

## ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

TISSUE CHANGES IN THE GUT OF *ARAPAIMA GIGAS* (SCHINZ, 1822), INFECTED BY THE NEMATODE *SPIROCAMALLANUS INOPINATUS* (TRAVASSOS, 1929)

ALTERAÇÕES TECIDUAIS EM INTESTINO DE PIRARUCU, *ARAPAIMA GIGAS* (SCHINZ, 1822), INFECTADO PELO NEMATODA *SPIROCAMALLANUS INOPINATUS* (TRAVASSOS, 1929)

Angélica Patricia León Gaines<sup>1,3</sup>, Luis Eduardo Sarmiento Lozano<sup>1,3</sup>, Gabriela de Moraes Viana<sup>1</sup>,  
Patricia Castro Monteiro<sup>1</sup> & Cleusa Suzana Oliveira de Araújo<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Nilton Lins, Laboratório de Zoologia aplicada e Fisiopatologia Animal. Av. Professor Nilton Lins, 3259. Parque das Laranjeiras - CEP: 69058-030 - Telefone: (92)3643-2000 - MANAUS (Amazonas). anpalega@gmail.com, caraujo@niltonlins.br

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Amazonas, Escola Normal Superior, Av. Djalma Batista, 2470, Chapada, CEP 69050-010 Manaus/AM

<sup>3</sup> IES- Materdei, Av Leonardo Malcher 1167, Centro – Manaus/AM

Suggested citation: Gaines, APL, Sarmiento, LEE, Viana, GM, Monteiro, PC & Araújo, CSO. 2012. Tissue changes in the gut of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), infected by the nematode *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929). *Neotropical Helminthology*, vol. 6, N°2, pp. 147 - 157.

### Abstract

The *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) is a species that inhabits the Amazonian rivers that has a great ecological importance. For its high commercial value and overfishing, the *Arapaima* has a risk of extinction. For this reason, it is attractive for fish farming, apart from having a good zoo-technical performance. One of the most serious problems to its production in cultivation is the parasitic diseases which intervene in the quantity and quality of fish. The endoparasites such as nematodes feed on nutrients already processed by the host and can cause intestinal disorder, bringing the fish malnutrition and a state of anemia. In the present study, the histopathological changes caused in the gut of *A. gigas* by the nematode *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929) were analyzed. The intestines of six specimens of which three hosts were parasitized by nematodes were histological processed. The following changes were found: focal areas of necrosis, desquamation, inflammatory infiltrate, cytolysis and formation of fibrous capsules. This is the first study which reports the tissue lesions in the intestine of *A. gigas* caused by the nematodes *S. inopinatus*.

**Keywords:** *Arapaima gigas* - gut - Histology - histopatology - *Spirocamallanus inopinatus*.

## Resumo

O *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) é um peixe que habita os rios amazônicos, de suma importância ecológica, e que por apresentar um elevado valor comercial e sobrepesca, corre risco de extinção. Além disto, é atrativo para a piscicultura devido ao bom rendimento zootécnico. Um dos entraves para a produção do pirarucu em cultivo são as doenças parasitárias que intervêm na quantidade e qualidade dos peixes cultivados. Os endoparasitas, como os nematodos, alimentam-se de nutrientes já processados pelo hospedeiro e podem causar alterações intestinais, além de levar o peixe à subnutrição e a um estado anemiante. No presente estudo foram avaliadas as alterações histopatológicas causadas no intestino de *A. gigas*, pelo nematódeo *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929). Foram processados histologicamente os intestinos de seis espécimes hospedeiros, dos quais três estavam parasitados pelo nematódeo. As alterações encontradas foram: áreas de necroses focais, descamações, infiltrado inflamatório, citólise e formação de capsulas fibrosas. Este é o primeiro estudo que reporta as lesões teciduais no intestino de *A. gigas* na presença do nematódeo *S. inopinatus*.

