

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 17/07/2018.



**LAMBARICULTURA COMO FORMA DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE COMUNIDADES
RURAS REMANESCENTES DE ÁREAS PROTEGIDAS NO
BRASIL**

TAMARA FONSECA DE ALMEIDA

SÃO VICENTE – SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”

CÂMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA

**LAMBARICULTURA COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL DE COMUNIDADES RURAIS
REMANESCENTES DE ÁREAS PROTEGIDAS NO BRASIL**

TAMARA FONSECA DE ALMEIDA

WAGNER COTRONI VALENTI

Dissertação apresentada ao Câmpus Experimental do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Aquática

SÃO VICENTE – SP

2017

639.8 Almeida, Tamara Fonseca de
Al64 Lambaricultura como forma de desenvolvimento
sustentável
de comunidades rurais remanescentes de áreas protegidas
no
Brasil. / Tamara Fonseca de Almeida. - São Vicente, 2017.
49 p.: il, figs., gráfs.


Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
Paulista, Campus do Litoral Paulista - Instituto de
Biociências.

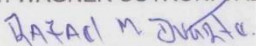
Orientador: Wagner Cotroni Valenti

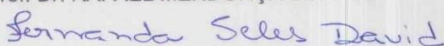
1. Aquicultura. 2. Desenvolvimento sustentável. 3.
Comunidades tradicionais. 4. Áreas protegidas. 5. Conservação da
natureza. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de TAMARA FONSECA DE ALMEIDA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE AQUÁTICA, DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS.

Aos 17 dias do mês de janeiro do ano de 2017, às 14:00 horas, no(a) Sala 03 do Instituto de Biociências - UNESP/CLP, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI - Orientador(a) do(a) Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista / UNESP, Prof. Dr. RAFAEL MENDONÇA DUARTE do(a) Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista / UNESP, Dra. FERNANDA SELES DAVID do(a) Centro de Aquicultura da Unesp / UNESP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de TAMARA FONSECA DE ALMEIDA, intitulada **LAMBARICULTURA COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE COMUNIDADES RURAIS REMANESCENTES DE ÁREAS PROTEGIDAS NO BRASIL**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI


Prof. Dr. RAFAEL MENDONÇA DUARTE


Dra. FERNANDA SELES DAVID

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
APOIO FINANCEIRO	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iii
INTRODUÇÃO GERAL	iv
Indigenous Fish Aquaculture as a Means for the Sustainable Development of Rural Communities Remaining in Nature Reserves of Brazil.....	1
1. Introduction	1
2. Lambari in Brazil.....	2
2.1. <i>Astyanax lacustris</i> , the Yellow Tail Lambari	2
2.2. <i>Astyanax scabipinnis</i> Complex, the Silver Lambari.....	3
2.3. <i>Deuterodon iguape</i> , the Atlantic Forest Lambari	3
3. Status of Lambari Aquaculture in Brazil	4
4. Sustainability Indicators - a Case Study from Brazil	7
4.1. Study Area – Environmental and Social Aspects.....	8
4.2. Preliminary Results of Environmental Indicators of Sustainability	9
5. Prospects and Challenges for Lambari Aquaculture in Rural Areas in Brazil	10
5.1. Seed	10
5.2. Feed	11
5.3. System Management	12
5.4. Markets	13
6. Conclusions	14
References	15
Tables	25
Figures	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	viii

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de um conjunto de atividades e esforços coletivos que tornaram possível a sua realização. Por isso, agradeço imensamente:

Ao professor Wagner Cotroni Valenti, a quem tanto admiro e respeito enquanto profissional e pessoa, por tornar o meu sonho de ser cientista possível, por me ensinar sobre ser ética e comprometida com o meu trabalho, por confiar em mim e me abrir tantas portas.

Ao professor Barry A. Costa-Pierce pela oportunidade do intercâmbio, por me ensinar a contar uma boa história e por expandir meus horizontes.

Ao Laboratório de Sustentabilidade na Aquicultura (Labsussa), pelo qual tenho tanto apreço e me sinto parte. À Fernanda, Carol, Felipe, Mudinho e Stéfanie por tanto companheirismo. Ao Fernando, Capitão, DaVinci e Dalton pela parceria nas coletas e análises, sempre cheias de aventuras.

Ao Dr. Newton Rodrigues, ao Sr. Darci e à Dona Neide, por me apresentarem aos lambaris, e por me receberem sempre com uma boa conversa. À prefeitura de Peruíbe garantir a infraestrutura necessária durante o trabalho na Piscicultura do Guanhanhã.

