

Evolução do trato digestório de *Prochilodus argenteus* de cultivo ao longo do desenvolvimento ponderal

Alimentação, aproveitamento nutricional, estômago, intestino, morfologia.

Geuan Pereira Reis^{1*}
Yurandyr Reis Neto¹
Vivian Costa Vasconcelos¹
Iru Menezes Guimarães²
Elton Lima Santos³

¹Estudantes de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (PPGZ/CECA/UFAL). Bolsistas FAPEAL. E-mail: gpr2011@live.com.

² Pesquisador do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura do Betume, 4ª SR, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF em Betume, Sergipe.

³ Professor e pesquisador do Laboratório de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

RESUMO

Realizou-se o estudo anatômico-morfológico do trato gastrintestinal de *Prochilodus argenteus* em diferentes estágios de desenvolvimento ponderal, sob condição de cultivo. O estudo foi conduzido em laboratório da Unidade Educacional Penedo da Universidade Federal de Alagoas. Utilizaram-se oito exemplares de *P. argenteus* oriundos de viveiros escavados do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Betume da CODEVASF, estado de Sergipe. Realizou-se a biometria e mensurações morfométricas. Retirou-se o trato digestório cortando-o longitudinalmente na lateral, e separaram-se porções do estômago, intestino e outros órgãos anexos. Realizaram-se mensurações biométricas e registro através de fotos comparativas. Os dados de comprimento dos peixes e dos intestinos geraram coeficiente intestinal e correlação com o estágio de desenvolvimento dos espécimes. As estruturas do aparelho digestório se ajustam as condições de confinamento, porém o intestino mantém-se com ritmo menor de desenvolvimento em adultos, sendo um mecanismo fisiológico associado com aproveitamento dos alimentos. O esôfago tem características anatômicas e morfológicas similares da maioria dos teleosteos de água doce. Os cecos pilóricos mostraram-se volumosos e vilosidades numerosas.

Palavras-chave: Conservação de forragem, ensilagem, potencial forrageiro, silagem.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 15, Nº 05, set /out de 2018

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

EVOLUTION OF THE DIGESTIVE TRACT OF *PROCHILODUS ARGENTEUS* OF CULTIVATION ALONG THE PONDERAL DEVELOPMENT

ABSTRACT

Performed the anatomic-morphological study of the gastrointestinal tract of *Prochilodus argenteus* was carried out at different stages of ponderal development under culture condition. The study was conducted in the laboratory of the Educational Unit Penedo Federal University of Alagoas. Eight copies specimens of *P. argenteus* were used from ponds excavated from the Centro Integrate of the fisheries resources and aquaculture of Betume, State of Sergipe. Held biometric and morphometric measurements. The digestive tract was removed by cutting it longitudinally on the side, and portions were separated from the stomach, intestine and other attached organs. Biometric measurements and registration through comparative photos were performed. The fish length data and intestines generated intestinal coefficient and correlation with the stage of development of the specimens. The structures of the digestive tract adjust to the conditions of confinement, but the intestine remains at a lower rate of development in adults, being a physiological mechanism associated with food utilization. The esophagus has anatomical and morphological characteristics similar to most freshwater teleosts. The pyloric cecum showed up bulky and numerous villi.

Keyword: food, nutritional utilization, stomach, gut, morphology.

INTRODUÇÃO

Conhecer a morfologia do trato digestório de peixes permite relacionar com seu hábito alimentar natural ao longo do desenvolvimento, de forma que existem estruturas específicas presentes envolvidas na digestibilidade, e fornecem indícios sobre comportamento alimentar no ambiente natural como de confinamento, a partir das adaptações encontradas no aparelho digestivo (MORAIS et al., 2014).

Dentre as espécies de peixes nativas cultiváveis, destaca-se a *Prochilodus argenteus*, (SPIX & AGASSIZ, 1829), xira, bambá (quando juvenil), ou curimatã-pacu como é conhecida no baixo São Francisco, é uma espécie endêmica da bacia do São Francisco, apresenta hábito alimentar iliófago-detritívoro, sua dieta é constituída por detritos com a presença de pequenas algas filamentosas e de fauna bentônica (ALMEIDA et al., 2015). Pode atingir até 15 kg de peso corporal (SATO et al., 2005), e comprimento total de até 80 cm (SANTOS, 2013).

