



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Maria do Céu de Lima Costa

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE UMA
ESPÉCIE DE *Pseudacanthicus* (SILURIFORMES, LORICARIIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientadora: Profa. Dra. Carine Chamon

ALTAMIRA - PA

JANEIRO - 2023

Maria do Céu de Lima Costa

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE UMA
ESPÉCIE DE *Pseudacanthicus* (SILURIFORMES, LORICARIIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientadora: Profa. Dra. Carine Chamon

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA - PA

JANEIRO – 2023

MARIA DO CÉU DE LIMA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE UMA
ESPÉCIE DE *Pseudacanthicus* (SILURIFORMES, LORICARIIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação; avaliada pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientadora: Profa. Dra. Carine Chamon

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Diego Maia Zacardi

Prof. Dr. Francisco Langeani Neto

Prof. Dr. George Shigueki Yasui

Prof. Dr. José Augusto Senhorini

Prof. Dr. Rafael Alves Vianna

Aprovada em: ____/____/____

Altamira - PA, 14 de janeiro de 2023

DEDICATÓRIA

À minha família, com amor e carinho,
dedico todo o meu esforço para a realização
desta dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e força para superar as dificuldades.

À minha família, obrigada por tudo e por tanto, sem vocês eu nada seria e nada suportaria.

Ao professor Dr. Leandro Melo de Sousa, pelos conhecimentos compartilhados, pela oportunidade de atuar no LAQUAX durante estes anos de mestrado, e pela orientação na realização desta pesquisa.

À professora Dra. Carine Chamon, pelos ensinamentos e coorientação.

Ao professor Dr. Diego Maia Zacardi, pela amizade e carinho, e pelo apoio no desenvolvimento deste estudo.

Ao Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu (LAQUAX), pela experiência no manejo *ex situ* de peixes ornamentais, pela disponibilização das matrizes e aporte estrutural no desenvolvimento deste estudo.

À equipe do Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton e Pesca em Águas Interiores (LEIPAI) da UFOPA, pelos conhecimentos compartilhados e acolhimento para realização de parte da pesquisa.

E a todos que contribuíram direto ou indiretamente com esta pesquisa.

Muito obrigada!

“Todo caminho da gente é resvaloso. Mas também, cair não prejudica demais – a gente levanta, a gente sobe, a gente volta! O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

João Guimarães Rosa
(em Grande Sertão Veredas)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	13
3 OBJETIVOS	14
3.1	
GERAL.....	14
3.2 ESPECÍFICOS.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1	INFORMAÇÕES
ÉTICAS.....	15
4.2 LOCAL DO ESTUDO E REPRODUÇÃO NATURAL <i>EX SITU</i>	15
4.3 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO.....	18
4.4 ANÁLISE DO MATERIAL BIOLÓGICO.....	19
4.5 ANÁLISE DE DADOS.....	21
5 RESULTADOS	24
5.1 CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS.....	24
5.2 DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO.....	24
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO PERÍODO LARVAL.....	27
5.4 PERÍODO JUVENIL.....	29
5.4.1 Relações Morfométricas.....	31
5.4.2 Dados Merísticos.....	32
5.5 RELAÇÕES CORPORAIS DE CRESCIMENTO.....	34
6 DISCUSSÃO	37
7 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Vista lateral da espécie <i>Pseudacanthicus</i> sp. “açacu-preto”.....	11
Figura 2: Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu – LAQUAX.....	16
Figura 3: Desenho esquemático do dimorfismo sexual de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	17
Figura 4: Desenho esquemático das medidas realizadas em <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	20
Figura 5: Massa de ovos de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	24
Figura 6: Prancha do desenvolvimento embrionário de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	26
Figura 7: Prancha contendo desenho esquemático e imagens das fases de desenvolvimento...27	
Figura 8: Prancha com desenhos e fotos do desenvolvimento de larvas com as principais mudanças morfológicas (estágios de pró-larva e pós-larva) e juvenil de <i>Pseudacanthicus</i> sp...30	
Figura 9: Variação de pigmentação em juvenis de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	31
Figura 10: Prancha com exemplares diafanizados de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	34
Figura 11: Tabelas de análise de crescimento de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	35

Tabela 1: Estágio do Desenvolvimento embrionário de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	25
Tabela 2: Relação dos dados morfométricos e merísticos de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	33
Tabela 3: Valores das análises de regressão linear (L) quadrática (Q) e por partes (S) das variáveis morfométricas em relação ao comprimento da cabeça (CC) e comprimento padrão (CP) de larvas e juvenis de <i>Pseudacanthicus</i> sp.....	36

RESUMO

Este estudo objetiva descrever o desenvolvimento inicial de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”, bem como as mudanças morfológicas, morfométricas e merísticas que ocorrem durante a ontogenia inicial da espécie. O material biológico foi obtido através de reprodução natural em cativeiro, com matrizes provenientes do rio Xingu, bacia amazônica, Brasil. Foram analisados 193 ovos, 200 larvas e 100 juvenis. A ontogenia inicial foi descrita nos períodos embrionário (estágios de clivagem inicial, mórula, blástula, gástrula, embrião inicial, formação da cauda, cauda livre e embrião final), larval (pró-larvas e pós-larvas) e período juvenil. Durante o período embrionário foram obtidas as seguintes variáveis morfométricas (mm): diâmetro total (DO), diâmetro do vitelo (DV) e espaço perivitelino (EP); enquanto para as larvas e juvenis (mm) foram obtidos: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento do focinho (CF), diâmetro do olho (DOL), comprimento da cabeça (CC), comprimento do tronco (CTR), comprimento da cauda (CCA), altura da cabeça (AC), altura do corpo (ACO), largura da boca (LB), abertura da boca (AB), e distância do focinho à origem das nadadeiras anal (FNA), dorsal (FND), peitoral (FNP) e pélvica (FNV). No estágio pró-larval, mediu-se também o comprimento do saco vitelino (CSV) e a altura do saco vitelino (ASV). Para a caracterização merística foram contados, o número de miômeros total (NMT), pré-anal (NMPA), e pós-anal (NMPS); bem como os raios das nadadeiras peitoral (P), dorsal (D), pélvica (V) e anal (A). Para avaliar o crescimento corporal foram utilizados modelos de regressão analíticos. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Essas análises estatísticas foram realizadas no *software R* versão 4.1.1. Os ovos apresentaram diâmetro médio de 4,31 mm, espaço perivitelino restrito (3,59%) com tamanho médio de 0,15 mm e o diâmetro médio do vitelo de 3,99 mm. O comprimento padrão (CP) das larvas variou de 7,08 a 20,80 mm e o número total de miômeros variou de 26 a 28. O comprimento padrão (CP) dos juvenis variou de 20,81 a 57,01 mm e o número total de miômeros variou de 25 a 26. A pigmentação inicial é escassa, restrita apenas a alguns cromatóforos na região da cabeça e estendendo-se ao dorso lateral. A partir do estágio de pós-larva essa pigmentação se intensifica em todo o corpo, exceto região ventral. Nos juvenis se intensifica, podendo variar e apresentar padrões diferenciados de manchas. Sobre o crescimento, com exceção da distância FNV que exibiu desenvolvimento isométrico contínuo (regressão linear), todas as demais variáveis associadas a cabeça e ao comprimento padrão, apresentaram crescimento isométrico descontínuo, portanto, foram melhor representadas pelo modelo de regressão linear por partes.

Palavras-chave: Ontogenia inicial; Rio Xingu.

ABSTRACT

This study objective to describe the initial development of *Pseudacanthicus* sp. “açacu preto”, as well as the morphological, morphometric and meristic changes that occur during the initial ontogeny of the species. The biological material was obtained through natural reproduction in captivity, with matrices from the Xingu River, Amazon basin, Brazil. 193 eggs, 200 larvae and 100 juveniles were analyzed. Early ontogeny has been described in the embryonic (early cleavage, morula, blastula, gastrula, early embryo, tail formation, free tail and final embryo), larval (pro-larvae and post-larvae) and juvenile periods. During the embryonic period, the following morphometric variables (mm) were obtained: total diameter (OD), yolk diameter (DV) and perivitelline space (EP); while for larvae and juveniles (mm) the following were obtained: total length (CT), standard length (CP), snout length (CF), eye diameter (DOL), head length (CC), trunk length (CTR), tail length (CCA), head height (AC), body height (ACO), mouth width (LB), mouth opening (AB), and distance from snout to anal-fin origin (FNA), dorsal (FND), pectoral (FNP) and pelvic (FNV). In the pro-larval stage, the yolk sac length (VVC) and the yolk sac height (ASV) were also measured. For the meristic characterization, the total number of myomeres (NMT), pre-anal (NMPA), and post-anal (NMPS) were counted; as well as pectoral (P), dorsal (D), pelvic (V) and anal (A) fin rays. To assess body growth, analytical regression models were used. The significance level adopted was $p < 0.05$. These statistical analyzes were performed using R software version 4.1.1. The eggs had an average diameter of 4.31 mm, restricted perivitelline space (3.59%) with an average size of 0.15 mm and an average diameter of the yolk of 3.99 mm. The standard length (SL) of the larvae ranged from 7.08 to 20.80 mm and the total number of myomeres ranged from 26 to 28. The standard length (SL) of the juveniles ranged from 20.81 to 57.01 mm and the total number of myomeres ranged from 25 to 26. Initial pigmentation is scarce, restricted to just a few chromatophores in the head region and extending to the lateral dorsum. From the post-larva stage, this pigmentation intensifies throughout the body, except for the ventral region. In juveniles it intensifies and may vary and present different patterns of spots. Regarding growth, except for the FNV distance, which exhibited continuous isometric development (linear regression), all other variables associated with the head and the standard length showed discontinuous isometric growth, therefore, they were better represented by the piecewise linear regression model.

Key words: Early ontogeny; Xingu River.

1. INTRODUÇÃO

A região Neotropical abriga a maior fauna de peixes de água doce do mundo, abrangendo cerca de 6.200 espécies válidas (ALBERT *et al.*, 2020), destas, cerca de 2.716 espécies (43.8%) são registradas na Amazônia (DAGOSTA & PINNA, 2019), divididas principalmente nas ordens Characiformes e Siluriformes (FRICKE, ESCHMEYER & VAN DER LAAN, 2021). Entre os Siluriformes, Loricariidae é a maior família, compreendendo 1.022 espécies válidas (FRICKE, ESCHMEYER & VAN DER LAAN, 2021).

A bacia do rio Xingu comporta mais de 467 espécies de peixes, algumas são endêmicas (CAMARGO *et al.*, 2004; CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2018), neste cenário, encontram-se muitas espécies de cascudos ornamentais da Amazônia brasileira (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2011). No entanto, várias dessas espécies ainda não foram estudadas (CAMARGO *et al.*, 2012).

O gênero *Pseudacanthicus*, membro da subfamília Hypostominae, tribo Ancistrini e do clado *Acanthicus* é caracterizado pela presença de fileiras de quilhas ao longo do corpo formadas por odontódeos bem desenvolvidos ao longo do corpo, além de oito ou mais raios da nadadeira dorsal, sete ou oito ossos infraorbitais, cinco raios ramificados da nadadeira anal, e presença de odontódeos hipertrofiados ao longo da margem do focinho. Dentro do grupo *Acanthicus*, *Pseudacanthicus* pode ser distinguido pela presença de duas pequenas placas na área posterior do composto pterótico, pela presença de pré-maxilares estreitos com um pequeno número de dentes alongados e curvos (exceto de *Leporacanthicus*) (CHAMON & COSTA E SILVA, 2018). Chamon e Sousa (2016) sugerem que a diversidade do gênero está provavelmente subestimada, com várias espécies não descritas nos afluentes do rio Amazonas e apreciadas pelo comércio ornamental.

Conhecido popularmente como açacu-preto, *Pseudacanthicus* sp. é uma espécie ainda não descrita e que pouco se conhece sobre sua ecologia e distribuição. Segundo Carvalho Júnior *et al.* (2011), que compilaram o etnoconhecimento dos pescadores indígenas da região do rio Xingu, a espécie *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto” (Figura 1) é mais abundante em águas correntes e entre gorgulhos durante o período de seca do rio, já durante a cheia estão localizados entres as raízes e folhagens de plantas submersas na água. A etimologia da palavra açacu, de acordo com Chamon e Sousa (2016), se dá devido a árvore *Hura crepitans* (Euphorbiaceae), que popularmente recebe este nome, e possui casca coberta por espinhos cônicos, que se assemelham aos odontódeos distribuídos ao longo do corpo das espécies do

gênero *Pseudacanthicus*. De acordo com Camargo *et al.* (2012) essa é uma espécie de grande porte (chegando à 400 mm de comprimento total) que vem ganhando apreciadores no cenário da aquariofilia, apresentando fortes odontódeos por toda a superfície corporal, olhos pequenos, dentes bicúspides, nadadeiras peitorais com espinhos fortes, abdome parcialmente coberto por placas, corpo de fundo marrom com manchas vermiculadas negras espalhadas por toda a superfície corporal; espécie endêmica do Rio Xingu, habitando ambientes profundos, de corrente moderada, onde se abriga sob blocos de rocha e possui hábito onívoro com tendência à carnívoria.



Figura 1. Vista lateral da espécie *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”. **Fonte:** Leandro Sousa.

Diante da importância de se conhecer o comportamento da ictiofauna existente, torna-se importante analisar alterações que ocorrem no ciclo de vida dos peixes para que se possam identificar aspectos morfológicos e ecológicos (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Uma das ferramentas para se obter tais conhecimentos são os estudos que visam compreender o desenvolvimento embrionário e larval das espécies de peixes (COELHO *et al.*, 2021).

