

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**

**DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO
LARVAL E VARIABILIDADE POPULACIONAL
DE *Pimelodus britskii* EM UM RESERVATÓRIO
NEOTROPICAL**

Mara Cristina de Almeida

JABOTICABAL – SP

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**

**DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO
LARVAL E VARIABILIDAD POPULACIONAL
DE *Pimelodus britskii* EM UM RESERVATÓRIO
NEOTROPICAL**

Mara Cristina de Almeida

ORIENTADOR: Dr. Francisco Langeani Neto

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora.

JABOTICABAL – SP

2016

A447d Almeida, Mara Cristina de
Desenvolvimento ontogenético e variabilidade populacional de
Pimelodus britskii em reservatório neotropical / Mara Cristina de
Almeida. -- Jaboticabal, 2016
xix, 84 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de
Aqüicultura, 2016

Orientador: Francisco Langeani Neto

Banca examinadora: Classius de Oliveira, Diesse Aparecida
Seria, Lilian Casatti, Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui
Bibliografia

1. Ontogenia. 2. Dados populacionais. 3. Mandi. I. Título. II.
Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 639.31

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Desenvolvimento ontogenético larval e variabilidade espaço temporal sobre parâmetros populacionais de *Pimelodus britskii* (Teleostei: Siluriformes) no reservatório Salto Santiago, Rio Iguaçu

AUTORA: MARA CRISTINA DE ALMEIDA

ORIENTADOR: FRANCISCO LANGEANI NETO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AQUICULTURA, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. FRANCISCO LANGEANI NETO
Departamento de Zoologia e Botânica / IBILCE/UNESP



Prof. Dr. CLASSIUS DE OLIVEIRA
Departamento de Biologia / IBILCE-UNESP



Profa. Dra. LILIAN CASATTI
Departamento de Zoologia e Botânica / IBILCE/UNESP



Profa. Dra. DIESSE APARECIDA DE OLIVEIRA SEREIA
Departamento de Biologia / Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos



Profa. Dra. ELAINE ANTONIASSI LUIZ KASHIWAQUI
Departamento de Ciências Biológicas / Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Jaboticabal, 31 de maio de 2016

A caminhada da vida

Na caminhada da vida, aprendi que nem sempre temos o que queremos.

Porque nem sempre o que queremos nos faz bem.

Foi preciso as dores, para que eu aprendesse com as lágrimas.

Foi necessário o riso, para que eu não me enclausurasse com o tempo.

Foi preciso as pedras, pra que eu construísse meu caminho.

Foram fundamentais as flores, para que eu me alegrasse na caminhada.

Foi imprescindível a fé, para que eu, não perdesse a esperança.

Foi preciso perder, para que ganhasse de verdade.

Foi no silencio que fui ouvido com clareza.

Pois sem provas não tem aprovação.

E a vitória sem conquista é ilusão.

E a maior virtude dos fortes é ACREDITAR.....

“A vida é construída nos sonhos e concretizada no amor. “

CHICO XAVIER

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos que contribuíram de alguma forma para concretização deste sonho e não desistiram de acreditar no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, que me abriu essas portas e me concedeu essa oportunidade de cursar o curso doutorado.

A minha família, que esteve perto em todos os momentos.

A **CAPES**, pela bolsa de doutorado.

A UNESP, que possibilitou cursar o doutorado.

Ao GERPEL, pelas coletas dos Materiais.

TRACTEBEL ENERGIA, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

A UNIOESTE e ao INPAA, por ceder as instalações.

Ao meu orientador Francisco Langeani Neto, por ter me aceitado como orientada e pelo sua orientação e conhecimentos durante esse período.

Ao professor Paulo Vanderlei Sanches, ao professor Gilmar e ao professor Robi Allan Bombardelli, pela ajuda e dicas valiosas e por estarem sempre integrados a minha vida acadêmica.

A professora Andréa Bialetzki, por ter disponibilizado seu tempo e me receber tão atenciosamente, para realização dos desenhos científicos.

Aos meus colegas de doutorado Juliana Américo, Odair Diemer, Ana Paula Leonel, pelo apoio.

A minhas amigas Lucileine e Suelen, por me ajudarem nas análises estatísticas e processamentos de dados e sua amizade.

Obrigado a todos!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1.1 Introdução	11
1.2 Caracterização de <i>Pimelodus britskii</i>	12
1.3 Caracterização da Área de estudo	14
1.3.1.1 Iate Clube de Candói (Iat)	17
1.3.1.2 Cavernoso (Cav).....	17
1.3.1.3 Porto Santana (Pos)	17
1.3.1.4 Barragem (Bar)	18
1.4 Apresentação	18
DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO E MORFOMETRIA DE LARVAS DE <i>Pimelodus britskii</i> GARAVELLO & SHIBATTA, 2007 (TELEOSTEI: SILURIFORMES: PIMELODIDAE).....	24
Resumo:.....	24
Introdução	25
Materiais e métodos.....	28
Resultados	32
Descrição dos estágios larvais.....	33
Estágio larval vitelino	33
Estágio de pré-flexão	34
Estágio de flexão	35
Estágio de pós-flexão	37
Relações corporais e crescimento	38
Discussão	40
Considerações finais	44
Referências bibliográficas.....	44
VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DE PARÂMETROS POPULACIONAIS DE UMA ESPÉCIE ENDÊMICA <i>Pimelodus britskii</i> (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) NO RESERVATÓRIO SALTO SANTIAGO – RIO IGUAÇU.....	51
Resumo.....	51

Introdução	53
Materiais e Métodos	55
Análises de dados.....	56
Abundância - Captura por Unidade de Esforço (CPUE)	56
Proporção sexual.....	57
Comprimento médio e Tamanho de primeira maturação (L50)	58
Relação peso/comprimento e fator de condição	58
Índice de atividade reprodutiva (IAR).....	59
Análise estatística.....	60
Resultados	60
Abundância - Captura por Unidade de Esforço (CPUE)	60
Proporção sexual	61
Comprimento médio e Tamanho de primeira maturação (L50 e L100)	62
Relação peso/comprimento e fator de condição	64
Índice de atividade reprodutiva (IAR)	65
Discussão	67
Considerações finais	71
Referências bibliográficas	72
Anexo I	79
Anexo II	80
Anexo III	81

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1:

- Tabela 1.** Valores máximo (Máx) e mínimo (Mín) e média (X) para as variáveis morfométricas (mm) e merísticas de larvas de *Pimelodus britskii*.....31
- Tabela 2.** Valores mínimos (Min), máximos (Max) e média (média) das relações corporais de larvas de *Pimelodus britskii* em diferentes estágios de desenvolvimento.39
- Tabela 3** – Análise de regressão linear simples das relações corporais de larvas de *Pimelodus britskii*: Comprimento da cabeça; Altura do corpo; Distância pré-dorsal; Distância pré-anal em relação ao comprimento padrão. Altura da cabeça; Comprimento do focinho; Diâmetro do olho em relação ao comprimento da cabeça.40

Capítulo 2:

- Tabela 1** - Classificação da atividade reprodutiva através dos valores do índice de atividade reprodutiva de peixes.59
- Tabela 2** – Número total de indivíduos coletados, frequência de ambos os sexos, valores de qui-quadrado (χ^2) e proporção sexual, por diferentes etapas, no reservatório de Salto Santiago para *P. britskii*.62
- Tabela 3** – Número total de indivíduos coletados, frequência de ambos os sexos, valores de qui-quadrado (χ^2) e proporção sexual, por diferentes locais de amostragem, no reservatório de Salto Santiago para *P. britskii*62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplar adulto de *Pimelodus britskii*: (a) vista lateral; (b) vista frontal; Comprimento padrão: 26,5 cm; Número do depósito no Museu CIG 1648..... 14

Figura 2 - Localização das estações de amostragem no reservatório de Salto Santiago. Cavernoso (Cav); Iate Clube de Candói (Iat); Porto Santana (Pos); Estação Barragem (Bar). Fonte: Gerpel..... 16

Capítulo 1:

Figura 1 – a) Desenho esquemático das medidas e contagem em realizadas em larvas, b) desenho esquemático das medidas e contagem em realizadas em juvenil do *Pimelodus britskii*.30

Figura 2 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* - Larval vitelino: sc=saco vitelino; bm= barbilhões maxilares; in= intestino; me= membrana embrionária e no= notocorda (Escala = 1 mm).33

Figura 3 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Pré-flexão: ba= boca (mudança de formato, deixa de ser ventralmente e passa para sub-inferio); bme= barbilhões mediais; op= opérculo (em formação); na= ânus (abertura); hi= estruturas hipurais; mi= miômeros e sc= barbilhões maxilares (Escala= 1mm).34

Figura 4 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Flexão inicial: cr = crista (narina); np= nadadeira peitoral (em desenvolvimento) e ohi = osso hipurais (Escala= 1mm).35

Figura 5 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Flexão final: np= nadadeira peitoral (mais desenvolvimento) e in = intestino (dobras) e nc = nadadeira caudal (em formação) (Escala= 1mm).36

Figura 6 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Pós flexão inicial: np= nadadeira peitoral; npe= nadadeira pélvica (botão); na = nadadeira anal; nc = nadadeira caudal (segmentada) e nd = nadadeira dorsal (formação) (Escala= 1mm).37

Figura 7 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Pós flexão final: nr = narina (formada); ba = boca (terminal) e npe= nadadeira pélvica formada (Escala= 1mm).38

Capítulo 2:

Figura 1 - Captura por unidade de esforço (CPUE) ind/1000m² de rede.dia, por diferentes etapas de coletas para *P. britskii* (b) Captura por unidade de esforço (CPUE) ind/1000m² de rede.dia, por diferentes locais de amostragem, no reservatório de Salto Santiago. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012); lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Letras iguais não

diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.....61

Figura 2 (a) Comprimento médio padrão por diferentes etapas de amostragem para *P. britskii* (b) Comprimento médio padrão por diferentes locais de amostragem para *P. britskii*, no reservatório de Salto Santiago. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012); lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.....63

Figura 3 – (a) Relação entre frequência relativa de fêmeas de *P. britskii* por classe de comprimento padrão (b) Relação entre frequência relativa de fêmeas de *P. britskii* por classe de comprimento padrão64

Figura 4 - Relação entre peso e comprimento total de *P. britskii* no reservatório de salto Santiago.64

Figura 5 (a) – Fator de condição médio por diferentes etapas de amostragem para *P. britskii* (b) Fator de condição médio padrão por diferentes locais de amostragem para *P. britskii*, no reservatório de Salto Santiago. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012); lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.....65

Figura 6 (a) – Índice de atividade reprodutiva (IAR) médio por diferentes etapas de amostragem para *P. britskii*; (b) Índice de atividade reprodutiva (IAR) por diferentes locais de amostragem para *P. britskii*; (c) Índice de atividade reprodutiva (IAR) por diferentes estações anuais para *P. britskii* no reservatório de Salto Santiago. lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Outono (março a maio); Inverno (Junho a agosto); Primavera (setembro a novembro) e Verão (dezembro a fevereiro). Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.....66

**DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO LARVAL E VARIABILIDADE
POPULACIONAL DE *Pimelodus britskii* EM UM RESERVATÓRIO
NEOTROPICAL**

Resumo: *Pimelodus britskii*, uma espécie endêmica da bacia do rio Iguaçu, apresenta poucos estudos que envolvam desenvolvimento ontogenético e parâmetros populacionais, deste modo, trabalhos que envolvam esses caracteres são de suma importância, para tomada de medidas de uso e conservação da espécie. Neste trabalho abordamos, no primeiro artigo, o desenvolvimento larval, proporções corporais e subsídios para diferenciar a larva nas fases iniciais de desenvolvimento das suas congênicas. No segundo artigo avaliamos as modificações, ao longo do espaço e do tempo, com relação à abundância, proporção sexual, tamanho de primeira maturação, comprimento médio, relação peso/comprimento, e atividade reprodutiva. Em relação às larvas, inicialmente a pigmentação era escassa e intensificou-se com o desenvolvimento. O comprimento padrão variou de 2,6 a 13,11mm e os miômeros de 34-50. A espécie apresentou alometria negativa do comprimento da cabeça, altura do corpo, distância pré-dorsal e distância pré-anal em relação ao comprimento padrão e altura da cabeça, comprimento do focinho e diâmetro do olho em relação a comprimento da cabeça, e as estruturas corporais em todas as fases larvais de desenvolvimento são cartilaginosas. Foram capturados na totalidade 9.204 indivíduos, em quatro locais diferentes de coletas em 9 (nove) etapas. Evidenciou que a população de *P.britskii*, por diferentes etapas e locais, apresentou diferença significativa em seus parâmetros populacionais. A maior abundância (CPUE) ocorreu na etapa I e na estação de coleta Cavernoso (Cav). O comprimento médio da população variaram $15,5 \pm 6,2$ cm, sendo os indivíduos maiores capturados na Etapa III e na estação de coleta late Clube Candói (lat). O crescimento foi alométrico negativo, como o melhor fator de condição (K), encontrado na etapa III e na estação lat, como ocorreu também para o comprimento médio. O índice de atividade reprodutiva (IAR), na escala temporal foram mais intenso na etapa I e no espaço na estação Cav. E em relação a diferentes estações de coleta, foram mais intenso nas estações quente (verão) e praticamente nulo na estações mais frias (outono). Considerando estes resultados podemos inferir que a população apresenta tendência à estabilização.

Palavras-chave: ontogenia, dados populacionais, mandi, bacia do rio Paraná, reservatório, estágio larval.

**ONTOGENETIC DEVELOPMENT AND VARIABILITY POPULATION
PIMELODUS BRITSKII IN NEOTROPICAL RESERVOIR**

Abstract: *Pimelodus britskii*, an endemic species of Iguaçu River basin, has scarce studies involving ontogenetic development and population parameters. So studies involving these characters are of great importance to take protection e conservation measures. This study presents, in the first paper, body proportions and subsidies to differ larval initial developing phases larval of its congenics. The second paper evaluated changes, over space and time, related to abundancy , sexual proportion, first maturation size, medium length , weight /size relation and productive activity. The larvae initially pigmentation was scarce and intensified with the development, the standard length ranged from 2.6 to 13.11mm and myomeres from 34-50. The findings showed negative head length allometry, body height, pre-dorsal length and pre-anal distance from the standard length and head height, snout length and diameter of the eye in relation to head length and structures in all larval stages of development are cartilaginous. 9.204 individuals were captured in nine years in four different collection places. It showed that the population of *P.britskii*, through different stages and places significant difference in their population parameters. The highest abundance (CPUE), occurred in stage I and Cavernous collection station (Cav). The average length of the population ranged 15.5 ± 6.2 cm, with the largest individuals caught in Stage III and gathering station Candói Yacht Club (lat). The allometric growth was negative as the best condition factor (K) found in step III and lat station as also observed for the mean length. The reproductive activity index (IAR), the temporal scale were more intense in stage I and space in Cav station. And in relation to different collection stations were more intense in the warm seasons (summer) and virtually nil in colder seasons (autumn). Considering these results we can conclude that the population has a tendency to stabilize.

Key-words: ontogeny, population information, mandi, the Paraná River basin, reservoir, and larval stage.

INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Introdução

As ações antrópicas têm afetado amplamente os ecossistemas hídricos, ao longo dos anos (Velludo, 2007). Atividades humanas, como a mineração, lançamentos de efluentes domésticos e industriais, superexploração dos recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas e construção de barragens e represas promovem uma expressiva alteração na dinâmica natural das comunidades biológicas nas mais diversas escalas ecológicas, entre elas os peixes (Agostinho *et al.*, 2005).

O conhecimento da história de vida de uma espécie um dos grandes objetivos da ciência e biologia, principalmente quando tais estudos são direcionados aos peixes teleósteos, que dentre os vertebrados, apresentam uma grande variabilidade de estratégias e táticas de sobrevivência (Winemiller, 1996).

O entendimento do funcionamento das populações é fundamental para o sucesso de qualquer plano de manejo e conservação dos recursos pesqueiros (Fonteles-Filho, 1989) e para que ocorra uma exploração racional desses estoques, são importantes estudos sistematizados da biologia das espécies (Vazzoler, 1996).

Os peixes constituem o grupo mais diversificado entre os vertebrados (Lowe-McConnell, 1999; Galves *et al.*, 2009), com uma diversidade que varia de 28.000 (Nelson, 2006) a 35.000 espécies conhecidas (Froese *et al.*, 2007; Galves *et al.*, 2009; Zhang, 2013). Segundo Lowe-McConnell (1999), a região Neotropical possui uma das mais diversificadas faunas de peixes de água doce do mundo, com uma riqueza estimada em 13.000 espécies (Agostinho *et al.*, 2008).

Para o uso e conservação da enorme diversidade de espécies são necessários estudos científicos confiáveis e, para isso, a disponibilidade de fontes de referência que permitam acessar o conhecimento disponível de forma rápida e eficiente (Buckup *et al.*, 2007). No entanto, tais fontes de referência para determinados táxons nem sempre estão disponíveis em número considerável que possibilitem estudos posteriores.

Desse modo, o conhecimento dos parâmetros populacionais de espécies neotropicais escala espaço-temporal e do desenvolvimento nas fases iniciais são

de grande relevância para compreender a ecologia das espécies. Através desses resultados, pretende-se inferir ou interpretar os parâmetros que regem ou influenciam nas populações, tais como, estratégia de vida, habitat, alimentação, crescimento, reprodução e proporção sexual.

1.2 Caracterização de *Pimelodus britskii*

A região Neotropical engloba a América do Sul e possui a maior fauna de peixes de água doce conhecida (Graça *et al.*, 2007). São aproximadamente 4.475 espécies válidas, 1.550 espécies não descritas, totalizando mais de 6.000 espécies para essa região (Reis *et al.*, 2003).

Os peixes pertencentes à família Pimelodidae são amplamente distribuídos pela região Neotropical. Embora não apresentem um caráter externo que os diferencie dos demais Siluriformes, os membros desta família apresentam três pares de barbilhões (um maxilar e dois mentonianos) e nadadeira adiposa bem desenvolvida (Lundberg & Littmann, 2003; Baumgartner *et al.*, 2012). Apresentam hábito noturno, passando o dia escondidos e saindo a noite para explorar o ambiente (Nakatani *et al.*, 2001). Alguns apresentam os órgãos visuais atrofiados, mas, em compensação, os demais órgãos sensitivos são muito desenvolvidos, tornando-os capazes de explorar eficientemente o meio, mesmo na ausência de luz (Nakatani *et al.*, 2001).

Pimelodidae agrupa atualmente 109 espécies, distribuídas em 43 gêneros (Eschmeyer, 2015), no entanto, estima-se que existam várias espécies ainda não descritas (Reis *et al.*, 2003, Baumgartner *et al.*, 2012). Seus representantes são exclusivos de água doce e se distribuem pela América do Sul e Panamá (Lundberg & Littmann, 2003). O baixo rio Iguaçu, a área de estudo desta pesquisa, abriga apenas três gêneros, *Pimelodus* e *Steindachneridion*, com espécies nativas, e *Pseudoplatystoma* com espécies introduzidas (Baumgartner *et al.* 2012). *Pimelodus britskii* Garavello & Shibatta, 2007, conhecida vulgarmente com mandi-pintado ou pintadinho, foi primeiramente referida por Garavello & Shibatta (1995) como *Pimelodus* sp., sendo posteriormente descrita por Garavello & Shibata (2007).

O mandi-pintado (Fig.1), espécie endêmica e amplamente capturada na bacia do rio Iguaçu (Garavello & Shibatta, 2007), apresenta hábito alimentar oportunista, tendo como item preferencial em regiões represadas peixes, mas podendo consumir diversos outros itens principalmente em ambiente não represado (Baumgartner *et al.*, 2012).

Esta espécie é semelhante ao *Pimelodus maculatus*, com olho superolateral, corpo relativamente alto e focinho largo (Agostinho *et al.*, 1997), entretanto, uma de suas características marcantes é o padrão de coloração, com máculas arredondadas, geralmente menores que o diâmetro do olho, dispersas regularmente no tronco (Hugo *et al.*, 2007).