Ao Fabio por me ensinar a nunca desistir e por me mostrar que nenhum obstáculo é intransponível quando se tem coragem. Aos meus queridos amigos Priscila, Piê, Vuvu, Rebeka, Cambuci, Catu, Pinas, Galo, Cala e Bisna, por tantas boas lembranças, bons conselhos, bons abraços e boas risadas; sei que nunca estarei sozinha.

Às pessoas incríveis que conheci durante o estágio nos Estados Unidos e que me receberam tão bem: Cristina, Sam, Jery, Zach, Chris, Ketty, Brett, Dylan, Nick e Chatt.

À minha família por permitir que eu me arrisque em vôos altos com a certeza de que tenho sempre pra onde voltar. Especialmente ao meu pai Antonio, minha mãe Eliana, minha irmã Vanessa e meus padrinhos Zeza e Cabral.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

APOIO FINANCEIRO

Esse projeto, bem como o extágio de pesquisa do exterior, foram financiados pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processos: 2015/02143-9 e 2016/03085-5), que concedeu as bolsas e reserva técnica. O projeto realizado insere-se na Rede de Pesquisa em Aquicultura Sustentável, que vem sendo financiada pela FAPESP (Processo: 10/52212-3) e CNPq/MCTI (Processos: 562820/2010-8 e 406069/2012-3).

RESUMO

O desafio global para a gestão de áreas protegidas é conciliar desenvolvimento social e conservação. Nós apresentamos um estudo de caso sobre o desenvolvimento da aquicultura do lambari em uma comunidade rural localizada na área de entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, sudeste do Brasil, com ênfase na informação disponível sobre o status e potenciais impactos sócio-ecológicos da cadeia produtiva. Práticas de manejo inadequadas e falta de ciência aplicada tem levado à baixa produtividade e um alto consumo de recursos naturais. A aquicultura do lambari praticada no parque consome três vezes mais água e nutrientes por tonelada de peixe do que outros sistemas semi-intensivos de aquicultura realizados no Brasil e no exterior. Estratégias simples e alternativas são necessárias para melhorar a eficiência dos sistemas. Com mais pesquisa aplicada, a aquicultura de peixes nativos, de baixo nível trófico, como o lambari, pode ser uma ferramenta importante para a produção de alimentos e desenvolvimento sustentável das populações rurais no Brasil. Além disso, pode representar uma alternativa para geração de renda para populações que vivem no entorno de áreas de conservação.

ABSTRACT

The current global challenge for protected areas management is to reconcile social development and conservation. We report on a case study of the development of lambari aquaculture in a rural community located in a protected coastal rainforest in SE Brazil, with an emphasis on available information on the status and potential socio-ecological impacts of this innovative enterprise. Poor management practices and a lack of applied science has led to low productivity and a high consumption of natural resources. Lambari aquaculture performed in this protected area consumes three times more water and nutrients per ton of fish than other comparable semi-intensive aquaculture systems globally. Simple, alternative strategies are needed to improve systems' efficiencies. With participatory applied science, the aquaculture of indigenous, low trophic level fish such as the lambari can be an important tool for sustainable food production and development of rural populations, and an alternative income source for poor communities remaining in nature reserves in Brazil.

Palavras-chave: Aquicultura Sustentável; Peixe Nativo; Alternative Livelihoods; Ecological Aquaculture.

INTRODUÇÃO GERAL

Áreas protegidas são amplamente reconhecidas pela sua capacidade de conservar a biodiversidade e os recursos naturais (Bruner, 2001). Essas áreas fornecem serviços ecossistêmicos importantes em nível local, nacional e até global. Tais serviços incluem os de provisão, suporte, regulação e serviços culturais (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). No entanto, existe uma preocupação a respeito dos custos impostos sobre as comunidades que vivem dentro ou no entorno das áreas protegidas (Coad, 2008). Esses custos geralmente incluem deslocamento e restrição de acesso, resultando em falta de moradia, desemprego, marginalização, insegurança alimentar e desarticulação social (Coad, 2008). O impacto da designação de uma unidade de conservação sobre uma comunidade fragilizada pode influenciar negativamente sua atitude em relação à conservação (Naughton-Treves, 2005), podendo reduzir a sua eficácia.