O estágio inicial de vida é considerado uma das fases em que os indivíduos se encontram mais frágeis, além disso, o desenvolvimento sofre fortes influências de variáveis ambientais (ORSI *et al.*, 2016). Com o estudo das primeiras fases de vida dos peixes é possível inferir a respeito da ecologia dos indivíduos e de confirmar relações filogenéticas,

além de permitir a implementação de novas práticas de manejo e preservação, quando necessário (SANCHES *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Ressalta-se que, apesar da região amazônica possuir a maior biodiversidade de peixes do mundo, ainda são escassos e insuficientes trabalhos que abordam a descrição da ontogenia inicial das espécies de peixes (ZACARDI *et al.*, 2020).

Os primeiros estudos de desenvolvimento inicial deram-se com a publicação do livro “Ontogeny and Systematics of Fishes”, resultado de um simpósio internacional ocorrido em 1983, em memória de Elbert Halvor Ahlstrom, precursor dos estudos de desenvolvimento inicial em peixes. Estudos de larvas de peixes de água doce brasileiros são relativamente recentes. De acordo com Bialetzki *et al.* (2016), os primeiros estudos foram realizados concomitantemente nas bacias do Amazonas e do Paraná na década de 1980. No entanto, um grande avanço ocorreu em 2001, com a publicação do livro “Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação” (NAKATANI *et al.*, 2001). Orsi *et al.* (2016) com a publicação do livro “Ovos, larvas e juvenis de peixes da Bacia do Rio Paranapanema: uma avaliação para a conservação” possui relevante contribuição nos estudos de ontogenia em peixes.

Reynalte-Tataje *et al.* (2020) enfatizam que algumas famílias com elevado número de espécies, como os Loricariidae, possuem uma fração pequena de estudos de descrição do seu desenvolvimento inicial (menos que 10% do total). Alguns destes estudos foram desenvolvidos por Nakatani *et al.* (2001), que descreveram a ontogenia das espécies *Rhinelepis strigosa* e *Loricariichthys platymetopon*. Geerinckx, Verhaegen e Adriaens (2008) desenvolveram estudos sobre o desenvolvimento inicial da espécie *Ancistrus cf. triradiatus*; Jumawan, Herrera e Vallejo (2014) também estão na lista dos estudos de desenvolvimento inicial de Loricariidae, com o estudo com a espécie *Pterygoplichthys pardalis*; além do estudo de desenvolvimento ontogenético relacionado ao cuidado parental do *Pterygoplichthys ambrosettii* (ARAÚJO & LANGEANI, 2020); e os estudos desenvolvidos por Kaluza (2021), com a reprodução em cativeiro e acompanhamento do desenvolvimento inicial da espécie *Pseudacanthicus pitanga*.

2. JUSTIFICATIVA

A perda de biodiversidade de peixes está diretamente relacionada aos impactos das atividades antrópicas, que degradam cada vez mais os ambientes aquáticos (NAKATANI *et al.*, 2001; GOGOLA, 2021) somados à sobrexploração dos recursos pesqueiros. Na Amazônia, esse cenário torna-se ainda mais preocupante, pois, muitas espécies de peixes ainda não foram descritas (LIMA *et al.*, 2021). Diante deste contexto, Andrade *et al.* (2014) enfatizam a importância de gerar informações sobre os organismos ainda desconhecidos pela ciência, para possíveis planos de conservação.

O conhecimento acerca do desenvolvimento inicial dos peixes é essencial para a correta identificação das larvas em seu ambiente (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2020). Entretanto, estudos taxonômicos das larvas de peixes são realizados em um cenário de grandes dificuldades de identificação e escassa literatura comparativa (ALBERT *et al.*, 2020; CAJADO *et al.*, 2021). Morfologicamente, as larvas de peixes são muito diferentes dos adultos e, em alguns casos, são consideradas como novos gêneros e até classificadas em famílias distintas das quais realmente pertencem (LEIS, 1993). Desta forma, a caracterização do desenvolvimento inicial dos peixes é de fundamental importância para estudos taxonômicos (SILVA *et al.*, 2021) auxiliando o entendimento das relações ecológicas das fases iniciais do ciclo de vida das espécies com o ambiente em que vivem (CAJADO *et al.*, 2021).

Neste sentido, estudos de desenvolvimento inicial de peixes proveniente de criação em cativeiro proporcionam uma ferramenta importante para a taxonomia, auxiliando na elaboração de guias e descrições adequadas e apropriadas que permitem a correta identificação das espécies em ambiente natural, além de fornecer subsídio para estudos ictiológicos, evolutivos e para a larvicultura (LIMA *et al.* 2021).

As primeiras fases da vida dos peixes são os períodos mais críticos à sua sobrevivência, assim, vê-se a importância do conhecimento sobre a ontogenia inicial, auxiliando no crescimento populacional e na taxa de sobrevivência positivamente (GEERINCKX, VERHAEGEN, e ADRIAENS, 2008; ANDRADE *et al.*, 2014). Frente à necessidade de informações sobre a biologia reprodutiva de peixes neotropicais, somado ao fato de trabalhos referentes ao desenvolvimento inicial de Loricariidae serem escassos (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2020) e da espécie estudada serem inexistentes, este estudo

torna-se relevante, por meio da descrição do desenvolvimento embrionário e larval do *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Descrever o desenvolvimento inicial de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”, bem como as mudanças morfológicas, morfométricas e merísticas que ocorrem durante a ontogenia inicial da espécie.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”, por meio dos caracteres morfológicos, morfométricos e merísticos;
- Analisar os padrões de crescimento corporal ao longo da ontogenia inicial da espécie.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 INFORMAÇÕES ÉTICAS

O material biológico analisado foi previamente eutanasiado com Eugenol, seguindo os princípios éticos para o uso de animais de acordo com a Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos do Conselho Nacional de Controle de Experimentação (CONCEA, 2013). A escolha deste anestésico se deu com base nos estudos de Bantim (2020) e Inoue (2005). A solução estoque foi preparada diluindo o anestésico em álcool (98° GL), formando uma solução estoque na proporção de (1:9), sendo 1 mL de Eugenol para 9 mL de álcool Para eutanásia foi utilizada dosagem de 0,1 g/mL desta solução, adaptado de Strykowski e Schech (2015).

Este estudo foi protocolado sob o CEUA nº 6895300622 (ID 001988), aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Pará (CEUA/UFGPA). O material analisado encontra-se depositado na Coleção de Referência de Ovos e Larvas de Peixes (CROLP), no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton e Pesca em Águas Interiores (LEIPAI), da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará (Lot: LEIPAI00127).

4.2 LOCAL DO ESTUDO E REPRODUÇÃO NATURAL *EX SITU*

Adultos de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”, foram capturados no médio rio Xingu, na região da Volta Grande, por meio de mergulho com compressor de ar, técnica comumente utilizada na pesca ornamental e descrita por Carvalho Júnior *et al.* (2018). Duas matrizes foram mantidas no Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu – LAQUAX (3°12'51”S 52°12'44”W), na Universidade Federal do Pará, campus de Altamira/PA (Figura 2), que possui um sistema de recirculação de água mantendo as condições *ex situ*, semelhantes às do ambiente natural.



Figura 2. Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu – LAQUAX.

As matrizes foram alocadas em um com capacidade de 500 L de água aquário (150 cm de comprimento, 70 cm de largura e 50 cm de altura), dotados de duas bombas submersas, um termostato e uma toca confeccionada de telhas e piso cerâmico (42 cm de comprimento, 25 cm de largura, 15 cm de altura) que serviu de toca, recebendo uma vez por dia, de forma alternada, alimentação baseada em ração comercial para carnívoros de fundo (6,5 mm) e alimento fresco (*Acetes paraguayensis*). As variáveis físico-químicas do aquário foram mantidas em temperatura em torno de 28°C a 30°C, condutividade elétrica entre 29 e 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e potencial hidrogeniônico neutro variando de 6,5 a 7. Essas condições foram monitoradas semanalmente, visando manter o ambiente viável à reprodução. A manutenção e limpeza do aquário eram realizadas por meio de sifonagem diária e troca de água parcial (TPA) uma vez por semana.

Para sexagem, foram evidenciadas diferenças morfológicas (Figura 3), machos com estreitamento corporal em direção à cauda (formato de V) e presença de odontódeos mais evidentes na região inicial dos barbilhões maxilares e no término da nadadeira peitoral, enquanto as fêmeas bem condicionadas possuem o corpo arredondado (KALUZA, 2021). Foi selecionado para reprodução um casal de *Pseudacanthicus* sp. (macho com comprimento total de 30 cm e fêmea com 24 cm).

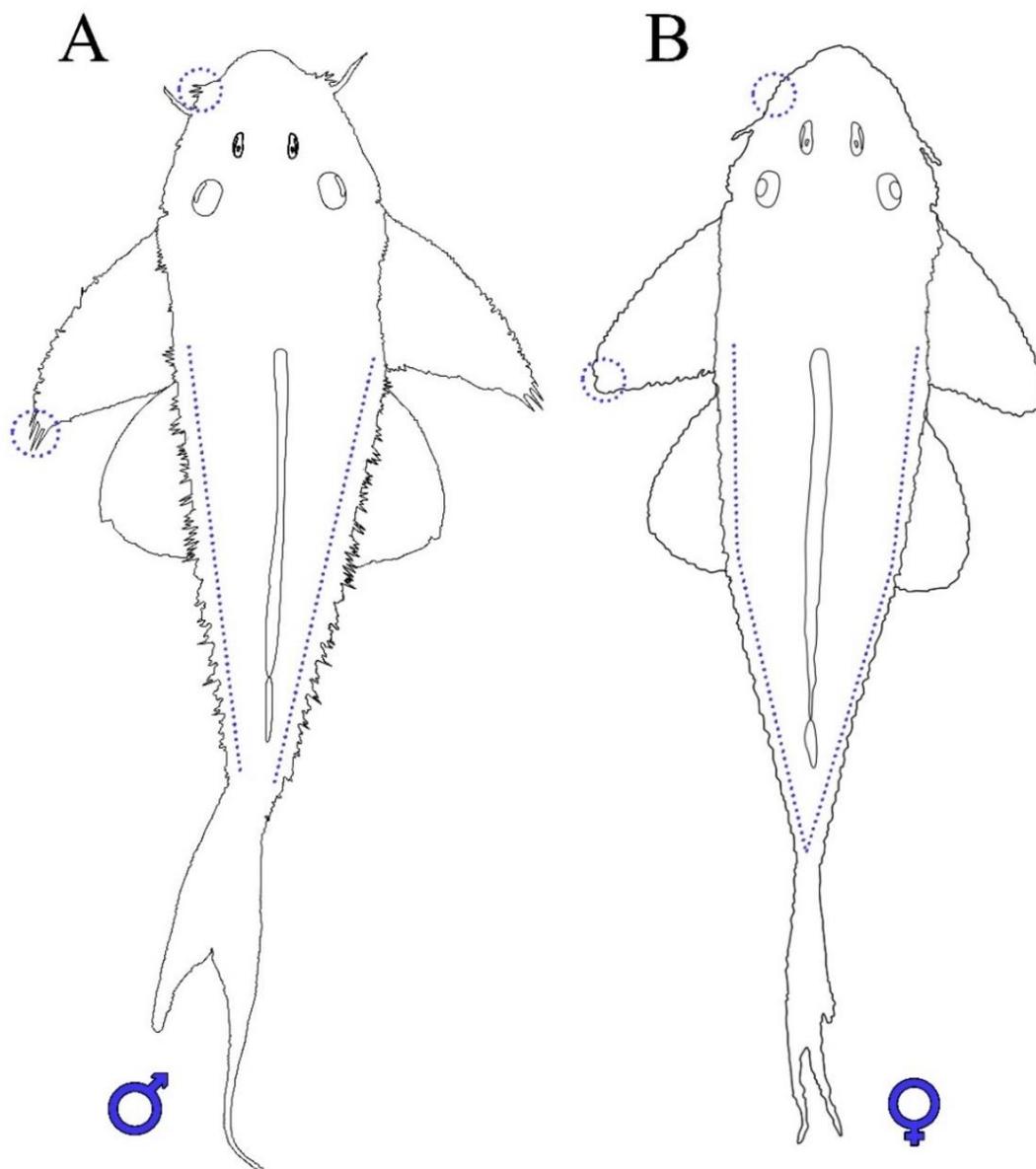


Figura 3. Desenho esquemático do dimorfismo sexual de *Pseudacanthicus* sp.; A) Macho, estreitamento corporal em formato de V, presença de odontódeos evidentes nos barbilhões maxilares e nadadeira peitoral; B) Fêmea, corpo arredondado com odontódeos menos desenvolvidos.

Os ovos, larvas e juvenis de *Pseudacanthicus* sp. foram obtidos através de duas reproduções naturais em cativeiro ocorridas nos meses de janeiro de 2021 e janeiro de 2022, período reprodutivo similar ao notado na natureza. De acordo com Soares *et al.* (2008) e Santos *et al.* (2009), os loricarídeos possuem período de reprodução longo, com posturas durante todo o ano, porém, com pico de desova normalmente registrado no período de enchente do rio Xingu, correspondendo aos meses de novembro à fevereiro.

