DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA DE ÓRGÃOS VISCERAIS DE TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*)

Luana de Sousa Ribeiro¹, Stéphanie Silva Nunes de Almeida², Fernanda Gomes de Paula², Regiani Nascimento Gagno Porto³, Ana Paula Iglesias Santin³

1 Acadêmica em Medicina Veterinária, PIVIC em Iniciação Científica da Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.
(regianiporto@hotmail.com),

2. Professor Adjunto, Departamento de Produção Animal, EVZ/UFG, Goiânia, Goiás, Brasil, CEP: 74.690-900

3 Professor Adjunto, Departamento de Medicina Veterinária, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, CEP 74.690-900, (62) 3521-1665.

Recebido em: 08/04/2016 – Aprovado em: 30/05/2016 – Publicado em: 20/06/2016
DOI: 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_036

RESUMO

O Brasil é um dos poucos países que possui condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira. A região centro-oeste participa ativamente na produção de peixes redondos em nível nacional. O híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) combina características desejáveis como a resistência ao frio, rusticidade e elevada taxa de crescimento. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo o conhecimento da histologia normal de alguns órgãos viscerais da espécie. Foram utilizados 20 exemplares oriundos da Piscicultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG), os fragmentos colhidos foram processados e as lâminas histológicas confeccionadas e coradas pela técnica de hematoxilina e eosina (H&E). O estudo histológico permitiu a descrição detalhada dos diversos órgãos estudados, coração, brânquias, esôfago, estômago, intestino, ceco pilórico, baço, hepatopâncreas, e rins, verificando-se diversas similares descritas em outros estudos, mas também algumas diferenças em relações a outras espécies, demonstrando desta forma a importância deste conhecimento para posterior análise de patologias que acometem o tambacu.

PALAVRAS-CHAVE: Microscopia; Pacu; Tambaqui

HISTOLOGICAL DESCRIPTION OF TAMBACU (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) VISCERAL ORGANS

ABSTRACT

Brazil is a country that can attend the growing global demand for fish products. The Midwest region is actively involved in the round fish production. The hybrid tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) mix desirable characteristics such as resistance to cold and high growth rate. Thus, this study aimed to knowledge

of normal histology of several tambacu visceral organs. Twenty specimens from fish farming of Department of Animal Production of Veterinary and Animal Science Scholl of Goiás Federal University (UFG) were used, fragments obtained were processed with H&E stain. The histological study allowed detailed description of the various organs studied, like heart, gills, esophagus, stomach, intestine, pyloric caecum, spleen, hepatopancreas, and kidney. It was possible to check many similarities comparing with other studies, but some differences among other fish species, thus proving the importance of this knowledge to aid pathologies that affect tambacu.

KEY WORDS: Microscopy; Pacu; Tambaqui

INTRODUÇÃO

A produção de carne de peixe encontra um mercado consumidor que atualmente está voltado à aquisição de produtos naturais e mais saudáveis. A combinação de crescimento populacional e aumento de renda fez com que o consumo mundial de peixe passasse da média de 9,9kg per capita em 1960, para 19,2kg em 2012 (BORGES, 2013; FAO, 2014).

O Brasil é um dos poucos países que possui condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sendo que 12% da água doce disponível no planeta estão em seu território (BRASIL, 2014). No centro-oeste os peixes redondos respondem pela maior parte das quase 70.000 toneladas estimadas para a região, o equivalente a 26% da produção brasileira em 2010. Tendo o tambaqui como a principal espécie nativa cultivada no país (KUBITZA et al., 2012).

No entanto, no intuito de solucionar as limitações de espécies nativas, investiu-se no desenvolvimento de híbridos, com destaque para o híbrido da fêmea de tambaqui com o macho do pacu, *Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*, teleósteos, da família Characidae. Combinando características desejáveis, como a resistência ao frio e a rusticidade do pacu e a maior taxa de crescimento do tambaqui, apresentando também maior resistência ao estresse e a doenças parasitárias (YOSHIOKA, 2014).