**Palavras-chave:** *Arapaima gigas* - Histologia - *Spirocamallanus inopinatus* - histopatologia - intestino

## INTRODUÇÃO

O *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) é uma espécie que habita os rios amazônicos, recebendo destaque não somente pelo seu porte, como também pelo contexto histórico no papel que tem desempenhado na pesca e no componente socioeconômico na região. O pirarucu é um peixe nativo do Brasil, Colômbia, Peru e República Cooperativista da Guayana. No Brasil está distribuído nos rios Araguaia, Tocantins, Solimões e Amazonas (Migdalski, 1957; Queiroz, 2000; Imbiriba, 2001; Coutinho et al., 2010).

Apresenta características anatômicas especiais: boca superior oblíqua e grande, prognatismo do maxilar inferior, cabeça pequena, língua óssea com pequenos dentes em forma de lixa e dentes cônicos em ambas as maxilas. O pré-maxilar contém 20 dentes pequenos de forma córnea e o número de dentes nos maxilares é de 32 e nas mandíbulas 35 (Ochoa et al., 2005). Tem tubo digestório curto, que é característico de teleosteos carnívoros, podem medir até 3,0 m de comprimento e pesar aproximadamente 200 kg nos primeiros anos de vida (Santos et al., 2006; Wilson & Castro, 2010). A procura por este peixe é grande tanto a nível nacional quanto internacional, e em 2009 participou com 0,36% do total da produção pesqueira dos portos nos principais municípios do Estado do Amazonas (Wootton, 1990; Queiroz,

2000; Imbiriba, 2001; Ruffino et al., 2006; Gandra, 2007; Brasil-MMA, 2009), fator que também tem levado à sobrepesca nos estoques naturais e a risco de extinção da espécie. A pesca deste peixe passou de 33 toneladas/ano em 2002 para 200 t/ano em 2009 (Santos et al., 2006; Brasil-MMA, 2009). Entre as características zootécnicas especiais para a sua criação em cativeiro está a aceitação de mudanças de alimentação, “ração”, e a capacidade de suportar taxas elevadas de estocagem. Tem respiração dupla (aérea e branquial), o que oferece vantagens em ambientes hipóxicos, comparados com os peixes de respiração branquial obrigatória, tornando o pirarucu propício para a piscicultura, pois pode ser criado em águas que contem pouco oxigênio dissolvido. (Lundberg & Chermoff, 1992; Parker, 2002; Ono et al., 2004; Alcántara-Bocanegra et al., 2006). Estes fatores tem incentivado a criação do pirarucu em pisciculturas, levando a geração de emprego e desenvolvimento na região, no entanto vários fatores como as doenças parasitárias, intervêm na qualidade e sucesso na criação desta espécie (Pavanelli et al., 2002; Garcia et al., 2003; Piazza et al., 2006; Araújo et al., 2009).

Devido ao hábito alimentar piscívoro o pirarucu pode ser hospedeiro intermediário de cestóides, trematódeos, nematóides e acantocéfalos (Imbiriba, 2001; Gandra, 2002; Pavanelli et al., 2002; Knudsen et al., 2004; Gomes, 2007). Dentre

os endoparasitas mais comuns encontrados no intestino de peixes neotropicais estão os do gênero *Spirocamallanus*.

Estes parasitas constroem cápsulas para se alojar na parede intestinal do hospedeiro e assim alimentarem-se do sangue, o que provocam, na grande maioria dos casos, uma reação inflamatória localizada no local de fixação. Podem causar anemia, subnutrição e, em peixes pequenos obstrução intestinal, além de afetar as taxas de crescimento e levar a morte do hospedeiro. Sendo que os nemátodos mais patogênicos são aqueles que se fixam à parede intestinal e introduzem a cabeça ou estruturas bucais nos tecidos do hospedeiro (Thatcher, 2006).