O desafio atual para a gestão de áreas protegidas é conciliar objetivos de desenvolvimento social e conservação (Naughton-Treves, 2005). Uma estratégia de gestão alinhada à sustentabilidade poderia conservar os recursos biológicos, e ao mesmo tempo proporcionar benefícios para o desenvolvimento das comunidades vizinhas. Por definição, a sustentabilidade inclui produção lucrativa, desenvolvimento social e conservação ambiental (Valenti, 2012). A gestão baseada nos ecossistemas (Ecosystem Based Management - EBM) tem sido proposta como uma estratégia alternativa para tomadas de decisão, que incorpora questões de desenvolvimento social e conservação (Barbier, 2008). A EBM sugere a manutenção de sistemas naturais em condições saudáveis, produtivas e resilientes para que possam fornecer os serviços que a sociedade almeja e precisa (McLeod, 2005). Algumas atividades econômicas, como o ecoturismo, cultivo em agroflorestas e extrativismo sustentável, têm sido promovidas em unidades de conservação visando esse objetivo (Naughton-Treves, 2005).

A aquicultura pode ser uma ferramenta para a gestão de unidades de conservação. Em 2008, a FAO definiu uma abordagem ecológica para a aquicultura que integra a produção ao ecossistema, de forma a promover o desenvolvimento sustentável, a equidade e a resiliência dos sistemas socio-ecológicos (FAO, 2008). Como princípio, a aquicultura deve ser desenvolvida no contexto dos serviços ecossistêmicos (incluindo a biodiversidade), promover bem-estar humano e equidade e ser integrada nas políticas e metas públicas (Costa-Pierce, 2010). Ao nível das unidades produtivas, propõe-se melhores práticas de gestão, incluindo a

avaliação de impacto ambiental, a utilização de espécies nativas e o conhecimento dos impactos socioeconômicos (Costa-Pierce, 2010).

Entre os peixes nativos com potencial para a aquicultura, destaca-se os lambaris. Essas espécies constituem um conjunto de peixes de pequeno porte amplamente distribuído nas bacias hidrográficas neotropicais. São peixes pequenos, pelágicos e de hábito alimentar onívoro. Esse grupo possui alta importância ecológica uma vez que são a principal presa dos peixes carnívoros de água doce. As espécies *Astyanax lacustris*, *Astyanax scabipinnis* e *Deuterodon iguape* são comuns na região sudeste do Brasil e têm se destacado pelo seu potencial para o cultivo. A aquicultura do lambari, ou lambaricultura, se desenvolveu nas últimas três décadas como uma alternativa de renda para pequenos produtores rurais no sudeste brasileiro. A produção começou com o objetivo de suprir as demandas do mercado de isca viva para a pesca esportiva de água doce, atividade que permanece como principal mercado (Valladão et al., 2016). O lambari também é comumente consumido como aperitivo em bares e restaurantes. Recentemente, a lambaricultura expandiu-se no interior do estado de São Paulo, e algumas grandes fazendas (> 20 ha) foram criadas.

Na zona costeira, a aquicultura do lambari-da-mata-atlântica (*Deuterodon iguape*) foi introduzida como forma de promover o desenvolvimento sustentável de uma comunidade carente localizada no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar. Alguns dos ocupantes têm experiências anteriores com tilapicultura, porém a tilápia foi banida da área do Parque como sendo um risco para a biodiversidade local (Santos, 2008). Como peixe nativo de baixo nível trófico, que possui aceitação de mercado e alto valor nutricional, o grupo de espécies chamado lambaris tem potencial para ser desenvolvido de forma sustentável na região. A introdução da aquicultura de peixes nativos pode ser uma atividade econômica lucrativa, promover segurança alimentar para a comunidade e conservar a biodiversidade local.

O presente estudo revisa as informações disponíveis a cerca do status e potenciais impactos socio-ecológicos da aquicultura do lambari em comunidades rurais do sudeste brasileiro. Nós também reportamos um estudo de caso do desenvolvimento da aquicultura do lambari-da-mata-atlântica (*Deuterodon iguape*) em uma comunidade rural de baixa renda localizada no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar como uma atividade econômica ambientalmente mais sustentável.

Esse manuscrito foi elaborado em forma de artigo científico sob a orientação do Professor Dr. Wagner C. Valenti em parceria com o Professor Dr. Barry A. Costa-Pierce (University of New England).

