

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/08/2018.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Biociências de Botucatu (IBB-UNESP)
São Paulo State University- Institute of Bioscience of Botucatu

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Coleta, reprodução e larvicultura do *Pseudopimelodus mangurus* e desenvolvimento embrionário do *Pimelodus maculatus* e *Pseudopimelodus mangurus* em diferentes temperaturas.

Dilberto Ribeiro Arashiro

Médico Veterinário

Botucatu

2018

COLETA, REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DO
PSEUDOPIMELODUS MANGURUS E DESENVOLVIMENTO
EMBRIONÁRIO DO *PIMELODUS MACULATUS* E
PSEUDOPIMELODUS MANGURUS EM DIFERENTES
TEMPERATURAS

DILBERTO RIBEIRO ARASHIRO

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Senhorini

Coorientador: Prof. Dr. George Shigueki Yasui

Dissertação apresentada ao curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas – Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – Unesp – *Campus* de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Zoologia.

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Arashiro, Dilberto Ribeiro.

Coleta, reprodução e larvicultura do *Pseudopimelodus mangurus* e desenvolvimento embrionário do *Pimelodus maculatus* e *Pseudopimelodus mangurus* em diferentes temperaturas / Dilberto Ribeiro Arashiro. - Botucatu, 2018

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: José Augusto Senhorini
Coorientador: George Shigueki Yasui
Capes: 20400004

1. Peixe - Larva. 2. Bagre (Peixe) - Reprodução. 3. *Pimelodus maculatus*. 4. Ovos - Incubação.

Palavras-chave: Catfish; Collect; Larvae; incubation.

Agradecimentos

Aos membros da Banca Examinadora: Fabiana Bressan e Antonio Leão Castilho

Ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental pela estrutura e material biológico que viabilizaram a execução deste trabalho

Ao meu orientador José Augusto Senhorini e coorientador George Shigueki Yasui, pela oportunidade, confiança e amizade. Por tudo que aprendi com eles.

Aos meus amigos e colegas de laboratório: Rafaela Manchin Bertolini, Nycolas Levi Pereira, Lucas Henrique Piva, Matheus Pereira Santos, Diógenes Henrique Siqueira Silva, Lucia Suarez Lopes, Mariana Machado Evangelista, Leonardo Luiz Calado, Natalia Greice Matheus, Gustavo Shiguemoto Fonseca, Hatus Siqueira, Geovana Coelho e Nathalia Raíssa.

Aos estagiários: Bruna Machado, Talita Lazaro, Lauriene Munhoz e Leonardo Bortoleto.

Em especial aos meus amigos Paulo Sérgio Monzani e Nivaldo Ferreira do Nascimento, pela amizade, companheirismo, ajuda nos trabalhos e por tudo que me ensinaram.

A todos os funcionários do CEPTA, desde o pessoal da limpeza, segurança, eletricitas (Lino) até o pessoal dos tanques (Tim, Dalton, Noel e Gordo) pela ajuda, em especial ao meu amigo Ricardo Torres.

Ao meu amigo Zequinha, segundo melhor pescador de Bagre Sapo de Pirassununga.

Aos meus amigos de poços e veterinária que estiveram do meu lado, Daniel Antonelo, Wekisley Crispim e Vinicius Nogueira.

Ao programa de Pós Graduação em Zoologia e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/Botucatu.

A AES Tiete, por tudo que viabilizou a execução deste trabalho e pela bolsa concedida

A toda minha família e amigos..

Lista de Figuras

Figura 1 . Growth (μm) of *P. mangurus* larvae feed with different diets. (ANOVA, $P < 0,05$).

T6: Artemia + fish larvae: $y^6 = 1646.1x + 4752.5$; $R^2 = 0.977$

T1: Artemia: $y_3 = 1597.9x + 4580.2$; $R^2 = 0.9918$

T5; Dry food + plankton + artemia: $y_2 = 1648.1x + 3969.3$; $R^2 = 0.9868$

T4: Plankton + artemia: $y_1 = 1532.5x + 4513.2$; $R^2 = 0.9906$

T2: Plankton: $y_4 = 704.21x + 5697.9$; $R^2 = 0.9439$

T3: Dry food: $y_5 = 502.13x + 6235.7$; $R^2 = 0.8375$

27

-

Figura 2: Survival and cannibalism rate of *P. mangurus* larvae fed with different diets during 10 days. Different letters indicate significant differences on day 10 ($P < 0,05$).

