



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FERNANDO MASSAYUKI ASSEGA

**DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO E OSTEOLÓGICO  
DE LARVAS E JUVENIS DE *Lophosilurus alexandri*  
Steindachner, 1877 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), DA  
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

FERNANDO MASSAYUKI ASSEGA

**DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO E OSTEOLÓGICO  
DE LARVAS E JUVENIS DE *Lophiosilurus alexandri*  
Steindachner, 1877 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), DA  
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta.

Londrina  
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

A844d Assega, Fernando Massayuki.

Desenvolvimento morfológico e osteológico de larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), da Bacia do Rio São Francisco / Fernando Massayuki Assega. – Londrina, 2013.

117 f. : il.

Orientador: Oscar Akio Shibatta.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2013.

Inclui bibliografia.

1. Bagre (Peixe) – Morfologia – Teses. 2. Ontogenia – Teses. 3. Peixe – Crescimento – Teses. 4. São Francisco, Rio, Bacia – Teses. I. Shibatta, Oscar Akio. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 597.554.4

FERNANDO MASSAYUKI ASSEGA

**DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO E OSTEOLÓGICO DE  
LARVAS E JUVENIS DE *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877  
(Siluriformes: Pseudopimelodidae), DA BACIA DO RIO SÃO  
FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. José Luís Olivan Birindelli  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Andréa Bialetzki  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Londrina, 27 de fevereiro de 2013.

“De tudo, ficaram três coisas:  
A certeza de que estamos sempre começando...  
A certeza de que precisamos continuar...  
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...  
Portanto, devemos:  
Fazer da interrupção, um novo caminho...  
Da queda, um passo de dança...  
Do medo, uma escada...  
Do sonho, uma ponte...  
Da procura, um encontro...”

Fernando Pessoa

“A pior maneira de não chegar a determinado lugar é pensar que já está lá”.

*Desconhecido*

“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende”

João Guimarães Rosa



Foto: José Luís Oliven Birindelli

**Dedico:**

**Às pessoas que sempre acreditaram em mim,  
sempre com apoio e paciência em todos os momentos:  
os meus pais e a Helô, minha grande companheira.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus...

Aos meus pais, Nelson Nobuyuki Assega e Maria Sumiko Assega, pelo apoio e incentivo na minha educação; pelo exemplo que são para mim; e por poder me ajudar na realização desse sonho de ser biólogo e futuro pesquisador;

À Heloíse do Nascimento Taketa, por sempre estar ao meu lado, cobrando nas horas que eu tinha que ser cobrado, companheira e confidente nos momentos de alegria e de desespero;

Ao meu orientador professor Doutor Oscar Akio Shibatta pela amizade, paciência e ensinamento no dia-a-dia, por ter contribuído em todo o conhecimento científico que adquiri ao longo desses anos, por sempre acreditar em mim desde a graduação e propor esse estudo;

À professora Doutora Andréa Bialecki por ter aceito ser membro da banca de defesa, ter aberto as portas de seu laboratório para esclarecer várias dúvidas ao longo do mestrado em relação à descrição dos estágios larvais, por ter ministrado um treinamento sobre triagem e caracterização de ictioplâncton e pela amizade criada ao longo desse período;

Ao professor Doutor José Luís Oliván Birindelli por aceitar ser membro da banca de defesa, pelo aprendizado durante a sua disciplina da pós-graduação, pela amizade e os vários conselhos e dicas sobre a dissertação e pelas conversas diárias na hora do cafezinho;

Ao professor Doutor Mário Luís Orsi por ter aceito ser membro da banca de defesa, pela amizade que se tornou maior durante esses anos no MZUEL, pelas várias conversas, conselhos e ensinamentos, além de escutar todas as reclamações no dia-a-dia com muita paciência e sempre com bom humor;

À professora Doutora Maristela Cavicchioli Makrakis por ter aceito ser membro da banca de defesa;

À professora Doutora Sirlei Terezinha Bennemann pelo empréstimo da pinça, essencial a dissecação dos exemplares para a análise osteológica.

À bióloga Msc Tatiana Leika Taguti, mesmo estando longe, sempre esteve disposta a ajudar e auxiliou na estatística usada no presente trabalho;

À Viviana Torres por ter me ajudado e tirado várias dúvidas sobre a estatística;

Ao amigo Gabriel da Costa e Silva pelas importantes sugestões no trabalho e nas confecções dos desenhos;

Aos amigos do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL) Diego Azevedo Zoccal (Harry), Alexandre Claro Garcia (Alex), Lídia Costa, Vitor Pimenta Abrahão

pelos momentos de descontração e pelas sugestões no trabalho. A Priscila Montes e ao Alexandro Costa (Coruja ou Xandy) pelas várias conversas no dia-a-dia;  
Edson Santana e Aparecido de Souza pelas viagens até Maringá, pelas conversas no dia-a-dia, por estarem sempre prontos para me ajudar, pelos momentos de descontração e amizade;  
A turma de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina;  
A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante esses dois anos;  
À Universidade Estadual de Londrina (UEL) pelo apoio logístico;  
A todas as pessoas que colaboraram para que este trabalho fosse concluído, seja com a sua amizade, com a descontração ou na parte teórica e experimental, nas correções e sugestões.

Muito Obrigado.

ASSEGA, F. M. **Desenvolvimento morfológico e osteológico de larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Siluriformes: Pseudopimelodidae), da bacia do Rio São Francisco** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina.

## RESUMO

Esta dissertação foi dividida em três capítulos, o primeiro trata da introdução geral que vai abordar brevemente as características dos Siluriformes e algumas ferramentas úteis para a taxonomia de exemplares nos períodos larvais e juvenil. O segundo capítulo teve como objetivo acompanhar o desenvolvimento morfológico do pacamã, *Lophiosilurus alexandri*, desde o período larval até o período juvenil, por meio de descrições anatômicas, e observar o modo de crescimento dos estágios larvais e juvenil, ao longo do seu desenvolvimento esquelético, por meio de modelos analíticos de regressão. O terceiro capítulo tratou de descrever o desenvolvimento esquelético do *L. alexandri* e, para isso, foram diafanizados e dissecados exemplares nos períodos larvais e juvenil, para observar o modo de desenvolvimento de suas estruturas, nesse estudo foram analisados o crânio, as nadadeiras pares e ímpares.

**Palavras chave:** Ontogenia. Pacamã. Siluriformes. Crescimento. Bagres.

ASSEGA, F. M. **Morphological development and osteological larvae and juvenile of *Lophiosilurus alexandri* steindachner, 1877 (siluriformes: pseudopimelodidae), from the são francisco river basin** Dissertation (Biological Sciences). Universidade Estadual de Londrina. p

### **ABSTRACT**

This thesis is divided into three chapters, the first one is the general introduction which will briefly discuss the characteristics of Siluriformes and some useful tools for taxonomy of specimens in the larval and juvenile periods. The second chapter aimed to survey the morphological development of *Lophiosilurus alexandri* from the larval period until the juvenile period, through anatomical descriptions, and observe the mode of growth of larval and juvenile stages, throughout their skeletal development through regression analytical models. The third chapter tried to describe the skeletal development of *L. alexandri* for that diaphanized were dissected specimens and in larval and juvenile periods, to observe the mode of development of their structures, this study analyzed the skull, paired and unpaired fins.

**Keywords:** Ontogeny. Pacamã. Siluriformes. Growth. Catfishes.

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2

- Figura 1** - Medidas morfológicas *Lophiosilurus alexandri* (MZUEL: 1780, Comprimento padrão: 167,17 mm): 1) Comprimento padrão (CP); 2) Comprimento da cabeça (CC); 3) Comprimento do focinho (CF); 4) Distância pré-peitoral (DPP); 5) Distância pré-dorsal (DPD); 6) Distância pré-pélvica (DPV); 7) Distância pré-anal (DPA); 8) Altura do pedúnculo caudal (APC); 9) Diâmetro do olho (DO); 10) Comprimento do primeiro raio da nadadeira pélvica (CPRV); 11) Comprimento da base da nadadeira dorsal (CBD); 12) Comprimento do acúleo da nadadeira dorsal (CPRD); 13) comprimento da base da nadadeira anal (CBA); 14) comprimento do acúleo da nadadeira peitoral (CPRP); 15) comprimento do pedúnculo caudal (CPC); 16) distância interorbital (DIO); 17) Comprimento do barbilhão maxilar (CBMX); 18) comprimento do barbilhão mentoniano externo (CBME) e 19) interno (CBMI); 20) Largura do corpo (LC); 21) Distância interventral (DINT); 22) altura do corpo (ACO) e 23) altura da cabeça (AC) ..... 26
- Figura 2** - Estágios de desenvolvimento de *Lophiosilurus alexandri*. A) Larval vitelínico; B) Início de flexão; C) Final de flexão; D) Início de pós-flexão; E) Final de pós-flexão; F) Juvenil ..... 38

### Capítulo 3

- Figura 1** - Vista dorsal do crânio de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (13 dias), CP= 11,5 mm; b) estágio de pós-flexão (42 dias), CP=15,0 mm; c) período juvenil (60 dias), CP=28,1 mm. (EPB: Barra epifisiária; EXO: Exoccipital; FON: Fontanela; FRO: Frontal; IO-I: Infra-orbital I; IO-II: Infra-orbital II; IO-III: Infra-orbital III; LAC: Lacrimal; MAX: Maxilar; MES: Mesetmóide; NAS: Nasal; PT: Processo transcapular; PTO: Pterótico; SCL: Pós-têmporo-supracleitro; SOC: Parieto-supra-occipital); SPH: Esfenótico) ..... 61

- Figura 2** - Sequência de desenvolvimento do crânio (vista dorsal) de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 62
- Figura 3** - Vista ventral do crânio de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (13 dias), CP= 11,5 mm; b) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; c) período juvenil (60 dias), CP=28,1 mm (BOC: Basioccipital; EPB: Barra epifisiária; EXO: Exoccipital; FON: Fontanela; FRO: Frontal; LAC: Lacrimal; LE: Etmóide lateral; MAX: maxilar; MES: Mesetmóide; NAS: Nasal; PAL: Autopalatino; OSP: Órbitosfenóide; PAW: Parapófises do aparato de Weber; PRO: Pró-ótico; PSP: Paraesfenóide; PT: Processo transcapular; SCL: Pós-têmporo-supracleitro) ..... 66
- Figura 4** - Equência de desenvolvimento do crânio (vista ventral) de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 66
- Figura 5** - Arco Hióide (Fig. 5.a a Fig. 5.c) e complexo hiobranquial (Fig. 5.d a 5.f) de *Lophiosilurus alexandri*. a) estágio de pós-flexão 13 dias. CP=11,5 mm; b) estágio de pós-flexão 42 dias. CP=15,0 mm; c) juvenil (60 dias), CP= 28,0mm; d) estágio de pós-flexão 13 dias. CP= 11,5 mm; e) estágio de pós-flexão 42 dias. CP=15,0 mm; f) período juvenil (60 dias), CP= 28,0mm (BB: Basibraquial; CB: Ceratobranquial; CHA: Cerato hial anterior; CHP: Cerato hial posterior; EB: Epibranquial; FB: Faringo branquial; HB: Hipobranquial; HID: Hipial dorsal; HIV: Hipial ventral; ITH: Inter-hial; P: Parurohial; PDF: Placa dentígera faringo-branquial; RB: Rastros branquiais; RQB: Raios branquiostégios) ..... 72

- Figura 6** - Sequência de desenvolvimento do complexo hiobranquial de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 73
- Figura 7** - Nadadeira peitoral de *Lophiosilurus alexandri*, a) estágio de pós-flexão (9 dias) CP= 11,1 mm; b) estágio de pós-flexão (15 dias) CP= 10,1 mm; c) estágio de pós-flexão (30 dias), CP= 10,7 mm; d) período juvenil, 60 dias. CP=28,1 mm. (ACP: Acúleo da nadadeira peitoral; CLE: Cleitro; COR: Coracóide; MCO: Mesocoracóide; PDP: Processo dorsal do cleitro; PP: Processo posterior da nadadeira peitoral; PRP: Radiais proximais da nadadeira peitoral; QC: Quilha do coracóide; RPI: Raios da nadadeira peitoral) ..... 77
- Figura 8** - Sequência de desenvolvimento da nadadeira peitoral de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 78
- Figura 9** - Nadadeira pélvica de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (19 dias), CP= 11,2 mm; b) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; c) período juvenil (60 dias), CP= 28,1mm. (BAS: Basiptérigio; PAE: Processo anterior externo; PAI: Processo anterior interno; PPL: Processo lateral da nadadeira pélvica; PPP: Processo posterior da nadadeira pélvica; RPL: Raios da nadadeira pélvica) ..... 80
- Figura 10** - Sequência de desenvolvimento da nadadeira pélvica de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 81

- Figura 11** -Nadadeira caudal e anal de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (9 dias), CP=11,1 mm.; b) estágio de pós-flexão (15 dias), CP= 10,1 mm.; c) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; d) período juvenil (60 dias), CP= 28,0 mm.. (DRA: Radiais distais da nadadeira anal; EP: Epural; HY1: Hipural 1; HY2: Hipural 2; HY3: Hipural 3; HY4: Hipural 4; HY: hipural 5; PH: Paripural; PNP: Processo neural especializado; PRA: Radiais proximais da nadadeira anal; UR: Uroneural) ..... 84
- Figura 12** -Sequência de desenvolvimento da nadadeira caudal de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 85
- Figura 13** -Nadadeira dorsal de *Lophiosilurus alexandri*, a) estágio de pós-flexão (6dias), CP= 10,0mm; b) estágio de pós-flexão (24dias), CP= 10,8mm.; c) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; d) período juvenil (56 dias), CP=19,1 mm. (ACD: Acúleo da nadadeira dorsal; DRD: Radiais distais da nadadeira dorsal; PRD: Radiais proximais da nadadeira dorsal; RD: Raios da nadadeira; TR: Trava da nadadeira dorsal) ..... 88
- Figura 14** -Sequência de desenvolvimento da nadadeira dorsal de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada ..... 88
- Figura 15** -Sequência de desenvolvimento da nadadeira anal de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada. Formas geométricas utilizadas para nominar alguns caracteres .....90

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

- Tabela 1** - Diferente estágio de desenvolvimento (Larval vitelínico, Flexão, Pós-flexão, Juvenil), número de exemplares analisados, idade (dias), data de coleta e o número de tombo de *Lophiosilurus alexandri* utilizados para avaliar as modificações morfológicas e as formas de crescimento ..... 36
- Tabela 2** - Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (DP) das variáveis morfométricas em mm obtidas em larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. (n, número de indivíduos analisados; LV: larval vitelino; FL: flexão; PF: pós-flexão; JUV: juvenil)..... 36
- Tabela 3** - Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (DP) das variáveis morfométricas em proporção obtidas em larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. (n, número de indivíduos analisados; LV: larval vitelino; FL: flexão; PF: pós-flexão; JUV: juvenil)..... 37
- Tabela 4** - Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (DP) das variáveis merísticas obtidas em larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. LV: larval vitelino; FL: flexão; PF: pós-flexão; JUV: juvenil)..... 38
- Tabela 5** - Resultados das regressões linear, quadrática e “piecewise”, obtidas por meio das variáveis morfométricas de larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri* ( $R^2$  = coeficiente de determinação, L = regressão linear, Q = regressão quadrática, S = regressão “piecewise”, MM = melhor modelo, PQ = ponto de quebra, a e b = parâmetros das regressões (a= coeficiente angular e b= coeficiente linear), P = valor de P) ..... 39

### Capítulo 3

- Tabela 1** - Diferente estágio de desenvolvimento (Larval vitelínico, Flexão, Pós-flexão, Juvenil), número de exemplares analisados, idade (dias), data de coleta e o número de tombo de *Lophiosilurus alexandri* utilizados para avaliar as modificações osteológicas ..... 53

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>15</b>
Introdução geral.....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>21</b>
Caracterização das fases iniciais do desenvolvimento de <i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1877 (Siluriformes, Pseudopimelodidae) da bacia do rio São Francisco, Brasil .....	21
<b>Abstract</b> .....	<b>22</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>22</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>23</b>
<b>Material e métodos</b> .....	<b>24</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>27</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>40</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>42</b>
<b>Literatura citada</b> .....	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>49</b>
DESENVOLVIMENTO ESQUELÉTICO DE PACAMÃ, <i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1877 (PSEUDOPIMELODIDAE, SILURIFORMES) DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO .....	49
<b>Resumo</b> .....	<b>50</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>50</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>50</b>
<b>Material e métodos</b> .....	<b>52</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>53</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>90</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>93</b>
<b>Referências</b> .....	<b>93</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>97</b>
<b>Anexo A</b> - Norma de submissão ao periódico Neotropical Ichthyology .....	98
<b>Anexo B</b> - Norma de submissão ao periódico Journal of Morphology .....	106

## **CAPÍTULO 1**

### Introdução geral

Artigo formatado nas normas da ABNT e não será submetido à publicação

## INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes representam aproximadamente 50% dos vertebrados, englobando cerca de 28.000 espécies (NELSON, 2006) que ocupam diversos ambientes aquáticos. Segundo Nelson (2006), aproximadamente 96% das espécies de peixes são teleósteos, dos quais 13.000 espécies são encontradas em ambientes de água doce (LÉVEQUÈ *et al.*, 2008).

A região neotropical, que inclui a América do Sul, possui a mais diversificada fauna de peixes de água doce conhecida, com cerca de 4.475 espécies válidas e mais de 6.000 espécies nominais (REIS *et al.*, 2003). O Brasil, por possuir a maior rede hidrográfica do mundo, detém também o título de país com a maior riqueza de espécies de peixes de água doce, com mais de 2.400 espécies (BUCKUP *et al.*, 2007).

A ordem Siluriformes é composta por 36 famílias, 478 gêneros e aproximadamente 3.093 espécies (FERRARIS, 2007) e são encontradas nas principais bacias hidrográficas da América do Sul (OYAKAWA *et al.* 2006), e com fósseis na Antártica (GRANDE; EASTMAN, 1986). Moyle; Cech (2004) consideram que na América do Sul ocorrem 14 famílias e 64% das espécies de Siluriformes.

Os Siluriformes são distintos da maioria dos peixes de água doce por apresentarem o hábito predominante noturno, não dependendo somente da visão, mas sim de outras adaptações morfológicas (CUNHA, 2008). Entre algumas das modificações relacionadas à baixa luminosidade, pode-se destacar: os olhos geralmente reduzidos, aparato sensorial bem desenvolvido com um a quatro pares de barbilhões (um nasal, um maxilar e dois mentonianos) ao redor da boca (NELSON, 2006), e corpo deprimido dorsoventralmente em algumas espécies (NAKATANI *et al.*, 2001).

De acordo com Shibatta (2003), a família Pseudopimelodidae tem ampla distribuição na América do Sul e, segundo Birindelli; Shibatta (2011), é constituída por 30 espécies válidas e seis gêneros.

O gênero *Lophiosilurus* Steindachner, 1877 é monotípico, e apresenta somente a espécie *Lophiosilurus alexandri*, conhecida com o nome comum de nhiquin-pacamã, pacamã ou pacamão (NAKATANI *et al.*, 2001). É uma espécie endêmica da bacia do rio São Francisco, piscívora, sedentária, podendo eventualmente ser observada enterrada no fundo arenoso dos rios (SATO; GODINHO, 1999). O seu peso corporal pode alcançar até 8 kg (SATO; GODINHO, 1999). Essa espécie está em extinção na barragem da região de Três Marias, pois raramente é capturada.

*Lophiosilurus alexandri*, possui a cabeça e o corpo distintamente achatados, acúleo da nadadeira peitoral com serras proeminentes, tanto na margem anterior quanto na posterior, a nadadeira dorsal contém um acúleo curto e forte e a nadadeira caudal possui os raios medianos alongados.

Apesar da abundância, diversidade e importância econômica de muitas espécies da ordem Siluriformes, há uma surpreendente e lamentável escassez de informações, especialmente sobre os ciclo de vida e ontogenia inicial (LUNDBERG *et al.*, 2004). Nesse contexto, estudos nas mais diferentes direções devem ser realizados, a começar pela sistemática. Uma ferramenta interessante para a sistemática de peixes, segundo Campello e Bemvenuti (2002), é a morfologia óssea, recurso a mais na delimitação de caracteres diagnósticos específicos, permitindo uma melhor definição dos grupos. Porém, os estudos descritivos da ontogenia e da osteologia dos peixes Neotropicais ainda são escassos ou incompletos.

O estudo do esqueleto é de grande importância, pois compreende um enorme conjunto de caracteres disponíveis para as análises filogenéticas, sendo que tem se mostrado importante pelo fato de, muitas vezes, ser uma das únicas fontes de caracteres morfológicos utilizáveis no estabelecimento de relações filogenéticas e delimitações taxonômicas (CASTRO, 1984).

O estudo das fases iniciais do ciclo de vida dos peixes também é essencial para a ictiologia e para a biologia pesqueira (NAKATANI *et al.*, 1997), pois pode ajudar no entendimento da biologia e dinâmicas ecológicas das espécies (CAVICCHIOLI *et al.*, 1997).

De acordo com Nakatani *et al.* (1997), o elevado número de espécies, aliado à grande similaridade morfológica, carência de chaves adequadas, guias, descrições e literatura comparativa, são fatores agravantes para a identificação de larvas de peixes. Outro desafio na identificação das larvas pode ser atribuído às exigências ecológicas distintas que o adulto e a larva apresentam, já que podem ser considerados eco-espécies diferentes, apresentando particularidades de alimentação, habitat e comportamento. Essas diferenças são atribuídas a mudanças ontogenéticas, algumas relacionadas diretamente ao desenvolvimento da forma adulta e outros para uma especialização no plâncton (CAVICCHIOLI *et al.*, 1997).

De acordo com Huysentruyt *et al.* (2008), muito pouco se sabe sobre a ontogênese do esqueleto. O completo conhecimento anatômico da ontogênese é de fundamental importância para a compreensão das tendências funcionais durante o desenvolvimento precoce, uma vez que os organismos devem ser funcionais em cada momento, inclusive em suas fases iniciais (FUKUHARA, 1992; KOUMOUNDOUROS *et al.*, 2001a, b; GEERINCKX *et al.*, 2005).

A comparação das diferenças e semelhanças das sequências ontogenéticas fornece informações adicionais sobre os processos evolutivos que conduziram até a diversificação das espécies (HUYSENTRUYT *et al.*, 2008). Em suma, o estudo do desenvolvimento ontogenético em peixes neotropicais é um nicho pouco ocupado e que ainda necessita de muitas pesquisas.

O presente estudo teve como objetivo analisar e descrever a morfologia e a osteologia das larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*, peixe endêmico da bacia do rio São Francisco, a fim de contribuir com a taxonomia da família Pseudopimelodidae.

## REFERÊNCIAS

- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S., **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 195p. 2007.
- CAMPELLO, F. D.; BEMVENUTI, M. A. dos. Diferenciação morfométrica e osteológica entre *Ramnogaster arcuata* (Jenyns) e *Platanichthys platana* (Regan) (Teleostei, Clupeidae) **Revista Brasileira de Zoologia**. 19: 757 - 766, 2002
- CASTRO, R. M. C. Osteologia e Relações Filogenéticas de *Engraulisoma taeniatum* Castro, 1981 (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, 162p., 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**, Alemanha. v. 8, n. 2, p. 97-106, 1997.
- CUNHA, J. M. Biodiversidade e sistemática molecular de Phreatobiidae (Ostariophysi, Siluriformes)- com uma proposta sobre sua posição filogenética em Siluriformes e uma discussão sobre a evolução do hábito subterrâneo. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 144p., 2008.
- FERRARIS, C. J.. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes, Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**. v.1418, p.1- 628, 2007.
- FUKUHARA, O. 1992. Study on the development of functional morphology and behaviour of the larvae of eight commercially valuable teleost fishes. Contributions to the fisheries researches in the Japan Sea Block, 25: 1–122.
- GRANDE, L.; J. T. EASTMAN. 1986. A review of antarctic ichthyofaunas in the light of new fossil discoveries. **Palaeontology**, 29: 113-137.
- GEERINCKX, T; BRUNAIN, M; ADRIENS, D. 2005. Development of the chondrocranium in the suckermouth armored catfish *Ancistrus* cf. *triradiatus* (Loricariidae, Siluriformes). **Journal of Morphology**, 266: 331–355.
- HUYSENTRUYT, F.; BRUNAIN, M.; ADRIENS, D. 2008. Ontogeny of the Chondrocranium in *Corydoras aeneus* (Gill, 1858) (Callichthyidae, Siluriformes) **Journal of Morphology**, 269: 522–532.
- KOUMOUNDOUROS, G; DIVANACH, P; KENTOURI, M. 2001a. Osteological development of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae): Dorsal, anal, paired fins and squamation. **Marine Biology**, 138: 399–406.
- KOUMOUNDOUROS, G *et al.* 2001b. Osteological development of the vertebral column and of the fins in *Diplodus sargus* (Teleostei: Perciformes: Sparidae). **Marine Biology**, 139: 853–862.
- LÉVEQUÈ, C.; OBERDORFF, T.; PAUGY, D.; STIASSNY, M. L. J.; TEDESCO, P. A. 2008. Global diversity of fishes (Pisces) in freshwater. **Hidrobiologia**, 595: 545-567.

LUNDBERG, J.G.; BERRA, T. M.; FRIEL, J. P. First description of small juveniles of the primitive catfish *Diplomystes* (Siluriformes: Diplomystidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters.* , v. 15,: 71-82, 2004.

MOYLE, P. B.; CECH Jr, J. J. **Fishes: An Introduction to Ichthyology.** 5 ed. USA; Prentice- Hall, Inc., 2004.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; CAVICCHIOLI, M. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: MORAES, A. E. A., *et al.* **A PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá; Eduem, 1997. p.281

NAKATANI, K. *et al.* 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação.** Maringá, EDUEM. 378p.

NELSON, J.S. **Fishes of the World.** Jonh Wiley and Sons, New York. 601p. 2006.

OYAKAWA, O. *et al.* **Peixes de riachos da Mata Atlântica nas Unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo.** São Paulo; Editora Neotropica, 2006.

REIS, R. E.; KULLANDER S.O.; FERRARIS JUNIOR, C. J. **Check List of Freshwater Fishes of South and Central America.** Edipucrs, 1<sup>a</sup> ed., Porto Alegre, 729p., 2003.

SATO, Y.; GODINHO, H. P.. Peixes da Bacia do Rio São Francisco. In: LOWE-MCCONNELL, R. H. N. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** São Paulo; editora Edusp, 1999, 536p.

SHIBATTA, O. A. 2003. Pseudopimelodidae. In: REIS, R. E; KULLANDER, S.O; FERRARIS JUNIOR, C. J. Checklist of freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. p. 401–405, 2003.

## **CAPÍTULO 2**

### **Caracterização das fases iniciais do desenvolvimento de *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Siluriformes, Pseudopimelodidae) da bacia do rio São Francisco, Brasil**

Artigo formatado nas normas do periódico Neotropical Ichthyology.

Caracterização das fases iniciais do desenvolvimento de *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Siluriformes, Pseudopimelodidae) da bacia do rio São Francisco, Brasil

Characterization of the early stages of development of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Siluriformes, Pseudopimelodidae) from the São Francisco River basin, Brazil.

## ABSTRACT

The goal of this study was to characterize the early development of *Lophiosilurus alexandri* (Pacamã), endemic to the São Francisco River, piscivorous, with sedentary habit and flattened head and body. The specimens were divided into periods of larval (Larval Yolk stages of pre-flexion, flexion and post-flexion) and juvenile. We analyzed 186 specimens in the larval period and 20 juveniles. Larvae presented standard length between 5.7 to 11.2 mm, pigmentation concentrated in the head and parts of body, eyes small and pigmented, short barbels, finfold developed. Juveniles showed the body form similar to adult, with standard lengths between 15.9 to 28.1 mm, depressed head with bony ridges, big mouth, upper eyes, small barbels and pectoral girdle developed. The fin rays were: pectoral 8, dorsal 7, pelvic 6 and anal 11 to 12 rays. Post-flexion stage were the greatest morphometric changes of Pacamã. Of the 23 morphometric variables analyzed, 19 showed piecewise growth type to represent the best statistical model for growth form, whereas only three variables showed linear growth as the best model for the growth form, indicating great changes in body forms along its initial development.

