

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 12/05/2021.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO  
DE MESQUITA FILHO” - UNESP**

**CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**

**Extrato bruto de hipófise de lambari  
*Astyanax altiparanae* (Characiformes:  
Characidae) como indutor de desova de  
espécies nativas.**

**Doutoranda: Laíza Maria De Jesus Silva**

**Bióloga**

**Jaboticabal, São Paulo**

**2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO  
DE MESQUITA FILHO” - UNESP**

**CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**

**Extrato bruto de hipófise de lambari  
*Astyanax altiparanae* (Characiformes:  
Characidae) como indutor de desova de  
espécies nativas.**

**Doutoranda: Laíza Maria De Jesus Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Sergio Ricardo Batlouni**

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 Doutor.

Jaboticabal, São Paulo

2019

S586e Silva, Laíza Maria de Jesus  
Extrato bruto de hipófise de lambari *Astyanax altiparanae*  
(Characiformes: Characidae) como indutor de desova de espécies  
nativas / Laíza Maria de Jesus Silva. -- Jaboticabal, 2019.  
ii, 65 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de  
Aquicultura, 2019

Orientador: Sergio Ricardo Batlouni

Banca examinadora: Crisiéle da Silva Ribeiro, Lucas Simon  
Torati, Maria Inês Borella, Renata Guimarães Moreira Whitton.

Bibliografia

1. Biotecnologia. 2. Desempenho reprodutivo. 3. Estradiol. 4.  
Reprodução induzida. 5. 17,20β-P. 6. Curimba. I. Título. II.  
Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.034

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**


Título: Extrato bruto de hipófise de lambari *Astyanax altiparanae* (Characiformes: Characidae) como indutor de desova em espécies nativas

AUTORA: LAÍZA MARIA DE JESUS SILVA

ORIENTADOR: SERGIO RICARDO BATLOUNI

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

  
Prof. Dr. SERGIO RICARDO BATLOUNI  
Laboratório de Reprodução de Peixes / Centro de Aquicultura da UNESP-CAUNESP

  
Profa. Dra. CRISTIÉLE DA SILVA RIBEIRO  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/ FEIS - UNESP

  
Dr. LUCAS SIMON TORATI  
Embrapa Pesca e Aquicultura / EMBRAPA, Palmas-TO

  
Professor Titular RENATA GUIMARÃES MOREIRA WHITTON  
Departamento de Fisiologia - Instituto de Biociências / Universidade de São Paulo - SP

  
Professor Assistente Doutor MARIA INÊS BORELLA  
Departamento de Histologia e Embriologia / UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Jaboticabal, 12 de novembro de 2019.

## Sumário

Agradecimentos .....	6
Apoio financeiro.....	9
Resumo.....	10
Abstract.....	11
Lista de figuras.....	13
Lista de tabelas .....	17
Lista de abreviações .....	18
1. Introdução e Justificativa do Tema .....	20
1.1. Reprodução induzida em peixes .....	20
1.2. Endocrinologia da reprodução dos peixes .....	21
1.3. Histórico da hipofiseação .....	23
1.4. Caracterização da espécie: <i>Astyanax altiparanae</i> .....	24
2. Objetivo geral:.....	25
3. Justificativa do projeto .....	26
4. Material e métodos: .....	26
4.1. Experimento 1:.....	27
4.1.1. Delineamento experimental: .....	27
Tabela 1. Análise físico-químicas da água dos viveiros.....	28
4.2. Experimento 2.....	29
4.2.1. Delineamento experimental:.....	29
4.3. Experimento 3.....	31
4.3.1. Delineamento experimental: .....	31
4.4. Experimento 4 .....	31
4.4.1. Delineamento experimental: .....	31
4.5. Experimento 5:.....	33
4.5.1. Delineamento experimental: .....	33
4.6. Experimento 6.....	34
4.6.1. Delineamento experimental: .....	34
4.7. Análises das amostras: .....	35
4.8. Análise dos dados:.....	37
5. Resultados.....	38
5.1. Descrição morfológica dos oócitos de <i>A. altiparanae</i> :.....	38
5.2. Experimento 1: Análise das características reprodutivas das fêmeas doadoras de hipófises de <i>A. altiparanae</i> .....	41

5.3. Experimento 2: Indução hormonal em fêmeas de <i>A. altiparanae</i> com aplicação de dose única.....	42
5.3.1. Índice gonadossomático (IGS):.....	42
5.3.3. Densidade volumétrica:.....	43
5.4. Experimento 3 – Indução hormonal em fêmeas de <i>A. altiparanae</i> em dose única.....	45
5.4.1. Desempenho reprodutivo.....	45
5.5. Experimento 4: Indução hormonal em fêmeas de <i>A. altiparanae</i> com aplicação fracionada de dose. ....	46
5.5.1. Índice gonadossomático (IGS):.....	46
5.5.2. Desempenho reprodutivo:.....	48
5.5.3. Densidade volumétrica nos diferentes grupos: .....	49
5.5.4. Densidade volumétrica comparando dentro de cada grupo:.....	51
5.6. Experimento 5: .....	54
a) Análise das características reprodutivas das fêmeas doadoras de hipófises de <i>A. altiparanae</i> para indução hormonal de fêmeas de <i>P. lineatus</i> :	
54	
5.7. Experimento 6 - Indução hormonal em fêmeas em <i>P. lineatus</i> com aplicação fracionada de doses.....	55
6. Discussão .....	55
7. Considerações finais.....	61
8. Referências.....	61

Dedico minha tese, aos meus avós e minha mãe, por sempre apoiarem meus sonhos, por estarem ao meu lado em todos os momentos, me lembrando o quanto sou amada e querida por eles.



## **Agradecimentos**

Primeiramente, a minha avó, Josefa, por ser tão presente na minha vida, por ser minha maior incentivadora e me dar tanto amor e carinho. Meu maior exemplo de amor, luta e coragem, agradeço imensamente por despertar em mim a paixão pela confeitaria. E a minha mãe, Aracelis, por me apoiar em todas as minhas escolhas, incentivar nos momentos mais difíceis, e por todo amor recebido.

Ao meu tio, Antônio Marcos (*in memoriam*), que gostaria de estar presente neste momento tão especial da minha vida acadêmica, mas agora torce por mim espiritualmente.

Ao meu pai, João, por todo amor, carinho e generosidade, principalmente me apoiando e possibilitando que eu realizasse o sonho de cursar uma universidade pública.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Ricardo Batlouni, por aceitar me orientar no doutorado sem mesmo me conhecer e me receber tão bem. Sou muito grata por me possibilitar trabalhar com este projeto e confiar que eu seria capaz de desenvolvê-lo. Com toda certeza, você é um grande profissional, no qual me espelho, por todo seu conhecimento, dedicação, profissionalismo, incentivo e principalmente, otimismo e disponibilidade em tirar minhas dúvidas. É ótimo trabalhar com pessoas que nos dão liberdade, acreditam e confiam no nosso potencial. Meu muito obrigada!