References

- Abilhoa, V., 2007. Natural history aspects of *Astyanax scabripinnis* Jenyns (Teleostei, Characidae) in an Araucaria Forest stream in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 24, 997-1005.
- Abimorad, E. G., Castellani, D., 2011. Amino acid requirements of lambari-do-rabo-amarelo based on whole body and muscle composition. *Boletim do Instituto de Pesca*. 37, 31–38.
- Ali, H., Murshed-e-Jahan, K., Belton, B., Dhar, G. C., Rashid, H. O., 2016. Factors determining the productivity of mola carplet (*Amblypharyngodon mola*, Hamilton, 1822) in carp polyculture systems in Barisal district of Bangladesh. *Aquaculture*. 465, 198-208.
- Andrian I. F., Peretti D., Lambrecht D., 2006. Recursos alimentares explorados por *Astyanax* (Characiformes, Characidae) em diferentes bacias hidrográficas. *Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar*. 10, 21-27.
- Asaduzzaman, M., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J., Adhikary, R.K., Rahman, S.M.S., Azim, M. E., Verreth, J. A. J., 2010. Effects of carbohydrate source for maintaining a high C:N ratio and fish driven re-suspension on pond ecology and production in periphyton based freshwater prawn culture systems. *Aquaculture*. 30, 37–46.
- Azim, M. E., Verdegem, M. C. J., Khatoon, H., Wahab, M. A., Van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M., 2002. A comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. *Aquaculture*. 212, 227-243.
- Barbier, E. B., Koch E. W, Silliman B. R., Hacker S. D., Wolanski E., Primavera J., Granek E. F., Polasky S., Aswani S. Cramer L. A., Stoms D. M., Kennedy C. J., Bael D., Kappel C. V., Perillo, G. M. E., Reed D. J., 2008. Coastal Ecosystem Based Management with Nonlinear Ecological Functions and Values. *Science*. 319: 321-323.
- Barman, B. K., Little, D. C., 2006. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) seed production in irrigated rice-fields in Northwest Bangladesh—an approach appropriate for poorer farmers? *Aquaculture*. 261, 72-79.
- Barman, B. K., Little, D. C., 2011. Use of hapas to produce Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) seed in household foodfish ponds: A participatory trial with small-scale farming households in Northwest Bangladesh. *Aquaculture*. 317, 214-222.

- Belton, B., Haque, M. M., Little, D. C., 2012. Does size matter? Reassessing the relationship between aquaculture and poverty in Bangladesh. *Journal of Development Studies*. 48, 904-922.
- Bem, J. C., Fontanetti, C. S., Senhorini, J. A., Parise-Maltempi, P. P., 2012. Effectiveness of Estradiol Valerate on Sex Reversion in *Astyanax altiparanae* (Characiformes, Characidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 55, 283-290.
- Béné, C., Arthur, R., Norbury, H., Allison, E. H., Beveridge, M., Bush, S., Campling, L., Leschen, W., Little, D. C., Squires, D., Thilsted, S. H., Troell, M., Williams, M., 2016. Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. *World Development*. 79, 177-196.
- Bertaco, A. V., Lucena, C. A. S., 2006. Two new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with a synopsis of the *Astyanax scabripinnis* species complex. *Neotropical Ichthyology*. 4, 53-60.
- Bertaco, A. V., Lucena, C. A. S., 2010. Redescription of *Astyanax obscurus* (Hensel, 1870) and *A. laticeps* (Cope, 1894) (Teleostei: Characidae): two valid freshwater species originally described from rivers of Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 8, 7-20.
- Bogard, J. R., Hother, A. L., Saha, M., Bose, S., Kabir, H., Marks, G. C., Thilsted, S. H., 2015a. Inclusion of small indigenous fish improves nutritional quality during the first 1000 days. *Food Nutrition Bulletin*. 1-14.
- Bogard, J. R., Thilsted, S. H., Marks, G. C., Wahab, M. A., Hossain, M. A. R., Jakobsen, J., Stangoulis, J., 2015b. Nutrient composition of important fish species in Bangladesh and potential contribution to recommended nutrient intakes. *Journal of Food Composition and Analysis*. 42, 120-133.
- Bosma, R. H., Verdegem, M. C., 2011. Sustainable aquaculture in ponds: principles, practices and limits. *Livestock science*. 139, 58-68.
- Boyd, C. E., Tucker C. S., 1998. *Pond aquaculture water quality management*, first ed. Springer, New York.
- Boyd, C. E., Tucker, C.; Mcnevin, A.; Bostick, K.; Clay, J., 2007. Indicators of resource use efficiency and environmental performance in fish and crustacean aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*. 15, 327-360.
- Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E., Fonseca, G. A. B., 2001. Effectiveness of Parks in