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar o desenvolvimento inicial de *Lophiosilurus alexandri* (Pacamã), espécie endêmica do rio São Francisco, piscívora, com hábito sedentário e o corpo e a cabeça achatada. Os exemplares foram divididos em períodos larval (estágios de pré-flexão, flexão e pós-flexão) e juvenil. Foram analisados 186 exemplares no período larval e 20 juvenis. As larvas apresentaram comprimento padrão entre 5,7 a 11,2 mm, a pigmentação concentrada na região da cabeça e partes do corpo, olhos pequenos e pigmentados, barbilhões curtos, nadadeira primordial desenvolvido. Os juvenis apresentaram a forma do corpo semelhante ao do adulto, com comprimento padrão entre 15,9 a 28,1 mm, cabeça deprimida com cristas ósseas, boca grande e superior, olhos e barbilhões pequenos e a cintura peitoral desenvolvida. Os raios das nadadeiras foram: peitoral 8, dorsal 7, pélvica 6 e anal com 11 a 12 raios. O estágio de pós-flexão foi onde ocorreram as maiores mudanças morfométricas do pacamã. Das 23 variáveis morfométricas analisadas, 19 apresentaram o crescimento do tipo *piecewise* como o melhor modelo estatístico para a forma de crescimento, enquanto que apenas três variáveis apresentaram o crescimento linear como o melhor modelo, indicando grandes mudanças na forma do corpo ao longo do seu desenvolvimento inicial.

Key words: Early development, larvae, juvenile, pacamã, morphological description

## Introdução

Os estudos de ovos e larvas são de grande importância quando se almeja um conhecimento global de espécies de peixes, particularmente nos aspectos relacionados à variação ontogênica na morfologia, crescimento, alimentação, comportamento e mortalidade (Hempel, 1973). Além de possibilitar a obtenção de informações importantes sobre o desenvolvimento inicial das espécies de peixes, também é possível um melhor entendimento das relações entre os organismos e o meio no qual habitam (Galuch *et al.*, 2003).

Estudos que relacionam o tamanho e a forma dos peixes são outro recurso que podem auxiliar na identificação de exemplares tanto aqueles que se encontram no início do desenvolvimento quanto os adultos. Segundo Sanches *et al.* (1999), esses estudos permitem a comparação dos diferentes estágios de desenvolvimento intra e interespecificamente, auxiliando na correta identificação das espécies. No entanto, o conhecimento sobre o desenvolvimento larval de peixes de água doce, sobretudo para espécies neotropicais é muito limitado (Sousa & Severi, 2002), o que resulta em dificuldades na identificação das espécies e no desenvolvimento de estudos ecológicos mais detalhados, completos e confiáveis. Segundo Bialetzki (1998), essa dificuldade pode estar relacionada ao grande número de espécies de peixes de água doce na região Neotropical, de aproximadamente 4.475 espécies válidas (Reis *et al.*, 2003).

Fuiman (1983) destaca, ainda, que a combinação do elevado número de espécies com grande similaridade morfológica e a falta de literatura comparativa, é um fator a mais para agravar esse cenário. Segundo Bialetzki (1998), em razão desses fatores, poucos estudos foram realizados abordando o aspecto ontogenético de peixes no Brasil.

Para a ordem Siluriformes, pode-se destacar os trabalhos para *Pseudoplatystoma fasciatum* (Kossowski & Madrid, 1991), para *Auchenipterus osteomystax* (Bialetzki *et al.*, 2001), para *Pimelodus maculatus* (Luz *et al.*, 2001), para *Hypophthalmus edentatus* (Nakatani

*et al.*, 1998), para *Parauchenipterus galeatus* (Sanches *et al.*, 1999), de para *Rhamdia quelen* (Pereira *et al.*, 2006; Amorim *et al.*, 2008), para *Hypophthalmus fimbriatus* e *H. marginatus* (Oliveira *et al.*, 2008), e para *Lophiosilurus alexandri* (Guimarães-Cruz *et al.*, 2009).

A família Pseudopimelodidae possui ampla distribuição na América do Sul, embora compreenda somente seis gêneros e cerca de 30 espécies (Birindelli & Shibatta, 2011). De acordo com Shibatta (1998), peixes dessa família possuem o porte pequeno a médio, boca larga, olhos pequenos, sem a margem orbital livre e os barbilhões curtos.

*Lophiosilurus alexandri*, conhecido com o nome comum de niquin-pacamã, pacamã ou pacamão (Nakatani *et al.*, 2001), é uma espécie endêmica da bacia do rio São Francisco. De acordo com Tenório (2003), o pacamã é um dos peixes mais apreciados nos mercados das regiões ribeirinhas do rio São Francisco, além de apresentar um bom potencial para o cultivo intensivo, pois a carne tem excelente sabor e consistência (Sato *et al.*, 2006). No entanto, raramente é capturado na porção submédica da bacia do rio São Francisco, o que vem causando diversas reclamações por parte dos pescadores, e é considerado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) como ameaçada de extinção na região do alto rio São Francisco (Tenório, 2003).

Visto a importância socioeconômica e o pouco conhecimento do desenvolvimento esquelético dessa espécie, o presente estudo teve como objetivos: 1) observar as modificações ontogenéticas na anatomia externa do pacamã, por meio de caracteres morfológicos e merísticos em indivíduos no período larval e juvenil; 2) observar o modo de crescimento de cada estágio, ao longo do seu desenvolvimento esquelético, por meio de modelos analíticos de regressão, ao relacionar os seus caracteres morfológicos.

## **Material e métodos**

Os indivíduos nos estágios larvais e juvenil foram obtidos por meio de desovas induzidas de matrizes provenientes do rio São Francisco, realizadas na Estação de Piscicultura

de Três Marias (Minas Gerais), no qual as amostras foram coletadas entre o período de outubro de 1995 a fevereiro de 1996, a partir da fecundação, e foram fixadas em solução de formol a 4%, tamponado com carbonato de cálcio para sua preservação e posterior análise morfológica.

Para o presente estudo, os indivíduos foram primeiramente separados por idade, expresso em dias e, em seguida, os indivíduos foram identificados e separados em período larval e juvenil. O período larval foi classificado em três estágios: larval vitelínico, flexão e pós-flexão, de acordo com o grau de flexão da notocorda e o desenvolvimento da nadadeira caudal e os seus elementos de suporte, de acordo com Ahlstrom & Ball (1954); Kendall *et al.* (1984), modificado por Nakatani *et al.* (2001).

Os juvenis foram caracterizados pela completa formação e segmentação dos raios das nadadeiras (Nakatani *et al.*, 2001).

Para cada estágio de desenvolvimento foram feitas ilustrações que descrevem as principais mudanças morfológicas (Fig. 1), com o auxílio de uma câmara clara. Mais de uma ilustração foi feita para cada estágio em que houve alterações bruscas na morfologia.

Os dados morfométricos do período juvenil foram obtidos com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e para medir os exemplares nos estágios larvais foi utilizada uma ocular micrométrica acoplada a um microscópio estereoscópico.

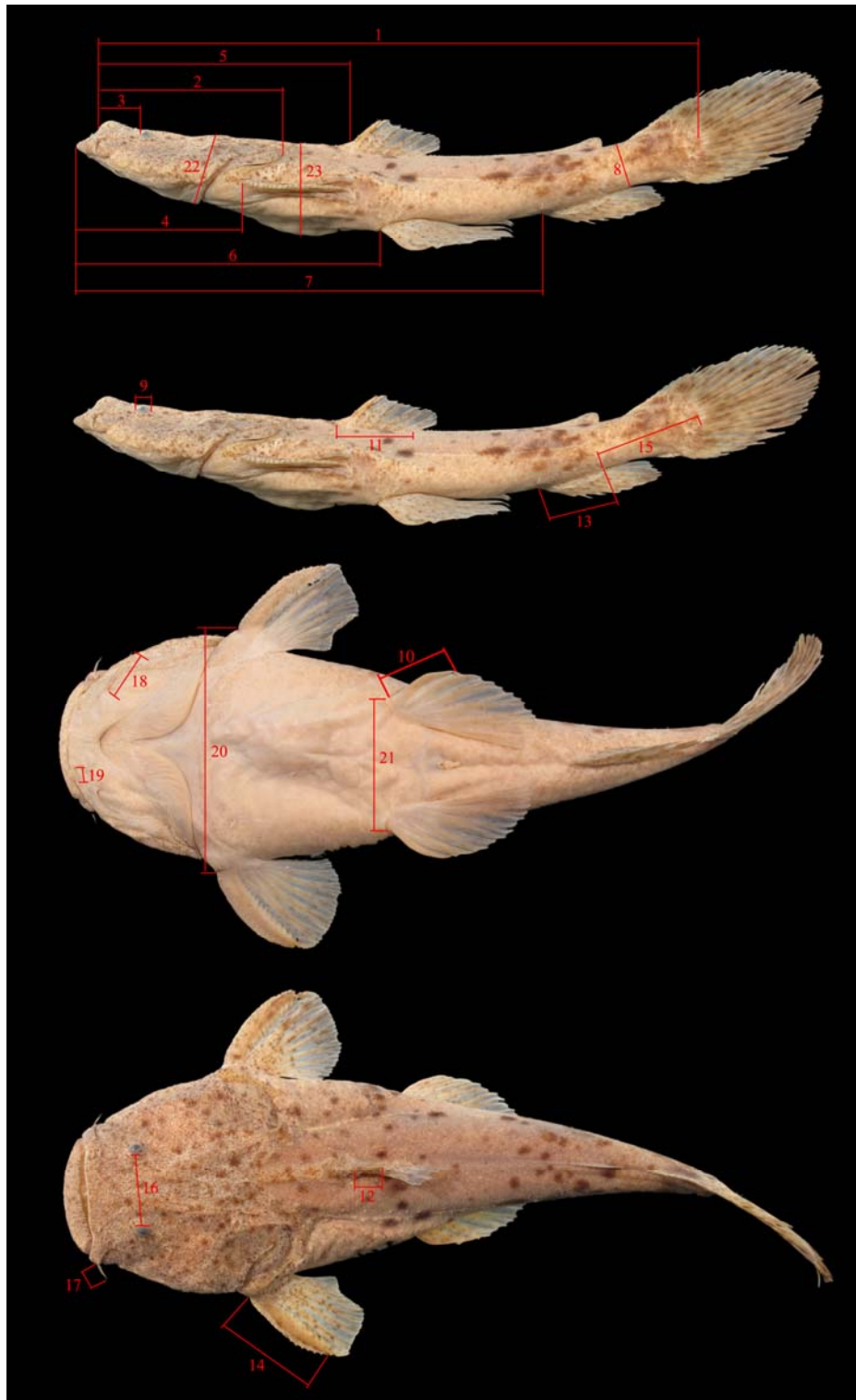


Fig. 1. Medidas morfológicas *Lophiosilurus alexandri* (MZUEL: 1780, Comprimento padrão: 167,17 mm): 1) Comprimento padrão (CP); 2) Comprimento da cabeça (CC); 3) Comprimento do focinho (CF); 4) Distância pré-peitoral (DPP); 5) Distância pré-dorsal (DPD); 6) Distância pré-pélvica (DPV); 7) Distância pré-anal (DPA); 8) Altura do pedúnculo caudal (APC); 9) Diâmetro do olho (DO); 10) Comprimento do primeiro raio da nadadeira pélvica (CPRV); 11) Comprimento da base da nadadeira dorsal (CBD); 12) Comprimento do acúleo da nadadeira dorsal (CPRD); 13) comprimento da base da nadadeira anal (CBA); 14) comprimento do acúleo da nadadeira peitoral (CPRP); 15) comprimento do pedúnculo caudal (CPC); 16) distância interorbital (DIO); 17) Comprimento do barbilhão maxilar (CBMX); 18) comprimento do barbilhão mentoniano externo (CBME) e 19) interno (CBMI); 20) Largura do corpo (LC); 21) Distância interventral (DINT); 22) altura do corpo (ACO) e 23) altura da cabeça (AC).

As medidas relacionadas ao corpo foram apresentadas como proporção do comprimento padrão, e as da cabeça, em relação ao comprimento da cabeça. Para as relações da altura do corpo, comprimento da cabeça e diâmetro do olho, utilizou-se o critério biométrico proposto por Leis & Trnsk (1989).

Para analisar as formas de crescimento entre as variáveis dependentes (variáveis morfométricas) e as variáveis independentes (comprimentos padrão e comprimento da cabeça), foi utilizado o modelo proposto por Kovač *et al.*, (1999), no qual a forma de crescimento pode ser linear, quadrática ou linear por partes, sendo esta última também chamada de “piecewise”, caracterizado pela presença de pontos de quebra que refletem diferentes taxas de crescimento (sendo  $a_1$  o coeficiente angular e o  $a_2$  o coeficiente linear).

Para selecionar o melhor modelo de crescimento para cada variável morfométrica em relação às variáveis independentes, utilizou-se o Teste de Fisher (F), em nível de significância de 0,05.

A merística foi tomada, quando possível, pela contagem dos números de raios das nadadeiras peitoral, ventral, dorsal e anal, e dos miômeros totais, pré e pós-anal.

Os exemplares utilizados no presente estudo estão tombados e depositados na coleção de peixes do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL) (Tabela 1).

## **Resultados**

No presente estudo foram analisados 206 indivíduos, sendo 186 no período larval (24 em estágio larval vitelínico, 21 em flexão e 141 em pós- flexão) e 20 no período juvenil (Tabela 1). O estágio de pré-flexão, que compreende o início da alimentação exógena até o início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal (Nakatani *et al.*, 2001), está ausente em *L. alexandri*, pois logo após o final do estágio larval vitelínico, os hipurais já estavam formados. A descrição de cada estágio é apresentada a seguir.

## Período Larval

### Estágio Larval vitelínico

Este estágio compreende o momento em que a larva eclode até o início da absorção do vitelo armazenado no saco vitelínico. Os exemplares neste estágio do desenvolvimento apresentaram comprimento padrão entre 5,7 a 8,0 mm (Tabela 2). O corpo apresentou-se alongado, transparente e com pigmentação apenas na região ventral do saco vitelínico.

O saco vitelínico é muito desenvolvido durante e logo após a eclosão, enquanto que nos indivíduos com 1 e 2 dias, possui tamanho pouco menor. A notocorda mostra-se reta e é vista por transparência.

No momento em que a larva estava eclodindo e após recém-eclosão, os olhos são pequenos e não há pigmentação, o que difere dos exemplares com 1 e 2 dias, que os apresentam pigmentados. Os barbilhões não estão formados. Narinas não estão desenvolvidas e a abertura branquial não está formada.

A “finfold”, ou nadadeira primordial, tem coloração hialina e está bem desenvolvida, circundando o corpo desde a região pós-cefálica até a região pós-saco vitelínico. Após ou logo após a eclosão da larva, a boca não está formada, e será visível somente após o primeiro dia de desenvolvimento, posterior à eclosão, apresentando a posição subterminal. O intestino é curto e sem dobras, o ânus apresenta-se fechado.

Os miômeros nesse estágio estão evidentes e o número total varia entre 38 a 41 (14 a 16 pré-anais e 23 a 26 pós-anais).

### Estágio de flexão

Exemplares nesse estágio, que compreende o momento no qual a notocorda começa a se flexionar, até a sua completa flexão, apresentaram o comprimento padrão variando entre 8,1 e 9,5 mm. As larvas nesse estágio de desenvolvimento possuem pigmentos pelo corpo, no entanto, após o quarto dia à eclosão, há concentração de cromatóforos dendrítico na região

cefálica e forma-se também uma faixa de pigmentos na região dorsal que ultrapassa a metade do corpo. Com cinco dias de desenvolvimento, as larvas apresentam pigmentos na região dorsal do saco vitelínico e do corpo, além de apresentarem maior concentração de cromatóforos na região da cabeça, e pouca coloração na porção ventral do corpo. A notocorda é vista por transparência e sua região posterior começa a se flexionar, devido ao desenvolvimento das hipurais.

Na etapa final de flexão (5° dia de vida), observa-se a formação dos barbilhões mentonianos e do barbilhão maxilar, cujo desenvolvimento não se completa nessa etapa. No início desse estágio, a narina não está formada, mas no 4° dia tem início o seu desenvolvimento e, no 5° dia, está formada. Já a abertura branquial tem início de formação no 5° dia do desenvolvimento. O ânus ainda permanece fechado e o intestino é curto.

No estágio de flexão *Lophosilurus alexandri* apresenta modificações na região caudal, com início do desenvolvimento dos ossos hipurais. Nesse estágio a nadadeira primordial está mais desenvolvida em relação ao tamanho. Na região onde se formará a nadadeira peitoral, já se observa o botão da nadadeira. Na região onde se formarão as nadadeiras dorsal e anal, observam-se prenúncios de raios.

O número total de miômeros variou de 39 a 41 (14 a 15 pré-anais e 25 a 26 pós-anais).

#### Estágio de pós-flexão

Esse estágio é caracterizado pela total flexão da notocorda, aparecimento dos botões da nadadeira pélvica e o início da segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal. No pacamã, o comprimento padrão variou entre 9,0 a 15,4 mm, e durou do 6° ao 42° dia após a eclosão, caracterizando-se como o estágio mais longo do desenvolvimento larval e com as mais variadas modificações morfológicas. O saco vitelínico, nos exemplares com 9 dias, está bem reduzida, e está presente até o 13° dia, no qual o vitelo foi todo consumido.

A cabeça em vista lateral, no início desse estágio, apresenta-se com o formato arredondado e alto, mas no 18º dia observa-se o início de sua depressão. No 19º dia, observa-se vários pontos sobressaltados na região dorsal do crânio, que originará as cristas ósseas. Os olhos são grandes em proporção ao comprimento da cabeça e apresentam-se pigmentados. Os barbilhões estão formados e são alongados em relação ao comprimento da cabeça, o barbilhão mentoniano interno ultrapassa o olho nos primeiros dias de desenvolvimento e tem o seu desenvolvimento desacelerado em relação ao crescimento da cabeça conforme a larva se desenvolve. Os barbilhões mentoniano externo e o maxilar são longo, no entanto, não ultrapassam o opérculo. A boca, a abertura branquial e as narinas estão formadas. No início do estágio, a posição da boca era subterminal e, no 12º dia, observa-se que esta estrutura passa a ser terminal. Após o 27º dia, a boca torna-se prognata, além de gradativamente maior e mais larga.

A nadadeira primordial é bem desenvolvida no início do estágio e circunda toda a região do tronco e da cauda. Com o desenvolvimento da larva, a nadadeira primordial começa a reduzir de tamanho e após o 18º dia após a eclosão, está presente apenas nas regiões posteriores da nadadeira caudal e da nadadeira adiposa. Após o 42º dia, a nadadeira primordial está ausente, e na região dorsal posterior do corpo apenas a nadadeira adiposa está presente.

As nadadeiras dorsal e anal começam a se desenvolver no início do estágio de pós-flexão. No 6º dia a nadadeira primordial começa a se diferenciar e formam-se os raios; no 8º dia a nadadeira anal está formada, mas ainda associada à nadadeira primordial, e somente no 20º dia o desenvolvimento está terminado. Já a nadadeira dorsal terá o desenvolvimento completo após o 12º dia de desenvolvimento larval.

A nadadeira peitoral começa a se formar no 7º dia, com o aparecimento dos raios e, após o 15º dia, o seu desenvolvimento está completo. O 1º raio começa a se diferenciar em

um acúleo serrilhado em ambos os lados e, no final do estágio de pós-flexão, está maior e mais forte, assim como a sua cintura peitoral, que está bem desenvolvida.

A nadadeira pélvica não está formada no início do estágio, apenas o seu botão, com forma arredondada, está presente. Os raios surgem no 4º dia e, com 10 dias, o seu desenvolvimento está terminado.

A nadadeira caudal é a primeira a ser formada após a nadadeira primordial. No 10º dia de desenvolvimento observam-se os ossos hipurais, que sustentarão os raios da nadadeira caudal.

No início do estágio de pós-flexão, a pigmentação corporal está concentrada na região cefálica, na região dorsal do corpo, logo abaixo da nadadeira primordial, estendendo-se até a cauda, na região dorsal do saco vitelínico e, por último, como uma outra faixa de pigmentos na região ventral do corpo.

No final do estágio de pós-flexão, os cromatóforos dendríticos espalham-se pelo corpo, mas há maior concentração na região do pedúnculo caudal, na nadadeira dorsal e na cabeça.

O número de miômeros totais variou entre 38 a 42 (14 a 15 pré-anal e 24 a 27 pós-anal).

#### Período Juvenil

Este estágio do desenvolvimento é caracterizado pelo intervalo no qual os raios das nadadeiras estão totalmente formados. Entretanto, neste estudo foram examinados exemplares de até 60 dias de desenvolvimento.

O comprimento padrão variou de 15,9 a 28,1 mm. O corpo e a cabeça apresentam-se mais deprimidos, com formato aproximadamente hexagonal, além da presença de cromatóforos dendríticos, principalmente na região do osso frontal, área que contém uma depressão, onde são bem visíveis as cristas ósseas.

Os olhos são pequenos em relação à cabeça (Tabela 3); a boca é grande (Fig. 2.F) e a posição prognata prevalece.

Os barbilhões mentonianos externo e interno, além do barbilhão maxilar são curtos em relação à cabeça, a cintura peitoral é bem desenvolvida, a nadadeira peitoral possui 8 raios (Tabela 4), com o acúleo forte, espesso e com serras nas margens anterior e posterior.

A nadadeira dorsal do pacamã é desenvolvida, com 7 raios e o acúleo dorsal é pequeno e espesso, o que torna essa estrutura forte e resistente. Na base da nadadeira dorsal há concentração de pigmentos, formando manchas.

A nadadeira adiposa está formada, em sua base há concentração de pigmentos que forma uma faixa que alcança o meio do corpo. A base é longa nos exemplares com 49, 52 e 56 dias e nos exemplares com 60 dias de desenvolvimento, há redução de seu comprimento.

Na região do pedúnculo caudal tem-se uma concentração de cromatóforos dendríticos que formam uma mancha. As nadadeiras caudal, peitoral e pélvica apresentaram pouca concentração de pigmentos. A nadadeira anal apresenta 11 raios e a pélvica 6 raios.

#### Relações corporais:

Na tabela 5 pode-se observar que o Pacamã apresenta dois tipos de crescimento corporal: A) Isométrico, caracterizado pela mesma velocidade de crescimento da variável dependente e independente; B) Isométrico com pontos de quebras, no qual as variáveis dependente e independente crescem na mesma velocidade, no entanto, há uma abrupta quebra nesse crescimento e em determinado valor da variável independente (comprimento padrão ou comprimento da cabeça), a estrutura volta a crescer na mesma velocidade do todo, sendo representado por uma regressão linear por partes do tipo *piecewise*.

Durante o desenvolvimento ontogenético, o pacamã apresentou diferentes formas e taxas de crescimento de suas estruturas morfométricas. O comprimento da cabeça sofreu grandes modificações em relação ao comprimento padrão durante o seu desenvolvimento,

sendo que no estágio larval vitelínico era pequeno (13,65%), passou para moderada em flexão (24,22%) e em pós-flexão (32,68%), no período juvenil, tornou-se grande (35,98%). A altura do corpo sofreu modificações na sua forma quando relacionado com o comprimento padrão, no período larval apresentou o corpo moderado (larval vitelínico (32,84%), flexão (27,01%) e pós-flexão (23,19%)), e no período juvenil passou a ser longo (18,48%). Em relação ao comprimento da cabeça, o diâmetro do olho não sofreu grandes modificações no seu tamanho, apresentando-se pequena segundo Leis & Trnsk (1989).

Para o comprimento do focinho, na transição do estágio larval vitelínico para flexão, há um decréscimo em sua proporção, mas no estágio de pós-flexão, volta a aumentar e na fase juvenil há uma nova diminuição na proporção. Para o comprimento do barbilhão maxilar houve um aumento do estágio de flexão para pós-flexão (de 49,6 % para 65,4 %) e volta a diminuir no período juvenil (com 50,2%), como visto na tabela 3.

A altura da cabeça apresentou uma grande redução do seu tamanho no estágio larval vitelínico até o período juvenil, passando de 82,8% para 35,9%. As variáveis comprimento do barbilhão mentoniano externo e interno também tiveram o seu tamanho reduzido de 41,6% e 29,8% no estágio flexão para 31,6% e 24,6% no período juvenil, respectivamente. A distância interorbital em relação ao comprimento da cabeça, sofreu um pequeno decréscimo do estágio de pós-flexão (35,8%) para o período juvenil (34,7%).

A altura do pedúnculo caudal, comprimento do primeiro acúleo peitoral, comprimento do primeiro raio da nadadeira ventral, comprimento do primeiro raio da nadadeira dorsal, comprimento da base da nadadeira dorsal, distância pré-ventral, distância pré-anal, e distância pré-dorsal, apresentaram um aumento não significativo na sua proporção corporal do estágio de pós-flexão para o período juvenil. Já as proporções da distância interpélvica e largura do corpo, tiveram um aumento mais significativo, já que variou de 25,5% a 30,7%, e de 8,4% a 13,6%, para os indivíduos no estágio de pós-flexão e período juvenil, respectivamente.

No comprimento do pedúnculo caudal, comprimento da base da nadadeira anal e a distância pré-peitoral, ocorreu um pequeno decréscimo na sua proporção corporal entre o estágio de pós-flexão para o período juvenil (16,4% a 15,8%; 15,4% a 14,1% e 29,1% a 29,1%, respectivamente).

De acordo com a tabela 5 as variáveis morfométricas relacionadas com o comprimento da cabeça (comprimento do olho, comprimento do focinho, altura da cabeça, comprimento do barbilhão maxilar, comprimento do barbilhão mentoniano interno e externo, e distância interorbital), apresentaram crescimento isométrico descontínuo (regressão linear por partes) com abrupta mudança na taxa de crescimento após o ponto de quebra (ponto de quebra = 0,534 mm; 1,084 mm; 2,005 mm; 2,331mm; 0,937 mm; 1,480 mm; 0,286mm, respectivamente).

Após o ponto de quebra (Tabela 5), verificou-se que o comprimento do olho, distância interorbital e comprimento do barbilhão mentoniano interno apresentaram aumento na velocidade de crescimento ( $a_1 = 0,142$  mm; 0,06 mm; 0,109 mm; e  $a_2 = 0,161$  mm; 0,286 mm; 0,190 mm, respectivamente. Já o comprimento do focinho, altura da cabeça, comprimento do barbilhão mentoniano externo, e comprimento do barbilhão maxilar continuaram a crescer, no entanto, com velocidade menor ( $a_1 = 0,257$  mm; 0,331 mm; 0,238 mm; 0,614 mm e  $a_2 = 0,175$  mm; 0,096 mm; 0,147 mm; 0,315 mm, respectivamente).

Para as variáveis morfométricas relacionadas com o comprimento padrão: comprimento da cabeça, altura do corpo, altura do pedúnculo caudal, comprimento do pedúnculo caudal, comprimento do primeiro raio da nadadeira peitoral, comprimento do primeiro raio da nadadeira ventral, comprimento do primeiro raio da nadadeira dorsal, comprimento da base da nadadeira dorsal, comprimento da base da nadadeira anal, distância pré-anal, distância interpélvica e largura do corpo apresentaram o crescimento isométrico descontínuo, com abrupta mudança no seu crescimento após o ponto de quebra (ponto de

quebra= 3,491 mm; 2,605 mm; 1,094; 2,010 mm; 1,733 mm; 1,440 mm; 1,335 mm; 1,750 mm; 3,192 mm; 1,986 mm; 9,053mm; 3,008 mm; 3,292 mm; 1,184 mm; 0,791 mm, respectivamente).

Em relação à velocidade de crescimento, após o ponto de quebra, a altura do corpo, altura do pedúnculo caudal, distância pré-anal, distância da nadadeira dorsal a nadadeira adiposa, distância interpélvica e largura do corpo, apresentaram aumento na velocidade de crescimento ( $a_1= 0,014$  mm; 0,010 mm; 0,088 mm; -0,036 mm; 0,693 mm; 0,054 mm; 0,105 mm; 0,070 mm e  $a_2= 0,099$  mm; 0,083 mm; 0,126 mm; -0,003 mm; 0,303 mm; 0,355 mm; 0,169 mm, respectivamente) logo após do ponto de quebra.

O comprimento da cabeça ( $a_1=0,623$  mm e  $a_2=0,381$  mm); comprimento do pedúnculo caudal ( $a_1=0,142$  mm e  $a_2=0,094$  mm); comprimento do primeiro raio da nadadeira peitoral ( $a_1= 0,233$  mm e  $a_2= 0,110$  mm), comprimento do primeiro raio da nadadeira pélvica ( $a_1= 0,211$  mm e  $a_2= 0,095$  mm), comprimento do primeiro raio da nadadeira dorsal ( $a_1= 0,134$  mm e  $a_2= 0,090$  mm), comprimento da base da nadadeira anal ( $a_1= 0,092$  mm e  $a_2= 0,090$  mm), apresentaram taxa de crescimento corporal crescente, no entanto, com menor velocidade.

Em relação às variáveis distância pré-peitoral, distância pré-pélvica e distância pré-dorsal, o crescimento ocorreu de forma contínua, ou seja, isométrica, como visto na tabela 5.