Ao Laboratório de Reprodução de Peixes Nativos, Adalberto, Guilherme, Marina, Rafael Sato, Xina. Em especial, Rafael Kuradomi, que me ajudou muito no primeiro ano de doutorado, e a Gabriela Brambila, que me ensinou a extrair as hipófises. Agradeço aos cafés, conversas, risadas e principalmente ajuda nos meus experimentos, vocês são uma grande equipe.

A Mariana Roza De Abreu, que além de ser minha colega de laboratório, é uma grande amiga, pela qual tenho imenso carinho, agradecimento e admiração. Agradeço por compartilhar seu conhecimento científico, por me auxiliar na estatística, nas inúmeras coletas, principalmente das hipófises, que é um trabalho que exige muito cuidado, concentração e tempo. Além disso,

agradeço a amizade fora do laboratório, por me dar leveza nesta longa caminhada, pelas conversas, carinho e paciência.

Aos membros da banca da qualificação, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Crisiéle S. Ribeiro e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Laura S. O. Nakaghi, por aceitarem meu convite e pelas ricas sugestões e correções para que eu pudesse melhorar meu trabalho.

Aos membros da banca de defesa, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Crisiéle S. Ribeiro, Dr. Lucas S. Torati, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Inês Borella e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Guimarães Moreira Whitton, por aceitarem meu convite contribuindo com suas experiências, conhecimento, correções e sugestões. Obrigada por participarem deste momento tão sonhado e gratificante.

A turma de Ciências Biológicas 2009 da Unesp de Ilha Solteira, por me proporcionar conhecer pessoas incríveis e viver os melhores momentos da minha vida.

A Ingrid Amaral, que me acolheu em sua casa na minha mudança para Jaboticabal, me recebeu com muito carinho e me ajudou na minha adaptação. Agradeço aos nossos 10 anos de amizade desde a graduação, sempre me acolhendo com sua amizade, carinho e amor. Também agradeço por compartilhar seu cachorrinho, Bilbinho, o qual se tornou meu grande companheiro de quatro patas.

A Juliana Teramachi e Jéssica Marques, que foram imprescindíveis na minha mudança para Jaboticabal, tiveram muita paciência, carinho e amizade.

Ao meu grande amigo, Wanderson Rodrigues, que desde a graduação, me presenteia com sua amizade, carinho, conselhos e sabedoria.

Aos funcionários do Caunesp, Luiz, Marcio e Valdecir que nos auxiliaram na seleção dos reprodutores e nos experimentos. A Elaine, Eleusa, Lúcia, Mayara, Silvinha e Suerly sempre nos alegrando com suas conversas e simpatia.

A David Lorente, pela atenção e paciência em sempre nos ajudar com os assuntos da Pós-graduação.

Aos meus amigos de Ilha Solteira, Cristiane Bashiyo, Jumma Miranda e Renan Leão, que mesmo não estando mais presentes no meu convívio, sempre estão presentes em meu pensamento. Vocês fazem parte desta conquista.

A Allana Feitoza, Andressa Tellechea, Monique Viraes e Thaís Silva que se tornaram muito especiais nesta etapa final.

A minha tia Laura e avó Lúcia, por serem tão atenciosas, carinhosas e acreditarem em mim.

A Dona Zilda, por todo cuidado, amizade e amor. Agradeço por tudo o que fez por mim, por nossos almoços de domingo, por nossas caminhadas e conversas. Nunca me esquecerei da senhora, te guardo em meu coração.

A Dona Cidinha, uma pessoa muito querida e imensamente generosa por quem tenho muita admiração e carinho.

A confeitaria, que me despertou uma grande paixão, momentos de descontração e principalmente uma renda extra.

**Apoio financeiro**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Resumo

Nosso principal objetivo foi testar o uso do extrato bruto de hipófise de lambari (EBHL) na reprodução induzida de *Astyanax altiparanae* e *Prochilodus lineatus*. No experimento 1, comparamos as características reprodutivas de lambaris (obtenção do EBHL) amostrados em outubro (OUT) e dezembro (DEZ). Então, fêmeas e machos (n=2500) foram distribuídos aleatoriamente em 10 viveiros escavados (3,08 peixes/m<sup>2</sup>). Assim, 1 fêmea de cada viveiro foi amostrada em OUT (n=5) e DEZ (n=5). Nos experimentos 2 e 3, foram testados EBHL de OUT e DEZ para indução hormonal de lambari em dose única. Nestes experimentos, 0,9% NaCl (C) e 6 mg. Kg<sup>-1</sup> CP (extrato bruto de hipófise de carpa) foram usados como controle negativo e positivo, respectivamente. No experimento 4, fracionamos as doses e adicionamos o controle sem manipulação hormonal (CC). No experimento 5, novos EBHL foram obtidos como no experimento 1. No experimento 6, testamos o EBHL para indução hormonal de curimba. Desta forma, no experimento 1, as características das fêmeas doadoras de OUT e DEZ foram similares (p>0,05) indicando que EBHL pode ser coletado ambos os meses. Nos experimentos 2 e 3 observamos desempenho reprodutivo similar entre os grupos. No experimento 4, o fracionamento das doses diminuiu a heterogeneidade no desempenho (observadas nos experimentos 2 e 3) e apenas neste experimento, pelo menos uma réplica de cada tratamento apresentou desova, exceto CC. No experimento 6, EBHL promoveu a ovulação em *P. lineatus*. Assim, neste estudo mostramos que o EBHL pode ser usado para reprodução induzida de *A. altiparanae* e *P. lineatus*. Assim observamos que o EBHL assim como o CP, apenas intensificou alguns parâmetros reprodutivos no lambari. Já no curimba, o EBHL e o CP induziram as desovas. Portanto, *A. altiparanae* não se mostrou um bom modelo biológico para o desempenho reprodutivo, pois algumas fêmeas desovaram sem necessidade de indução e, mesmo com uso de CP (amplamente usado em pesquisas e por produtores), poucas fêmeas ovularam. Portanto, neste estudo definimos de forma inédita um protocolo para coleta de EBHL que permite obter hipófises de fêmeas maduras e é capaz de induzir a desova.