- Protecting Tropical Biodiversity. *Science*, 291, 125-127.
- Castro, J. P., Moura, M. O., Moreira-Filho, O., Shibatta, O. K., Santos, M. H., Nogaroto, V., Vicari, M. R., Almeida, M. C. & Antoni, R. F., 2015. Diversity of the *Astyanax scabripinnis* species complex (Teleostei: Characidae) in the Atlantic Forest, Brazil: species limits and evolutionary inferences. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 25, 231-244.
- Chopin, T., 2013. Integrated multi-trophic aquaculture-ancient, adaptable concept focuses on ecological integration. *Global Aquaculture Advocate*. 16, 16-19.
- Chopin, T., Buschmann, A. H., Halling, C., Troell, M., Kautsky, N., Neori, A., Kraemer, G. P., Zertuche-González, J. A., Yarish, C., Neefus, C., 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key toward sustainability. *Journal of Phycology*. 37, 975-986.
- Coad, L. Campbell, A., Miles, L., Humphries, K., 2008. The Costs and Benefits of Forest Protected Areas for Local Livelihood: a review of the current literature. Working Paper. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.
- Costa-Pierce, B.A., 2002. Farming systems research and extension methods for the development of sustainable aquaculture ecosystems. In: B.A. Costa-Pierce (Ed.), *Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution*, Oxford, UK: Blackwell Science, pp. 103-124.
- Costa-Pierce, B. A., 2010. Sustainable Ecological Aquaculture Systems: The Need for a New Social Contract for Aquaculture Development. *Marine Technology Society Journal*. 44, 88-112.
- Costa-Pierce, B.A., 2016. Ocean Foods Ecosystems for planetary survival in the Anthropocene. Keynote Speech at the World Nutrition Forum: Driving the Protein Economy, 12-15 October 2016, Vancouver, B. C., Canada.
- Costa-Pierce, B.A., Bartley, D.M., Hasan, M., Yusoff, F., Kaushik, S.J., Rana, K., Lemos, D., Bueno, P., Yakupitiyage, A., 2012. Responsible use of resources for sustainable aquaculture. In R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos (Eds), *Farming the Waters for People and Food*, Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. FAO, Rome and NACA, Bangkok, pp. 113-147.

- De Silva, S. S., Nguyen, T. T. T., Turchini, G. M., Upali S., Amarasinghe, U. S., Abernethy, N. W., 2009. Alien Species in Aquaculture and Biodiversity: A Paradox in Food Production. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 38, 24-28.
- Diana, J. S., Lin, K. C., Jaiyen, K., 1994. Supplemental Feeding of Tilapia in Fertilized Ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*. 25, 497-506.
- Esteves, K. E., 1996. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a floodplain lake of Mogi-Guaçú River, Paraná River Basin, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. 46, 83-101.
- FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. (200 pp).
- Felizardo, V. O., Murgas, L. D. S., Andrade, E. S., López, P. A., Freitas, R. T. F., Ferreira, M. R., 2012. Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*). *Theriogenology*. 77, 570-1574.
- Ferreira, P. M. F., Nascimento, L. S., Dias, D. C., Moreira, D. M. V., Salari, A. L., Freitas, M. B. D., Carneiro, A. P. S., Zuanon, J. A. S., 2014. Essential Oregano Oil as a Growth Promoter for the Yellowtail Tetra, *Astyanax altiparanae*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 45, 28- 34.
- Fiedler, J. L., Lividini, K., Drummond, E., Thilstead, S. H., 2016. Strengthening the contribution of aquaculture to food nutrition security: the potential of a vitamin A-rich, small fish in Bangladesh. *Aquaculture*. 452, 291-303.
- Fundação Florestal, 2008. Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar. São Paulo. <http://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/> (accessed 07.16.)
- Garutti, V., 2003. *Piscicultura Ecológica*. Ed. UNESP, São Paulo.
- Garutti, V., Britski, H. A., 2000. 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 Museu Ciências Tecnologia PUCRS - Série Zoologia*. 13, 65-88.
- Gomiero, L. M., Souza Braga, F. M., 2003. O lambari *Astyanax altiparanae* (Characidae) pode ser um dispersor de sementes?. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. 25, 353-360.