4.3 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO

Após a fecundação, a toca foi retirada do aquário para a remoção total dos ovos os quais estavam sob o cuidado do pai. Os ovos foram colocados em uma incubadora com 2,4 L (25 cm de comprimento, 8,5 cm de largura e 11,5 cm de altura), conectadas ao aquário em sistema de recirculação com biofiltro; a temperatura foi mantida em aproximadamente 28°C e o pH, em cerca de 7, seguindo as recomendações de Santos *et al* (2020). Optou-se pela utilização de pedra porosa para maior oxigenação, a fim de manter as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da espécie, seguindo recomendações de Parra *et al.* (2008). Na incubadora, foram adicionadas folhas secas de amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa* L.; Combretaceae), por suas propriedades antiparasitárias, antibactericidas e antifúngicas (CHITMANAT *et al.*,2005).

Após o período de incubação dos ovos, as larvas recém-eclodidas foram mantidas na incubadora, onde foram providenciados pequenos esconderijos de cerâmica. As larvas foram alimentadas com ração industrial Baby+Nano Bassleer Biofish Food (0,3 mm) três vezes ao dia (8, 13 e 18 horas), após a abertura e funcionalidade da boca. A manutenção e acompanhamento das variáveis físico-químicas da água da incubadora seguiram os mesmos procedimentos descritos para o aquário.

Ovos, larvas e juvenis foram fixados em solução formalina à 4%. A primeira amostragem foi realizada logo após a retirada dos ovos do aquário, a cada 10 minutos nas três primeiras horas após fertilização e em seguida, em intervalos de uma hora até a eclosão, retirando-se cinco indivíduos a cada horário como proposto por Santos *et al.* (2020), adaptado de Nakatani *et al.* (2001). Após a eclosão, as larvas foram coletadas a cada 12 horas, durante sete dias consecutivos, sendo fixadas três larvas a cada horário. A partir do oitavo dia, a amostragem passou a ocorrer a cada 24 horas durante sete dias, depois a cada 48 h, ao atingirem 30 dias pós-eclosão, optou-se por fixar uma vez por semana, até se tornarem juvenis, neste período passaram a ser fixados oito indivíduos a cada mês, garantindo jovens de tamanhos diferenciados.

4.4 ANÁLISE DO MATERIAL BIOLÓGICO

A ontogenia inicial foi descrita em três períodos conforme Orsi *et al* (2016): período embrionário (ovo) - que se inicia com a fertilização dos ovos e vai até o momento da eclosão; período larval - que se inicia no momento da eclosão e continua até o desenvolvimento do

esqueleto axial, das nadadeiras e completa formação dos sistemas orgânicos das larvas; e juvenil - neste período adquirem caracteres semelhantes aos adultos, entretanto imaturos sexualmente. Orsi *et al.* (2016) ainda comentam que, para algumas espécies de peixes, a pigmentação e as proporções corporais entre indivíduos juvenis e adultos são distintas, sendo os juvenis tão diferentes que poderiam ser enquadrados como um estágio transitório entre estes períodos.

Com relação às fases de desenvolvimento inicial, os ovos foram caracterizados e classificados em: clivagem inicial, mórula, blástula, gástrula, embrião inicial, estágio de formação da cauda, estágio cauda livre e embrião final, quando o embrião se encontra completamente formado (ORSI *et al.*, 2016).

Para o período larval, optou-se pela classificação de desenvolvimento proposta por Hubbs (1943) adaptada por Araujo e Langeani (2020) em: pró-larvas - são aquelas que contém saco vitelino bem desenvolvido e visível; e pós-larvas - aquelas com completa absorção do saco vitelino e que diferem dos juvenis, que já são aqueles muito semelhantes ou não aos indivíduos adultos.

As medidas morfométricas (mm) foram obtidas a partir de estereomicroscópio binocular (Leica S9i) acoplado a uma câmera digital colorida integrada para captura, utilizando *software* (Leica LAS EZ) para a análise digital das imagens.

Dos ovos foram obtidas as seguintes variáveis morfométricas (Figura 4): diâmetro total (DO), diâmetro do vitelo (DV) e espaço perivitelino (EP), este último caracterizado pela participação no volume total do ovo (NAKATANI *et al.*, 2001).

Seguindo o protocolo de Ahlstrom *et al.* (1976) modificado por Santos *et al.* (2020) e adaptado de Araujo e Langeani (2020), utilizaram-se as medidas corporais (Figura 4) para caracterizar o desenvolvimento inicial das pró-larvas, pós-larvas e juvenis (mm): comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); comprimento do focinho (CF); diâmetro do olho (DOL); comprimento da cabeça (CC); comprimento do tronco (CTR); comprimento da cauda (CCA); altura da cabeça (AC); altura do corpo (ACO); largura da boca (LB); abertura da boca (AB); distância do focinho à nadadeiras anal (FNA), dorsal (FND), peitoral (FNP) e pélvica (FNV). Em pró-larvas, mediu-se também o comprimento do saco vitelino (CSV); e a altura do saco vitelino (ASV).

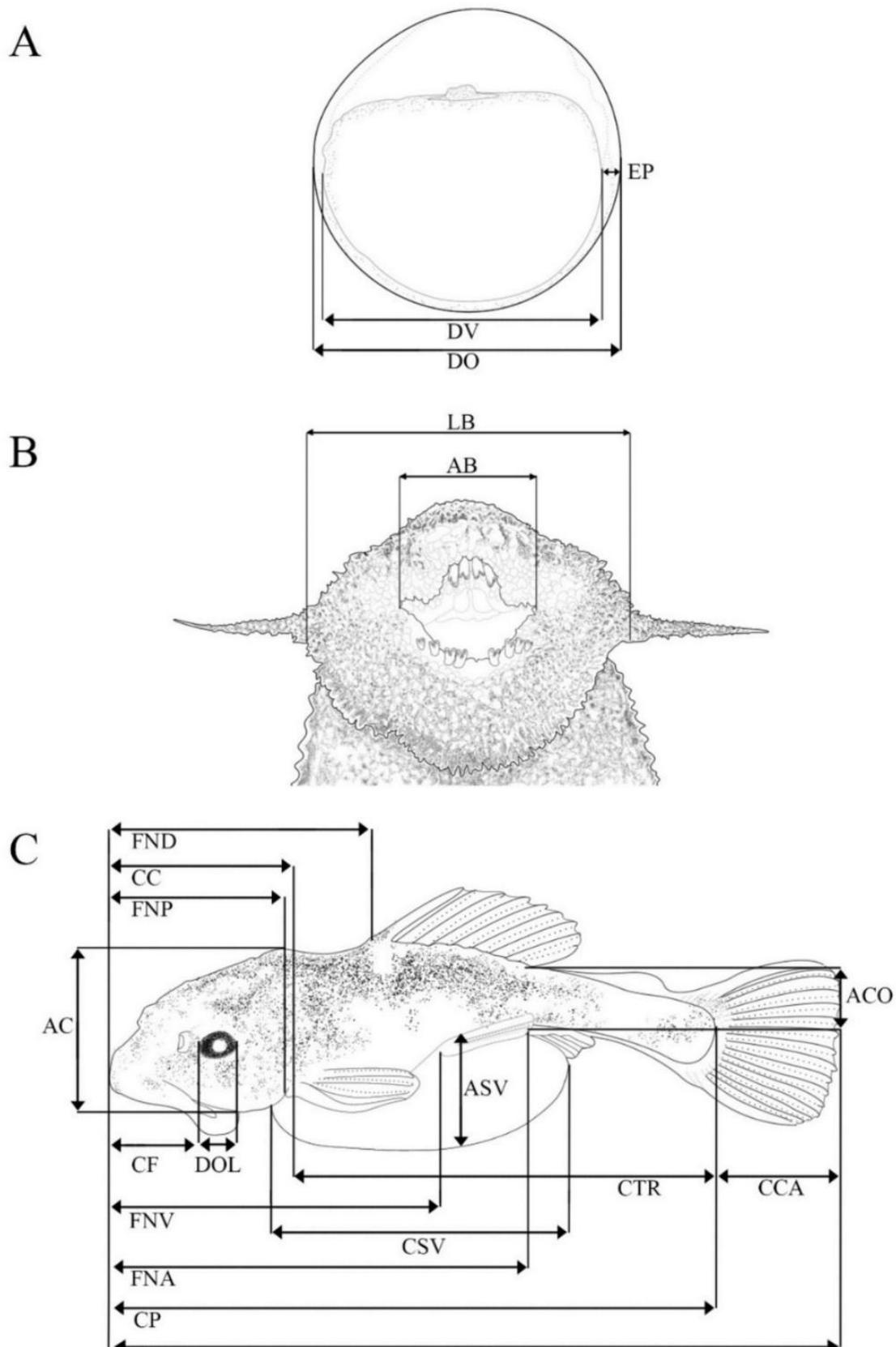


Figura 4. Desenho esquemático das medidas realizadas em *Pseudacanthicus* sp.; A) ovos: diâmetro total (DO), diâmetro do vitelo (DV) e espaço perivitelino (EP); B) boca: largura da boca (LB); abertura da boca (AB); C) larvas e juvenis:

comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); comprimento do focinho (CF); diâmetro do olho (DOL); comprimento da cabeça (CC); comprimento do tronco (CTR); comprimento da cauda (CCA); altura da cabeça (AC); altura do corpo (ACO); distância do focinho à nadadeira anal (FNA), dorsal (FND), peitoral (FNP) e pélvica (FNV), comprimento do saco vitelino (CSV); e altura do saco vitelino (ASV).

Para a caracterização merística foram contados o número de miômeros pré-anais; (NMPA), número de miômeros pós-anais (NMPS), e número de miômeros totais (NMT); por meio de diafanização, seguindo o protocolo adaptado de Taylor e Van Dyke (1985). Foram contabilizados também o número de espinhos (quando presentes) e raios das nadadeiras peitoral (P), dorsal (D), pélvicas (V) e anal (A), seguindo o protocolo de Ahlstrom *et al.* (1976) modificado por Santos *et al.* (2020).

A descrição de cada período e estágio de desenvolvimento inicial baseou-se no grau de desenvolvimento e na ocorrência dos principais eventos morfológicos, tais como formação da cauda, absorção do saco vitelino, formação da boca, olhos e nadadeiras, flexão da notocorda e padrão de pigmentação (ANDRADE *et al.*, 2014). Para ilustrar o desenvolvimento inicial foram utilizadas fotos e desenhos de cada fase, sendo fotografados e ilustrados os indivíduos que melhor representassem as características da espécie.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Os valores de média e desvio padrão foram utilizados para calcular e estimar o volume total do ovo e categorizar o espaço perivitelino (NAKATANI *et al.*, 2001). Para a análise das relações morfométricas das larvas e juvenis (expressas como porcentagem), as variáveis CF, DOL e AC foram relacionadas ao CC, enquanto o CC, ACO, FND, FNA, FNV e FNP foram relacionadas com o CP. As características morfométricas são expressas pelas relações corporais e estabelecidas utilizando a ACO em função do CC, o CC em função do CP e o DOL em função do CC, critérios sugeridos por Leis (1993), modificado por Nakatani *et al.* (2001).

Para avaliar o crescimento corporal, utilizaram-se modelos de regressão analíticos onde as variáveis morfométricas (dependentes) foram relacionadas aos comprimentos padrão e da cabeça (independentes) e suas relações foram descritas por diferentes modelos de crescimento, os quais podem representar diferentes processos biológicos (KOVÁČ *et al.*,

1999). Foi testado a hipótese de crescimento isométrico contínuo, através de um modelo de regressão linear simples. Aliado a isso, foram também testadas as hipóteses alternativas: crescimento gradualmente alométrico (regressão quadrática) e, crescimento isométrico descontínuo (regressão por partes - *Piecewise*), caracterizada por ocorrer mudanças abruptas, marcadas por pontos de interrupção, no qual refletem taxas de crescimento divergentes (SILVA *et al.*, 2021).

Os modelos ideais para cada variável morfométrica, relacionada ao tamanho do corpo e da cabeça, foram determinados por meio de testes F, caso não houvesse significância, o crescimento passou a ser avaliado pelo modelo mais simples. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R versão 4.1.1 utilizando o pacote *Segmented* (MUGGEO, 2008).

5. RESULTADOS

5.1 DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Um total de 193 ovos de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto” foram analisados. Os ovos são esféricos, com dupla membrana transparente recobrimdo o vitelo que possui coloração amarela intensa, pouco espaço perivitelino. Os ovos são adesivos, aderindo firmemente entre si e formam uma massa de ovo coerente (Figura 5).



Figura 5. Massa de ovos de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”.