**PALAVRAS-CHAVE:** biotecnologia, desempenho reprodutivo, estradiol, reprodução induzida, 17,20 $\beta$ -P, curimba.

### **Abstract**

Our main goal was to test the lambari pituitary extract (EBHL) in the induced reproduction of *Astyanax altiparanae* and *Prochilodus lineatus*. In the experiment 1 we compared the reproductive features of lambari (to obtain the EBHL) sampled at October (OUT) and December (DEZ). Thus, females and males (n = 2500) were distributed in 10 earthen ponds (3.08 fish / m<sup>2</sup>), and then 1 female from each earthen pond was sampled in OUT (n = 5) and in DEZ (n = 5). In the experiments 2 and 3 we tested the use of EBHL from OUT and DEZ to induce the reproduction of lambari in a single dose. Moreover, 0.9% NaCl (C) and 6 mg. Kg<sup>-1</sup> CP (carp pituitary extract) were applied as negative and positive control, respectively. In the experiment 4 we applied the fractioned doses (10% + 90%) and added one control without handling (CC). In the experiment 5 a new batch of EBHL was collected using the same methods as in Experiment 1. In the experiment 6 we tested the use of EBHL to induce the reproduction of curimba. In the experiment 1 we observed that the EBHL's donor from OUT and DEZ showed similar characteristics (p>0.05), indicating that the EBHL can be collected in both months. In the experiments 2 and 3 the reproductive performance was similar among groups. The application of two doses (experiment 4) decreased the reproductive performance heterogeneity in relation to experiments 2 and 3, and in this experiment at least one replicate of each treatment showed spawning (except for CC). In the experiment 6 the EBHL could induce the ovulation in *P. lineatus*. In summary, in this study we are showing that the EBHL was able to induce the reproduction of lambari and curimba. In the case of the former, EBHL as well as CP only intensified some reproductive parameters. In the case of curimba the ovulation was induced only when we used EBHL or CP. Lambari did not prove to be a good biological model for reproductive performance, because some females spawn without induction and, even with CP (widely used in research and by fish farmers), a reduced number of females ovulated. Finally, in this study we have for the first

time a protocol for EBHL collection from mature females, which could induce the ovulation in two native species.

**KEYWORDS:** biotechnology, reproductive performance, induced reproduction, estradiol, 17,20 $\beta$ -P, curimba.

## Lista de figuras

- Figura 1.** Diagrama para análise das características reprodutivas das fêmeas doadoras de OUT e DEZ no experimento 1 para indução hormonal da própria espécie. **Abreviações:** extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em dezembro (DEZ)..... 29
- Figura 2.** Diagrama de indução hormonal com aplicação de dose única de 6 mg. Kg<sup>-1</sup> de OUT, DEZ, CP e C (0,9% NaCl) em fêmeas de *A. altiparanae* nos experimentos 2 e 3. **Abreviações:** extrato bruto de hipófise de lambari coletado em outubro (OUT), extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em dezembro (DEZ), controle positivo (CP) e controle negativo (C). ..... 30
- Figura 3.** Diagrama de indução hormonal com aplicação fracionada de doses de 0,6 mg. Kg<sup>-1</sup> e 5,4 mg. Kg<sup>-1</sup> de OUT, DEZ, CP e C (0,9% NaCl) em fêmeas de *A. altiparanae* no experimento 4. **Abreviações:** extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT), extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em dezembro (DEZ), controle positivo (CP), controle negativo (C) e controle sem manipulação hormonal (CC). ..... 32
- Figura 4.** Diagrama para análise das características reprodutivas das fêmeas doadoras de (OUT) para indução hormonal de *P. lineatus* no experimento 6. **Abreviações:** extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletada no mês de outubro (OUT)..... 34
- Figura 5.** Diagrama de indução hormonal com aplicação fracionada de doses de 0,6 mg. Kg<sup>-1</sup> e 5,4 mg. Kg<sup>-1</sup> de OUT, CP e C (0,9% Na Cl) em fêmeas de *P. lineatus* no experimento 6. **Abreviações:** extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT), controle positivo (CP) e controle negativo (C). ..... 35
- Figura 6.** Oogênese em *A. altiparanae*. a) oócito previtelogênico inicial (opi) com nucléolos (nu) dispostos na periferia do núcleo; b) oócito previtelogênico final (opf) com aparecimento dos alvéolos corticais (ac); c) oócito vitelogênico inicial (ovi) caracterizado pelo surgimento dos grânulos de vitelo (gv); d) oócito vitelogênico final (ovf) com ocupação dos grânulos de vitelo (gv) por todo citoplasma; e) oócito com rompimento da vesícula germinativa (gvbd) em todo citoplasma; f) oócito atrésico (at) com zona radiata irregular (zr) e camada folicular descontínua (cf); g) folículo pós ovulatório destacando as estruturas remanescentes dos ovários após a oocitação: camadas da teca e foliculares (cf); h) tecido intersticial (ti) tecido conjuntivo que reveste os ovários dando suporte ao longo de todo desenvolvimento dos oócitos. Coloração: hematoxilina/eosina. .... 40



**Figura 7.** Densidade volumétrica dos oócitos em fêmeas doadoras de *A. altiparanae* classificados nos diferentes estágios de desenvolvimento nos meses outubro (OUT) e dezembro (DEZ) no experimento 1. Abreviações: fpo (folículo pós-ovulatório); opi (oócito previtelogênico inicial); opf (oócito previtelogênico final); ovi (oócito vitelogênico inicial); ovf (oócito vitelogênico final); gvbd (oócito com rompimento da vesícula germinativa); at (oócito atrésico) e ti (tecido intersticial). Os grupos foram analisados por Teste Man U Whitney ( $p < 0,05$ ). Os dados foram representados por mediana, primeiro e terceiro quartil ( $n = 10$ )..... 41

**Figura 8.** Índice gonadossomático (IGS) em fêmeas não desovadas ( $n=24$ ) de *A. altiparanae* no experimento 2. **Abreviações:** grupo inicial (IN), controle negativo (C), controle sem manipulação (CC), controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de lambari de *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari de *A. altiparanae* coletado em dezembro (DEZ). Os grupos foram analisados por teste Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ) e os dados foram representados por mediana, primeiro e terceiro quartil..... 42

**Figura 9.** Densidade volumétrica dos estágios dos oócitos em fêmeas desovadas ( $n=18$ ) e não desovadas ( $n=18$ ) de *A. altiparanae* no experimento 2. **Abreviações:** grupo inicial (IN), controle negativo (C), controle positivo (CP), controle sem manipulação hormonal (CC), extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em dezembro (DEZ); fpo (folículo pós-ovulatório); opi (oócito previtelogênico inicial); opf (oócito previtelogênico final); ovi (oócito vitelogênico inicial); ovf (oócito vitelogênico final); gvbd (oócito com rompimento da vesícula germinativa); at (oócito atrésico) e ti (tecido intersticial). Todos os grupos foram analisados por Kruskal-Wallis, letras iguais não representaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) e letras diferentes representaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Os dados foram representados por mediana, primeiro e terceiro quartil. .... 45

**Figura 10.** Índice gonadossomático (IGS) em fêmeas de *A. altiparanae* no experimento 4. A) Fêmeas desovadas ( $n=15$ ). B) Fêmeas não desovadas ( $n=15$ ). **Abreviações:** grupo inicial (IN), controle positivo (CP), controle negativo (C), controle sem manipulação hormonal (CC), extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* coletado em dezembro (DEZ). Os grupos foram analisados por One-Way ANOVA ( $p > 0,05$ ) seguido de teste Tukey HSD ( $p < 0,05$ ) e os dados foram representados por média e desvio padrão ..... 47

**Figura 11.** Densidade volumétrica dos estágios dos oócitos em *A. altiparanae* no experimento 4. A) Fêmeas desovadas (n=18); B) fêmeas não desovadas (n=18).