O *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929) apresenta patogenicidade elevada, dependendo da quantidade de parasitas e da forma como realiza a absorção de nutrientes. Produzem supressão do sistema imunológico, sendo este o fator responsável que pode levar a morte dos hospedeiros (Takashima e Hibiya, 1995; Garcia *et al.*, 2009; Araújo *et al.*, 2009). Tem estruturas semelhantes a dentes no fundo da cápsula bucal, com quatro proeminências similares a dentes retráteis na abertura bucal e presença de papilas peri bucais, o que tornam estes parasitas mais agressivos (Moreira *et al.*, 1994).

Os estudos de prevalência do *S. inopinatus* em peixes neotropicais apontam um aumento considerável deste parasita nos peixes coletados tanto em ambientes naturais como nos cultivados. O local mais comum de fixação no hospedeiro é a região anterior do intestino, mas também já fora encontrado nos cecos pilóricos (Andrade e Malta, 2006; Saraiva *et al.*, 2006; Gomes, 2007; Araújo *et al.*, 2009; Gomiero *et al.*, 2009).

Os estudos morfológicos servem para compreender a morfologia e a biologia da espécie estudada, visando ajudar na conservação e criação desta. O tamanho do intestino, por exemplo, indica o tipo de alimentação de cada espécie estudada, sendo de comprimento maior para herbívoros, seguido pelos omnívoros e por último, os mais curtos, dos carnívoros, provavelmente porque a maioria da digestão nos carnívoros é realizada no estômago. Estes dados são muito importantes para o desenvolvimento de

modelos de ecossistemas (Al-Hussaini, 1947; Seixas *et al.*, 2001; Wilson & Castro, 2010).

Nos teleostes a região posterior do intestino não tem diferenciação anatômica evidente, uma vez que as diferenças encontradas nestas regiões são histológicas, embriológicas e funcionais, podendo variar de uma espécie para outra. A estrutura histológica em geral do sistema digestório de teleostes consiste em quatro regiões, a partir do lúmen, denominadas de túnicas: a mucosa, formada de tecido epitelial especializado, conjuntivo altamente vascularizado e formação de glândulas; a submucosa, onde é atuante o sistema de defesa; a muscular que varia em tamanho de uma espécie para outra, com uma camada circular interna e outra longitudinal externa e, a serosa, constituída de tecido conjuntivo delicadamente frouxo, com abundância de células adiposas e limitado por epitélio pavimentoso simples (Hernandes *et al.*, 2009; Wilson & Castro, 2010; Grosel *et al.*, 2011).

Este trabalho tem como objetivo geral descrever a histologia e as alterações histológicas do intestino de pirarucu *A. gigas* parasitado pelo nematodo *S. inopinatus*.