Os ovos apresentam diâmetro médio de 4,31 mm, diâmetro médio do vitelo de 3,99 mm, sendo o espaço perivitelino categorizado como restrito (3,59%) e média de 0,15 mm. Conforme podemos observar na tabela com os dados gerais do desenvolvimento embrionário (Tabela 1):

Desenvolvimento embrionário de <i>Pseudacanthicus</i> sp.					
Principais estágios	Hora	Descrição	DO	DV	EP
			X±DP	X±DP	X±DP
Clivagem inicial	1HPF	Formação das células Divisões blastômeros	4,41 ± 0,23	4,15 ± 0,16	0,12 ± 0,06
Mórula	18HPF	Mais de 64 células	4,44 ± 0,41	4,03 ± 0,61	0,11 ± 0,03
Blástula	30HPF	Blastocele visível	4,45 ± 0,001	4,14 ± 0,001	0,16 ± 0,004
Gástrula	31HPF	Escudo embrionário Formação folheto germinativo	4,15 ± 0,001	3,70 ± 0,001	0,25 ± 0,004
Embrião inicial	33HPF	Eixo embrionário Embrião sem caracteres	4,35 ± 0,27	3,92 ± 0,38	0,21 ± 0,06
Formação da Cauda	39HPF	Divisão do embrião Região cefálica, região caudal	4,09 ± 0,20	3,71 ± 0,21	0,18 ± 0,09
Cauda livre	45HPF	Cauda desprendida do vitelo Embrião com caracteres Visível estrutura opercular Coluna vertebral formando	4,25 ± 0,23	3,93 ± 0,23	0,16 ± 0,04
Embrião final	82HPF	Embrião completamente formado Caracteres bem divididos Visível vasos vitelínicos Feixos musculares formando Pronto para eclodir	4,09 ± 0,25	3,85 ± 0,15	0,12 ± 0,06
Eclosão	120HPF				

Tabela 1. Estágio do Desenvolvimento embrionário de *Pseudacanthicus* sp., com Hora Pós Fertilização (HPF), descrição dos eventos morfológicos e morfometria, média e desvio padrão do Diâmetro do Ovo (DO), média e desvio padrão do Diâmetro do Vitelo (DV) e média e desvio padrão do Espaço Perivitelino (EP) para cada estágio.

Com uma hora pós-fertilização (HPF), foi possível observar o estágio de clivagem inicial, quando completou 64 células formadas atingindo o estágio de mórula com 18 HPF; A fase identificada como blástula foi registrada em 30 HPF sendo a fase com menor período, correspondendo apenas à uma hora de desenvolvimento; com 31 horas após a fertilização teve

início a gastrulação; a fase de embrião inicial foi notada em ovos com 33 HPF, formação da cauda foi observada com 39 HPF; e a extremidade caudal se desprende depois de aproximadamente 45 horas após a fertilização, caracterizando o estágio de embrião cauda livre; o estágio de Embrião final foi registrado às 82 HPF se estendendo até 120 HPF aproximadamente (Figura 6).

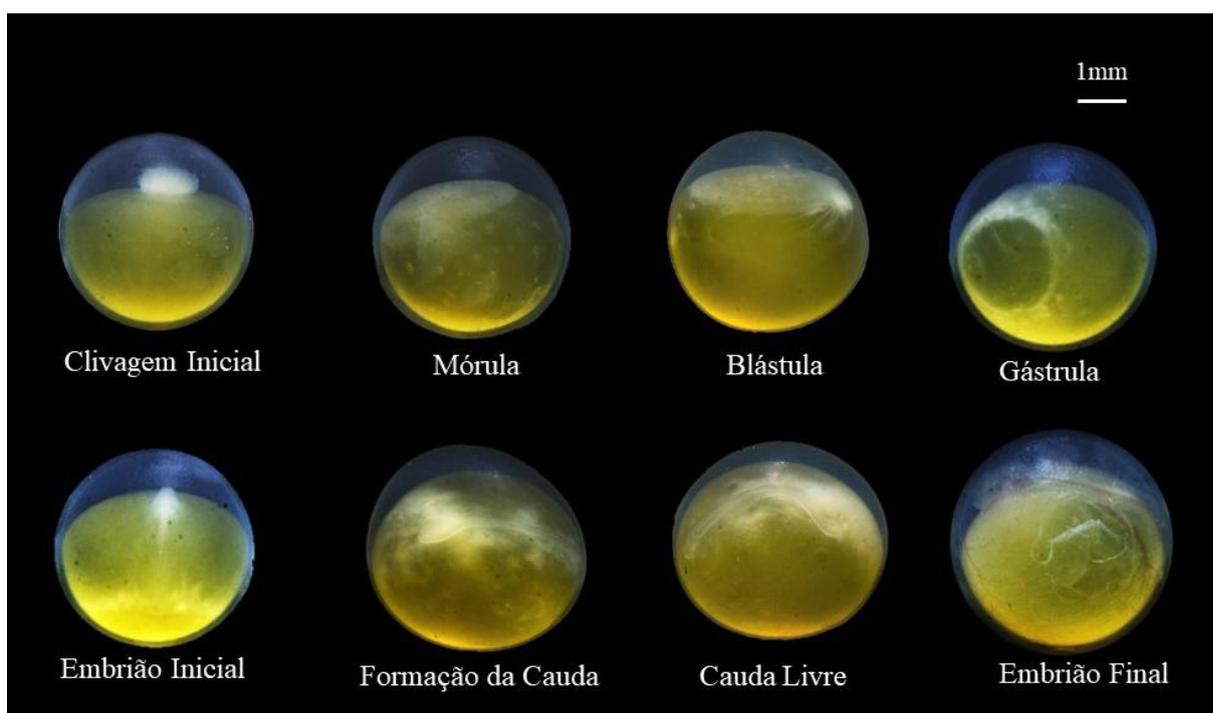


Figura 6. Prancha do desenvolvimento embrionário de *Pseudacanthicus* sp.; Estágios: clivagem inicial (1 HPF), mórula (18 HPF), blástula (30 HPF), gástrula (31 HPF), embrião inicial (33 HPF), estágio formação da cauda (39 HPF), embrião cauda livre (45 HPF), e embrião final (82 HPF). Escala: 1 mm.

A duração do período embrionário (incubação a partir da fertilização à eclosão) correspondeu a aproximadamente 120 horas com uma temperatura média de 30 °C. A eclosão ocorre com o embrião completamente formado, como podemos observar na prancha (Figura 7) contendo o ovo no estágio de embrião final (120 HPF), já com olhos pigmentados, notocorda flexionada e nadadeiras completamente formadas, e a larva logo após a eclosão do ovo, fase pró-larval, com zero Horas Pós Eclosão (HPE).

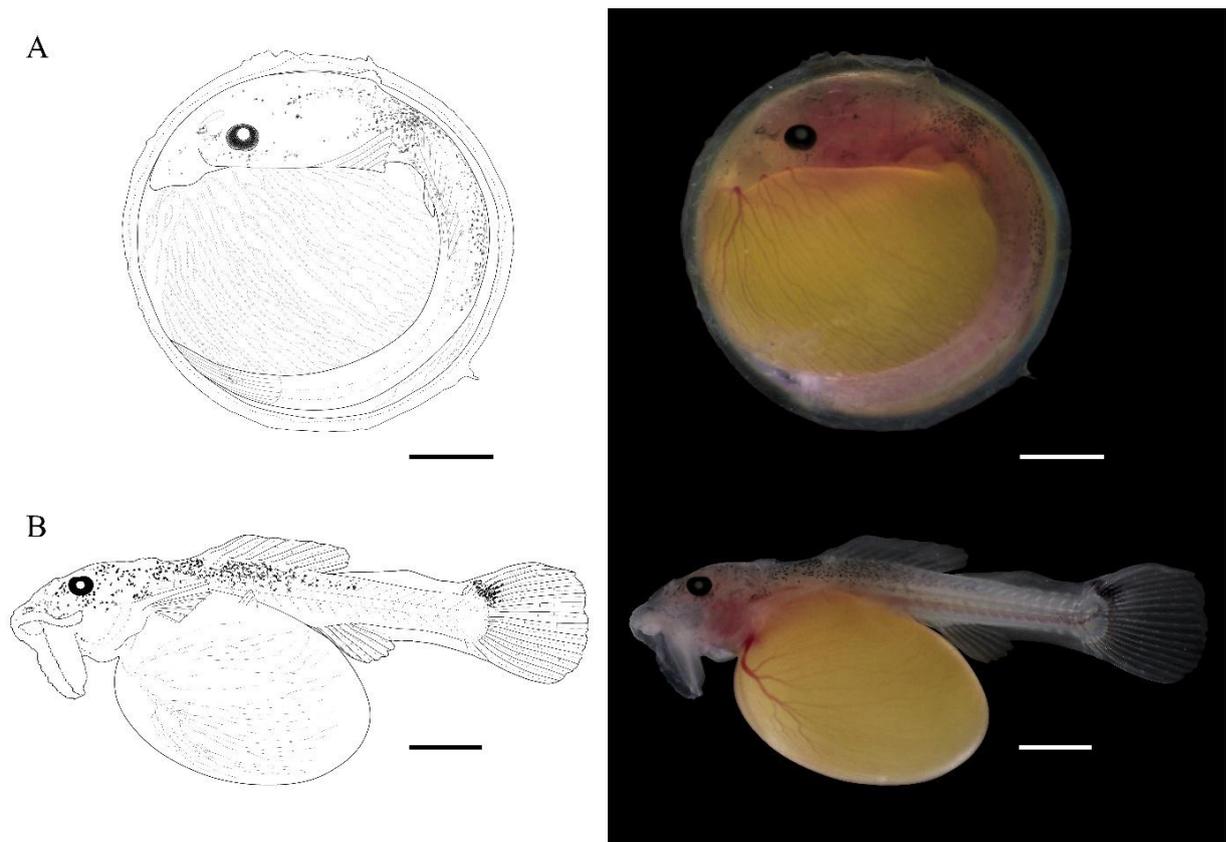


Figura 7. Prancha contendo desenho esquemático e imagens das fases de desenvolvimento: A) Embrião final (120 HPF) e B) Pró-Larva, logo após a eclosão (0 HPE). Escala: 1 mm.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DO PERÍODO LARVAL

Foram analisadas um total de 200 larvas de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto”, realizando análises morfológica, morfométrica e merística. Foram identificados os estágios pró-larva (n=100) e pós-larva (n=100). O comprimento padrão (CP) das larvas variou de 7,08 a 20,80 mm.

Pró-larva (Figura 8: A, B, C e D): as larvas eclodiram com um comprimento padrão que variou de 7,08 - 17,45 mm (média de 11,92 mm \pm desvio padrão de 2,62 mm), apresentando um saco vitelino amarelo intenso relativamente grande com formato elíptico. O vitelo vai sendo absorvido conforme a larva cresce e se desenvolve. A parte terminal do vitelo dá origem à abertura anal (papila urogenital). Os olhos são pigmentados, elípticos, inicialmente variam de moderados à pequenos. A boca inicialmente é terminal ou subinferior e posteriormente vai se posicionando na região ventral do corpo, com inúmeras papilas sensoriais, e dois barbilhões maxilares pequenos. A formação inicial dos dentes se dá no terceiro dia de desenvolvimento larval (72 Horas Pós Eclosão - HPE) e ficam completamente

formados até o décimo dia de desenvolvimento (240 HPE). O focinho aumentou em relação ao comprimento da cabeça. A altura do corpo, em relação ao comprimento padrão aumentou de muito longo para pouco longo. Inicialmente as larvas não possuem odontódeos. No quinto dia de desenvolvimento larval (120 HPE) ocorre o início da formação de uma quilha de odontódeos na região lateral caudal e região dorsal da cabeça, presença de crista de odontódeos na região occipital. No sexto dia de desenvolvimento (144 HPE), forma-se uma quilha na região anterolateral. A pigmentação inicialmente é escassa, com alguns cromatóforos restritos apenas à região occipital estendendo-se ao focinho e dorso lateral, atingindo o último raio da nadadeira dorsal. Pigmentação presente também na região da cauda. A pigmentação do corpo se intensifica conforme a larva vai se desenvolvendo, com presença de um feixe branco na região dorso lateral, que, gradativamente vai sendo preenchido de pigmento, e na região caudal. Presença de nadadeira embrionária caudal “*finfold*” que se inicia no término da nadadeira anal, contorna o pedúnculo caudal e segue dorsalmente e finaliza na região próxima à nadadeira dorsal, nas larvas com zero HPE e 24 HPE, regredindo apenas para a região dorso caudal nas larvas com 48 HPE, e completamente absorvida no terceiro dia de desenvolvimento larval. As larvas eclodem com todas as nadadeiras formadas, porém, a nadadeira ventral possui inicialmente apenas dois raios.

Pós-larva (Figura 8: E): com 11 dias de desenvolvimento larval (264 HPE) as larvas absorvem totalmente o saco vitelino, atingindo o estágio pós-larval. O comprimento padrão das larvas neste estágio variou de 13,21 - 20,80 mm (média de 17,09 mm \pm desvio padrão de 1,33 mm). Os olhos são elípticos, levemente protuberantes, variam de moderados à pequenos, em relação ao comprimento da cabeça. A boca está posicionada na região ventral do corpo, adaptada a sugar, com inúmeras papilas sensoriais, e dois barbilhões maxilares pequenos; Dentes do pré-maxilar e do dentário completamente formados, pouco numerosos, alongados, moderadamente robustos e com cúspide lateral pequena. O focinho diminuiu ao longo do estágio em relação ao comprimento da cabeça, enquanto a cabeça aumenta de moderada à grande. Corpo longo. Uma quilha de odontódeos bem desenvolvida na região lateral do corpo, indo da cabeça à região caudal, além da região dorsal da cabeça, e presença de crista de odontódeos na região occipital, e quilhas de odontódeos se desenvolvendo na região caudal bem como nos espinhos das nadadeiras peitoral, dorsal, ventral e caudal, além da nadadeira adiposa ossificada. A pigmentação é bastante evidente, em todo o corpo, exceto na região ventral, que é branca, pigmentação presente também na região da cauda, formando um feixe escuro na nadadeira caudal, apresenta uma mancha branca abaixo da nadadeira adiposa, a pigmentação do corpo se intensifica conforme a larva vai se desenvolvendo.

