



Estado do Paraná

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – Unioeste**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

**ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO GONADAL DE *Pimelodus britskii***  
**GARAVELLO & SHIBATTA, 2007 (SILURIFORMES – PIMELODIDAE) DE**  
**PRIMEIRA GERAÇÃO (F1) MANTIDOS EM CATIVEIRO**

**Juliano Karvat de Oliveira**

**Toledo – Paraná – Brasil**

**2019**



Estado do Paraná

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – Unioeste**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA**

**ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO GONADAL DE *Pimelodus britskii***  
**GARAVELLO & SHIBATTA, 2007 (SILURIFORMES – PIMELODIDAE) DE**  
**PRIMEIRA GERAÇÃO (F1) MANTIDOS EM CATIVEIRO**

**Juliano Karvat de Oliveira**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/Campus Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. Paulo Vanderlei Sanches  
Coorientador: Dr. Robie Allan Bombardelli

**Mês/2019**  
**Toledo – PR**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Oliveira, Juliano Karvat de  
ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO GONADAL DE *Pimelodus  
britskii* GARAVELLO & SHIBATTA, 2007 (SILURIFORMES ?  
PIMELODIDAE) DE PRIMEIRA GERAÇÃO (F1) MANTIDOS EM  
CATIVEIRO / Juliano Karvat de Oliveira; orientador(a),  
Paulo Vanderlei Sanches; coorientador(a), Robie Allan  
Bombardelli, 2019.  
21 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste  
do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e  
Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais, 2019.

1. Desenvolvimento Gonadal. 2. Aquicultura. I. Sanches,  
Paulo Vanderlei. II. Bombardelli, Robie Allan. III. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Juliano Karvat de Oliveira**

“Desenvolvimento Gonadal de *Pimelodus britskii* Garavello & Shibatta, 2007 (Siluriformes – Pimelodidae) de primeira geração (F1) mantidos em cativeiro.”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

### COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Paulo Vanderlei Sanches  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Dr<sup>a</sup>. Lucélia Tessaro

---

Prof. Dr. Marcelo Angelo Campagnolo  
UDC Medianeira

Aprovada em: 07 de junho de 2019.

Local de defesa: Auditório do Gerpel – Unioeste Toledo.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
Procedimentos experimentais.....	8
Processamento histológico .....	9
Análises estatísticas .....	9
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>9</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>18</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Índice Gonadossomático de machos de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de avaliação (2014-2016). 10
- Figura 2** Aspectos microscópicos das fases do ciclo reprodutivo de machos de *Pimelodus britskii*. 12
- Figura 3** Índice Gonadossomático de fêmeas de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de avaliação (2014-2016). 13
- Figura 4** Aspectos microscópicos das fases do ciclo reprodutivo de fêmeas de *Pimelodus britskii*. 15

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Parâmetros biométricos e Índice Gonadossomático de machos primeira geração (F1) de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de coleta. 11
- Tabela 2** Média dos parâmetros biométricos e Índice Gonadossomático de fêmeas de primeira geração (F1) de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de coleta. 14

## RESUMO

OLIVEIRA, J. K. de. Análise do desenvolvimento gonadal de *Pimelodus britskii* Garavello & Shibatta, 2007 (Siluriformes – Pimelodidae) de primeira geração (F1) mantidos em cativeiro, 2019. 17 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/Campus Toledo, 2019.

A reprodução é considerada um dos aspectos mais importantes da biologia de uma espécie e apresenta uma série de características que podem sofrer variações em resposta às condições ambientais. Além disso, espécies com potencial para pesca e cultivo têm sido afetadas por fatores como, a ação antropológica, o desmatamento das matas ciliares, sobrepesca e a destruição de ambientes para reprodução e desenvolvimento de larvas e juvenis. Diante disso, a produção em cativeiro se configura em uma alternativa para a redução de pressão de pesca sobre os estoques naturais. No entanto, ainda que avanços quanto ao desenvolvimento de técnicas para a produção de juvenis em larga escala tenham sucesso na aquicultura brasileira, estas não contemplam todas as espécies. Por esse motivo, se faz necessário o estudo do desenvolvimento reprodutivo de peixes cultivados em cativeiro. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo analisar o desenvolvimento gonadal e a atividade reprodutiva *Pimelodus britskii*, de primeira geração (F1) mantidas em cativeiro. Para este estudo foram utilizados 227 indivíduos (131 machos e 96 fêmeas), de primeira geração (F1), a partir de seis meses de idade e realizada a avaliação dos parâmetros biométricos (peso e comprimento padrão) e reprodutivos (índice Gonadossomático e análise histológica das gônadas). Machos e fêmeas apresentaram ganho de peso e crescimento graduais durante os meses de acompanhamento. Quanto ao desenvolvimento gonadal, verificou-se machos e fêmeas sexualmente imaturos nos primeiros meses de observação, os quais correspondem com baixos valores de IGS. O desenvolvimento das gônadas de machos e fêmeas, observados microscopicamente, acompanharam as variações do IGS, sendo que os maiores valores registrados ocorreram nos meses de novembro e dezembro, indicando a influência sazonal no processo de maturação das gônadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice Gonadossomático, desenvolvimento gonadal, aquicultura



## ABSTRACT

OLIVEIRA, J. K. de. Análise do perfil reprodutivo de *Pimelodus britskii* Garavello & Shibatta, 2007 (Siluriformes – Pimelodidae) de primeira geração (F1) mantidos em cativeiro, 2019. 17 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/Campus Toledo, 2019.