Exemplares dessa espécie foram erroneamente incluídos na série-tipo de *Pimelodus ortmanni*, entretanto, o *P. britsii* difere desta espécie por apresentar altura do corpo, no nível do processo cleitral posterior, maior que o comprimento da cabeça, lábios não proeminentes e barbilhão maxilar atingindo ou ultrapassando a linha vertical que passa pela região mediana da nadadeira adiposa (Garavello & Shibatta, 2007).

Na bacia do rio Iguaçu *P. britskii* é uma espécie importante na pesca esportiva e na pesca comercial, com grande potencial econômico, portanto a avaliação de suas características populacionais e ontogenéticas é imprescindível para compreender o desenvolvimento inicial e evitar auxiliar na identificação. Além disso, o conhecimento sobre os parâmetros populacionais pode explicar a ecologia e biologia da espécie em ambiente represado.

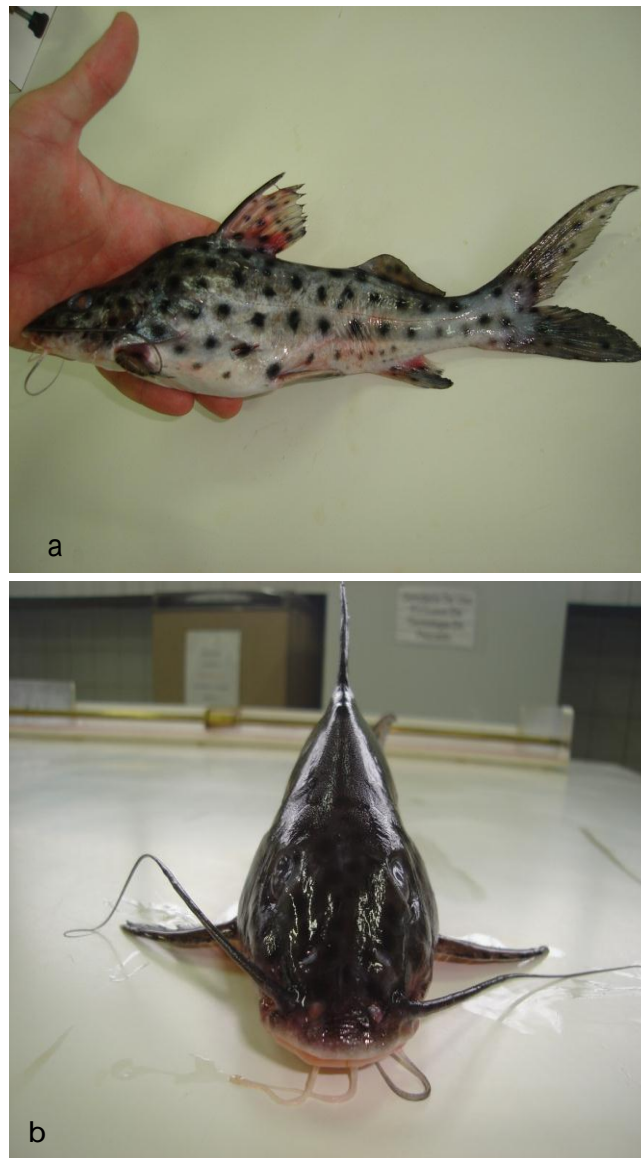


Figura 1: Exemplar adulto de *Pimelodus britskii*: (a) vista lateral; (b) vista frontal; Comprimento padrão: 26,5 cm; Número do depósito no Museu Gerpel (Grupo de Estudos em Recursos Pesqueiro e limnologia) CIG 1648.

1.3 Caracterização da Área de estudo

O rio Paraná forma uma das maiores bacias hidrográficas brasileiras, com um grande potencial hidroelétrico. Percorre uma distância de 1.900 km em território nacional, cruzando vários estados brasileiros (Agostinho *et al.*, 2007). Nos rios que formam sua bacia foram registrados 146 grandes represamentos,

70% dos quais destinados à geração hidrelétrica. Um dos principais contribuintes do rio Paraná é rio Iguaçu (Agostinho *et al.*, 2007).

Com o nome originário da língua tupi, significando “água grande”, o rio Iguaçu nasce próximo a Serra do Mar, a partir da junção dos rios Irai e Atuba, na região da grande Curitiba. Seus formadores se originam em altitudes acima de 1.000 m, e constituem o rio Iguaçu na cota 908 m, de onde percorre 1.060 km, no sentido leste-oeste e recebendo águas de diversos tributários até atingir a altitude de 78 m e desaguar no rio Paraná, próximo à cidade de Foz do Iguaçu (Paiva, 1982). Abrange uma área de aproximadamente 72.000 km², da qual 79% pertencem ao Estado do Paraná, 19% ao de Santa Catarina e 2% a Argentina (Eletrosul, 1978).

O elevado desnível da bacia do rio Iguaçu constitui num grande atrativo para o aproveitamento hidrelétrico, resultando em cinco grandes reservatórios e vários pequenos, que alteraram notavelmente os atributos físicos, químicos e biológicos da bacia. Os grandes represamentos construídos nos últimos 26 anos no rio Iguaçu transformaram as corredeiras e saltos, anteriormente presentes entre União da Vitória e Salto Caxias, em uma sequência de reservatórios que alagam 515 km² e acumulam aproximadamente 19x10⁶ m³ de água (Baumgartner, 2010). Cabe ressaltar, o rio Iguaçu é caracterizado por uma ictiofauna endêmica de pequeno porte, formada basicamente por pequenos caracídeos e pimelodídeos (Agostinho *et al.*, 2007).

O reservatório Salto Santiago área em que ocorreu o presente estudo se localiza entre os municípios de Rio Bonito do Iguaçu e Saudade do Iguaçu, no estado do Paraná tem a sua jusante a Usina Hidrelétrica de Salto Osório e a montante a Usina Hidrelétrica de Salto Segredo, com uma capacidade instalada de 1.420 MW. Foi fechado em 1980 inunda uma área de 208 Km² (Tractebel, 2015).

1.3.1 Locais de amostragem

O presente estudo foi realizado em quatro (4) locais de amostragem no corpo do reservatório Salto Santiago (Fig. 2).



Figura 2 - Localização dos locais de amostragem no reservatório Salto Santiago. Cavernoso (Cav); Iate Clube de Candói (Iat); Porto Santana (Pos); Estação Barragem (Bar). Fonte: Gerpel.

1.3.1.1 Iate Clube de Candói (Iat)

O Iate (Fig. 2) situa-se na parte superior do reservatório de Salto Santiago, entre os municípios de Chopinzinho e Candói. Nesse local o rio Iguazu possui à sua margem esquerda a Reserva Indígena de Mangueirinha, local bastante preservado, com presença de grande quantidade de árvores nativas. Com localização geográfica em UTM de J22 37°47'42"W/715°16'01"S, a estação possui fundo lodoso, margens suaves e íngremes e troncos submersos. Em sua margem direita observa-se a presença de grandes condomínios de veraneio, algumas atividades agrícolas (milho e soja), e de silvicultura que ocorrem em menores proporções. Nessa estação de amostragem, o deplecionamento do nível da água do reservatório proporciona exposição de suas margens, com crescimento de vegetação rasteira em toda região amostrada (Gerpel, 2010).

1.3.1.2 Cavernoso (Cav)

O Cavernoso (Cav) situa-se no antigo leito do rio Guarani e rio Tapijara a cerca de 1.000 m da margem direita do rio Cavernoso, no município de Porto Barreiro. Com localização geográfica em UTM de J22 36°97'18"W/716°94'29"S, o local possui encostas suaves, fundo lodoso, troncos submersos e águas lânticas, atualmente pouco utilizados para atividades agrícolas, sendo caracterizados por grandes áreas com cobertura florestal e área de pecuária extensiva (Gerpel, 2010).

1.3.1.3 Porto Santana (Pos)

O Porto Santana (Pos) está situada no distrito de Porto Santana, na região da balsa que liga os municípios de Porto Barreiro e Chopinzinho. A estação possui localização geográfica em UTM de J22 35°15'71"W/716°02'54"S. O local é caracterizado por possuir encostas íngremes com pedregulho, apresentar fundo lodoso com presença de troncos submersos, águas lânticas e pequena área de

preservação permanente, a qual é utilizada em grande parte para atividade de pecuária extensiva e agricultura nas encostas superiores. Nesta estação de amostragem o deplecionamento do nível da água do reservatório também proporciona exposição de suas margens, com crescimento de vegetação rasteira em toda região amostrada (Gerpel, 2010).

1.3.1.4 Barragem (Bar)

Localizada a aproximadamente 2 km da barragem do reservatório de Salto Santiago, na margem esquerda do antigo leito do rio Xagú, no município de Rio Bonito do Iguaçu. Esta estação possui coordenadas geográficas em UTM de J22 34°12'55"W/7 16°94'59"S. O local caracteriza-se por apresentar fundo lodoso e pedregoso com presença de troncos submersos, águas lânticas, profundidade média aproximada de 20 m. Durante os períodos de deplecionamento as margens ficam expostas com crescimento de vegetação rasteira em toda região amostrada. Possui encostas suaves e íngremes com pequena faixa de vegetação nativa e possui atividades agrosilvopastoril na margem esquerda (Gerpel, 2010).

1.4 Apresentação

Nos capítulos a seguir abordaremos o desenvolvimento ontogenético da espécie *P. britskii* e a influência da variação dos ciclos anuais de amostragem e diferentes locais de coletas sobre os parâmetros populacionais.

O primeiro capítulo trata do desenvolvimento ontogenético larval. Verificamos os caracteres morfométricos e merísticos permitem diferenciar as larvas em fases iniciais de desenvolvimento de outras espécies congêneres no rio Iguaçu e se há formação de estruturas ósseas ou cartilaginosas. Avaliamos o crescimento da espécie, a fim de verificar se a mesma apresenta crescimento característico diferenciado ou segue o padrão geral dos teleósteos.

No segundo capítulo, avaliamos a variação espaço/temporal de parâmetros populacionais (abundância, proporção sexual, comprimento médio, relação peso/comprimento, fator de condição e índice de atividade reprodutiva,

para verificar se esses parâmetros apresentam diferenças significativas ao longo do tempo e espaço, considerando que o reservatório de Salto Santiago tem mais de 30 anos de formação e os locais de amostragem apresentam as mesmas características, situados em áreas alagadas. Os dados para este capítulo são provenientes do monitoramento da fauna de peixes no reservatório e Salto Santiago, que estão sob concessão da empresa Tractebel Energia S.A, realizados pelo o Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Gerpel/Unioeste), no período de 2003 a 2012.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A. & L.C. Gomes. 1997. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem, 387p.
- Agostinho, A.A., S. M. Thomaz, & L. C. Gomes. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 70-78.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, & F. M. Pelecice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Eduem, 501p.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, & F. M. Pelecice. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Journal of Fish Biology* , 68: 1119-1132.
- Baumgartner, D. 2010. Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Tese, Universidade estadual de Maringá, Paraná, 71p.
- Baumgartner, G., C. S. Pavanelli, D. Baumgartner, A. G. Bifi, T. Debona, & V. A. Frana. 2012. Peixes do Baixo Rio Iguaçu. Maringá, Eduem, 1:203p.
- Buckup, P. A, N. A. Menezes & M. S. Ghazzi (Eds). 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 195 p.
- Eletrosul. 1978. O impacto ambiental da ação do homem sobre a natureza - rio Iguaçu, Paraná, Brasil, reconhecimento da ictiofauna, modificações ambientais e usos múltiplos dos reservatórios. Florianópolis, 33p.
- Eschmeyer, W. N. 2015. Catalog of fishes: genera, species, references. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Acesso em 29 de abril 2015.
- Fonteles-Filho, A. A. 1989. Recursos Pesqueiros Biologia e Dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceara, Ceará, 296p.
- Froese, R. D. Pauly. (Eds.). 2007. FishBase. World Wide web electronic publication. 2007. Disponível em: <<http://www.fishbase.org>>. Acesso em: 23 out. 2015.

- Garavello, J. C. & O. A. Shibatta. 1995. Duas novas espécies para o gênero *Pimelodus* Lacépède, 1803, das bacias dos rios Iguaçu e Guaíba. In: Encontro Brasileiro de Ictiologia.
- Garavello, J. C & O. A. Shibatta. 2007. A new species of the genus *Pimelodus* La Cépède, 1803 from de rio Iguaçu basin and a reappraisal of *Pimelodus ortmani* Haseman, 1911 from de rio Paraná system, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae). Neotropical Ichthyology, 3: 282-292.
- Galves, W., O. A. Shibatta & F. C. Jerep. 2009. Estudos sobre diversidade de peixes da bacia do alto rio Paraná: uma revisão histórica Studies on fish diversity of the upper Paraná river basin: a historical review Wanner Semina. Ciências Biológicas e da Saúde. Paraná, 2: 141-154.
- Gerpel & Tractebel. 2009. Estudos Ictiológicos e Monitoramento da Qualidade das Águas dos Reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório – rio Iguaçu/PR: Salto Osório. Fundação Universitária de Toledo, (Relatório Técnico).
- Gerpel & Tractebel. 2010. Estudos Ictiológicos e Monitoramento da Qualidade das Águas dos Reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório – rio Iguaçu/PR: Salto Osório. Fundação Universitária de Toledo, (Relatório Técnico).
- Graça, W.J. & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, Eduem, 241p.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp, 534 p.
- Paiva, M. P. 1982. Grandes represas do Brasil. Editerra Editorial, Brasília: 302 p.
- Souza-Filho, H. & O. A. Shibatta. 2007. Uma nova espécie do gênero *Pimelodus* La Cépède, 1803 da bacia do rio Iguaçu e uma reavaliação do *Pimelodus ortmanni* Haseman de 1911 a partir do sistema do rio Paraná, Brasil (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae). Iheringia, Porto Alegre.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá -PR: Eduem, 169p.

- Velludo, M. R. 2007. Ecologia trófica da comunidade de peixes do reservatório do Lobo (Broa), Brotas – Itirapina/SP, com ênfase à introdução recente da espécie alóctone *Cicla kelberi* (Perciformes, Cichlidae). Dissertação. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP. 71p.
- Zhang, Z, Q. 2007. Animal biodiversity: An update of classification and diversity in 2013. *Zoataxa*. 1:5 -11.

2 . Capítulo 1:

Capítulo 1 formatado segundo as normas da revista ***Neotropical Ichthyology*** (<http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>)

Desenvolvimento Ontogenético e Morfometria de Larvas de *Pimelodus britskii*

Garavello & Shibatta, 2007 (Teleostei: Siluriformes: Pimelodidae)

Resumo:

Os estudos de desenvolvimento ontogenético de peixes são escassos, principalmente relacionados às espécies do rio Iguaçu. Deste modo, este estudo objetivou descrever o desenvolvimento larval de *Pimelodus britskii*, bem como seus padrões de crescimento e relações corporais durante a ontogenia da espécie, levantando deste modo caracteres adicionais para a identificação da espécie e do gênero. Para tanto, um total de 117 larvas com comprimento padrão variando de 2,6 a 13,11 mm, provenientes de reprodução induzida, foram analisadas quanto às variáveis morfométricas e merísticas, com a maioria das medidas apresentando aumento proporcional ao longo do desenvolvimento. A pigmentação inicial era limitada ao saco vitelino na parte posterior, parte anterior da cabeça e região ventral. No estágio de pós-flexão, a pigmentação se intensifica, distribuindo-se em todo corpo e nadadeiras. O número total de miômeros variou de 34 - 42 e 41 -50 nas fases de pré-flexão e flexão respectivamente e de 47-50 na pós-flexão. O comprimento da cabeça, altura do corpo, distância pré-dorsal e distância pré-anal em relação ao comprimento padrão e altura da cabeça, comprimento do focinho e diâmetro do olho em relação a comprimento da cabeça apresentaram alometria negativa. Todas as estruturas em formação nestas fases são cartilagineas.

Palavras chaves: Ontogenia, Mandi-chorão, alometria, estágio larval, rio Iguaçu.

**Ontogenetic development and larval morphometry of *Pimelodus britskii*
Garavello & Shibatta, 2007 (Teleostei: Siluriformes: Pimelodidae)**

Abstract:

The studies on ontogenetic development of fish studies, mostly species of Iguaçu River are scarce. Thus, this paper aimed to describe *Pimelodus britskii* larval development as well as growth patterns and body relationship during the species ontogeny, thereby raising additional characters to identify species and gender. 117 larvae with standard length ranging from 2.6 to 13.11 mm from induced reproduction were analysed for morphometric and meristic variables, most of the measures presented proportional increase throughout development. The initial pigment was limited to the yolk sac on the posterior part, the anterior part of the head and ventral region. In the post-bending stage, pigmentation intensifies throughout the body and fins. The total number of myomeres ranged from 34 - 42 and 41 -50 in the pre-bending and bending respectively, and from 47-50 in the post-bending. The findings showed that the length of the head, body height, pre-dorsal length and pre-anal distance from the standard length and height of the head, snout length and diameter of the eye in relation to length of the head showed negative allometry. All training structures are in these phases still cartilaginous.

Key-word: Ontogeny, Mandi chorão, allometry, larval stage, Iguaçu River.

Introdução

Informações sobre ovos e larvas de peixes de água doce ainda são muito escassos, apesar do interesse crescente neste assunto (Nakatani *et al.*, 1997a). As larvas representam uma fase crítica do sucesso do recrutamento e se apresentam como organismos distintos dos adultos em requerimentos ecológicos, tornando estes estudos imprescindíveis ao entendimento da autoecologia e da dinâmica populacional (Nakatani *et al.*, 2001).

Caracterizada por uma série de alterações estruturais e fisiológicas de alguns sistemas orgânicos. A ontogenia das larvas de peixes é um processo em constante movimento, sendo que as modificações no estado ontogênico tendem a coincidir frequentemente com as mudanças da alimentação, microhabitat, comportamento, desempenho ou qualquer associação entre estes (Maciel, 2006).

Durante as fases iniciais de desenvolvimento muitas mudanças ontogenéticas ocorrem (Moser, 1981). Algumas dessas mudanças estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento da forma adulta, enquanto outras a mudanças estruturais especializadas (Moser, 1981). Estas últimas características (mudanças) são de particular interesse em estudos sistemáticos e de identificação de larvas de peixes na ontogenia. Nestas mudanças, incluem-se o padrão da pigmentação, forma do corpo larval, estrutura óssea (como formação de placas), formação inicial da cabeça, alongamento do corpo.

A grande semelhança entre larvas de diferentes espécies de peixes torna a identificação de ovos e larvas uma tarefa difícil (Silva *et al.*, 2010). Trabalhos que envolvam desenvolvimento embrionário e larval tornam-se muito importantes, pois podem ser utilizados em uma ampla variedade de pesquisas (Paes, 2008).

Estudos sobre larvas de peixes são necessários na compreensão do papel biológico dos caracteres larvais para a sobrevivência, principalmente de mecanismos funcionais associados a requerimentos vitais, como locomoção, alimentação e respiração (Osse, 1990; Paes, 2008).

Várias técnicas têm sido desenvolvidas para auxiliar na identificação e na classificação das larvas de peixes, já que o desenvolvimento do esqueleto e os caracteres merísticos são fatores importantes na identificação das mesmas. E para estas análises osteológicas das larvas e jovens, estão sendo utilizados métodos considerados padrões, tais como coloração e radiografias (Ahlgren &

Moser, 1981). A diafanização, técnica de coloração, consiste em clarear os tecidos, possibilita o estudo de estruturas internas. Juntamente com o uso de colorações específicas, a técnica é bastante útil para o estudo de esqueletos delicados, uma vez que mantém todos os seus componentes em suas posições originais (Souza, 2002). As características morfométricas e os padrões de pigmentação, também são utilizados na identificação (Russell, 1976), e ainda outras características, como bexiga natatória e outros órgãos internos, podem auxiliar na separação de diferentes grupos de larvas, quando estas ainda não estiverem escurecidas pela fixação (Blaxter, 1965).