Tabela. 1. Diferente estágio de desenvolvimento (Larval vitelínico, Flexão, Pós-flexão, Juvenil), número de exemplares analisados, idade (dias), data de coleta e o número de tombo de *Lophiosilurus alexandri* utilizados para avaliar as modificações morfológicas e as formas de crescimento.

Estágio de desenvolvimento	Número de exemplares	Idade	Data de coleta	Número de Tombo
Larval vitelínico	3	Eclodindo	Jan/1996	MZUEL 5724
	3	Recém-eclodido	Jan/1996	MZUEL 5725
	3	1 Dia	Ago/1994	MZUEL 5681
	3	2 Dias	Jan/1996	MZUEL 5702
Flexão	3	3 Dias	Jan/1996	MZUEL 5703
	37	4 Dias	Ago/1994	MZUEL 5682
	3	5 Dias	Jan/1996	MZUEL 5704
Pós-flexão	21	6 Dias	Ago/1994	MZUEL 5683
	3	7 Dias	Jan/1996	MZUEL 5705
	3	8 Dias	Jan/1996	MZUEL 5706
	23	9 Dias	Ago/1994	MZUEL 5684
	3	10 Dias	Jan/1996	MZUEL 5707
	3	12 Dias	Jan/1996	MZUEL 5708
	20	13 Dias	Ago/1994	MZUEL 5685
	3	15 Dias	Jan/1996	MZUEL 5709
	3	16 Dias	Jan/1996	MZUEL 5710
	25	17 Dias	Ago/1994	MZUEL 5686
	3	18 Dias	Jan/1996	MZUEL 5711
	19	19 Dias	Ago/1994	MZUEL 5687
	3	20 Dias	Jan/1996	MZUEL 5712
	3	21 Dias	Jan/1996	MZUEL 5713
	13	22 Dias	Ago/1994	MZUEL 5688
	3	24 Dias	Jan/1996	MZUEL 5714
	2	25 Dias	Jan/1996	MZUEL 5715
	3	26 Dias	Jan/1996	MZUEL 5716
	3	27 Dias	Jan/1996	MZUEL 5717
	3	28 Dias	Jan/1996	MZUEL 5718
3	29 Dias	Jan/1996	MZUEL 5719	
3	30 Dias	Jan/1996	MZUEL 5720	
6	31 Dias	Ago/1994	MZUEL 5689	
2	33 Dias	Jan/1996	MZUEL 5721	
1	40 Dias	Jan/1996	MZUEL 5722	
7	42 Dias	Ago/1994	MZUEL 5690	
Juvenil	7	49 Dias	Ago/1994	MZUEL 5691
	8	52 Dias	Ago/1994	MZUEL 5692
	6	56 Dias	Ago/1994	MZUEL 5693
	3	60 Dias	Ago/1994	MZUEL 5694

Tabela. 2. Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), média ( $\bar{X}$ ) e desvio padrão (DP) das variáveis morfométricas em mm obtidas em larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. (n, número de indivíduos analisados; LV larval vitelino; FL, flexão; PF, pós-flexão; JUV, juvenil).

Variáveis (mm)	Período Larval						Período juvenil	
	LV (n=24)		FL (n=21)		PF (n=141)		JUV (n=20)	
	Min/Max	$\bar{X} \pm DP$	Min/Max	$\bar{X} \pm DP$	Min/Max	$\bar{X} \pm DP$	Min/Max x	$\bar{X} \pm DP$
CC	0,50 – 1,20	1,01-0,23	1,50 – 2,50	2,17 – 0,31	2,30 – 5,71	3,65 – 0,58	5,45 – 10,02	6,89 – 1,07
CP	5,70 – 8,00	7,40 – 0,73	8,10 – 9,50	8,96 – 0,40	9,00 – 15,42	11,17 – 1,07	15,93 – 28,06	19,15 – 2,94
CO	0,10 – 0,20	0,11 – 0,03	0,20 – 0,40	0,31 – 0,07	0,30 – 1,09	0,54 – 0,13	0,87 – 1,90	1,12 – 0,22
CF	0,30 – 0,40	0,38 – 0,04	0,40 – 0,80	0,64 – 0,10	0,70 – 1,67	1,15 – 0,18	1,18 – 2,77	1,74 – 0,37
ACO	2,20 – 2,80	2,43 – 0,17	2,30 – 2,60	2,42 – 0,12	2,20 – 3,50	2,54 – 0,22	2,80 – 4,97	3,54 – 0,53
CBMI	-	-	0,40 – 0,80	0,64 – 0,10	0,50 – 1,40	0,92 – 0,16	1,19 – 3,20	1,69 – 0,59
CBME	-	-	0,30 – 1,20	0,92 – 0,26	0,90 – 2,20	1,48 – 0,24	1,50 – 2,90	2,13 – 0,36
CBMX	-	-	0,70 – 1,50	1,07 – 0,20	1,50 – 3,70	2,37 – 0,34	2,44 – 4,68	3,46 – 0,63
AC	0,40 – 1,10	0,85 – 0,28	0,80 – 1,90	1,49 – 0,31	1,50 – 3,09	2,21 – 0,20	1,86 – 3,64	2,45 – 0,43
APC	-	-	-	-	0,70 – 1,71	0,94 – 0,18	1,44 – 2,74	1,76 – 0,29
CPC	-	-	-	-	1,30 – 2,74	1,86 – 0,27	2,17 – 3,80	2,98 – 0,46
CPRP	-	-	-	-	0,60 – 2,80	1,56 – 0,36	2,41 – 3,50	2,90 – 0,34
CPRV	-	-	-	-	0,60 – 2,50	1,29 – 0,33	2,00 – 3,08	2,45 – 0,27
CPRD	-	-	-	-	0,60 – 2,30	1,19 – 0,32	1,70 – 3,28	2,27 – 0,43
CBD	-	-	-	-	1,10 – 2,73	1,59 – 0,28	1,83 – 3,81	2,79 – 0,57
CBAN	-	-	-	-	1,50 – 2,47	1,79 – 0,22	2,02 – 3,59	2,69 – 0,40
DPA	-	-	-	-	6,70 – 11,31	7,81 – 1,09	10,94 – 20,43	13,44 – 2,26
DIO	-	-	-	-	1,10 – 1,88	1,35 – 0,15	1,84 – 3,86	2,38 – 0,46
DINT	-	-	-	-	2,00 – 4,64	2,90 – 0,50	4,74 – 9,49	5,91 – 1,16
LC	-	-	-	-	0,70 – 2,19	0,97 – 0,29	1,88 – 4,35	2,61 – 0,58
DPP	-	-	-	-	2,70 – 4,90	3,30 – 0,32	3,66 – 8,37	5,59 – 1,14
DPV	-	-	-	-	4,10 – 7,92	5,17 – 0,56	7,65 – 13,25	9,19 – 1,47
DPD	-	-	-	-	3,40 – 8,15	4,26 – 0,52	5,50 – 11,04	7,37 – 1,32

Tabela.3. Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), média ( $\bar{X}$ ) e desvio padrão (DP) das variáveis morfométricas em proporção obtidas em larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. (n, número de indivíduos analisados; LV larval vitelino; FL, flexão; PF, pós-flexão; JUV, juvenil).

Relações corporais (%)	Período Larval						Período juvenil	
	LV (n=24)		F (n=21)		FP (n=141)		JUV (n=20)	
	Mín/Máx	$\bar{X} \pm DP$	Mín/Máx	$\bar{X} \pm DP$	Mín/Máx	$\bar{X} \pm DP$	Mín/Máx	$\bar{X} \pm DP$
CC/CP	7,58 – 16,00	13,57 – 2,38	18,07 – 27,27	24,15 – 2,70	23,71 – 39,81	32,53 – 3,04	32,15 – 39,46	35,98 – 2,10
CO/CC	8,33 – 18,18	9,99 – 3,10	12,00 – 18,18	14,42 – 1,86	8,11 – 19,81	14,77 – 1,72	13,24 – 22,94	16,41 – 2,83
CF/CC	25,00 – 44,44	33,82 – 4,32	25,00 – 34,78	29,49 – 2,77	23,68 – 48,48	31,77 – 3,65	19,25 – 30,21	25,18 – 2,99
ACO/CP	29,11 – 43,08	33,16 – 3,58	24,73 – 29,63	27,90 -1,50	18,14 – 28,89	22,81 – 1,92	15,62 – 22,35	18,53 – 1,69
CBMI/CC	-	-	25,00 – 40,00	29,80 – 3,85	13,51 – 35,48	25,39 – 3,95	16,48 – 43,30	24,64 – 7,53
CBME/CC	-	-	20,00 – 52,17	41,59 – 8,91	29,27 – 58,82	40,80 – 5,74	19,74 – 42,52	31,65 – 7,28
CBMX/CC	-	-	40,00 – 75,00	49,61 – 9,23	44,19 – 96,77	65,41 – 7,19	43,11 – 59,27	50,25 – 5,40
AC/CC	40,00 – 111,11	82,78 – 16,47	53,33 – 82,61	67,80 – 7,86	32,3 – 86,96	61,78 – 8,66	28,61 – 47,71	35,87 – 5,15
APC/CP	-	-	-	-	6,03 – 11,09	8,10 – 0,91	7,59 – 11,33	9,24 – 0,94
CPC/CP	-	-	-	-	11,71 – 20,72	16,37 – 2,00	10,34 – 20,81	15,76 – 2,67
CPRP/CP	-	-	-	-	6,67 – 18,16	13,73 – 2,31	9,58 – 19,46	15,35 – 2,11
CPRV/CP	-	-	-	-	6,25 – 17,24	11,27 – 2,22	10,70 – 18,83	12,97 – 1,93
CPRD/CP	-	-	-	-	5,41 – 16,82	10,44 – 2,03	9,13 – 15,58	11,90 – 1,70
CBD/CP	-	-	-	-	10,78 – 18,22	13,99 – 1,50	10,70 – 19,40	14,56 – 2,08
CBAN/CP	-	-	-	-	12,52 – 19,23	15,40 – 1,26	11,81 – 17,09	14,12 – 1,58
DPA/CP	-	-	-	-	62,04 – 75,25	67,09 – 2,45	65,63 – 74,26	70,08 – 2,52
DIO/CC	-	-	-	-	24,82 – 45,45	35,84 – 3,71	27,20 – 42,48	34,72 – 4,46
DINT/CP	-	-	-	-	19,66 – 32,00	25,47 – 2,84	27,01 – 33,82	30,73 – 1,71
LC/CP	-	-	-	-	6,14 – 14,57	8,44 – 1,64	10,71 – 15,87	13,55 – 1,30
DPP/CP	-	-	-	-	24,13 – 33,64	29,10 – 1,58	21,28 – 35,03	29,09 – 3,37
DPV/CP	-	-	-	-	38,32 – 51,36	45,56 – 2,33	38,36 – 53,73	48,02 – 3,23
DPD/CP	-	-	-	-	32,43 – 52,85	37,58 – 2,31	33,80 – 43,54	38,42 – 2,41

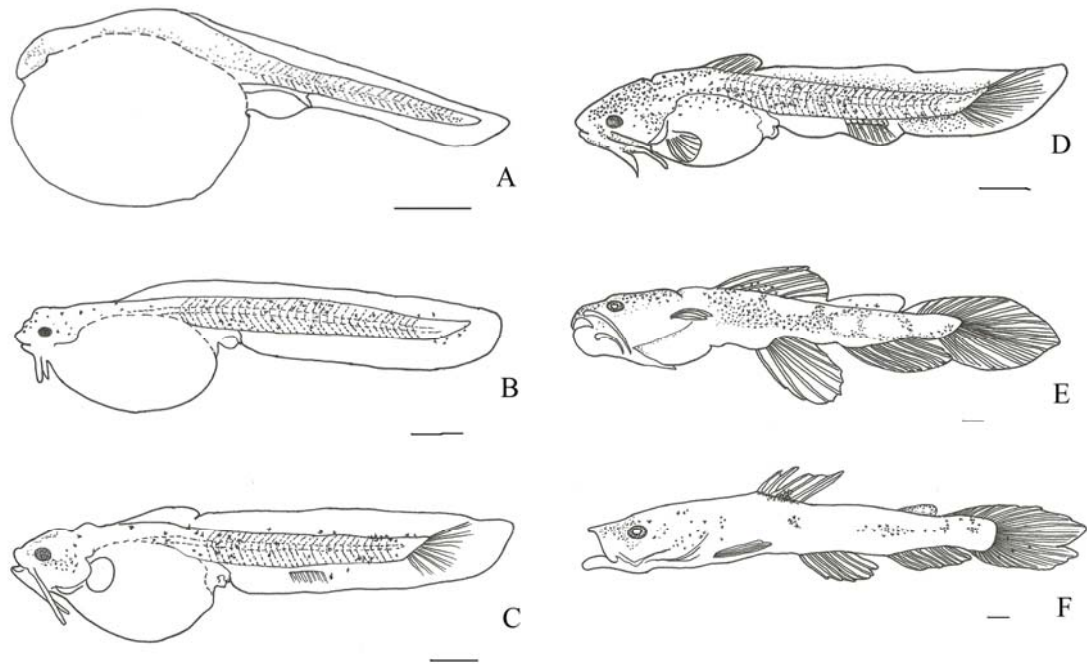


Fig.2. Estágios de desenvolvimento de *Lophiosilurus alexandri*. A) Larval vitelínico; B) Início de flexão; C) Final de flexão; D) Início de pós-flexão; E) Final de pós-flexão; F) Juvenil (escala: 1 mm). Ilustração: Gabriel da Costa e Silva.

Tabela. 4. Valores mínimo (Mín), máximo (Máx), média ( $\bar{X}$ ) e desvio padrão (DP) das variáveis merísticas obtidas em larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. LV, larval vitelínico; FL, flexão; PF, pós-flexão; JUV, juvenil.

Miômeros	Período Larval						Período juvenil	
	LV (n=24)		FL (n=21)		PF (n=141)		JUV (n=20)	
	Min-Max	$\bar{X} \pm DP$	Min-Max	$\bar{X} \pm DP$	Min-Max	$\bar{X} \pm DP$	Min-Max	$\bar{X} \pm DP$
Pré-anal	14,00 – 16,00	14,79 – 0,54	14,00 – 15,00	14,61 – 0,50	14,00 – 15,00	14,32 – 0,42	-	-
Pós- anal	23,00 – 26,00	24,00 – 0,67	25,00 – 26,00	25,39 – 0,50	24,00 – 27,00	24,60 – 0,72	-	-
Total	38,00 – 41,00	38,79 – 0,79	39,00 – 41,00	40,00 – 0,69	38,00 – 42,00	38,92 – 0,89	-	-
<b>Raios</b>								
Peitoral	-	-	-	-	-	-	8,00 – 8,00	8,00 – 0
Ventral	-	-	-	-	-	-	6,00 – 6,00	6,00 – 0
Dorsal	-	-	-	-	-	-	7,00 – 7,00	7,00 – 0
Anal	-	-	-	-	-	-	11,00 – 11,00	11,00 – 0

Tabela 5. Resultados das regressões linear, quadrática e “piecewise”, obtidas por meio das variáveis morfométricas de larvas e juvenis de *Lophiosilurus alexandri* ( $R^2$  = coeficiente de determinação, L = regressão linear, Q = regressão quadrática, S = regressão “piecewise”, MM = melhor modelo, PQ = ponto de quebra, a e b = parâmetros das regressões (a= coeficiente angular e b= coeficiente linear), P = valor de P).

n	Relação	$R^2$			Teste F						MM	$a_1$	$b_1$	PQ	$a_2$	$b_2$
		L	Q	S	Q/L	P	S/Q	P	S/L	P						
202	CF/CC	0,851	0,869	0,909	26,107	0,000	87,481	0,000	62,495	0,000	S	0,257	0,102	1,084	0,175	0,552
202	CO/CC	0,896	0,891	0,915	-10,251	0,002	55,654	0,000	21,286	0,000	S	0,142	-0,015	0,534	0,161	0,008
208	AC/CC	0,599	0,758	0,825	133,625	0,000	77,398	0,000	130,533	0,000	S	0,331	0,672	2,005	0,096	1,913
184	CBME/CC	0,609	0,676	0,762	36,826	0,000	65,286	0,000	57,632	0,000	S	0,238	0,454	1,480	0,147	1,098
208	CC/CP	0,919	0,871	0,969	-75,308	0,000	633,821	0,000	162,450	0,000	S	0,623	-3,471	3,491	0,381	-0,464
184	CBMI/CC	0,627	0,623	0,695	-1,946	0,165	42,626	0,000	20,115	0,000	S	0,109	0,418	0,967	0,190	0,335
184	CBMX/CC	0,761	0,799	0,858	34,814	0,000	74,532	0,000	61,784	0,000	S	0,614	-0,393	2,331	0,315	1,357
208	ACO/CP	0,692	0,420	0,821	-95,579	0,000	453,114	0,000	72,855	0,000	S	0,014	2,293	2,605	0,099	1,649
101	APC/CP	0,890	0,881	0,917	-7,482	0,007	42,615	0,000	15,961	0,000	S	0,010	0,765	1,094	0,083	0,177
142	CPC/CP	0,676	0,692	0,762	7,543	0,007	39,758	0,000	24,710	0,000	S	0,142	0,176	2,010	0,094	1,096
148	CPRP/CP	0,748	0,735	0,832	-7,276	0,008	82,588	0,000	35,595	0,000	S	0,233	-1,114	1,733	0,110	0,732
145	CPRV/CP	0,730	0,713	0,842	-8,298	0,005	113,853	0,000	49,457	0,000	S	0,211	-11,639	1,440	0,095	0,594
145	CPRD/CP	0,765	0,750	0,857	-8,100	0,005	104,439	0,000	45,198	0,000	S	0,134	-0,399	1,335	0,090	0,585
145	CBD/CP	0,837	0,832	0,879	-4,251	0,041	54,362	0,000	24,251	0,000	S	0,088	0,514	1,750	0,126	0,409
86	CBAN/CP	0,845	0,851	0,875	3,173	0,079	15,946	0,000	9,848	0,002	S	0,092	0,679	1,986	0,090	0,966
86	DPA/CP	0,987	0,985	0,988	-6,530	0,012	13,771	0,000	3,112	0,081	S	0,693	-0,309	9,053	0,718	-0,260
145	DIO/CC	0,839	0,830	0,891	-6,917	0,009	77,595	0,000	33,460	0,000	S	0,060	1,072	1,481	0,286	0,397
145	DINT/CP	0,935	0,931	0,948	-7,393	0,007	45,932	0,000	18,092	0,000	S	0,105	1,580	3,292	0,355	-0,877
145	LC/CP	0,938	0,910	0,963	-44,135	0,000	195,584	0,000	45,270	0,000	S	0,070	0,117	1,184	0,169	-0,602
145	DPP/CP	0,906	0,906	0,909	0,288	0,593	4,676	0,032	2,486	0,117	L	-0,026	0,293			
145	DPV/CP	0,949	0,948	0,948	-3,432	0,066	0,000	1,000	-1,704	0,194	L	-0,515	0,502			
145	DPD/CP	0,932	0,933	0,936	0,578	0,448	7,172	0,008	3,888	0,051	L	-0,294	0,402			

## Discussão

As mudanças observadas durante o desenvolvimento ontogenético das larvas dos peixes, como a forma e o tamanho do corpo; o modo de crescimento, as ornamentações na região cefálica, a presença de espinhos nas nadadeiras, a presença de cromatóforos na extensão corporal e o número de miômeros, são caracteres que podem ser usados para a identificação e taxonomia das larvas de peixes. No entanto, indivíduos nos estágios larvais passam por processos muito complexos de morfogênese e diferenciação durante o seu crescimento, sendo que o desenvolvimento de órgãos e as mudanças morfoanatômicas ocorrem de forma gradual (Russo *et al.*, 2007).

O comprimento padrão (Tabela 2) do pacamã sofreu grande variação tanto no período larval, como juvenil. O mesmo fenômeno foi observado por Hecht & Appelbaum (1988) em *Clarias gariepinus* e Van Snik *et al.* (1997) em *Cyprinus carpio* e *Clarias gariepinus*. Esse fato pode ser resultado do hábito alimentar da espécie, uma vez que o pacamã, por ser um grande predador, deve crescer rapidamente, para poder competir por alimentos, além de evitar a predação por exemplares da mesma espécie (canibalismo).

*Lophiosilurus alexandri* sofreu, durante o seu desenvolvimento, mudanças corporais importantes, como a formação da boca e da pigmentação dos olhos, observados desde os primeiros estágios de desenvolvimento. No início do estágio larval vitelínico do pacamã, a boca era subterminal, entre o final do estágio larval vitelínico e início de pós-flexão toma a posição terminal, e no restante do seu desenvolvimento adota a posição prognata. Santin (2012), ao estudar a dieta de *Catathyridium jenynsii*, observou que a variação na posição da boca estava relacionada com o hábito alimentar.

Segundo Lasker (1970), a pigmentação dos olhos e a abertura da boca são eventos que ocorrem simultaneamente e estão diretamente relacionados à alimentação exógena. De acordo com Kamler (1992), o período de transição onde ocorre o uso de alimento endógeno e

exógeno, é classificado como alimentação mista. Nesse momento, ocorre a maior taxa de mortalidade, sendo considerado o período mais crítico no desenvolvimento das larvas.

Em relação às nadadeiras, a primeira a se formar foi a nadadeira primordial, estrutura que antecede a formação das nadadeiras ímpares e, segundo Webb & Weihs (1986), tem como funções impulsionar e orientar o peixe durante a natação.

Segundo Blaxter (1988), as larvas eclodem geralmente com uma membrana embrionária primordial e os raios das nadadeiras aparecem pela primeira vez como uma descontinuidade na margem medial dessa membrana e os raios da nadadeira aparecem aos poucos e aumentam gradualmente em número e tamanho.

Em *L. alexandri*, as nadadeiras pares surgem no estágio de pós-flexão, Blaxter (1988) cita que as nadadeiras peitoral e pélvica, são responsáveis pelas manobras, estabilidade e, por vezes, utilizados na propulsão, enquanto que a nadadeira caudal está diretamente relacionada com a natação, se desenvolvendo anteriormente, a partir da flexão da notocorda.

O padrão de pigmentação dos peixes sofre modificações quando estes organismos começam a explorar diferentes ambientes, a fim de evitar predadores potenciais (Nakatani *et al.*, 1997). Em *L. alexandri*, a concentração de cromatóforos dendríticos foi pequena nos estágios larval vitelínico e pré-flexão. Nos estágios de pós-flexão e juvenil, os cromatóforos estavam distribuídos uniformemente pelo corpo, como observado por Nakatani *et al.* (2001). Nas regiões da cabeça, do pedúnculo caudal e na região dorsal do corpo estavam mais concentrados.

Segundo Nakatani *et al.* (1997), as larvas de peixes que estão nos primeiros estágios do desenvolvimento, frequentemente apresentam comportamento pelágico, geralmente são despigmentadas ou com pouco pigmento, e alimentam-se de organismos planctônicos. Sato *et al.* (2003) ainda observam que essas larvas têm a vantagem de serem pelágicas, pela facilidade de acesso a diferentes ambientes. No entanto, em larvas de *L. alexandri*, o hábito

bentônico prevalece desde os primeiros estágios larvais, que são mantidas em ninhos escavados no substrato pelo macho (Sato & Godinho, 1999), e se manterá pela vida, já que é uma espécie sedentária, frequentemente encontrada enterrada no fundo dos leitos dos rios, a fim de se camuflar para a captura de presas, além de evitar a luminosidade solar e possíveis ataques de predadores (Tenório, 2003).

A teoria saltatória da ontogenia, proposta por Balon (1984), descreve que o desenvolvimento corporal é acompanhado por períodos constantes e é interrompido por uma rápida mudança, o que pode caracterizar uma metamorfose larval. Esse fato, segundo Kovac *et al.* (1999), só é significativo quando puder ser associado a um fator que altera a morfologia, tais como o comportamento, a fisiologia ou a ecologia da espécie. Esse período de transição não é apenas um momento no qual as nadadeiras pares e ímpares desenvolvem-se, mas o corpo sofre grandes modificações na sua forma. De acordo com Bialetzki *et al.* (2008), esse fato pode ser resultado da fase de transição entre dois períodos (larval para juvenil) ou a transição de dois estágios, inserida no mesmo período (flexão para pós-flexão). Para as relações corporais analisadas, 19 variáveis apresentaram o crescimento linear descontínuo e as maiores modificações morfológicas ocorreram no final do estágio de flexão e, principalmente em pós-flexão, o que reforça a ideia exposta por Bialetzki *et al.* (2008).

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer a Capes pela concessão da bolsa de estudo, ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, a UEL pelo apoio logístico, a Elizabeth Lomelino Cardoso (CODEVASF- Três Marias), e a professora Dr<sup>a</sup>. Andréa Bialetzki (NUPÉLIA-UEM) pela disponibilização dos exemplares de *Lophiosilurus alexandri*, a Tatia Leika Taguti no auxílio estatístico, aos técnicos Edson Santana e Aparecido

de Souza pelos auxílios em laboratório e ao Gabriel da Costa e Silva pela ilustração das principais fases de desenvolvimento de *L. alexandri*.

### **Literatura Citada**

- Ahlstrom, E. H. & O. P. Ball. 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. Fisheries Bulletin, 56: 209-245.
- Balon, E. K. 1984. The theory of saltatory ontogeny and life history models revisited. Pp. 13-30. In: Balon, E.K. (Ed.). Early life histories of fishes: new development, ecological and evolutionary perspectives. Dordrecht, Dr W. Junk Publishers.
- Bialetzki, A. 1998. Descrição morfológica e distribuição de larvas e juvenis de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná (PR/MS). Dissertação Mestrado não publicada. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 58p.
- Bialetzki, A., P. V. Sanches, P. V., G. Baumgartner & K. Nakatani. 1998. 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, 15: 1037-1047.
- Bialetzki, A., G. Baumgartner, P. V. Sanches, A. V. Galuch, A. V., M. A. Luvisuto, K. Nakatani, M. C. Makrakis & M. E. E. Borges. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. Acta Scientiarum: Biological Sciences, 23: 377-382.
- Bialetzki, A., K. Nakatani, P. V. Sanches, G. Baumgartner, M. C. Makrakis & T. L. Taguti. 2008. Desenvolvimento inicial de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes,

- Erythrinidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, 30: 141-149.
- Birindelli, J. L. O. & O. A. Shibatta. 2011. Morphology of the Gas Bladder in Bumblebee Catfishes (Siluriformes, Pseudopimelodidae) *Journal of Morphology*, 272: 890–896.
- Blaxter, J. H. S. 1988. Pattern and variety in development. Pp. 1-58. In: Hoar, W. S. & D. J. Randall (Eds). In: *Fish Physiology: volume 11, The physiology of developing fish, parte A, Eggs an Larvae*. London, Academic Express.
- De Amorim, M. P., B. V. C. Gomes, Y. S. Martins, Y. Sato, E. Rizzo & N. Bazzoli. 2009. Early development of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces: Heptapteridae) from the São Francisco River Basin, Brazil. *Aquaculture Research*, 40: 172-180.
- Fuiman, L. A., J. V. Conner, B. F. Lathrop, G. L. Buynak, D. E. Shyder & J. J. Loos. 1983. State of the art of identification for cyprinid fish larvae from eastern North America. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112: 319-332.
- Galuch, A. V., M. R. Suiberto, K. Nakatani, A. Bialezki & G. Baumgartner. 2003. Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. 25: 335-343.
- Guimarães - Cruz, R. J., J. E. Santos, Y. Sato, & V. C. Veloso - Júnior. 2009. Early development stages of the catfish *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Pseudopimelodidae) from the Sao Francisco River basin, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 321-327.
- Hecht, T. & S. Appelbaum. 1988. Observations on intraspecific aggression and coevalsibling cannibalism by larval and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *Journal of Zoology*. 214: 21–44.

- Hempel, G. 1973. On the use of ichthyoplankton surveys. FAO Fisheries Technical Paper, 122: 1-2.
- Kamler, E. 1992. Early life history of fish: an energetic approach. London, Chapman & Hall.
- Kendall, A. W. Jr., Ahlstrom, E. H. & Moser, H. G. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. Pp. 11-12. In: Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall Jr. & S. L. Richardson *et al.* (Eds.). Ontogeny and Systematics of Fishes. Ahlstrom Symposium. Special Publications No. 1. American Society of Ichthyologists and Herpetologists.
- Kováč, V., G. H. Copp, & M. P. Francis. 1999. Morphometry of the stone loach, *Barbatula barbatula*: do mensural characters reflect the species' Life history thresholds?. Environmental Biology of Fishes, 56: 105-115.
- Kossowski, C. & F. Madrid. 1991. Observaciones de los estadios embrionario y larval del bagre rayado cabezon *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus) 1766 (Pisces, Siluriformes). Biollania, 8: 9-15.
- Lasker, R.; H. M. Feder, G. H. Theilack & R. C. May. 1970. Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. Marine Biology. 5: 345-353.
- Leis, J. M. & T. Trnski. 1989. The larvae of Indo-Pacific shorefishes. Honolulu, University of Hawaii Press.
- Luz, R. K., D. A. Reynalte-Tataje, A. A. Ferreira & E. Zaniboni-Filho. 2001. Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. Boletim do Instituto de Pesca, 27: 49-55.
- Nakatani, K., G. Baumgartner & M. Cavicchioli. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. Pp. 281-306. In: Vazzoler A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn. (Eds.). A Planície de inundação do alto rio Paraná: Aspecto físicos, biológicos e socioeconômicos. 1ª ed. Maringá, Eduem.

- Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialetzki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, Eduem.
- Oliveira, E. C., A. Bialetzki & L. F. Assakawa. 2008. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* and *H. marginatus* post-yolk-sac (Siluriformes: Pimelodidae). *Zootaxa*, 1707: 37-48.
- Pereira, C. R., L. J. G. Barcellos, L. C. Kreutz, R. M. Quevedo, F. Ritter & L. B. Silva. 2006. Embryonic and larval development of jundiá (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, Teleostei), a South American catfish. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 1057-1063.
- Reis, R. E.; Kullander S.O. & C. J. Ferraris Junior. 2003. Check List of Freshwater Fishes of South and Central America. 1<sup>a</sup> ed. Edipucrs, Porto Alegre.
- Russo, T., C. Costa & S. Cataudella. 2007. Correspondence between shape and feeding habit changes throughout ontogeny of gilthead sea bream *Sparus aurata* L., 1758. *Journal of Fish Biology*. 71: 629–656.
- Sanches, P. V., K. Nakatani & A. Bialetzki. 1999. Morphological description of developmental stages of *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes, Auchenipteridae) on the floodplain of the Upper Paraná River. *Revista Brasileira Biologia*, 59: 429-438.
- Santin, M. 2012. Ontogenia e seletividade alimentar de larvas e juvenis de três espécies de peixes Neotropicais de diferentes categorias tróficas. Tese Doutorado não publicada. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 62 p.
- Sato, Y. & H. P. Godinho. 1999. Peixes da bacia do rio São Francisco. Pp. 401-413. In: Lowe-McConnel. R. H. (Ed.). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, EDUSP.

- Sato, Y., N. Fenerich-Verani, A. P. O. Nuñez, H. P. Godinho & J. R. Verani. 2003. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. Pp. 229 – 274. In: Godinho, H.P. & A. L. Godinho (Eds.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC Minas.
- Sato, Y., H. P. Godinho, V. C. Torquato & N. Dulce. 2003. Ictiofauna no rio São Francisco. Pp. 69 - 116. In: Ávila, F. (Ed.) Guia ilustrado de peixes do rio São Francisco de Minas Gerais: curiosidades, características físicas e de comportamento de 22 espécies de peixes. 1ª ed. São Paulo, Empresa das artes.
- Shibatta, O. A. 1998. Sistemática e evolução da família Pseudopimelodidae (Ostariophysi, siluriformes), com a revisão taxonômica do gênero *Pseudopimelodus*. Tese Doutorado não publicada. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 353p.
- Sousa, W. T. Z. & W. Severi. 2002. Desenvolvimento inicial de larvas de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz (*Characiformes*, *Cynodontidae*). Revista Brasileira de Zoologia, 19: 85-94.
- Tenório, R. A. 2003. Aspectos da biologia reprodutiva do niquim *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Actinopterygii, Pimelodidae) e crescimento da progênie em diferentes condições ambientais. Dissertação Mestrado não publicada. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 57p.
- Van Snik, G. M. J., J. G. M. Van Den Boogaart & J. W. M. Osse. 1999. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold. Journal of Fish Biology, 50: 1339–1352.
- Webb, P.W. & D. Weihs. 1986. Functional locomotor morphology of early life history stages of fishes. Transactions of the American Fisheries, 115: 115-127.

## CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO ESQUELÉTICO DO PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri*  
Steindachner, 1877 (PSEUDOPIMELODIDAE, SILURIFORMES) DA BACIA DO RIO  
SÃO FRANCISCO

Artigo formatado nas normas do periódico *Journal of Morphology*.

DESENVOLVIMENTO ESQUELÉTICO DO PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri*  
Steindachner, 1877 (PSEUDOPIMELODIDAE, SILURIFORMES) DA BACIA DO RIO  
SÃO FRANCISCO

RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar e descrever as modificações ontogenéticas nas mudanças osteológicas que o *Lophiosilurus alexandri* sofre desde o estágio de larva até adulto. Os exemplares foram divididos em períodos larval (estágios de flexão, flexão e pós-flexão) e juvenil. Foram analisados 18 exemplares no período larval e quatro juvenis. Para a descrição da ontogenia, as larvas e os juvenis foram diafanizados e corados, os ossos com vermelho de alizarina e as regiões cartilaginosas com alciano azul. Foram analisados o crânio (ventral e dorsal), complexo hiobranquial e as nadadeiras anal, caudal, dorsal, peitoral e pélvica. Neste estudo observou-se que o estágio onde ocorreram grandes mudanças ontogenéticas foi o de pós-flexão, em que várias estruturas cartilaginosas se formaram. No período juvenil a maioria dessas estruturas esqueléticas estavam no final do processo de ossificação ou já ossificadas.

Palavra-chave: Crescimento, ontogenia, pacamã, larvas, osteologia.

ABSTRACT

The goal of this study was to analyze and describe the changes ontogenetic that osteological *Lophiosilurus alexandri* from the larval stage to adult. The specimens were divided into periods of larval (stages of flexion, flexion and post-flexion) and juvenile. We analyzed 19 specimens in the larval period and four juveniles. For a description of ontogeny, larvae and juveniles were diaphanized and stained, the bones with alizarin red and cartilage regions with Alcian blue. We analyzed the skull (ventral and dorsal), complex hiobranquial and anal fin, caudal, dorsal, pectoral and pelvic. In this study it was observed that the stage where there were major ontogenetic changes was the post-flexion, in which multiple cartilaginous structures were formed. During most of these juvenile skeletal structures were in the final process of ossification or already ossified.

Key words: Growth, ontogeny, pacamã, larvae, osteology

INTRODUÇÃO

No período inicial do desenvolvimento de um peixe, as larvas passam por mudanças radicais na morfologia, na forma do corpo, no metabolismo e no comportamento, antes de atingir a período juvenil (Koumoundouros et al., 1999; Van Snik et al., 1997).

A sequência dos eventos ontogenéticos pode ser útil ao revelar diversos caracteres informativos para o estudo da filogenia, embora o papel mais significativo da ontogenia seja de identificar os componentes do complexo morfológico (Hilton & Johnson, 2007). A

complexidade e a grande diversidade do esqueleto dos peixes torna-os ideais para o estudo da ontogenia com relação à filogenia (Hilton & Johnson, 2007).

Os estudos ontogenéticos com espécies neotropicais são escassos. No entanto, nos últimos anos, estudos relacionados com a ontogenia inicial de peixes, principalmente os endêmicos, estão mais numerosos, principalmente pelo grande interesse de pesquisadores em relação à história de vida, o comportamento e a ecologia das espécies, seja para taxonomia, aquicultura ou para o recrutamento das espécies.

*Lophiosilurus alexandri*, conhecido popularmente como nhiquin-pacamã, pacamã, pacamão (Nakatani et al., 2001), linguado-do-São-Francisco (Campeche et al., 2011), peixe sapo ou cururu (Sato et al., 2006), é uma espécie endêmica da bacia do rio São Francisco, com hábito piscívoro e sedentário (Sato & Godinho, 1999). De acordo com Tenório (2003), o pacamã é um dos peixes mais apreciados nos mercados das regiões ribeirinhas do rio São Francisco, além de apresentar um bom potencial para o cultivo intensivo e, de acordo com Sato et al. (2006), a sua carne tem excelente sabor e consistência.

No entanto, com as construções de hidrelétricas e a conseqüente formação de represas profundas, o pacamã tem desaparecido na região submédica da bacia do rio São Francisco, a ponto de levantar o questionamento sobre a extinção desta espécie na porção alta da bacia do rio São Francisco.

Para suprir a falta de trabalhos comparativos detalhados sobre a osteologia que acompanhem o desenvolvimento dentro dos períodos de crescimento, o presente trabalho teve como objetivo analisar e descrever as modificações ontogenéticas na anatomia externa, assim como as mudanças osteológicas de *Lophiosilurus alexandri*, desde o estágio de larva até o período juvenil.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material examinado

Os indivíduos utilizados no presente estudo foram obtidos por meio de desovas induzidas, realizadas na Estação de Piscicultura de Três Marias (Minas Gerais), no qual as amostras foram coletadas entre os meses de agosto de 1994 e janeiro de 1996, logo após a fecundação, e fixadas em solução de formol a 4%, tamponado com carbonato de cálcio para sua preservação e posterior análise morfológica.

Os dados morfométricos dos exemplares no estágio larval foi obtido com o auxílio de uma ocular micrométrica acoplada a um microscópio estereoscópico e para período juvenil foi utilizado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm..

Os exemplares utilizados neste estudo estão depositados na coleção de peixes do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL) (Tabela. 1).

### Preparação e ilustração

Para o estudo foram analisados no total 22 indivíduos, 18 no período larval (em larval vitelínico, em flexão e em pós- flexão) e quatro no período juvenil.

Para a análise osteológica, foi utilizado um exemplar de cada estágio de vida, separados de acordo com a sua idade em dias (Tabela. 1). As preparações osteológicas foram realizadas pelo método de coloração e diafanização proposto por Dingerkus & Uhler (1977), em seguida, todos os exemplares foram dissecados, utilizando a técnica de Cailliet et al. (1986), separando-se as partes necessárias às análises osteológicas.

Para a nomenclatura osteológica foram utilizados os trabalhos de Weitzman (1962), Castro & Castro (1987), Abreu (1995) e Birindelli (2010). Para a confecção das fotos, foi utilizado um microscópio estereoscópio Leica M205A, equipada com o software LAS versão 4.1.0 para processamento das imagens.

Tabela. 1. Diferente estágio de desenvolvimento (Larval vitelínico, Flexão, Pós-flexão, Juvenil), número de exemplares analisados, idade (dias), data de coleta e o número de tombo de *Lophiosilurus alexandri* utilizados para avaliar as modificações osteológicas.

Estágio de desenvolvimento	Número de exemplares	Idade	Data de coleta	Número de Tombo
Larval vitelínico	3	1 Dia	Ago/1994	MZUEL 5681
	3	2 Dias	Jan/1996	MZUEL 5702
Flexão	3	3 Dias	Jan/1996	MZUEL 5703
	37	4 Dias	Ago/1994	MZUEL 5682
Pós-flexão	21	6 Dias	Ago/1994	MZUEL 5683
	23	9 Dias	Ago/1994	MZUEL 5684
	20	13 Dias	Ago/1994	MZUEL 5685
	3	15 Dias	Jan/1996	MZUEL 5709
	25	17 Dias	Ago/1994	MZUEL 5686
	19	19 Dias	Ago/1994	MZUEL 5687
	13	22 Dias	Ago/1994	MZUEL 5688
	3	24 Dias	Jan/1996	MZUEL 5714
	2	25 Dias	Jan/1996	MZUEL 5715
	3	28 Dias	Jan/1996	MZUEL 5718
	3	29 Dias	Jan/1996	MZUEL 5719
	3	30 Dias	Jan/1996	MZUEL 5720
Juvenil	6	31 Dias	Ago/1994	MZUEL 5689
	7	42 Dias	Ago/1994	MZUEL 5690
	7	49 Dias	Ago/1994	MZUEL 5691
	8	52 Dias	Ago/1994	MZUEL 5692
	6	56 Dias	Ago/1994	MZUEL 5693
	3	60 Dias	Ago/1994	MZUEL 5694

## RESULTADOS

Os exemplares analisados no estágio larval vitelínico apresentaram comprimento padrão entre 5,7 e 8,0 mm. O corpo apresentou-se alongado, transparente e com pigmentação apenas na região ventral do saco vitelínico. Nesse estágio, as estruturas esqueléticas não puderam ser observadas, pelo fato de não estarem formadas.

### **Crânio (Estágio de flexão, pós-flexão e período juvenil)**

No estágio de flexão os exemplares utilizados no presente estudo apresentaram comprimento padrão entre 8,1 a 9,5 mm, o crânio e as nadadeiras pares não estavam desenvolvidos no seu tamanho, o que dificultou a dissecação.

No entanto, com 3 dias, o crânio não está desenvolvido, os barbilhões maxilares estão formados, são longos e finos em relação a cabeça. O dentário está no início do desenvolvimento, tem a forma de arco e está mais largo nas laterais. No 4º dia, o maxilar está no início do desenvolvimento e apresenta-se cartilaginoso. Os barbilhões mentoniano estão formados, são finos, não alongados.

No estágio de pós-flexão, o crânio pode ser estudado mais detalhadamente devido ao seu maior tamanho e pelas estruturas esqueléticas que estão se formando. O comprimento padrão dos exemplares analisados variou entre 9,0 a 15,4 mm e durou do 6º ao 42º dia após a eclosão da larva (Tabela. 1), sendo o estágio mais longo do desenvolvimento larval, com as mais variadas modificações morfológicas.

No período juvenil, o comprimento padrão dos exemplares analisados variou entre 15,9 e 28,1 mm e com as estruturas esqueléticas no final do processo de ossificação ou já ossificadas. .

#### *Vista dorsal*

O crânio do pacamã visto dorsalmente é composto pelo mesetmóide, maxilar, autopalatino, nasal, frontal, lacrimal, etmoide lateral, barra epifisiária, parieto-supraoccipital, pterótico, exoccipital, esfenótico, pós-têmporo-supracleito, infra-orbitais.

O autopalatino no início do estágio de pós-flexão (17 dias) é cartilaginoso, tem o tamanho reduzido, curto em comprimento e largo lateralmente. semelhante a uma estrutura quadrada. A partir dos exemplares com 19 dias de desenvolvimento, o autopalatino cresce posteriormente e lateralmente, mas com intensidade menor, tornando uma estrutura cartilaginosa alongada e larga no final do estágio de pós-flexão. No início do estágio juvenil (49 dias), o autopalatino é pequeno em relação ao comprimento da cabeça está se ossificando na região posterior, enquanto que a região anterior continua cartilaginosa. Nos exemplares

com 52 dias, a região anterior começa a se ossificar, até que com 60 dias, toda a estrutura encontra-se ossificada.

No estágio de pós-flexão, o mesetmóide é cartilaginoso e tem a forma de uma barra mais larga do que longa (Fig. 1.a). Nos exemplares com 31 dias, essa estrutura cresce, possui a região anterior e posterior côncava e com os vértices expandidos anterolateralmente (42 dias). Verifica-se, ainda, que o processo de ossificação inicia-se pela região lateral. Nos exemplares juvenis, tem a forma quadrangular com os vértices formando expansões em direção à região anterolateral do crânio. No início do período juvenil, esta estrutura está cartilaginosa nas regiões central e posterior, enquanto que a ossificação se inicia na região anterior. No 56º dia, a ossificação inicia nos vértices e segue em direção à região anterolateral e posteriormente à região central da estrutura. Nos exemplares com 60 dias, o mesetmóide apresenta-se desenvolvido e ossificado; somente a região posterior apresenta pontos de cartilagem.

O maxilar, no início do estágio de pós-flexão, apresenta-se cartilaginoso e com tamanho reduzido. Com o decorrer do desenvolvimento, o maxilar cresce primeiro em largura (13 dias) e, em seguida, a estrutura alonga-se em maior proporção. No 42º dia a inicia-se a ossificação pela região proximal, enquanto que a região distal ainda está cartilaginosa e pouco desenvolvida. No período juvenil, o maxilar apresenta a região proximal bem ossificada e a região distal apresenta alguns pontos de cartilagem. Nos exemplares com 49 dias, o maxilar apresenta a região proximal totalmente ossificada e a região distal está ossificando, mas apresenta pontos de cartilagem na sua estrutura. No 60º dia de desenvolvimento, o maxilar tem o seu desenvolvimento completo, assim como a sua ossificação.

O nasal tem a forma de uma lâmina alongada e se encontra na região ântero- dorsal do crânio. No início do estágio de pós-flexão é uma estrutura larga, não alongada e desenvolvida em relação ao tamanho do crânio. Com o desenvolvimento, esta estrutura sofre um

alongamento em direção à região anterior e permanece cartilaginosa nesse estágio formando uma estrutura alongada em direção à região distal (Fig. 1.b). No início do período juvenil, o nasal é maior, laminar e cartilaginoso. No 56º dia de desenvolvimento, a estrutura se torna mais desenvolvida e começa a se ossificar. No 60º dia, o nasal está em final de ossificação, mas a região central apresenta pequenas áreas cartilaginosas, enquanto que a região marginal está em processo adiantado de ossificação (Fig. 1.c).

O lacrimal, no estágio de flexão, não está formado. Em pós-flexão, essa estrutura está formada e cartilaginosa. No exemplar com 13 dias essa estrutura sofre um estrangulamento na região medial, formando uma estrutura bilobada. No exemplar com 9 dias, possui a forma de barra pequena, com seus vértices pouco abaulados. Nos exemplares com mais de 9 dias, o lacrimal cresce em tamanho e em espessura. Com 31 dias, essa estrutura é pequena, com a forma de barra perpendicular ao eixo do corpo, mais espessa do que longa. No período juvenil, o lacrimal sofre o processo de ossificação com 49 dias, primeiramente pela região marginal da estrutura. No 52º dia, o lacrimal tem o formato de Y, é predominantemente cartilaginoso, mas com a ossificação iniciando-se pela região marginal anterior. No 60º dia do desenvolvimento, o lacrimal está ossificado, e ainda mantém o formato de Y com as ramificações voltadas para a região medial.

No estágio de pós-flexão, com 13 dias, observam-se dois infra-orbitais (II e III) pequenos, estreitos e cartilaginosos. No 17º dia, forma-se um novo infra-orbital (I) mais anterior na cabeça com o formato arredondado e pequeno em tamanho. Com o desenvolvimento, os infra-orbitais tem a largura aumentada e nos exemplares analisados no estágio final de pós-flexão, essas estruturas sofrem alongamento em comprimento e a largura não cresce na mesma proporção, formando três estruturas com a forma de barras alongadas e não muito largas. Nesse estágio do desenvolvimento, os infra-orbitais são cartilaginosos (Fig. 1.c). No período juvenil, apresenta três infra-orbitais com a forma de barras alongadas,

estreitas e cartilagenosas. No 60º dia de desenvolvimento, está no estágio final de ossificação, mas tem alguns pontos de cartilagem por sua extensão (Fig. 1.c).

No pacamã, a barra epifisiária está se formando no início do estágio de pós-flexão, sendo estruturas pequenas, estreitas e cartilagenosas. Nos exemplares maiores, as barras epifisiárias tornam-se alongadas e espessas (17 dias) e com a constituição cartilagenosa. Nos exemplares no final do estágio de pós-flexão, as barras epifisiárias são mais alongadas que nos exemplares mais novos, mais estreitos e, nos exemplares com 42 dias, a região de encontro das barras epifisiárias é mais espessa e cartilagenosa. Nos exemplares no estágio juvenil as barras epifisiárias são estruturas mais espessas e não tão alongados que nos exemplares no estágio de pós-flexão. Nos exemplares com 49 dias, observa-se que a ossificação inicia-se na região marginal em direção ao centro, região que está cartilagenosa. No 52º e 60º dia de desenvolvimento, a região de encontro das barras epifisiárias torna-se mais espessa e ossificada, mas com desenvolvimento incompleto (Fig. 1.c).

No estágio de pós-flexão o etmóide lateral apresenta uma pequena expansão lateral, estreita e cartilagenosa que está situada logo à frente dos olhos. Nos exemplares maiores a expansão aumenta em tamanho, mas continua estreita e a sua extremidade tem a forma arredondada e cartilagenosa (22 dias). Com o desenvolvimento, o etmóide lateral nas larvas em pós-flexão fica maior, assim como sua expansão lateral que se torna mais larga que nos exemplares menores. No exemplar com 42 dias a estrutura é similar ao do adulto, no entanto, menor e ainda cartilagenosa. No período juvenil o etmóide lateral é alongado e estreito. A ossificação se inicia no 49º dia, pela região medial. No 52º dia de desenvolvimento, observa-se que a região marginal e a expansão lateral estão ossificados, restando apenas a região medial com cartilagem, mas com o decorrer do desenvolvimento, essa a área cartilagenosa diminui. No exemplar com 60 dias, observa-se que a região central cartilagenosa está menor que nos exemplares mais novos.

No início do estágio de pós-flexão (9 dias) o frontal não é alongado, é pouco espesso e cartilaginoso. Com o desenvolvimento das larvas, o frontal sofre alongamento e espessamento na sua extensão. Em exemplares com 24 dias o frontal e as regiões anterior e posterior do frontal tem a forma alargada, achatadas e continuam cartilaginosas. Com 42 dias, o desenvolvimento em largura é maior do que em comprimento e a estrutura tem a forma estreita e curta com a região posterior em início de ossificação (primeiramente na região marginal). Separando os frontais na região medial há a presença de uma grande fontanela. No início do período juvenil, o frontal é laminar, alongado e cartilaginoso, com ossificação apenas na região marginal posterior. No 60º dia de desenvolvimento, o frontal está mais ossificado que nos estágios anteriores, a região anterior está mais espessa e com a extremidade anterior com a forma pontiaguda e a região marginal de toda estrutura sofrendo ossificação.

O exoccipital em todo o estágio de pós-flexão é cartilaginoso, no entanto, os seus limites não estão bem definidos. No início do estágio a estrutura tem a forma elíptica e no decorrer do seu desenvolvimento, começa a ter a forma retangular (42dias). No período juvenil, o exoccipital está cartilaginoso e tem a forma laminar. No 49º dia do desenvolvimento a ossificação tem início e no 60º dia do desenvolvimento a região posterior dessa estrutura está mais ossificada que a região anterior, que ainda possuem regiões cartilaginosas ao longo da sua extensão.

Na região posterodorsal do crânio, no eixo medial, o parieto-supra-occipital está no início do desenvolvimento. Na região onde se encontraria essa estrutura há apenas um ligamento entre duas regiões indiferenciadas na região lateral do crânio, possivelmente onde se encontraria o pterótico, o esfenótico e o exoccipital. Com o desenvolvimento, essa estrutura sofre expansão em direção à região anterior do crânio, formando duas barras cartilaginosas com forma de V. No 19º dia, a estrutura sofre expansão em direção à região posterior, e

adquire a forma de H. No 24º dia, as barras formadas curvam-se em direção lateral, e a estrutura formada é alongada e cartilaginosa. Nos exemplares maiores, as expansões tornam-se mais grossas e crescem em direção à região medial. Nesse momento, forma-se uma invaginação com forma de V com o vértice voltado para a região posterior da cabeça. No 42º dia, inicia-se o processo de ossificação (Fig. 2.). No período juvenil, com 49 dias, o parieto-supra-occipital não está completamente formado. Na área correspondente, observa-se uma estrutura com forma de uma placa larga na região anterior, pontiaguda e ossificada na região posterior, com a região interna da placa formada apresentando pontos de cartilagem e as bordas bem ossificadas. Na estrutura formada, observa-se uma evaginação da fontanela em direção posterior do corpo. No entanto, nos exemplares com mais de 52 dias examinados, a região anterior do parieto-supra-occipital sofre expansão em direção à região medial do crânio, diminuindo a área de evaginação da fontanela. Com 60 dias, o forame parieto-supra-occipital não está completamente formado e apresenta uma pequena área em contato com a fontanela.

O pterótico no início do estágio de pós-flexão tem a forma elíptica e cartilaginosa. Nos exemplares mais velhos a estrutura é maior e no 42º dia de desenvolvimento, esta estrutura é ainda maior e com a forma laminar e cartilaginosa por toda sua extensão. O pterótico no período juvenil é laminar e a sua extensão começa a sofrer ossificação, no 56º dia de desenvolvimento, a estrutura aparece mais ossificada e maior que no início do período juvenil (49 dias). Nos exemplares com 60 dias, a região proximal do pterótico está se ossificando, mas vários pontos de cartilagem ainda são observados. Por outro lado, a região distal está totalmente ossificada.

No estágio de pós-flexão, o esfênótico não está muito desenvolvido e seus limites não são muito visíveis. No início do desenvolvimento, a estrutura tem a forma elíptica e cartilaginosa e, com o desenvolvimento dos exemplares, a estrutura alonga-se em direção anterior do crânio e forma uma estrutura laminar cartilaginosa no 42º dia de desenvolvimento.

O esfenótico está localizado anteriormente ao pterótico e, no período juvenil, possui a forma laminar, é cartilaginosa, mas em início de ossificação. Nos exemplares com 56 e 60 dias, o esfenótico está em final de ossificação, apresenta alguns pontos de cartilagem na sua extensão, é laminar, mas mais espesso que no início do período juvenil.

No início do estágio de pós-flexão, o pós-têmporo-supracleitro é formado por uma pequena expansão cartilaginosa com a região proximal alargada. Com 17 dias, o supracleitro possui a expansão maior que no início do estágio e com as extremidades arredondadas. No 22º dia, o processo de ossificação é observado e nos exemplares maiores, a ossificação é intensificada e apresentando a região proximal larga e as regiões distais com as extremidades arredondadas. No 42º dia, o supracleitro tem a forma semelhante à estrutura do período juvenil, mas o tamanho é menor e o processo de ossificação não está finalizado (Fig. 3.b). No período juvenil, o pós-têmporo-supracleitro tem o formato laminar e o processo de ossificação está em estágio mais avançado. No início do período, com 49 dias, a estrutura tem a forma arredondada com ponto de cartilagem na sua extensão e, com 56 dias, está desenvolvido e ossificado.

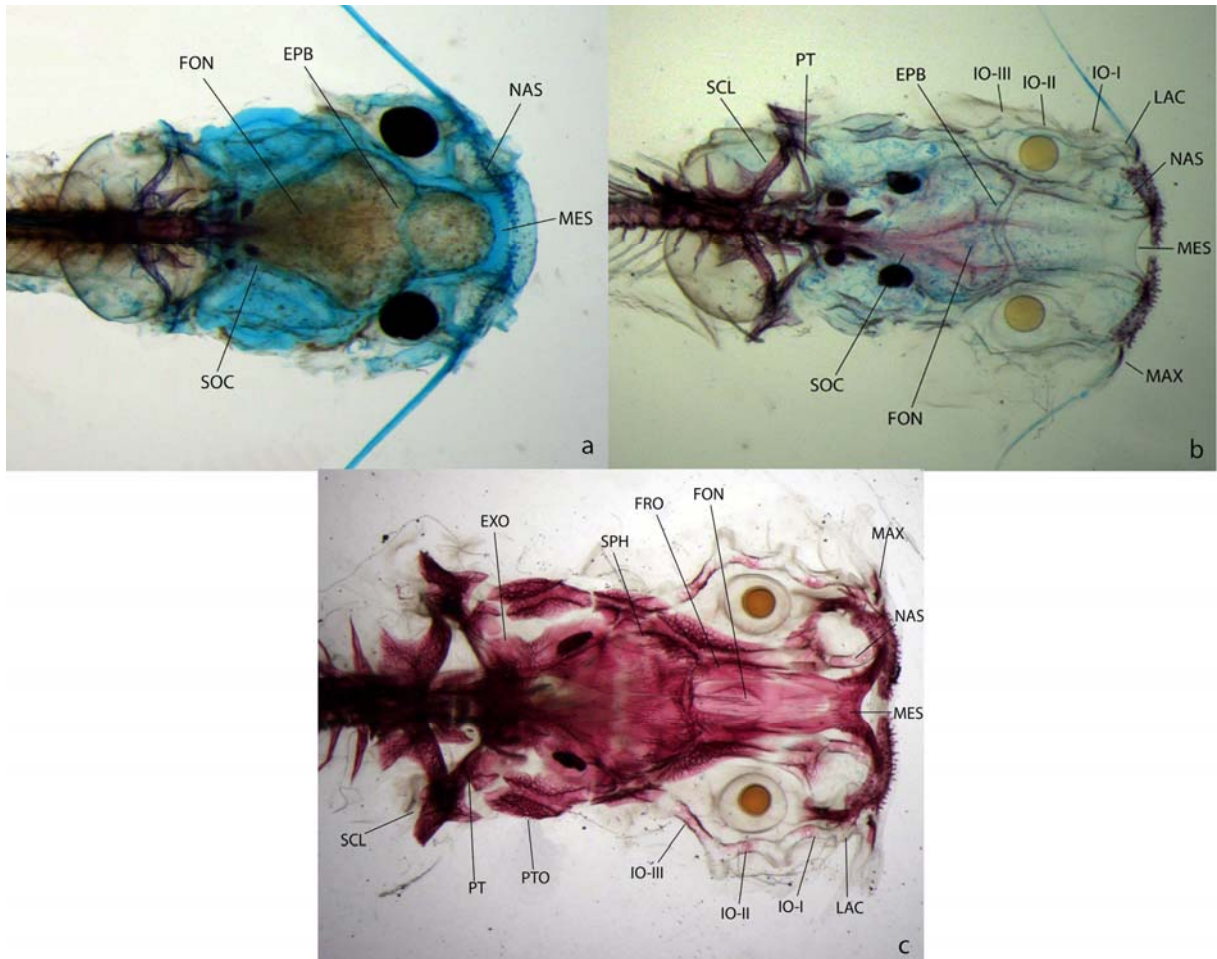


Fig. 1. Vista dorsal do crânio de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (13 dias), CP= 11,5 mm; b) estágio de pós-flexão (42 dias), CP=15,0 mm; c) período juvenil (60 dias), CP=28,1 mm. (EPB: Barra epifisiária; EXO: Exoccipital; FON: Fontanela; FRO: Frontal; IO-I: Infra-orbital I; IO-II: Infra-orbital II; IO-III: Infra-orbital III; LAC: Lacrimal; MAX: Maxilar; MES: Mesetmóide; NAS: Nasal; PT: Processo transcapular; PTO: Pterótico; SCL: Pós-têmporo-supracleitro; SOC: Parieto-supra-occipital); SPH: Esfenótico).