T6: Artemia + fish larvae: Survival: $65.0 \pm 0.09\%$ **Cannibalism:** $14.0 \pm 0.03\%$

T4: Plankton + artemia: Survival: 5.0% **Cannibalism:** $36.6 \pm 4.0\%$

T5: Dry food + plankton + artemia: Survival: 5% **Cannibalism:** $48.30 \pm 4.5\%$

T1: Artemia: Survival: 3.33% **Cannibalism:** $48.3 \pm 1.5\%$

T2: Plankton: Survival: 1.66% **Cannibalism:** $76.6 \pm 1\%$

T3: Dry food: Survival: $1,66\%$ **Cannibalism:** $45.0 \pm 5.5\%$

28

Figura 3: *P. mangurus* larvae feeded with artemia nauplii, *Astyanax altiparanae* and *Prochilodus lineatus* larvae during the 10 days of experiment. A) Hatching; B) First day of exogenous feed; C) Third day of experiment; D) Teenth day of experiment.....

29

Figura 4: Early development of *P. maculatus*, at period of cleavage, blastula, gastrula and initial segmentation. A) animal pole differentiation; B) 2 cells stage; C) 4 cells stage; D) 8 cells stage; E) 16 cells stage; F) 32 cells stage; G) 64 cells stage; H) initial blastula stage with 128 blastomeres; I) 256 blastomeres stage; J) stage of 512 blastomeres; K) stage with more than 1000 blastomeres; L) elongation stage; M) spherical stage; N) dome stage; O) initial gastrula stage with 25% of epiboly; P) 50% epiboly; Q) germ ring stage (arrows indicate the germ ring); R) 75% epiboly stage; S) 90% epiboly stage; T) initial segmentation stage (neurula stage). Scale bar indicates 250 μm

48

Figura 5: Early development of *P. mangurus*, at period of cleavage, blastula, gastrula and initial segmentation. A) animal pole differentiation; B) 2 cells stage; C) 4 cells stage; D) 8 cells stage; E) 16 cells stage; F) 32 cells stage; G) 64 cells stage; H) initial blastula stage with 128 blastomeres; I) 256 blastomeres stage; J) stage of 512 blastomeres; K) stage with more than 1000 blastomeres; L) elongation stage; M) spherical stage; N) dome stage; O) initial gastrula stage with 25% of epiboly; P) stage with 50% epiboly; Q) germ ring stage (arrows indicate the germ ring); R) 75% epiboly stage; S) 90% epiboly stage; T) initial segmentation stage (neurula stage). Scale bar indicates 250 μm

49

Figura 4: Embryos of *P. maculatus* during segmentation period, when incubated at 26°C. A) Neurula stage; B) 3 somites stage (Brackets indicates the first somites (S)); C) 5 somites stage; D) 8 somites stage (Dashed arrow points the optic vesicle); E) 10 somites stage; F) 12 somites stage (arrowhead indicates the Kupffer's vesicle); G) 14 somites stage; H) 15 somites stage; I) 20 somites stage; J) 21 somites stage (Double arrows indicate the elongation of the yolk); K) 24 somites stage (Dashed circle indicates otic vesicle); L) 28 somites stage. Scale bar indicates 250 μm

50

Figura 5: Embryos of *P. mangurus* during segmentation period when incubated at 26°C. A) Neurula stage; B) 3 somites stage (Brackets indicates the first somites (S)); C) 5 somites stage; D) 8 somites stage; E) 10 somites stage; F) 12 somites stage; G) 14 somites stage (Dashed arrow points the optic vesicle); H) 15 somites stage; I) 20 somites stage; J) 21 somites stage (arrowhead indicates kupffer's vesicle and Double arrows indicate the elongation of the yolk); K) 24 somites stage; L) 28 somites stage (Dashed circle indicates otic vesicle). Scale bar indicates 250 μm