Esta espécie de peixe ainda se faz importante, pois, gera benefícios ao ecossistema fluvial com a ciclagem de nutrientes e depuração dos cursos d'água, permitindo aproveitar maior volume de nutrientes disponíveis (MAKINO et al., 2012).

No âmbito do entendimento da fisiologia do trato digestório, torna-se essencial conhecer o curimatã-pacu em ambiente de confinamento e os métodos de criação que viabilizem o melhor desenvolvimento e posteriormente o ajuste do tipo de alimento para esta espécie.

As características anatômicas do aparelho digestório de peixes neotropicais têm estreita relação com a natureza dos alimentos, da zona do habitat na coluna d'água, o estado nutricional, estágio de desenvolvimento dos indivíduos (FERREIRA et al., 2013).

Um dos principais entraves na criação de peixes nativos se dá na larvicultura, pois o índice de mortalidade é elevado, em razão do desconhecimento aprofundado da anatomia e a morfofisiologia do trato gastrintestinal e demais estru-

turas envolvidas com o crescimento dos peixes, utilizados na aquicultura, especialmente nesta fase, onde a formação dos órgãos está incompleta o que impossibilita redução ou nenhuma assimilação dos nutrientes (CORTÊS & TSUZUKI, 2010). Sendo necessário, dessa forma, na maioria dos cultivos, nas fases iniciais de desenvolvimento, prover alimento vivo para conseguir alcançar a primeira etapa de produção de modo satisfatório (DIAS, 2014).

Sendo assim, relações com o regime alimentar e as características do trato digestório devem ser analisadas com aprofundamento maior, de maneira a possibilitar o melhor entendimento que diversos tipos de alimentos e combinações, e assim possam permitir estabilidade na produção.

Em razão à importância econômica, ecológica e compor recurso pesqueiro nativo do rio São Francisco, este trabalho teve como objetivo analisar morfologicamente o trato digestório de *P. argenteus* de diferentes estágios de desenvolvimento sob condição de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Didático da Unidade Educacional Penedo da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Foram utilizados oito exemplares (Figura 1), recém-capturados da espécie *P. argenteus* com idade entre 4 a 14 meses, oriundos do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Betume da CODEVASF, localizado em Betume Estado de Sergipe. Os animais foram capturados com o uso de rede de arrasto com malha de 2,5 cm, sendo selecionados de acordo com o seu tamanho externo.

Figura 1. Ordem em tamanhos dos espécimes de *P. argenteus* utilizados na pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os animais foram cultivados em viveiro escavados de 2000 m², proveniente do acasalamento de matrizes e reprodutores da própria Estação de Piscicultura da CODEVASF/Betume. Durante o período de cultivo foi ofertada ração farelada 50% PB, duas vezes ao dia. Houve também o estímulo à produção de plâncton (alimento vivo natural) na coluna d'água, com a utilização de adubação orgânica bimestral, como manejo rotineiro da Estação de Piscicultura.

Após a captura dos animais, estes foram anestesiados e sacrificados por dupla secção da medula espinhal, depois foram realizadas biometrias, registrando-se as medidas de comprimento total e padrão de todos exemplares, utilizou-se também balança de precisão ± 0,1g, para obtenção de peso corporal. Posteriormente, procedeu-se com emprego de tesouras de aço inoxidável de ponta arredonda para abertura longitudinal da cavidade celomática dos peixes, aplicando-se a técnica anteroposterior para visualizar a disposição dos órgãos, e a retirada dos arcos branquiais.

O trato digestório foi posto em um vidro-relógio e separado dos órgãos anexos ao estômago e intestino, com auxílio de pinças. Utilizou-se bandeja para acomodar e dispor em ordem crescente de tempo e tamanho os espécimes analisados, e em relação à evolução do estômago e intestino de cada peixe.

O estômago e intestino foram identificados com auxílio de lupa monocular. Adicionalmente, obtiveram-se as características descritivas e posição da boca, tipo de dentes quando presente, e os arcos branquiais.

Utilizou-se câmera digital 10 megapixels para realizar as imagens das estruturas do trato digestório. Cada peixe foi observado e caracterizado quanto ao comprimento, formato do estômago, do intestino e dos órgãos anexos ao processo digestório dos alimentos. Os dados de comprimento do intestino para cada peixe foram relacionados com comprimento padrão para gerar coeficiente intestinal conforme Bertin (1958). Os dados de tamanho do

peixe e peso foram correlacionados em gráficos utilizando Excel[®] para a plotar os resultados.