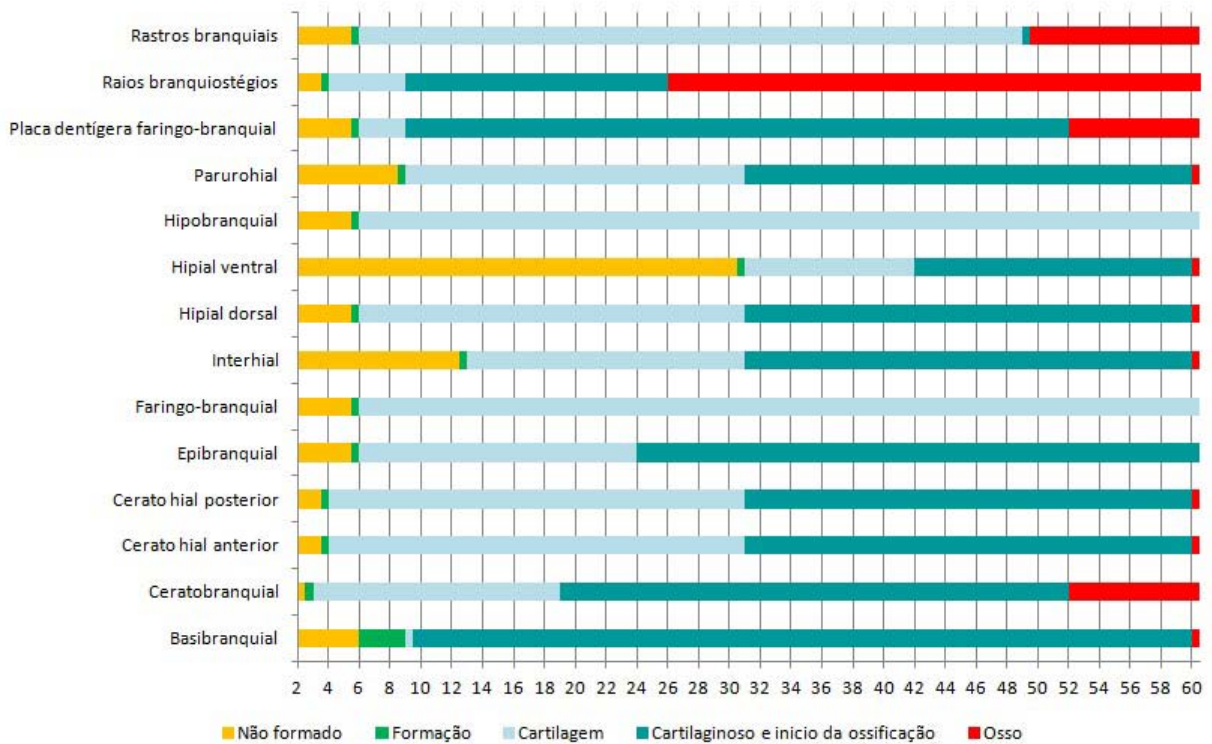


Fig. 2. Sequência de desenvolvimento do crânio (vista dorsal) de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

### *Vista ventral*

No estágio de pós-flexão, o crânio visto ventralmente apresenta o basioccipital, o esfenótico, o orbitosfenóide, o paraesfenóide, o pro-ótico, o pterótico, o pteroesfenótico e o processo transcapular ou ligamento de Baudelot.

O orbitosfenóide está localizado na região lateral do crânio, anterior ao pteroesfenóide e posterior ao etmoide lateral. No estágio de pós-flexão, tem a forma laminar, cartilaginosa e tamanho reduzido. No 25º dia de desenvolvimento, o orbitosfenóide possui a forma retangular com a região anterior mais estreita que a região posterior e está em início de ossificação. Nos exemplares com 31 e 42 dias, a estrutura tem a forma retangular, tamanho maior e a região anterior maior que a região posterior que é estreita e com o processo de ossificação não muito adiantado. No período juvenil, o orbitosfenóide possui a mesma forma que a dos exemplares

no final de pós-flexão, no entanto, com o tamanho e a área de ossificação maior. No final do período juvenil, as regiões anterior e posterior estão ossificadas.

O vômer no pacamã está ausente nos estágios larval e juvenil. O paraesfenóide localiza-se no eixo medial do crânio, posterior ao mesetmóide, anterior ao basioccipital, antero-lateral ao orbitosfenoide, latero-medial ao pteroesfenóide e postero-lateral ao pró-ótico. No início do estágio de pós-flexão, o paraesfenóide está formando, a estrutura é cartilaginosa com a forma de > com os vértices voltados para a região posterior, não fusionados, com um espaço que os separam. Nos exemplares com 17 dias, a região anterior do paraesfenóide está pequena, com o seu desenvolvimento não completo, a região medial é larga e maior, e a região posterior é alongada e o espaço entre os vértices está menor (Fig. 3.a). Nos exemplares com 30° dia de desenvolvimento, a região anterior do paraesfenóide é reduzida, a medial está mais longa e larga que a região posterior que está estreita e no início do processo de ossificação (que tem início na região medial da estrutura e se direciona lateralmente). No 42° dia a região anterior está mais alongada, a medial está mais larga e ossificada, e a região posterior está mais afilada e longa e em processo de ossificação (Fig. 3.b). No período juvenil o paraesfenóide é uma estrutura alongada, no início do período a região anterior é curta e larga em relação aos exemplares maiores, no final do período juvenil a região medial é mais larga e a região posterior está mais afilada e alongada. A ossificação nos exemplares mais jovens é vista na região medial e posterior do paraesfenóide, enquanto que a região anterior apresenta-se cartilaginosa. No decorrer do desenvolvimento, a ossificação da região medial e posterior fica mais intensa, enquanto que a região anterior no exemplar com 60 dias não estará completa, pois apresenta pontos com cartilagem (Fig. 3.c).

O pró-ótico está localizado na região lateral do eixo medial do crânio e faz limite na região anterior com o pteroesfenóide, posteriormente com o exoccipital e na região lateral com o pterótico e o esfenótico. Essa estrutura não está formada até o 25° dia de

desenvolvimento, quando essa estrutura tem a forma circular e está cartilaginosa. No 28º dia de desenvolvimento essa estrutura tem a forma alongada e laminar. No 31º dia tem início a ossificação da região anterolateral, que está mais larga que o estágio posterior. No 42º dia, o pró-ótico é mais alongado e estreito.

No período juvenil o pró-ótico tem a forma estreita, alongada e em processo de ossificação mais acelerado que no estágio juvenil. No 56º dia, a região anterior torna-se arredondada, enquanto que a região posterior é pontiaguda. No 60º dia de desenvolvimento, a região posterior torna-se quadrada e toda a estrutura está ossificada.

O pteroesfenótico localiza-se na região lateral, faz limite anteriormente ao orbito esfenóide, lateralmente ao frontal e posteriormente ao pró-ótico. Esta estrutura não está formada até o meio do estágio de pós-flexão, mas com 28 dias observa-se a sua formação, mostrando-se laminar e expandida lateralmente na região anterior. Nesse estágio o pteroesfenótico apresenta-se cartilaginoso. No 30º dia, a região posterior sofre expansão e se direciona para a região medial do crânio. No 31º dia tem início o processo de ossificação. Nos exemplares juvenis, o pteroesfenótico sofre ossificação e tem a forma quadrada com uma expansão lateral na região anterior. No 52º dia do desenvolvimento, essa estrutura ganha forma piramidal e a ossificação ocorre da região posterior em direção à região lateral. No 56º dia de desenvolvimento, a ossificação torna-se mais intensa e ocorre da região medial em direção ao eixo lateral do crânio. No 60º dia, o processo de ossificação está terminado.

O esfenótico está localizado na região lateral do crânio, posterior ao frontal, posteromedial ao pró-ótico e posterior ao pterótico. No estágio de pós-flexão, os limites dessa estrutura não são visíveis, pois não estão formados até o 28º dia; com essa idade, a região onde encontra-se essa estrutura está cartilaginosa e com a forma de semicírculo. No 42º dia de desenvolvimento, o esfenótico sofre ossificação na região anterolateral, enquanto que as demais regiões são cartilaginosas. No período juvenil, o esfenótico tem a ossificação mais

avançada na região marginal, a região central continua cartilaginosa. Com o decorrer do desenvolvimento, a forma do esfenótico transforma-se de semicircular para triangular, estando totalmente ossificada no 60º dia de desenvolvimento.

O basioccipital está localizado na linha medial do crânio, posterior ao paraesfenóide. No início do estágio de pós-flexão, o basioccipital tem a forma arredondada posteriormente e na região anterior a expansão não é muito grande (9 dias). Nos exemplares maiores, a região anterior do basioccipital alonga-se e permanece estreita, com a constituição cartilaginosa. No 30º dia de desenvolvimento, a região anterior tem a expansão maior e com a extremidade arredondada, já a área posterior torna-se mais larga e em início de ossificação, processo esse que terminará no 42º dia do desenvolvimento (Fig. 3.b). No período juvenil, o basioccipital está ossificado, mas o desenvolvimento está incompleto. A região anterior é alongada, enquanto que a posterior é arredondada e com a base larga. Nos exemplares maiores, principalmente com 60 dias, a extremidade anterior alonga-se mais que nos exemplares menores e apresenta cristas pontiagudas ossificadas.

O processo transcapular está localizado lateralmente, com a região proximal fazendo limite com o basioccipital e a região distal com o supracleito. A formação dessa estrutura tem início no 13º dia, tendo a forma laminar, curta e com a região distal em início de ossificação. Nos estágios subsequentes, a estrutura se torna maior e larga, com a região proximal ainda cartilaginosa e a distal mais ossificada. Essa ossificação distal continua aumentando no 42º dia, mas também se inicia na região marginal em direção ao centro da estrutura. Nesse estágio, a região proximal ainda se encontra cartilaginosa. No período juvenil, a região proximal do processo transversal, que está em contato com o basioccipital, apresenta-se cartilaginosa. Por outro lado, a região distal está mais ossificada, com a ossificação ocorrendo da região marginal em direção ao centro da estrutura.

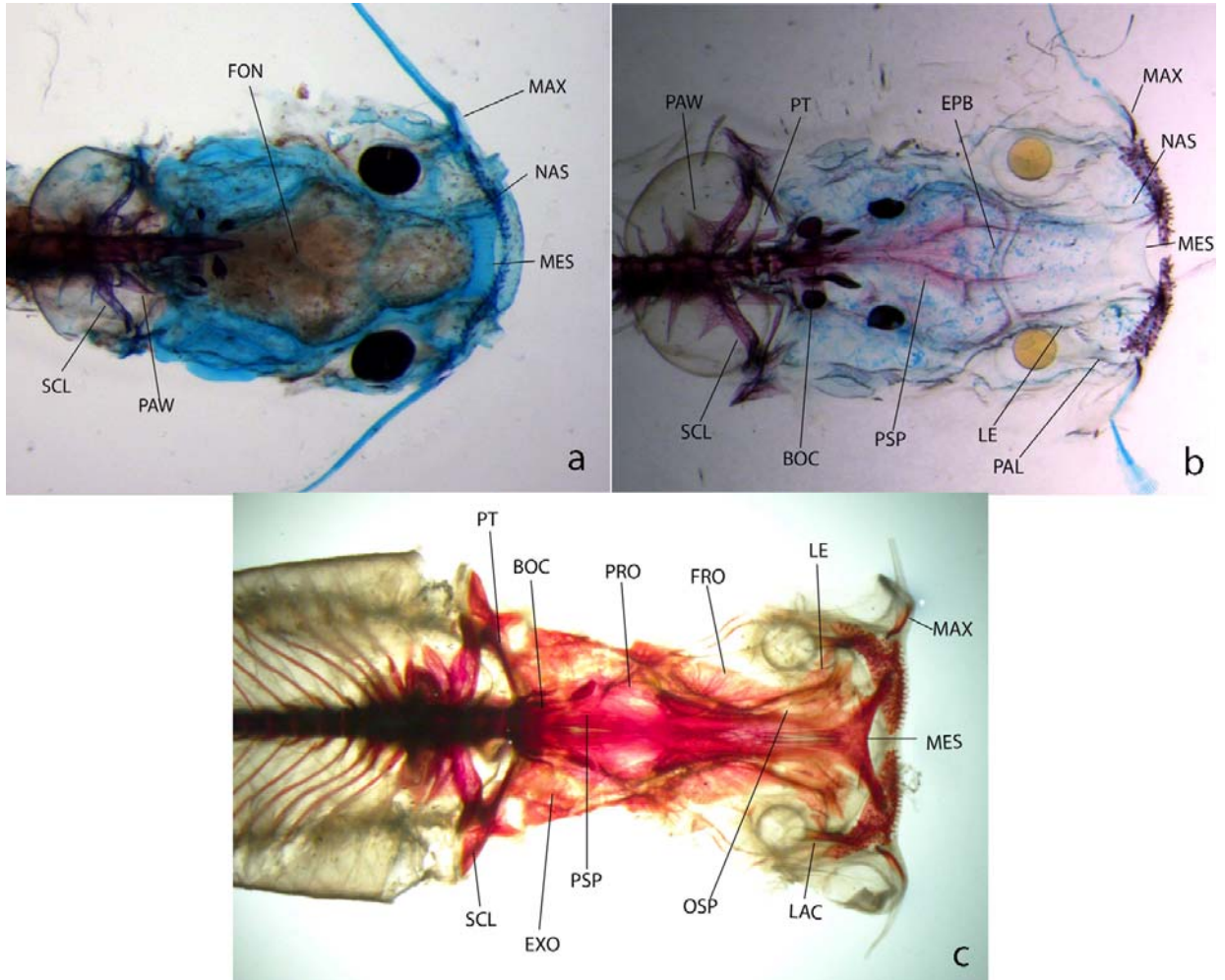


Fig. 3. Vista ventral do crânio de *Lophosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (13 dias), CP= 11,5 mm; b) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; c) período juvenil (60 dias), CP=28,1 mm (BOC: Basioccipital; EPB: Barra epifisiária; EXO: Exoccipital; FON: Fontanela; FRO: Frontal; LAC: Lacrimal; LE: Etmóide lateral; MAX: maxilar; MES: Mesetmóide; NAS: Nasal; PAL: Autopalatino; OSP: Órbitosfenóide; PAW: Parapófises do aparato de Weber; PRO: Pró-ótico; PSP: Paraesfenóide; PT: Processo transcapular; SCL: Pós-têmporo-supracleitro).

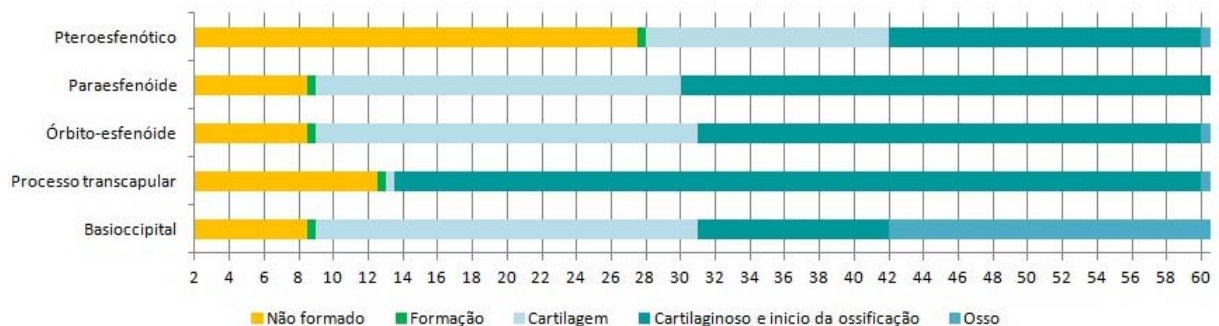


Fig. 4. Sequência de desenvolvimento do crânio (vista ventral) de *Lophosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

### *Complexo hiobranquial*

No estágio de pós-flexão, o complexo hiobranquial é composto pelo basibranquial, ceratobranquial, epibranquial, faringo-branquial, hipobranquial, placa dentígera faringo branquial, parurohial, rastros branquiais, hipobraquial, raios braquiostégios, cerato-hial anterior, cerato-hial posterior, hipial dorsal, hipial ventral e o interhial. No período juvenil, o complexo hiobranquial do pacamã tem as mesmas estruturas encontradas no estágio de pós-flexão, no entanto com algumas modificações no seu desenvolvimento em relação ao seu tamanho e ossificação.

O parurohial foi danificado em vários exemplares, mas os que puderam ser analisados mostraram-se cartilagosos, com a forma triangular, e pouco desenvolvidos em tamanho. No exemplar com 31 dias (estágio de pós-flexão), a região anterior do parurohial e a região lateral estão se ossificando, enquanto que a região central está cartilaginosa e com o desenvolvimento incompleto. No exemplar com 42 dias, o parurohial está maior e mais ossificado que no exemplar de 31 dias. No entanto, a constituição da estrutura ainda é cartilaginosa no centro (Fig. 5.e). No período juvenil, o parurohial tem o formato triangular, mas com o tamanho maior que no estágio de pós-flexão. A ossificação do parurohial ocorre primeiramente na região anterior e nas laterais, enquanto que na região medial, ainda se mantém cartilaginosa. No 60º dia de desenvolvimento, o parurohial apresenta-se ossificado (Fig.5.f).

No estágio de flexão, o hipial ventral e dorsal não estão formados. No estágio de pós-flexão, somente o hipial dorsal está formado no 6º dia de desenvolvimento, é uma expansão anterior ao ceratohial anterior, com a forma retangular e cartilaginosa. No 9º dia o hipial dorsal tem a forma elíptica e cartilaginosa e nos exemplares maiores, essa estrutura começa a se alongar e tem o formato de barra na região medial, com a região mais anterior com a forma elíptica. O hipial ventral estará formado apenas no exemplar com 31 dias, nesse exemplar essa

estrutura é uma pequena expansão cartilaginosa. No exemplar com 42 dias, o hipial ventral e dorsal começam a se ossificar e, em ambos, a ossificação tem início na região marginal. Nos juvenis, o hipial dorsal está mais ossificado que o hipial ventral, que é uma pequena expansão aos 49 dias. No 56º dias, o hipial ventral está ossificado, mas apresenta pontos cartilagosos pela sua extensão, e o hipial dorsal está se ossificando, mas mais lentamente que o hipial dorsal. No 60º dia, ambas as estruturas estão desenvolvidas e ossificadas.

Os raios branquiostégios estão formados no estágio de flexão, mas são apenas 6 raios finos e cartilagosos. No estágio de pós-flexão, o número de raios branquiostégios aumenta gradativamente. No 6º dia, são 9 raios cartilagosos. Nos estágios subsequentes, o número de raios aumenta para 12, e se manteve nos exemplares juvenis. A ossificação dessa estrutura teve início no 17º dia pela região proximal e, no 22º dia de desenvolvimento, essa estrutura estava totalmente ossificada.

No estágio de pós-flexão, o basibranquial não está muito desenvolvido em relação ao seu tamanho e apresenta-se cartilaginoso. No período juvenil o basibranquial ainda mostra-se cartilaginoso, mas com o tamanho maior do que no estágio de pós-flexão.

Nos indivíduos com três dias de desenvolvimento, o ceratobranquial está formado, e apresenta-se cartilaginoso e com forma de barra. No entanto, não é uma estrutura grande, assim como o basibranquial. No entanto, nos exemplares maiores, o seu tamanho aumenta. Na extensão do ceratobranquial, os rastros branquiais estão presentes nos exemplares com 6 dias. Os rastros são cartilagosos, não numerosos, mas o tamanho e o número de rastros aumentam com o desenvolvimento. No início do período juvenil o ceratobranquial, com 49 dias está se ossificando, e contem também rastros que estão formados e ossificados. No 52º de desenvolvimento o ceratobranquial tem o processo de ossificação finalizado. Os rastros branquiais no período juvenil estão presentes ao longo do ceratobranquial, mas não estão

desenvolvidos em tamanho, são cartilagosos nos exemplares com 49, 52 e 56 dias, enquanto que no 60º dia estão maiores e ossificados.

O ceratohial anterior está formado no estágio de flexão, com 4 dias, e possui a forma alongada com a região anterior com a forma retangular. No estágio de pós-flexão, no 6º dia de desenvolvimento, essa estrutura tem a forma quadrada, com os vértices arredondados. Nos exemplares maiores analisados, o ceratohial anterior tem a forma retangular, cartilaginosa (Fig. 5.a). No 31º dia, essa estrutura começa a se ossificar pelas regiões marginal anterior e posterior, enquanto que a região medial continua cartilaginosa. No 42º dia, essa estrutura tem a forma de barra, e a região medial está cartilaginosa e pouco expandida. No período juvenil (49 dias), o ceratohial anterior tem a forma elíptica, com a maior parte da região anterior cartilaginosa, mas com alguns pontos de ossificação; região medial cartilaginosa; região posterior em início de ossificação. No exemplar com 60 dias essa estrutura apresenta-se totalmente desenvolvida e ossificada.

O ceratohial posterior, no estágio de flexão, está cartilaginoso e tem a forma alongada, estreita, com pequeno alargamento na região medial. No estágio de pós-flexão, o formato é o mesmo que no estágio de flexão, no entanto, a região medial está mais larga. No 31º dia de desenvolvimento, as regiões anterior e posterior estão se ossificando. Nos exemplares desse estágio, a ossificação tem início pela região marginal, já a região posterior a ossificação tem início na região que está em contato com o interhial (Fig. 5.b). Nos exemplares com 56 dias de desenvolvimento, a região anterior do ceratohial posterior está menos ossificada que no estágio posterior (52 dias), a região medial encontra-se cartilaginosa e a região posterior apresenta uma pequena área ossificada. No exemplar com 60 dias essa estrutura está formada e totalmente ossificada (Fig. 5.c).

O epibranquial, no início do estágio de pós-flexão, com 6 dias, apresenta-se cartilaginoso e pouco desenvolvido em tamanho. No entanto, com 15 dias, está maior em

tamanho e em início de ossificação a partir de suas margens. Com 19 dias, a ossificação se expande para o centro da estrutura e esse processo pode ser observado até o final do estágio de pós-flexão, quando a ossificação atinge a região medial do epibrânquial. No início do período juvenil, o epibrânquial apresenta-se cartilaginoso, mas a ossificação inicia-se na região marginal em direção à região central do epibrânquial. A ossificação fica mais intensa nos exemplares maiores, com 52, 56 e 60 dias (Fig. 5.f).

Em pós-flexão, o faringobranquial e o hipobranquial apresentam-se cartilagosos e com o desenvolvimento não completo em relação ao seu tamanho, com o passar dos dias, a estrutura fica maior e mais desenvolvida (Fig.5.d e 5.e). O faringo-branquial e o hipobranquial nesse período apresentam-se cartilaginoso, no entanto, nos exemplares essas duas estruturas mostraram-se mais desenvolvidos em relação ao tamanho.

No estágio de pós-flexão, a placa dentígera faringo-branquial apresenta-se cartilaginosa e com o desenvolvimento incompleto com relação ao seu tamanho. Na sua extensão, estão presentes desde o início do estágio, dentes pequenos, numerosos e ossificados, que aumentam em tamanho e em número até o final desse estágio. Nos exemplares juvenis com 49 dias, a placa dentígera faringo branquial apresenta-se cartilaginosa, mas os dentes dessa estrutura estão desenvolvidos e ossificados. Nos estágios seguintes, a placa dentígera faringo branquial está ossificada.

O interhial, no estágio de flexão, não está formado. O desenvolvimento dessa estrutura ocorre no estágio de pós-flexão. Com 13 dias, é cartilaginosa e tem a forma de barra alongada e estreita. No 22º dia de desenvolvimento, essa estrutura torna-se alongada, mas cartilaginosa. No 31º dia, o interhial tem a forma de barra com a região posterior apresentando expansões e, ainda nesse estágio, inicia o processo de ossificação por igual pela extensão da estrutura. No 42º dia, a região anterior é estreita e alongada, enquanto que a região posterior tem a forma arredondada. No período juvenil, o interhial tem a forma de barra, o processo de ossificação

está mais avançado nas regiões anterior e central da estrutura. No 56º dia de desenvolvimento, o interhial apresenta-se ossificado, restando apenas pontos de cartilagem na região marginal. No 60º dia, essa estrutura apresenta-se totalmente ossificada (Fig. 6).