O desenvolvimento do formato das estruturas adultas e sua sequência, como a formação do esqueleto e dos raios das nadadeiras são úteis para sistemática larval (Kendall *et al.*, 1983). Todos os caracteres das larvas, incluindo o sentido de transformação, desde as estruturas mais especializadas até os caracteres mais simples, podem ser bastante úteis para sistemática evidenciando e estabelecendo a sequência de transformação dos caracteres, sendo uma fonte adicional de polarização além da comparação com os grupos externos.

Os mecanismos básicos do desenvolvimento de teleósteos são semelhantes (Falk-Petersen, 2005). Por outro lado, são muito diferentes no que diz respeito ao tempo de desenvolvimento, pois estes eventos são controlados por fatores genéticos e ambientais (Falk-Petersen, 2005). Considerando-se que os peixes representam 50% dos vertebrados e que apresentam grande variedade de estratégias reprodutivas (Nelson, 1994) ainda há muito que ser estudado especialmente sobre as espécies nativas brasileiras (Paes, 2008).

O conhecimento dos estágios iniciais do desenvolvimento de peixes é de extrema importância para pesquisas com espécies nativas do país (Ribeiro *et al.*, 1995; Paes, 2008) e para a piscicultura de modo geral. Contudo o cenário de conhecimento do desenvolvimento ontogenético larval de peixes brasileiros ainda é incipiente. No rio Iguaçu, destacam-se os trabalhos realizados por Seria (2010) e Nakatani *et al.* (2001). Um dos gêneros menos estudados é *Pimelodus*, considerado o mais diversificado da família Pimelodidae, com 24 espécies válidas (Lundberg & Littman, 2003). Na bacia do rio Iguaçu, o gênero *Pimelodus* é apresentado em duas espécies, *Pimelodus britskii* Garavello & Shibatta, 2007 (anexo I) e *Pimelodus ortmanni* Haseman, 1911, sendo que a primeira apresenta

maior porte e está amplamente distribuída em toda a bacia do rio Iguaçu (Souza-Filho *et al.*, 2007).

Deste modo, os estudos dos caracteres de desenvolvimento inicial (larvas) juntamente com estudos das fases de desenvolvimento, podem fornecer informações adicionais e importantes para aumentar o conhecimento sobre a família e incorporar novas fontes de evidência para esclarecimento das relações de parentesco entre os membros da família Pimelodidae. Assim, esse estudo objetivou descrever o desenvolvimento ontogenético de *Pimelodus britskii*, principalmente as estruturas morfológicas, anatômicas e padrão de crescimento, com ênfase na fase inicial de desenvolvimento. Além disso, foi objetivo deste estudo levantar caracteres, que possam auxiliar a identificação das diferentes fases de desenvolvimento; definir o padrão de crescimento (alométrico ou isométrico) e ainda verificar se é possível nas fases iniciais de desenvolvimento diferenciá-la da espécie congênere *P. ortmanni* (anexo II) no Rio Iguaçu.

Materiais e métodos

O material analisado foi obtido através de desovas induzidas segundo a metodologia descrita por Woynarovich & Horváth (1983). O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia da Reprodução de Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC), instalado no Instituto de Pesquisa em Aqüicultura Ambiental (InPAA), e no Laboratório de Ictiologia do Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Toledo. Os exemplares utilizados como matrizes forão coletados do ambiente natural (pela metodologia descrita acima).

Os reprodutores foram induzidos artificialmente, com extrato pituitário de carpa (EHC), segundo a metodologia descrita por Woynarovich e Horváth (1983), sendo que para isso, os mesmos serão sacrificados, segundo a Resolução N° 714, de 20 de julho de 2002, do CFMV. As fêmeas serão induzidas com 5,0 mg de EHC/kg de peso, divididos em duas doses, sendo a primeira de 0,5 mg/kg às 10h da manhã e a segunda de 4,5 mg de EHC/Kg às 22h, enquanto que os machos receberam uma dose única de 0,5 mg de EHC/kg às 22h.

Após um período de 240 horas-grau ou unidade térmica acumulada (UTA), os reprodutores serão retirados do tanque com auxílio de puça e serão sacrificados para coleta dos gametas (Bombardelli *et al.*, 2006).

Os ovócitos (3,0 mL) e o sêmen (0,5 mL) serão acondicionados em copos plásticos de 180 mL, para a homogeneização dos mesmos, sendo acrescentados 15 mL de água dos próprios tratamentos (diferentes temperaturas) para a fertilização e hidratação.

Após a desova, as larvas foram mantidas em incubadoras a uma temperatura média de 28°C, e os exemplares para descrição dos períodos larvais foram retirados a cada 4 horas desde o período recém-eclodido até a completa absorção do saco vitelino (definido este período em base de outros trabalhos realizados e porque a metamorfose larval é muito rápida). Após este período, as larvas foram coletadas a cada 12 horas. As amostras foram fixadas em uma solução de formol a 4% tamponado com carbonato de cálcio.

Para fins de análise, as larvas foram classificadas em estágios de desenvolvimento, de acordo com o proposto por Ahlstrom & Ball (1954) e Kendall Jr *et al.*, (1984), modificado por Nakatani *et al.* (2001), com algumas adaptações para espécie, seguindo basicamente a sequência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte, conforme descrição abaixo:

- Estágio larval vitelino (LV) – estágio de desenvolvimento compreendido entre a eclosão e o início da alimentação exógena (olho parcial ou completamente pigmentado; abertura do ânus e da boca).
- Estágio de pré-flexão (PF) – estágio de desenvolvimento que se entende desde o início da alimentação exógena até o início da flexão da notocorda com início do aparecimento dos elementos de suporte que originaram a nadadeira caudal (ossos hipurais);
- Estágio de flexão (FL) – estágio de desenvolvimento que se caracteriza pelo início da flexão da notocorda, com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal, até a completa flexão da mesma, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal para algumas espécies;
- Estágio de pós-flexão (FP) – estágio de desenvolvimento que se caracteriza pela completa flexão da notocorda, aparecimento do botão da nadadeira

pélvica e início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal até a completa formação dos raios da nadadeira peitoral absorção da nadadeira embrionária e o aparecimento de escamas.

A morfometria das larvas e as ilustrações foram realizada com auxílio de uma ocular micrométrica acoplada a um microscópico estereoscópico e câmara clara, sendo obtidos os seguintes caracteres, todos expressos em milímetros: comprimento total (CT); comprimento padrão (CP); comprimento do focinho (CF); diâmetro do olho (DOL), comprimento da cabeça (CC), altura da cabeça (AC), altura do corpo (ACo); distância pré-dorsal (DPO) e distância pré-anal (DPA). Já para os caracteres merísticos foram considerados: número de miômeros pré-anal (Mop) e pós-anal (Moa) e números de raios das nadadeiras (peitoral, ventral, caudal e dorsal) quando possível visualizá-los (Fig. 1a-b).

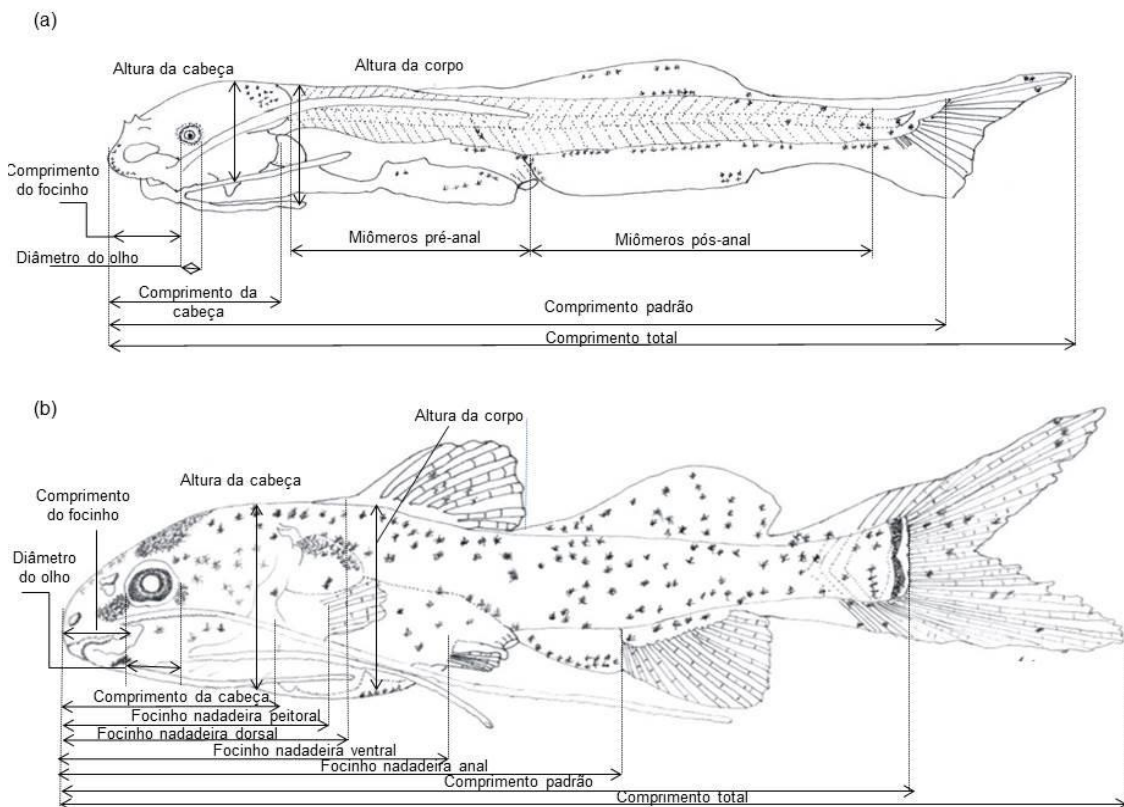


Figura 1 – a) Desenho esquemático das medidas e contagens em realizadas em larvas, b) desenho esquemático das medidas e contagens em realizadas em juvenil do *Pimelodus britskii*.

Todas as amostras tiveram parte do material separado para diafanização e coração com azul de alcian e alizarina, segundo o método de Taylor & Van

Dyke (1985), para melhor evidenciar as estruturas ósseas e para definir se nas fases iniciais de desenvolvimento são de origem ósseas ou cartilaginosas. Em geral, as cartilagens são corada com azul (alcian) e os ossos com vermelho (alizarina) (Ahlstron, 1983). Material testemunho será depositado na coleção de peixes – DZSJRP, do Departamento de Zoologia e Botânica da UNESP de São José do Rio Preto.

As proporções corporais das larvas foram descritas conforme as categoriais propostas por Leis & Trnski (1989), modificado por Nakatani *et al.* (2001) e expressas em porcentagem, conforme segue:

Altura do corpo (ACO) em função do comprimento padrão (CP):

Corpo muito longo (ACO < 10% do CP);

Corpo longo (ACO entre 10,1 e 20% do CP);

Corpo moderado (ACO entre 20,1 e 40% do CP);

Corpo alto (ACO entre 40,1 e 70% do CP);

Corpo muito alto (ACO > 70,1 % do CP);

Comprimento da cabeça (CC) em função do comprimento padrão (CP):

Cabeça pequena (CC < 20% do CP);

Cabeça moderada (CC entre 20,01 e 33% do CP);

Cabeça grande (CC > 33,01% do CP)

Diâmetro do olho (DOL) em função do comprimento da cabeça (CC):

Olho pequeno (DOL < 25% do CC);

Olho moderado (DOL entre 25,01 e 33% do CC);

Olho grande (DOL > 33,01% do CC);

Os padrões de crescimento foram descritos pelo coeficiente de crescimento através da regressão linear simples ($Y=a+Xb$) realizada sobre os dados, onde Y é a variável dependente (caracteres medidos), X é a variável independente (comprimento padrão ou comprimento da cabeça), a é o intercepto da reta e b é o coeficiente de crescimento (Fuiman, 1983). Quando $b = 1$ tem-se um crescimento isométrico (as variáveis y e x alteram na mesma proporção); se b

> 1, o crescimento é alométrico positivo (a variável Y varia proporcionalmente mais que a variável X); se $b < 1$, o crescimento é alométrico negativo (a variável y varia proporcionalmente menos que a variável X).

Resultados

Durante o estudo, as larvas apresentaram um comprimento padrão inicial de $3,4 \pm 0,35$ mm. Foram analisados um total de 117 larvas com comprimento padrão variando de 2,6 a 13,11 mm (Tabela 01).

Tabela 1. Valores para as variáveis morfométricas (mm) e merísticas de larvas de *Pimelodus britskii* (máximo (Máx) e mínimo (Mín) e média (X).

Estágio	Larval vitelino		Pré-flexão	Flexão	Pós-flexão			
Número de indivíduos	25		16	70	6			
Variáveis (mm)	Min-Máx	Média	Min-Máx	Média	Min-Máx	Média		
Comprimento total	2,8 - 4,6	3,7	4,7 - 5,4	5,0	5,0 - 8,2	6,6	10,4 - 16,9	13,6
Comprimento padrão	2,6 - 4,3	3,4	4,0 - 4,2	4,1	4,7 - 7,5	6,1	8,6 - 13,1	10,8
Comprimento do focinho	0,1 - 0,2	0,1	0,1 - 0,3	0,2	0,3 - 0,6	0,5	0,7 - 1,1	0,9
Diâmetro do olho	0,1 - 0,2	0,1	0,1 - 0,2	0,1	0,2 - 0,3	0,3	0,4 - 0,8	0,6
Comprimento da cabeça	0,6 - 0,9	0,8	0,5 - 0,7	0,6	0,8 - 1,3	1,1	1,9 - 3,5	2,5
Altura da cabeça	0,5 - 0,7	0,6	0,5 - 0,7	0,6	0,7 - 1,3	1,0	1,7 - 2,8	2,2
Altura do corpo	0,5 - 1,0	0,7	0,6 - 0,9	0,7	0,7 - 1,2	1,0	1,5 - 3,8	2,6
Focinho-nadadeira peitoral	0,2 - 0,5	0,3	0,4 - 0,6	0,5	0,7 - 2,0	1,3	2,5 - 3,8	3,1
Focinho-nadadeira pélvica	na	na	na	na	na	na	4,8 - 6,8	5,8
Focinho-nadadeira dorsal	na	na	na	na	na	na	3 - 5,7	4,3
Focinho-nadadeira anal	na	na	na	na	na	na	5,8 - 8,8	7,3
		Número de miômeros						
	Larval vitelino		Pré-flexão	Flexão	Pós-flexão			
	Min-Máx		Min-Máx	Min-Máx	Min-Máx			
Pré-anal	dv		16 - 20	16 - 20	20 - 20			
Pós-anal	dv		18 - 22	25 - 30	27 - 30			
Total	dv		34 - 42	41 - 50	47 - 50			
				na =	nadadeira ausente			
				dv =	difícil visualização			

Descrição dos estágios larvais

Estágio larval vitelino

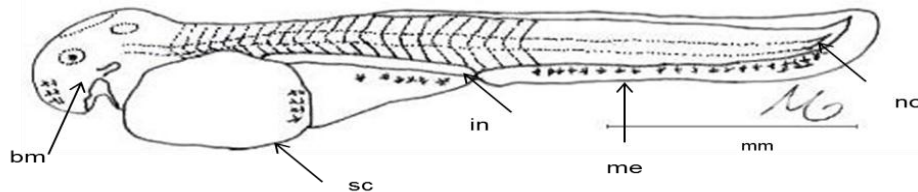


Figura 2 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* - Larval vitelino: sc=saco vitelino; bm= barbilhões maxilares; in= intestino; me= membrana embrionária e no= notocorda (Escala = 1 mm).

O comprimento padrão variou entre 2,6 e 4,3 mm ($X=3,4\pm 0,35$), a cabeça varia de pequena a moderada (14 a 23% do CP), os olhos de pequeno a moderado (11 a 27% do CC) e corpo de longo a moderado (altura do corpo variando de 15 a 24% do CP). Nesse estágio não foi possível determinar o número de miômeros, uma vez que a maioria não se encontrava formado. Os barbilhões maxilares estão em início de desenvolvimento, próximos ao rictus da boca, disposta ventralmente. Os olhos são pequenos e evidentes, porém não está completamente pigmentado. Apresenta saco vitelino com formato oval de tamanho moderado, iniciando na porção posterior da cabeça até início da membrana embrionária e na região anterior do intestino. O intestino é evidente, mas sem comunicação com o saco vitelino; iniciando na porção superior do saco vitelino estendendo até região mediana do corpo e o ânus se encontra ainda fechado e em formação.

A membrana embrionária está presente, iniciando-se da extremidade posterior do saco vitelino, contornando a região anterior do intestino, a região caudal, seguindo dorsalmente em direção à cabeça, até a o nível mediano do intestino. A notocorda é bem visível encontrando-se levemente flexionada na porção final do corpo; e os elementos de sustentação da nadadeira caudal (ossos hipurais) ainda estão ausentes. Os melanóforos são observados na região temporal da cabeça especificamente na região rostral e alguns restritos na linha da região ventral do corpo, e na região posterior do saco vitelino. Esta fase de larval vitelino iniciou-se 16h após a eclosão.

Todas as estruturas de sustentação e em formação são cartilaginosas (vértebras (miômeros) e notocorda).

Estágio de pré-flexão

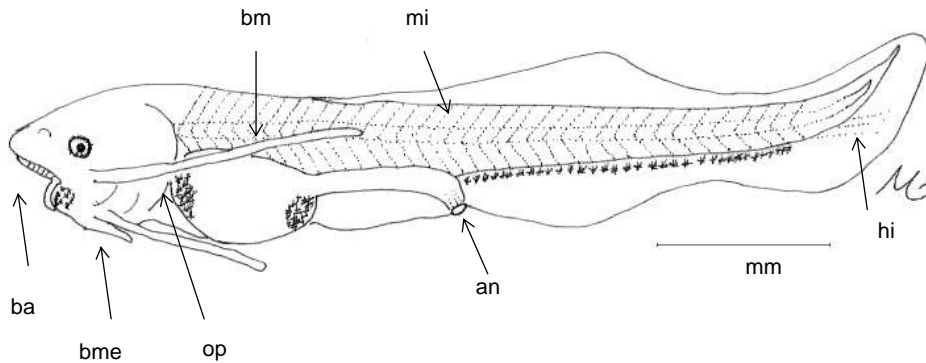


Figura 3 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Pré-flexão: ba= boca (mudança de formato, deixa de ser ventralmente e passa para sub-inferio); bme= barbilhões mediais; op= opérculo (em formação); na= ânus (abertura); hi= estruturas hipurais; mi= miômeros e sc= barbilhões maxilares (Escala= 1mm).

Neste estágio o comprimento padrão variou de 4,0 a 4,2 mm ($X=4,1\pm 0,30$), a cabeça é pequena (11 a 18% do CP), o olho varia de pequeno a moderado (11 a 27% do CC) e o corpo de longo a moderado (altura 14% a 20% do CP). O número de miômeros totais variou de 34 a 42, sendo 16 a 18 pré anais e 18 a 22 pós anais.

As larvas apresentam barbilhão maxilar bem desenvolvido, ultrapassando o terço anterior do corpo; o mentoniano lateral atinge a região posterior do saco vitelino e o barbilhão medial é pouco desenvolvido, alcançando o início do terço posterior da cabeça (Fig. 3); os olhos estão com a pigmentação completa. Neste estágio ocorre a abertura da boca devido à transição da fase de alimentação endógena para a exógena. A boca deixa de ser disposta ventralmente e passa para sub-inferior. O opérculo está em formação na cavidade opercular na região da faringe. O saco vitelino ainda está presente, porém com tamanho reduzido, apresentando a formação de duas máculas de melanóforos uma na região anterior e outra na posterior.

Observa-se a conexão do saco vitelino com o intestino, seguido do início do funcionamento (abertura) do ânus. A membrana hialina (nadadeira

embrionária) ainda está presente, contornando o corpo da região anterior do intestino dorsalmente a cabeça, apresenta um aumento sua altura na região dorsal posterior dando início a formação da nadadeira adiposa.

