Please do not embed tables or figures in the paper file.
- Files should be saved as one of the following formats: TIFF (tagged image file format), PostScript or EPS (encapsulated PostScript), and should contain all the necessary font information and the source file of the application (e.g. CorelDraw/Mac, CorelDraw/PC).
- All tables and figures must be numbered with consecutive Arabic numbers in the order in which they appear in the paper (e.g. Table 1, Table 2, Figure 1, Figure 2). In multi-part figures, each part should be labelled (e.g. Table 1(a), Table 2(b), Figure 1(a), Figure 2(b)).
- Table and figure captions must be saved separately, as part of the file containing the complete text of the paper, and numbered correspondingly.
- The filename for a graphic should be descriptive of the graphic, e.g. Figure1, Figure2a.

4. Colour

The Journal has no free colour pages within its annual page allowance. Authors of accepted papers who propose publishing figures in colour in the print version should consult Taylor & Francis at proof stage to agree a financial contribution to colour reproduction costs. Figures that appear in black-and-white in the print edition of the Journal will appear in colour in the online edition, assuming colour originals are supplied.

5. Reproduction of copyright material

Contributors are required to secure permission for the reproduction of any figure, table or extensive extract (more than fifty words) from the text of a source that is copyrighted or owned by a party other than Taylor & Francis or the contributor. This applies to direct reproduction as well as 'derivative reproduction', where the contributor has created a new figure or table that derives substantially from a copyrighted source. Authors are themselves responsible for the payment of any permission fees required by the copyright owner. Copies of permission letters should be sent with the manuscript upon submission to the Editor(s).

- Copyright permission letter template

6. Supplementary online material

Authors are welcome to submit animations, movie files, sound files or any additional information for online publication.

- Information about supplementary online material

Manuscript submission

Papers for consideration should be sent to Editor-in-Chief, Dr Anne Zillikens:

Editor-in-Chief, Studies on Neotropical Fauna and Environment

Dr Anne Zillikens

Zoologisches Institut

Universität Tübingen

Med.- Naturwissenschaftliches Forschungszentrum

Ob dem Himmelreich 7

D-72074 Tübingen

Germany

Fax: +49 (0) 7071 29 4507

Email: anne.zillikens@uni-tuebingen.de

Authors are encouraged to submit manuscripts electronically. Electronic submissions should be sent as email attachments using a standard word processing program. This journal does not accept Microsoft Word 2007 documents. Please use Word's "Save As" option to save your document as an older (.doc) file type.

Copyright and authors' rights

It is a condition of publication that authors assign copyright or license the publication rights in their articles, including abstracts, to Taylor & Francis. This enables us to ensure full copyright protection and to disseminate the article, and of course the Journal, to the widest possible readership in print and electronic formats as appropriate. Authors retain many rights under the Taylor & Francis rights policies, which can be found at www.informaworld.com/authors_journals_copyright_position. Authors are themselves responsible for obtaining permission to reproduce copyright material from other sources.

Exceptions are made for authors of Crown or US Government employees whose policies require that copyright cannot be transferred to other parties. We ask that a signed statement to this effect is submitted when returning proofs for accepted papers.

Reprints

Corresponding authors can receive 50 free reprints, free online access to their article through our website (www.informaworld.com). Reprints of articles published in the Journal can be purchased through Rightslink® when proofs are received. If you have any queries, please contact our reprints department at reprints@tandf.co.uk.

Page charges

There are no page charges to individuals or institutions