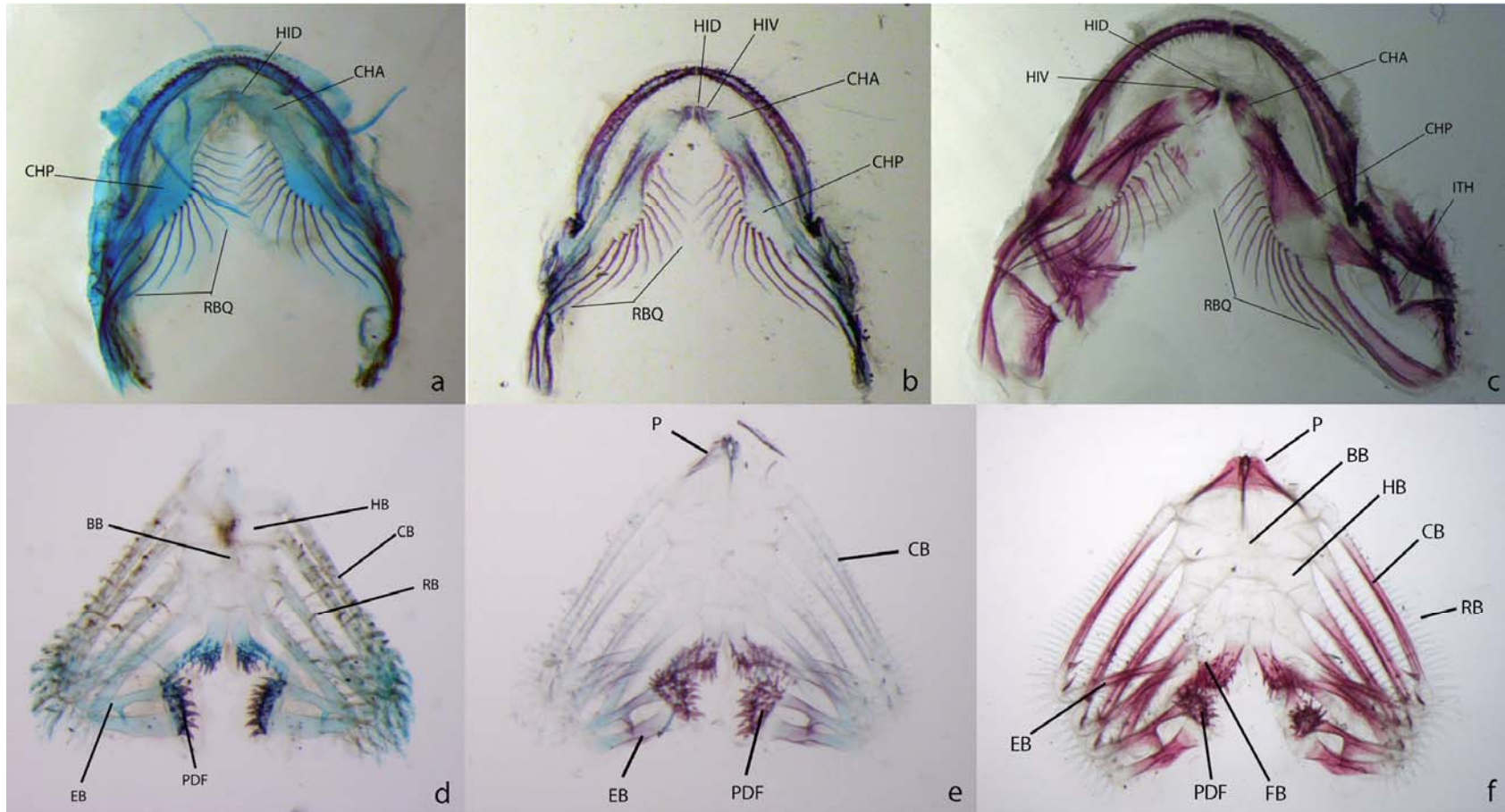


Fig. 5. Arco Hióide (Fig. 5.a a Fig. 5.c) e complexo hiobranquial (Fig. 5.d a 5.f) de *Lophiosilurus alexandri*. a) estágio de pós-flexão 13 dias. CP=11,5 mm; b) estágio de pós-flexão 42 dias. CP=15,0 mm; c) juvenil (60 dias), CP= 28,0mm; d) estágio de pós-flexão 13 dias. CP= 11,5 mm; e) estágio de pós-flexão 42 dias. CP=15,0 mm; f) período juvenil (60 dias), CP= 28,0mm (BB: Basibraquial; CB: Ceratobranquial; CHA: Cerato hial anterior; CHP: Cerato hial posterior; EB: Epibranchial; FB: Faringo branquial; HB: Hipobranquial; HID: Hipial dorsal; HIV: Hipial ventral; ITH: Inter-hial; P: Parurohial; PDF: Placa dentígera faringo-branquial; RB: Rastros branquiais; RBQ: Raios branquiostégios)

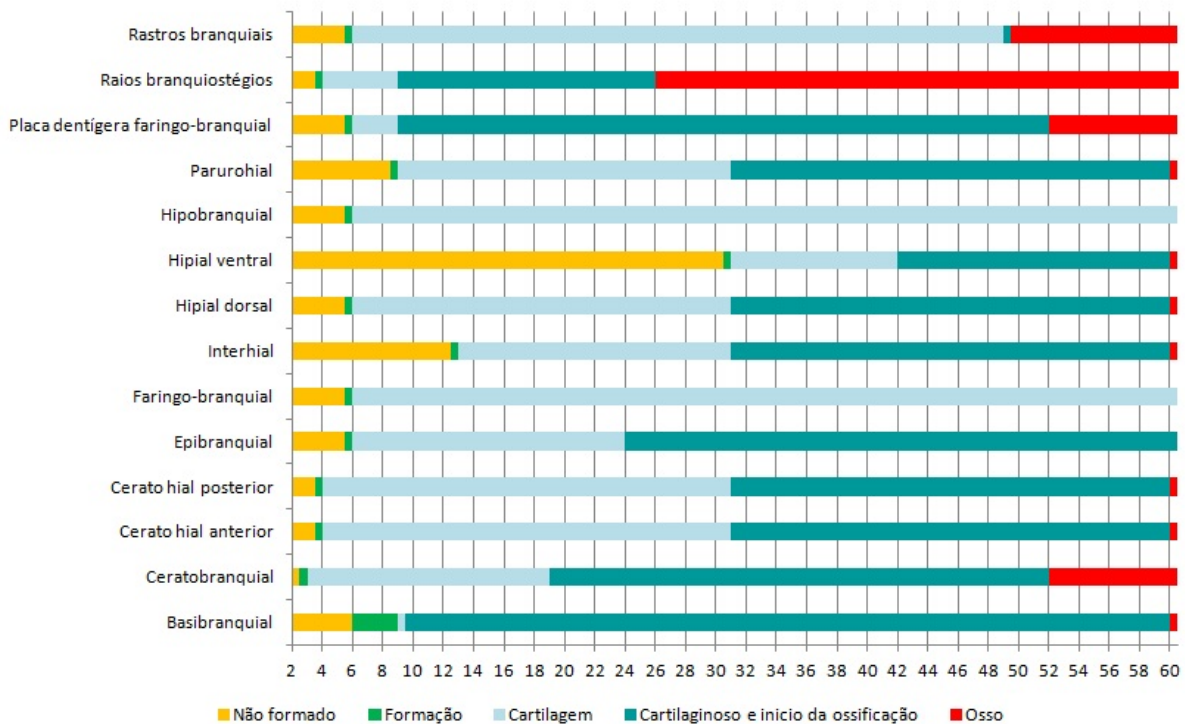


Fig. 6. Sequência de desenvolvimento do complexo hiobranquial de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

## Nadadeiras pares (flexão, pós-flexão e juvenil)

### *Nadadeira peitoral*

A nadadeira peitoral do pacamã é composta pelo acúleo peitoral, cleitro, coracóide, processo dorsal, processo posterior do cleitro, quilha do coracóide, radiais basais, raios da nadadeira, processo auriculiforme e mesocoracóide.

No estágio de flexão, a nadadeira peitoral está se formando, há a presença do botão da nadadeira que está cartilaginosa e apresenta o início de desenvolvimento dos raios.

No estágio de pós-flexão, com 6 dias, o acúleo da nadadeira peitoral está cartilaginosa e não diferenciado dos demais raios. Com 13 dias de desenvolvimento, o acúleo peitoral está formado, possui a forma pontiaguda, com serras em ambas as margens e sofre ossificação na sua extensão. No entanto a região distal do acúleo possui ramificações cartilaginosas. Nos exemplares maiores, o acúleo torna-se mais ossificado, maior em tamanho e mais forte, com

serras mais desenvolvidas em ambos os lados do acúleo. No entanto, a região distal do acúleo permanece cartilaginosa e com ramificações até o período juvenil, quando este sofrerá ossificação.

No período juvenil, o acúleo da nadadeira peitoral está ossificado, forte, espesso e com serras em ambos os lados (Fig. 7.d). Nos exemplares maiores, principalmente com 60 dias, o acúleo está mais desenvolvido, as serras estão maiores e mais ossificadas, além da extremidade do acúleo ser pungente e forte. A região distal do acúleo apresenta-se cartilaginosa durante todo o período juvenil analisado.

O cleitro no início do estágio de pós-flexão, aos 6 dias, é cartilaginoso, não está desenvolvido e os seus limites não são bem visíveis. A ossificação tem início na região central do cleitro nos exemplares com 13 dias e continua até o final do estágio de pós-flexão (Fig. 8). Com 42 dias o cleitro apresenta-se desenvolvido e completamente ossificado.

Em pós-flexão, o coracóide nos exemplares com 6 dias de desenvolvimento não é muito expandido em comprimento e apresenta-se cartilaginoso. No 13º dia, embora o tamanho tenha aumentado, ainda continua cartilaginoso. Nos exemplares maiores, o coracóide torna-se maior principalmente em direção à região anterior do corpo. No 31º dia, inicia-se a ossificação da região medial, assim como das regiões anterior e posterior. No final do estágio de pós-flexão (42 dias), o coracóide está em processo final de ossificação, restando apenas a sua região central, que ainda apresenta pontos com cartilagem.

A quilha do coracóide no início do estágio de pós-flexão não está formada. No 15º dia de desenvolvimento começa a se formar por meio de uma expansão na região proximal do coracóide (Fig.7.b). Nos exemplares maiores, essa expansão fica maior e no 31º dia o processo de ossificação está finalizado. No período juvenil, cleitro, coracóide e quilha do coracóide estão desenvolvidos em tamanho e estão totalmente ossificados.

Processo dorsal possui duas expansões, uma localizada na região medial do corpo, denominada processo dorsal do cleitro e outra menor na posição lateral, chamada de processo póstero-dorsal do cleitro. No início do estágio de pós-flexão (6º dia), o processo dorsal do cleitro é laminar e cartilaginoso. Com 13 dias o processo póstero-dorsal do cleitro começa a se ossificar na região proximal e alonga-se em direção à região anterior do corpo e a sua extremidade torna-se pontiaguda e mais ossificada nos exemplares mais velhos (Fig. 7.c). No início do estágio de pós-flexão, o processo póstero-dorsal do cleitro não está muito expandida e encontra-se cartilaginosa. Com 13 dias, essa estrutura começa a se ossificar na região proximal e 42º dia do desenvolvimento essa estrutura apresenta-se ossificada.

Nos exemplares com 49 e 52 dias, o processo póstero-dorsal do cleitro não está muito desenvolvido em tamanho, já o processo dorsal do cleitro está maior, ossificada e com a forma laminar e a extremidade afilada. Entre as duas expansões forma-se uma área côncava, que está se ossificando (49 e 52 dias), e esse processo será finalizada no 60º dia do desenvolvimento. Nos exemplares com 56 e 60 dias, o processo póstero-dorsal do cleitro está maior e ossificada. Já o processo dorsal do cleitro está ossificada, maior e mais larga do que com 49 e 52 dias.

O processo posterior do cleitro logo no início do estágio de pós-flexão, no 13º dia, não está formado. Essa estrutura começa a se desenvolver em uma expansão pontiaguda não muito grande, cartilaginosa na região distal e em início de ossificação na região proximal. Com 42 dias, observa-se que toda a estrutura está ossificada, no entanto, o tamanho não é grande. No período juvenil, o processo posterior do cleitro apresenta-se parcialmente ossificado no pacamã, assim como o seu desenvolvimento em relação à forma, já que nos exemplares com 49 e 52 dias, está menor e pontiagudo. Nos exemplares com 56 e 60 dias, o processo posterior do cleitro está formado e ossificado.

No estágio de pós-flexão, o pacamã apresenta todos os 7 raios cartilagosos, flexíveis e sem ramificações. No 17º dia começam a sofrer ramificações. No 19º dia, os raios começam a se ossificar na região proximal da nadadeira. Nos exemplares com 6 dias, os radiais basais não estão formados. Nos exemplares maiores, essa estrutura está formada e desenvolvida, no entanto, permanece cartilaginosa durante todo o estágio de pós-flexão (Fig. 7.a a 7.d).

No início do estágio de pós-flexão o mesocoracóide não está formado. Essa estrutura irá se formar apenas no 24º dia de desenvolvimento, será pequena, estreita e cartilaginosa, e em forma de um semicírculo ao redor do coracóide. No exemplar com 31 dias de desenvolvimento, o mesocoracóide começa a se ossificar e transformar-se em uma estrutura mais larga e comprida. No período juvenil, os radiais basais apresentam-se formados, mas com o desenvolvimento ainda incompleto nos exemplares com 49, 52 e 56 dias, sendo cartilaginoso. No 60º dia, os radiais basais estão formados, com o processo de ossificação completo.

A nadadeira peitoral dos exemplares juvenis apresentaram 7 raios. No início do período juvenil os raios são moles e em início de ramificação, a região basal das nadadeiras estão sofrendo ossificação. No exemplar com 52 dias de desenvolvimento, a área de ossificação do 1º ao 4º raios fica maior, enquanto que os raios restantes ainda são cartilagosos. No final do período juvenil, todos os raios estão ossificados e o 1º torna-se duro, pontiagudo, forte e serrilhado em ambos os lados, enquanto que os raios restantes são moles e em ramificação.

O processo auriculiforme nos exemplares no estágio de pós-flexão, é uma expansão na região proximal do acúleo peitoral, não está formado no exemplar com 6 dias. No entanto, essa estrutura está formada e ossificada no 17º dia de desenvolvimento. No período juvenil, o processo auriculiforme e o mesocoracóide apresentam-se ossificados. No entanto, o desenvolvimento não está completo nos exemplares com 49 dias; o primeiro tem a forma

laminar e mais larga do que com 52 dias, já o segundo o desenvolvimento em tamanho não está completo. Com 56 dias após a eclosão, o juvenil tem o processo auriculiforme e o mesocoracóide formado e com a ossificação completa.

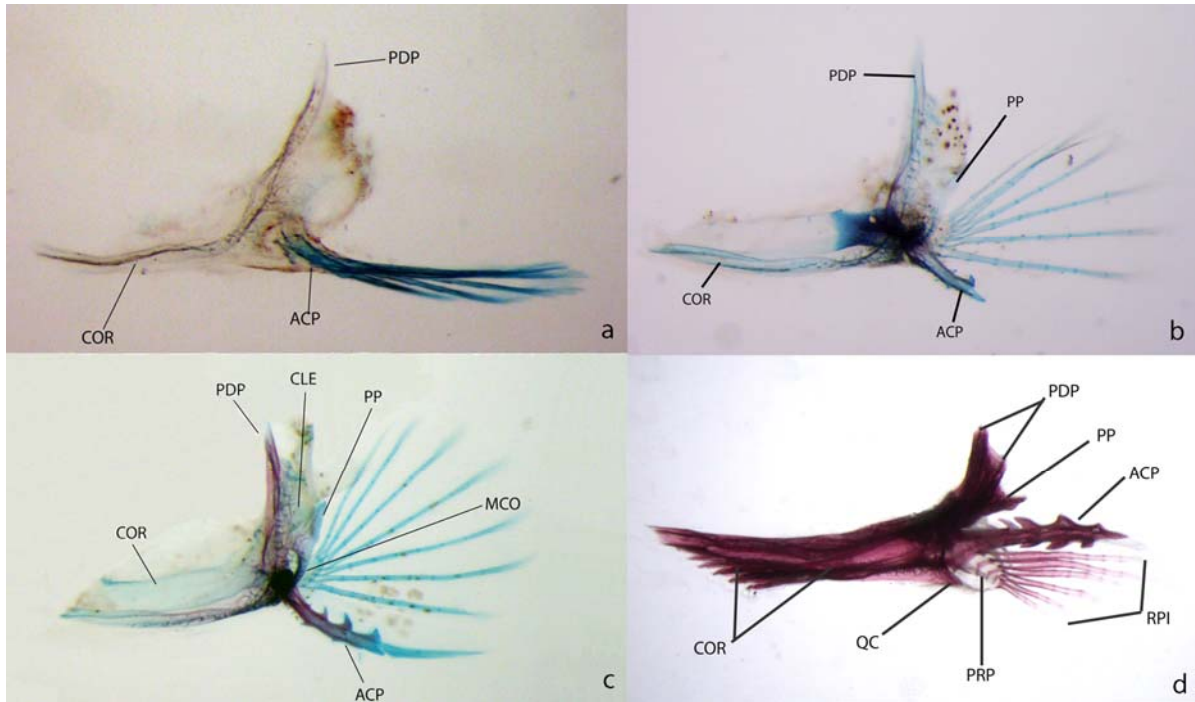


Fig. 7. Nadadeira peitoral de *Lophiosilurus alexandri*, a) estágio de pós-flexão (9 dias) CP= 11,1 mm; b) estágio de pós-flexão (15 dias) CP= 10,1 mm; c) estágio de pós-flexão (30 dias), CP= 10,7 mm; d) período juvenil, 60 dias. CP=28,1 mm. (ACP: Acúleo da nadadeira peitoral; CLE: Cleitro; COR: Coracóide; MCO: Mesocoracóide; PDP: Processo dorsal do cleitro; PP: Processo posterior da nadadeira peitoral; PRP: Radiais proximais da nadadeira peitoral; QC: Quilha do coracóide; RPI: Raios da nadadeira peitoral).

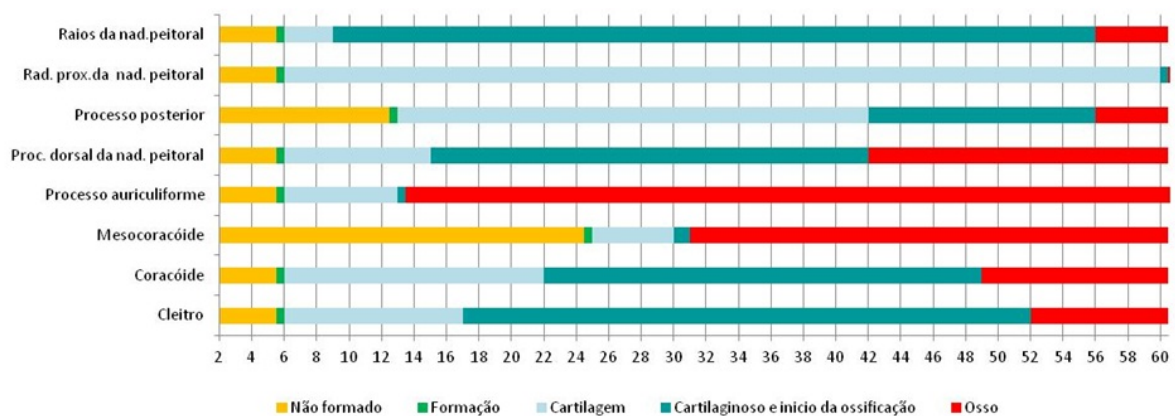


Fig. 8. Sequência de desenvolvimento da nadadeira peitoral de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

*Nadadeira pélvica* (Flexão, pós-flexão e juvenil)

No estágio de pós-flexão, nos exemplares com 28 e 42 dias, a nadadeira pélvica do pacamã tem duas fontanelas na região central do basipterígio. Os outros exemplares analisados não apresentaram nenhuma fontanela na sua extensão. No período juvenil a nadadeira pélvica do pacamã apresentou variação no número de fontanelas no basipterígio. No início do período, observou-se uma fontanela e nos exemplares maiores, duas fontanelas. Em todos os exemplares (49, 52, 56 e 60 dias) sempre houve uma na região central do basipterígio. Nos exemplares com 52 dias as duas fontanelas estão localizadas na região central e, no exemplar com 56 dias, a segunda fontanela está na base do processo anterior interno, enquanto que no exemplar com 60 dias, não foram observadas fontanelas.

O basipterígio no início do estágio de pós-flexão está menor em relação ao tamanho e nos exemplares maiores, essa estrutura está maior e cartilaginosa, no exemplar com 42 dias, o basipterígio tem o início da ossificação na região marginal. No período juvenil, o basipterígio apresenta-se formado e desenvolvido em relação ao seu tamanho. Com 49 dias essa estrutura está cartilaginosa na região central e a ossificação tem início nas margens. Nos exemplares maiores, com 52, 56 e 60 dias, o basipterígio está ossificado e desenvolvido.

Na região anterior da nadadeira pélvica estão localizados dois processos, o externo e o interno (Fig. 9.a). No início do estágio de pós-flexão o processo anterior externo está cartilaginoso e apresenta-se pouco expandido, com a região proximal larga e a região distal com a extremidade arredondada. Nos exemplares maiores em estágio de pós-flexão, o processo anterior externo é maior que o processo anterior interno, tem a forma laminar, a região proximal torna-se mais estreita, a região distal se alonga e a extremidade se torna mais pontiaguda. Nos exemplares com 42 dias de vida, a ossificação tem o seu início da região central em direção as margens (Fig.9.b). No período juvenil, o processo anterior externo tem a forma laminar, não muito comprido e está se ossificando nos exemplares com 49 e 52 dias.

Nos exemplares com 56 e 60 dias, o processo anterior externo está maior que no início do período juvenil, está totalmente ossificado, é laminar e com a extremidade mais afilada.

No início do estágio de pós-flexão, o processo anterior interno é cartilaginoso e a expansão que forma essa estrutura tem tamanho reduzido, com a região proximal larga e a região distal com a extremidade arredondada. Assim como o processo anterior interno, nos exemplares maiores o processo anterior externo se torna alongado e com a região proximal mais estreita. Nos exemplares com 42 dias, observa-se o início do processo de ossificação. No período juvenil, o processo anterior interno é laminar e é mais largo que o processo anterior externo. Nos estágios com 49 e 52 dias, há início da ossificação e ocorre primeiramente nas suas regiões marginais. Nos exemplares com 52 e 60 dias, o processo anterior interno está ossificado e a sua extensão está mais longa e larga do que no início do período juvenil.

No início de pós-flexão, o processo lateral não está formado. Com 15 dias, observa-se o início da formação do processo lateral, cartilaginoso e não muito grande. Com 42 dias, inicia-se o processo de ossificação dessa estrutura. O processo lateral está situado na região posterior do processo anterior externo e nos exemplares com 49 e 52 dias, está expandido e cartilaginoso, mas o desenvolvimento não está completo. Nos exemplares com 56 e 60 dias, o processo lateral está maior, completamente ossificado e mais desenvolvido em relação ao início do período (Fig. 10).

No início do estágio de pós-flexão, o processo posterior não está formado. No entanto, com 19 dias começa a se desenvolver, formando uma pequena expansão pontiaguda e cartilaginosa. Nos exemplares com mais de 19 dias analisados, o processo posterior é maior em tamanho, a extremidade distal fica menos pontiaguda e a ossificação tem início. No período juvenil, o processo posterior está se desenvolvendo em tamanho, uma vez que a expansão não está muito grande e pontiaguda. Nos exemplares com 49 e 52 dias está

cartilaginosa, mas o processo de ossificação já está se iniciando. Já nos exemplares maiores (56 e 60 dias) o processo posterior encontra-se expandido e ossificado (Fig. 9.c).

No estágio de pós-flexão, observam-se 6 raios flexíveis, cartilagosos e ramificados. Com 42 dias, inicia-se a ossificação dos raios da nadadeira pélvica pela região proximal, enquanto que a região distal encontra-se cartilaginosa.

Nos exemplares juvenis, os raios da nadadeira pélvica encontram-se desenvolvidos em tamanho e em processo de ossificação. No início do período juvenil a região basal está ossificada, região distal ainda é cartilaginosa, e os raios da nadadeira estão se ramificando. Nos exemplares maiores, a ossificação dos raios está mais avançada.

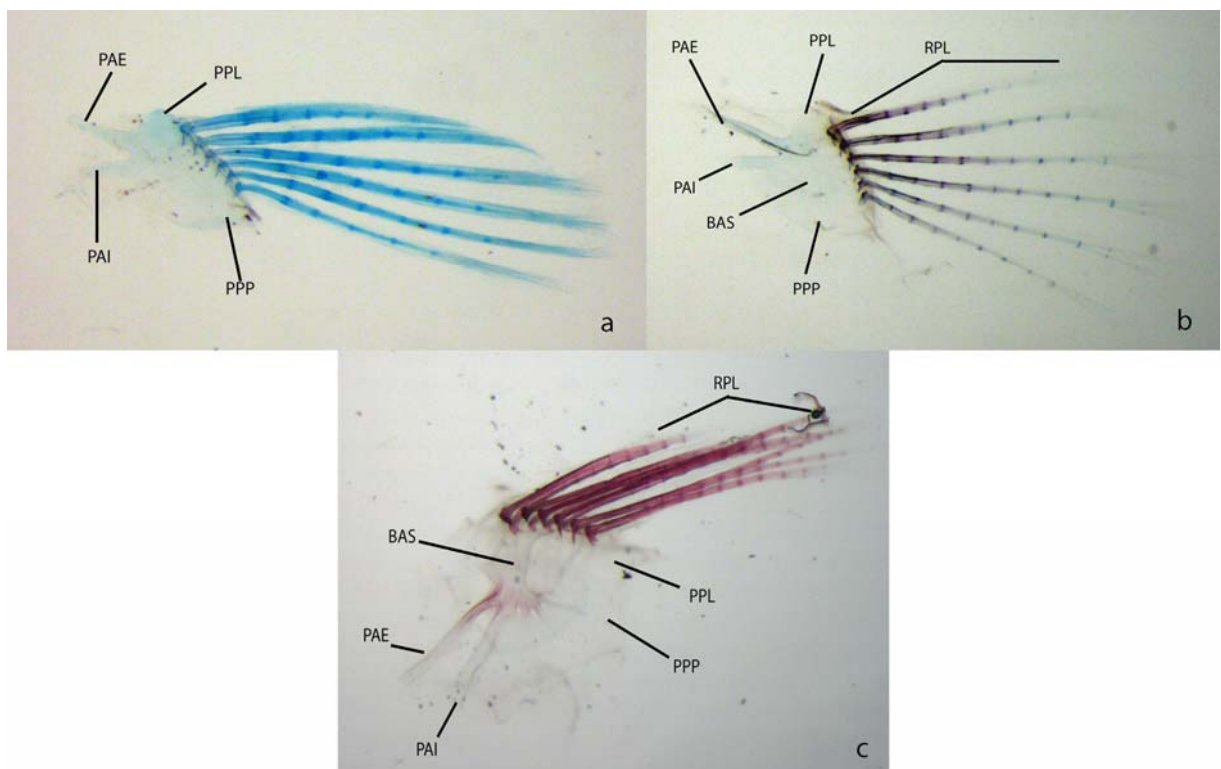


Fig. 9. Nadadeira pélvica de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (19 dias), CP= 11,2 mm; b) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; c) período juvenil (60 dias), CP= 28,1mm. (BAS: Basipterégio; PAE: Processo anterior externo; PAI: Processo anterior interno; PPL: Processo lateral da nadadeira pélvica; PPP: Processo posterior da nadadeira pélvica; RPL: Raios da nadadeira pélvica).

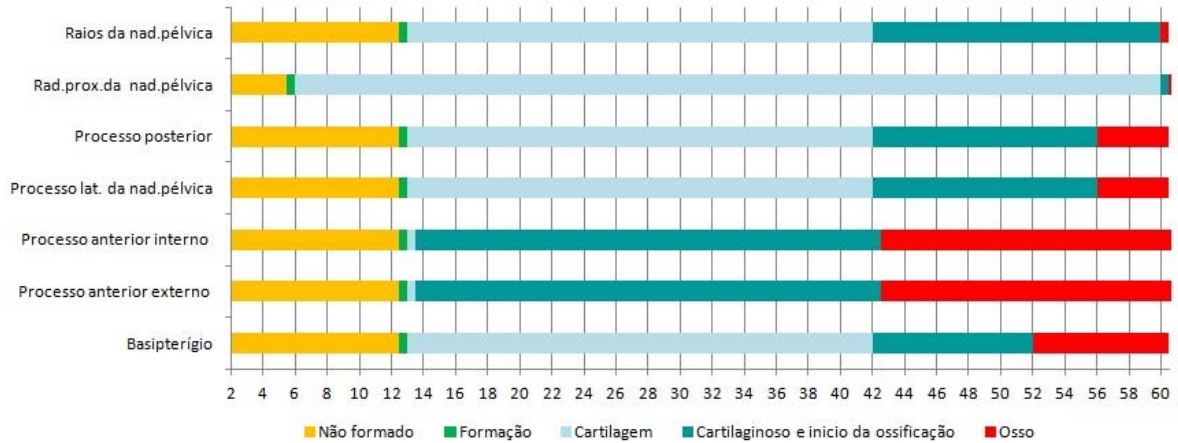


Fig.10. Sequência de desenvolvimento da nadadeira pélvica de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

## Nadadeiras ímpares

### *Nadadeira caudal*

No início do estágio de flexão (3º dia) a notocorda começa a se flexionar em direção dorsal e, em sua região dorsal há a formação de alguns raios que, posteriormente, formarão um único uroneural.

Com 4 dias, a nadadeira caudal está mais desenvolvida na sua forma que no estágio anterior, mas os raios ainda estão inseridos na nadadeira primordial e indiferenciados, de tal modo que o epural único, o uroneural, o paripural, o processo neural especializado e o pleuróstilo ainda não se diferenciaram. Na região que estaria inserido o pleuróstilo há apenas a notocorda.

Neste estágio de desenvolvimento, os hipurais estão formados, e são em número de cinco. O primeiro e o segundo hipural estão fundidos entre si e a sua constituição é cartilaginosa, os hipurais 3 a 5, estão separados e são cartilagosos.

No estágio de pós-flexão, a nadadeira caudal do pacamã é composta por um epural, um uroneural, cinco hipurais, um paripural, um processo neural especializado e um pleuróstilo.

No início do estágio de pós-flexão, com 9 dias, o epural não está desenvolvido e é cartilagenoso (figura 11.a). No entanto, em exemplares com mais de 13 dias analisados, tamanho do epural fica maior, mas continua cartilagenoso. Somente no 42º dia de desenvolvimento que a ossificação do epural se inicia, na região próxima à vértebra.

Nesse estágio de desenvolvimento, o uroneural não tem o seu desenvolvimento completo, apresenta cartilagem na sua estrutura e possui a forma laminar. Com o desenvolvimento, o uroneural, tem a forma laminar e mais afilada que no início do estágio. Com 42 dias, apresenta-se ossificado.