No país, é possível verificar recorrentes problemas de manejo, decorrentes da falta de conhecimento e de assistência técnica, além da presença de contaminantes em águas naturais que podem afetar o estado sanitário destes animais (SIDONIO et al., 2012; PEREIRA et al., 2013), tornando fundamental o entendimento da fisiologia normal da espécie, como o aspecto morfológico dos tecidos, para que o patologista possa reconhecer as alterações e assim auxiliar no diagnóstico do erro na cadeia produtiva (ROTTA, 2003).

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi suprir a necessidade de conhecimento da histologia normal do tambacu, criado em cativeiro na região de Goiânia-Goiás, no intuito de fornecer conhecimento biológico e assim assistência técnica mais qualificada para o desenvolvimento da aquicultura nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Piscicultura do Departamento de Produção Animal e no Setor de Patologia Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG), no período de agosto de 2013 a junho de 2014. Foram avaliadas vísceras de tambacus oriundos da Piscicultura do Departamento de Produção Animal da EVZ/UFG, sendo utilizados 20 exemplares, com peso médio de 300 g, que seriam destinados ao comércio e designados para

consumo humano, por isso não houve necessidade da apreciação pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFG.

Os peixes foram eutanasiados utilizando-se o narcótico Eugenol (na dosagem de 0,75 mL na proporção de 1:9 de álcool comum em 10 L de água), em seguida foi realizada a abertura da cavidade corporal pela técnica apresentada no guia de necropsia de MARTINS (2011).

A evisceração foi realizada no próprio criatório e foram colhidos fragmentos de coração, brânquias, esôfago, estômago, ceco pilórico, intestino, hepatopâncreas, pâncreas, baço e rins. As amostras foram acondicionadas em recipientes identificados, contendo solução de formol tamponado a 10%, onde permaneceram por mais de 48 h. O processamento foi feito no Laboratório de Histopatologia, Setor Patologia, EV/UFG, sendo as lâminas histológicas confeccionadas e coradas pela técnica de hematoxilina e eosina (DORIGAN NETO, 2012).

Para a leitura das lâminas foi utilizado microscópio óptico de campo claro, em diferentes aumentos. O presente trabalho teve como finalidade apenas a descrição histológica não cabendo, portanto, análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

À microscopia do coração, observou-se na região das câmaras cardíacas, que o ventrículo era mais espesso e possuía um lúmen menor que o átrio, compostos de músculo estriado cardíaco esponjoso (Figura 1), com a presença de feixes musculares orientados em variadas direções, no entanto, mais externamente verificou-se músculo estriado cardíaco compacto. O órgão encontrava-se envolvido pelo epicárdio, constituído por uma fina camada de tecido conjuntivo frouxo e epitélio pavimentoso simples. Era revestido internamente por endocárdio igualmente composto por epitélio pavimentoso simples.

O bulbo arterial era constituído de tecido conjuntivo elástico e fibras musculares lisas, dispostas em diversos sentidos (Figura 1). Esse era circundado por delgada camada de tecido conjuntivo frouxo e epitélio pavimentoso simples, com estrutura similar à do epicárdio.

FIGURA 1: A- Fotomicrografia do miocárdio de um Tambacu, apresentando músculo estriado cardíaco esponjoso (seta) e compacto (cabeça de seta). B- Fotomicrografia do bulbo arterioso de um Tambacu, evidenciando disposição tecidual em vários sentidos e presença de fibras musculares lisas (setas), HE 100x.

Aspectos semelhantes foram observados por MUMFORD et al. (2007) e GENTEN et al. (2009) em relação à espessura e às camadas da parede cardíaca, ao lúmen ventricular e à descrição da constituição tecidual do bulbo arterioso. Caracterização muscular similar foi feita por SIMÕES et al. (2002) e MUMFORD et al. (2007), que acrescentaram que o músculo compacto não está presente em todas as espécies de teleósteos e que diferentemente do presente relato verificaram em seu estudo a existência de um pericárdio visceral e o parietal (epicárdio), com fluido seroso preenchendo o espaço entre as duas membranas.