## MATERIAL E MÉTODOS

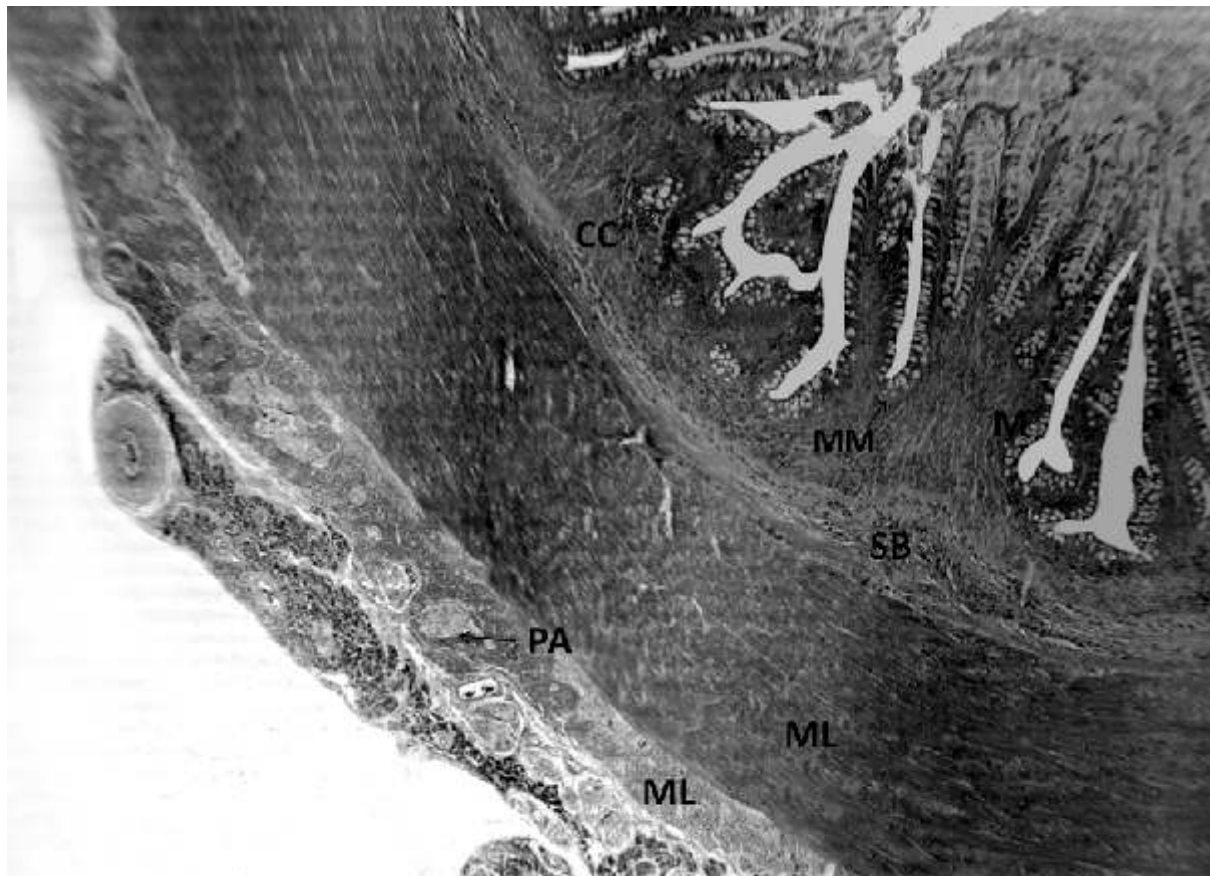
Foram coletados porções de intestino das regiões (anterior, médio, e posterior) de seis espécimes de *A. gigas*, provenientes de pisciculturas próximas à cidade de Manaus-Amazonas-Brasil, pesando em média 38.000 g, e com um comprimento médio de 112 cm. Os procedimentos seguiram as recomendações, autorização e registro do material, da SIS -BIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), número de registro 2263300 (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) IBAMA. Parte do material coletado nesta pesquisa encontra-se depositado na coleção de invertebrados do (Instituto Nacional de Pesquisas do Amazônia) INPA, número INPA: 057 da coleção de nematoda. Os tecidos foram fixados em formol tamponado, e submetidos à rotina histológica no Laboratório de Zoologia aplicada e Fisiopatologia animal da Universidade Nilton Lins. Realizou-se a inclusão em parafina; cortes de

5 a 7 micras e coloração de H&E, seguindo os protocolos de Luna (1968) com modificações de Eiras *et al.* (2006) e Mumford *et al.* (2007).