No início do estágio de pós-flexão, os hipurais 1 e 2 estão cartilagenosos e fundidos entre si, na região basal observa-se que há a fusão dos hipurais 1 e 2 com o paripural e na região distal forma-se um sulco que separa essas duas estruturas. No 13º dia após a eclosão, os hipurais 1 e 2 tem a região basal e a sua margens iniciando ossificação. Nos exemplares maiores (42 dias), os hipurais 1 e 2 estão maiores, formando uma placa e na região basal forma-se um pequeno forame e a estrutura está mais ossificada, principalmente na região anterior em contato com o pleuróstilo e na região dorsal do hipural 2. Os hipurais 3, 4 e 5 não estão fusionados entre si no início desse estágio e permanecerão separados até o fim de pós-flexão. A sua constituição é cartilaginosa e o tamanho aumentará nos exemplares mais velhos. No 31º dia, inicia-se o processo de ossificação dos hipurais 3, 4 e 5, sendo que o hipural 3 está em um processo mais avançado de ossificação que os hipurais 4 e 5. Essa ossificação dos hipurais ocorre na região anterior e da margem para o centro. Nos exemplares com 42 dias, o hipural 3 está mais desenvolvido que no estágio anterior (31 dias), mas a ossificação da região posterior ainda está incompleta. Assim como a região ventral, a região posterior encontra-se cartilaginosa.

No início do estágio de pós-flexão, a região anterior do paripural é cartilaginosa e está em contato com o arco hemal e a região posterior está em contato com a placa formada pela

fusão dos hipurais 1 e 2. Entre o paripural, os hipurais 1 e 2, forma-se um forame pequeno (Fig. 11.b). Nos exemplares maiores, esse forame aumentará de tamanho, e ocorrerá a fusão entre as placas paripural e hipurais 1 e 2. A ossificação dessa estrutura se iniciará primeiramente na região anterior, como pode ser visto nos exemplares com 42 dias. Já na região posterior, haverá a formação de um sulco ossificado e que dividirá essa estrutura. Nos exemplares com 42 dias, observa-se que a ossificação ocorre na região basal do paripural (Fig. 11.c).

O processo neural especializado é uma expansão formada na região dorsal do pleuróstilo. No início do estágio de pós-flexão tem o tamanho reduzido e cartilaginoso, mas com o desenvolvimento a estrutura se torna maior e afilada. Com 31 dias começa a sofrer ossificação e nos exemplares com 42 dias está ossificada e mais desenvolvida em tamanho.

No período juvenil do pacamã, a nadadeira caudal é formada pelas seguintes estruturas: um epural, um uroneural, cinco hipurais, um paripural e um processo neural especializado.

Nesse período de desenvolvimento, com 49 dias, o epural está cartilaginoso, mas a ossificação já se inicia nas margens da estrutura. Com 52 dias, o juvenil apresenta o epural pouco mais ossificado que no exemplar analisado anteriormente e, com 56 dias, essa estrutura apresenta-se mais desenvolvida e ossificada.

As estruturas uroneural e processo neural especializado estão desenvolvidas e com a ossificação finalizada desde o início do período juvenil. Nesse período de desenvolvimento, nos exemplares com 49 dias, o primeiro e o segundo hipural estão no final do processo de ossificação, mas com a região basal mais ossificada que a região distal, que se apresenta mais cartilaginosa. O hipural 1 está fundido com o hipural 2 e parcialmente fundido com o paripural.

Os hipurais 3, 4 e 5 não sofreram fusão nos exemplares com 49, 52 e 56 dias de desenvolvimento. No entanto, no 60º dia, observa-se o início da fusão entre essas estruturas na região basal (Fig. 11.d). A ossificação ocorre na região basal e medial nos exemplares com 49, 52 e 56 dias, mas nos exemplares com 60 dias, essas três estruturas estão totalmente ossificadas. O hipural 5, nos exemplares com 49, 52 e 56 dias, é menor que os hipurais 3 e 4, mas a sua ossificação está mais avançada que a dos outros dois hipurais. No 52º dia essa estrutura apresenta as regiões basal e distal ossificadas, restando a região central com pouca quantidade de cartilagem.

Neste período do desenvolvimento, o paripural tem a forma laminar e está se ossificando na região proximal e nas margens da estrutura. Nos exemplares com 49 e 52 dias a ossificação da região distal está no início, e ainda apresenta cartilagem (Fig. 12).

No início do período juvenil, observa-se que o paripural está fusionado com o hipural 1 e 2 na região proximal. Nos exemplares com 56 dias, há um forame nessa área, e na região distal há um sulco que o separa da placa formada pelo hipural 1 e 2. Nos exemplares com 60 dias, ocorre a fusão do paripural com os hipurais 1 e 2, que estão desenvolvidos em relação ao tamanho e ossificados.

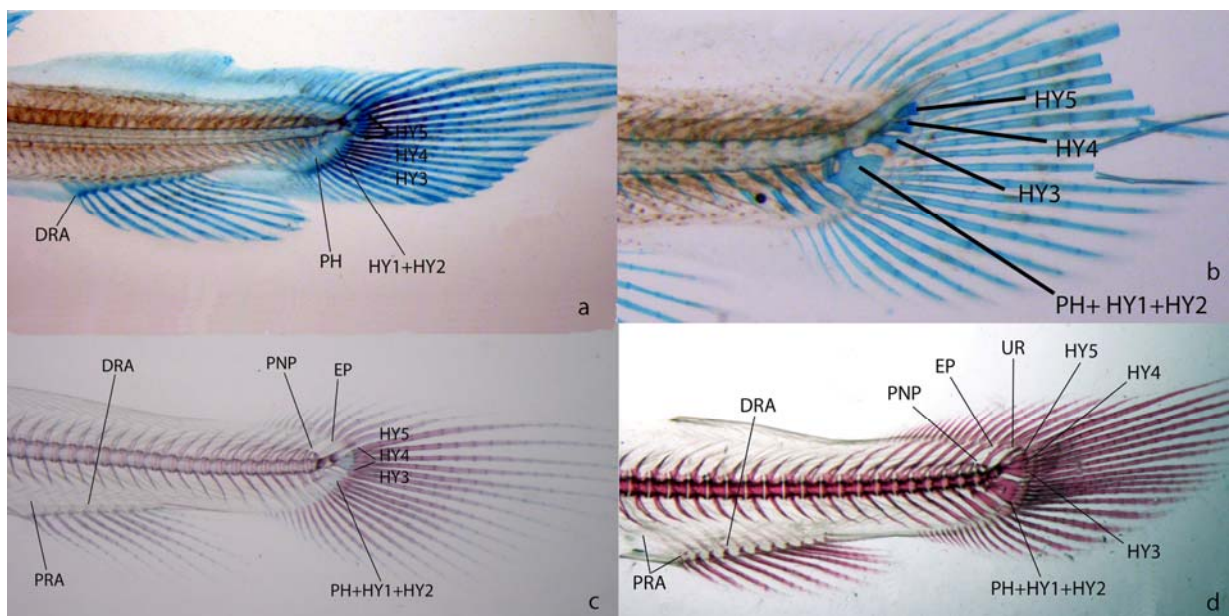


Fig. 11. Nadadeira caudal e anal de *Lophiosilurus alexandri*; a) estágio de pós-flexão (9 dias), CP=11,1 mm.; b) estágio de pós-flexão (15 dias), CP= 10,1 mm.; c) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm.; d) período

juvenil (60 dias), CP= 28,0 mm.. (DRA: Radiais distais da nadadeira anal; EP: Epural; HY1: Hipural 1; HY2: Hipural 2; HY3: Hipural 3; HY4: Hipural 4; HY: hipural 5; PH: Paripural; PNP: Processo neural especializado; PRA: Radiais proximais da nadadeira anal; UR: Uroneural).

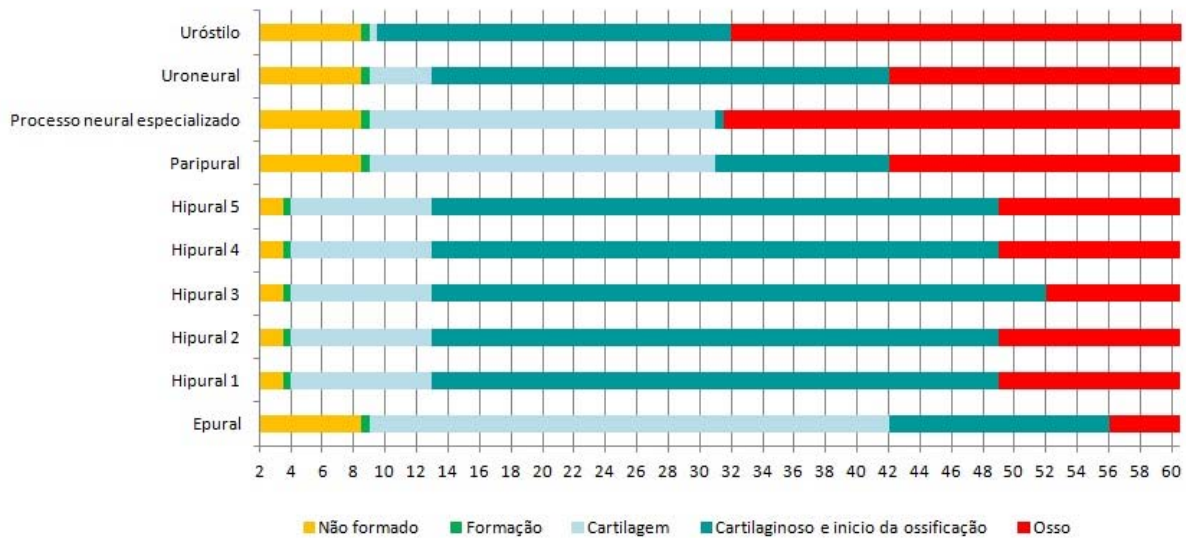


Fig. 12. Sequência de desenvolvimento da nadadeira caudal de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

### *Nadadeira dorsal*

No estágio de flexão, a nadadeira dorsal ainda não está formada. No entanto, tem-se a presença do botão da nadadeira dorsal que indica a sua futura localização.

A nadadeira dorsal do pacamã tem um acúleo dorsal forte, pequeno e pontiagudo. No entanto, no início do estágio de pós-flexão, com 6 dias, o acúleo é ainda um raio flexível e não diferenciado (Fig. 13.a).

Com 9 dias, essa estrutura não está muito desenvolvida, ainda é cartilaginosa e a região distal do acúleo ramificado e cartilaginosa. Nos exemplares com 17 dias de desenvolvimento, o acúleo dorsal apresenta-se ossificado, mais espesso e forte. Já a região distal do acúleo continua cartilaginosa e crescendo em tamanho.

Neste estágio de desenvolvimento, com 9 dias, os radiais basais e os radiais distais estão formados e cartilagosos. No 15º dia, inicia-se a ossificação do primeiro e do segundo radial basal, das margens em direção ao centro, enquanto que o radial distal continua

cartilagenoso. Com 19 dias, somente o primeiro e o segundo radiais basais estão ossificados. Com relação aos radiais distais, a ossificação ocorreu do primeiro ao quinto. Nos exemplares com mais de 19 dias de vida analisados, o primeiro e o segundo radiais basais começam a sofrer mudanças na sua morfologia, se tornando lâminas largas, enquanto que os demais radiais continuam cartilagenosos e estreitos.

A trava, estrutura que dá suporte ao acúleo dorsal, não está formada no início do estágio de pós-flexão. Nos exemplares com 9 dias, essa estrutura está formada e ossificada, mas com o seu tamanho reduzido. Nos exemplares maiores, a trava está desenvolvida em tamanho, é forte e completamente ossificada (Fig. 13.b).

No início do estágio de pós-flexão (6 dias), a nadadeira dorsal do pacamã possui 7 raios, sendo os 6 primeiros raios ramificados flexíveis e cartilagenosos. Com 9 dias de desenvolvimento, o segundo raio desenvolve-se como acúleo dorsal. Com 42 dias, observa-se uma reentrância para fixação da trava na região anterior do acúleo e as margens anterior e posterior são lisas, sem serras. Durante quase todo o estágio, os raios permanecem cartilagenosos, apenas no 42º dia é que os cinco primeiros raios ramificados estão ossificados (Fig. 13.c e 14).

A nadadeira dorsal do pacamã é formada pelo acúleo dorsal, radiais basais e distais, trava e raios. Nesse período, até o 52º dia, o acúleo dorsal apresenta-se ossificado e a região distal do acúleo da nadadeira é cartilagenosa. No 56º dia essa estrutura começa a se ossificar e a ossificação estará finalizada no 60º dia.

No início do período larval, todos os radiais basais apresentam-se cartilagenosos, o primeiro e o segundo radial estão em processo final de ossificação, e em contato com o osso subnucal e a trava, respectivamente. No 52º dia de desenvolvimento, inicia-se a ossificação do terceiro radial basal. No 56º dia, a porção distal de todos os radiais basais está se ossificando,

enquanto que a região basal encontra-se cartilaginosa. No 60º dia, toda a estrutura do radial basal encontra-se formada e ossificada.

Os radiais distais estão localizados na região basal dos raios da nadadeira. A sua ossificação no período juvenil está finalizada, assim como a da trava, que está localizada na região basal do acúleo dorsal.

No período juvenil, a nadadeira dorsal apresenta 7 raios, sendo o 1º raio duro e indiviso; já os restantes são flexíveis e ramificados. No início do período juvenil, com 49 dias de desenvolvimento, os 6 primeiros raios estão ossificados, o 7º está em início de ossificação e todos não são ramificados. No 52º dia, a ossificação dos raios ainda não está completa, mas o último raio começa a se ramificar. Com 56 dias, o acúleo da nadadeira dorsal está todo ossificado, mas nem todos os raios estão ramificados (Fig. 13.d). Com 60 dias, a ossificação está mais avançada, assim como a ramificação dos raios.

Em pós-flexão as placas nucais não estão formadas após 6 dias de desenvolvimento. No 9º dia, as placas nucais medial e posterior se formam e são cartilaginosas. A placa nucal anterior se forma no 25º dia, e apresenta-se cartilaginosa. O processo de ossificação das placas nucais medial e posterior inicia-se no 13º dia, e somente no 30º dia a anterior começa a se ossificar. No final do estágio de pós-flexão apenas a placa nucal posterior está totalmente ossificada (31 dias). No período juvenil, com 52 dias, a placa nucal anterior e média está se ossificando, mas ainda apresenta pontos de cartilagem, enquanto que a placa nucal posterior está ossificada. No 56º dia de desenvolvimento, a placa nucal anterior está ossificada e, no 60º dia, todas as placas nucais estão desenvolvidas e ossificadas.

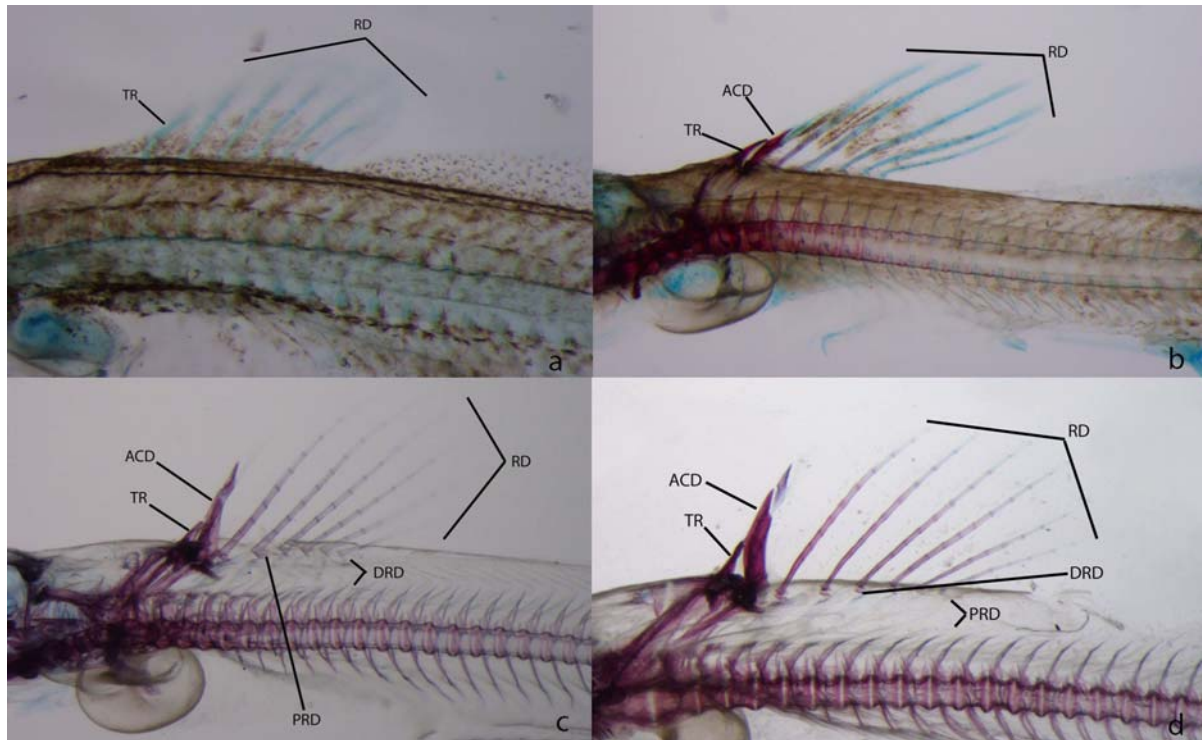


Fig. 13. Nadadeira dorsal de *Lophiosilurus alexandri*, a) estágio de pós-flexão (6dias), CP= 10,0mm; b) estágio de pós-flexão (24dias), CP= 10,8mm.; c) estágio de pós-flexão (42 dias), CP= 15,0 mm; d) período juvenil (56 dias), CP=19,1 mm. (ACD: Acúleo da nadadeira dorsal; DRD: Radiais distais da nadadeira dorsal; PRD: Radiais proximais da nadadeira dorsal; RD: Raios da nadadeira; TR: Trava da nadadeira dorsal).

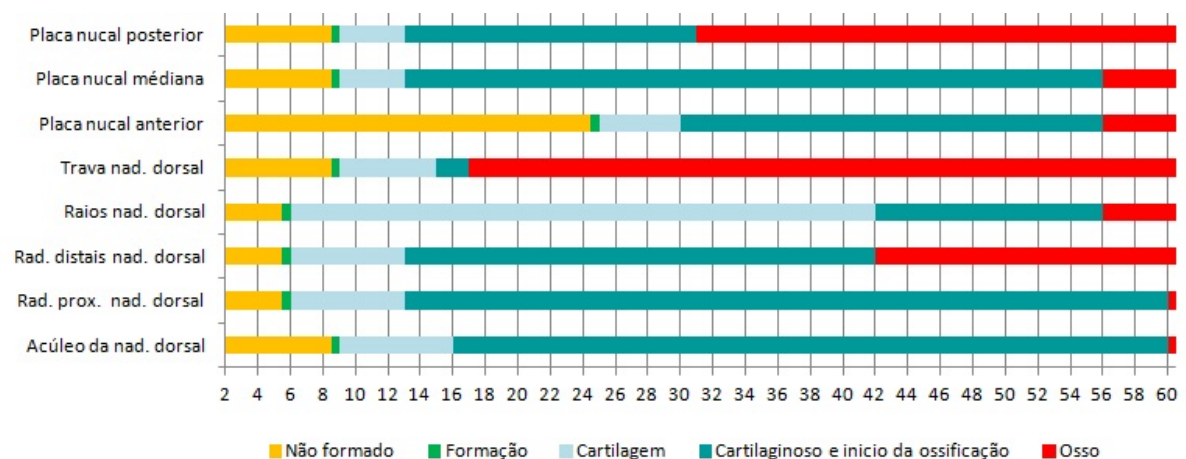


Fig. 14. Sequência de desenvolvimento da nadadeira dorsal de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

### Nadadeira anal

No estágio de flexão, a nadadeira anal está no início do desenvolvimento. A nadadeira primordial ainda está presente, mas observa-se o início da formação dos raios que são

cartilagenosos. Não é possível observar os radiais basais e distais, o que pode ser indício que essas estruturas não estão formadas com quatro dias de desenvolvimento.

No estágio de pós-flexão, a nadadeira anal do pacamã possui entre 10 e 12 raios. No início do seu desenvolvimento, com 6 dias, observam-se 10 raios, todos cartilagenosos e com o último raio ramificado.

Nos exemplares com mais de 6 dias analisados, os raios estão cartilagenosos e os dois primeiros não estão ramificados. Somente no exemplar com 42 dias é que se inicia a ossificação das regiões basal e medial dos raios da nadadeira anal, enquanto que a porção distal ainda é cartilaginosa (Fig. 11.c).

O radial basal, nesse estágio está formado e cartilagenoso, mas não totalmente desenvolvido. Já o radial distal também se apresenta cartilagenoso, mas nos exemplares com 31 e 42 dias, tem-se início da ossificação, processo que terminará somente no período juvenil.

No período juvenil, com 49 dias, os radiais basais estão formados, mas ainda tem a constituição cartilaginosa. No 56º dia observa-se o início da ossificação e, no 60º dia, a ossificação está completa (Fig. 13.a). No início desse estágio, o radial distal está formado e é cartilagenoso; no 52º dia observa-se o início da ossificação e, no 56º dia, esse processo será finalizado.

No período juvenil, o número de raios da nadadeira anal varia entre 8 a 12 raios. Os primeiros raios são menores em tamanho e são indivisos. Nesse período, observa-se a ossificação e a ramificação dos raios da nadadeira. No 49º dia, a ossificação ocorre do 4º ao 7º raio e a ramificação entre o 3º e 12º. No 52º dia, ocorre a ossificação do 2º ao 11º raios e o início das ramificações. No 56º dia, o processo de ossificação está finalizado (Fig.15). No 56º dia e 60º dia de desenvolvimento, observa-se que os raios ainda não estão ramificados.

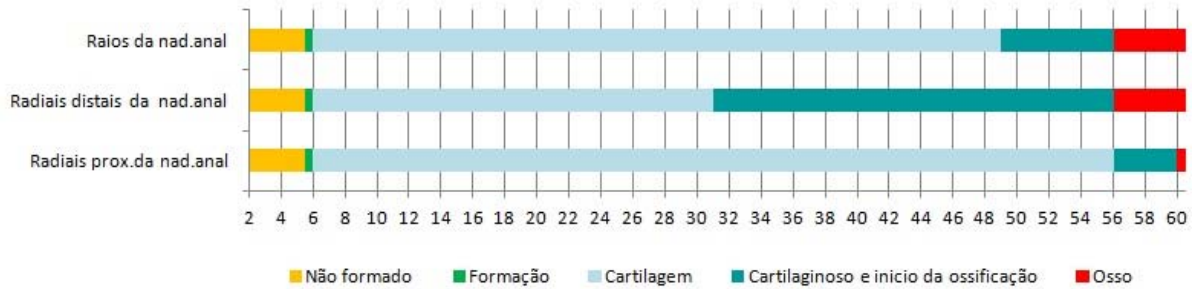


Fig. 15. Sequência de desenvolvimento da nadadeira anal de *Lophiosilurus alexandri* em dias. Em amarelo indica que a estrutura não está formada, verde mostra a formação da estrutura, azul mostra cartilagem, azul petróleo apresenta o momento em que a estrutura está cartilaginosa e começa a ossificar e vermelho quando a estrutura está totalmente ossificada.

## DISCUSSÃO

Para iniciar o estudo da ontogenia, é necessário categorizar os estágios de desenvolvimento entre os mais utilizados para esse tipo de estudo, que são a idade (tempo de vida) e o tamanho. Segundo Kovac (2002), a ontogenia de um organismo é um processo complexo que depende fortemente do tempo. Blackstone (1987) e Maiolino (2012) citam que a idade parece mais adequada para indivíduos desenvolvidos sob as mesmas condições ambientais, por ser este uma variável extrínseca ao organismo.

No entanto, a idade pode apresentar vários fatores externos que podem interferir no desenvolvimento do peixe, resultando em ampla variação no tamanho de indivíduos diferentes e de mesma idade, de acordo com fatores físicos de incubação, como temperatura (Ojanguren et al., 1999; Lermen et al., 2004), luminosidade (Piaia et al., 1999; Behr et al., 1999), pH; (Lopes et al., 2001) e fatores sociais, como o canibalismo e competição por alimento ou espaço.

Britz & Conway (2009) ao estudar o gênero *Paedocypris* observou que esse peixe possui autapomorfias que são caracteres resultantes de perda e redução do tamanho de vários elementos esqueléticos e, ao mesmo tempo, a complexidade estrutural dos sistemas do esqueleto, provavelmente, relacionado com o comportamento reprodutor. O pacamã apresentou vários caracteres não encontrados dentro do grupo Pseudopimelodidae, como foi visto por Shibatta (2008) que, ao estudar a sistemática e a

evolução da família Pseudopimelodidae, observou que *Lophiosilurus alexandri* apresentou a maior diversificação morfológica dentro da família. Entre as autapomorfias podemos citar a depressão da cabeça e o acúleo da nadadeira dorsal reduzido.

Segundo Shibatta (1998), a condição plesiomórfica dos ossos infraorbitais nos Siluriformes é a mesma largura em toda a sua extensão, o mesmo autor observou que *Lophiosilurus alexandri* apresentou alargamento dessas estruturas em direção à região posterior, padrão esse que difere dos outros Pseudopimelodidae. De acordo com o observado neste estudo, *Lophiosilurus alexandri* apresentou 3 infraorbitais, sendo o primeiro infraorbital a se formar por último (Fig. XXVII).

Outra condição plesiomórfica nos Siluriformes é a forma alongada e a ossificação do nasal. Shibatta (1998) observou que o osso nasal em *Lophiosilurus alexandri* apresentou-se curto. Neste estudo, pode-se observar que o nasal é uma estrutura larga e curta no estágio de pós-flexão e, com o desenvolvimento, essa estrutura cresce em uma taxa maior em comprimento do que em largura, e permanece cartilaginosa em maior parte dos estágios analisados, tornando-se ossificada somente no período juvenil (figura XIX).

A presença do vômer dentro da ordem Siluriformes é um caráter plesiomórfico, que está presente em *Diplomystes* e outros *Otophysi* de linhagens mais antigas (Shibatta, 1998). Poder-se-ia supor que essa estrutura era perdida durante o seu desenvolvimento, mas ao analisar a ontogenia do *Lophiosilurus alexandri* desde o estágio de flexão, foi observado que o vômer, durante o desenvolvimento ontogenético está ausente, na região onde estaria inserido na porção ventral do crânio, há apenas a presença do mesetmóide em contato com o paraesfenóide.

O acúleo da nadadeira dorsal nos Siluriformes geralmente é longo, caráter plesiomórfico como observado por Shibatta (1998). *Lophiosilurus alexandri* difere do padrão dos Siluriformes, pois o acúleo nessa espécie apresenta-se pequeno, pungente e com serras em

ambas as margens, e se ossificando no início do estágio de pós-flexão, reforçando a ideia de que essa estrutura sirva como modo de proteção contra predadores.

O esqueleto caudal de peixes teleósteos adultos varia muito em sua composição e anatomia em geral (Whitehouse, 1910; Monod, 1968; Fujita, 1990,1992; Hilton & Johnson, 2007). Fujita (1992), ao estudar *Clarias batrachus*, observou que um dos fenômenos mais interessantes no desenvolvimento do esqueleto caudal dos teleósteos é a fusão e separação das hipurais durante o curso do desenvolvimento. *Lophiosilurus alexandri* sofre o processo de fusão entre as hipurais 1 e 2 com o paripural, enquanto que as hipurais 3, 4 e 5 começam a sofrer fusão no final do período juvenil analisado. Shibatta (1998), ao estudar a mesma espécie, observou que os hipurais 3, 4 e 5 sofrem fusão com o osso uroneural quando adulto, formando uma placa.

Segundo Fink & Fink (1981), em todos os bagres os radiais mediais estão ausentes em todas as nadadeiras. Em *Lophiosilurus alexandri*, as nadadeiras ímpares analisadas não apresentaram os radiais medias no início do seu desenvolvimento ontogenético, fato que corrobora com Fink & Fink (1981).

Em *Lophiosilurus alexandri*, os elementos do complexo hiobranquial surgem cartilagosos quase simultaneamente no 6º dia e somente o basibranquial se apresenta cartilaginoso no 9º dia de desenvolvimento (Fig. 27). Segundo Adriaens & Verraes (1997) e Vandewalle et al.(1997), em Siluriformes, o processo em que as estruturas do complexo hiobranquial aparecem cartilagosos segue uma ordem. Geralmente, primeiro é o ceratobranquial, seguido do hipobranquial, basibranquial e, quando presente, o epibranquial e faringobranquial. Em *Rhandia quelen*, a ordem de formação dos componentes branquiais é diferente. As cartilagens ceratobranquiais, epibranquiais (com exceção do quinto epibranquial) surgem primeiramente, seguidos do hipobranquial, faringobranquial e pelo quinto epibranquial (Maiolino, 2012).

Segundo Lundberg et al. (1991), a subfamília Pseudopimelodinae, apresenta como caráter sinapomórfico, a ausência do hipial dorsal no arco hioide. No entanto, nesse estudo observou que o *Lophiosilurus alexandri* apresenta os dois hipiais, sendo que o hipial dorsal se forma no 6º dia, antes que o hipial ventral, que se forma no 31º dia.