Nas brânquias, verificou-se a lamela principal preenchida por sangue, o que ocorria também nas lamelas secundárias, que saíam perpendicularmente à principal (Figura 2). Nas lamelas havia epitélio pavimentoso simples, presença de células pilastras com escasso citoplasma, de coloração basofílica clara, núcleo grande e basofílico. Predominantemente, na base das lamelas, localizavam-se células de cloreto (Chloride Cell) com citoplasma levemente eosinofílico, núcleo central e basofílico.

FIGURA 2: Fotomicrografia da brânquia de um Tambacu, destacando-se as lamelas principal (cabeça de seta) e secundária (seta), HE 100x.

Descrição histológica semelhante, deste órgão, foi mencionada por EVANS et al. (2005); MUMFORD et al. (2007) e GENTEN et al. (2009) em outras espécies de peixes, uma vez que não foi encontrada, na literatura consultada, os aspectos histológicos deste órgão em tambacu.

As papilas do esôfago possuíam formato folhear com epitélio cilíndrico simples alto. O citoplasma dessas células era eosinofílico claro e o núcleo oval e levemente basofílico, localizado predominantemente na região basal e correspondendo à aproximadamente 30% do volume celular. A lâmina própria era delgada e formada por tecido conjuntivo frouxo. A camada muscular circular interna era extensa, já a camada transversal externa era delgada, sendo ambas constituídas por músculo liso (Figura 3).

No entanto a descrição do presente trabalho apresentou algumas diferenças quando comparada aos estudos realizados por CARRASON et al. (2006), em *Dentex dentex*, e por GENTEN et al. (2009) que verificaram epitélio cúbico estratificado na base das vilosidades e presença de células caliciformes, além de tecido conjuntivo denso na submucosa associado a tecido adiposo. Os mesmos autores ainda mencionaram que ambas as camadas musculares eram constituídas por tecido muscular estriado esquelético.

No estômago, as vilosidades da mucosa eram revestidas por epitélio cilíndrico simples com citoplasma eosinofílico e núcleo levemente basofílico, de formato oval e alongado, situado eventualmente na região basal ou central e com nucléolo evidente. As glândulas serosas possuíam formato tubular com células apresentando grânulos eosinofílicos, sendo o núcleo grande, esférico, central e com nucléolo evidente. A lâmina própria era constituída por tecido conjuntivo frouxo (Figura 3). A camada muscular da mucosa era formada por fibras musculares lisas e a submucosa composta por tecido conjuntivo frouxo. Logo abaixo, observou-se camada muscular lisa, sendo a circular interna muito mais espessa que a transversal externa. O estômago ainda era recoberto por camada serosa.

FIGURA 3: A- Fotomicrografia do esôfago de um Tambacu, com o epitélio cilíndrico simples da mucosa e a espessa camada muscular, formada por músculo liso, HE 50x. B-Fotomicrografia da mucosa do estômago de um Tambacu, com glândulas tubulares serosas (setas) características do órgão, HE, 100x.

O estômago de tilápia foi descrito de maneira semelhante por CARRASSON et al. (2006) e GENTEN et al. (2009), no entanto estes últimos pesquisadores citaram orientação oblíqua de fibras musculares lisas na camada muscular do órgão e ainda diferenciaram as glândulas em fúndicas e pilóricas, apresentando respectivamente grânulos acidofílicos e eosinofílicos, no presente estudo observou-se apenas grânulos eosinofílicos. Ainda segundo MUMFORD et al. (2007), a submucosa é constituída por tecido conjuntivo levemente mucoide, o que diverge do resultado apresentado neste trabalho e das publicações de outros autores.