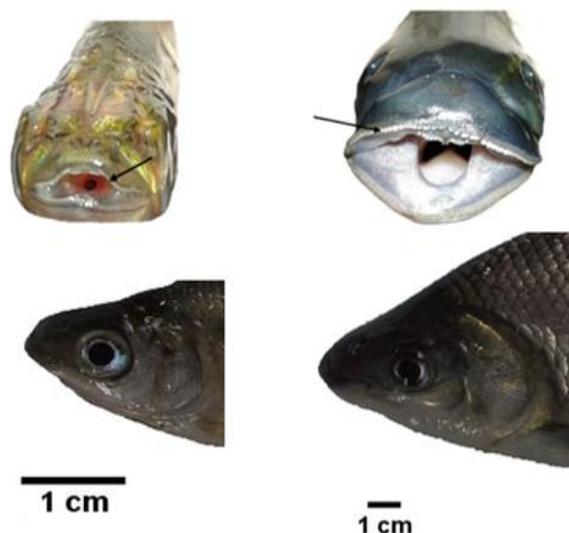
As conclusões e resultados obtidos se deram a partir das observações de forma descritiva. O presente estudo está de acordo com os princípios éticos de pesquisa com animais e foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas, Brasil (Protocolo nº 02 /2018 - CEUA/UFAL).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados observados, verifica-se que o comprimento total (CT) das xiras foi 6,3 a 28 cm, e o comprimento padrão (CP) entre 4,9 a 23,7 cm com o peso corporal (WT), 3,3 a 309,7g.

A cavidade bucofaringeana do curimatã-pacu acomoda parte do aparelho respiratório, onde se encontra os orifícios das narinas, esta região é limitada pela abertura bucal e pelos arcos branquiais, aderidos à região da cabeça e constituída por uma túnica mucosa, e compreende o intestino cefálico (Figura 2). Esta área se faz importante, pois, é onde, através dos lábios, os animais conseguem realizar a apreensão dos alimentos e através dos movimentos peristálticos naturais, conduzir até o esôfago.

Figura 2. Abertura bucal do menor e maior exemplar analisado. Destaque (seta) presença de dentículos na borda dos lábios superior



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os lábios do *P. argenteus* são bem desenvolvidos e distende-se com aumento de comprimento dos peixes desta espécie e chega a recobrir os dentes. Moraes et al. (1997) também observaram essas características para a espécie do mesmo gênero, *P. lineatus*, ainda segundo os mesmos autores, os dentes nestas espécies não têm inserção óssea. De forma geral, a dentição tem a função de raspar as superfícies de vegetações bentônicas, assim como detritos.

Já de acordo com Castro & Vari (2004), o *P. argenteus* possui dentes funcionais em duas fileiras em cada mandíbula, estes não têm incisão óssea e são recobertos pelos lábios, apresentam tamanho similar e têm formato de colher. Além de dispor de fileira externa de dentes em cada mandíbula com aproximadamente 83 dentes de cada lado da mandíbula superior e aproximadamente 72 dentes de cada lado da mandíbula inferior desta espécie.

Em relação aos arcos branquiais de *P. argenteus* foi observado que os mesmos são formados por densas lamelas e tem aspecto macio e amolecido (Figura 3).



Fonte: Elaborado pelo autor.

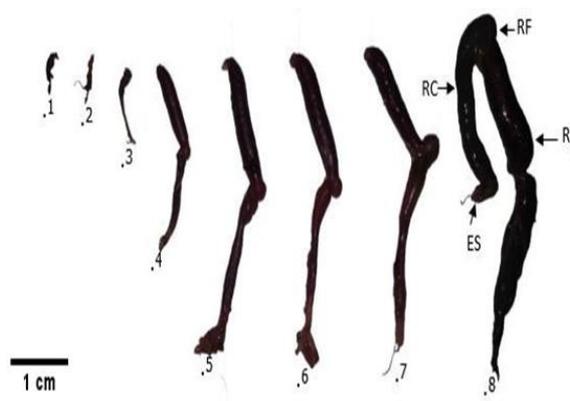
Não foram observados rastros branquiais perceptíveis no conjunto de animais avaliados. Certamente os rastros branquiais foram ausentes devido às características alimentares, pois é utilizado por onívoros e carnívoros para filtrar e agarrar pequenas presas servindo na seleção para ingestão.