The reproduction is considered one of the most important aspects of the biology of a species and presents a series of characteristics that may undergo variations in response to environmental conditions. In addition, species with potential for fishing and cultivation have been affected by factors such as anthropological action, deforestation of riparian forests, overfishing and destruction of environments for reproduction and development of larvae and juveniles. In view of this, captive production is an alternative for the reduction of fishing pressure on natural stocks. However, although advances in the development of techniques for the production of juveniles in large scale are successful in aquaculture in Brazil, they do not include all species. For this reason, it is necessary to study the reproductive development of fish farmed in captivity. In this sense, this work aims to analyze the gonadal development and reproductive activity of *Pimelodus britskii*, first generation (F1) kept in captivity. For this study 227 individuals (131 males and 96 females) were used, from the first generation (F1), from six months of age and the biometric parameters (weight and standard length) and reproductive parameters were evaluated (Gonadosomatic Relation and histological analysis of the gonads). Males and females showed gradual weight gain and growth during the follow-up months. Regarding gonadal development, sexually immature males and females were found in the first months of observation, which correspond to low IGS values. The development of male and female gonads, observed microscopically, through histological analysis, were proportional to the variations of the IGS increase, and the highest values occurred in November and December, indicating the seasonal influence on the gonad maturation process.

**KEY WORDS:** Gonadosomatic index, gonadal development, aquaculture.

## INTRODUÇÃO

A aquicultura é considerada uma atividade intensiva de geração de alimentos, sendo essa uma das melhores alternativas para diminuir a pressão da pesca sobre os estoques naturais culminando com a redução dos impactos nocivos que a exploração pesqueira, feita de forma indiscriminada, causa nos ecossistemas aquáticos (ROTTA; QUEIROZ, 2003). Fatores como o clima tropical e a alta disponibilidade de recursos hídricos favorecem a prática da aquicultura no Brasil, a qual recebe destaque mundial no mercado agrícola, com ênfase nas atividades zootécnicas relacionadas à aquicultura (KLIEMANN et al., 2018).

A região sul do Brasil, apesar de apresentar clima ameno, se destaca na produção de produtos aquícolas. Dados gerais revelam que cerca de 49% da produção do país está concentrada nesta região. Além disso, em relação a produção de organismos de água doce, a região apresenta cerca de 53% do total produzido no Brasil (BORGHETTI et al., 2003, *apud* BROL, 2010).

O sucesso na piscicultura está estreitamente relacionado com a capacidade de perpetuação das espécies, produzindo larvas que serão utilizadas para criação visando a sua terminação ou formação do plantel de reprodutores (FURUYA; FURUYA (2001) e nessa perspectiva, é de extrema importância o entendimento dos processos reprodutivos relacionados às espécies de interesse. No entanto, há carência de uma terminologia simples e consistente para descrever o desenvolvimento reprodutivo dos peixes (BROWN-PETERSON et al., 2011).

A reprodução é considerada um dos aspectos mais importantes da biologia de uma espécie, todavia, esta pode sofrer variações em resposta às condições ambientais (SANTANA; TONDATO; SUAREZ, 2018).

Diante disso, a produção de espécies em cativeiro pode diminuir os efeitos dessas influências ambientais (DAMASCENO et al., 2017), já que esta prática pode ser controlada por manipulações ambientais, a qual inclui o fotoperíodo, a temperatura da água e também o substrato da desova, como também a manipulação hormonal (MYLONAS; FOSTIER; ZANUY, 2010).

O gênero *Pimelodus* destaca-se entre os peixes nativos brasileiros por ser o mais diversificado da família Pimelodidae, com 26 espécies (RIBEIRO; LUCENA, 2006). *Pimelodus britskii*, vulgarmente conhecido como mandi-pintado, espécie alvo deste estudo, é considerado endêmico do rio Iguaçu (BAUMGARTNER et al., 2012; GARAVELLO; SHIBATTA, 2007) e seu período reprodutivo abrange os

meses de novembro a janeiro (FEIDEN; BOSCOLO, 2010). Todavia, esta espécie não consegue completar seu ciclo reprodutivo quando cultivado em cativeiro e dessa forma, necessitam da utilização de hormônios para que seja desencadeado o processo reprodutivo (FEIDEN; BOSCOLO, 2010).

Ainda que avanços quanto ao desenvolvimento de técnicas para a produção de juvenis em larga escala tenham sucesso no Brasil, estas não contemplam todas as espécies (FEIDEN; BOSCOLO, 2010). Além disso, há carência de estudos que descrevam as alterações morfofisiológicas que ocorrem durante o ciclo reprodutivo de *Pimelodus britskii*. Diante disso, objetiva-se com este estudo avaliar, a partir de análises histológicas e do Índice Gonadossomático (IGS), o desenvolvimento gonadal de *Pimelodus britskii*, de primeira geração (F1) mantidos em cativeiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Procedimentos experimentais*

Peixes foram obtidos a partir de reprodução artificial de indivíduos selvagens estocados no Instituto de Pesquisa em Aquicultura Ambiental (InPAA) da UNIOESTE, *campus* Toledo/Paraná, sendo a primeira geração (F1) destes indivíduos. No total, foram utilizados 227 exemplares de *Pimelodus britskii*, dos quais 131 machos e 96 fêmeas, coletados mensalmente entre os meses de fevereiro de 2014 e agosto de 2016.

O experimento se iniciou após os peixes completarem seis meses de vida, e para o início da coleta, os peixes foram anestesiados por meio de imersão em solução de benzocaína (250 mg/ml) para obtenção dos parâmetros biométricos: peso, comprimento padrão (distância entre a parte anterior da cabeça e o final da coluna vertebral) e comprimento total.