- Gonçalves, F. H., Silva N. J. R., Henriques, M. B., 2015a. Economic analysis of *Deuterodon iguape* cultured in Nile tilapia ponds. *Boletim do Instituto de Pesca*. 41, 579-589.
- Gonçalves, F. H., Silva, N. J. R., Henriques, M. B., 2015b. Tolerance of lambari *Deterodon iguape* to different salinities: New perspectives of market. Conference paper in: *Aquaculture 2015*, Aug. 23-26 2015, Montpellier, France.
- Gonçalvez L. U., Parisi, G., Bonelli, A., Sussel, F. R., Viegas, E. M. M., 2014. The fatty acid compositions of total, neutral and polar lipids in wild and farmed lambari (*Astyanax altiparanae*) (Garutti & Britski, 2000) broodstock. *Aquaculture Research*. 45, 195-203.
- Gross, A., Boyd, C. E., 1998. A digestion procedure for the simultaneous determination of total nitrogen and total phosphorus in pond water. *Journal of the World Aquaculture Society*. 29, 300-303.
- Gross, A., Boyd, C. E., Wood, C. W., 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering*. 24, 1-14.
- Hansen, M., Thilsted, S. H., Sandström, B., Kongsbak, K., Larsen, T., Jensen, M., Sørensen, S. S. (1998). Calcium absorption from small soft-boned fish. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 12, 148-154.
- Hayashi, C., Meurer, F., Boscolo, W. R., Lacerda, C. H. F., Kavata, L. C. B., 2004. Feeding frequency for yellow tail lambari (*Astyanax bimaculatus*) fingerlings. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33, 21–26.
- Brazil Gov News – Presidency of the Republic of Brazil, 2015. Agricultura Familiar produz 70% dos alimentos consumidos brasileiro. Available in: (<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/07/agricultura-familiar-produz-70-dos-alimentos-consumidos-por-brasileiro>). Accessed in Jul/2016.
- Instituto Chico Mendes – ICMbio., 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. www.icmbio.gov.br/cepsul/.../estatistica/est_2011_bol__bra.pdf. (accessed 07.16).
- Islam, M.S., 2002. Evaluation of supplementary feeds for semi-intensive pond culture of mahseer, *Tor putitora* (Hamilton). *Aquaculture*. 212, 263-276.
- Knud-Hansen, C. F., Batterson, T. R., McNabb, C. D., Harahat, I. S., Sumantadinata, K., Eidman, M. H., 1991. Nitrogen input, primary productivity and fish yield in fertilized freshwater ponds in Indonesia. *Aquaculture*. 94, 49-63.

- Knud-Hansen, C. F., Hopkins, K. D., Guttman, H., 2003. A comparative analysis of the fixed-input, computer modeling, and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. *Aquaculture*. 228, 189-214.
- Lima, F. C. T., Malabarba, L. R., Buckup, P. A., Pezzi da Silva, J. F., Vari, R. P., Harold, A., Benine, R., Oyakawa, O. T., Pavanelli, C. S., Menezes, N. A., Lucena, C. A. S., Malabarba, M. C. S. L., Lucena, Z. M. S., Reis, R. E., Langeani, F., Casatti, L., Bertaco, V. A., Moreira, C., Lucinda, P. H. F., 2003. Genera incertae sedis in Characidae in: R. E. Reis, S. E. Kullander, C. J. Ferraris Jr. (Eds.), *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*, Edipucrs, Porto Alegre, pp. 134-141.
- Lin, C. K., Yi, Y., 2003. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. *Aquaculture*. 226, 57-68.
- Little, D. C., Barman, B. K., Belton, B., Beveridge, M. C., Bush, S. J., Dabaddie, L., Demaine, H., Edwards, P., Haque, M. M., Kibria, G., Morales, E., Murray, F. J., Leschen, W. A., Nandeesh, M. C., Sukady, F., 2012. Alleviating poverty through aquaculture: progress, opportunities and improvements, in R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos (Eds), *Farming the Waters for People and Food*, Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. FAO, Rome and NACA, Bangkok, pp. 22-25.
- Lopes, M. C., Silva, N. J. R., Casarini, L. M., Gonçalves, F. H. A. S. B., Henriques M. B., 2013. Desova induzida do Lambari *Deuterodon iguape* com extrato hipofisário de carpa. *Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 13, 9-13.
- Lucena, C. A., Soares, H. G., 2016. Review of the species of *Astyanax bimaculatus* “caudal peduncle spot” subgroup *sensu* Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the rio La Plata and rio São Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. *Zootaxa*. 4072, 101-125.
- Marques, H. L., New, M. B., Boock, M. V., Barros, H. P., Mallasen, M., Valenti, W. C., 2016. Integrated Freshwater Prawn Farming: State-of-the-Art and Future Potential. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 24, 264-293.
- Mazzoni R., Rezende, C. F., 2003. Seasonal diet shift in a Tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 63, 69-74.