5.3 PERÍODO JUVENIL

Com 65 dias de desenvolvimento (1.560 HPE) os espécimes atingem o período Juvenil (Figura 8: F). Foram analisados 100 juvenis de 65 dias de desenvolvimento à 300 dias (7.200 HPE). O comprimento padrão variou de 20,81 a 57,01 mm (média de 33,09 \pm e desvio padrão de 10,11 mm). Os olhos são elípticos, levemente protuberantes, variam de moderados à pequenos, em relação ao comprimento da cabeça. A boca está posicionada na região ventral do corpo, adaptada a sugar, com inúmeras papilas sensoriais, e dois barbilhões maxilares bem desenvolvidos. Dentes do pré-maxilar e do dentário completamente formados, pouco numerosos, alongados, robustos e com cúspide lateral pequena. Focinho recoberto por pequenas placas, exceto na pequena área da extremidade distal, perfil dorsal do focinho alongado, enquanto a cabeça diminui de grande para moderada. Supra-occipital pouco alongado com projeção com crista em forma de “V”. Nadadeiras pigmentadas com presença ou não de feixes mais claros. Corpo varia de longo para moderado. Uma quilha de odontódeos bem desenvolvida na região lateral do corpo, indo da cabeça à região caudal, presença de cinco quilhas de odontódeos bem desenvolvidas da região caudal à região retilínea ao início da nadadeira anal, odontódeos bem desenvolvidos nos espinhos das nadadeiras peitoral, dorsal, ventral, anal e caudal, e também bem desenvolvidos na nadadeira adiposa ossificada. Conforme os juvenis vão crescendo, as cinco quilhas de odontódeos vão se espalhando por todo o corpo. A pigmentação é bastante evidente em todo o corpo, a região ventral apresenta inicialmente pigmentação marrom claro com cromatóforos uniformemente distribuídos, e vai se intensificando conforme o juvenil vai se desenvolvendo, sendo a papila urogenital a região mais clara; pigmentação presente na região da cauda, formando um feixe escuro na nadadeira caudal, apresenta uma faixa marrom clara abaixo da nadadeira adiposa, que vai escurecendo e desaparecendo em juvenis mais desenvolvidos. A pigmentação do corpo se intensifica conforme a larva vai se desenvolvendo, porém, pode apresentar variações (Figura 9), podendo apresentar manchas vermiculadas, semelhantes ao indivíduo adulto, alguns apresentam coloração marrom bem escura, ou preto, e alguns podem apresentar manchas redondas espalhadas pelo corpo.

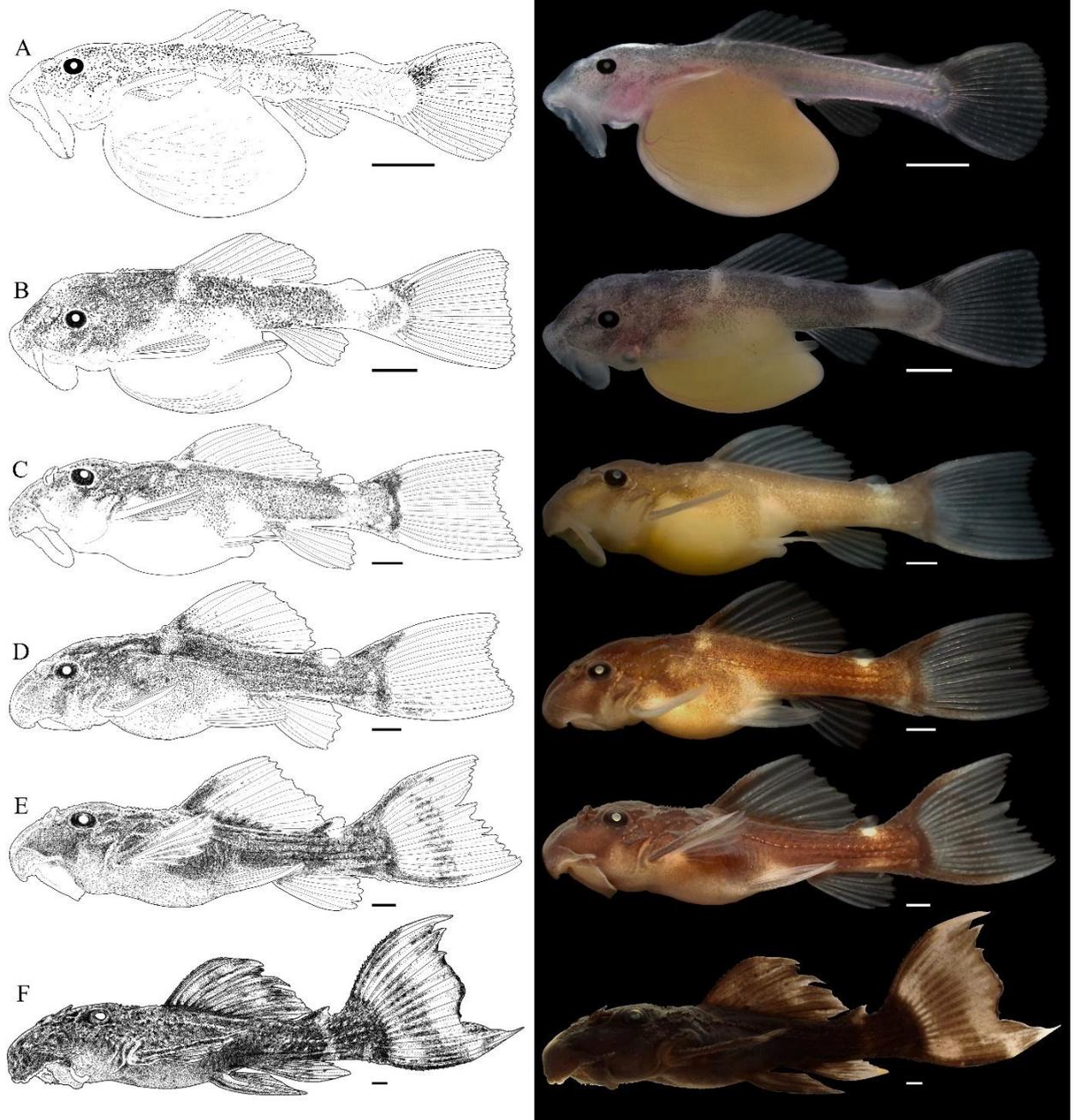


Figura 8. Prancha com desenhos e fotos do desenvolvimento de larvas com as principais mudanças morfológicas (estágios de pró-larva e pós-larva) e juvenil de *Pseudacanthicus* sp.; Pró-larva: A) 1 dia (24 HPE); B) 3 dias (72 HPE); C) 7 dias (168 HPE); D) 8 dias (192 HPE). Pós-larva: E) 11 dias (264 HPE). Juvenil: F) 65 dias (1.560 HPE). Escala: 1mm.

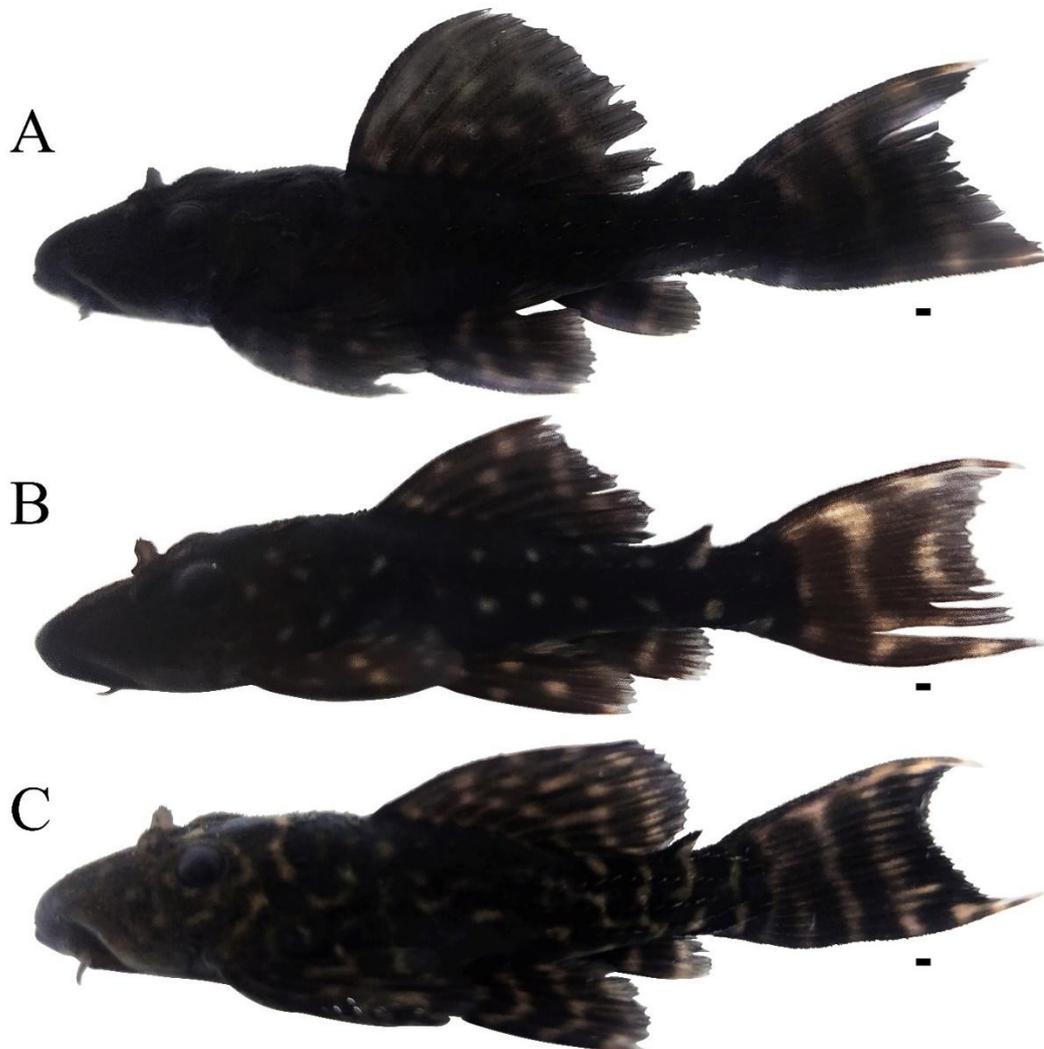


Figura 9. Variação de pigmentação em juvenis de *Pseudacanthicus* sp. com 300 dias de desenvolvimento (7.200 HPE). A) pigmentação escura intensa, com poucas manchas distribuídas nas nadadeiras; B) pigmentação escura com manchas arredondadas mais claras; C) pigmentação escura, com presença de manchas marrons com formato vermiculadas. Escala: 1mm.

5.3.1 Relações Morfométricas

Durante o período larval a maioria das medidas biométricas indicam aumento proporcional ao longo do desenvolvimento. No estágio pró-larval, o corpo variou de muito longo a longo (9,77% a 17,65%), a cabeça de moderada a grande (22,67% a 41,78 %) e os olhos moderados tornam-se pequenos (29,06% a 12,88%). As demais variáveis apresentam as

seguintes proporções morfométricas: altura da cabeça diminuiu (96,36% a 54,69%), houve aumento no comprimento do focinho (35,10% a 64,63%), aumentaram também as proporções da distância do focinho: à nadadeira peitoral (18,22% a 38,28%), à nadadeira dorsal (33,04% a 49,19%), à nadadeira anal (53,82% a 72,24%) e ventral (39,84% a 63,13%). No estágio pró-larval, o corpo é caracterizado como longo (11,64% a 18,20%), a cabeça de moderada a grande (20,57% a 35,86%) e os olhos moderados tornam-se pequenos (27,53% a 14,71%), a altura da cabeça diminuiu (93,44% a 47,47%), também houve uma diminuição no comprimento do focinho (74,37% a 38,81%), a distância do focinho à nadadeira peitoral também diminuiu (33,51% a 20,06%), aumentou a distância do focinho à nadadeira dorsal (38,05% a 47,55%), aumento na distância do focinho à nadadeira anal (56,84% a 71,48%) e à ventral estabilizou (43,27% a 53,07%) (Tabela 2).

Nos indivíduos em período juvenil, o corpo variou de longo para moderado (10,70% a 20,06%), os olhos (29,77% a 12,31%) diminuíram de moderados à pequenos, cabeça diminuiu de grande à moderada (40,61% a 21,38%). A altura da cabeça diminuiu (76,48% a 36,43%), as variáveis distância do focinho à nadadeira peitoral (38,86% a 14,19%), à dorsal (49,53% a 32,31%) e ventral (64,79% a 40,08%) diminuíram suas relações com o comprimento padrão, enquanto o comprimento do focinho estabilizou (38,81% a 87,76%), e a distância entre o focinho à nadadeira anal aumentou em relação ao comprimento padrão (51,72% a 77,44%) (Tabela 2).

5.3.2 Dados Merísticos

Em pró-larvas, os RNP contabilizados variou de 4-6 (moda I+5), RNA de 5-6 (moda 6), RND varia de 8-9 (moda I+8), RNV de 2-5 (moda I+5) e RNC variando de 13-16 (moda II+14), por meio de diafanização (Figura 10), contabilizou-se o número total de miômeros que variou de 27 a 28 (pré-anal=10 a 11 e pós-anal=15 a 17), com moda em 28 segmentos (Tabela 2).

Em pós-larvas, 5 RNP (moda I+5), RNA de 5-6 (moda I+5), 8 RND (moda I+8), 5 RNV (moda I+5) e RNC de 13-14 (moda II+14), contabilizou-se o total de miômeros (Figura 10), nesse estágio de 26 a 27 (pré-anal=10 a 11 e pós-anal=15 a 16), com moda em 27 segmentos (Tabela 2).