**Abreviações:** grupo inicial (IN), controle positivo (CP), controle negativo (C), controle sem manipulação hormonal (CC) extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari *A. altiparanae* em dezembro (DEZ); fpo (folículo pós-ovulatório); opi (oócito previtelogênico inicial); opf (oócito previtelogênico final); ovi (oócito vitelogênico inicial); ovf (oócito vitelogênico final); gvbd (oócito com rompimento da vesícula germinativa); at (oócito atrésico) e ti (tecido intersticial). Todos os grupos foram analisados por Kruskal-Wallis, letras iguais não representaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) e letras diferentes representaram diferença significativa ( $p<0,05$ ). Os dados foram representados por mediana, primeiro e terceiro quartil. .... 50

**Figura 12.** A-C) Comparação da densidade volumétrica dos oócitos em fêmeas desovadas e não desovadas em *A. altiparanae* nos grupos controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de *A. altiparanae* coletado em outubro (OUT) e em dezembro (DEZ) no experimento 4. **Abreviações:** fpo (folículo pós-ovulatório); opi (oócito previtelogênico inicial); opf (oócito previtelogênico final); ovi (oócito vitelogênico inicial); ovf (oócito vitelogênico final); gvbd (oócito com rompimento da vesícula germinativa); at (oócito atrésico) e ti (tecido intersticial). Os grupos foram analisados por Teste Man U Whitney ( $p<0,05$ ), letras iguais não representaram diferença ( $p>0,05$ ) e letras diferentes representaram diferença significativa ( $p<0,05$ ). Os dados foram representados por mediana, primeiro e terceiro quartil (n=10)..... 52

**Figura 13.** Níveis plasmáticos de  $17,20 \beta\text{-P}$  ( $\text{ng. mL}^{-1}$ ) em fêmeas de *A. altiparanae* no experimento 4. A) Fêmeas desovadas (n=15), os grupos foram analisados por teste Kruskal Wallis ( $p<0,05$ ) e os dados foram representados por mediana, primeiro e terceiro quartil. B) Fêmeas não desovadas (n=26), os grupos foram analisados por One-Way ANOVA ( $p>0,05$ ) seguido por teste Tukey HSD ( $p<0,05$ ) e os dados foram representados por média e desvio padrão. Letras iguais não representaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) e letras diferentes representaram diferença significativa ( $p<0,05$ ). **Abreviações:** grupos: inicial (IN), controle negativo (C), controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de lambari em outubro (OUT) e dezembro (DEZ). .... 53

**Figura 14.** Densidade volumétrica dos oócitos em fêmeas doadoras de *A. altiparanae* (n=5) classificados nos diferentes estágios de desenvolvimento no mês de outubro (OUT) no experimento 5. **Abreviações:** fpo (folículo pós-ovulatório); opi (oócito previtelogênico inicial); opf (oócito previtelogênico final); ovi (oócito vitelogênico inicial); ovf (oócito vitelogênico final); gvbd (oócito com rompimento da vesícula germinativa);

at (oócito atrésico) e ti (tecido intersticial). Os dados foram representados por media e desvio padrão..... 54

### Lista de tabelas

<b>Tabela 1.</b> Análise físico-químicas da água dos experimentos.....	28
<b>Tabela 2.</b> Cálculo das variáveis de desempenho reprodutivo. ....	37
<b>Tabela 3.</b> Comparação de IGS (%), dos níveis plasmáticos de E <sub>2</sub> (ng. mL <sup>-1</sup> ), 17,20β-P (ng. mL <sup>-1</sup> ) em fêmeas doadoras de hipófises de <i>A. altiparanae</i> nos meses de outubro (OUT) e dezembro (DEZ) no experimento 1. ....	41
<b>Tabela 4.</b> Desempenho reprodutivo com dose única de 6mg.Kg <sup>-1</sup> de OUT, DEZ, CP e C (0,9%NaCl) em fêmeas de <i>A. altiparanae</i> no experimento 2. <b>Abreviações:</b> controle negativo (C), controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari coletado em dezembro (DEZ). ....	43
<b>Tabela 5.</b> Densidade volumétrica dos oócitos em fêmeas desovadas de <i>A. altiparanae</i> classificados nos diferentes estágios de desenvolvimento induzidas com dose única de 6mg.Kg <sup>-1</sup> de CP, OUT, DEZ, C (0,9%NaCl) e IN no experimento 2. <b>Abreviações:</b> controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em dezembro (DEZ), controle negativo (C).....	44
<b>Tabela 6.</b> Desempenho reprodutivo com dose única de 6 mg. Kg <sup>-1</sup> de CP, OUT, DEZ e C (0,9%NaCl) em <i>A. altiparanae</i> no experimento 3. <b>Abreviações:</b> controle negativo (C), controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em dezembro (DEZ), .....	46
<b>Tabela 7.</b> Desempenho reprodutivo de fêmeas de <i>A. altiparanae</i> induzidas com dose única de 6mg.Kg <sup>-1</sup> de CP, OUT, DEZ e C (0,9% NaCl) no experimento 4. <b>Abreviações:</b> controle negativo (C), controle sem manipulação hormonal (CC), controle positivo (CP), extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em outubro (OUT) e extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em dezembro (DEZ). ....	48
<b>Tabela 8.</b> Avaliação de IGS (%), de níveis plasmáticos de E <sub>2</sub> (ng. mL <sup>-1</sup> ) e, 17,20β-P (ng. mL <sup>-1</sup> ) em fêmeas doadoras de hipófises de <i>A. altiparanae</i> no mês de outubro (OUT). ....	54
<b>Tabela 9.</b> Desempenho reprodutivo de fêmeas de <i>P. lineatus</i> induzidas com dose fracionada de 6mg.Kg <sup>-1</sup> de CP, OUT e C (0,9%NaCl) no experimento 6. <b>Abreviações:</b> controle negativo (C), controle positivo (CP) e extrato bruto de hipófise de lambari <i>A. altiparanae</i> coletado em outubro (OUT).....	55

### **Lista de abreviações**

17, 20  $\beta$ -P - 17 $\alpha$ ,20 $\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one

AT - Oócito atrésico

C – Solução salina (0,9%NaCl) – controle negativo

CC – Controle sem manipulação

CEPTA- Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura

CP – Extrato bruto de hipófise de carpa (controle positivo)