A notocorda apresenta-se mais flexionada quando comparada a fase de larval vitelino, com início da formação de estruturas (hipurais), mas de forma pouco evidente que originarão na próxima fase os ossos hipurais e os miômeros são evidentes. O padrão de pigmentação se mantém em relação ao estágio anterior, mas em maior concentração no saco vitelino e na região inferior da boca. A fase de pré-flexão ocorreu 36h após a eclosão. Todas as estruturas de sustentação (miômeros, notocorda e estruturas que originaram os ossos hipurais) e em formação são cartilaginosas.

Estágio de flexão

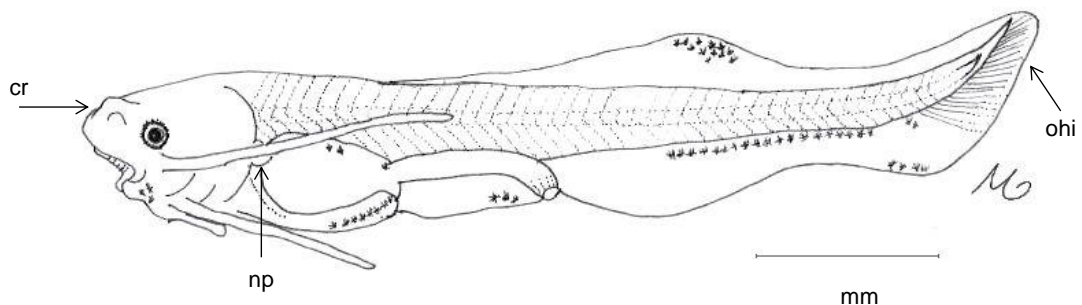


Figura 4 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Flexão inicial: cr = crista (narina); np= nadadeira peitoral (em desenvolvimento) e ohi = osso hipurais (Escala= 1mm).

O comprimento padrão variou de 4,7 - 7,5 mm ($X=6,1\pm 0,55$). O corpo varia de longo a moderado (12 a 20%), a cabeça de pequena a moderada (14 a 22%) e o diâmetro do olho de pequeno a moderado (14 a 25%). O número de miômeros totais variou de 41 a 50 (16 a 20 pré e 25 a 30 pós anais).

Na fase inicial de flexão (Figura 4), as larvas apresentam um par de barbilhões maxilares atingindo um terço do corpo; o mentoniano lateral atinge a região posterior do saco vitelino e o barbilhão medial está ainda em desenvolvimento desenvolvido, alcançando o início do terço posterior da cabeça.

Observam-se olhos pequeno e bem pigmentados e formação de crista que originará a narina. A boca é sub-inferior com pigmentação menos evidente, mas presente.

Verifica-se a nadadeira peitoral em desenvolvimento e o opérculo em formação na região faríngea. O saco vitelino apresenta uma redução, sendo quase totalmente absorvido e o intestino abre-se na parte central do corpo. A notocorda está flexionada e os ossos hipurais estão em formação. E na região caudal a nadadeira embrionária está sendo substituída pela formação de raios da nadadeira anal, caudal e dorsal. Os melanóforos estão distribuídos da cabeça na região bucal, na região ventral na parte posterior do intestino, na nadadeira embrionária (em formação).

No final desse estágio (Fig. 5), as larvas apresentam barbilhões maxilares atingindo a parte mediana do corpo, os mentonianos laterais na metade da cavidade abdominal e os mediais ultrapassando a região opercular. Os olhos são pequenos bem pigmentados e a boca é sub-inferior. A nadadeira peitoral está mais desenvolvida, porém não se observa a formação dos raios. O saco vitelino encontra-se totalmente absorvido, observando-se algumas dobras intestinais na porção mediana. A nadadeira embrionária ainda está presente com a presença de melanóforos.

Os raios da nadadeira caudal estão em formação sem segmentação (na fase cartilagosos) e os hipurais estão mais desenvolvidos. Observa-se cromatóforos na região superior da cabeça, no focinho, na região ventral, entre os miômeros, e em toda nadadeira embrionária. A fase de flexão iniciou-se 48h após eclosão.

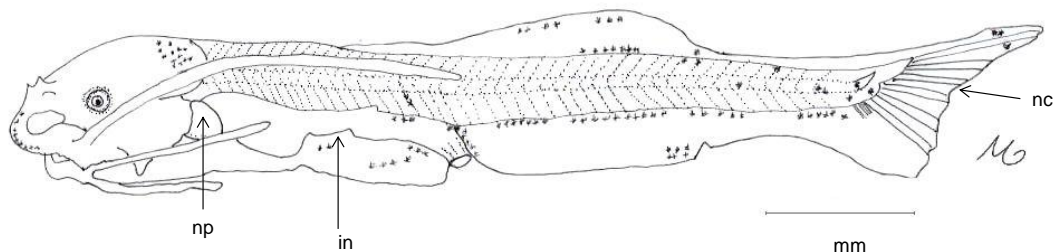


Figura 5 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Flexão final: np= nadadeira peitoral (mais desenvolvimento) e in = intestino (dobras) e nc = nadadeira caudal (em formação) (Escala= 1mm).

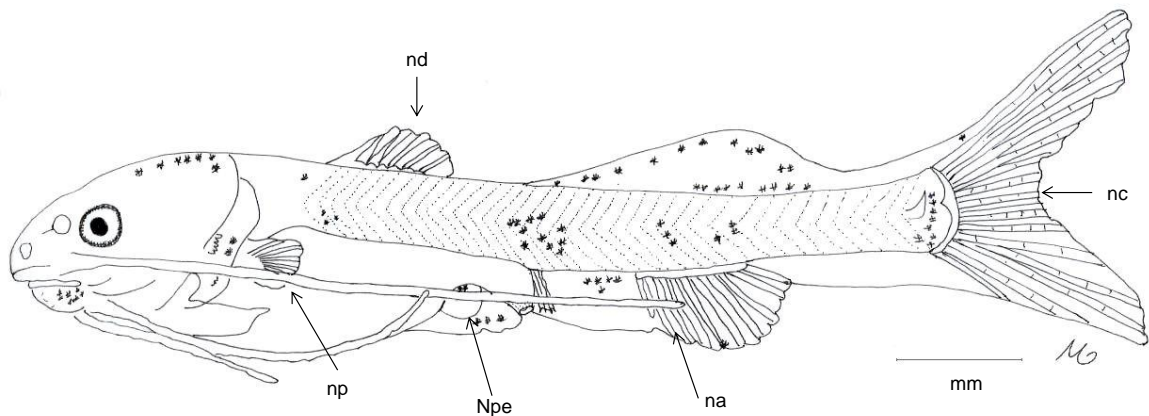
Estágio de pós-flexão

Figura 6 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Pós flexão inicial: np= nadadeira peitoral; npe= nadadeira pélvica (botão); na = nadadeira anal; nc = nadadeira caudal (segmentada) e nd = nadadeira dorsal (formação) (Escala= 1mm).

Neste período as larvas apresentam um comprimento padrão variando entre 8,6 a 13,1 mm ($X=10,8\pm 1,7$). A cabeça varia de moderada a grande (20 a 28%), o corpo é moderado (17 a 29%), em seu perfil é mais alto na região dorsal e levemente côncavo na região frontal; os olhos são pequenos (17 a 23%) em relação ao tamanho da cabeça. O número de miômeros totais varia de 47-50 (pré-anal=20 e pós-anal=27-30).

No estágio inicial de pós-flexão (Fig. 6), os barbilhões maxilares estão formados ultrapassando a região mediana do corpo, alcançando a nadadeira anal e os mentonianos estão em desenvolvimento, alcançando a região posterior da nadadeira dorsal; as narinas estão evidentes; os olhos são de tamanho moderado e pigmentado; a boca ainda é sub-inferior, com pigmentação. O pré-opérculo e o opérculo estão mais desenvolvidos e o intestino está formado.

A larva demonstrou o início da formação dos raios da nadadeira anal, dorsal, peitoral e o surgimento do botão da pélvica; os raios da caudal apresentam-se bem desenvolvidos com início de segmentação. A notocorda ainda está presente e totalmente flexionada.

A pigmentação está distribuída pela cabeça, na região ventral, entre os miômeros, na nadadeira embrionária, e entre os raios das nadadeiras. Nesta fase

os miômeros estão poucos evidentes. A mudança de fase de flexão para pós-flexão ocorreu aproximadamente 155h após a eclosão.

No estágio final de pós-flexão (Fig. 7), os barbilhões maxilares não ultrapassam a porção final da nadadeira anal e os mentonianos estão desenvolvidos, não ultrapassando a região posterior do intestino. Os olhos apresentam bem pigmentados e boca é terminal, com pigmentação. A larva apresenta as narinas formadas na parte frontal da cabeça. Evidenciam-se restos de nadadeira embrionária e a nadadeira adiposa está completamente formada na região posterior da nadadeira dorsal.

As nadadeiras estão completamente formadas com os raios em fase final de desenvolvimento, mas as estruturas ainda são cartilagineas, a nadadeira dorsal com I+6 raios, peitoral com I+9, pélvica com 6 raios, anal com o 10 a 11 raios e caudal com iii+27 raios. Verificou-se melanóforos distribuídos por todo corpo, intensificando-se na região superior da cabeça e na porção final do corpo.

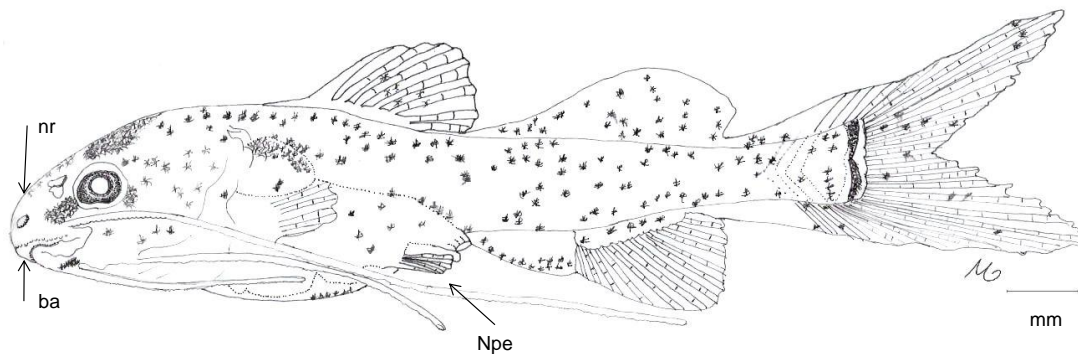


Figura 7 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* – Pós flexão final: nr = narina (formada); ba = boca (terminal) e npe= nadadeira pélvica formada (Escala= 1mm).

Segundo a coloração de todas as larvas, as estruturas (vértebras, ossos da região da cabeça e opercular, mandíbula e raios das nadadeiras) são todas cartilagineas até a fase de pós-flexão.

Relações corporais e crescimento

Os resultados obtidos nas análises das relações corporais (Tabela 02) mostraram que o comprimento da cabeça em relação ao comprimento padrão das

larvas variou de pequena (CC < 20% CP) a moderada (CC >20,1% a 33% CP) nos estágios de larval vitelino (14 a 23%), pré-flexão (11 a 18%) e flexão (14 a 22%), já em pós-flexão variou de moderado a grande (20 a 28%).

Não houve grandes variações na altura do corpo, sendo moderado em larval vitelino (14 a 23%), pré-flexão (14 a 20%) e flexão (16 a 21%), variando de longo a moderado em pós-flexão (17 a 29%). Em relação às distâncias, foi observada variação na distância pré-dorsal (31 a 55%) e pouca na distância pré-anal (64 a 68%).

Durante as mudanças de estágios larvais a altura da cabeça em relação ao comprimento da cabeça apresentou grande variação no estágio larval vitelino (66 a 100%), pré-flexão (85 a 116%), flexão (70 a 125%) e pós-flexão (69 a 95%), enquanto o diâmetro do olho, durante todas as fases não variou muito, permanecendo de pequeno a moderado em relação ao comprimento da cabeça, na fase de larval vitelino foi de (11 a 27%), pré-flexão (11 a 27%), flexão (14 a 25%) e pós-flexão (17 a 23%). O comprimento do focinho teve uma variação de 11 a 54 % conjuntamente na fase de larval vitelino (11 a 53%), pré-flexão (14 a 50%), flexão (26 a 53%) e pós-flexão (30 a 36%), demonstrando maior variação nas fases inicial de desenvolvimento.

Todas as relações corporais através da regressão linear, revelou um crescimento alométrico negativo para todas as relações, ou seja, que as variáveis no y crescem proporcionalmente menos do que o crescimento da variável no x (CP ou CC); (Tabela 03). Alometria positiva (variável do y cresce proporcionalmente mais que a do x) ocorre apenas com a altura da cabeça em relação ao comprimento da cabeça (CC).

Tabela 2. Valores mínimos (Min), máximos (Max) e média (média) das relações corporais de larvas de *Pimelodus britskii* em diferentes estágios de desenvolvimento.

Estágio	Larval vitelino		Pré-flexão		Flexão		Pós-flexão		
Número de indivíduos	25		16		70		6		
Variáveis (%)	Min-Máx	Média	Min-Máx	Média	Min-Máx	Média	Min-Máx	Média	
Comprimento da cabeça/comprimento padrão	14 23	18	10 17	13	14 21	18	20 28	24	
Altura do corpo/comprimento padrão	15 24	19	14 20	17	12 22	17	17 30	24	
Distância pré-dorsal/comprimento padrão							31 55	43	
Distância pré-anal/comprimento padrão							64 68	66	
Altura da cabeça/comprimento da cabeça	66 99	83	85 116	100	70 125	97	69 95	82	
Diâmetro do olho/comprimento da cabeça	11 27	19	14 20	17	15 25	20	17 24	20	
Comprimento do focinho/comprimento da cabeça	11 33	22	14 50	32	26 54	40	30 36	33	

Tabela 3 – Análise de regressão linear simples das relações corporais de larvas de *Pimelodus britskii*: Comprimento da cabeça; Altura do corpo; Distância pré-dorsal; Distância pré-anal em relação ao comprimento padrão. Altura da cabeça; Comprimento do focinho; Diâmetro do olho em relação ao comprimento da cabeça.

Variáveis	Valores de b
Comprimento da cabeça/ comprimento padrão(mm)	b=0,27
Altura do corpo/comprimento padrão (mm)	b=0,41
Distância pré-dorsal/comprimento padrão (mm)	b=0,38
Distância pré-anal/comprimento padrão (mm)	b=0,46
Altura da cabeça/ comprimento da cabeça(mm)	b=0,74
Diâmetro do olho/comprimento da cabeça (mm)	b=0,17
Comprimento do focinho/ comprimento da cabeça(mm)	b=0,34

Discussão

As larvas de *Pimelodus britskii* apresentam o comprimento padrão inicial médio ($3,4\text{mm} \pm 0,35$) semelhante aos padrões de outras espécies da Bacia do rio Iguaçu. Por exemplo, Nakatani *et al.* (2001) registraram valores médios de 3,36 mm para larvas de *Pimelodus ortmanni*. Andrade *et al.* (2014) registraram para *Hemisorubim platyrhynchos* 3,83 mm e 2,56 mm para *Pimelodus maculatus* enquanto Luz *et al.* (2001) registraram 3,28mm para está mesma espécie.

As larvas de *Pimelodus britskii* são poucas desenvolvidas na hora eclosão. O pouco desenvolvimento corporal neste estágio está relacionado às características reprodutivas da espécie (Oliveira *et al.*, 2012; Andrade *et al.*, 2014), tal como a ausência de cuidado parental e rápido desenvolvimento embrionário e larval, comum a espécies que apresentam pouco desenvolvimento nas fases iniciais.

O aspecto transparente das larvas recém-eclodidas, característica importante para o animal nesta fase, representa uma estratégia para evitar à predação. A pigmentação escassa em larvas pode estar associada as suas características comportamentais, pois larvas com comportamento pelágico são geralmente pouco pigmentadas, podendo apresentar mudanças de padrão de pigmentação quando passam a explorar outras regiões (Galuch *et al.*, 2003). Também está associada ao seu sangue circulante, desprovido de hemoglobina,

que ocasiona esta transparência, característica comum a maioria das larvas de teleósteos (Bone *et al.*, 1995).

Com o desenvolvimento, a pigmentação nas larvas se intensifica. Ocorrem padrões de pigmentação diferentes e muito importantes para a identificação de larvas de muitas espécies, o que reflete hábitos e estratégias evolutivas para a sobrevivência (Correia *et al.*, 2010). A presença de pigmentos espalhados ao longo do corpo da larva tende a ser uma estratégia de camuflagem, favorecendo a sobrevivência destes animais, pois nesta fase estes animais são muito suscetíveis a predação (Correia *et al.*, 2010). Assim, o que explica a intensa pigmentação das larvas de *P. britskii* em fases mais desenvolvidas.

A pigmentação escassa e puntiforme limitada a região dorsal, ao saco vitelino e parte anterior da cabeça, visualizada inicialmente nas larvas *P. britskii*, são semelhantes ao observado por Nakatani *et al.* (2001) para *Pimelodus ortmanni*. Com exceção da maior concentração de melanóforos presente no saco vitelino na fase de larval vitelino no *P. ortmanni*, fato este que ocorre para o *P. britskii* somente na fase de pré-flexão.

O surgimento de novas estruturas ao longo do desenvolvimento é importante, pois reflete uma ampla escala de adaptações que influenciam a sobrevivência no estágio larval (Taguti *et al.*, 2009). No estágio de pré-flexão ocorreu o início da pigmentação dos olhos, a abertura da boca e do ânus, fatos que ocorrem quase no mesmo momento, estando intimamente relacionados à transição entre alimentação endógena para alimentação exógena (Santos & Godinho, 2002). Este período é crítico para a sobrevivência das larvas, podendo ocorrer elevada mortalidade (Blaxter, 1988, Sanches *et al.*, 1999).

O número total ou parcial de miômeros (número total das vértebras menos um ou série de pacotes de músculos do corpo) é considerado um importante caracter na identificação de larvas de peixes (Snyder, 1979). Neste estudo, foi observada uma sobreposição no número de miômeros entre o *P. britskii* e seus congêneres *P. ortmanni* e *P. maculatus* (Nakatani *et al.*, 2001), entretanto, nas fases mais avançadas de desenvolvimento foi possível diferenciar as espécies. Na fase pós-flexão (inicial), quando ainda era possível visualizar os miômeros, o número total variou de 47 a 50, diferente dos congêneres, que apresentaram 38 e

41 miômeros, podendo ser, desta maneira, uma característica para a separação desta espécie das demais. Entretanto, embora esse caráter possa auxiliar na identificação das larvas, sempre deve estar associado a outro, como a pigmentação, tamanho, estágio de desenvolvimento, já que muitas vezes pode ocorrer sobreposição entre espécies semelhantes (Bialetzki *et al.*, 1998).

Considera-se que o aparecimento dos barbilhões é um evento importante no desenvolvimento das larvas, já que as maiorias dos Siluriformes se orientam pelo tato e por quimiosensores localizados nestes órgãos (Baras *et al.*, 1999). O primeiro par de barbilhões maxilares, já apresenta em desenvolvimento na fase de larval vitelino, na fase pré-flexão, os maxilares estão em desenvolvimento.

Na larva de *P. britskij*, a nadadeira embrionária encontra-se presente até no estágio de início de pós-flexão, que posteriormente a nadadeira adiposa, e relaciona-se com a formação de todas as nadadeiras médias, dorsal, caudal e anal, fato comum a quase todas as espécies. Esta permanência em estágios mais avançados da larva, pode influenciar positivamente a taxa de sobrevivência e o sucesso no ambiente (Taguti *et al.*, 2009), já que é a única nadadeira presente e, responsável pela locomoção. A presença da membrana embrionária também é marcante em larvas recém-eclodidas, sendo esta lentamente reabsorvida ou modificada com a mudança da fase de desenvolvimento. A nadadeira embrionária é verificada até no estágio de início de pós-flexão. Segundo Van Snik *et al.* (1997) e Paes (2008), a função desta membrana estaria relacionada ao modo de locomoção nos momentos iniciais, mas principalmente, à respiração, aumentando a superfície para respiração cutânea nos primeiros dias de vida. Na fase de final de pós-flexão verifica-se a nadadeira adiposa, com aspecto grande e longo, o que é comum à família Pimelodidae (Santos *et al.*, 2004; Benites, 2008).