Juvenis, possuem 6 RNP (moda I+6), 5 RNA (moda I+5), 8 RND (moda I+8), 5 RNV (moda I+5) e 14 RNC (moda II+14), por meio de diafanização (Figura 10) observou-se o

número total de miômeros que varia de 25 a 26 (pré-anal=9 a 10 e pós-anal=16), com moda em 25 segmentos (Tabela 2).

<i>Pseudacanthicus</i> sp.						
Variáveis (mm)	Pró - larva (N=100)		Pós - larva (N=100)		Juvenil (N=100)	
	Min - Max	X ± DP	Min - Max	X ± DP	Min - Max	X ± DP
CT	7,83 - 23,45	15,51 ± 5,02	17,48 - 28,56	23,06 ± 1,84	24,61 - 82,32	44,74 ± 13,76
CP	7,08 - 17,45	11,92 ± 2,62	13,21 - 20,80	17,09 ± 1,33	20,81 - 57,01	33,09 ± 10,11
CTR	5,17 - 13,24	8,36 ± 1,79	9,26 - 14,21	12,14 ± 0,99	11,38 - 40,98	22,86 ± 8,57
CCA	0,57 - 6,39	3,61 ± 1,55	4,33 - 8,44	6,14 ± 0,66	5,10 - 29,55	11,21 ± 5,13
CC	1,66 - 5,30	3,48 ± 0,92	3,46 - 6,81	4,60 ± 0,69	4,34 - 17,11	8,95 ± 2,88
CF	0,82 - 3,27	1,75 ± 0,61	1,89 - 5,03	2,74 ± 0,52	2,47 - 10,99	6,61 ± 2,19
DOL	0,28 - 1,00	0,65 ± 0,17	0,79 - 1,20	1,00 ± 0,10	0,82 - 3,06	1,84 ± 0,65
AC	1,32 - 3,57	2,75 ± 0,58	2,87 - 4,82	3,34 ± 0,40	3,108 - 11,61	5,60 ± 1,98
ACO	0,69 - 2,50	1,68 ± 0,51	2,02 - 3,78	2,47 ± 0,30	3,09 - 10,50	5,42 ± 1,94
FNP	1,62 - 5,30	3,22 ± 0,89	3,47 - 5,65	4,37 ± 0,55	4,12 - 14,25	8,68 ± 2,64
FNA	3,99 - 11,40	7,89 ± 2,42	8,86 - 14,14	11,47 ± 1,06	11,38 - 39,51	22,78 ± 7,38
FND	2,34 - 7,35	4,87 ± 1,27	5,44 - 9,25	7,16 ± 0,69	7,11 - 25,65	14,25 ± 4,29
FNV	2,83 - 8,77	6,04 ± 1,51	6,91 - 9,86	8,16 ± 0,75	8,81 - 28,45	16,50 ± 5,07
LB	1,29 - 3,89	2,88 ± 0,62	2,32 - 4,83	3,24 ± 0,66	2,98 - 11,50	5,29 ± 1,98
AB	0,29 - 1,51	1,01 ± 0,25	1,06 - 1,45	1,21 ± 0,10	1,02 - 4,42	2,13 ± 0,94
CSV	2,24 - 6,00	4,38 ± 0,95	-	-	-	-
ASV	0,14 - 3,80	1,68 ± 1,17	-	-	-	-
Relações morfométricas (%)						
CF/CC	35,1 - 64,63	49,52 ± 7,09	38,81 - 74,37	59,81 ± 9,05	38,81 - 87,76	73,58 ± 11,31
DOL/CC	12,88 - 29,08	18,85 ± 2,97	14,71 - 27,53	22,26 ± 3,64	12,31 - 29,77	20,91 ± 4,44
AC/CC	54,69 - 96,36	79,34 ± 9,94	47,47 - 93,44	73,83 ± 11,45	36,43 - 78,48	62,85 ± 9,17
CC/CP	22,67 - 41,78	29,31 ± 4,04	20,57 - 35,86	26,88 ± 3,15	21,38 - 40,61	27,31 ± 4,57
ACO/CP	9,77 - 17,65	13,82 ± 1,90	11,64 - 18,20	14,48 ± 1,15	10,70 - 20,06	16,21 ± 1,88
FNP/CP	18,22 - 38,28	26,86 ± 3,744	20,06 - 33,51	25,66 ± 3,08	14,19 - 38,86	26,35 ± 3,86
FNA/CP	53,82 - 72,24	65,70 ± 2,80	56,84 - 71,48	67,09 ± 2,35	51,72 - 77,44	67,70 ± 3,92
FND/CP	33,04 - 49,19	40,47 ± 3,26	38,05 - 47,55	41,86 ± 1,72	32,31 - 49,53	43,24 ± 3,26
FNV/CP	39,84 - 63,13	50,32 ± 4,62	43,27 - 53,07	47,77 ± 2,45	40,08 - 64,79	50,00 ± 3,84
Miômeros	Moda		Moda		Moda	
Pré - anal	11 - 12	11	10 - 11	11	9 - 10	9
Pós - anal	15 - 16	16	15 - 16	16	16	16
Total	27 - 28	28	26 - 27	27	25 - 26	25
Raios						
Peitoral	4 - 6	I+5	5	I+5	6	I+6
Anal	5 - 6	6	5 - 6	I+5	5	I+5
Dorsal	8 - 9	I+8	8	I+8	8	I+8
Ventral	2 - 5	I+5	5	I+5	5	I+5
Caudal	13 - 16	II+14	13 - 14	II+14	14	II+14

Tabela 2. Relação dos dados morfométricos e merísticos de *Pseudacanthicus* sp.; Variáveis analisadas (mm), valores mínimos (Min), valores máximos (Max), média (X), desvio padrão (DP) e relações morfométricas (%) encontradas para as variáveis; comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); comprimento do focinho (CF); diâmetro do olho (DOL); comprimento da cabeça (CC); comprimento do tronco (CTR); comprimento da cauda (CCA); altura da cabeça (AC); altura do corpo (ACO); distância do focinho à nadadeira anal (FNA), dorsal (FND), peitoral (FNP) e pélvica (FNV); largura da boca (LB); abertura da boca (AB); comprimento do saco vitelino (CSV); e altura do saco vitelino (ASV). N = número de indivíduos.

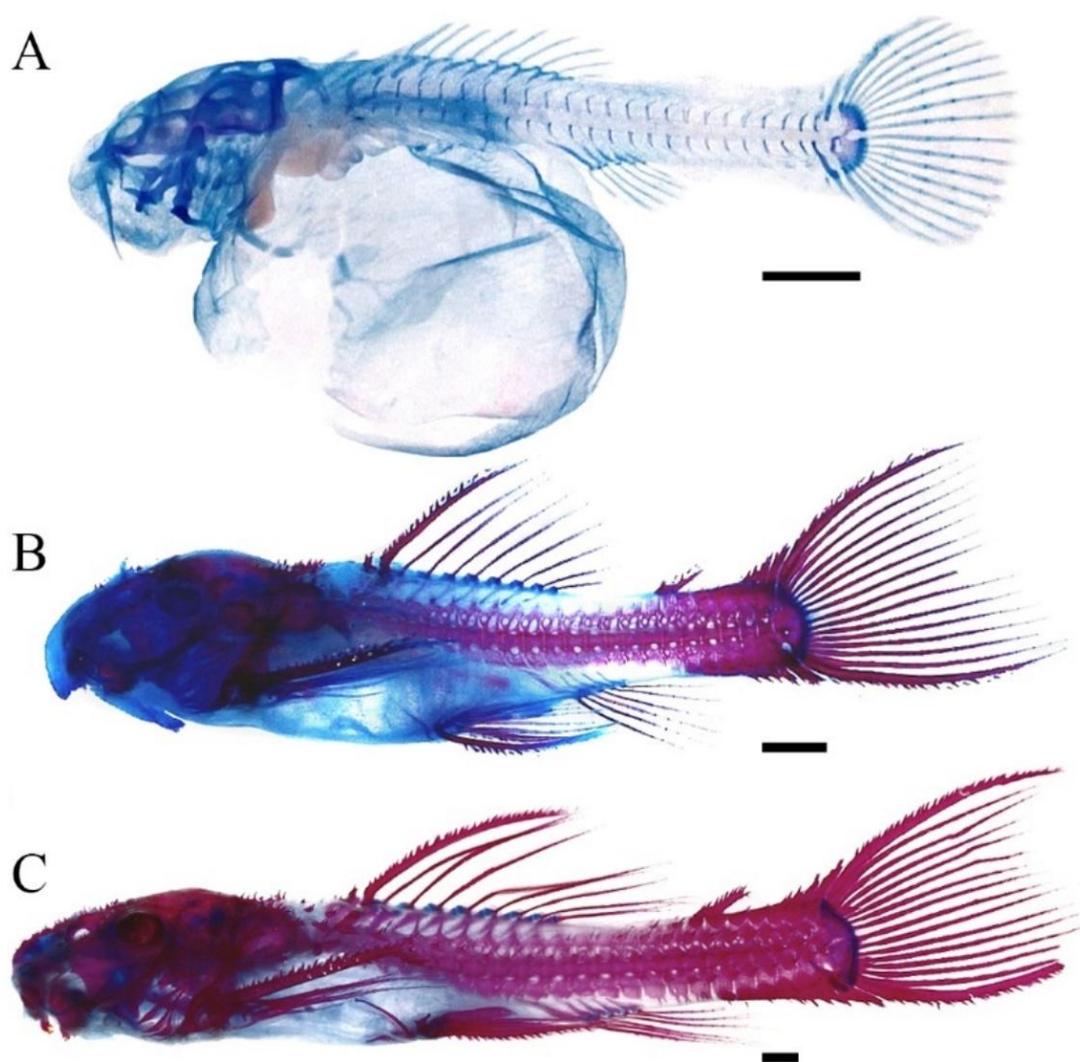


Figura 10. Prancha com exemplares diafanizados de *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto” para a contagem de miômeros. A) Pró-larva; B) Pós-larva; C) Juvenil. Escala: 1mm.

5.4 RELAÇÕES CORPORAIS DE CRESCIMENTO

Sobre o crescimento, com exceção da distância FNV que exibiu desenvolvimento isométrico contínuo (regressão linear) (Figura 11 i), todas as demais variáveis associadas a cabeça e ao comprimento padrão, apresentaram crescimento isométrico descontínuo, portanto, foram melhor representadas pelo modelo de regressão linear por partes (Tabela 3). Essas variáveis sofreram mudança abrupta no desenvolvimento após o ponto de interrupção, com um limiar observado na fase juvenil. Enquanto AC e ACO aumentaram a taxa de crescimento, todas as outras variáveis diminuíram a velocidade do crescimento após o ponto de interrupção (Figura 11).

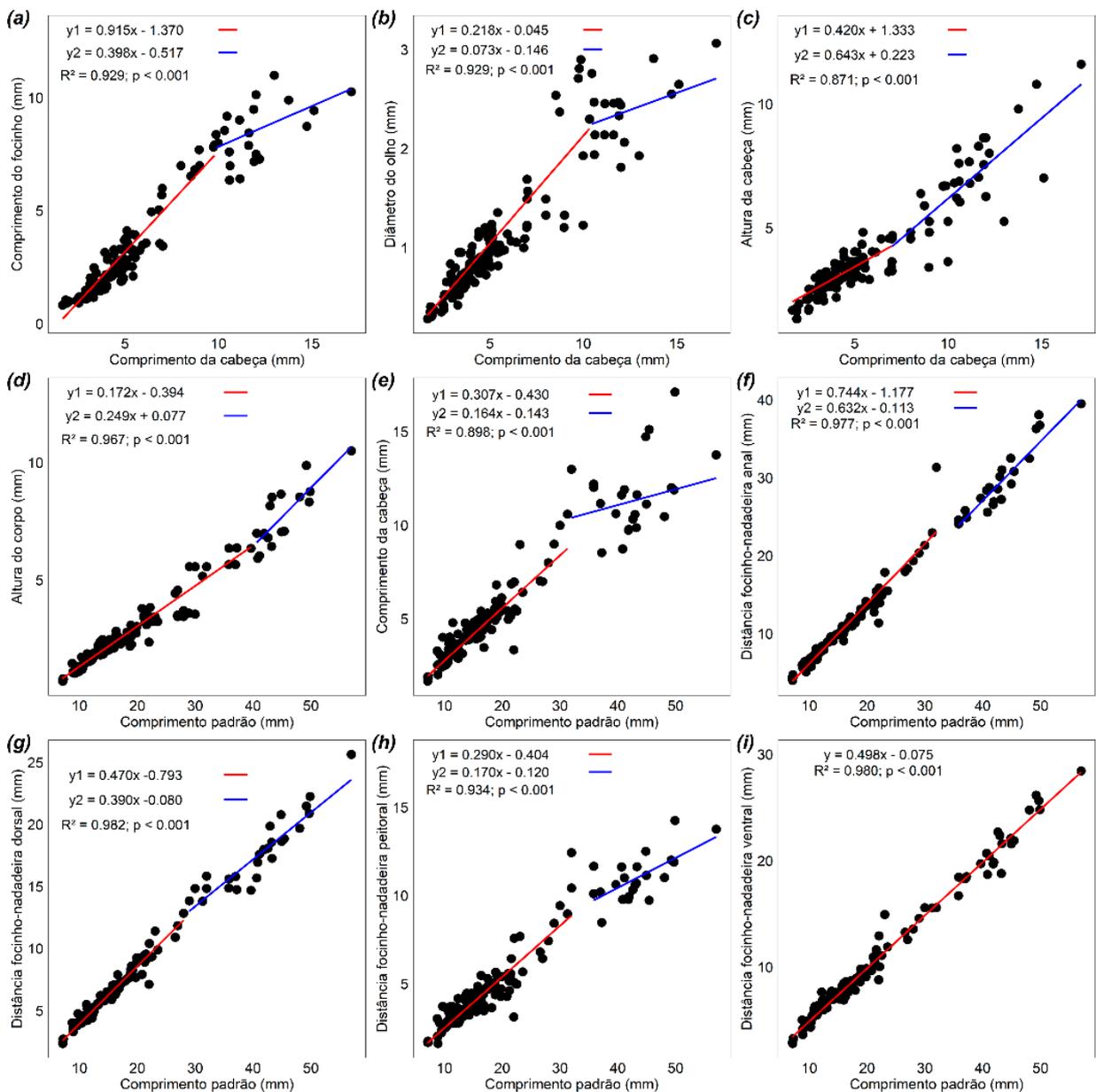


Figura 11. Tabelas de análise de crescimento de *Pseudacanthicus* sp; proporções do corpo (mm) entre comprimento do focinho (a), comprimento da cabeça e diâmetro do olho (b), profundidade da cabeça (c) e relação de comprimento padrão (mm) entre profundidade do corpo (d), comprimento da cabeça (e), distância do focinho à nadadeira anal (f), distância do focinho à nadadeira dorsal (g), distância do focinho à nadadeira peitoral (h) e distância do focinho à nadadeira pélvica (i) durante o desenvolvimento inicial de *Pseudacanthicus* sp.