DEZ – Extrato bruto de hipófise de lambari coletado em dezembro

E<sub>2</sub> - 17 $\beta$  - estradiol

EBHC - Extrato bruto de hipófise de carpa

EBHL- Extrato bruto de hipófise de *A. altiparanae*

eCG: Gonadotropina coriônica equina

FAO – *Food and Agriculture Organization of United Nations*

FPO - Folículo pós ovulatório

FSH - Hormônio folículo estimulante

GnRH- Hormônio liberador de gonadotropinas

GnRHm- análogo do hormônio liberador de gonadotropina de mamíferos

sGnRH - - análogo do hormônio liberador de gonadotropina de salmão

GVBD – Oócito com rompimento da vesícula germinativa

hCG – Hormônio gonadotrópico coriônico

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGS - Índice gonadossomático

IN- Grupo inicial

LH - Hormônio luteinizante

MIS - *Maturation inducing steroid*

MPA- Ministério de Pesca e Aquicultura

OPF - Oócito previtelogênico final

OPI- Oócito pré-vitelogênico

OUT – Extrato bruto de hipófise de lambari coletado em outubro

OVF - Oócito vitelogênico final

Doutoranda: Laíza Maria de Jesus Silva    Orientador: Prof. Dr. Sergio Ricardo Batlouni

OVI - Oócito vitelogênico inicial

TI - Tecido intersticial

## **1. Introdução e Justificativa do Tema**

A aquicultura tem mostrado um grande crescimento nas últimas décadas representando 47% na produção mundial de peixes. Em contrapartida a pesca se manteve praticamente estagnada desde a década de 80. Dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO (2018) apontaram que houve um crescimento médio anual no consumo de peixes como fonte de alimento em torno de 3,2% ultrapassando o crescimento populacional que se manteve em 1,6%.

O Brasil ocupa 13º lugar no *ranking* dos maiores países produtores na aquicultura continental (FAO, 2018). Dentre esta destaca-se a piscicultura que produziu 722.560 toneladas de peixes em 2018 alcançando uma taxa de crescimento de 4,5% comparado ao ano anterior de acordo com o levantamento da Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR, 2019). Embora a produção de tilápia lidere o *ranking* de peixes cultivados no país, um grande número de espécies nativas também se destaca na produção como tambaqui, tambacu, pacu entre outros (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017) que apresentam um grande potencial para piscicultura e são importantes economicamente. Entretanto a falta de pacote tecnológico para as espécies nativas ainda é um entrave na sua produção, visto que a produção das espécies exóticas, como a tilápia, está mais relacionada as informações e tecnologias disponíveis do que as características destes animais (MPA, 2014).

## 7. Considerações finais

Neste estudo concluímos que o EBHL induz a desova em *P. lineatus*, entretanto pode intensificar a desova de *A. altiparanae*. As condições empregadas neste estudo permitem obter o EBHL 100 % de fêmeas maduras após um ou três meses do povoamento em meses de primavera ou verão, garantindo a obtenção de extrato com ação indutora de desova. Assim, *A. altiparanae* não é bom modelo biológico na reprodução induzida, pois as fêmeas desovam sem necessidade de indução e mesmo nos melhores tratamentos, uma fração muito baixa das fêmeas, efetivamente desovam. Mesmo assim, nosso estudo permite concluir que a dose fracionada de EBHC ou EBHL é mais indicada para esta espécie do que a dose única. Os níveis plasmáticos de 17,20 $\beta$ -P nos momentos aqui amostrados não explicam as pouco frequentes diferenças encontradas entre tratamentos e controle, quando fracionamos a dose de indução no lambari. Mesmo assim, o EBHL, mas não o EBHC, provocou elevações em relação aos níveis basais de 17,20 $\beta$ -P, reforçando seu potencial uso para fins comerciais.

## 8. Referências

ACUÑA, J. J. A.; RANGEL, J. L. H. Effects of hypophysial extract of common carp and the analog of the GnRH on the final maturation oocyte and the spawning of cachama negra (*Colossoma macropomum*). **Revista Científica**, FCV-LUZ, v. 19, p. 486-494, 2009.

AGOSTINHO, C.A.; MOLINARI, S. L.; AGOSTINHO, A. A.; VERANI, J.R. Ciclo reprodutivo e primeira maturação sexual de fêmeas do lambari, *Astyanax bimaculatus* (L.) (Osteichthyes- Characidae) do Rio Ivaí, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, p. 31-36, 1984.

ALCÂNTARA ROCHA, R. C. G.; CECCARELLI, P. S.; GASPAR, L. A.; BERNARDINO, G. O Banco de hipófises de curimatá, *Prochilodus lineatus*



Valenciennes,1847, no CEPTA – Método de extração e preservação. **Boletim técnico do CEPTA**, v.1, p.1-12, 1989.

AMARAL JR, H. R. Utilização de extrato hipofisário de galinha *Gallus domesticus*, para indução a desova de tenca *Tinca tinca* (L.1758). Opção de banco de hipófise para o pequeno produtor rural. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 5, p. 134-138, 1998.

ANDRADE, D.R.; YASUI, G.S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 27, n. 2, p. 166–172, 2003.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA PISCICULTURA. PEIXE BR. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019//>. Acesso em: 10 maio 2019.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 3. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2013.

BRAMBILA-SOUZA, G.; MYLONAS, C.C.; MELLO, P.H.; KURADOMI, R.Y.; BATLOUNI, S. R.; TOLUSSI, C.E.; MOREIRA, R.G. Thermal manipulation and GnRH $\alpha$  therapy applied to the reproduction of lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae* females (Characiformes: Characidae) during the non-breeding season. **General and comparative endocrinology**, v. 279, p. 120-128, 2019.

CARNEIRO, P. C.; MIKOS, J. D. Gonadotrofina coriônica humana e hormônio liberador de gonadotrofina como indutores da reprodução do jundiá. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, p.345-350, 2008.

CAROLSFELD, J., RAMOS, S. M., ORMANEZI, R., GOMES, J. H., BARBOSA, J. M., HARVEY. Analysis of Protocols for Application of LHRH Analog for Induced Final Maturation and Ovulation of Female Pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1887). **Aquaculture**, v. 74, p. 49–55, 1988.

CASSEL, M.; CAMARGO, M, P.; JESUS, L.W.O.; BORELLA, M.I. Involution processes of follicular atresia and post-ovulatory complex in a characid fish ovary: a study of apoptosis and autophagy pathways. **Journal of Molecular Histology**, v.48, p. 243-257, 2017.

CETTA, F.; GOETZ, F. W. Ovarian and plasma prostaglandin E and F levels in brook trout (*Salvelinus fontinalis*), during Pituitary-Induced Ovulation. **Biology of Reproduction**, v. 27, p. 1216-1221, 1982.

CHAUBE, R.; SINGH, R. K.; JOY, K. P. Effects of ovaprim, a commercial spawning inducer, on vasotocin and steroid hormone profiles in the catfish *Heteropneustes fossilis*: In vivo and in vitro studies. **General and Comparative Endocrinology**, v.195, p.190-200, 2014.

CHEHADE, C., CASSEL, M., BORELLA, M.I. Induced reproduction in a migratory teleost species by water level drawdown. **Neotropical Ichthyology**, v.13, p. 205–212, 2015.

CLELLAND, E.; PENG, C. Endocrine/paracrine control of zebrafish ovarian development. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v.312, p. 42–52, 2009.