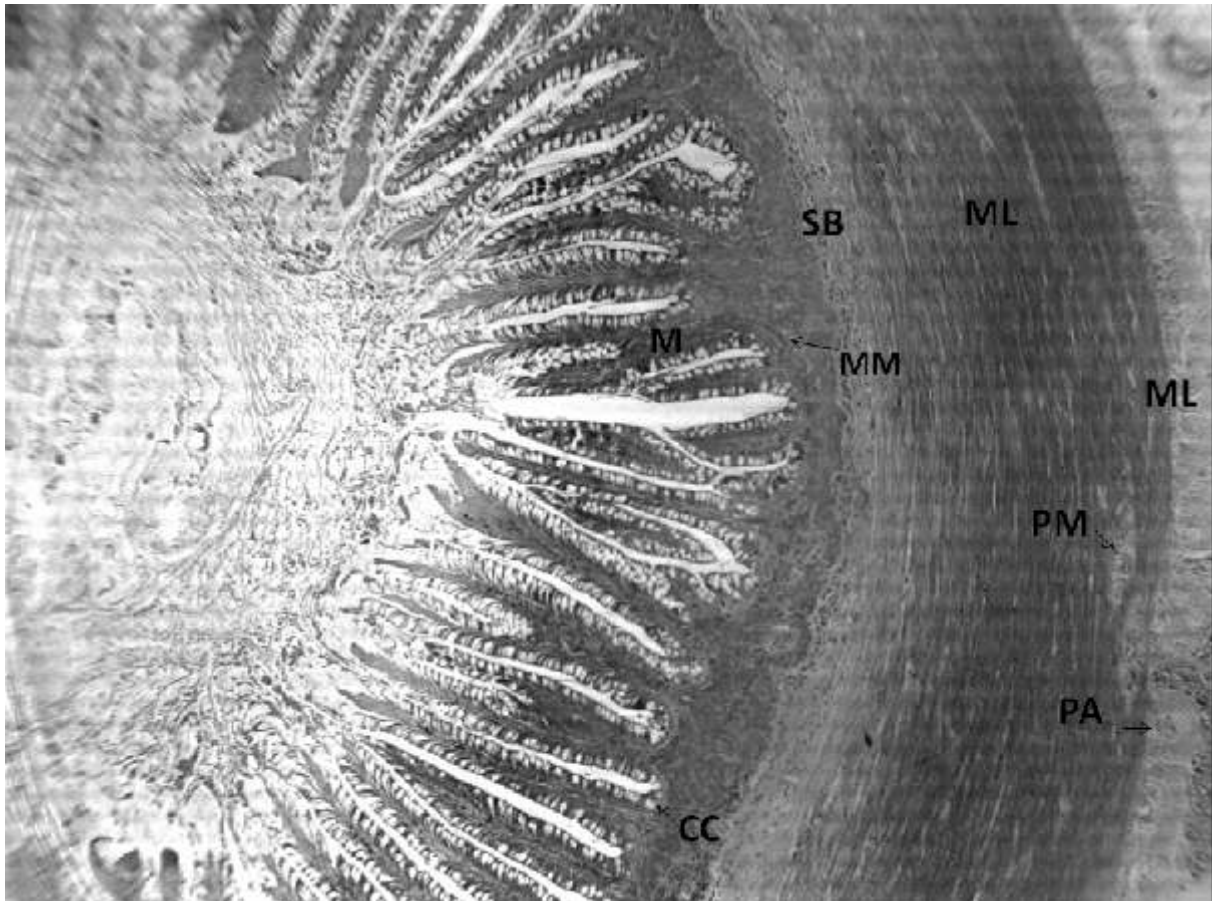
## RESULTADOS

O intestino desta espécie é curto, constituído por quatro regiões: mucosa, submucosa, muscular lisa, contendo um músculo liso circular interno de maior tamanho, e um músculo liso longitudinal externo de menor grossura, e por ultimo a serosa (Fig. 1). A região anterior tem menor quantidade de pregas. A mucosa (M) esta constituída por células