<i>Pseudacanthicus</i> sp.									
Relações	R2			Test F			BM	BP	n
	L	Q	S	Q/L	S/Q	S/L			
CC/CF	0.914	0.920	0.929	21.063	38.227	30.965	S	9.870	300
CC/DOL	0.827	0.831	0.842	9.007	20.283	14.937	S	10.460	300
CC/AC	0.864	0.869	0.871	12.246	5.762	9.102	S	6.990	300
CP/ACO	0.964	0.965	0.967	16.194	12.385	14.494	S	40.435	300
CP/CC	0.888	0.892	0.898	10.558	20.376	15.811	S	31.980	300
CP/FNA	0.976	0.976	0.977	1.335	11.062	6.221	S	31.981	300
CP/FND	0.981	0.981	0.982	8.353	18.075	13.454	S	28.980	300
CP/FNP	0.927	0.93	0.934	11.221	19.202	15.556	S	33.763	300
CP/FNV	0.980	0.98	0.9803	0.777	3.831	2.308	L	-	300

Tabela 3. Valores das análises de regressão linear (L) quadrática (Q) e por partes (S) das variáveis morfométricas em relação ao comprimento da cabeça (CC) e comprimento padrão (CP) de larvas e juvenis de *Pseudacanthicus* sp. R² = coeficiente de determinação. BM = melhor modelo, BP = ponto de ruptura (mm) na variável independente e n = número de indivíduos analisados. Os valores em negrito representam diferenças significativa entre os modelos (p < 0,05).

6. DISCUSSÃO

Pseudacanthicus sp. “açacu-preto” possui reprodução externa (ovuliparidade), que consiste na eliminação dos gametas na água, com fecundação externa, característica da maioria dos peixes teleósteos (NAKATANI *et al.*, 2001). A desova da espécie é caracterizada como desova múltipla, onde os ovócitos maturam em lotes, e são eliminados em intervalos (NAKATANI *et al.*, 2001), principalmente no período de chuva (pico de desova nos meses de novembro à fevereiro, que correspondem ao período de enchente), exibindo assim, uma sazonalidade de desova.

Os ovos possuem pouco espaço perivitelino e alta adesividade, aderindo firmemente entre si e formam uma massa de ovo coerente (RIZZO *et al.*, 2002). Orsi *et al.* (2016) afirmam que tais características estão ligadas ao tipo de estratégia reprodutiva utilizada pela espécie, como a quantidade de vitelo maior e espaço perivitelino menor em espécies com cuidado parental. O espaço perivitelino foi categorizado, de acordo com Nakatani *et al.* (2001), como restrito, isso significa que ele ocupa de 0-9,9% no volume total do ovo.

De acordo com Orsi *et al.* (2016), o período embrionário se inicia com a fertilização do ovo e vai até o momento da eclosão, considerando os estágios de clivagem inicial, mórula, blástula, gástrula e organogênese (embrião inicial, estágio de formação da cauda, estágio de cauda livre e embrião final). Na espécie estudada, a duração deste período de desenvolvimento correspondeu a aproximadamente 120 horas com uma temperatura média de 30 °C. A quantidade de vitelo presente no ovo é um fator que influencia no tempo de desenvolvimento, quanto maior a quantidade de vitelo, mais lenta a velocidade de desenvolvimento (MARQUES *et al.*, 2008). Também é importante lembrar que as alterações ocorridas no desenvolvimento inicial variam de acordo com a espécie, sendo este desenvolvimento influenciado por vários fatores, dentre eles, a temperatura da água (HUET & TIMMERMANS, 1983).

No estágio de clivagem inicial, ocorreu a formação das células e as divisões dos blastômeros, o estágio de mórula ocorre quando há 64 células, a blástula foi identificada com o blastocele visível, na gástrula o escudo embrionário é visível e a presença dos folhetos

germinativos, embrião inicial o eixo embrionário é identificado e o embrião sem caracteres definidos, no estágio formação da cauda ocorreu a divisão do embrião em região cefálica, região caudal e foi possível observar a formação dos somitos, no estágio de cauda livre observou-se a cauda desprendida do vitelo, já é visível a estrutura opercular, a coluna vertebral se formando e a notocorda, no estágio classificado com embrião final, onde percebe-se o embrião completamente formado, com caracteres bem definidos, sendo visíveis os vasos vitelínicos e feixes musculares se formando. Observou-se também a flexão da notocorda neste estágio, antes de eclodir (ORSI *et al.*, 2016).

As larvas da espécie estudada foram classificadas como precociais, pois eclodem bem desenvolvidas, com olhos pigmentados e todas as nadadeiras com raios (ORSI *et al.*, 2016), porém, nesta espécie o ânus não se encontra formado, a boca é formada e aberta e utilizada inicialmente para respiração, e o saco vitelino é grande. O estágio larval desta espécie possui um período longo, estendendo-se até o 65º dia de desenvolvimento (1.560 HPE), quando se torna um indivíduo juvenil.

Nos primeiros dias de vida as larvas contam com suas reservas endógenas para a alimentação, e segundo Luz *et al.* (2001), o tempo de reabsorção dessas reservas está relacionado com fatores físico-químicos e variam de espécie para espécie. Segundo Kamler (1992) essa fase de transição da alimentação endógena para exógena é considerada uma etapa crítica em que a larva necessita encontrar o alimento adequado a sua sobrevivência, antes que suas reservas se esgotem. Em larvas de *Pseudacanthicus* sp. no 11º dia de desenvolvimento (264 HPE) o vitelo é completamente absorvido, e as larvas passaram a se alimentar de forma exógena. É importante citar que a espécie em questão pode apresentar hábitos de canibalismo, observados no estágio de pós-larva e no período juvenil, estando relacionada à quantidade de alimento ofertado, quantidade de abrigo (esconderijos) e à densidade de estocagem. Luz *et al.* (2001) em larvas de *P. maculatus*, 41 horas e 10 minutos após a eclosão também observaram um comportamento de canibalismo, o mesmo ocorreu nos estudos de Reynalte-Tataje *et al.* (2004) em larvas de *Brycon orbignyianus*, 36 horas após a eclosão. De acordo Hecht e Pienaar (1993), o canibalismo ocorre em uma população em situações de escassez de alimentos, altas densidades de estocagem, falta de abrigo e condições ambientais.

Analisando o desenvolvimento e a filogenia Fuiman (1984) afirma que o tamanho das larvas nos primeiros estágios de desenvolvimento de Siluriformes varia em comprimento total (TL) de 3 a 8 mm. De acordo Araujo e Langeani (2020), o tamanho de Loricariidae na fase categorizada como pró-larvas é mais amplo do que esta faixa. No presente estudo, o CT médio foi de 15,51 mm para pró-larvas de *Pseudacanthicus* sp.

O período juvenil desta espécie tem início com 65 dias de desenvolvimento (1.560 HPE). Neste período todos os órgãos estão funcionando (exceto as gônadas) e os peixes assumem gradualmente a forma e os tamanhos de um adulto, geralmente os juvenis são muito semelhantes aos adultos, porém em algumas espécies (como em *Pseudacanthicus* sp.) a pigmentação podem ser distintas ou apresentar variações, bem como algumas proporções corporais (ORSI *et al.*, 2016). Corroborando com os apontamentos de Araújo e Langeani (2000) os juvenis distinguem-se das pós-larvas por apresentarem o corpo com placas dérmicas cobertas por odontódeos, exceto na região ventral; um padrão de coloração mais intenso e ventralmente a presença de pigmentação uniforme; além de apresentar caracteres semelhantes ao adulto, como a quantidade de raios em todas as nadadeiras.

O número total ou parcial de miômeros (número total das vértebras mais um) é considerado uma importante variável na identificação de larvas de peixes (BORGES *et al.*, 2000). Segundo Cavicchioli *et al.* (1997), essa é uma das características que podem ser determinantes para a separação de espécies. Neste estudo, o número de miômeros do *Pseudacanthicus* sp., em pró-larvas variou de 27 a 28 (pré-anal=11-12 e pós-anal=15-16), no estágio pós-larval variou de 26 a 27 (pré-anal=10-11 e pós-anal=15-16) e no período juvenil variou de 25 a 26 (pré-anal=9-10 e pós-anal=16). Esta diminuição no número de miômeros, sugere o processo de encapsulamento das vértebras, que, ocorre no desenvolvimento desta espécie, haja vista, que, o número de vértebras também regride, e que o indivíduo adulto possui de 26 a 27 vértebras totais, porém, 5 destas vértebras são encapsuladas, seguindo Armbruster (2004) as contagens vertebrais incluem as cinco primeiras vértebras modificadas no aparelho Webberiano. Neste estudo, foi encontrada pouca variação no número de raios nas nadadeiras dorsal, peitoral, ventral, anal e caudal entre os estágios larval e pós-larval, que se deu, devido a ossificação de alguns raios, no período juvenil o número de raios de todas as nadadeiras atingiu o mesmo número de raios encontrados no indivíduo adulto, seguindo o descrito por Chamon (2011). De acordo com Borges *et al.* (2000), características merísticas, como número de raios e miômeros, são consideradas boas ferramentas para a identificação taxonômica de espécies de peixes em diferentes estágios de desenvolvimento.

Mudanças na forma corporal e, conseqüentemente, no desenvolvimento funcional ocorrem rapidamente durante o desenvolvimento inicial (PEÑA & DUMAS, 2009). Analisando o crescimento da espécie estudada, com exceção da distância FNV que exibiu desenvolvimento isométrico contínuo, todas as demais variáveis associadas a cabeça e ao comprimento padrão, apresentaram crescimento isométrico descontínuo, melhor representadas pelo modelo de regressão linear por partes. Essas variáveis sofreram mudança abrupta no

desenvolvimento após o ponto de interrupção, com um limiar observado na fase juvenil. AC e ACO aumentaram a taxa de crescimento, enquanto as demais variáveis diminuíram a velocidade do crescimento. Como as larvas de *Pseudacanthicus* sp. são precociais, já nascem bem desenvolvidas, as mudanças de crescimento apresentam-se mais intensas na fase juvenil, sugerindo um crescimento mais intensificado até atingir determinado tamanho (~ CP=30 mm), e posteriormente, essa taxa de crescimento das variáveis diminui, podendo ser em decorrência ao longo período juvenil desta espécie. Apenas duas variáveis AC e ACO aumentaram a taxa de crescimento após o ponto de interrupção, podendo estar relacionado ao aparato reprodutivo, haja vista que, é necessário desenvolver uma cavidade maior do corpo abrigar as gônadas. Araújo e Langeani (2000) ressaltam que achados como estes, podem ser uma ferramenta extremamente valiosa para estudos taxonômicos.

7. CONCLUSÕES

Com o presente estudo pode-se constatar que *Pseudacanthicus* sp. “açacu-preto” apresenta desenvolvimento embrionário semelhante ao de outros teleósteos de água doce, e que as larvas são precociais, porém, apresentam vitelo grande que demora 11 dias para sua absorção total, o que difere o estágio pró-larval do estágio pós-larval, as mudanças morfológicas são mais intensas no período pró-larval.

Inicialmente há um crescimento diferenciado especialmente da cabeça e cauda, com posterior crescimento acentuado do tronco, o que demonstra mudanças nas prioridades ontogênicas para as capacidades de alimentação, natação e respiração. O desenvolvimento embrionário é mais lento em comparação com outros estudos já desenvolvidos, porém, a larva eclode bem formada. O desenvolvimento larval é longo, fato que pode ser explicado pelo desenvolvimento das placas dérmicas e ossificação de estruturas até se tornarem juvenis. O desenvolvimento juvenil também é longo, analisou-se até a idade de 300 dias (7.200 HPE). Sendo importante o desenvolvimento de mais estudos sobre a espécie em questão, considerando o período juvenil completo, para aferir sobre as mudanças ao longo deste período de desenvolvimento, bem como a descrição da espécie adulta.