Realizada a morfometria, os peixes foram eutanasiados por overdose de anestésico de acordo com a normativa do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2015). Ao constatar a morte dos animais, foi realizada incisão ventral para dissecação, extração e pesagem das gônadas (testículos e ovários) e vísceras. A análise quantitativa da atividade reprodutiva foi calculada por meio do Índice Gonadossomático (IGS) ( $\text{peso gônada/peso total} \times 100$ ) conforme estabelecido por Vazzoler (1996). Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

### *Processamento histológico*

Amostras de testículos e ovários foram fixadas em solução de Karnovsky (Paraformol 8%; Glutaraldeído 25%; tampão fosfato de Sorensen pH 7,4). As primeiras amostras coletadas foram desidratadas em álcool, infiltradas e incluídas em resina histológica. As demais amostras foram desidratadas em série crescente de etanol, diafanizadas em xilol e infiltradas e incluídas em parafina histológica (Paraplast). Para os de menor tamanho foram obtidos cortes transversais com 3  $\mu\text{m}$  de espessura, os quais foram corados com azul de toluidina. Para os maiores tamanhos as amostras foram processadas em paraplast, e cortadas com 5  $\mu\text{m}$  de espessura e corados com Hematoxilina e eosina. As modificações de epitélio germinativo foram analisadas de acordo com protocolo proposto por Brown-Peterson et al., (2011).

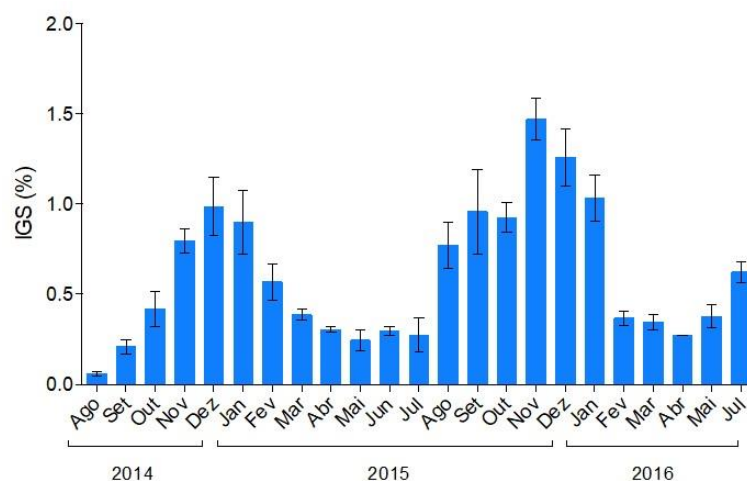
### *Análises estatísticas*

Os resultados foram expressos como média  $\pm$  erro padrão da média. Os dados foram analisados com o teste one-way ANOVA, seguido de post-hoc test Tukey. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas nos programas estatísticos R (R Coreteam, 2015) e GraphPad Prism versão 6.0 para MAC (GraphPad Software).

## **RESULTADOS**

Exemplares machos de *Pimelodus britskii* apresentaram ganho de peso e crescimento graduais ao longo do período de acompanhamento (agosto/2014 à julho/2016). Quanto ao Índice Gonadossomático (IGS), houveram variações durante os meses de acompanhamento, com pico significativo aos 22 meses de idade, em novembro de 2015 ( $p < 0,0001$ ) seguido de uma brusca queda em fevereiro de 2015 (tab. 1; fig. 1).

A análise do desenvolvimento gonadal dos machos, realizada por meio da análise histológica dos testículos, mostra de forma evidente todas as fases do ciclo reprodutivo (desenvolvimento, apto a espermiar, regressão e regeneração). Além disso, é possível observar a ocorrência de machos sexualmente imaturos, caracterizado pelo epitélio germinativo contendo apenas espermatogônias. Nesse momento é registrado o menor valor do IGS ( $0,06 \pm 0,01$ ) em comparação com os meses subsequentes (tab. 1).



**Figura 1** Índice Gonadosomático de machos de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de avaliação (2014-2016). Dados expressos como média (barras)  $\pm$  erro padrão da média (linhas).