O ceco pilórico era uma continuação do estômago, observando-se presença de células caliciformes, porém não havia mais a composição de glândulas tubulares. O epitélio era cilíndrico simples e as células apresentavam citoplasma eosinofílico

com o núcleo oval, coloração discretamente basofílica e de localização central. No citoplasma ainda se observava a presença de pequenos vacúolos. A lâmina própria/submucosa de tecido conjuntivo frouxo antecedia a camada muscular lisa, que possuía camada circular interna mais espessa que a transversal externa. O pâncreas sempre associado a esse órgão foi uma observação frequente (Figura 4). Estando esta descrição de acordo com o mencionado por CARRASSON et al. (2006) e MUMFORD et al. (2007), entretanto estes não observaram as diferenças na camada muscular e nem a associação ao pâncreas.

FIGURA 4: Fotomicrografia do ceco pilórico de um Tambacu, constituído por epitélio cilíndrico simples, com células caliciformes. Presença de pâncreas (setas) associado ao ceco pilórico, HE 100x.

No intestino, as vilosidades possuíam epitélio cilíndrico simples, sendo essas células altas com citoplasma de coloração eosinofílica. Tendo, como no ceco pilórico, a presença de células caliciformes e vacúolos intracitoplasmáticos. O núcleo basofílico era central e alongado. A lâmina própria/submucosa era constituída de tecido conjuntivo frouxo e a camada muscular lisa bastante característica uma vez que apresentava primeiramente a camada transversal e externamente a circular, diferindo dos demais órgãos tubulares deste estudo. Observações similares foram feitas por CARRASSON et al. (2006), porém estes pesquisadores observaram a presença de células granulares eosinofílicas na submucosa e, na camada muscular verificaram primeiramente uma circular interna e uma transversal subsequente. Já a muscular da mucosa pode ser facultativa de acordo com GENTEN et al. (2009), mas segundo trabalho desenvolvido por MUMFORD et al. (2007) esta é densa e associada a uma camada fibroelástica.

O hepatopâncreas possuía uma cápsula serosa revestindo o órgão, não havendo formação de padrão trabecular, no entanto cordões anastomosados de hepatócitos foram observados. Não se verificou a presença de veias terminais hepáticas típicas, no entanto sinusoides revestidos por células endoteliais e células de Kupffer estavam presentes. Os hepatócitos possuíam citoplasma eosinofílico com

presença de grande quantidade de vacúolos de glicogênio e apresentavam morfologia poliédrica. O núcleo tinha formato arredondado, coloração basofílica e ocupava 10 a 20% do volume celular, além de exibir nucléolo evidente. Os ductos biliares eram predominantemente formados por epitélio cilíndrico simples, sendo essas células baixas, eosinofílicas com o núcleo arredondado, basofílico e de localização basal (Figura 5).

FIGURA 5: Fotomicrografia do hepatopâncreas de um Tambacu, notando-se hepatócitos com vacúolos de glicogênio e presença de ducto biliar (seta), HE 100x.

Descrição similar do hepatopâncreas foi realizada por LEMES & BRACCINI (2004) e GENTEN et al. (2009) que mencionam uma menor tendência de formação de cordões distintos, lóbulos e tríades portais evidentes. LEMES & BRACCINI (2004) verificaram que os ductos biliares são revestidos com epitélio cúbico simples, divergindo do observado neste trabalho e da descrição da morfologia celular ductal feita por COSTA et al. (2012b), em tambaquís. MUMFORD et al. (2007), em discordância a este relato, mencionam que células de Kupffer não são encontradas em teleósteos, mas que podem ser observadas células macrofágicas em algumas espécies de salmonídeos.

Ainda em relação ao hepatopâncreas, verificou-se somente a presença da porção exócrina do pâncreas, que também foi observada próxima a outros órgãos da cavidade celomática. Esta consistia de ácinos basofílicos, células poliédricas com grânulos zimogênicos eosinofílicos, o núcleo arredondado tinha cor semelhante ao citoplasma, levemente mais basofílico. Portanto, apesar do hepatopâncreas ser uma glândula mista como mencionado por KONIG & LIEBICH (2011), no presente estudo a porção endócrina do pâncreas só foi observada em associação ao mesentério.