Através da diafanização das larvas em diferentes estágios, evidenciou-se que todas as estruturas que foram desenvolvendo, tais como, raios e vértebras, são de origem cartilaginosa. Deste modo, é possível inferir que em fases mais avançadas de desenvolvimento, as estruturas tornam-se ósseas. A cartilagem, que origina as estruturas ósseas de substituição tem origem de estruturas endocondrais pré-formada em cartilagem. A ossificação ainda pode ter origem do resultado da invasão de cartilagens por vasos sanguíneos e osteoblastos, formando centros de ossificação. Neste caso, a ossificação é conhecida como

endocondral e os ossos resultantes deste processo, são ossos de substituição (Beer, 1937). Isso explicaria o fato acima, que nas fases mais avançadas ocorrerá essa substituição de estruturas cartilaginosas por estruturas ósseas.

O estudo da morfologia das formas iniciais do ciclo de vida dos peixes, combinado com a discriminação morfométrica do crescimento, aumenta a probabilidade de se observar transformações correlacionadas que levam a diferenças morfológicas em jovens e adultos (Neumann, 2004). Verreth (1995) e Neumann (2004) afirmam que o crescimento alométrico de peixes reflete rigorosamente a mudança na exigência funcional relacionada à mudança na hidrodinâmica ambiental. Isso implica o desenvolvimento precoce da cabeça, olhos, cérebro, arcos branquiais e recrutamento e crescimento das fibras musculares para um rápido consumo de alimento. Segundo Santos *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2006), o estudo alométrico explica diferenças quantitativas reduzidas nas distintas fases da vida dos animais.

As alterações alométricas, podem estar relacionadas com a cronologia da vida larval e, portanto, refletindo uma evolução ontogenética adaptativa em resposta às exigências funcionais, sugerindo que o crescimento alométrico pode coincidir com as prioridades previstas para executar as funções biológicas necessárias (Huysentruyt *et al.*, 2009).

De maneira geral, com análise todas as relações corporais de todos os estágios de desenvolvimento conjuntamente do *P. britskii*, através da regressão linear, verificou-se o mesmo comportamento para todas as características avaliadas, ou seja, alometria negativa, demonstrando o mesmo padrão alométrico de desenvolvimento de outras larvas citadas na literatura, mas com um desenvolvimento morfométrico precoce de suas estruturas. Esse desenvolvimento precoce das estruturas, principalmente da cabeça, olho, focinho, são relevantes a sua sobrevivência, uma vez que podem facilitar a natação, a captura de alimento e a visualização da presa e do predador, num tempo curto (Maciel, 2006). Oliveira *et al.* (2008) consideram que variação no desenvolvimento precoce é uma adaptação para a estratégia de habitat ou de desova das larvas.

Considerando a falta de conhecimento referente às fases iniciais das larvas de peixes da região do rio Iguaçu, acreditamos que este estudo auxiliará na

identificação e taxonomia de larvas do gênero *Pimelodus*, diferenciando-as dos demais Siluriformes.

Considerações finais

Em relação ao desenvolvimento ontogenético e relações morfométricas *P. britskii*, podemos concluir:

- As larvas *P. britskii*, apresentam desenvolvimento rápido de suas estruturas, como adaptação ou estratégia para sua sobrevivência.
- O padrão de pigmentação varia conforme as fases de desenvolvimento.
- As estruturas em desenvolvimento são todas de origem cartilaginosa nas fases iniciais, posteriormente serão substituídas por estruturas ósseas (substituição).
- É possível diferenciar a larva de *P. britskii* do seu congênere no rio Iguaçu, *P. ortmanni*, nas fases mais avançadas de desenvolvimento (Tabela 1, anexo III).

Espera-se que com as informações obtidas neste estudo contribuam para a ecologia e sistemática da espécie do rio Iguaçu, especialmente ao que se refere à variação ontogênica na morfologia e crescimento, e forneçam informações para subsidiar a larvicultura e às ações de manejo e conservação da espécie.

Referências bibliográficas

- 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. Fishery Bulletin, 40: 379-398.
- Ahlstrom, E. H. & H. G. Moser. 1981. Morphological and functional aspects of marine fish larvae. In: Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. R. Lasker (ed). University Washington Press, Seattle, 89-131.
- Ahlstrom, E. H. 1983. Ontogeny and systematics of fishes. California. Symposium, 760p.

- Andrade, F. F., M. C. Makrakis, A. F. Lima, L. Assumpção, S. Makrakis & S. F. R. Pini. 2014. Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná. Iheringia, Série Zoologia, 70-80.
- Baras, E., F. Tissier, J. C. Philippart & C. Mealard. 1999. Sibling cannibalism among juvenile vundu undercontrolled conditions. II. Effect of body weight and environmental variables on the periodicity and intensity of type II cannibalism. Journal of Fish Biology, (54): 54-118.
- Beer, G. R. 1937. The Development of the Vertebrate Skull. Oxford, Clarendon Press, 552p.
- Benites, C. 2008. Caracterização genética do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) da Bacia hidrográfica Paraná-Paraguai, por marcadores moleculares tipo microssatélite. Tese Universidade Estadual Júlio de Mesquita, Jaboticabal, 88 p.
- Bialetzki, A., P. V. Sanches, G. Baumgartner & K. Nakatani. 1998. Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto do rio Paraná, Paraná. Revista Brasileira Zoologia, 15(4):1037-1047.
- Blaxter, J. H. S. 1965. The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, 10:78-88.
- Blaxter, J. H. S. 1988. Pattern and variety in development. In: 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. Fish Physiology, Academic Press, 11:1-48.
- Bombardelli, R.A.; Mörschbacher, E.F.; Campagnolo, R.; Sanches, E.A. & Syperreck, M.A. 2006. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimardm, 1824). Revista Brasileira Zootecnia, 35(4): 1251-1257.
- Bone, Q., N. B. Marshall & J. H. S. Blaxter. 1995. Biology of Fishes. Blackie Academic & Professional, London, UK, 332p.

- Correia, M. A., C. M. R. R. Maciel, L.S. Nascimento & A. M. Júnior. 2010. Ontogenia da pigmentação das larvas de três espécies de characiformes, criadas em incubatório. *Enciclopédia biosfera*, 6:11.
- Falk-Petersen, I. B. 2005. Comparative organ differentiation during early life stages of marine fish. *Fish and Shellfish Immunology*, Scotland, 19: 307-412.
- Fuiman, L. A. 1983. Growth gradients in fish larvae. *Journal of Fish Biology* 23(1):117-123.
- 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(2): 335-343.
- Garavello, J. C. & O. A. Shibatta. 2007. A new species of the genus *Pimelodus* La Cépède, 1803 from de rio Iguaçu basin and a reappraisal of *Pimelodus ortmanni* (Haseman, 1911) from de rio Paraná system, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 282-292.
- Haseman, J. D. 1911. Some new species of fishes from the rio Iguaçu. *Annals of the Carnegie Museum*, 7 (3-4): 374-387p.
- Huysentruyt, F., B. Moerkerk, S. Devaere & D Adriaens. 2009. Early development and allometric growth in the armoured catfish *Corydoras aeneus* (Gill, 1858). *Hydrobiologia*, 627:45-54.
- Kelso, W. E. & D. A. Rutherford. 1996. Collection, preservation, and identification of fish eggs and larvae. *Fisheries Society*, 255-302p.
- Kendall, D., T. M. Jennings, R. Beasley, L. Carpenter and b & J. Somayajulu. 1984. Discovery of a fish (zoarcid) egg cluster buried 10-12 cm deep in Washington continental slope sediments. *Marine Biology*. 74:193-200.
- Leis, J. M. & T. Trnski. 1989. The larval of indo-pacific shorefishes. University of Hawaii, Honolulu, 371p.
- Lundberg, J. G. & M. W. Littmann. 2003. Family Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). In: Reis, E. R., S.O. Kullander & C.J. Ferraris-Jr. Check List of

- the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 432-446.
- 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 (1):49-55.
- Maciel, C. M. R. R. 2006. Ontogenia das larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus Valenciennes* (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae). Dissertação. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 229p.
- Nakatani, K., G. Baumgartner & M. S. Tenório-baumgartner. 1997. Larval development of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel)(Perciformes, Sciaenidae) of Itaipu reservoir (Paraná river, Brazil). Revista Brasileira de Zoologia, 14(1):35-44.
- Nakatani, K., A. A. Agostinho, A. Bialetzki, G. Baumgartner, P. V Sanches, M. Makrakis & C. S. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento manual de identificação de ovos e larvas de peixes brasileiros de água doce. Maringá, Eduem, 378p.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. New York: John Wiley & Sons, 523 p.
- Neumann, E. 2004. Características do desenvolvimento inicial de duas linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus* e uma linhagem híbrida de *Oreochromis sp.* Dissertação. Universidade estadual Júlio de Mesquita. Jaboticabal-SP, 57p.
- Oliveira, F. G. D., A. Bialetzki, L. C. Gomes, M. Santin & T. L. Taguti. 2012. Larval development of *Brycon hilarii* (Characiformes,Characidae). Iheringia, Série Zoologia, 102(1):62-70.
- Oliveira, E. C., A. Bialetzki & L. F. Assakawa. 2008. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* and *H. marginatus* post-yolk-sac larvae (Siluriformes: Pimelodidae). Zootaxa, 1707: 37–48.
- Osse, J. W. M. 1990. Form changes in fish larvae in relation to changing demands of function. Journal of Zoology, 40(1-2):362-385.
- Paes, M. C. F. 2008. Indução à reprodução e desenvolvimento embrionário e larval do ciclídeo acará-açu *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831). Dissertação. Universidade Estadual Júlio de Mesquita. Jaboticabal-SP, 49p.

- Ribeiro, C. R., H. S. S. Leme & A. A. Bolsan. 1995. Estudo comparativo da embriogênese de peixes ósseos (Pacu, *Piaractus mesopotamicus*; Tambaqui, *Colossoma macropomum* e híbrido Tambacu). *Revista Brasileira de Biologia*, 55(1): 65-78.
- Russell, F. S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. London, Academic Press, 63(3): 442p.
- 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 de Biologia*, 59(3):429-438.
- Santos, C. L., J. R. O. Pérez, L. C. Geraseev, O. V. Prado & J. A. Muniz. 2001. Estudo do crescimento alométrico dos cortes de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês e Bergamácia. *Ciência e Agrotecnologia*, 25(1):149-158.
- Santos, J. E. & H. P. Godinho. 2002. Ontogenetic events and swimming behavior o larvae of the characid fish *Salminus brasiliensis* (Cuvier) Characiformes Characidae) under laboratory conditions. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(1): 163-171.
- Santos, G. M., B. Merona, A. A. Juras & M. Jégu. 2004. Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. Eletronorte, Brasília, 216 p.
- Santos, V. B., T. A. Freato, R. T. F. Freitas & P. V. R. Logato. 2006. Crescimento relativo e coeficientes alométricos de componentes do corpo de linhagens de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Animal Brasileira*, 7(4): 357-364.
- Seria, D. A. O. 2010. Caracterização do desenvolvimento ontogenético de *Steindachneridion melanodermatum* (garavello, 2005) (Pisces, Siluriformes) da bacia do rio Iguaçu, Brasil. Dissertação. Universidade do Oeste do Paraná –UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, 37p.
- Silva, A. C. G, W. Severi & M. F. Castro, M.F. 2010. Morphological development of *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) larvae and early juveniles. *Neotropical Ichthyology*, 805-812.

- Snyder, D. E. 1979. Myomere and vertebrae counts of the North America cyprinids and catostomids. In: Hoyt, R. D. Proceedings of Third Symposium on Larval Fish. Western Kentucky University, Bowling Gree, 53-69p.
- Souza, A. M. 2002. Diafanização. In: Auricchio, P. & M. G. Salomão. Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos. Instituto Pau Brasil de História Natural, 219 – 226.
- Souza-Filho, H. S. & O. A. Shibatta. 2007. Descrição de uma espécie nova de *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do alto rio Paraguai. Iheringia. Série Zoológica, 97(4):472 -480.
- Taguti, T.L., D. Kipper, A. Bialetzki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis, G. Baumgartner & R. Fernandes. 2009. Desenvolvimento inicial de *Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Characiformes, Lebiasinidae). Biota Neotropica, 9(4): 059-065.
- Taylor, W. R. & G. C. Van Dyke. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. Cybium, 9: 107-119.
- Van Snik, G. M. J., V. D. Boogaart & J. W. M. Osse. 1997. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold. Journal of Fish Biology, 50:1339-1352.
- Verreth, J. A. J. 1995. Growth and feeding metabolism in fish larvae. In: Erasmus Course. 1995. Wageningen: Fish Culture and Fisheries Group, 1-26p.
- Woynarovich, E. & L. Horváth. 1990. The artificial propagation of warm-water finfishes: a manual for extension. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, 201: 183p.

3 CAPÍTULO 2:

O Capítulo foi formatado conforme as normas da revista ***Neotropical Ichthyology*** (<http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>).

Variabilidade espaço-temporal de parâmetros populacionais de uma espécie endêmica *Pimelodus britskii* (Siluriformes: Pimelodidae) no reservatório salto Santiago – rio Iguaçu

Resumo

O rio Iguaçu apresenta um elevado grau de endemismo de sua ictiofauna, com grande importância ecológica, apresentando poucos estudos relacionados às espécies endêmicas. Deste modo informações sobre a variação dos parâmetros populacionais de *P. britskii* torna-se primordial. Foram coletados 9.204 indivíduos em nove etapas e quatro locais de amostragem em reservatório com características semelhantes. A abundância, em etapas demonstrou que a espécie sofreu uma redução em seus estoques em uma escala temporal e preferiu estações mais afastadas da barragem e com características mais próximas ao ambiente de rio (Cav). O tamanho mínimo de primeira maturação (L50) foi de 7,5 cm (fêmeas) e 7,6 cm (machos), com predominância de fêmeas. O comprimento médio e o fator de condição, também reduziram temporalmente. O índice de atividade reprodutiva (IAR) por extenso foi mais intenso em estações quentes e na estação cavernoso (CAV). Apesar de o reservatório de salto Santiago ter mais de 30 anos de formação, a espécie ainda não apresenta características indicando sua estabilização.

Palavras chave: ambientes lênticos, CPUE, estabilização, variação.

Spatiotemporal variability on population parameters of an endemic species *Pimelodus britskii* (Siluriformes: Pimelodidae) in the reservoir Santiago waterfall - Iguaçu river

Abstract:

The Iguaçu river has a high degree of endemism of its fish fauna, with great ecological importance, with very few studies about the endemic species. Therefore information about the variation in population parameters *P. britskii* is important. They were 9,204 individuals captured in nine stages and four collection locations with similar characteristics. Plenty at different stages showed that the population was reduced in their stocks on a time scale and preferred outlying stations of the dam (Cav), up the river. The L50 was 7.5 cm (female) and 7.6 cm (males), with female predominance. The average length, condition factor, also reduced temporarily. Reproductive activity index (IAR) was more intense in warm seasons and highlighted the IAR, the more intense the cavernous (CAV). Though reservoir Santiago have more than 30 years of training, the population parameters are not stabilized.

Key-Words: lentic environments, CPUE, stabilization, variation.

Introdução

Reservatórios artificiais construídos para a geração de energia elétrica estão presentes em todas as grandes bacias hidrográficas brasileiras (Agostinho *et al.*, 2007). No início da década 40, a construção de reservatórios hidroelétricos aumentou consideravelmente com a instalação de barragens em diversos rios brasileiros. Principalmente na região sudeste, que apresentou um crescimento exponencial devido a incentivos governamentais (Agostinho *et al.*, 2007). Mas somente nas décadas de 60 e 90 foram construídos os maiores reservatórios do país (Santos & Freitas, 2000).

O represamento de rios para formação de reservatórios causa diversos impactos sobre a comunidade íctica, resulta em alterações na composição, redução da biodiversidade nativa e até mesmo redução das atividades como reprodução e migração (Rego, 2008). A construção de represas, o desvio de cursos de água juntamente com a formação de lagos artificiais, têm provocado respostas ambientais diversas, como a modificação da dinâmica da água, a sucessão das comunidades e a extinção de espécies (Benedito-Cecílio *et al.*, 1997), sendo que as populações de peixes sofrem profundas alterações.

A heterogeneidade de situações encontradas em ambientes represados e a natureza recente e instável de suas populações ícticas tornam as atividades de manejo essenciais nestes ambientes. O manejo de recursos hidrológicos em reservatórios constitui a maior fonte pontual de interferência humana nos regimes hídricos, é uma atividade complexa e que, para tanto, necessita de informações consolidadas para entender essas interferências (Agostinho, 1996). Deste modo, a análise espaço-temporal sobre os parâmetros populacionais de peixes, são de suma importância para responder e diagnosticar o comportamento das espécies de peixes devido ao represamento e assim implementar um manejo eficiente em locais alterados (Rego, 2008).

O rio Iguaçu apresenta características geomorfológicas e morfodinâmicas, que favoreceram o aproveitamento para a construção de reservatórios, pois está localizado em uma região de relevo acidentado formado por diversos rios e cachoeiras. É considerado como de elevada importância ecológica, devido à distribuição geográfica de espécies e pelo elevado grau de endemismo

encontrado em sua bacia (Baumgartner *et al.*, 2012). Novas informações e estudos sobre a bacia do rio Iguaçu tornam-se primordiais para o entendimento da dinâmica das comunidades íctias locais (Baumgartner *et al.*, 2012). Devido à especificidade da sua fauna, o rio Iguaçu torna-se único, com interações peculiares entre as espécies e as características locais.

Vários grupos de peixes sofreram com as modificações hídricas, impostas pelos barramentos, dentre eles os pertencentes à ordem Siluriforme. Esta é uma das maiores ordens da região Neotropical, com alguns representantes na bacia do rio Iguaçu (Baumgartner *et al.*, 2012). O gênero *Pimelodus* é o mais rico em espécies dentro da família Pimelodidae, contendo 26 espécies (Ribeiro & Lucena, 2006).

Pimelodus britskii, conhecido popularmente como mandi-pintado, até pouco tempo era classificada como *Pimelodus ortmanni*, uma espécie congênere do rio Iguaçu, mas em 2007 foi descrita por Garavello & Shibatta (Damasceno, 2014). Apresenta olho pequeno, boca terminal ou levemente subterminal. O corpo tem coloração acinzentada com manchas pretas arredondadas, dispostas espaçadamente entre si, na região dorsal. Já a região ventral é desprovida de manchas com uma coloração esbranquiçada. As nadadeiras são acinzentadas com manchas pretas menores do que as manchas dispostas na região dorsal. É considerada uma espécie de grande porte e com alto índice de captura no baixo rio Iguaçu (Baumgartner *et al.*, 2012), sendo muito apreciada nas comunidades e pesca local.

Algumas alterações na comunidade íctica, são claramente constatadas nos primeiros anos após um represamento, embora, algumas espécies de peixes respondam à alteração rapidamente, enquanto outras respondem gradualmente ao longo de anos ou décadas de acordo com a natureza populacional da espécie (Agostinho *et al.*, 1999). Este tempo para que uma comunidade de peixes alcance alguma estabilidade temporal em um reservatório é variável, podendo levar de 25 a 30 anos em reservatórios maiores (Agostinho *et al.*, 2007). Considerando que o reservatório de salto Santiago, foi fechado em 1980, tendo mais de 30 anos de formação e que os locais de amostragem apresentam as mesmas características (ambientes lânticos), pretende verificar se a espécie apresenta tendência a estabilização no reservatório. Espera-se que essa estabilidade possa ser

evidenciada em seus parâmetros populacionais, tais como abundância, proporção sexual, tamanho de primeira maturação, comprimento médio, relação peso/comprimento, e atividade reprodutiva, bem como distribuição ao longo do reservatório. Deste modo espera-se contribuir para o entendimento das modificações e tendências populacionais desta espécie em decorrência da formação do reservatório, com informações que auxiliem em medidas de manejo adequado junto aos órgãos competentes, evite exploração indevida dos estoques da espécie.