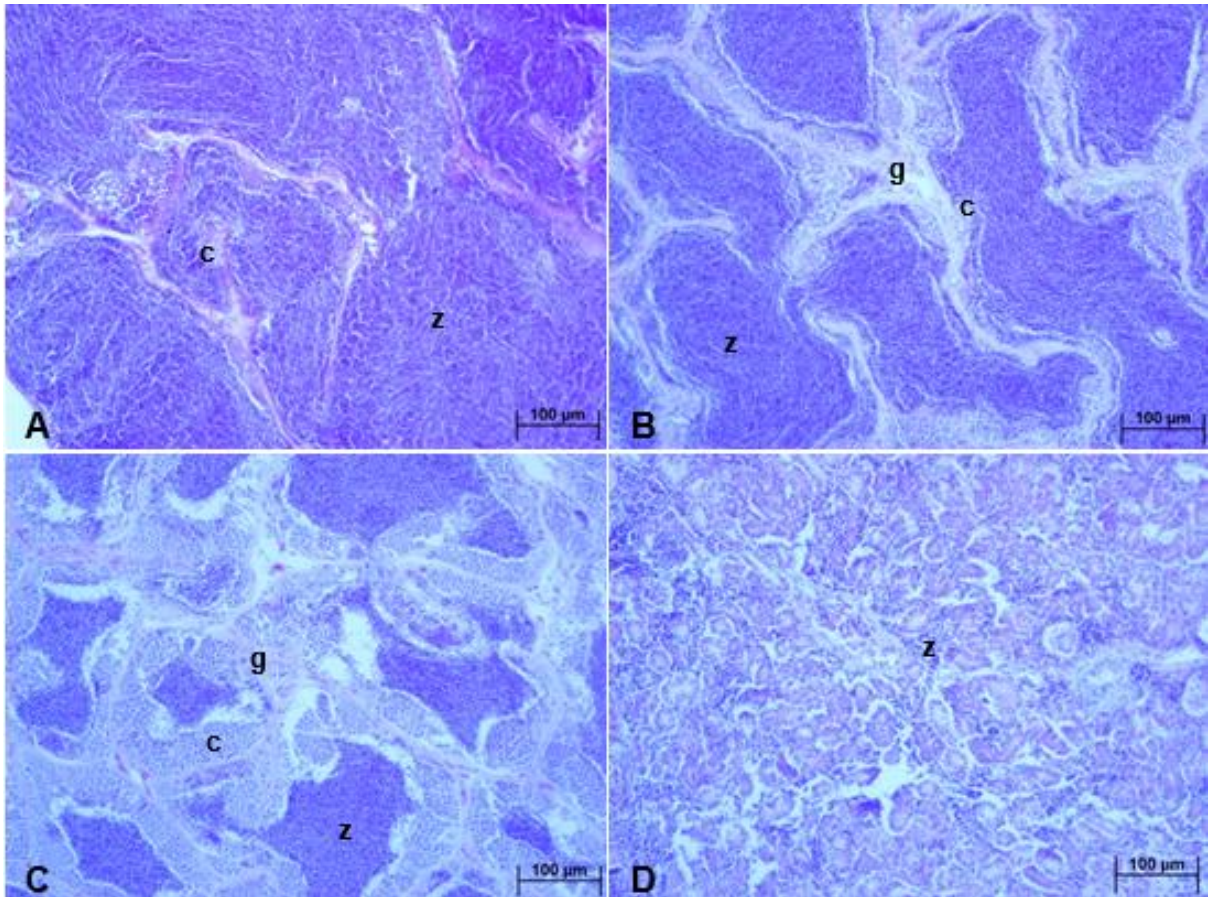
Na sequência, torna-se evidente a presença de espermátides e espermatozoides, caracterizando a fase de desenvolvimento (fig. 2A). É possível observar aumento gradual no IGS desses animais (tab. 1), demonstrando aumento no volume ocupado pela gônada na cavidade abdominal. Aos 22 meses de idade, a análise histológica dos testículos revela aumento nos espermatócitos, além de espermátides mais frequentes, aumento na quantidade de espermatozoides e presença de espermatozoides na luz dos túbulos seminíferos (fig. 2B). Tais características tornam os machos aptos a espermiar. Corroborando com essas características, é possível observar acentuado aumento no IGS em novembro/2015 ( $1,47 \pm 0,12$ ;  $p < 0,0001$ ), dezembro/2015 ( $1,26 \pm 0,16$ ) e janeiro/2016 ( $1,03 \pm 0,13$ ), seguido de brusca queda nos meses subsequentes (tab. 1).

As fases seguintes do ciclo reprodutivo são marcadas pela grande quantidade de vasos sanguíneos e espermatogônias, espermatozoides residuais e ausência de cistos de espermátides e poucos cistos de espermatócitos – regressão (fig. 2C), ou ainda, quantidade reduzida de espermatozoides residuais e espermatócitos, ou ausência destes, espermatogônias povoando todo o testículo – regeneração (fig. 2D). Na sequência, tem-se novamente a fase de desenvolvimento, dando continuidade ao ciclo reprodutivo.

**Tabela 1.** Parâmetros biométricos e Índice Gonadossomático de machos primeira geração (F1) de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de coleta. (EPM = Erro Padrão da Média; n = Número de indivíduos analisados).

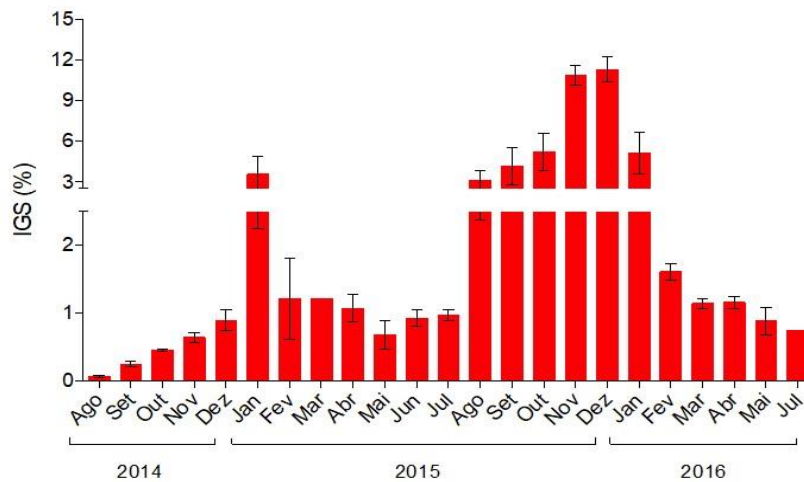
Ano	Mês	Peso (g) ± EPM (n)	Comp. Padrão (cm) ± EPM (n)	IGS (%) ± EPM (n)
2014	Ago	22,99 ± 1,65 (5)	10,94 ± 0,22 (5)	0,06 ± 0,01 (4)
	Set	20,23 ± 1,81 (5)	11,00 ± 0,27 (5)	0,21 ± 0,04 (5)
	Out	22,05 ± 3,27 (6)	11,53 ± 0,54 (6)	0,42 ± 0,10 (6)
	Nov	20,64 ± 2,42 (7)	10,87 ± 0,38 (7)	0,80 ± 0,07 (7)
	Dez	27,28 ± 3,93 (6)	12,17 ± 0,57 (6)	0,99 ± 0,16 (6)
2015	Jan	19,61 ± 3,00 (5)	11,38 ± 0,55 (5)	0,90 ± 0,18 (5)
	Fev	39,11 ± 5,61 (8)	12,94 ± 0,64 (8)	0,57 ± 0,10 (8)
	Mar	45,98 ± 2,39 (9)	13,41 ± 0,28 (9)	0,39 ± 0,03 (9)
	Abr	52,06 ± 7,92 (6)	14,73 ± 0,71 (6)	0,31 ± 0,01 (6)
	Mai	38,07 ± 8,82 (6)	12,75 ± 0,90 (6)	0,24 ± 0,06 (6)
	Jun	58,84 ± 10,91 (8)	14,88 ± 0,93 (8)	0,30 ± 0,02 (8)
	Jul	55,00 ± 13,92 (3)	15,00 ± 1,15 (3)	0,27 ± 0,09 (3)
	Ago	88,91 ± 15,68 (3)	17,37 ± 0,90 (3)	0,77 ± 0,13 (3)
	Set	76,20 ± 10,31 (5)	16,34 ± 0,80 (5)	0,96 ± 0,23 (5)
	Out	103,87 ± 12,11 (3)	18,00 ± 0,58 (3)	0,93 ± 0,08 (3)
	Nov	54,55 ± 11,93 (6)	15,17 ± 0,90 (6)	1,47 ± 0,12 (6)*
	Dez	39,80 ± 4,33 (4)	14,15 ± 0,43 (4)	1,26 ± 0,16 (4)
2016	Jan	110,94 ± 5,65 (6)*	19,13 ± 0,39 (6)*	1,03 ± 0,13 (6)
	Fev	51,75 ± 9,33 (4)	15,08 ± 0,81 (4)	0,37 ± 0,04 (4)
	Mar	54,07 ± 6,21 (9)	15,38 ± 0,67 (9)	0,35 ± 0,04 (9)
	Abr	96,74 ± 16,82 (2)	18,50 ± 1,00 (2)*	0,27 ± 0,001 (2)
	Mai	64,38 ± 12,02 (6)	16,75 ± 1,51 (6)	0,38 ± 0,06 (6)
	Jun			
	Jul	90,02 ± 12,70 (9)	18,22 ± 0,74 (9)*	0,62 ± 0,06 (8)