No presente estudo verificou-se que o esôfago expõe-se como tubo curto, bem elástico, com função para resistir à massa de detrito composto de fragmentos de pequenos crustáceos, vegetais e sedimento do fundo dos ambientes aquáticos. Este órgão é ligado à parte inicial do estômago, e de acordo com Rotta (2003) apresenta duas regiões, que

são revestidas com epitélio estratificado pavimentoso e com camada muscular. O esôfago tem características anatômicas e morfológicas similares a do esôfago da maioria dos peixes teleósteos de água doce (FERREIRA et al., 2013).

O estômago apresenta-se em forma de “V” com as regiões delimitadas por cárdica, fúndica e pilórica. Foi possível observar que o comprimento e o diâmetro do estômago aumentaram significativamente com o tamanho e evolução dos peixes, como a espessura da parede deste órgão (figura 4).

Figura 4. Estômagos de *P. argenteus*. Esôfago (ES); Região cárdica (RC); Região fúndica (RF); e Região pilórica

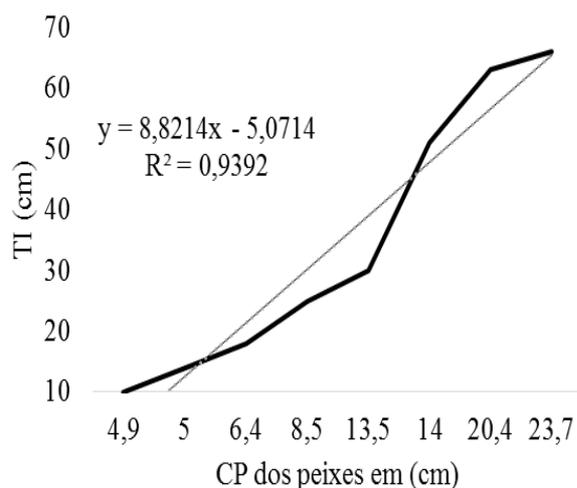


Fonte: Elaborado pelo autor.

O comprimento do estômago variou de 0,4 a 9,2 cm, dentre os espécimes analisados. De acordo com Bellaver et al. (2012), o estômago apresenta inúmeras variações morfológicas e estruturais que são adaptações relacionadas ao alimento ingerido, sendo que uma adaptação é o seu formato e o tamanho proporcionalmente a todo o canal digestivo. A parede do estômago em todas as suas porções é constituída por três camadas, que em direção ao intestino, são a mucosa, serosa e muscular. A conformação e estrutura do estômago coincide com as informações relatadas por Kessler et al. (1979) para *Prochilodus* sp., por Chaves & Vazzoler (1984) com *Semaprochilodus insignis* e por Makino (2010) com *P. argenteus*. O estômago mostrou-se com musculatura rígida, provavelmente em razão ao hábito da ingestão de componentes alimentares rígidos e abrasivos.

Foi verificada alta correlação do tamanho do peixe com o comprimento do intestino, conforme mostrado na Figura 5. Sendo, deste modo, evidente a ampliação do trato gastrintestinal, com o desenvolvimento e crescimento ponderal desta espécie.

Figura 5. Relação comprimento intestino/Comprimento padrão dos peixes



Fonte: Elaborado pelo autor.

O intestino do *P. argenteus*, apresentou-se enovelado na cavidade abdominal, parte ventral, mantendo-se próximo e envolvendo o ceco pilórico, recoberto por membrana espessa, com maior enovelamento à medida que há um maior comprimento do órgão, com a evolução do tamanho do animal. Notou-se expressivo número de invaginações digitiformes que constitui o ceco, certamente, o volume se dá pela necessidade de emulsificar o alimento, deslocamento, e aumento da superfície de absorção de nutrientes, fatores que acompanham o desenvolvimento do animal. Essa característica da presença dos cecos pilóricos é comum em vários membros da família *Prochilodontidae* (DOMINGUES & HAYASHI, 1998; CASTRO & VARI, 2004). O número de vilosidades é variável e podem ser envolvidos por saco seroso, formando o órgão (GODINHO, 1970; SEIXAS-FILHO et al., 2000; SEIXAS-FILHO et al., 2001; MAKINO, 2010).