O baço possuía polpa vermelha e branca distintas, embora a polpa branca não estivesse tão marcadamente delimitada como nos mamíferos, nem apresentasse arteríola central (Figura 6). Além disso, verificou-se grande quantidade de polpa vermelha e poucos septos de tecido conjuntivo no interior do órgão, bem como foi notada a presença de diversos focos com um único melanomacrófago

(Figura 6), ou raramente em pequenos grupos. Sendo o órgão revestido por uma cápsula de tecido conjuntivo. Diferentemente do presente trabalho, CARRASSON et al. (2006) descrevem o baço com polpa branca e vermelha difusas e GENTEN et al. (2009) acrescentam a presença focal de grandes grupos de melanomacrófagos em peixes teleósteos.

FIGURA 6: Fotomicrografia do baço de um Tambacu. A- Polpa vermelha e polpa branca, pouco delimitada, porém distinta (setas), HE 50x. B – Melanomacrófago (seta), HE 200x

Nos rins o corpúsculo renal era constituído pelo glomérulo renal, espaço e cápsula de Bowmann, semelhante ao dos mamíferos. O túbulo contorcido proximal se distinguiu do distal pela tonalidade eosinofílica, sendo o primeiro mais escuro (Figura 7). Além disso, no túbulo contorcido proximal era possível observar borda em escova. No entanto, ambos os túbulos eram constituídos por epitélio cúbico simples ou cilíndrico baixo, núcleo basofílico arredondado e grande. Os ductos coletores também eram formados por epitélio cilíndrico simples baixo, com o núcleo basofílico claro, oval e localizado na base da célula. No interstício renal verificou-se a presença de tecido hematopoiético difuso.

FIGURA 7: Fotomicrografia do rim de um Tambacu, notando túbulos proximais (setas) e distais (cabeças de seta), além da presença de tecido hematopoiético no interstício do órgão, HE 50x.

Aspectos semelhantes foram descritos por LIMA et al. (1993) e COSTA et al. (2012a), que utilizaram *Piaractus mesopotamicus* e também por MUMFORD et al. (2007) e GENTEN et al. (2009), que ainda mencionam tratar-se de um órgão hematopoiético, e relatam os túbulos proximais revestidos por epitélio cilíndrico simples com células altas e nos túbulos distais, por epitélio cilíndrico simples baixo.

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu verificar diversas similaridades histológicas entre os tambacus (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) e as demais espécies de teleósteos, no entanto foi possível determinar algumas características microscópicas específicas da espécie em órgãos que, muitas vezes, encontram-se envolvidos em processos patológicos ou em outras pesquisas desenvolvidas no âmbito da piscicultura, demonstrando desta forma a importância do conhecimento da histologia normal dos peixes para o melhor entendimento das enfermidades.

REFERÊNCIAS

BORGES A. **Parâmetros de qualidade do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo.** Rio de Janeiro-Brasil. 2013. 221 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2013.

BRASIL – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Potencial brasileiro.** 2014. Disponível em <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura/potencial-brasileiro>>. Acesso em: 10 março 2016.

CARRASON, M.; GRAU, A.; DOPAZO, L. R.; CRESPO, S. A histological, histochemical and ultrastructural study of the digestive tract of *Dentex dentex* (Pisces, Sparidae). **Histology and Histopathology**, Murcia, v. 21, p. 579-593, 2006. Disponível em < http://www.um.es/hh/pdf/Vol_21/21_6/Carrason-21-579-593-2006.pdf>.

COSTA, G.M., LIMA, A.R.; LIMA, M.G.; JOSÉ R KFOURY JR, J.R. Histologia e ultraestrutura do rim e rim cefálico do pacu. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.32, n.5, p.453-458, 2012a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2012000500014>>. DOI: 10.1590/S0100-736X2012000500014.

COSTA G. M.; ORTIS, R. C.; LIMA, M. G.; CASALS, J. B.; LIMA, A. R.; KFOURY JUNIOR, J. R. Estrutura morfológica do fígado de tambaqui – *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 32, n. 9, p. 947-950, 2012b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2012000900014>>.