COLPO, C. V.; CUNHA, M. A.; MEDEIROS, T.S.; BALDISSEROTTO, B. Rendimento e viabilidade da extração de hipófise de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Ciência Rural*, v. 41, p. 901-903, 2011.

CRESPO, D.; PRAMANICK, K.; GOETZ, F.W.; PLANAS, J.V. Luteinizing hormone stimulation of in vitro ovulation in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) involves follicle contraction and activation of proteolytic genes. **General and Comparative Endocrinology**, v. 188, p. 175-182, 2013.

CRISCUOLO-URBINATI E.; KURADOMI R.Y.; URBINATI, E.C.; BATLOUNI, S.R. The administration of exogenous prostaglandin may improve ovulation in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Theriogenology**, v. 78, p. 2087-2094, 2012.

DE ALMEIDA, M. D.; PEREIRA, T. S. B.; BATLOUNI, S. R.; BOSCOLO, C. N. P.; DE ALMEIDA, E. A. Estrogenic and anti-androgenic effects of the herbicide tebuthiuron in male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquatic Toxicology**, v. 194, p. 86- 93, 2018.

DE SOUZA, T. G.; HAINFELLNER, P.; KURADOMI, R.Y.; MUÑOZ, M. E.; HONJI, R.M.; MOREIRA, R.G.; BATLOUNI, S. R. Inappropriate management conditions, especially for the regressed class, are related to sperm quality in *Prochilodus lineatus*, **Theriogenology**, v. 83, p. 797-807, 2015.

DONALDSON, E. M. Manipulation of reproduction in farmed fish. **Animal Reproduction Science**, v. 42, n. 1-4, p. 381–392, 1996.

DONALDSON, E.M.; HUNTER, G. **Induced final maturation, ovulation and spermiation in cultured fish**. En: Hoar, W. S., Randall, D. J., Donaldson, E.M. (Ed), Fish Physiol. Academic Press, N. Y. p. 351-403, 1983.

DOS SANTOS, M. P.; YASUI, G. S.; XAVIER, P. L. P.; DE MACEDO ADAMOV, N. S.; DO NASCIMENTO, N. F.; FUJIMOTO, T. ; SENHORINI, J. A. ; NAKAGHI, L. S. O. Morphology of gametes, post-fertilization events and the effect of temperature on the embryonic development of *Astyanax altiparanae* (Teleostei, Characidae). **Zygote**, v. 1, p. 1-13, 2016.

EVANGELISTA, M. M., SUSSEL, F. R.; ROMAGOSA, E. Environmental manipulation on *Astyanax altiparanae* out-of-season spawning. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 47, p. 292-302, 2019.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. In: The state of world fisheries and aquaculture, 2018. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf>>. Acesso em 15 maio 2018.

FELIZARDO, V. O.; MURGAS, L. D. S.; ANDRADE, E. S.; LÓPEZ, P. A.; FREITAS, R. T. F.; FERREIRA, M. R. Effect of timing of hormonal induction on

reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*). **Theriogenology**, v.77, p.1570-1574, 2012.

FERREIRA, P.M.F.; NASCIMENTO, L.S.; DIAS, D.C.; MOREIRA, D.M.V.; SALARO, A.L.; FREITAS, M.B.D. Essential Oregano Oil as a Growth Promoter for the Yellowtail Tetra, *Astyanax altiparanae*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 1, 2014.

FIGUEIREDO-ARIKI, D. G. **Protocolos de indução hormonal com extrato bruto de hipófises de carpa e o perfil da prostaglandina F2 $\alpha$  durante a maturação final e ovulação em *Astyanax altiparanae***. 2019. 53f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal, 2019.

GARUTTI, V., BRITSKI, H.A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da Bacia do Alto Rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, v.13, p.65-88, 2000.

GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica**. São Paulo: Editora UNESP, 336p., 2003.

GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei, Characidae), com mancha umeral horizontalmente ovalada, da Bacia do Rio Guaporé, Amazônia. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 40, p. 217-229, 1997.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, p.351- 360, 2007.

GOETZ, F.W.; CETTA, F. Ovarian and plasma PGE and PGF in naturally ovulating brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and the effects of indomethacin on prostaglandin levels. **Prostaglandins**, v.26, p. 387-395, 1983.

GONÇALVES, L.U., PARISI, G., BONELLI, A., SUSSEL, F.R.; VIEGAS, E.M.M. The fatty acid compositions of total, neutral and polar lipids in wild and farmed lambari (*Astyanax altiparanae*) (Garutti & Britski, 2000) broodstock. **Aquaculture Research**, v.45, p. 195-203, 2014.

HAINFELLNER, P.; KURADOMI, R.Y.; SATO, R.; FIGUEIREDO, D; FREITAS, G.A.; QUEIROZ, L. D.; VALENTI, W. C.; VALENTI, P.; GE, W; BATLOUNI, S. R. Reproductive cycle of the Amazonian planktivorous catfish *Hypophthalmus marginatus* (Siluriformes, Pimelodidae). **Aquaculture Research**, p. 1-10, 2019.

HAINFELLNER, P.; SOUZA, T. G.; MOREIRA, R. G., NAKAGHI, L. S. O.; BATLOUNI, S. R. Gonadal steroids levels and vitellogenesis in the formation of oocytes in *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Teleostei:Characiformes). **Neotropical Ichthyology**, v.10, p.601-612, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Pecuária Municipal 2017. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2017\\_v45\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf) >. Acesso em 15 out. 2018.

ITZÉS, I.; SZABÓ, T.; KRONBAUER, E. K.; URBANYI, B. Ovulation induction in jundia (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) using carp pituitary extract or salmon GnRH analogue combined with dopamine receptor antagonists. **Aquaculture Research**, v. 46, p. 2924–377, 2015.

JALABERT, B.; SZÖLLÖSI, D. In vitro ovulation of trout oocytes: effect of prostaglandin on smooth muscle-like cells of the theca. **Prostaglandins**, v. 9, p.765–779, 1975.

JESUS, L.W.O.; BOGERD, J.; VIECELI, F.M.; BRANCO, G.S.; CAMARGO, M.P.; CASSEL, M.; MOREIRA, R.G.; YAN, C.Y.I.; BORELLA, M.I. Gonadotropin subunits of the characiform *Astyanax altiparanae*: Molecular characterization, spatiotemporal expression and their possible role on female

reproductive dysfunction in captivity. **General and Comparative Endocrinology**, v. 15, p. 150-163, 2017.

KURADOMI, R. Y.; FORESTI, F.; BATLOUNI, S. R. The effects of sGn-RHa implants on *Piaractus mesopotamicus* female breeders: An approach addressed to aquaculture. *Aquaculture International*, v.25, p. 2259–2273, 2017.

KURADOMI, R. Y.; BATLOUNI, S. R. PGF2 $\alpha$  and gonadal steroid plasma levels of successful and unsuccessful spawning *Piaractus mesopotamicus* (Teleostei, Characiformes) females. **Aquaculture international**, v. 26, p. 1083-1094, 2018.