O peritônio expressa-se como uma conformação de uma “pera”, o que pode estar relacionado com menor

ocupação na cavidade celomática, à medida que o espaço aumenta, possibilitando assim comportar outros órgãos anexos importantes, como fígado, pâncreas, rins, vesícula biliar e entre outros em espaço adequado para o desenvolvimento dos peixes. Provavelmente, conforme as condições de disponibilidade de alimento há o ajuste no diâmetro e comprimento intestinal naturalmente de acordo com o tipo, quantidade e valor nutricional do alimento (Figura 6).

Figura 6. Comprimento comparativo dos intestinos de *P. argenteus*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como para outras espécies de peixes de hábito alimentar similares, o intestino do *P. argenteus* possui divisões, sendo o primeiro segmento ou proximal, correspondente a aproximadamente 60-75% do comprimento total, o segundo segmento ou médio, 20-25%, e terceiro segmento ou distal com 5-15%, conforme descrito por Noaillac-Depeyre & Gas (1976); Stroband et al. (1979) e Nachi (1993).

Deste modo, Moraes et al. (1997), observaram em *P. lineatus*, que o intestino anterior dispõe de um canal amplo, limitado por uma mucosa delgada, a submucosa bem desenvolvida e constituído de tecido aglandular frouxo, e a muscular tem uma camada circular mais espessa, na porção média do intestino, a mucosa tem mais musculabilidade, com pregas lobadas, o que favorece absorção dos nutrientes dietários, e a porção final, a espessura da mucosa aumenta gradativamente.

Já Santos (2013) observou que o *P. argenteus*, a partir do 3º dia de idade após a eclosão apresenta atividade digestória, e que a partir do 18º dia, o trato digestório encontrava-se com as distintas regiões, caracterizadas por presença de células secretoras, indicando que do 3º ao 18º dia, esta espécie consegue aproveitar alimento exógeno, porém com elevada taxa de proteína.

O coeficiente intestinal permite relacionar com o regime alimentar, grau de desenvolvimento da espécie para a dada idade. No presente trabalho a menor espécie apresentou 2,04 e a maior, 2,78, presume-se que apesar de haver o alongamento intestinal, há retração do comprimento do intestino nas espécies maiores, indicando que o comprimento atingiu o limite para a idade e peso, de maneira que há comprimentos corpóreos diferentes para a mesma idade, oscilação da dimensão deste órgão em função da frequência de diversos tipos de alimentos ingeridos, na região bentônica e coluna d'água, além da densidade destes animais em cativeiro.

Os valores de coeficiente encontrados permitem caracterizar como espécie iliófaga-detritívora. No trabalho de Moraes et al. (1997), para *P. lineatus*, foi observado valores de 4,60, superior ao observado para esta pesquisa, mas provavelmente utilizou-se espécies de maior idade e selvagens.

As características anatômicas do aparelho digestório de peixes neotropicais têm estreita relação com a natureza dos alimentos, da zona do habitat na coluna d'água, o estado nutricional, estágio de desenvolvimento dos indivíduos.

As manifestações de adaptações fisiológicas no *P. argenteus*, que apresenta boca de localização terminal, com lábios bem desenvolvidos, numerosos e pequenos dentículos na porção anterior da cabeça (DIAS, 2014). Além de mandíbulas articuladas que ajuda na sucção dos alimentos. O comprimento do intestino varia em função do hábito alimentar e as características dos alimentos ingeridos (BELTRÃO et al., 2017). Sendo assim, verifica-se de modo geral que o crescimento corpóreo ponderal, relacionado à idade, estágio de desenvolvimento e idade dos pei-

xes, interferem diretamente no desenvolvimento do seu trato digestório, principalmente em peixes como o *P. argenteus*, que podem a partir do estudo das características anatômicas e morfológicas do trato gastrintestinal serem caracterizados como de hábitos alimentares detritívora/herbívoros.