51

Figura 4: A) Larvae of *Pimelodus maculatus*; B) *Pseudopimelodus mangurus* after hatching. Scale bar indicates 250 μm

52

Figura 5: A) Normal larvae of *Pseudopimelodus mangurus*; B) Normal larvae of *Pimelodus maculatus*. C) Larvae of *Pseudopimelodus mangurus* containing abnormality in caudal region (asterisk indicates abnormal tail). D) Larvae of *Pimelodus maculatus* containing abnormality in caudal region (asterisk indicates abnormal tail). E) Larvae of *Pseudopimelodus mangurus* containing abnormality in yolk and head region (arrow indicates the abnormal head and arrowhead indicates abnormal yolk region). F) Larvae of *Pimelodus maculatus* containing abnormality in yolk and head region (arrow indicates the abnormal head and arrowhead indicates abnormal yolk region). Scale bar indicates 250 μm

53

Lista de Tabelas

Tabela 1: Reproductive parameters of *P. mangurus* females induced to spawning: weight (kg), stripped oocytes (g), striped oocytes/kg female, oocytes g⁻¹, total fecundity, fertilization rate and hatchi..... **30**

Tabela 2: Range of embryonic development for *Pimelodus maculatus* incubated at temperatures of 22°C, 26°C and 30°C..... **54**
.....

Tabela 3: Range of embryonic development for *Pseudopimelodus mangurus* incubated at temperatures of 22°C, 26°C and 30°C..... **55**

Tabela 4: Percentage of main qualitative stages of embryonic development of *Pimelodus maculatus* incubated at 22°C, 26°C or 30°C..... **56**

Tabela 5: of main qualitative stages of embryonic development of *Pseudopimelodus mangurus* incubated at 22°C, 26°C or 30°C..... **57**

Sumário

Introdução	14
Hipotese.....	17
Objetivos.....	17
Capitulo 1: Capturing, induced spawning and first feeding of the catfish <i>Pseudopimelodus mangurus</i>	18
Material and methods.....	19
Results.....	23
Discussion.....	24
Capitulo 2: Synchronizing developmental stages in Neotropical catfishes for application in germ cell transplantation	37
Material and methods.....	39
Results.....	41
Discussion.....	49
Discussão Geral.....	60

Introdução

A região neotropical tem uma das maiores ictiofaunas do mundo, devido à grande diversidade de sistemas hidrográficos que resulta em uma grande variedade de peixes. Dentre mais de 4400 espécies de água doce descritas, podemos destacar duas ordens principais, a ordem Characiformes, com 1847 espécies e a ordem Siluriformes, com 2147 espécies. Dentre essas ordens, 57 Characiformes e 91 Siluriformes são considerados ameaçados de extinção (Froese and Pauly 2015, Brasil 2016) apenas no Brasil, que tem uma das maiores ictiofaunas do mundo. No Brasil, a bacia do rio Paraná é particularmente importante pois apresenta grande variedade de endemismos (Galves, Shibatta et al. 2009) e espécies ameaçadas de extinção, como é o caso do *Pseudopimelodus mangurus* (Valenciennes, 1835). Esta espécie pertence à ordem Siluriforme, e foi recentemente incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção no estado de São Paulo (Bressan, Kierulff et al. 2009, São Paulo 2014).

Pseudopimelodus mangurus é uma espécie que tem comportamento migratório e desova total. *P. mangurus*, também conhecido como 'peixe sapo', pertence à família Pseudopimelodidae, possui hábito alimentar carnívoro, podendo ser encontrado na bacia do rio Paraná, Uruguai, Paraguai e La Plata (Froese and Pauly 2015). Em seu meio natural, eles são importantes para manter o equilíbrio entre as espécies e servem como fonte de alimento para outras espécies de peixes, répteis, mamíferos e aves. *P. mangurus* estava na lista do estado de São Paulo de animais ameaçados de extinção (Bressan, Kierulff et al. 2009, São Paulo 2014) e as informações sobre esta espécie são escassas. Com o objetivo de preservar a

espécie, podemos adotar algumas medidas, trabalhando em reprodução, genética, repovoamento e biotecnologias como a manipulação cromossômica (Piferrer, Beaumont et al. 2009, do Nascimento, Pereira-Santos et al. 2017) e quimerismo (Yasui, Fujimoto et al. 2011).