LEVAVI-SIVAN, B.; BOGERD, J.; MAÑANÓS, E. L.; GÓMEZ, A.; LAREYRE, J. J. Perspectives on fish gonadotropins and their receptors. *General and Comparative Endocrinology*, v.165, p. 412-437, 2010.

LEVAVI-ZERMONSKY, B.; YARON, Z. Changes in gonadotropin and ovarian steroids associated with oocytes maturation during spawning induction in the carp. **General and Comparative Endocrinology**, v. 62, p.89-98, 1986.

LIRA, L. V. G.; KURADOMI, R.Y.; SOUZA, T. G.; HAINFELLNER, P.; BATLOUNI, S.R. *Astyanax altiparanae* ovarian maturation after spawning in water recycling systems. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, p. 1-10, 2018.

LOPES, J. P.; SOUZA, J. G.; ROCHA, M. C. F. Nova metodologia de hipofisectomia em curimatã *Prochilodus brevis* (Pisces, Prochilodontidae). **Revista Brasileira Engenharia de Pesca**, v.1, p. 91-101, 2006.

MARTINS, C.R.; POUEY, J.L.F.O.; VAZ, B.S.; LOPES, P. R. S. Extração e rendimento da hipófise da *Cyphocharax voga* em relação à maturação gonadal e ao sexo. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.284-286, 2008.

MEHDI, Y.; MOUSAVI, S; EHSAN, S. A review of the control of reproduction and hormonal manipulations in finfish species. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, p. 1643-1650, 2011.

MOULIN, A. R. Reprodução induzida de lambari (*Astyanax* sp.) com extrato hipofisário de tilápia, de frango e de rã. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2011, São José dos Campos, SP. Disponível em [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2011/anais/arquivos/RE\\_0521\\_1213\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0521_1213_01.pdf). Acesso em 08 out. 2016.

MPA – **Ministério da pesca e Aquicultura**. 1º Anuário brasileiro da pesca e aquicultura. 132p, 2014.

MURGAS, L. D. S., FELIZARDO, V. O.; FERREIRA, M. R., VERAS, G. V., ANDRADE, E. S., PAULA, D. A. J. Eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. **Ciência Animal**, v. 22, p. 197-206, 2012.

MYLONAS, C.C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**, v. 165, p. 516-534, 2010.

MYLONAS, C.; ZOHAR, Y. Use of GnRH $\alpha$ -delivery system for the control of reproduction in fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 10, p. 463-491, 2001.

NAGAHAMA, Y.; YAMASHITA, M. Regulation of oocyte maturation in fish. **Development Growth and Differentiation**. v. 50, p. 195–219, 2008.

NAKAYAMA, C. L. **Reprodução induzida e criopreservação do sêmen de papa-terra *Menticirrhus americanus* (Perciformes: Sciaenidae)**. 2011. 89 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, 2011.

NASCIMENTO, N. F.; PEREIRA-SANTOS, M.; PIVA, L. H.; MANZINI, B.; FUJIMOTO, T.; SENHORINI, J. A.; YASUI, G. S.; NAKAGHI, L. S. O. Growth, fatty acid composition, and reproductive parameters of diploid and triploid yellowtail tetra *Astyanax altiparanae*. **Aquaculture**, v. 471, p. 163-171, 2017.

NAVARRO, R.D.; SILVA, R.F.; FILHO, O.P.R.; CALADO, L.L.; REZENDE, F.P.; SILVA, C.S.; SANTOS, L.C. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. **Zootecnia Tropical**, v. 24, p.165-176, 2006.

NUNES, L. T.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B.; REIS, F. Y. T.; NERES, R. W. P. N.; SILVA, S. Q. Reprodução de peixes reofílicos nativos do Brasil: fertilização artificial e qualidade da água. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.42, p.15-21, 2018.

NWADUKWE, F. O. Inducing oocyte maturation, ovulation and spawning in the African catfish, *Heterobranchus longifilis* Valenciennes (Pisces: Clariidae), using frog pituitary extract. **Aquaculture and Fisheries Management**, Oxford, v.24, n.6, p. 625-630, 1993.

OGIWARA, K.; FUJIMORI, C.; RAJAPAKSE, S.; TAKAHASHI, T. Characterization of Luteinizing Hormone and Luteinizing Hormone Receptor and Their Indispensable Role in the Ovulatory Process of the Medaka. **Plos one**, v.8, 2013.

OGIWARA, K.; TAKAHASHI, T. A Dual Role for Melatonin in Medaka Ovulation: Ensuring Prostaglandin Synthesis and Actin Cytoskeleton Rearrangement in Follicular Cells. **Biology of Reproduction**, v. 94, p.1-15, 2017.

PAULINO, M. S.; MILIORINI, A. B.; MURGAS, L. D. S.; LIMA, F. S. M.; FELIZARDO, V. O. Desempenho reprodutivo do pacu, piracanjuba e curimba induzidos com extrato de buserelina. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, p. 39-45, 2011.



PEREIRA, G. J. M.; MURGAS, L. D. S.; SILVA, J. M. A.; MILIORINI, A. B.; LOGATO, P. V. R.; LIMA, D. Indução da desova de curimba (*Prochilodus lineatus*) utilizando eCG E EBHC. **Revista Ceres**, v. 2, p. 156-160, 2009.

PEREIRA, T. S. B.; BOSCOLO, C. N. P.; MOREIRA, R. G.; BATLOUNI, S. R. 2016. The use of mGnRHa provokes ovulation but not viable embryos in *Leporinus macrocephalus*. **Aquaculture International**, v.25, p. 515–529, 2017.

PEREIRA, T. S. B.; BOSCOLO, C.N.P.; MOREIRA, R. G.; BATLOUNI, S. R. *Leporinus elongatus* induced spawning using carp pituitary extract or mammalian GnRH analogue combined with dopamine receptor antagonists. **Animal reproduction**, v.15, p.64-70, 2018.

PETER, R.E.; YU, K.L. Neuroendocrine regulation of ovulation in fishes: basic and applied aspects. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.7, p. 173–197, 1997.

PODHOREC, P.; SOCHA, M.; AMMAR, I. B.; SOKOLOWSKA-MIKOLAJCZYK, M.; BRZUSKA, E.; MILLA, S.; GOSIEWSKI, G.; STEJSKAL, V.; SIMKO, M.; KOURIL. The effects of GnRHa with and without dopamine antagonist on reproductive hormone levels and ovum viability in tench *Tinca tinca*. **Aquaculture**, v. 465, p. 158-163, 2016.

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R. B.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambari do rabo amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B. E GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Brasil: editora UFSM, p. 101 –115, 2018.

RAHMAN, M. A.; OHTA, K.; CHUDA, H.; NAKANO, S.; MARUYAMA, K.; MATSUYAMA, M. 2001. Gonadotropin-induced steroidogenic shift towards maturation-inducing hormone in Japanese yellowtail during final oocyte maturation. **Journal of Fish Biology**, v.58, p.462-474, 2001.