O *P. argenteus* consegue adaptar o trato digestório de acordo com o hábito alimentar. A ingestão de ração comercial, possivelmente por ser alimento com maior condição nutricional, indica que estes peixes podem retrair o intestino, quando for ofertado um alimento com melhores condições nutricionais, servindo como mecanismo natural para desenvolvimento de outros órgãos importantes para o crescimento corpóreo.

CONCLUSÃO

O estudo anatômico e morfológico indica, adicionalmente com coeficiente intestinal do trato gastrintestinal do curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), a determinação do hábito alimentar desta espécie, em detritívora/herbívoros. Associa-se uma relação direta do crescimento ponderal do animal com o desenvolvimento do seu trato digestório.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Alagoas, pelo apoio financeiro. Ao Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura do Betume, 4ª SR Sergipe, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf, pela parceria e doação dos peixes durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. O.; SANTOS, R. B.; COELHO-FILHO, P. A.; CAVALCANTE-JÚNIOR, A.; SOUZA, A. P. L.; SOARES, E. C. Policultivo de curimatã pacu e camarão canela. **Bol. Inst Pesca**, São Paulo, 41(2): 271 – 278, 2015.
- BELLAVER, S.M.; PEREIRA, J.G.M.; SCHUINGUES, C.O.; LIMA, M.G.; COSTA, G.M. Descrição morfológica do estômago do barbado, *Pinirampus pinirampu* (Teleostei, Pimelodidae).

- BELTRÃO, H.D.A.; YAMAMOTO, K.C.; MAGALHÃES, E.R.S. Biologia reprodutiva e hábitos alimentares do rodóstomo (*Hemigrammus bleheri*) um peixe ornamental da bacia do médio rio negro, estado do Amazonas, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 43(1): 65 - 77, 2017.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.183-191, 2010.
- BERTIN, L. Appareil digestif. p.1249-1300. In: P.P. GRASSÉ (Ed.). *Traité de Zoologie, anatomie, systématique, biologie*. Paris, Ed. Masson, vol. 13, 2758p. 1958.
- CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the south American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian contributions and studies series*. Washington, D. C. 2004.
- CHAVES, P.T.C.; VAZZOLER, G. Aspectos biológicos de peixes de peixes amazônicos. III – Anatomia microscópica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus insignis* (Characiforme: Prochilodontidae). *Acta Amazônica*, Manaus, v. 14, n. 3, p. 343 – 353, 1984.
- CORTÊS, G.F.; TSUZUKI, M.Y. Efeito do tamanho do rotífero na sobrevivência e no crescimento de neon gobi elacatinus figaro durante as fases iniciais de larvicultura. *Boletim Instituto de Pesca*, v.36, n.3, p.205-212, 2010.
- DE PAULA, F. M. **Diversidade genética de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Characiformes) das escadas de transposição de peixes das usinas hidroelétricas do complexo Canoas - Rio Paranapanema**. 178 f. Londrina, PR. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular). Universidade Estadual de Londrina, 2006.
- DIAS, M. L. F. **Estratégias de manejo e alimentação para as larvas de *Prochilodus argenteus***. 62f. Diamantina. MG. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Murici. Diamantina. MG. 2014.
- DIAS, M.L.F.; PEDREIRA, M.M.; SILVA, E.T.L.; MOURA, G.S.; SANTOS, J.C.E.; LANNA, E.A.T. Larvas de curimatã alimentadas com dietas com diferentes estados físicos. *Revista Acadêmica de Ciência Animal*. v. 15. p. 35-40. 2017.
- DOMINGUES, W.M.; HAYASHI, C. Estudo experimental sobre anéis diários em escamas nas fases iniciais do desenvolvimento do curimba, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Characiformes, Prochilodontidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 58, n. 4, p. 609-617, 1998.
- FERREIRA, A.H.C.; ALENCAR ARARIPE, M.N.B.; GUERRA, S.P.L.; LOPES, J.B.; ARARIPE, H.G.A.; ANDRADE, F.T.; SANTANA JUNIRO, H.A. Anatomia do aparelho digestório do tambatinga. *Nutritime*, Artigo 203 - Volume 10 - Número 03 – p.2501 – 2512 – Maio–Junho/2013.
- GODINHO, H. P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.31, n.3, p.351-360, 2007.
- GODINHO, H. M. Considerações gerais sobre anatomia de peixes, p. 118 – 122. In: **Poluição e piscicultura**. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública e Instituto de Pesca, CPRN – Secretaria da Agricultura, 1970. 216p.
- GODINHO, H.M. **Considerações gerais sobre anatomia de peixes**, p.118 –122. In: *Poluição e piscicultura*. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública e Instituto de Pesca, CPRN – Secretaria da Agricultura, 1970. 216p.
- KESSLER, R. U.; DIAS, M. I.; OLIVEIRA, E. F. Estudo histológico do estômago de *Prochilodus* sp. (Osteichthyes: Curimatidae). *Acta Biológica Leopoldensia*, São Leopoldo, v. 1, n. 1, p. 55 – 64, 1979.
- MAKINO, L. C. **Estrutura, ultraestrutura e histoquímica do aparelho digestório do *Prochilodus lineatus*. Análise da diversidade da microbiota intestinal de *Prochilodus lineatus* e *Pterygoplichthys anisitsi***. 92f. Jaboticabal. SP. Tese (Doutorado em Aquicultura). Jaboticabal. 2010.
- MAKINO, L. C.; FAUSTINO, F.; PAES, M.C.F.; BERALDO-MASSOLI, M. C.; CARDOZO, M. V.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; NAKAGHI, L. S.O. Morfologia e quantificação da microbiota intestinal do curimatã (*Prochilodus lineatus*) e do cascudo cinza (*Pterygoplichthys anisitsi*) cultivados em cativeiro. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, n.4, p.916-926, 2012.