Embora *P. mangurus* não seja produzido em larga escala no Brasil, eles apresentam grande importância na alimentação das populações ribeirinhas, devido à qualidade da carne e à ausência de espinhos intramusculares, características de peixes Siluriformes como *Pseudoplatystoma spp.* e o *Sorubim trigonocephalus* (Smerman, Castro et al. 2002, de Oliveira Schuingues, de Lima et al. 2013), podendo fazer com que esta espécie tenha potencial para a aquicultura. No entanto, em ambos os aspectos, conservação e aquicultura, a produção massiva é uma etapa primordial, e para tanto é necessário conhecer a sua biologia reprodutiva, incubação e primeira alimentação (Luz and Zaniboni Filho 2002, MURGAS¹, de Oliveira FELIZARDO¹ et al. 2012). Portanto, a reprodução artificial e a subsequente sobrevivência da progênie é uma etapa básica para a produção e conservação de espécies ameaçadas. Assim, embora não exista na literatura indexada protocolos de reprodução e larvicultura de bagre-sapo, essas etapas são essenciais para a produção de “sementes” para a aquicultura e também para programas de reforços de estoque.

Além da reprodução, algumas biotecnologias reprodutivas foram estabelecidas para a conservação dos peixes e são potencialmente aplicáveis ao bagre-sapo, incluindo o quimerismo (Yasui, Fujimoto et al. 2011) combinada com peixes estéreis obtidos através da manipulação cromossômica (Piferrer, Beaumont et al. 2009, do Nascimento, Pereira-Santos et al. 2017). Para o uso dessas técnicas, o conhecimento prévio sobre os estágios do desenvolvimento embrionário é de

fundamental importância para o emprego dessas biotécnicas (Fujimoto et al., 2006). O desenvolvimento embrionário pode ser influenciado por vários fatores, e a temperatura é o principal fator limitante no desenvolvimento inicial (Pereira-Santos, Yasui et al. 2016). A manipulação da temperatura durante o desenvolvimento do embrião também é uma estratégia para sincronizar os períodos e fases do desenvolvimento embrionário de diferentes espécies (Pereira-Santos, Yasui et al. 2016, da Silva, dos Santos et al. 2017). Nas técnicas de transplante de células germinativas, as espécies doadoras e receptoras devem ser sincronizadas na mesma fase de desenvolvimento (blástula), o que pode ser alcançado manipulando-se as temperaturas dos embriões doadores e receptores.

As informações sobre o desenvolvimento embrionário de peixes neotropicais não são totalmente investigadas, especialmente em espécies de peixes migratórios (Godinho and Godinho 2003).

Diante do exposto acima, a consolidação de um pacote sólido de reprodução e larvicultura do Peixe-sapo, *P. mangurus*, que é um bagre de maior porte (> 8 kg). Para esta espécie, a domesticação e a reprodução são críticas. E estabelecer o tempo de incubação e manipulação da temperatura para duas espécies de Siluriformes, o *P. mangurus* e o Mandi pintado *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803), que foi selecionado, pois é um bagre de menor porte (~ 1 kg) para o qual a domesticação e os procedimentos de reprodução estão bem estabelecidos em condições artificiais, a fim de consolidar um protocolo de sincronização de fases para o transplante de células germinativas. Seriam esforços de pesquisa, estratégias para a conservação para o *P. mangurus* espécie e futura avaliação do seu potencial zootécnico. Além disso, *P. maculatus* pode então ser usado como receptor-modelo para células germinativas para outros Siluriformes em extinção.