Os dados são apresentados como média ± erro padrão da média (n). Os símbolos \* indicam médias significativamente maiores em relação aos demais períodos. One-way ANOVA, post-hoc test Tukey. p<0,05.



**Figura 3** Aspectos microscópicos das fases do ciclo reprodutivo de machos da espécie *Pimelodus britskii*. (A) macho em desenvolvimento; (B) macho apto a espermiar; (C) macho em regressão; (D) macho em regeneração. **Legenda:** espermatogônia (g), espermatozoide (z), espermatócito (c) e espermátide (t). Azul de Toluidina. Aumento 10x. **Fonte:** Próprio autor (2018).

Assim como os machos, as fêmeas de *Pimelodus britskii* apresentaram ganho de peso e crescimento graduais durante o período de acompanhamento (tab. 2). A análise do IGS revela a evolução dos ovários ao longo do ciclo reprodutivo. Nos primeiros meses (agosto/2014 a dezembro/2014), são observados baixos valores de IGS (tab. 2; fig. 3) e na análise histológica é possível observar que as fêmeas se encontram ainda imaturas.



**Figura 4** Índice Gonadosomático de fêmeas de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de avaliação (2014-2016). Dados expressos como média (barras) ± erro padrão (linhas) da média. **Fonte:** Próprio autor (2018).

Na sequência, observa-se aumento no IGS caracterizando o início e avanço da vitelogênese (tab. 2). Nesse momento os ovários passam a ocupar maior espaço na cavidade abdominal, caracterizando a fase de desenvolvimento (fig. 4A e B).

Ao completar 20 meses de idade (setembro/2015) é possível verificar as primeiras ocorrências de fêmeas na fase aptas à desova, com pico significativo aos 22 e 23 meses de idade (novembro/2015 e dezembro/2015;  $p < 0,0001$ ). Nessa fase, há presença de oócitos completamente desenvolvidos nos ovários (fig. 4C), com consequente aumento no volume dos ovários, refletindo diretamente no IGS desses animais, o qual atingiu valores máximos de  $10,84 \pm 0,71$  (novembro/2015) e  $11,29 \pm 0,90$  (dezembro/2015) ( $p < 0,0001$ ) (tab. 2).