736X2012000900022>. DOI: 10.1590/S0100-736X2012000900022

DORIGAN NETO, A. **Técnico em citopatologia**. Brasília: Ministério da Saúde; Rio de Janeiro: CEPESC, 2012. 94p.

EVANS, D. H.; PIERMARINI, P. M.; CHOE, K. P. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 85, p. 97-177, 2005. Disponível em: < <http://physrev.physiology.org/content/85/1/97.long>>. DOI: 10.1152/physrev.00050.2003

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of worldfisheries and aquaculture** – Opportunities and challenges. 2014. Disponível em <<http://www.fao.org/fishery/publications/sofia/en>>. Acesso em: 10 março 2016.

GENTEN, F.; TERWINGHE, E.; DANGUY, A. **Atlas of fish histology**. Flórida: Science publishers, 2009. 224 p.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G. Sistema digestório (Apparatus Digestorius). In: KONIG, H. E.; SOTONYI, P.; LIEBICH, H. G. (Ed.). **Anatomia dos animais domésticos**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 321-388.2011.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUCK, P. I. **Panorama da piscicultura no Brasil Parte III** – Panorama da Aquicultura. 2012. Disponível em <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=1741>> Acesso em: 02 fevereiro 2016.

LEMES A. S.; BRACCINI, M. C. Descrição e análise histológica das glândulas anexas do trato digestório de *Hoplias Malabaricus* (Bloch, 1794), (Teleostei, Erythrinidae). **Biodiversidade Pampeana**, Uruguai, v. 2, p. 33-41, 2004. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/biodiversidadepampeana/article/viewFile/2530/1978%20rel='nofollow'>>

LIMA, C. L. B. F.; REIS, N. S.; CECCARELLI, P. S. Estudo topográfico e histológico do rim de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Teleostei, Serrasalminae). **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 6, n. 2, p. 41-52, 1993. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepta/images/stories/producao_cientifica/topografico_1993_02.pdf

MARTINS, L. **A necropsia em peixe**. 2011. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10174/4279>> Acesso em: 10 março 2016.

MUMFORD, S.; HEIDEL, J.; SMITH, C.; MORRISON, J.; MACCONELL, B.; BLAZER, V. **Fish histology and histopathology** – USFWS-NCTC. 2007. Disponível em<http://training.fws.gov/resources/course-resources/fish-histology/Fish_Histology_Manual_v4.pdf>. Acesso em: 20 janeiro 2016.

PEREIRA, S.; PINTO, A. L.; CORTES, R.; FONTAÍNHAS-FERNANDES, A.; COIMBRA, A. M.; MONTEIRO, S. M. Gill histopathological and oxidative stress evaluation in native fish captured in Portuguese northwestern rivers. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Amsterdam, v. 90, p. 157-166, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651312004848>>. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2012.12.023.

ROTTA, M. A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura** – Embrapa Pantanal. 2003. Disponível em <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC53.pdf>>. Acesso em: 02 fevereiro 2016.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; AGALHAES, G.; LIMA, J.; BRUNS, V.; JUNIOR, A. J. A.; MUNGIOLI, R. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades** – BNDES Setorial. 2012. Disponível em <http://www.bnidespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3512.pdf>. Acesso em: 02 fevereiro 2016.

SIMÕES, K.; VICENTINI, C. A.; ORSI, A. M.; CRUZ, C. Características morfológicas do miocárdio ventricular de Tambaqui (*Colossoma macropomun*, Characidae, Cuvier, 1818). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 74-77, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962002000200003>> DOI: 10.1590/S1413-95962002000200003

YOSHIOKA, E. T. O. **Cuidados essenciais no manejo alimentar de peixes redondos cultivados no estado do Amapá** – Embrapa Amapá. 2014. Disponível em <<https://www.embrapa.br/amapa/busca-de-publicacoes/-/publicacao/998741/cuidados-essenciais-no-manejo-alimentar-de-peixes-redondos-cultivados-no-estado-do-amapa>>. Acesso em: 20 janeiro 2016.