- McLeod, K., Lubchenco, J., Palumbi, S., Rosemberg, A., 2005. Scientific Consensus Statement on Marine Ecosystem-Based Management: Communication Partnership for Science and Sea. http://www.compassonline.org/science/EBM_CMSP/EBMconsensus (accessed 07.16).
- Meurer, F., Hayashi, C., Bolscolo, W. R., Kavata, L. B., Lacerda, C. H. F., 2005. Nível de arraçoamento para alevinos de Lambari-do-rabo-amarelo (*Aastyanax bimaculatos*). Revista Brasileira de Zootecnia. 34, 1835-1840.
- Michielsens, C. G. J., Lorenzen, K., Phillips, M. J., Gauthier, R., 2002. Asian carp farming systems: towards a typology and increased resource use efficiency. Aquaculture Research. 33, 403-413.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and Human Well-Being: A Synthesis. Island Press, Washington DC.
- Mirande, J. M., 2010. Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. Neotropical Ichthyology. 8, 385-568.
- Moura, R. S. T., Valenti, W. C., Henry-Silva, G G., 2016. Sustainability of Nile tilapia net-cage culture in a reservoir in a semi-arid region. Ecological Indicators. 66, 574-582.
- Naughton-Treves, L., Holland, M. B., Brandon, K., 2005. The Role of Protected Areas in Conserving Biodiversity and Sustaining Local Livelihoods. Annual Reviews in Environmental Resources. 30, 219-252.
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C., Clay, J., Folke, C, Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature. 405, 1017-1024.
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell A. P., Forster, I., Gatlin D. B., Goldburg R. J., Hua, K., Nichols, P. D., 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. Proceedings of the National Academy of Sciences. 106, 15103–15110.
- Naylor, R. L., Williams, S. L., Strong, D. R., 2001. Aquaculture - A Gateway for Exotic Species. Science. 294, 1655-1656.
- Pereira, T. N. A., 2010. Filogenia das espécies de *Deuterodon* Eigenmann, 1907 (Characiformes: Characidae), um gênero de lambaris da Mata Atlântica (*Master thesis*). Biosciences Institute – São Paulo State University, Botucatu, (274 pp.).

- Peretti, D., Andrian, I. F., 2008. Feeding and morphological analysis of the digestive tract of four species of fish (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias aff. malabaricus*) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 68, 671-679.
- Porto-Foresti F., Castilho-Almeida R. B., Foresti F., 2005. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*), in: Baldisseroto, B. & Gomes, L. C. (Eds), *Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil*, Editora UFMS, Santa Maria, RS, pp. 105–120.
- Proença, D. C., 2013. Aplicação de indicadores e índices para avaliar a sustentabilidade ambiental em um sistema de aquicultura integrado e multitrófico, com diferentes substratos (*Masther thesis*). Aquaculture Center – São Paulo State University. Jaboticabal, (46 pp.).
- Pucher, J., Mayrhofer, R., El-Matbouli, M., Focken, U., 2015. Pond management strategies for small-scale aquaculture in northern Vietnam: fish production and economic performance. *Aquaculture International*. 23, 297-314.
- Rahman, M. M., Verdegem, M., Nagelkerke, L., Wahab, M. A., Milstein, A., Verreth, J., 2008. Effects of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and feed addition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton) ponds on nutrient partitioning among fish, plankton and benthos. *Aquaculture Research*. 39, 85-95.
- Rezende, F. P., Filho, O. P. R., Pereira M. M., Takabatake, E. Y., Navarro, R. D., Santos, L. C., Silva, R. F., Filho, C. B. C., 2005. Eficiência de diferentes substratos na desova de tambuí (*Astyanax altiparanae*). *Revista Ceres*. 52, 527-533.
- Rodrigues, A. M., Campos, E. C., Santos, R. A., Junior, J. M., Camara, J. J. C., 1992. Tipo de desova e fecundidade do tambuí (*Astyanax bimaculatus* Linnaeus 1758 (Pisces, Characiforme, Characidae), na represa de Ibitinga, estado de São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 29, 309-315.
- Ross, L. G., Palacios, C. A. M., Morales, E. J., 2008. Developing native fish species for aquaculture: the interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. *Aquaculture Research*. 39, 675-683.
- Sabbag, O. J., Takahashi, L. S., Silveira, A. N., Aranha, A. S., 2011. Custos e viabilidade econômica da produção de lambaris-do-rabo-amarelo em Monte Castelo/SP: um estudo de caso. *Boletim do Instituto de Pesca*. 37, 307-315