Materiais e Métodos

As coletas de peixes foram realizadas a partir monitoramento da fauna de peixes, pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Gerpel/Unioeste), durante o período de julho de 2003 a maio de 2012. Didaticamente estes períodos foram divididos em 9 ciclos (etapas) anuais: Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012) (variação temporal). Em quatro locais de amostragem definidos por Cav (Cavernoso), lat (late clube Candói) Pos (Porto Santana) e Bar (Barragem), para avaliar a perspectiva de descer o rio (variação no espaço).

Para as amostragens foram utilizadas redes de espera (superfície, fundo e margem) simples, com malhas de 2,4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 e 16 cm e tresmalhos (feiticeiras) de 6, 7 e 8 cm entre nós não adjacentes, que permaneceram expostas por 24 horas com coletas às 8:00, 16:00 e 22:00 horas.

Depois de capturados, os exemplares foram anestesiados com hidrocloreto de benzocaína, segundo a Resolução N° 714/CFMV, de 20 de Julho de 2002, que dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais (Cfmv, 2012). Foram acondicionados em sacos plásticos etiquetados e transportados, “*in natura*” em caixas térmicas com gelo, para análise, na Universidade do Oeste Paraná, no laboratório de Ictiologia.

De cada exemplar foram obtidos o comprimento total (CT), o comprimento padrão (CP), o peso total (Pt), o peso das gônadas (Pg), o sexo e os estádios de maturidade gonadal, além da data, local, tipo de aparelho e turno de captura. A identificação do sexo e dos estádios de maturidade foram realizadas através da inspeção macroscópica das gônadas, observando-se o tamanho, a forma, a possibilidade de visualização dos ovócitos e a posição na cavidade abdominal, sendo atribuída a seguinte classificação (Vazzoler, 1996):

- IMT = imaturo ou jovem: Os ovários são muito pequenos, ocupando menos de 1/3 da cavidade celomática; são filamentosos, translúcidos, sem vascularização;
- MAT = maturação: Os ovários são maiores, ocupando um 1/3 a 2/3 da cavidade celomática, intensamente vascularizados;
- RPD = reprodução: Os ovários apresentam-se túrgidos, ocupando de 2/3 a toda cavidade celomática, sendo visível um grande número de ovócitos grandes opacos e ou translúcidos, a vascularização é inicialmente reduzida, e no final, torna-se imperceptível.
- ESG = esgotado: Os ovários apresentam-se flácidos, com membranas distendidas, de tamanho relativamente grande, mas não volumosos, ocupando metade da cavidade celomática, apresenta zonas hemorrágicas;
- REP = repouso: Os ovários apresentam tamanho reduzido, ocupando cerca de 1/3 da cavidade celomática, sendo claramente imaturos, são translúcidos, com fraca vascularização.

Análises de dados

Abundância - Captura por Unidade de Esforço (CPUE)

A abundância foi apresentada por capturas em número de indivíduos por unidade de esforço, padronizadas para indivíduos*1000 m² de rede/dia, e os resultados apresentados por diferentes etapas e locais.

As abundâncias das espécies para diferentes anos de coletas e locais de amostragem foram avaliadas através da captura por unidade de esforço

(CPUE). Como captura considera-se o número total de indivíduos capturados, sendo que o esforço é ajustado para 1.000 metros quadrados de rede expostos por 24 horas (1000 m² de rede-1 * dia-1).

Assim, tem-se:

$$CPUE = \frac{C}{E} * 1000$$

Onde:

CPUE = número de indivíduos ou peso, por 1.000 m² de rede*dia;

C = número de exemplares (ou peso) capturado;

E = esforço utilizado (em m² de rede*dia).

Proporção sexual

A proporção sexual foi determinada para a espécie, por meio da frequência total de ocorrência de machos e fêmeas. Para tanto, aplicou-se o teste do qui-quadrado em nível de 5% de significância, para detectar possíveis diferenças significativas nessas proporções.

$$\chi^2 = \left(\frac{\left(O - \left(\frac{E}{2} \right) \right)^2}{\left(\frac{E}{2} \right)} \right) * 2$$

onde:

O = frequência obtida entre machos e fêmeas;

E = frequência sexual esperada (50,0% machos e 50,0% fêmeas) definida pelo número total de indivíduos capturados de uma espécie, dividido por 2.

Comprimento médio e Tamanho de primeira maturação (L50)

Para o comprimento médio foram calculados a amplitude, variância e desvio padrão para sexos separados, segundo Mendes (1999).

O tamanho de primeira maturação gonadal (L50), ocorre quando 50% dos indivíduos estão aptos a se reproduzirem tanto para machos quanto para fêmeas foram calculados pela metodologia ogiva de Galton segundo Filho (1990). Considera-se a proporção de fêmeas e machos maduros como variável dependente (Y) e o comprimento padrão como variável independente (X).

Relação peso/comprimento e fator de condição

A relação peso/comprimento foi calculado a partir da expressão (Vazzoler, 1996):

$$W=aL^b$$

Onde:

a é o coeficiente linear

b é o coeficiente angular e inclinação da reta.

Assim, quando b é igual a 3, a espécie pode ter um crescimento isométrico, ou seja, o peso aumenta proporcionalmente com o comprimento. No entanto, quando b é menor que 3 o crescimento é alométrico negativo, ou seja, o incremento maior se dá no comprimento, e quando b é maior que 3 o crescimento é alométrico positivo, com o incremento em peso mais acentuado que o comprimento (Araújo *et al.*, 2011) K pode ser obtido pela expressão :

$$K=W/L^b$$

(fator de condição de Fulton),

Onde

b é estimado pela equação da relação peso-comprimento

W é o peso

L é o comprimento total

O fator de condição (K) é um índice muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, pois indica o grau de bem estar do peixe frente ao ambiente em que vive (Braga, 1986; Araújo *et al.*, 2011).

Índice de atividade reprodutiva (IAR)

O índice de atividade reprodutiva (IAR) foi estimado segundo Agostinho *et al.* (1991), através da fórmula abaixo

$$IAR = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) * \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} * 100$$

Onde:

N_i = número de fêmeas na unidade amostral i ;

n_i = número de fêmeas em reprodução na unidade amostral i ;

N_m = número de fêmeas, da maior unidade amostral;

n_m = número de fêmeas em reprodução na unidade amostral com maior

n ;

\ln = logaritmo neperiano;

RGS_i = RGS médio das fêmeas em reprodução na unidade amostral i ;

RGS_e = maior valor individual da RGS de fêmeas.

Foram classificado em cinco categorias de intensidade, conforme a tab. 1:

Tabela 1 - Classificação da atividade reprodutiva através dos valores do índice de atividade reprodutiva de peixes (IAR)

Classificação	Valores de IAR
Nula	$\leq 2,0$
Incipiente	$2,0 < IAR \leq 5,0$
Moderada	$5,0 < IAR \leq 10,0$
Intensa	$10,0 < IAR \leq 20,0$
Muito intensa	$\leq 20,0$

O IAR, em relação às outras variáveis foi avaliado em diferentes períodos sazonais considerando as diferentes estações do ano: Outono (março a maio); Inverno (junho a agosto); Primavera (setembro a novembro) e Verão (dezembro a fevereiro).

Análise estatística

Para testar as diferença espaço/temporal (etapas e locais) foi utilizada a Análise de Variância Unifatorial (ANOVA), e quando estas foram significativas, utilizou-se o teste de Tukey (%), para definir as diferenças. Todos os testes estatísticos aplicados no presente trabalho foram avaliados ao nível de significância de 5% (Mendes, 1999). Para esta análise utilizou-se o *software* Statistica 8.0 (Statsoft, 2009).

A abundância (CPUE), o comprimento médio, relação peso/comprimento foram calculados para sexos agrupados com a finalidade de testar estas variáveis como um todo.

Resultados

Em nove etapas de coletas foram capturados 9.204 indivíduos, em quatro diferentes locais de amostragem.

Abundância - Captura por Unidade de Esforço (CPUE)

A análise espaço-temporal dos diferentes etapas e locais de amostragem, a partir da captura por unidade de esforço (CPUE), demonstrou que a maior densidade média por etapas ocorreu na etapa I (58,7 ind/1000m² de rede.dia) e a menor na etapa III (20,7 ind/1000m² de rede.dia) (Fig. 1a) e para os diferentes locais de amostragem a maior densidade media foi no Cavernoso (Cav) (44,7 ind/1000m² de rede.dia) e a menor no lat (17,2 ind/1000m² de rede.dia) (Fig. 1b). De acordo com análise de variância ANOVA, e pelo teste de Tukey ao nível de 95% ($p > 0,05$) não ocorreu diferenças significativas entre as diferentes etapas,

enquanto para os diferentes locais, o lat diferenciou-se significativamente dos demais locais de coleta.

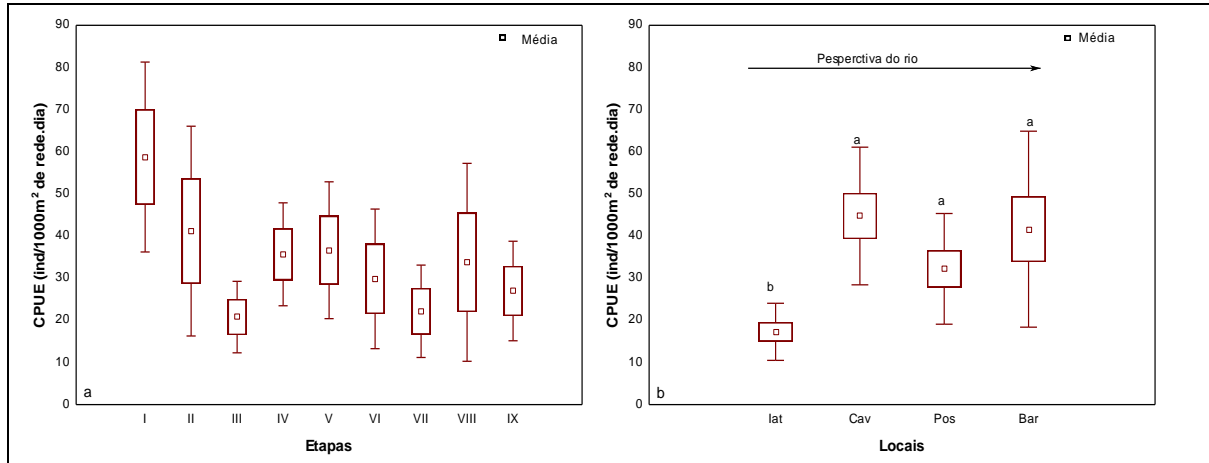


Figura 1 - Captura por unidade de esforço (CPUE) ind/1000m² de rede.dia, por diferentes etapas de coletas para *P. britskii* (a) Captura por unidade de esforço (CPUE) ind/1000m² de rede.dia, por diferentes locais de amostragem, no reservatório de Salto Santiago. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012); lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.

Proporção sexual

Durante o período foram coletados 6.108 fêmeas e 3.096 machos. Houve diferenças significativas na proporção sexual ($\chi^2 > 3,84$) em todas as etapas e locais de amostragem (Tabela 2) (Tabela 3).

Tabela 2 – Número total de indivíduos coletados, frequência de ambos os sexos, valores de qui-quadrado (χ^2) e proporção sexual, por diferentes etapas, no reservatório de Salto Santiago para *P. britskii*. Em negritos valores significativos. F%= frequência de fêmeas; M%= frequência de machos. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012).

Etapas	Fêmeas	Machos	Total	F%	M%	Proporção	χ^2
I	1674	722	2396	69,9	30,1	2,3:1	378,3
II	1065	562	1627	65,5	34,5	1,9:1	155,5
III	460	151	611	75,3	24,7	3,0:1	156,3
IV	549	332	881	62,3	37,7	1,7:1	53,4
IX	452	214	666	67,9	32,1	2,1:1	85,1
V	605	300	905	66,9	33,1	2,0:1	102,8
VI	437	300	737	59,3	40,7	1,5:1	25,5
VII	332	215	547	60,7	39,3	1,5:1	25,0
VIII	498	336	834	59,7	40,3	1,5:1	31,5

*Significativo a nível de 5%

Tabela 3 – Número total de indivíduos coletados, frequência de ambos os sexos, valores de qui-quadrado (χ^2) e proporção sexual, por diferentes locais de amostragem, no reservatório de Salto Santiago para *P. britskii*. Em negritos valores significativos. F%= frequência de fêmeas; M%= frequência de machos. lat- late Clube de Candió; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem.

Local	Fêmeas	Machos	Total	F%	M%	Proporção	χ^2
lat	941	357	1298	72,5	27,5	2,6:1	262,8
Cav	2067	960	3027	68,3	31,7	2,2:1	404,8
Pos	1700	700	2400	70,8	29,2	2,4:1	416,7
Bar	1400	1079	2479	56,5	43,5	2,3:1	41,6

*Significativo a nível de 5%

Comprimento médio e Tamanho de primeira maturação (L50 e L100)

Analisando a estrutura populacional para *P. britskii* verificou-se um comprimento médio de $15,5 \pm 6,2$ cm. Os indivíduos com maiores comprimentos médios padrão por diferentes etapas ocorreram na etapa III (17,2 cm) e os menores na etapa VI (13,6 cm) (Fig. 2a). De acordo com análise de variância ANOVA, e pelo teste de Tukey ao nível de 95% ($p > 0,05$), ocorreu diferença

significativa entre as diferentes etapas. A etapa III diferenciou-se significativamente das etapas IV, V, VI, VII, VIII e IX e a etapa VI, diferenciou-se significativamente das etapas I, II e III. Fica evidenciada a redução do comprimento médio da população em relação ao tempo.

Para os diferentes locais de amostragem, o maior comprimento médio padrão, foi visualizado no lat (18,4 cm) e o menor na Bar (12,53 cm) (Fig. 2b). Segundo com análise de variância ANOVA, e pelo teste de Tukey ao nível de 95% ($p > 0,05$) ocorreu diferença significativa entre os diferentes locais de amostragem. O local lat de amostragem diferenciou-se dos demais locais. Pelas análises realizadas é possível verificar que indivíduos maiores em comprimento preferem os tributários e locais mais afastados da barragem, que são estações localizadas em regiões alagadas.

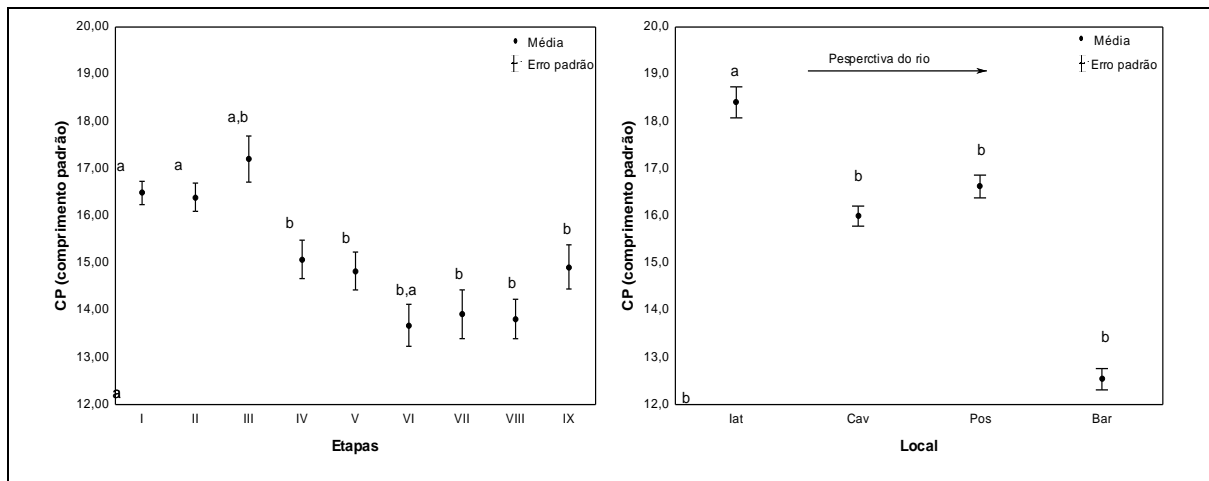


Figura 2 (a) Comprimento médio padrão por diferentes etapas de amostragem para *P. britskii* (b) Comprimento médio padrão por diferentes locais de amostragem para *P. britskii*, no reservatório de Salto Santiago. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012); lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.

O tamanho médio de primeira maturação (L50) foi estimado em 7,8 cm e 7,9 cm para fêmeas e machos, respectivamente (Fig. 3a-b). O L100 (em que

100% da população já está reproduzindo) foi estimado em 14,77 cm para fêmeas e 13,27 cm para machos (Fig. 3 a-b).

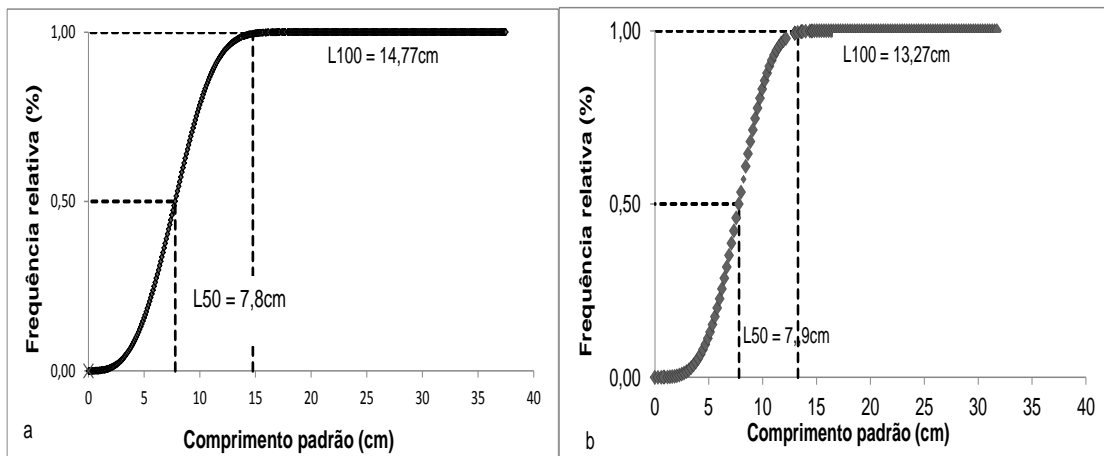


Figura 3 – Relação entre frequência relativa por classe de comprimento padrão de *P. britskii*: a) fêmeas; b) machos.

Relação peso/comprimento e fator de condição

A relação da relação peso-comprimento (para sexos agrupados) revela que os valores de K aumentam com o crescimento dos indivíduos. A espécie apresenta um crescimento alométrico negativo ($b < 3$), indicando que a espécie ganha mais incremento em comprimento do que em peso (Fig. 4).

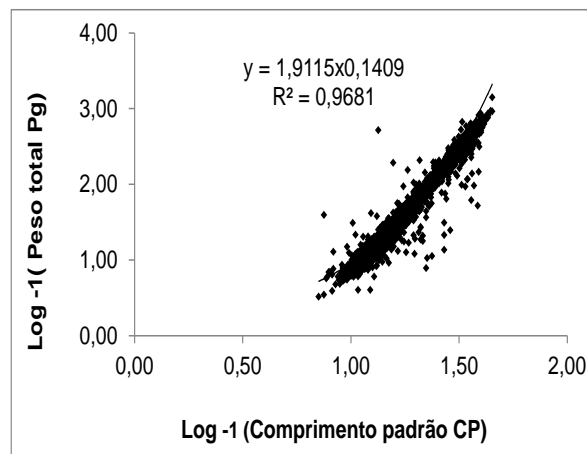


Figura 4 - Relação entre peso e comprimento total de *P. britskii* no reservatório de salto Santiago.