Nas hipóteses de relacionamento filogenético propostas por Shibatta (1998), Ortega-Lara (2006), Birindelli & Shibatta (2011), foram observados que os gêneros *Lophiosilurus* e *Cephalosilurus* sempre apresentaram-se próximos filogeneticamente. Assim, para compreender mais profundamente a relação desses dois gêneros, seria importante estudar o desenvolvimento ontogenético em *Cephalosilurus*, até mesmo para compreender como as autapomorfias de *Lophiosilurus* se desenvolvem.

#### AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Capes pela concessão da bolsa de estudo, ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, a UEL pelo apoio logístico, a Elizabeth Lomelino Cardoso (CODEVASF- Três Marias), e a professora Dr<sup>a</sup>. Andréa Bialetzki (NUPÉLIA-UEM) pela disponibilização dos exemplares de *Lophiosilurus alexandri* (exemplares com 2, 3, 15, 24, 25, 28 a 30 dias) e aos técnicos Edson Santana e Aparecido de Souza pelos auxílios em laboratório.

#### REFERÊNCIAS

- Adriaens, D. & Verraes, W. 1997. The ontogeny of the chondrocranium in *Clarias gariepinus*: trends in siluroids. **Journal of Fish Biology**, v.50, p. 1221-1257.
- Ahlstrom, E. H. & Ball, O. P. 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. Fisheries Bulletin, Washington, v.56, p. 209-245.

- Ahlstrom, E. H. & Moser, H. G. 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. **Revue des Travaux de L'institut des Peches Maritimes**, Nantes, v.40, n.3/4, p.379-398.
- Birindelli, J.L.O. Relações filogenéticas da superfamília Doradoidea (Ostariophysi, Siluriformes). 2010 376 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. Departamento de Zoologia.
- Birindelli, J. L. O. & Shibatta, O. A 2011. Morphology of the gas bladder in bumblebee catfishes (Siluriformes, Pseudopimelodidae). **Journal of Morphology**, v.272, n.7, p. 890-896.
- Blackstone, N. W. 1987. Size and time. *Systematic Zoology*, v.36, n.2, p. 211-215.
- Britz, R. & Conway, K.W. 2009. Osteology of *Paedocypris*, a Miniature and Highly Developmentally Truncated Fish (Teleostei: Ostariophysi: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 270: 389–412.
- Cailliet, G. M.; Love, M. S. & Ebeling, A. W. 1986. **Fishes: A field and laboratory manual on their structure, identification and natural history**. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Campeche, D.F.B. Peixes Nativos do Rio São Francisco Adaptados para Cultivo. (Documentos, 244). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 20p.
- Castro, R. M. C. & Castro, M. M. C. 1987, Proposta de uma nomenclatura osteológica para Characiformes (Pisces, Ostariophysi). **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série. Zoologia**. v.3, n.1: p.25-32.
- de Beer, G. R.1937. **The Development of the Vertebrate Skull**. Oxford: Clarendon Press. 552p.
- Dingerkus, G.; Uhler, L. D. 1977. **Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage**. *Stain Tech*, v.52, n.4, p. 229-232.
- Dunn, J.R.1983. The utility of developmental osteology in taxonomic and systematic studies of teleost larvae: a review. *NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.*, v.450, p.1-19.
- Fink, S.V. & Fink, W.L. 1981. Interrelationships of the ostariophysan fishes (Teleostei). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.72, p.297–353.
- Fujita, K. 1990. The Caudal Skeleton of Teleostean Fishes. **Tokai University Press, Tokyo**.
- Fujita, K.1992. Caudal skeleton ontogeny in the adrianichthyid fish, *Oryzias latipes*. **Japaneses Journal of Ichthyology**, v.39, n.1, p. 107-109.

- Gomes, L. C.; Golombieski, J. I.; Gomes, A. G. C. & Baldisserotto, B. 2000. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, n.1, p. 179-185.
- Hilton, E. J. & Johnson, D. 2007. When two equals three: developmental osteology and homology of the caudal skeleton in carangid fishes (Perciformes: Carangidae). **Evolution & Development**. v.9, v.2, p. 178–189.
- Koumoundouros, G; Divanach, P & Kentouri, M. 1999. Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae) in rearing conditions. **Marine Biology**, v.135, p.561-572.
- Kováč, V. 2002. Synchrony and heterochrony in ontogeny (of fish). *J Theor Biol*, v.217, p.499–507.
- Lermen, C. L.; Lappe, R.; Crestani, M.; Vieira, V. P.; Gioda, C. R.; Schetinger, M. R. C.; Baldisserotto, B. Moraes, G.; Morsch, V. M. 2004. Effect of different temperature regimes on metabolic and blood parameters of silver catfish *Rhamdia quelen* **Aquaculture**, v. 239; p. 497-507.
- Lopes, J.M.; Silva, L.V.F. & Baldisserotto, B. 2001. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to diferente water pH. **Aquaculture International**, v.9, p.73-80
- Lundberg; J. G. *et al.*. 1991. *Gladioglanis conquistador* n.sp. from Ecuador with diagnoses of the subfamily Rhadiinae Bleeker and Pseudopimelodinae n. subf. (Siluriformes: Pimelodidae). **Copeia**, p.190-209.
- Maiolino, C. V. 2012. Ontogênese do sincrânio de *Rhamdia quelen* (Teleostei: Siluriformes). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 79p.
- Monod, T. 1968. Le complex urophore des poissons téléostéens. *Mém. Inst. Fond. Afr. Noire*, v.81, p.1–705.
- Nakatani, K.; Agostinho, A. A.; Baumgartner, G.; Bialletzki, A.; Sanches, P. V.; Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá, EDUEM. 378p.
- Ojanguren, A.F.; Reyes-Gavilán, F. G. & Muñoz, R. R. 1999. Effects of temperature on growth and efficiency of yolk utilisation in eggs and pre-feeding larval stages of Atlantic salmon. **Aquaculture International**, v.7, p.81-87.
- Ortega-Lara, A. & Lehmann, P. 2006. *Cruciglanis*, a new genus of pseudopimelodid catfish (Ostariophysi, Siluriformes) with description of a new species from the Colombian Pacific coast. *Neotrop Ichthyol.* v. 4, p. 147–156.

- Piaia, R.; Townsend, C. R.; Baldisserotto, B. 1999. Growth and survival of fingerlings of silver catfish exposed to different photoperiods. **Aquaculture International**, v.7, p.201-205.
- Sato, Y. & Godinho, H. P. 1999. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: Lowe-McConnell, R. H. (Org.). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. 1ed. São Paulo: EDUSP, v. 1, p. 401-413.
- Sato, Y., H. P. Godinho, V. C. Torquato & N. Dulce. 2003. Ictiofauna no rio São Francisco. Pp. 69 - 116. In: Ávila, F. (Ed.) Guia ilustrado de peixes do rio São Francisco de Minas Gerais: curiosidades, características físicas e de comportamento de 22 espécies de peixes. 1ª ed. São Paulo, Empresa das artes.
- Shibatta, O.A. 1998. **Sistemática e evolução da família Pseudopimelodidae (Ostariophysi, siluriformes), com a revisão taxonômica do gênero *Pseudopimelodus***. 353p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Tenório, R. A. 2003. **Aspectos da biologia reprodutiva do niquim *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Actinopterygii, Pimelodidae) e crescimento da progênie em diferentes condições ambientais**. 57p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Vandewalle, P.; Gluckmann, I.; Barast, E.; Huriaux, F. & Focant, B. 1997. Postembryonic development of the cephalic region in *Heterobranchus longifilis*. **Journal of Fish Biology**, v.50, n.2, p.227-253.
- Van Snik, G. M. J; Van Den Boogaart, J.G.M. & Osse, J. W. M. 1999. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold, **Journal of Fish Biology**, v.50, p.1339–1352.
- Weitzman, S. H. 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. **Stanford Ichthyological Bulletin**, v8, n.1, p.1-77.
- Whitehouse, R. H. 1910. The caudal fin of the Teleostomi. Proc. Zool. Soc. London, p.590–627.

**ANEXOS**

## ANEXO A

Norma de submissão ao periódico Neotropical Ichthyology.

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES – NEOTROPICAL ICHTHYOLOGY

Agosto 2012

#### Escopo e política editorial

O manuscrito deve conter os resultados de pesquisas originais em peixes neotropicais de água doce e marinhos nas áreas de Biologia, Ecologia, Etologia, Fisiologia, Genética e Biologia Molecular e Sistemática.

Notas científicas não são aceitas. O Editor e os editores de área irão realizar uma análise prévia do manuscrito submetido para analisar se o seu conteúdo é apropriado para a revista **Neotropical Ichthyology**.

A revista está aberta para submissões a todos os pesquisadores da ictiofauna Neotropical. O pagamento dos custos de publicação pode ser requerido se nenhum dos autores for membro da Sociedade Brasileira de Ictiologia.

#### Submissão de manuscritos

Manuscritos devem ser submetidos como arquivos digitais no sítio

<http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>

Com a submissão de manuscrito, os autores devem incluir uma carta com uma declaração de que se constitui em pesquisa original não submetida a outro periódico.

Nos manuscritos com múltiplos autores, o autor responsável pela submissão deve declarar na carta de submissão que todos os co-autores estão cientes e de acordo com a submissão do manuscrito.

Todos os co-autores e respectivos e-mails devem ser registrados nos formulários indicados durante a submissão do manuscrito.

Durante a submissão, indicar a área da revista (Bioquímica e Fisiologia, Biologia, Ecologia, Etologia, Genética e Biologia Molecular, Sistemática) a que o manuscrito se refere.

Durante a submissão, indique três possíveis referees (nome, instituição, país e email) para a análise do manuscrito.

Manuscritos submetidos fora do formato requerido nas instruções aos autores serão devolvidos.

Manuscritos submetidos com uso inapropriado da língua inglesa serão devolvidos sem revisão. O uso adequado da língua inglesa é um requisito para a revisão e publicação.

### **Forma e preparação de manuscritos**

Texto deve ser em Word for Windows ou arquivos rtf.

Figuras e tabelas devem ser carregadas separadamente como arquivos individuais.

Não duplique informações no texto, figuras e tabelas. Apresente apenas figuras e tabelas que são estritamente necessárias.

### **Formato**

Texto deve ser apresentado em inglês.

O manuscrito deve conter os seguintes itens, nesta ordem:

#### **Título**

-Título em minúsculas da seguinte forma: “*Isbrueckerichthys epakmos*, a new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Teleostei: Siluriformes)”.

- Táxons subordinados devem ser separados por dois-pontos, como segue:  
"(Siluriformes: Loricariidae)".

**Autor (es) nome (s)**

- Só as iniciais devem ser em letras maiúsculas. Nunca abrevie o primeiro nome.

**Endereços**

- Não apresente os endereços em nota de rodapé.
- Use números arábicos sobrescritos<sup>1</sup> para identificação no caso de múltiplos autores e endereços.
- Listar endereços completos e email de todos os autores.

**Abstract**

- Em inglês.

**Resumo**

- Em Português ou espanhol. Deve ter o mesmo conteúdo do *Abstract* em inglês.

**Palavras-chave**

- Cinco palavras-chave em inglês, não repetir palavras ou expressões do título.

**Introdução****Material e Métodos****Resultados****Discussão****Agradecimentos**

**Literatura citada****Tabela (s)****Legenda(s) da(s) Figura(s)**

Em trabalhos taxonômicos Verifique também: [Neotropical Ichthyology taxonomic contribution style sheet](#).

**Texto**

-Páginas de texto não podem incluir cabeçalhos, rodapés, ou notas de rodapé (exceto o número de página) ou qualquer formato de parágrafo. Texto deve ser alinhado à esquerda.

-Usar Times New Roman fonte tamanho 12.

-Não hifenizar o texto.

-Usar a fonte "symbol" para representar os caracteres a seguir:

χ μ θ ω ε ρ τ ψ υ ι ο π α σ δ φ γ η φ κ λ ε ω β ν ≡ Θ Ω Σ Δ Φ

-Espécies, gêneros e termos em Latim (*et al.*, *in vitro*, *in vivo*, *vs.*) devem ser em itálico.

- Termos em Latim apresentados entre os nomes genéricos e específicos - cf., aff. (por exemplo, *Hoplias* cf. *malabaricus*) não devem ser em itálico.

-Não abreviar o nome do gênero no início de uma frase.

-Não sublinhar palavras.

-Os títulos a seguir devem ser apresentados em negrito: **Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Literature Cited.**

- Listar abreviaturas utilizadas no texto em Material e métodos, exceto para aqueles de uso comum (por exemplo, min, km, mm, kg, m, s, h, ml, L, g).
- As medidas devem usar o sistema métrico.
- Manuscritos devem conter as siglas institucionais e os números de catálogo de espécimes-testemunho.
- Descritores geográficos (rio, igarapé, arroio, córrego) devem ser em letras minúsculas, exceto quando se refere a um nome de localidade (*e.g.* municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul, etc).
- O agradecimento deve ser conciso.

### **Nomenclatura**

- Nomes científicos devem ser citados de acordo com o ICZN (1999).
- A autoria de nomes científicos é necessária apenas em trabalhos taxonômicos e na primeira referência de uma espécie ou gênero. Não inclua autoria no resumo e abstract.
- Verifique a ortografia, nomes válidos e autoria de espécies no *Catalog of fishes* em <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

### **Tabelas**

- Tabelas devem ser numeradas sequencialmente de acordo com a sua ordem de citação no texto, usando os seguintes formatos: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4.
- A palavra **Table** e o respectivo número devem ser grifados em negrito nas legendas das Tabelas.
- Tabelas devem ser construídas usando linhas e colunas; não use tabulações e espaços.

-Tabelas não podem conter linhas verticais ou notas de rodapé. Arquivos digitais de tabelas devem ser formatados em células. Arquivos digitais de tabelas com colunas separadas por tabulação ou espaço não serão aceitas.

-Tabelas e legendas devem ser incluídas no final do manuscrito, no seguinte formato:

**Table 1.** Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma speculiferum*....

-Os locais aproximados onde as tabelas devem ser inseridas devem ser indicados ao longo da margem do texto.

## **Figuras**

-Figuras devem ser numeradas sequencialmente de acordo com a sua ordem de citação no texto, usando os seguintes formatos: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c.

-A palavra **Fig.** e respectivo número devem ser apresentados em negrito nas legendas.

-Figuras devem ser de alta qualidade e definição.

-Texto incluído em gráficos e imagens deve ter tamanho de fonte compatível com reduções à largura da página (175 mm) ou largura da coluna (85 mm). Gráficos serão impressos preferencialmente com a largura de uma coluna (85 mm).

-Fotos coloridas serão aceitas somente se necessário e o custo da impressão poderá ser cobrado dos autores.

-Figuras compostas devem ser preparadas a fim de ajustar-se à largura da página (175 mm) ou largura da coluna (85 mm).

-Ilustrações devem incluir uma escala ou uma referência para o tamanho do item ilustrado na legenda da figura.

- Nunca inclua objetos ou ilustrações na legenda da figura. Substituir por texto (por exemplo, "triângulo negro") ou representar seu significado na própria figura.
- Uma lista de legendas das figuras deve ser apresentada no final do arquivo do manuscrito.

### **Literatura citada**

- Use os seguintes formatos de citação no texto: Eigenmann (1915, 1921) ou (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) ou Eigenmann & Norris (1918) ou Eigenmann *et al.* (1910a, 1910b).
- Não inclua resumos e relatórios técnicos na literatura citada.
- Evite referências desnecessárias a teses ou dissertações.
- Nunca use tabulação ou espaço para formatar referências.
- A literatura citada deve ser ordenada em ordem alfabética. Referências com dois ou mais autores devem ser listadas na ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor e, em seguida, do sobrenome do segundo autor e assim sucessivamente.
- Não abreviar nomes dos periódicos.
- Não use itálico ou negrito para títulos de livros e revistas.
- As citações no texto devem corresponder às referências em Literatura Cited.
- Use os seguintes formatos:

#### *Livros:*

Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform "eels" of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 419-446. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S.

Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Porto Alegre, Edipucrs.

*Teses/Dissertações:*

Langeani, F. 1996. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo. 171p.

*Artigos:*

Lundberg, J. G., F. Mago-Leccia & P. Nass. 1991. *Exaliodontus aguanai*, a new genus and species of Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) from deep river channels of South America and delimitation of the subfamily Pimelodinae. Proceedings of the Biological Society of Washington, 104: 840-869.

*Artigos no prelo:*

Burns, J. R., A. D. Meisner, S. H. Weitzman & L. R. Malabarba. (in press). Sperm and spermatozeugma ultrastructure in the inseminating catfish, *Trachelyopterus lucenai* (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae). Copeia, 2002: 173-179.

*Recursos da Internet:*

Author. 2002. Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access).

## ANEXO B

Norma de submissão ao periódico Journal of Morphology.

### Author Guidelines

#### **NIH Public Access Mandate**

For those interested in the Wiley-Blackwell policy on the NIH Public Access Mandate, please visit our policy statement.

**Note to NIH Grantees.** Pursuant to NIH mandate, Wiley-Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see [www.wiley.com/go/nihmandate](http://www.wiley.com/go/nihmandate).

#### **Visit the new Author Services today! Features include:**

- **Free access to your article for 10 of your colleagues;** each author of a paper may nominate up to 10 colleagues. This feature is retrospective—even articles already published offer this feature for free colleague access.
- **Access in perpetuity** to your published article.
- **Production tracking** for your article and **easy communication with the Production Editor** via e-mail.
- **A list of your favorite journals** with quick links to the Editorial Board, Aims & Scope, Author Guidelines and if applicable the Online Submission website; journals in which you have tracked production of an article are automatically added to your Favorites.

- Guidelines on **optimizing your article** for maximum discoverability.

## **Publication Forms**

- Permission Request Form

### (i) Author Guidelines

Submission

Conflict of Interest

Manuscript Preparation

Title Page

Abstract

Text

References

Tables

Figure Legends

Figures Illustrations

Journal Cover Artwork

3D Figures

OnlineOpen

Proofs

Reprints

Supporting Information

The *Journal of Morphology* welcomes manuscripts from all areas of animal morphology. The Journal publishes original research papers and review articles. The journal publishes original research papers and review articles. We prioritize manuscripts that report about functional, comparative or evolutionary morphology. Plain descriptive papers will be considered only when they report about important new and so far unknown organisms and their morphology. Submitted manuscripts generally should not exceed 35 pages. However, we maintain an open and flexible policy about paper article length; if your manuscript exceeds 35 pages please contact the editorial office prior to submission to obtain permission for submitting an overlength paper.

**Submission.**

*JMOR* uses an online submission system for receiving, reviewing, and accepting manuscripts for publication, which enables authors to submit their manuscripts online to expedite the peer review process. The online system also enables authors to check the status of their manuscripts during the peer review process.

Use this link to submit your manuscript (<http://wileyonlinelibrary.com/journal/jmor>). The corresponding author will be instructed to create a user account. Once the account has been created, manuscripts are to be submitted through the "Author Center". Follow all instructions and complete all required fields. Submit your manuscript and all Figures and Tables as separate files. After the manuscript has been successfully submitted, authors will see a confirmation screen with the manuscript number and receive an email reply from the *JMOR* editorial office acknowledging receipt of the manuscript. If that does not happen, please check your submission and/or contact the editorial office at [jmorph@wiley.com](mailto:jmorph@wiley.com).

**IMPORTANT:** Text, figures and tables must be submitted as separate files to ensure that the submission is successful.

To avoid possible delay in processing your submission, your files must be submitted in the following formats:

- One .doc or docx file with text and citations
- Each figure in a separate file in .tif or .eps format
- Tables should either be all in one .doc or .docx file, or in separate .doc or .docx files

See the Miscellaneous section of this document for format restrictions/guidelines. *JMOR* uses a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to us, you agree that your manuscript may be screened for plagiarism against previously published works.

All submitted manuscripts must be original and must not have been published previously either in whole or in part, except in abstract form; manuscripts published previously in another language may not be submitted. Also, manuscripts submitted to us must not be under consideration by any other journal.

Be sure to keep an electronic copy that is identical to the version that you submitted online. If you have any questions on the submission process please email the editorial office at [jmorph@wiley.com](mailto:jmorph@wiley.com).

Manuscripts must be submitted in English (American style), and must be double-spaced with no less than 12 cpi font and 3-cm margins throughout. If you are not a native English speaker, we strongly recommend that you have your manuscript professionally edited before submission. Professional editing will mean that reviewers are better able to read and assess your manuscript. Please see Wiley Author services for recommendations. Lines should be numbered consecutively from the title through the references. Number all pages in sequence beginning with the title page, placing the first author's surname and the

page number in the upper right hand corner of each page. If your manuscript does not follow the requested journal format, we may return it before review and ask for reformatting according to our guidelines.

### **Conflict of interest.**

*JMOR* requires all authors to disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise, that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal. If the authors have no conflict of interest to declare, they must also state this at submission. It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and to collectively list in the cover letter (if applicable) to the Editor-in-Chief, in the manuscript (in the footnotes, Conflict of Interest or Acknowledgements section), and in the online submission system ALL pertinent commercial and other relationships.

### **Publication ethics.**

The *Journal of Morphology* follows the codes for publication ethics as developed by the Committee of Publication Ethics (COPE; for authors: <http://publicationethics.org/about/guide/authors>). Potential conflicts will be solved according to these guidelines. – To avoid potential conflicts among authors, multiple-author papers

should include a statement about the contribution by each individual author.

**Manuscript Preparation.** Manuscripts should be divided into the major divisions given below in the order indicated.

**Title**

**Page.**

The first page of the manuscript should include the complete title of the paper; the names of authors and their affiliations; a short title (not more than 40 characters including spaces); and name, postal address, E-mail address, and phone number of person to whom editorial correspondence, page proofs, and reprint requests should be sent.

**Abstract.**

The abstract must be a factual condensation of the entire work, including a statement of its purpose, a succinct statement of research design, a clear description of the most important results, and a concise presentation of the conclusions. Abstracts should not exceed 300 words. Three to six key words for use in indexing should be listed immediately below the abstract. The abstract and keywords are important to help interested colleagues find your research when using search engines. See our guidelines on optimizing your article for maximum discoverability with helpful suggestions about writing abstract and defining keywords.

**Text.**

The body of Research Articles must be organized into the following sections: Abstract, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Author contributions and Acknowledgments. The Material and Methods section must include explicit statements about number of individual animals studied, sample sizes for each method / experiment used, as well as the dates and location of the study. We do not publish studies based on an inappropriate sample size. Specimen numbers and the depository of the material studied must

be made explicit. The Materials and Methods section must also include a statement that the research complied with protocols approved by the appropriate institutional animal care committee and adhered to the legal requirements of the country in which the research was conducted. If the manuscript reports about a study that involves animal experimentation, it is necessary to give the approval number of the protocol.

The Results section must include the essential values from all statistical tests cited to support statements regarding findings, in addition to summarizing key data using tables and figures where possible. Please do not duplicate data in text and tables. Measurements should be given in metric units and abbreviated according to the American Institute for Biological Sciences' Style Manual for Biological Journals. Review Articles may deviate from this style of organization, but must include an Abstract, Introduction, Discussion, Author contributions and Acknowledgements.

### **References.**

Wiley's Journal Styles are now in EndNote. EndNote is a software product that we recommend to our journal authors to help simplify and streamline the research process. Using EndNote's bibliographic management tools, you can search bibliographic databases, build and organize your reference collection, and then instantly output your bibliography in any Wiley journal style. To download the reference style for this journal, or to purchase a copy of EndNote, go to the following URL: <http://wileyonlinelibrary.com/jendnotes>.

In the text, references should be cited consecutively with the author's surname and year of publication in brackets. The reference list should be arranged alphabetically by first author's surname. Abbreviations of journal titles should follow those used in Index Medicus.

### **Journal Articles:**

King VM, Armstrong DM, Apps R, Trott JR. 1998. Numerical aspects of pontine, lateral

reticular, and inferior olivary projections to two paravermal cortical zones of the cat cerebellum. *J Comp Neurol* 390:537-551.

**Books and Monographs:**

Voet D, Voet JG. 1990. *Biochemistry*. New York: John Wiley & Sons. 1223 p.

**Dissertations:**

Ritzmann RE. 1974. The snapping mechanism of Alpheid shrimp [dissertation]. Charlottesville (VA): University of Virginia. 59 p. Available from: University Microfilms, Ann Arbor, MI; AAD74-23.

**Book Chapters:**

Gilmor ML, Rouse ST, Heilman CJ, Nash NR, Levey AI. 1998. Receptor fusion proteins and analysis. In: Ariano MA, editor. *Receptor localization*. New York: Wiley-Liss. p 75-90.

**Tables.**

Tables should be titled and numbered in accordance with the order of their appearance; each table should be placed on a separate page. All tables must be cited in the text with approximate placement clearly defined.

**Figure Legends.**

A descriptive legend must be provided for each figure and must define all abbreviations used therein.

**Figures/Illustrations.** Each figure should be high-contrast on a separate page with the figure number clearly indicated. All color figures will be reproduced in full color in the **online edition** of the journal at no cost to authors. For the printed version free color figures are at the editors discretion. Only figures in which color is necessary for communicating information

are eligible for free printing. If authors wish to have other figures printed in color they are requested to pay the cost of reproducing color figures in print.

**Journal Cover Artwork.** Along with their manuscript, authors are welcome to submit an original photograph or other artwork that illustrates their research for possible use on the cover of the issue in which the article appears. This artwork is submitted with the understanding that it has not been published elsewhere, that the author has copyright, and that the author grants Wiley-Periodicals permission to publish the photo as a cover image, should it be chosen. Candidate images for journal covers may be submitted electronically as TIF files.

### **3D Figures.**

JMOR accepts 3D interactive models or figures that can be embedded in PDFs. See <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jemt.20618/pdf> for examples and [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-4687/homepage/Basic\\_3D\\_PDF\\_Adobe\\_Acrobat\\_9\\_Pro.pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-4687/homepage/Basic_3D_PDF_Adobe_Acrobat_9_Pro.pdf) for basic instructions. Authors are responsible for 3D image assembly. Each 3D image should be submitted in an individual PDF file, and for each 3D image the author must also provide a normal figure in TIF format. The TIF figure will appear in the print version and will also serve to activate the 3D functionality in the online version. Please indicate any 3D figures in your cover letter during the submission process to ensure appropriate handling.

### **Additional Guidelines for Manuscript Preparation**

#### *Text*

Text files, including tables, appendices and literature citations, must be in Microsoft Word or rtf format.

### *Figures/Illustrations*

**Software and format.** The recommended format for all illustration files is TIFF or TIF. JPG and JPEG format will not be accepted. EPS (with preview) is acceptable but not recommended. Do not submit native application formats.

**Resolution.** Journal quality reproduction will require greyscale and color files at resolutions yielding approximately 300 ppi. Bitmapped line art should be submitted at resolutions yielding 600-1200 ppi. These resolutions refer to the output size of the file; if you anticipate that your images will be enlarged or reduced, resolutions should be adjusted accordingly.

**File names.** Illustration files should be given the 2- or 3-letter extension that identifies the file format used (i.e., .tif, .eps).

### **Miscellaneous**

The Editor and Publisher reserve the right to return to the author for revision manuscripts and illustrations that are not in proper finished form.

### **Copyright Transfer Agreement (CTA)**

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

### **For authors signing the copyright transfer agreement**

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp)

### **For authors choosing OnlineOpen**

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp) and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

### **Proofs.**

A set of page and illustration proofs will be sent to the author via email from the publisher. All corrections should be clearly marked.

### **Reprints.**

Reprints may be purchased

at <https://caesar.sheridan.com/reprints/redirect.php?pub=10089&acro=jmor>.

The *Journal of Morphology* provides free access to your article for 10 of your colleagues; each author of a paper may nominate up to 10 colleagues. This feature is retrospective—even articles already published offer this feature for free colleague access. Contact your production editor after acceptance for details.

### **Supporting Information.**

Authors are encouraged to submit supporting information that could aid readers in understanding the authors' findings and where appropriate to ensure that the page limits are met. Supporting information for articles published in the *Journal of Morphology* will be available in the online version of the journal. This accompanying information may include (but is not limited to) figures, tables, video clips, large sections of movies (QuickTime or mpeg), data sets, program code, and electronic graphical files. Supporting information must be submitted at the time of peer review, although the reviewers and editors may also suggest that figures or table(s) be provided as supporting information during the review process. Each piece of supporting information should be referenced within the text. Supporting information should be numbered in order, but independently of figures in the main article, e.g. S- Figure 1 would indicate a figure that follows Figure 1 in the main text. Please note that supporting information is NOT edited by the publisher after final acceptance by the editors, and is posted online in the format in which it is supplied.