- MORAES, M. F. P. G.; BARBOLA, I. F.; GUEDES, E. A. C. Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do “curimatã”, *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES) (OSTEICHTHYES, PROCHILODONTIDAE), de uma lagoa do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.14, n. 1, p.169-180, 1997.
- MORAIS, A.L.S.; CARVALHO, M.M.; CAVALCANTE, L.F.M.; OLIVEIRA, M.R.; CHELLAPPA, S. Características morfológicas do trato digestório de três espécies de peixes (Osteichthyes: Lutjanidae) das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. *Macapá. Biota Amazônia*, v.4, n.2, p.51-54, 2014.
- NACHI, A. **Absorção de macromoléculas e atividade fagocitária no epitélio intestinal de *Prochilodus scrofa***. Tese (Doutorado em Ciências – Histologia), Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo. 81p. 1993.
- NOAILLAC-DEPEYRE, J.; GAS, N. Electron microscopy study on gut epithelium of the tench (*Tinca tinca* L.) with respect to its absorptive functions. *Tissue and Cell*, Siena, v.8, p. 511 – 530, 1976.
- ROTTA, M.A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados a piscicultura**. Documentos 53 – EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN: 1517 – 1973, 2003. 48 p.
- SANTOS, A.E. **Larvicultura de *Prochilodus argenteus* (curimatã) com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares**. 72f. Diamantina, MG. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Murici. Diamantina. MG. 2013.
- SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M.B.; MIRANDA, M.O.T. Influence of the Abaeté River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream from the Três Marias dam, southeastern Brazil. *River Research and Applications*, v.21, p.939–950, 2005.
- SEIXAS-FILHO, J. T.; BRAS, J. M.; GOMIDE, A. T. M.; OLIVEIRA, M. G. A.; DONZELE, J. L.; MENIN, E. Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e cecos pilóricos do teleostei (Pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vicosa, n. 29, v. 2, p. 313 – 324, 2000.
- SEIXAS-FILHO, J. T.; FONSECA, C. C.; OLIVEIRA, M. G. A.; DONZELE, J. L.; MENIN, E. Determinação do sistema endócrino difuso nos intestinos de três teleostei (Pisces) de água doce com hábitos alimentares diferentes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1403 – 1408, 2001.
- SPIX, J.B. e AGASSIZ, L. *Selecta Genera et Species Piscium quos in itinere per Brasiliam annis MDCCCXVII-MDCCCXX. Typis C. Wolf, Monachii [München]: [I]-XVI, I]-II, [1]-6, 1-138, pls. I-LXXVI, A-F, A-G. 1829.*
- STROBAND, H.W.J.; VAN DER MEER, H.; TIMMERMANS, L.P.M. Regional functional differentiation in the gut of grasscarp, *Ctenopharyngodon idella* (val.). *Histochemistry*, Heidelberg, v. 64, p. 235 – 249, 1979.