Referências

- AndradeTalmelli, E., E. Kavamoto and M. Narahara (2002). "Fenerich-Verani, Reprodução induzida da piabanha, *Brycon insignis*, mantida em cativeiro." Rev Brás Zootec **31**: 803-811.
- Arantes, F. P., Y. Sato, E. V. Sampaio, E. Rizzo and N. Bazzoli (2013). "Spawning induction and fecundity of commercial native fish species from the São Francisco River basin, Brazil, under hatchery conditions." Agricultural Sciences **4**(08): 382.
- Arenzon, A., C. Lemos and M. Bohrer (2002). "The influence of temperature on the embryonic development of the annual fish *Cynopoeilus melanotaenia* (Cyprinodontiformes, Rivulidae)." Brazilian Journal of Biology **62**(4B): 743-747.
- Atencio-García, V., E. Zaniboni-Filho, S. Pardo-Carrasco and A. Arias-Castellanos (2003). "Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae)." Acta Scientiarum. Animal Sciences **25**(1): 61-72.
- Atencio-García, V. J. (2000). "Influência da primeira alimentação na alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912): Víctor Julio Atencio-García."
- Bertolini, R. M., J. A. Senhorini, N. F. d. Nascimento, M. Pereira-Santos, L. S. O. Nakaghi, W. A. M. Peres, R. C. d. Silva and G. S. Yasui "First feeding of diploid and triploid yellowtail tetra *Astyanax altiparanae*: An initial stage for application in laboratory studies." Aquaculture Research.
- Brasil (2016). Sumário executivo do Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: 75.
- Bressan, P. M., M. C. M. Kierulff and A. M. Sugieda (2009). "Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo." São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.
- Campagnolo, R. and A. Pires de Oliveira Nuñer (2006). "Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem." Acta Scientiarum. Animal Sciences **28**(2).
- Comabella, Y., A. Hurtado, J. Canabal and T. García-Galano (2014). "Effect of temperature on hatching and growth of Cuban gar (*Atractosteus tristoechus*) larvae." Ecosistemas y Recursos Agropecuarios **1**(1): 19-32.
- da Silva, R. C., M. P. dos Santos, J. A. Senhorini, M. d. C. F. Paes, F. N. Valentin, T. Fujimoto, N. F. do Nascimento, G. S. Yasui and L. S. O. Nakaghi (2017). "The effect of temperature on the initial development of *Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1829 as tool for micromanipulation of embryos." Zygote: 1-15.
- Daidsen, M. (2012). The effect of incubation temperature on embryonic development and muscle growth in yolk-sac larvae of the European eel (*Anguilla anguilla* L., 1758), Institut for biologi.
- de Freitas, J. M. A., C. Sary, J. K. Finkler, M. Zaminham, A. Feiden and W. R. Boscolo (2017). "Densidade de estocagem de larvas de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*)." Revista Acadêmica: Ciência Animal **8**(4).
- de Oliveira Schuingues, C., M. G. de Lima, A. R. Lima, D. dos Santos Martins and G. de Medeiros Costa (2013). "Anatomia da cavidade bucofaringeana de Sorubim *trigonocephalus* (Siluriformes, Osteichthyes)." Pesquisa Veterinária Brasileira **33**(10): 1256-1262.
- Diemer, O., D. H. Neu, C. Sary, J. K. Finkler, W. R. Boscolo and A. Feiden (2012). "Artemia sp. na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*)." Ciência Animal Brasileira **13**(2): 175-179.
- do Nascimento, N. F., M. Pereira-Santos, L. H. Piva, B. Manzini, T. Fujimoto, J. A. Senhorini, G. S. Yasui and L. S. O. Nakaghi (2017). "Growth, fatty acid composition, and reproductive parameters of diploid and triploid yellowtail tetra *Astyanax altiparanae*." Aquaculture.
- Feiden, A., C. Hayashi and W. R. Boscolo (2006). "Desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguauçu (*Steindachneridion melanodermatum*) submetidas a diferentes dietas." Revista Brasileira de Zootecnia **35**(6): 2203-2210.
- Fenerich-Verani, N., H. M. Godinho and M. Y. Narahara (1984). "The size composition of the eggs of curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner 1881, induced to spawn with human chorionic gonadotropin (HCG)." Aquaculture **42**(1): 37-41.
- Ferraro, S. P. (1980). "Embryonic development of Atlantic menhaden, *Brevoortia tyrannus*, and a fish embryo age estimation method." Fishery Bulletin **77**(4): 943-949.