Os valores médios para o fator de condição de *P. britskii* ao longo das diferentes etapas de coletas demonstraram que a melhor condição na relação peso/comprimento dos indivíduos ocorreu na etapa III (0,08558) e a menor na etapa VII (0,07267) (Fig. 5a). Análise de variância ANOVA, e pelo teste de Tukey ao nível de 95% ($p > 0,05$) mostra diferença significativa entre as diferentes etapas. A etapa III diferenciou-se das demais. O maior valor médio do fator de condição, foi no lat (0,09594) que é a estação mais afastada da barragem e o menor valor na Bar (0,06105). Pela análise de variância ANOVA, e pelo teste de Tukey ao nível de 95% ($p > 0,05$), ocorreu diferença significativa entre os diferentes locais de amostragem, no qual a estação lat diferenciou-se significativamente das demais (Fig. 5b).

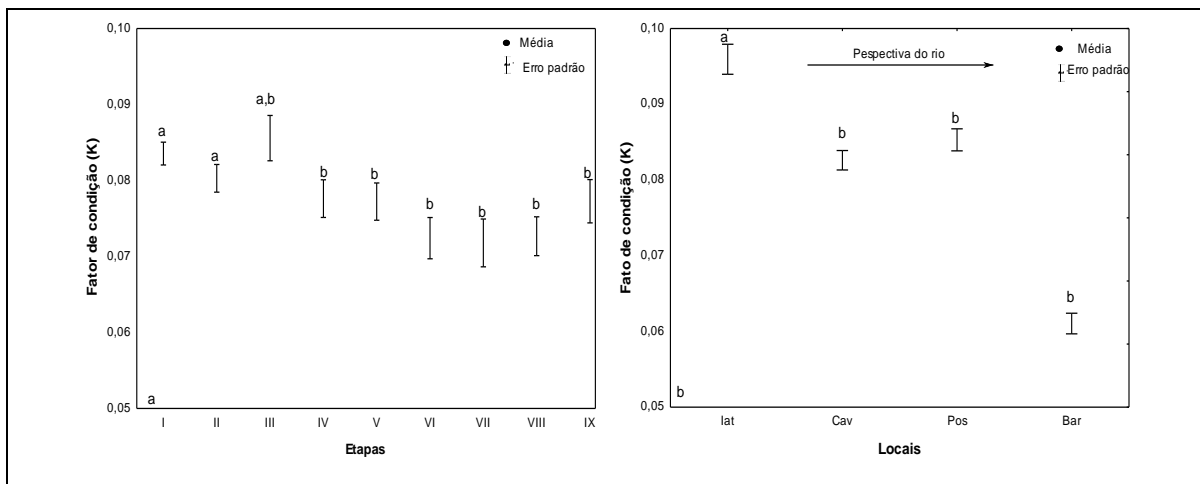


Figura 5 (a) – Fator de condição médio por diferentes etapas de amostragem para *P. britskii*; (b) Fator de condição médio padrão por diferentes locais de amostragem para *P. britskii*, no reservatório de Salto Santiago. Etapa I (julho/2003 a maio/2004); Etapa II (julho/2004 a maio/2005); Etapa III (julho/2005 a maio/2006); Etapa IV (julho/2006 a maio/2007); Etapa V (julho/2007 a maio/2008); Etapa VI (julho/2008 a maio/2009); Etapa VII (julho/2009 a maio/2010); Etapa VIII (julho/2010 a maio/2011); Etapa IX (julho/2011 a maio/2012); lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.

Índice de atividade reprodutiva (IAR)

A atividade reprodutiva (IAR) por diferentes etapas de amostragem foi classificada de nula ($IAR \leq 2,0$) a intensa ($10,0 < IAR \leq 20,0$). O IAR ocorreu mais intensamente na etapa I (11,066) e menos intensamente na etapa VII (1,93). A etapa I diferenciou-se significativamente das demais etapas em conformidade

com análise de variância ANOVA, e pelo teste de Tukey ao nível de 95% ($p > 0,05$) (Fig.6a). Já para os diferentes locais de amostragem o IAR, foi moderado ($5,0 < \text{IAR} \leq 10,0$), sendo a maior IAR, visualizado no Cav (5,79), não ocorreu diferença significativa.

Levando em consideração as diferentes estações do ano a atividade reprodutiva variou de nula ($\leq 2,0$) a intensa ($10,0 < \text{IAR} \leq 20,0$). No verão (16,54), o IAR foi mais intenso, praticamente nulo no outono (0,306). Ocorreu diferença significativa entre as diferentes estações de amostragem. O verão e a primavera diferenciaram-se significativamente do outono e inverno (Fig.6c).

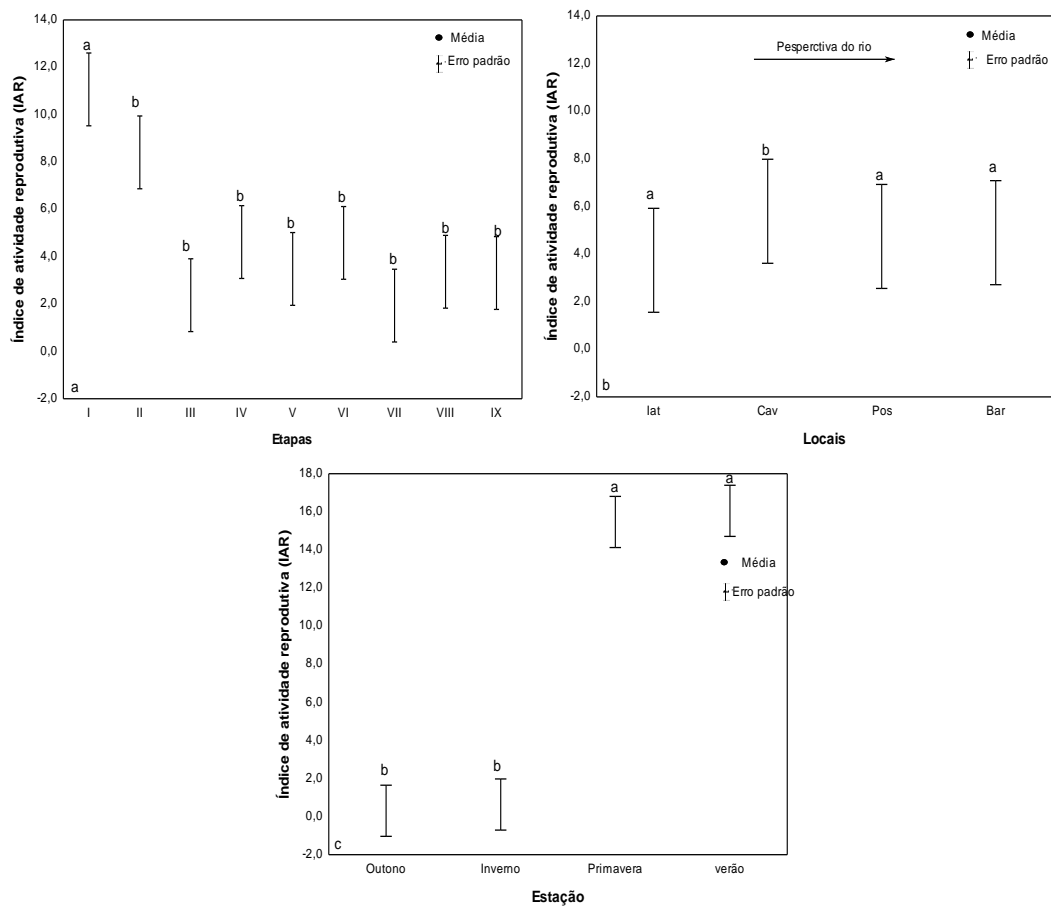


Figura 6 (a) – Índice de atividade reprodutiva (IAR) médio para *P. britskii*: a) por etapas de amostragem (b) por locais de amostragem; (c) por estações anuais no reservatório de Salto Santiago. lat- late Clube de Candói; Cav – Cavernoso; Pos- Porto Santana e Bar - Estação Barragem. Outono (março a maio); Inverno (Junho a agosto); Primavera (setembro a novembro) e Verão (dezembro a fevereiro). Letras iguais não diferem entre si significativamente e letras diferentes diferem entre si significativamente.

Discussão

A abundância (CPUE) de *P. britskii* no reservatório de Salto Santiago apresentou-se uniformemente distribuída ao longo do tempo, apesar de mostrar alguma redução. O declínio da captura da espécie no reservatório ao longo dos anos pode estar relacionada à diminuição da produtividade do reservatório, decorrente do esgotamento da carga de nutrientes aportada nos primeiros anos de sua formação. Segundo Schork *et al.* (2012), Bicudo *et al.* (2006) a transformação de um sistema aberto em fechado traz um marcado aumento de nutrientes logo após a formação do reservatório que, em anos posteriores, segue para condições oligotróficas. Esta tendência de depleção trófica, observada em vários reservatórios brasileiros, pode ser atribuída a processos de sedimentação, remoção pela própria pesca ou exportação de nutrientes pelo vertedouro (Agostinho *et al.*, 2007).

A captura por unidade de esforço aplicada neste trabalho é uma boa estimativa da abundância dos recursos pesqueiros, sendo considerado um bom índice nas análises de variações espaço/temporal (Agostinho *et al.*, 2007). As maiores abundâncias evidenciadas na estação Cavernoso (Cav) demonstram a preferência da espécie por este local.

Espécies de peixes podem usar afluentes durante diferentes estágios de vida (como larvas, juvenis, adultos) para diferentes atividades (por exemplo, reprodução, crescimento, alimentação, abrigo) e em diferentes períodos. Em locais de barragens, as espécies de peixes estão com locais de reprodução e criadouros naturais reduzidos. Assim os tributários apresentam um potencial importante, pois proporcionam habitats estruturalmente complexos, oferecendo refugio e áreas de alimentação (Polluxi *et al.*, 2006) E ainda apresentam as condições mais próximas ao ambiente natural. As larvas de peixes preferem estes ambientes como habitat, pois os mesmos apresentam menor correnteza (Silva *et al.*, 2012).

A preferência desta espécie pelo Cavernoso pode estar relacionado à estrutura física deste ambiente, tais como: rochas, troncos submersos, macrófitas aquáticas como abrigo contra predadores e como sítios de forrageamento, reprodução e ainda a disponibilidade de alimento (Oliveira & Goulart, 2000). E ainda e pode ter a maior produtividade a ser explorado pela espécie, além de

poder utilizá-la para a manutenção de uma população viável durante períodos com escassez de alimento (Oliveira & Goulart, 2000). A espécie *P. britskii*, é considerada altamente oportunista, pode alterar sua dieta dependendo das circunstâncias ambientais (Delariva *et al.*, 2007), o que eleva a probabilidade de sucesso em ambientes represados (Baumgartner, 2010).

Os valores de abundância quando comparados a outros citados na literatura, são semelhantes a outros reservatórios do rio Iguaçu dentre estes o reservatório de Salto Santiago, Salto Osório e Segredo e Salto Caxias (Agostinho *et al.*, 2007; Silva, 2010). Enquanto demonstrou valores superiores aos encontrado por Marçal (2009) na Cachoeira Dourada, por Brandão *et al.* (2009) no rio Parapanema e por Suzuki *et al.* (2009) no rio Ivinhema para *Pimelodus maculatus* (espécie semelhante à estudada).

Muitas vezes é possível observar a proporção de 1:1 para população total (Nikolsky, 1969), porém neste trabalho, entre as diferentes etapas e locais de amostragem, é possível detectar um predomínio de fêmeas. Em outros reservatórios brasileiros. Vono *et al.* (2002) e Sabison (2009) verificaram a predominância de fêmeas *P. maculatus* em diferentes ambientes. Longo (2008), observou a proporção de 1:1 para *Rhandia quelen*. Barros (2011) registrou a proporção sexual foi de 1:1, com uma leve predominância das fêmeas para *Pimelodella gracilis*.

Segundo Manuro (1976), a diferença na proporção sexual pode ser consequência da diferença nas taxas de crescimento, ocasionando a maior captura de um dos sexos. Entre fatores que podem influenciar nas variações de proporção entre machos e fêmeas, destacam-se a mortalidade e o crescimento, fatores determinando o predomínio de indivíduos de um dos sexos (Vazzoler, 1996; Travassos, 2014).

A diferença significativa na variação no comprimento médio, com a diminuição dos indivíduos capturados ao longo das etapas. Essa redução de tamanho pode ser reflexo da superexploração do estoque com capturas constantes e por ações antrópicas que mudam o ambiente aquático. Berkeley *et al.* (2004), afirmam que a diminuição no crescimento e a redução na captura estão interligados, com a redução de produtividade das populações, devido ao favorecimento de genótipos com crescimento mais lento e menor idade de

primeira maturação. Os exemplares maiores preferiram os tributários, estes localizados mais afastados da barragem. Esse fato ressalta que os tributários exercem grande importância para a manutenção da diversidade das espécies em um reservatório, em função da preservação das características originais do sistema lótico e consequente redução do impacto do represamento (Hoffmann *et al.*, 2005).

O início da maturidade sexual varia consideravelmente entre as espécies, entre populações de uma mesma espécie e até indivíduos da mesma população, estando geralmente relacionado com o alcance de um determinado tamanho individual (Filho, 1990). Baumgartner *et al.* (2012) encontraram exemplares de *P. britskii* com início de atividade reprodutiva em torno de 7,0 cm para fêmeas e 7,6 cm para machos, e exemplares da espécie *Pimelodus ortmanni*, pertencente à mesma família com 8,8 cm para fêmeas e 7,6 cm para machos, que são valores semelhantes aos encontrados neste estudo. Gubiani *et al.* (2014) verificaram exemplares de *P. britskii*, com tamanho de primeira maturação inferiores (6,3cm) e inferiores aos encontrados por Feiden *et al.* (2010).

As diferenças entre o comprimento e a idade de primeira maturação de machos e de fêmeas podem estar relacionadas ao crescimento diferencial apresentado por indivíduos de um e de outro sexo (Vaz-dos-Santos *et al.*, 2005), com machos de tamanhos menores atingindo a primeira maturação mais cedo do que as fêmeas. Este crescimento diferencial entre machos e fêmeas de peixes foi observado por Suzuki & Agostinho (1997), em espécies no reservatório de Segredo (bacia do rio Iguaçu – Paraná).

Segundo Vazzoler (1996), a estimativa do comprimento médio de primeira maturação gonadal adquire importância quando uma população de peixes está sujeita a exploração, pois subsidia a análise de como a atividade pesqueira está atuando sobre os reprodutores. Neste contexto, o comprimento e a idade de primeira maturação gonadal poderão representar pontos de referência biológica utilizada como tamanho mínimo de captura (Vaz-dos-Santos *et al.*, 2005). Estudos relacionados à primeira maturação podem evitar a captura de indivíduos jovens, visando dessa maneira, a proteção dos recrutas jovens até a fase adulta.

A tendência de redução de comprimento em escala temporal, que também ocorreu para o fator de condição. E novamente a melhor relação

peso/comprimento foi notificada na estação lat, demonstrando assim, a qualidade desta estação para manutenção dos indivíduos e evidenciando a importância dos tributários. É provável que esta variação do fator de condição esteja mais relacionada a fatores como disponibilidade e aproveitamento de alimentos pelos indivíduos ao longo dos anos (Santos *et al.*, 2006).

O peso total e o comprimento total podem sofrer influência de uma série de fatores, principalmente os relacionados ao ambiente e as alterações podem afetar os valores estimados dos parâmetros da relação peso/comprimento (Nascimento *et al.*, 2012). Para o *P. britskii*, o padrão de crescimento é negativo, ou seja, ocorre um maior incremento em comprimento em relação ao peso. Esse padrão de crescimento e os valores registrados diferenciaram-se de outros padrões de crescimento citados na literatura para outras espécies (isometria e alometria positiva). Valores inferiores aos registrados por Sabison (2009) para *P. maculatus*, com crescimento isométrico, Vilela *et al.* (2008), com padrões de crescimento alométrico para várias espécies no reservatório de Porto Primavera e Ramos (2009) com alometria positiva para o *P. maculatus*, sobre influência de tanques-redes. Esta análise do padrão crescimento, através do coeficiente alométrico, demonstra que o *P. britskii* apresenta mudanças diferenciadas na forma em relação a outras espécies, estando diretamente associado à disponibilidade de alimento e reprodução.

Lima-Junior & Goitein (2006) também observaram que, para o pimelodídeo *P. maculatus*, a variação sazonal do fator de condição não está diretamente relacionada ao desenvolvimento gonadal, e que os indivíduos apresentam maiores índices de condição corpórea após períodos de intensa atividade alimentar. A variação desse índice ao longo do ano pode ser utilizada como dado adicional ao estudo dos ciclos dos processos de alimentação e reprodução (Braga, 1986; Lima-Junior *et al.*, 2006).

Segundo Agostinho *et al.* (1997b) a reprodução dos peixes é um processo fisiológico cíclico, em que os padrões de periodicidade mantêm relação com as condições ambientais a que esses estão expostos, deste modo, a atividade reprodutiva é um dos mais fortes indicativos da ocorrência de desova na época e local (Aprieto, 1974). O índice de atividade reprodutiva (IAR) que mede a intensidade da reprodução, em diferentes etapas de amostragem variou de

moderada a praticamente nula e ficou evidente a diminuição da atividade reprodutiva, ao longo dos anos. Sugere-se que esse fato que pode estar interligado à redução da abundância e tamanho dos indivíduos.

Os maiores índices de atividade reprodutiva verificado na estação Caverna (Cav), comprova que este local é preferencial para a desova. Essa preferência pode estar associada ao fato da população ter encontrado as condições mínimas necessárias de alimento e áreas de reprodução para iniciar os processos de desenvolvimento gonadal e ainda talvez por exibir melhores condições para a sobrevivência e crescimento dos filhotes (Artoli *et al.*, 2009). Portanto, estes ambientes necessitam de cuidados especiais, já que a degradação deste ambiente poderia levar a redução ou mesmo a extinção da espécie.

Em diferentes períodos sazonais, o IAR, foi intenso no verão e quase nulo no outono. Período este que corresponde com período reprodutivo da espécie de setembro a março (Baumgartner *et al.*, 2012). Baumgartner *et al.* (2006), encontrou a mesma tendência de índices de atividades reprodutivas mais intensas no verão para diferentes espécies no rio Iguaçu. Agostinho *et al.* (1993), registrou IAR moderado para o *P. maculatus* a jusante do reservatório de Itaipu para variadas estações.

Considerações finais

Em relação às análises da variabilidade espaço temporal sobre os parâmetros populacionais do *P. britskii*, podemos inferir:

- Os parâmetros populacionais de *Pimelodus britskii* (abundância, proporção sexual, tamanho de primeira maturação, comprimento médio, relação peso/comprimento, e atividade reprodutiva) confirma que há tendência a estabilização, pois não apresentam grandes variação ao longo do tempo e espaço no período de 25 a 30 anos.
- Na etapa III, foram registradas as menores abundâncias, mas com os comprimentos médios maiores e os melhores fatores de condições. Portanto devido ao menor número de indivíduos,

sugere-se que há mais recursos disponíveis favorecendo o crescimento da espécie;

- Os maiores comprimentos médio, fator de condição e atividade reprodutiva, são mais intensos para *P. britskii* em regiões mais afastadas da barragem. Evidenciando assim a importância de ambientes lóticos e de tributários para manutenção do estoque;
- Devido à variação da abundância de *P. britskii* em Salto Santiago, entre os diferentes pontos, podemos deduzir que a espécie realiza pequenas migrações, pelo menos em relação ao período reprodutivo, subindo o rio em direção aos tributários.
- O *P. britskii*, na escala temporal demonstrou redução no comprimento médio e em abundância do estoque, demonstrando que pode estar ocorrendo exploração indevida e influência de ações antrópicas;
- No reservatório de Salto Santiago para a espécie a predominância de fêmeas, com início de atividade reprodutiva mais cedo do que machos;
- O *P. britskii* na análise, apresenta um maior incremento em comprimento em relação ao peso;
- Os maiores índices de IAR demonstram o local preferencial da espécie para reprodução é o Cavernoso e por estações mais quentes.
- A espécie preferiu ambientes diversificados com as condições mais adequadas, um para manutenção/crescimento do estoque (lat) e outro a para reprodução (Cav).