- Salaro, A. L., Campelo., D. A. V., Pontes, M. D., Zuanon, J. A. S., Furuya, V. R. B., Furuya, W. M., 2015. Avanços na nutrição e produção de lambaris, in: Brito, P. A. M., Brito J. R. M. (Eds.), *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*, Editora Pedro & João, São Carlos, São Paulo, pp. 491-501.
- Santos, M. M., 2008. Políticas públicas e gestão: o caso dos bairros rurais de Peruíbe localizados no Parque Estadual da Serra do Mar (*Master thesis*). São Paulo State University. São Vicente, 116 pp.
- Sato, Y., Sampaio, E. V., Fenerich-Verani, N., Verani, J. R., 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.
- Silva, N. J. R., Lopes, M. C., Gonçalves, F. H. A. S., Gonsales, G. Z., Henriques, M. B., 2011a. Avaliação do potencial do mercado consumidor de lambari da baixada santista. *Informações Econômicas*. 41, 5-17.
- Silva, N. J. R., Lopes, M. C., Fernandes, J. B. K., Henriques, M. B., 2011b. Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. *Informações Econômicas*. 41, 17-28.
- Stevanato, J. D., 2016. Ontogenia larval e pós-larval de *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britsky, 2000) em laboratório (Master thesis). Federal University of Paraná. Curitiba. 79 pp.
- Sussel, F. R., Viegas, E. M. M., Evangelista, M. M., Gonçalves, G. S., Salles, F. A., Gonçalves L. U., 2014. Replacement of animal protein with vegetable protein in the diets of *Astyanax altiparanae*. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 36, 343–348.
- Thilsted, S. H., 2012. The potential of nutrient-rich small fish species in aquaculture to improve human nutrition and health., in R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos (Eds), *Farming the Waters for People and Food*, Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. FAO, Rome and NACA, Bangkok, pp. 57-73.
- Thilsted, S. H., Thorne-Lyman, A., Webb, P. Bogard, J. R., Subasinghe, R., Phillips, M., Allison, E. H., 2016. Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy*. 61, 126-131.

- Valenti, W. C., Kimpara, J. M., Preto, B. L., 2011. Measuring aquaculture sustainability. *World Aquaculture*, 42, 26-30.
- Valladão, G. M. R., Gallani, S. U., Pilarski, F., 2016. South America fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 1-19
- Veregue, A. M. L., Orsi, M. L., 2003. Reproductive biology of *Astyanax scabipinnis paranae* (Eigenman) (Osteichthyes, Characidae), from Marrecas creek of the Tibagi basin, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*. 20, 97-105.
- Vilela, C., Hayashi, C., 2001. Desenvolvimento de juvenis de lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*. 36, 343–348.
- Virtule, J. R. S., Aranha J. M. R., 2002. Ecologia alimentar do lambari *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae), de diferentes tamanhos em um riacho da Floresta Atlântica, Paraná (Brasil). *Acta Biológica Paranaense*. 31, 137-150.
- Virtule, J. R. S., Braga, M. R., Aranha, J. M. R., 2008. Population Structure and Reproduction of *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Teleostei, Characidae) in a Neotropical Stream Basin from the Atlantic Forest, Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 51, 1187-1198.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lambaricultura pode ser uma importante ferramenta para o desenvolvimento sustentável de comunidades rurais no Brasil, especialmente em áreas sensíveis à conservação ambiental. Contudo, essa atividade encontra-se ainda nos estágios iniciais de desenvolvimento. Práticas de manejo inadequadas existem e grande parte da ciência aplicada tem sido desenvolvida sem levar em conta a realidade das áreas relacionadas à conservação ambiental. Um protocolo de pesquisa que apresente uma agenda integrada aos produtores, como descrito em Costa-Pierce (2002), é necessário.

A criação de sistemas de produção de alimento que correspondam às necessidades locais e conservem os bens e serviços dos ecossistemas é urgente em países megadiversos como o Brasil. A aquicultura sustentável apresenta essas características e pode alcançar esses objetivos. Além disso, sistemas que utilizam espécies nativas, de baixo nível trófico promovem desenvolvimento socio-econômico e são mais eficientes na produção de proteína para uma população em grande expansão (Costa-Pierce, 2016). Se a aquicultura é a solução para a produção de alimentos no futuro, o uso de espécies nativas, de baixo nível trófico, como o lambari, será de extrema importância.