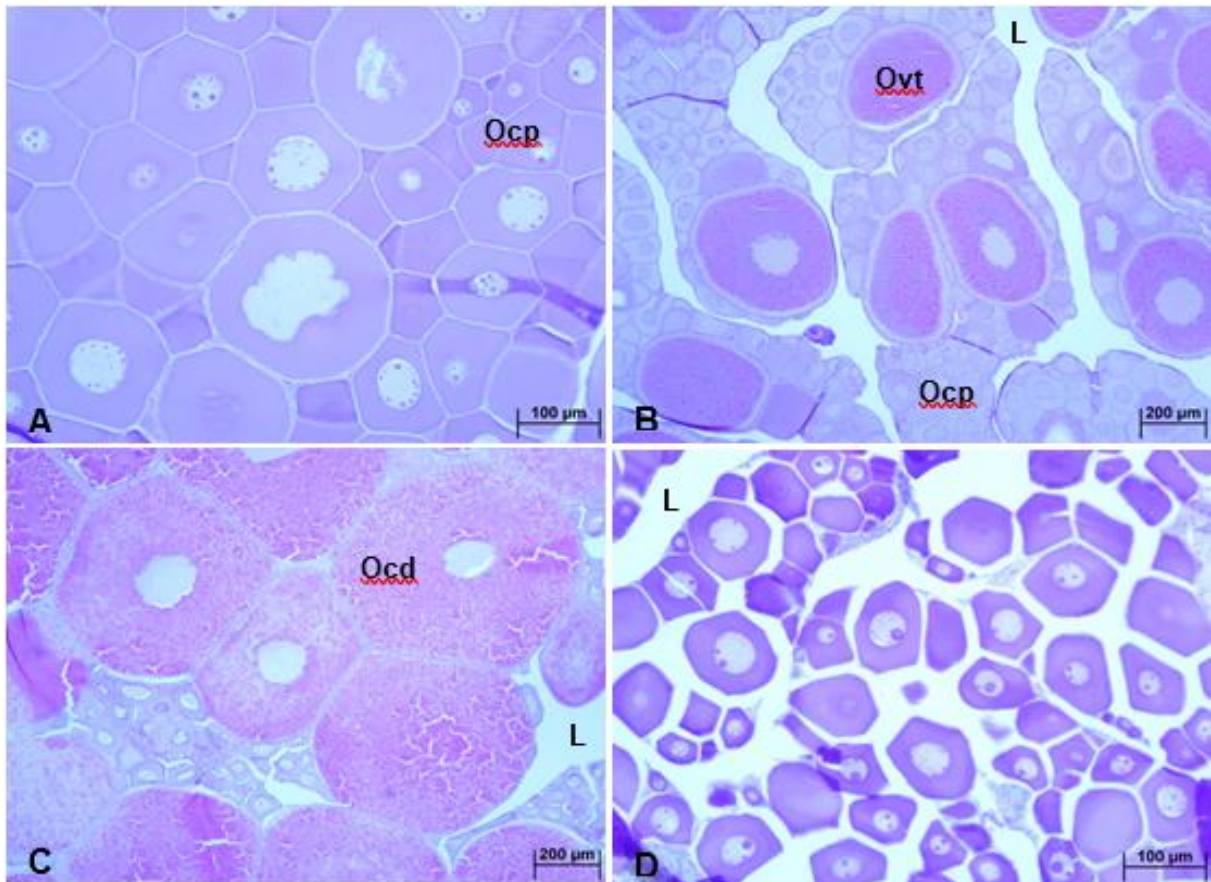
A partir de fevereiro observou-se brusca queda nos valores de IGS (tab. 2), devido ao pequeno volume ocupado pela gônada na cavidade abdominal. Na análise microscópica são observados oócitos em atresias e presença de oócitos em crescimento primário, os quais predominam o interior das lamelas, características indicativas das fases de regressão e regeneração (fig. 4D).



**Tabela 2.** Média dos parâmetros biométricos e Índice Gonadossomático de fêmeas de primeira geração (F1) de *Pimelodus britskii* ao longo de dois anos de coleta. (EPM = Erro Padrão da Média; n = Número de indivíduos analisados).

Ano	Mês	Peso (g) ± EPM (n)	Comp. Padrão (cm) ± EPM (n)	IGS (%) ± EPM (n)
2014	Ago	28,56 ± 3,65 (4)	11,10 ± 0,51 (5)	0,06 ± 0,01 (4)
	Set	23,30 ± 4,56 (5)	11,42 ± 0,65 (5)	0,24 ± 0,04 (5)
	Out	18,74 ± 2,54 (4)	11,18 ± 0,67 (4)	0,45 ± 0,02 (4)
	Nov	20,16 ± 3,37 (4)	11,03 ± 0,64 (4)	0,64 ± 0,07 (4)
	Dez	19,21 ± 1,05 (4)	12,30 ± 1,05 (4)	0,89 ± 0,16 (4)
2015	Jan	33,24 ± 5,52 (4)	13,00 ± 0,58 (4)	4,98 ± 1,69 (4)
	Fev	33,27 ± 9,39 (3)	12,30 ± 1,25 (3)	1,21 ± 0,60 (3)
	Mar	83,58 ± 0,00 (1)	16,30 ± 0,00 (1)	1,21 ± 0,00 (1)
	Abr	64,49 ± 8,38 (3)	14,50 ± 1,02 (4)	1,07 ± 0,20 (3)
	Mai	63,50 ± 20,83 (4)	14,63 ± 1,68 (4)	0,68 ± 0,21 (4)
	Jun	40,23 ± 14,34 (2)	13,20 ± 1,30 (2)	0,92 ± 0,12 (2)
	Jul	99,50 ± 7,72 (4)	17,48 ± 0,35 (4)	0,97 ± 0,08 (4)
	Ago	122,43 ± 10,57 (7)	18,87 ± 0,54 (7)	3,09 ± 0,71 (7)
	Set	135,98 ± 23,49 (5)	19,14 ± 1,02 (5)	4,18 ± 1,37 (5)
	Out	108,79 ± 21,10 (7)	18,46 ± 1,18 (7)	5,23 ± 1,37 (7)
	Nov	117,54 ± 26,67 (4)	18,75 ± 1,64 (4)	10,84 ± 0,71 (4)*
	Dez	46,27 ± 12,26 (6)	13,52 ± 1,08 (6)	11,29 ± 0,90 (6)*
2016	Jan	95,76 ± 10,40 (4)	17,75 ± 0,66 (4)	5,14 ± 1,54 (4)
	Fev	75,32 ± 13,10 (4)	17,13 ± 1,16 (4)	1,61 ± 0,12 (4)
	Mar	84,56 ± 19,09 (3)	17,67 ± 1,64 (3)	1,14 ± 0,07 (3)
	Abr	198,19 ± 25,17 (8)	22,98 ± 1,17 (8)*	1,16 ± 0,09 (8)
	Mai	108,96 ± 9,85 (4)	19,45 ± 0,42 (4)	0,88 ± 0,20 (4)
	Jun			
	Jul	213,50 ± 0,00 (1)*	24,00 ± 0,00 (1)*	0,74 ± 0,00 (1)

Os dados são apresentados como média ± erro padrão da média (n). Os símbolos \* indicam médias significativamente maiores em relação aos demais períodos. One-way ANOVA, post-hoc test Tukey. p<0,05.