As informações obtidas neste trabalho são de grande importância para a ecologia, sistemática e conservação da espécie, particularmente em seus aspectos relacionados à variação ontogênica na morfologia, caracteres merísticos, crescimento e comportamento, confirmando a hipótese da existência de padrões diferenciados de crescimento para determinadas funções prioritárias durante a ontogenia de larvas de peixes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLSTROM, E. H.; BUTLER, J. L.; SUMIDA, B. Y. Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the eastern Pacific: kinds, distributions, and early life histories and observations on five of these from the northwest Atlantic. **Bulletin of marine science**, v. 26, n. 3, p. 285-402, 1976.
- ALBERT, J. S.; TAGLIACOLLO, V. A.; DAGOSTA, F. Diversification of Neotropical freshwater fishes. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 51, n. 1, p. 27-53, 2020.
- ANDRADE, F. F.; MAKRAKIS, M. C.; LIMA, A. F.; ASSUMPÇÃO, L.; MAKRAKIS, S.; PINI, S. F. R. Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 104, n. 1, p. 70-80, 2014.
- ARAÚJO, R. B.; LANGEANI, F. Ontogenetic development related to parental care of a Neotropical fish, *Pterygoplichthys ambrosettii* (Siluriformes: Loricariidae). **Zoological Studies**, v. 59, p. e56, 2020.
- ARMBRUSTER, J.W. Phylogenetic relationships of the suckmouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of Linnean Society**, v.141, n., p. 1–80, 2004.
- BANTIM, V. E. L.; LOPES, P. H. R.; RODRIGUES, T. H. S.; FERREIRA, M. K. A.; DA SILVA, A. W.; DE MENEZES, J. E. S. A.; DOS SANTOS, H. S. Obtenção do óleo essencial do cravo da índia (*Syzygium aromaticum*) e avaliação da segurança não clínica utilizando Zebrafish (*Danio rerio*) adulto. **Revista Coleta Científica**, v. 4, n. 7, p. 18-27, 2020.
- BORGES, M. E. E.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; FELIS, M. E. G. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 22, p. 539-544, 2000.
- CAJADO, R. A.; OLIVEIRA, L. S.; SILVA, F. K. S.; ZACARDI, D. M. Early development of the Neotropical fish known as long sardine *Triporthus auritus* (Valenciennes 1850) (Characiformes, Triporthidae). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 37, n. 5, p. 759-769, 2021.
- CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu River basin, Brazil. **Ecotropica**, v. 10, p. 123-147, 2004.
- CAMARGO, M.; GIMÊNES-JUNIOR, H.; PY-DANIEL, L. **Acaris ornamentais do médio rio Xingu - Ornamental Plecos of the Middle Xingu River**. FAPESPA: Belém-PA, 2012.
- CARVALHO JÚNIOR, J. R.; CARVALHO, N. A. S. S.; NUNES, J. L. G.; CAMÕES, A. BEZERRA, M. F. da C; SANTANA, A. R.; NAKAYAMA, L. Sobre a pesca de peixes

ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará-Brasil: relato de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 3, p. 521-530, 2018.

CARVALHO JÚNIOR, J. R.; FONSECA, M. de J. da C.; SANTANA, A. R. de; NAKAYAMA, L. O conhecimento etnoecológico dos pescadores Yudjá, Terra Indígena Paquiçamba, Volta Grande do Rio Xingu, PA. **Tellus**, v. 11, n. 21, p. 123-147, 2011.

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

CHAMON, C. C.; COSTA E SILVA, T. *Pseudacanthicus major*: description of one of the largest known Loricariidae (Hypostominae: Ancistrini), a species from Rio Tocantins basin, Brazil. **Zootaxa**, v. 4387, n. 3, p. 499-510, 2018.

CHAMON, C.C. **Revisão taxonômica e relações filogenéticas do grupo *Acanthicus* (Siluriformes, Loricariidae)**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia, 2011.

CHAMON, C. C.; SOUSA, L.M. A new species of the leopard pleco genus *Pseudacanthicus* (Siluriformes: Loricariidae) from the Rio Xingu, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 90, n. 1, p. 1-14, 2016.

CHITMANAT, C.; TONGDONMUAN, K.; KHANOM, P.; PACHONTIS, P.; NUNSONG, W. Antiparasitic, antibacterial, and antifungal activities derived from a *Terminalia catappa* Linn solution against some tilapia (*Oreochromis niloticus*) pathogens. **Acta Horticulturae**, v.678, n. 1, p. 179-182. 2005.

COELHO, G. C. Z.; COSTA, R. S.; PORTO- FORESTI, F.; VERISSIMO- SILVEIRA, R.; NINHAUS- SILVEIRA, A. Ontogenia pós-eclosão comparativa de *Pseudoplatystoma reticulatum* (Eigenmann & Eigenmann 1889) e *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) e seu híbrido. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 37, n. 3, p. 449-461, 2021.

CONCEA. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. **Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2013. Disponível em: https://www.sbcal.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=65. Acesso em 30/10/2021.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. (eds) 2021. **Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references**. Electronic version. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Acesso em 16/08/2021.

FUIMAN, L. A. Growth gradients in fish larvae. **J. Fish Biol.**, v23, p.-117 123, 1983.

GEERINCKX, T.; VERHAEGEN, Y.; ADRIAENS, D. Ontogenetic allometries and shape changes in the suckermouth armoured catfish *Ancistrus* cf. *triradiatus* Eigenmann

(Loricariidae, Siluriformes), related to suckermouth attachment and yolk- sac size. **Journal of Fish Biology**, v. 72, n. 4, p. 803-814, 2008.

GOGOLA, T. M.; PIANA, P. A.; DA SILVA, P. R. L.; TOPAN, D. A.; SANCHES, P. V. Fish reproductive activity reveals temporal variations predominating spatial heterogeneity in maintaining high functional diversity of a Neotropical reservoir. **Ecology of Freshwater Fish**, v.1, n.1, p. 1-10, 2021.

HECHT, T.; PIENAAR, G. A. Review of cannibalism and its implications in fish larviculture. **J. World Aquac. Soc.**, v.24, p. 247-261, 1993.

HUBBS, C. L. Terminology of early stages of fishes. **Copeia**, v. 1943, n. 4, p. 260-260, 1943.

HUET, Marcel; TIMMERMANS, J. A. **Tratado de Piscicultura**. Madrid: Mundi-prensa, 1983.

INOUE, L. A. K. A.; AFONSO, L. O. B.; IWAMA, G. K.; MORAES, G. Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. **Acta Amazonica**, v. 35, n.2, p. 289-295, 2005.

JUMAWAN, J. C.; HERRERA, A. A.; VALLEJO, B. Embryonic and larval development of the suckermouth sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* from Marikina River, Philippines. **EurAsian Journal of BioSciences**, v. 8, 2014.

KALUZA, M. Breeding *Pseudacanthicus pitanga* (L 24). **BSSW-REPORT**, v. 33, n. 2, p. 20-31, 2021.

KOVÁČ, V.; COPP, G. H.; FRANCIS, M. P. Morphometry of the stone loach, *Barbatula*: do mensural characters reflect the species' life history thresholds? **Environmental Biology of Fishes**, v. 56, n. 1, p. 105-115, 1999.

LEIS, J. M. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. **Bulletin of Marine Science**, v. 53, n. 2, p. 362-392, 1993.

LEIS, J. M., TRNSKI, T. **The larvae of Indo-Pacific Shore Fishes**. Sydney and Honolulu: New South Wales University Press and University Hawaii Press, 1989.

LIMA, D. L. G.; CAJADO, R. A.; SILVA, L. V. F. MAIA, J. L. dos S.; ZACARDI, D. M. Descrição morfológica do desenvolvimento inicial de *Brycon amazonicus* (Characiformes, Bryconidae) do Baixo Amazonas, Pará. **Biota Amazônia**, v. 11, n. 1, p. 60-67, 2021.

LOPES, T. M.; OLIVEIRA F. G.; BIALETZKI A.; AGOSTINHO A. A. Early development in the mouth-brooding cichlid fish *Satanoperca pappaterra* (Perciformes: Cichlidae). **Revista de biologia tropical**, v. 63, n. 1, p. 139-153, 2015.

LUZ, R. K.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; FERREIRA, A. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. **Bol. Inst. Pesca**, v.27, n. 1, p. 49-55, 2001.

MARQUES, C.; NAKAGHI, L. S. O.; FAUSTINO, F.; GANECO, L. N.; SENHORINI, J. A. Observation of the embryonic development in *Pseudoplatystoma coruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) under light and scanning electron microscopy. **Zygote**, v. 16, n. 4, p. 333-342, 2008.

MUGGEO, V.M.R. Segmented: An R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships. **R news**, v. 8, n. 1, p. 20-25, 2008.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. & PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. EDUEM: Maringá-PR, 2001.

OLIVEIRA, C. C. de; SUZUKI, M. A. de L.; OLIVEIRA, L. S. de; ZACARDI, D. M. Description of the initial development and temporal distribution of *Microphilypnus tapajosensis* larvae and juveniles in a reservoir in the Eastern Amazon. **Ciência e Natura**, v. 42, p. e49, 2020.

OLIVEIRA, F. G. D.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; SANTIN, M.; TAGUTI, T. L. Desenvolvimento larval de *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 102, n. 1, p. 62-70, 2012.

OLIVEIRA, L. S.; CAJADO, R. A.; SILVA, F. K.; BIALETZKI, A.; ZACARDI, D. M. Larval development of the freshwater croaker *Pachypops fourcroyi* (La Cépède 1802) (Perciformes: Sciaenidae). **Journal of Fish Biology**, p. jfb.14894, 2021.

ORSI, M. L.; ALMEIDA, F.S.; SWARÇA, A.C.; CLARO-GARCIA, A; VIANNA, N. C.; GARCIA, D. A. Z.; BIALETZKI, A. **Ovos, larvas e juvenis dos peixes da Bacia do Rio Paranapanema uma avaliação para a conservação**. Triunfal Gráfica e Editora, Duke Energy: Assis-SP, 2016.

PARRA, J. E. G.; NETO, J. R.; VEIVERBERG, C. A.; LAZZARI, R.; BERGAMIN, G. T.; PEDRON, F. de A.; ROSSATO, S.; SUTILI, F. J. Alimentação de fêmeas de Jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento embrionário e larval. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1-13, 2008.

PEZZUTI, J.; CARNEIRO, C.; MANTOVANELLI, T.; GARZÓN, B. R. Xingu, o rio que pulsa em nós: monitoramento independente para registro de impactos da UHE Belo Monte no território e no modo de vida do povo Juruna (Yudjá) da Volta Grande do Xingu. **São Paulo: Instituto Socioambiental**, 2018.

PEÑA, R.; DUMAS, S. Development and allometric growth patterns during early larval stages of the spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Percoidei: Serranidae). **J. Fish Biol.**, v. 67, p. 640-661, 2009.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; LOPES, C. A.; MASSARO, M. V.; HARTMANN, P. B.; SULZBACHER, R.; SANTOS, J. A.; BIALETZKI, A. State of the art of identification of

eggs and larvae of freshwater fish in Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 32, p. e6. 2020.

REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E.; ESQUIVEL, J. R. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.26, p. 67-71, 2004.

RIZZO, E.; SATO, Y.; BARRETO, B. P.; GODINHO, H. P. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. **Journal of Fish Biology**, v. 61, n. 3, p. 615-632, 2002.

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

SANTOS, G. M. dos; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus-AM: IBAMA, PróVárzea, 2006.

SANTOS, J. A. dos; SOARES, C. M.; BIALETZKI, A. Early ontogeny of yellowtail tetra fish *Astyanax lacustris* (Characiformes: Characidae). **Aquaculture Research**, v. 51, n. 10, p. 4030-4042, 2020.

SILVA, F. K. S.; CAJADO, R. A.; OLIVEIRA, L. S.; RIBEIRO, F. R. V.; ZACARDI, D.M. Ontogeny cedo de *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840 (Siluriformes: Pimelodidae): Bagre neotropical. **Zootaxa**, v. 4948, p. 83-98, 2021.

SOARES, G. M.; COSTA, E. L.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; ANJOS, H. D. B.; YAMAMOTO, K. C.; FREITAS, C.E.C. **Peixes de lagos do Médio Rio Solimões**. Manaus-AM: EDUA, 2008.

STRYKOWSKI, J. L.; SCHECH, J. M. Effectiveness of recommended euthanasia methods in larval Zebrafish (*Danio rerio*). **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**, v. 54, n. 1, p. 81-84, 2015.

TAYLOR, W.R.; VAN DYKE, G.C. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. **Cybium (Paris)**, v. 9, n. 2, p. 107-119, 1985.

TERMVIDCHAKORN, A.; HORTLE, K. G. A guide to larvae and juveniles of some common fish species from the Mekong River Basin. **MRC Technical Paper**, v. 38, p. 1-235, 2013.

ZACARDI, D. M.; BITTENCOURT S. C. S.; Caracterização morfológica de larvas de peixes capturadas no complexo estuarino dos rios Pará e Paracauarí (estado do Pará-Brasil). **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 2, p. 92-116, 2017.

ZACARDI, D. M.; SANTOS, J. A. D.; OLIVEIRA, L. S. D.; CAJADO, R. A.; POMPEU, P. S. Ichthyoplankton studies as referential for the management and monitoring of fishery resources in the Brazilian Amazon basin. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 32, p. e203, 2020.