RAMOS, R. O.; RAMOS, S. M.; MENDONÇA, J. O. J. Utilização de análogos do LHRH na indução à ovulação do Matrinchã, *Brycon cephalus*. (GÜNTHER, 1869). **Boletim Técnico CEPTA**, v. 10, p. 1-7, 1997.

SALARO, A.L.; CAMPELO, D. A. V.; PONTES, M.D.; ZUANON, J. A. S.; FURUYA, V.R.B.; FURYA, W. M. Avanços na nutrição e produção de lambaris. In: Marcos Tavares-Dias; Wagner dos Santos Mariano. (Org.). Aquicultura no Brasil: Novas Perspectivas: Produção e Reprodução de Organismos Aquáticos. 1ed.São Carlos: Pedro & João Editores, v. 2, p. 491-502, 2015.

SATO, Y.; SAMPAIO, E. V.; FENERICH-VERANI, N; VERANI, J. Biologia reprodutiva e reprodução induzida de duas espécies de Characidae (Osteichthyes, Characiformes) da bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p.267- 273, 2006.

SENTHILKUMARAN, B.; YOSHIKUNI, M.; NAGAHAMA, Y. A shift in steroidogenesis occurring in ovarian follicles prior to oocyte maturation. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 215, p. 11-18, 2004.

SIQUEIRA-SILVA, D. H.; SILVA, A. P. S.; NINHAUS-SILVEIRA, A.; VERÍSSIMO-SILVEIRA, R. Morphology of the urogenital papilla and its component ducts in *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Characiformes: Characidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 13, p. 309-316, 2015.

SOLIS-MURGAS, L. D.; V.O. FELIZARDO, V.O.; M.R. FERREIRA, M.R.; ANDRADE, E.S.; VERAS, G.C. Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 186–191, 2011.

SOUZA, E.D.; STREIT JR, D. P.; MORAES, G. V.; RIBEIRO, R. P.; POVH, J. A.; ARDOZO, R.M.; JUNIOR, E.L.; SAKAGUTI, E.S.; MENDEZ, L.D.V. Extratos de hipófise de frango e coelho na indução reprodutiva da carpa comum (*Cyprinus carpio*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, p. 99-107, 2003.

SOUZA, F. N.; MARTINSA, E. F.F.; FILHO, R.A.C.C.; ABREU, J.S.; PIRES, L.B.; STREIT JR, D.P., LOPERA-BARRERO, N.M.; POVH, J. A. Ovopel® and carp pituitary extract for induction of reproduction in *Colossoma macropomum* females. **Animal Reproduction Science**, v. 195, p.53–57, 2018.

SOUZA, T. G. **Desempenho reprodutivo e diferenciação gonadal em piautês-pintas**, *Leporinus friderici*, **Bloch 1794**. 2015. 80f. Tese (doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” - Caunesp, Jaboticabal, 2015.

STACEY, N E.; PANDEY, S. Effects of indomethacin and prostaglandins on ovulation of goldfish. **Prostaglandins** v.9, p.597-607, 1975

STREIT JR., D. P.; MORAES, J. V.; RIBEIRO, R. P.; CARDOZO, R. M.; MOREIRA, H. L. M. As tendências da utilização do extrato de hipófise na reprodução de peixes – Revisão. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.5, p.231-238, 2003.

STREIT JR., D. P.; MORAES, J. V.; RIBEIRO, R. P.; SAKAGUTI, E. S.; SOUZA, E. D.; POVH, J. A.; CAÇADOR, W. Comparação do sêmen de Curimbá (*Prochilodus lineatus*) induzido por extrato de hipófise de frango, coelho ou carpa. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, p.147-153, 2004.

SUSSEL, F. Lambaricultura. **Casa da Agricultura**, São Paulo, n.3, p. 1-48, 2017.

SUSSEL, F. R. Lambari: Pequeno no tamanho, grande no potencial. **Panorama da Aquicultura**. v.25, p. 50-53, 2015.

TAKAHASHI, A., KANDA, S., ABE, T., OKA, Y. Evolution of the hypothalamic pituitary-gonadal axis regulation in vertebrates revealed by knockout medaka. **Endocrinology**, v.157, p. 3994-4002, 2016.

TAKAHASHI, T., HAGIWARA, A.; OGIWARA, K. Prostaglandins in teleost ovulation: A review of the roles with a view to comparison with prostaglandins in mammalian ovulation. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 461, p. 236–247, 2018.

TANG, H.; LIU, Y.; LI, J.; LI, G.; CHEN, Y.; YIN, Y.; GUO, Y.; CHENG, C. H. K.; LIU, X.; LIN, H. LH signaling induced *ptgs2a* expression is required for ovulation in zebrafish. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 447, p. 125–133, 2017.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, PR: EDUEM, 1996.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento**. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108p, 1981.

VENTURIERI, R; BERNARDINO, G. Hormônios na Reprodução Artificial de Peixes. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 55, p. 1–18, 1999.

VIVEIROS, A. T. M.; GONÇALVES, A. C. S.; DI CHIACCHIO, I. M.; NASCIMENTO, A. F.; ROMAGOSA, E.; LEAL, M. C. 2013. Gamete quality of streaked prochilod *Prochilodus lineatus* (Characiformes) after GnRH $\alpha$  and dopamine antagonist treatment. **Zygote**. v.23, p.1-10, 2013.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Brasília: Escopo, 1983. 220p.

YARON, Z., BOGOMOLNAYA, A., DRORI, S., AIZEN, J., KULIKOVSKY, LEVAVI-SIMAN, B. Spawning Induction in the Carp: Past Experience and Future Prospects - A Review. **The Israeli Journal of Aquaculture**, v.1, p.5-26, 2009.

YARON, Z.; LEVAVI-SIVAN, B. **Endocrine Regulation of Fish Reproduction**. In Farrell, AP, 684 ed, Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment. Academic Press: 685 San Diego 2011; Vol 2., p.1500–1508, 2011.

YU, J.Y.L.; SHEN, S. T.; LIU, C.T.; WENG, C. F.; PENG, H. K.; LIU, F.G. Comparative effects of avian and piscine gonadotrophins on gonadal steroidogenesis, and of avian and piscine pituitaries on induction of spermiation and ovulation in the loach and White silver carp. **Aquaculture**, v.135, p.59-72, 1995.

ZANIBONI-FILHO, E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 367–373, 2007.

ZOHAR, Y.; MYLONAS, C.C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. **Aquaculture**, p. 99–136, 2001.

ZOHAR, Y.; MYLONAS, C. C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. **Aquaculture**, v.197, p.99-136, 2007.

ZOHAR, Y.; MUÑOZ-CUETO, J.; ELIZUR, A.; KAH, O. Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish. **General and Comparative Endocrinology**, v.165, p. 438-455, 2010.