**Figura 5** Aspectos microscópicos das fases do ciclo reprodutivo de fêmeas da espécie *Pimelodus britskii*. (A) fêmea em desenvolvimento inicial; (B) fêmea em desenvolvimento; (C) fêmea apto à desova (D) fêmea em regeneração. **Legenda:** Oócito em crescimento primário (Ocp); Oócito em vitelogênese (Ovt); Oócito completamente desenvolvido (Ocd); Luz do ovário (L). Hematxilina e Eosina. Aumento 4x (B e C) e 10x (A e D). **Fonte:** próprio autor (2018).

## DISCUSSÃO

Diversas espécies de peixes conhecidas no Brasil realizam a piracema, ou seja, deslocam-se por longas distâncias unicamente para reprodução. Esse deslocamento é responsável por alterar a fisiologia reprodutiva desses animais, causando alterações hormonais essenciais para o processo de reprodução (GODINHO, 2007; SARY, 2014; ABREU et al., 2015). Peixes criados em cativeiro são impossibilitados de realizar a migração reprodutiva, todavia, existem outros fatores responsáveis pelo desenvolvimento do processos inicial e final de maturação gonadal e liberação dos gametas em espécies migradoras (BARBIERI et al., 2000).

Tais fatores são estímulos ambientais (abióticos) como a temperatura da água, o fotoperíodo, a disponibilidade de alimento e cheias dos rios (BARBIERI et al., 2000; RIBEIRO; MOREIRA, 2012; ANDRADE et al., 2015). Dessa forma, não somente o fator hormonal, mas também a influência sazonal é de suma importância no processo de maturação das gônadas dos peixes (GODINHO, 2007; HLIWA et al., 2017). Durante esse processo, que acontece ano a ano, as gônadas acumulam

espermatozoides ou ovócitos vitelogênicos até alcançar o pico no momento da reprodução (GODINHO, 2007; ANDRADE et al., 2015).

Neste estudo, verificamos crescimento e ganho de peso graduais tanto em machos como em fêmeas durante todo o período de observação. Quanto ao desenvolvimento gonadal, verificou-se machos e fêmeas sexualmente imaturos nos primeiros meses de observação, os quais correspondem com baixos valores de IGS.

O desenvolvimento dos testículos de machos foi proporcional ao aumento do IGS, em que os maiores valores correspondem com a fase “apto a espermiar”. O mesmo foi observado nas fêmeas, onde o desenvolvimento dos ovócitos correspondeu com as variações nos valores de IGS, sendo que os maiores valores registrados de IGS correspondem com a fase “apto à desova”. Assim, tais alterações indicam o período de aptidão reprodutiva. O mesmo fenômeno foi observado em outras espécies como: *Leporinus copelandii* (COSTA et al., 2005) *Pimelodus maculatus* e *Serrasalmus maculatus* (WILDNER, 2012), *Steindachneridion melanoderdatum* (TESSARO, 2015) e *Channa gachua* (MILTON et al., 2018).

Os maiores valores de IGS registrados ocorreram nos meses de novembro e dezembro de 2015, quando esses animais completaram 22 meses de idade. Nota-se que no ano anterior houve sutil aumento no IGS nesse mesmo período, indicando a influência sazonal no processo de maturação das gônadas. Arantes et al., (2013) demonstraram que os maiores valores de IGS coincidem com o aumento na temperatura da água e com a estação chuvosa, uma vez que o oxigênio dissolvido e o pH da água são capazes de influenciar no desenvolvimento gonadal e conseqüentemente no IGS.

Os processos reprodutivos normalmente apresentam ritmos endógenos desencadeados por sinais ambientais, de modo a encaixar o período reprodutivo em uma época ambiental favorável ao desenvolvimento das larvas e alevinos (BALDISSEROTTO, 2002). Dentre os fatores endógenos, destaca-se a ação de hormônios essenciais à reprodução que atuam no hipotálamo dos peixes culminando na produção de fatores liberadores de gonadotrofinas, os quais estimulam a liberação de hormônios gonadotróficos e a produção de esteroides (NAGAHAMA; YAMASHITA, 2008; SARY, 2014). Sendo assim, é possível afirmar que alterações nos aspectos endógenos e exógenos podem delimitar o período e o sucesso reprodutivo dos peixes (VAZZOLER, 1996).

Tais fatores são estímulos ambientais (abióticos) como a temperatura da água, o fotoperíodo, a disponibilidade de alimento e cheias dos rios (BARBIERI et

al., 2000; RIBEIRO; MOREIRA, 2012; ANDRADE et al., 2015). Dessa forma, não somente o fator hormonal, mas também a influência sazonal é de suma importância no processo de maturação das gônadas dos peixes (GODINHO, 2007; HLIWA et al., 2017). Durante esse processo, que acontece ano a ano, as gônadas acumulam espermatozoides ou ovócitos vitelogênicos até alcançar o pico no momento da reprodução (GODINHO, 2007; ANDRADE et al., 2015).

No entanto, vale ressaltar que os exemplares utilizados nessa pesquisa foram criados em cativeiro e não tiveram a maturação gonadal e a liberação dos gametas induzidas por hormônios. Mesmo assim, foi possível observar claramente a maturação sexual, marcada por alterações no epitélio germinativo e variações no IGS, tanto em machos como nas fêmeas, demonstrando que os fatores abióticos são de suma importância para o processo reprodutivo e a importância do cultivo de peixes em cativeiro para manutenção das espécies.