Ficke, A. D., C. A. Myrick and L. J. Hansen (2007). "Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries." Reviews in Fish Biology and Fisheries **17**(4): 581-613.

Froese, R. and D. Pauly. (2015). "FishBase. World Wide Web electronic publication. ." Retrieved 06/2015, 2015, from www.fishbase.org.

Fujimoto, T., T. Kataoka, S. Sakao, T. Saito, E. Yamaha and K. Arai (2006). "Developmental stages and germ cell lineage of the loach (*Misgurnus anguillicaudatus*)." Zoological science **23**(11): 977-989.

Galdino, A. M. R. (2013). "Plasticidade do desenvolvimento muscular e da expressão temporal de fatores reguladores miogênicos durante os estádios iniciais de *Rhamdia quelen* incubados em diferentes temperaturas."

Galves, W., O. A. Shibatta and F. C. Jerep (2009). "Estudos sobre diversidade de peixes da bacia do alto rio Paraná: uma revisão histórica." Semina: Ciências Biológicas e da Saúde **30**(2): 141-154.

Godinho, H. P. and A. L. Godinho (2003). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, Puc Minas.

Hayashi, C. (2014). "DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS LARVAS DE DOURADO *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816); SUPLEMENTADOS COM PLÂNCTON, ARTÊMIA E RAÇÕES, EM CULTIVOS EXPERIMENTAIS." Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista **10**(3).

Hu, F., L. Pan, F. Gao, Y. Jian, X. Wang, L. Li, S. Zhang and W. Guo (2015). "Effect of temperature on incubation period and hatching success of fat greenling (*Hexagrammos otakii* Jordan & Starks) eggs." Aquaculture Research.

Iwamatsu, T. (2004). "Stages of normal development in the medaka *Oryzias latipes*." Mechanisms of development **121**(7): 605-618.

Jordaan, A. (2002). The effect of temperature on the development, growth and survival of Atlantic cod (*Gadus morhua*) during early life-histories, The University of Maine.

Kimmel, C. B., W. W. Ballard, S. R. Kimmel, B. Ullmann and T. F. Schilling (1995). "Stages of embryonic-development of the zebrafish." Developmental Dynamics **203**(3): 253-310.

Korwin-Kossakowski, M. (2008). "The influence of temperature during the embryonic period on larval growth and development in carp, *Cyprinus carpio* L., and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.): theoretical and practical aspects." Archives of Polish fisheries **16**(3): 231-314.

Lahnsteiner, F., M. Kletzl and T. Weismann (2012). "The effect of temperature on embryonic and yolk-sac larval development in the burbot *Lota lota*." Journal of fish Biology **81**(3): 977-986.

Laurence, G. C. and W. H. Howell (1981). "Embryology and influence of temperature and salinity on early development and survival of yellowtail flounder *Limanda ferruginea*." Marine Ecology Progress Series: 11-18.

LAZZARO, X. and D. RIBEIRO (1984). "Comportamento alimentar, seletividade e taxa de alimentação das larvas de *Hoplias lacerdae* (Erytrinae; Trairão)." ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA DE MINAS GERAIS **3**: 13-14.

Leonardo, A. F. G., E. Romagosa, M. I. Borella and S. R. Batlouni (2004). "Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766)." Aquaculture **240**(1-4): 451-461.

Lin, S., W. Long, J. Chen and N. HoPKINS (1992). "Production of germ-line chimeras in zebrafish by cell transplants from genetically pigmented to albino embryos." Proceedings of the National Academy of Sciences **89**(10): 4519-4523.

Ludwig, L. A. M., E. Gomes and R. F. Artoni (2005). "Um método de reprodução induzida para o surubim *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes, Pimelodidae) do Rio Iguaçu." Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde **11**(3).

Luz, R., J. Santos, M. Pedreira and E. Teixeira (2011). "Effect of water flow rate and feed training on "pacamã"(Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production." Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia **63**(4): 973-979.

Luz, R. K. (2007). "Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais alimentadas com diferentes dietas." Pesquisa Agropecuária Brasileira **42**(1): 65-72.

Luz, R. K. and M. C. Portella (2005). "Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*)." Revista Brasileira de Zootecnia: 1442-1448.