Referências bibliográficas

- Agostinho, A. A., V. P. Mendes, H. I. Suzuki & C. Canzi. 1993. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. Unimar, 15 :175-189.
- Agostinho, A. A., & L. C. Gomes. 1996. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem, 387p.

- Agostinho, A. A., L. E. Miranda, L.M. Bini, L.C. Gomes, S. M. Thomaz, & H. I. Suzuki. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoir, and prognoses on aging. In: Tundisi, J. G. & M. Straskraba. eds. Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos, Brazilian Academic of Science and Backhuy, 592p.
- Agostinho, A. A., C. M. L. Ferretti, L. C. Gomes, N. S. Hahn, H. I. Suzuki, R. Fugli & F. Abujanra. 1997b. Ictiofauna de dois reservatórios do rio Iguaçu em diferentes fases de colonização: Segredo e Foz do Areia. In: A.A. Agostinho, A. A. & L.C. Gomes (eds). Reservatório de Segredo: bases para o manejo. Eduem, 275-292.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F. M. Pelecice, F.M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Eduem, 501p.
- Araújo, C.C, M. N. Flynn & W. R. L. Pereira. 2011. Fator de condição e relação peso-comprimento de *Mugil curema valenciennes*, 1836 (Pisces, mugilidae) como indicadores de estresse Ambiental. RevInter, Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, 4(3): 51-64.
- Artoli, L.G.S., J. P. Vieira, A. M. Garcia & M. A. Bemvenuti. 2009. Distribuição, dominância e estrutura de tamanhos da assembleia de peixes da lagoa Mangueira, sul do Brasil. Iheringia Série Zoológica, 99 (4) :409-418.
- Aprieto, V. L. 1974. Early development of five carangid fishes of the gulf of Mexico and the south coast of the United States. Fishery Bulletin, 72: 415-443.
- Barros, N. H., W. S. Nascimento, A. S. Araújo, L. L. Gurgel & S. Chellappa. 2011. Aspectos reprodutivos de *Pimelodella gracilis* (Valenciennes, 1835) (Osteichthyes: Pimelodidae) do açude da Ecoregião Caatinga. Biota Amazônica, 1(2): 53-59.
- Baumgartner, G., D. Baumgartner, N. Y. Sebastien, P. R. L. da Silva, V. A. Frana, L. C. de Oliveira, Tiago Debona, A. S. Tronco, & C. A. T. da Silva. 2006. Estudos Ictiológicos e Monitoramento da Qualidade das Águas dos Reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório – Rio Iguaçu, PR. Tractebel energia S.A, 4p.

- Baumgartner, D. 2010. Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Tese, Universidade Estadual de Maringá, 71p.
- Baumgartner, G., C. S. Pavanelli, D. Baumgartner, A. G. Bifi, T. Debona, V. A. Frana. 2012. Peixes do Baixo Rio Iguaçu. Maringá, Eduem, 1203p.
- Berkeley, S.A., C. Chapman & S.M. Sogard. 2004. Maternal age as a determinant of larval growth and survival in a marine fish, *Sebastes melanops*. *Ecology*, 85: 258–1264.
- Braga, F. M. S. 1986. Estudo entre fator de condição e relação peso/comprimento para alguns peixes marinhos. *Revista Brasileira de Biologia*, 46: 339-346.
- Brandao, H., A. P. Vidotto-Magnoni, I. P. Ramos, & E. D. Carvalho, ED.2009. Levantamento da ictiofauna nos trechos sob influencia do reservatório de Salto Grande (Medio Rio Paranapanema, SP/PR, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 21(4): 451-463.
- Benedito-Cecílio, E. & A. A. Agostinho, A. A. 1997. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A.A. & L.C. Gomes. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá, Eduem, 113-139p.
- Bicudo, D. C., C. Ferragut, L. O. Crossetti, & C. E. M. Bicudo. 2006 Efeitos do represamento sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Rosana, Baixo rio Paranapanema, Estado de São Paulo. In: Nogueira, M.G., R. Henry, & A. Jorcin, *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. São Carlos, Rima, 349-378p.
- Conselho Federal de Medicina Veterinária – CFMV. 2012. Resolução Nº 1000, de 11 de Maio de 2012. Dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais, e dá outras providências. Disponível em: <http://portal.cfmv.gov.br/portal/lei/index/id/326>Acesso em: 10 de março de 2015.
- Damasceno, D. Z. 2014. Indução a espermição do mandi-pintado, *Pimelodus britskii* no período reprodutivo (Teleostei: Pimelodidae). Dissertação, Universidade Estadual Júlio de Mesquita, Jaboticabal-SP, 59p.

- Delariva R. L., N. S. Hahn & L. C. Gomes, 2007. Diet of a Catfish before and after Damming of the Salto Caxias Reservoir, Iguaçu River. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50: 767-775.
- Feiden. A., W. R. Boscolo, C. Sary, D. H. Neu, A. Signor, J. A. Losh, & O. Diemer. 2010. Mandi Pintado, Uma espécie com potencial de cultivo no rio Iguaçu. Toledo, Gfm, Gráfica e Editora, 72p.
- Filho, A. A. F. 1990. Recursos Pesqueiros, Biologia e dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceará, Ceará, 282p.
- Gubiani, E. A. & S. S da Horlando. 2014. Length-weight and length-length relationships and length at first maturity for freshwater fish species of the Salto Santiago Reservoir, Iguacu River Basin, Brazil. *Journal of applied ichthyology*, 30(5).1087-1091.
- Hoffmann, A. C., M. L. Orsi & O. A. Shibatta. 2005. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Capivara), Rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. *Iheringia*, 95(3): 319-325.
- Lima-Junior, S. E. & R. Goitein. 2006. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmea de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP, BRASIL). *Instituto do Boletim de Pesca*, 32(1): 87-94.
- Longo, R. S. 2008. Efeito da temperatura da água de fertilização e incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 23p.
- Manuro, J. L. 1976. Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes: *Mullidae* (goatfishes). *Journal of Fish Biology*, 9: 79-97.
- Marçal, A. S. 2009. Composição, estrutura e fatores determinantes da ictiofauna de um reservatório neotropical: Cachoeira Dourada, Goiás – Minas Gerais, Brasil. Tese, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 77p.
- Nascimento, W. S., M. E. Yamamoto & S. Chellappa. 2012. Proporção Sexual e Relação Peso-Comprimento do Peixe Anual *Hypsolebias antenori* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) de Poças Temporárias da Região Semiárida do Brasil. *Biota Amazônica*, 2(1): 37-44.

- Nikolsky, G.V. 1969. Theory of fish population dynamics. Edinburgh, Oliver e Boyd, 323p.
- Oliveira, E. F. & E. Goulart. 2000. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, 22(2):445-453.
- Polluxi, B. J. A., A. Korosi, W.C.E.P. Verberk, & V. D. Velde. 2006. Reproduction, growth, and migration of fishes in a regulated lowland tributary: potential recruitment to the river Meuse. *Hydrobiologia*, 565: 105-120.
- Ramos, I. P. 2009. Aspectos da biologia populacional de *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Siluriformes), sob influência de sistemas de piscicultura em tanques-rede. Universidade Estadual Júlio de Mesquita. Botucatu-SP, 122p.
- Rêgo, A. C. L. 2008. Composição, abundância e dinâmica reprodutiva e alimentar de populações de peixes de um reservatório recém – formado. (UHE-Capim Branco I/MG). Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia- MG, 102p.
- Ribeiro, F. R. & C. A. S. Lucena. 2006. A new species of *Pimelodus* La Cépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) from the rio São Francisco drainage, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4 (4): 411-418.
- Sabinson, L. M. 2009. Aspectos da dinâmica populacional e reprodutiva de *Pimelodus maculatus* (Siluriforme: Pimelodidae) no reservatório de Cachoeira Dourada (GO_MG). Dissertação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 53p.
- Santos, A. H. M. & M. A. V. Freitas. 2000. Hidrelétricas e desenvolvimento no Brasil. Pp. 59-76. In: Workshop Barragens, Desenvolvimento e Meio Ambiente Workshop on Dams, Development. Development and The Environment. São Paulo/SP, Banco Interamericano de Desenvolvimento.
- Santos, S. L., L. F Viana & S. E. Lima-Junior. 2006. Fator de condição e aspectos reprodutivos de fêmeas de *Pimelodella* cf. *gracilis* (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae) no rio Amambai, Estado de Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 2: 129-134.
- Silva, P. A., D. A. Reynalte –Tataje, E. Zaniboni-Filho. 2012. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(2): 425-438.

- Silva; P. R. L. 2010. Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um Piscívoro Neotropical. Dissertação, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo –PR, 32p.
- Schork, G. H., S. H. Silva, L. F. Beux, E. Zaniboni-Filho & A. P. O. de Nuñer. 2012. Diagnóstico da pesca artesanal na usina hidrelétrica de machadinho, alto rio Uruguai – Brasil. Boletim Instituto de Pesca, 38(2): 97–108.
- Suzuki, J. I. & A. A. Agostinho. 1997. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. In: Agostinho, A. A. & L. C. Gomes. (Ed.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá-PR, Eduem, 163-182p.
- Suzuki, H. I., A. A. Agostinho, D. Bailly, M. F. Gimenes, H. F. Júlio-Junior & L. C. Gomes. 2009. Inter-annual variations in the abundance of young-of-the-year of migratory fishes in the Upper Paraná River floodplain: relations with hydrographic attributes. Brazilian Journal of Biology, 69(2): 649-660.
- Travassos, F. A. 2014. Influência da hidroelétrica de Tucuruí sobre aspectos da biologia populacional de peixes detritívoros do rio Tocantins (PA – Brasil). Dissertação, Universidade Estadual Júlio de Mesquita, Jaboticabal – São Paulo, 28p.
- Vaz-dos-Santos, R. M. Honji, & C. L. D. B. Rossi-Wongtschowski. 2005. Comprimento e idade de primeira maturação gonadal de fêmeas de Merluza *Merluccius hubbsi* (Marini, 1933) na região sudeste-sul do Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo -SP, 31(2): 109 – 117.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá -PR: Eduem, 169p.
- Vilela, M. J. A., L. O Manuel & M. F. Souza. 2008. Relação peso e comprimento das espécies de peixes abundantes na pesca no reservatório de porto Primavera (UHE engº. Sérgio Motta), alto rio Paraná. UFMC.
- Vono, V., L. G. M. Silva, B. P. Maia & H. P. Godinho. 2002. Biologia reprodutiva de três espécies simpátricas de peixes neotropicais: *Pimelodus maculatus* Lacépede (Siluriformes: Pimelodidae), *Leporinus ambyrhynchus* (Garavello & Britski) e *Schizodon nasutus kneri* (Characiformes:

Tese de doutorado

Mara Cristina de Almeida
Orientador: Francisco Langeani Neto

Anostomidae) do recém-formado Reservatório de Miranda, Alto Paraná.
Revista brasileira de Zoologia, 19(3): 819-826.

Anexo I

(Artigo 01)

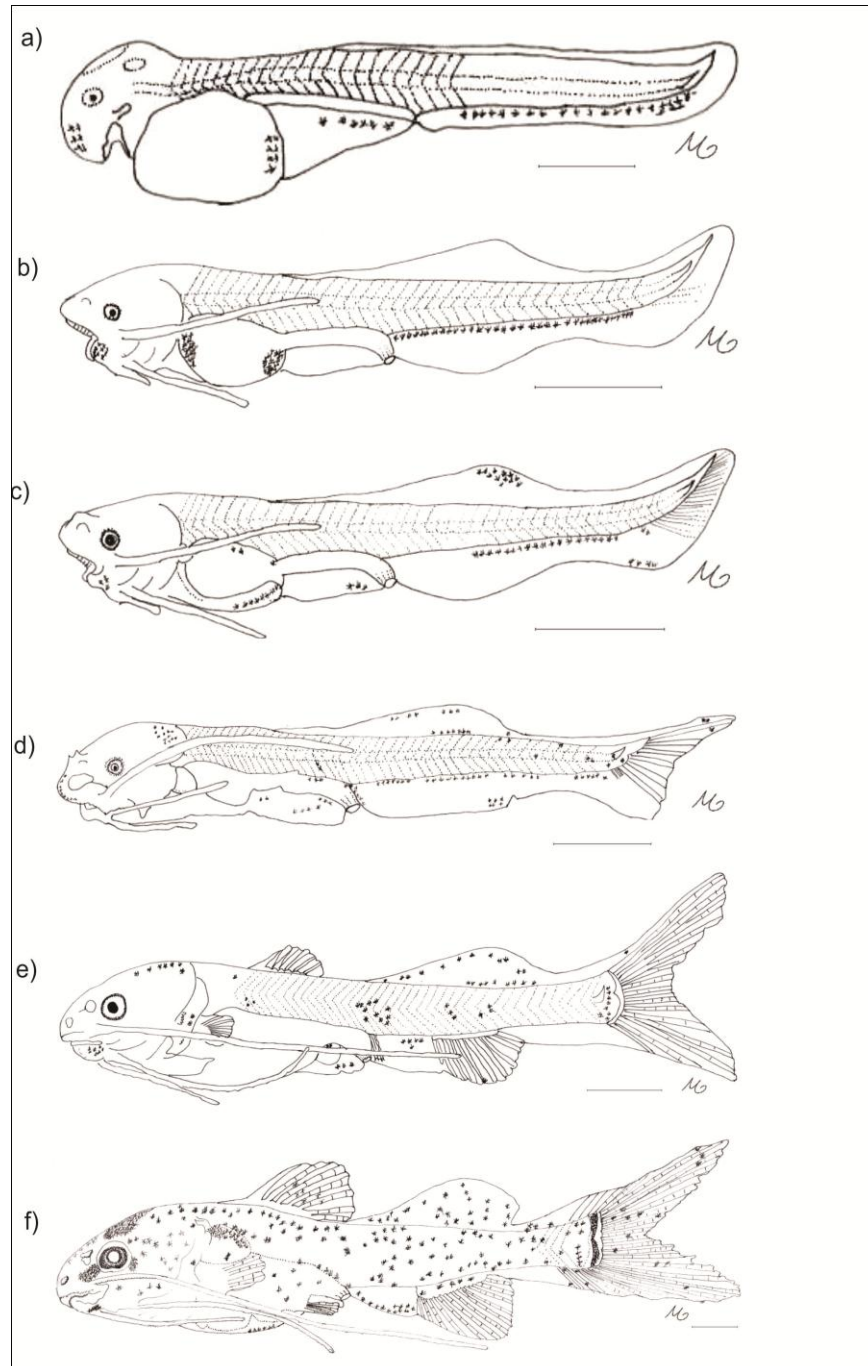


Figura 01 - Desenvolvimento inicial de larvas de *Pimelodus britskii* (a) Larval vitelino; (b) Pré-flexão; (c) Início de flexão; (d) Final de flexão; (e) Início de pós-flexão e (g) Final de pós-flexão.

Anexo II

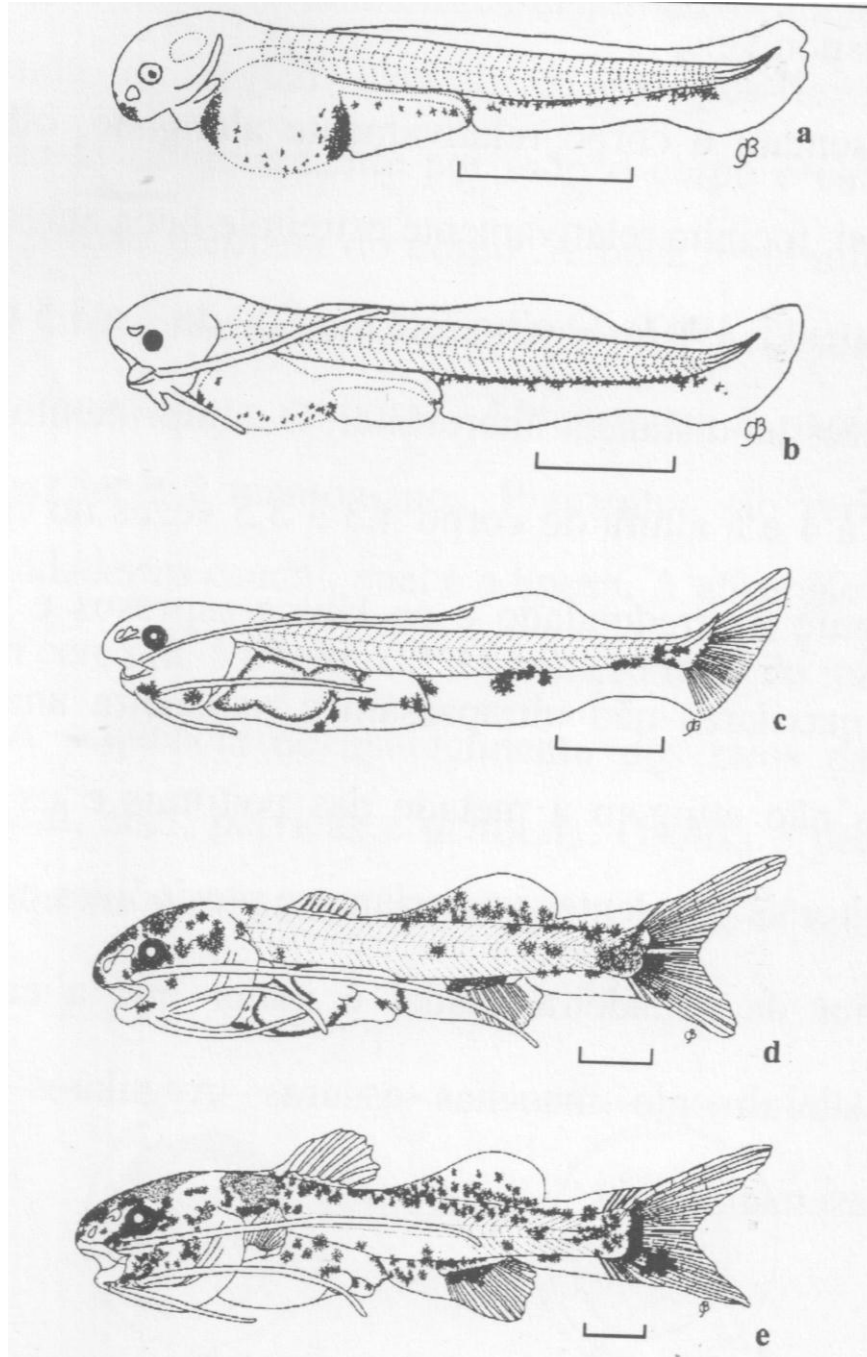


Figura 2 – Larva de *Pimelodus ortmanni* (a) larval vitelino; (b) pré-flexão; (c) início de flexão; (d) final de flexão; (e) pós-flexão. Fonte: Nakatani *et al.* (2001).

Anexo IIITabela 1: Principais diferenças entre as larvas *Pimelodus britskii* e *Pimelodus ortmanni*.

	Principais diferenças
	Caracter
Pigmentação	
<i>P. britskii</i>	Maior concentração de melanóforos na fase de pré- flexão no saco vitelino
<i>P. ortmanni</i>	Maior concentração de melanóforos na fase de larval vitelino no saco vitelino
Miômeros	
<i>P. britskii</i>	Na fase de pós-flexão número total de miômeros variou de 47 a 50
<i>P. ortmanni</i>	Na fase de pós-flexão número total de miômeros variou de 38 a 41