## **CONCLUSÃO**

Baseados nos resultados obtidos podemos concluir que machos e fêmeas de *Pimelodus britskii* tiveram o início do ciclo reprodutivo aos 22 meses de idade. Ainda, verificou-se que o período de aptidão reprodutiva desta espécie acontece nos meses de novembro e dezembro, indicando a influência sazonal no processo de maturação das gônadas.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. R.; GARCIA, P.; ZANIBONI-FILHO, E. Histological characterization of oocyte developmental stages of suruvi *Steindachneridion scriptum* kept in captivity. **Acta Sci., Anim. Sci.**, v. 37, n. 4, p. 351-256, 2015.
- ANDRADE, E. S.; ANDRADE, E. A.; FELIZARDO, V. O.; PAULA, D. A. J.; VERAS, G. C.; MURGAS, L. D. S. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 39, n.1 , p. 195-201, 2015.
- ARANTES, F. P; BORÇATO, F. L.; SATO, Y.; RIZZO, E. BAZZOLI, N. Reproduction and embryogenesis of the mandi-amarelo catfish, *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae), in captivity. **Anat Histol Embryol**, v. 43, n. 1, p. 30-39, 2013.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia dos peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002, 212 p.
- BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A. Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Gaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP). **Acta limnológica Brasilensis**, v. 12, p. 85-91, 2000.
- BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C. S.; BAUMGARTNER, D.; BIFI, A. G.; DEBONA, T.; FRANA, V. A. **Peixes do Baixo Rio Iguaçu**. Maringá: Eduem, 2012, 203 p.
- BROL, F. F. **Influência do cultivo de *Brycon orbignyanus* em tanques-rede sobre a qualidade da água do reservatório da usina hidroelétrica machadinho**. 2010. Dissertação (Mestrado) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.
- BROWN-PETERSON, N. J.; WYANSKI, D. M.; SABORIDO-REY, F.; MACEWICZ, B. J.; LOWERRE-BARBIER, S. K. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 52-70, 2011.
- Concea, 2015. **Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal**. Diretrizes da prática de Eutanásia. Resolução Normativa, p. 54, 2015.
- COSTA, A. P. R.; ANDRADE, D. R.; VIDAL JUNIOR, M. V.; SOUZA, G. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesq. agropec. bras.**, v. 40, n. 8, p. 789-795, 2005.
- DAMASCENO, D. Z.; KRAUSE, R. A.; ADAMES, M. S.; NEUMANN, G.; GIBATHE, A.; BOMBARDELLI, R. A.; ROMAGOSA, E. Induced spermiation of *Pimelodus britskii* (Teleostei: Pimelodidae) during the reproductive period. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 3, p. 862-874, 2017.

- FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. **Mandi-pintado: uma espécie com potencial de cultivo para o rio Iguçu**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2010.
- FURUYA, W. M.; FURUYA, V. R. B. Reprodução de Peixes. Em: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Canoas: ULBRA; 2001, 200 p.
- GARAVELLO, J. C.; SHIBATTA, O. A. A new species of the genus *Pimelodus* La Cépède, 1803 from the rio Iguçu basin and a reappraisal of *Pimelodus ortmanni* Haseman, 1911 from the rio Paraná system, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes: Pimelodidae). **Neotrop. Ichthyol.**, v. 5, n. 3, p. 285-292, 2007.
- GODINHO, H. P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Rev Bras Reprod Anim**, v.31, p. 351-360, 2007.
- HLIWA, P.; KRÓL, J.; SIKORSKA, J.; WOLNICKI, J.; DIETRICH, G. J.; KAMIŃSKI, R.; STABIŃSKA, A.; CIERESZKO, A. Gonadogenesis and annual reproductive cycles of an endangered cyprinid fish, the lake minnow *Eupallasella percnurus* (Pallas, 1814). **Anim Reprod Sci.**, v. 176, p. 40-50, 2017.
- KLIEMANN, B. C. K.; DELARIVA, R. L.; AMORIM, J. P. A; RIBEIRO, C. S.; SILVA, B.; SILVEIRA, R. V.; RAMOS, I. P. Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm. **Fisheries Research**, v. 204, p. 337-347, 2018.
- MILTON, J.; BHAT, A. A.; HANIFFA, M. A.; HUSSAIN, S. A.; RATHER, I. A. AL-ANAZI, K. M.; HAILAN, W. A. Q.; FARAH, M. A. Ovarian development and histological observations of threatened dwarf snakehead fish, *Channa gachua* (Hamilton, 1822). **Saudi J Biol Sci**, v. 25, n. 1, p. 149-153, 2018.
- MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **Gen Comp Endocrinol.**, v.165, n. 3, p. 516-534, 2010.
- NAGAHAMA, Y.; YAMASHITA, M. Regulation of oocyte maturation in fish. **Dev Growth Differ**, v.50, p.195-219, 2008.
- RIBEIRO, C. S., MOREIRA, R. G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. **Revista da Biologia**, v. 8, p. 58-61, 2012.
- RIBEIRO, F. R.; LUCENA, C. A. S. A new species of *Pimelodus* La Cépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) from the rio São Francisco drainage, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 4, p. 411-418, 2006.
- ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. **Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Produção de Peixes em Tanques-rede**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 27 p.

SANTANA, C. A.; TONDATO, K. K.; SUAREZ, Y. R. Reproductive biology of *Hyphessobrycon eques* (Characiformes: Characidae) in Southern Pantanal, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 79, n. 1, p. 70-19, 2018.

SARY, C. **Desenvolvimento ovocitário e testicular de *Rhamdia voulezi* e *Steindachneridion melanoderdatum*, espécies endêmicas do rio Iguaçu, Paraná-Brasil.** 2014. Dissertação (Mestrado) Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná.

TESSARO, L. **Biologia reprodutiva de surubins do Iguaçu, *Steindachneridion melanoderdatum*, em condições de cativeiro.** 2015. Tese (Doutorado) Centro de Aquicultura da Unesp, CAUNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: teoria a prática.** Maringá: EDUEM, 1996 169 p.

WILDNER, D. D. **Dinâmica de renovação das células germinativas femininas em duas espécies de Otariophysi com diferentes ciclos reprodutivos: *Serrasalmus maculatus* (Characiformes) e *Pimelodus maculatus* (Siluriformes).** 2012. Dissertação (Mestrado) Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.