LUZ, R. K. and E. ZANIBONI-FILHO (2001). "Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède)." Acta Scientiarum **23**: 483-489.

Luz, R. K. and E. Zaniboni-Filho (2002). "Larvicultura do Mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em Diferentes Densidades de Estocagem nos Primeiros Dias de Vida." Revista Brasileira de Zootecnia **31**(2): 560-565.

Luz, R. K. and E. Zaniboni Filho (2002). "Larvicultura do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida." Revista Brasileira de Zootecnia **31**(2): 560-565.

Machado, A. B. M., G. M. Drummond and A. P. Paglia (2008). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, MMA; Fundação Biodiversitas.

Marengo, J. A., C. A. Nobre, M. E. Seluchi, A. Cuartas, L. M. Alves, E. M. Mendiondo, G. Obregón and G. Sampaio (2015). "A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo." Revista USP(106): 31-44.

MURGAS¹, L. D. S., V. de Oliveira FELIZARDO¹, M. R. FERREIRA¹, G. C. VERAS¹, E. de Souza and D. A. d. J. P. ANDRADE¹ (2012). "Eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce."

Nogueira, L. B., P. G. Azevedo, M. R. Canelhas, A. G. Bedore, J. M. Lopes and H. P. Godinho (2012). "Induced spawning and early ontogeny in hatchery-reared catfish Zungaro jahu (Siluriformes: Pimelodidae)." Neotropical Ichthyology **10**(1): 89-98.

Okutsu, T., S. Shikina, M. Kanno, Y. Takeuchi and G. Yoshizaki (2007). "Production of trout offspring from triploid salmon parents." Science **317**(5844): 1517-1517.

Pedreira, M. M., L. H. S. Tavares and R. C. Silva (2006). "Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Osteichthyes, Characidae)." Revista Brasileira de Zootecnia: 329-333.

Pepin, P. (1991). "Effect of temperature and size on development, mortality, and survival rates of the pelagic early life history stages of marine fish." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **48**(3): 503-518.

Pereira-Santos, M., G. Yasui, P. Xavier, A. N. de Macedo, N. do Nascimento, T. Fujimoto, J. Senhorini and L. Nakaghi (2016). "Morphology of gametes, post-fertilization events and the effect of temperature on the embryonic development of *Astyanax altiparanae* (Teleostei, Characidae)." Zygote (Cambridge, England): 1-13.

Pereira-Santos, M., G. S. Yasui, P. L. P. Xavier, N. S. de Macedo Adamov, N. F. do Nascimento, T. Fujimoto, J. A. Senhorini and L. S. O. Nakaghi (2016). "Morphology of gametes, post-fertilization events and the effect of temperature on the embryonic development of *Astyanax altiparanae* (Teleostei, Characidae)." Zygote FirstView: 1-13.

Piferrer, F., A. Beaumont, J.-C. Falguiere, M. Flajshans, P. Haffray and L. Colombo (2009). "Polyploid fish and shellfish: Production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment." Aquaculture **293**(3-4): 125-156.

Price, J. W. (1940). "Time-temperature relations in the incubation of the whitefish, *Coregonus clupeaformis* (Mitchill)." The Journal of general physiology **23**(4): 449-468.

Reynalte-Tataje, D. A., C. A. Lopes, S. de Ávila-Simas, J. R. E. Garcia and E. Zaniboni-Filho (2013). "Artificial reproduction of neotropical fish: Extrusion or natural spawning?" Natural Science **5**(07): 1.

Rodrigues-Galdino, A. M., C. V. Maiolino, M. Forgati, L. Donatti, J. D. Mikos, P. C. F. Carneiro and F. S. A. Rios (2010). "Development of the neotropical catfish *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Heptapteridae) incubated in different temperature regimes." Zygote **18**(2): 131.

ROMAGOSA, E., M. Y. NARAHARA, M. I. BORELLA and N. FENERICH-VERANI (2001). "Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução." Boletim do Instituto de Pesca **27**(2): 139-147.

São Paulo (2014). DECRETO Nº 60.133, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2014.

Sato, Y., E. V. Sampaio, N. Fenerich-Verani and J. R. Verani (2006). "Biologia reprodutiva e reprodução induzida de duas espécies de Characidae (Osteichthyes, Characiformes) da bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil." Revista Brasileira de Zoologia **23**: 267-273.

SCHÜTZ, J. H., M. WEINGARTNER, E. ZANIBONI-FILHO and A. Nuñez (2008). "Crescimento e sobrevivência de larvas de suruvi *Steindachneridion scriptum* nos primeiros dias de vida: influência de diferentes alimentos e fotoperíodos." Boletim do Instituto de Pesca **34**(3): 443-451.

- Segura, L., C. Hayashi, S. De Souza and C. Soares (2004). "Canibalismo entre larvas de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas sob diferentes densidades de estocagem." Acta Scientiarum Biological Sciences **26**(3): 299-302.
- Shinomiya, A., N. Shibata, M. Sakaizumi and S. Hamaguchi (2003). "Sex reversal of genetic females (XX) induced by the transplantation of XY somatic cells in the medaka, *Oryzias latipes*." International Journal of Developmental Biology **46**(5): 711-717.
- Smerman, W., J. G. D. Castro, J. d. Toledo, C. d. Rosa and D. d. Godoi (2002). "Larvicultura de pintado (*Pseudoplatystoma* sp) em Alta Floresta–Mato Grosso." Revista de biologia e ciências da terra **2**(1): 13-31.
- Solis-Murgas, L., V. Felizardo, M. Ferreira, E. Andrade and G. Veras (2011). "Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos." Rev Bras Reprod Anim **35**(2): 186-191.
- Takeuchi, Y., G. Yoshizaki and T. Takeuchi (2001). "Production of germ-line chimeras in rainbow trout by blastomere transplantation." Molecular reproduction and development **59**(4): 380-389.
- Takeuchi, Y., G. Yoshizaki and T. Takeuchi (2003). "Generation of live fry from intraperitoneally transplanted primordial germ cells in rainbow trout." Biology of reproduction **69**(4): 1142-1149.
- Tesser, M. B. and M. C. Portella (2006). "Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais." Revista Brasileira de Zootecnia **35**(5): 1887-1892.
- Velsen, F. J., F. Bernard, S. McKinnell and G. Jamieson (1980). Embryonic development in eggs of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, Department of Fisheries and Oceans.
- Vieira Sampaio, E. and S. Yoshimi (2006). "Biologia reprodutiva e desova induzida de duas espécies de bagres (Osteichthyes: Siluriformes) da bacia do rio São Francisco." Acta Scientiarum. Biological Sciences **28**(3).
- Winckler-Sosinski, L., A. Schwarzbald and U. Schulz (2005). "Survival of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792 (Salmoniformes-Salmonidae) eggs in an altitude stream in southern Brazil." Acta Limnol Bras **17**: 465-472.
- Woynarovich, E. and L. Horváth (1983). A propagação artificial em peixes de águas tropicais: manual de extensão. FAO/CODEVASF/CNPq. Brasília.
- Yamaha, E., T. Mizuno, Y. Hasebe, H. Takeda and F. Yamazaki (1998). "Dorsal specification in blastoderm at the blastula stage in the goldfish, *Carassius auratus*." Development, growth & differentiation **40**(3): 267-275.
- Yamaha, E., T. Saito, R. Goto-Kazeto and K. Arai (2007). "Developmental biotechnology for aquaculture, with special reference to surrogate production in teleost fishes." Journal of Sea Research **58**(1): 8-22.
- Yasui, G., T. Fujimoto, S. Sakao, E. Yamaha and K. Arai (2011). "Production of loach () germ-line chimera using transplantation of primordial germ cells isolated from cryopreserved blastomeres." Journal of animal science **89**(8): 2380-2388.
- Yasui, G. S., J. A. Senhorini, E. Shimoda, M. Pereira-Santos, L. S. O. Nakaghi, T. Fujimoto, L. Arias-Rodriguez and L. A. Silva (2015). "Improvement of gamete quality and its short-term storage: an approach for biotechnology in laboratory fish." Animal **9**(03): 464-470.