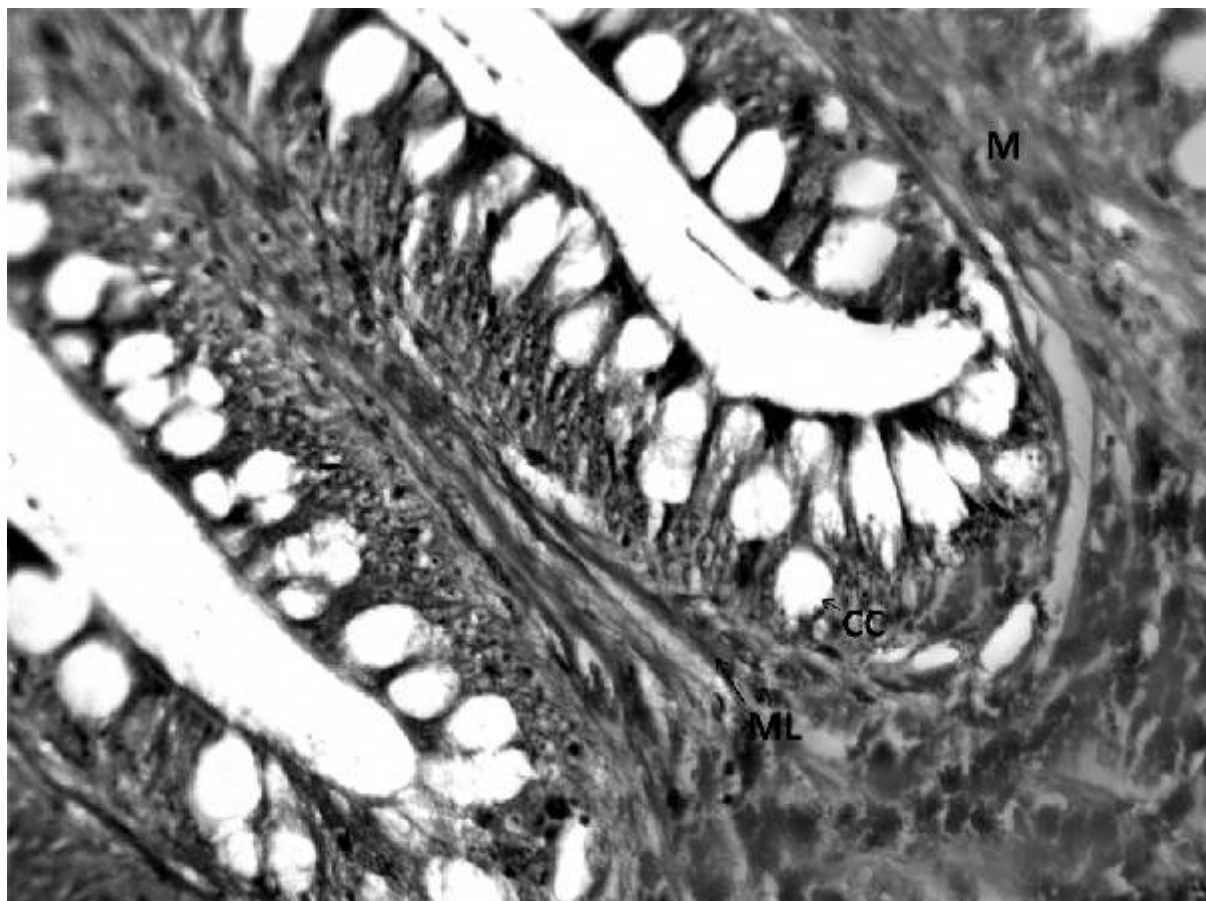
epiteliais cilíndricas simples com microvilosidades e abundantes células caliciformes, tecido conjuntivo, com grande numero de tecido linfocitário e a muscular da mucosa é delgada (Figs. 1-3). Na submucosa (SB) o tecido conjuntivo é altamente vascularizado com abundantes fibras colágenas (Fig. 2). O tecido muscular contém dois tipos de músculo liso, o músculo circular interno de maior tamanho que o músculo longitudinal externo, com uma grande presença de plexos de Meissner e Auerbach (Fig.1). Não foi verificado variação destas estruturas entre as regiões anterior, média e posterior.



**Figura 1.** Corte transversal da região anterior do intestino não parasitado de *A. gigas*. (M) mucosa, (SB) Submucosa, (ML) Músculo Liso, (PA) Plexos de Auerbach, (MM) Muscular da Mucosa, (CC) Células Caliciformes, (PM) Plexo de Meissner. (H&E; 100x).

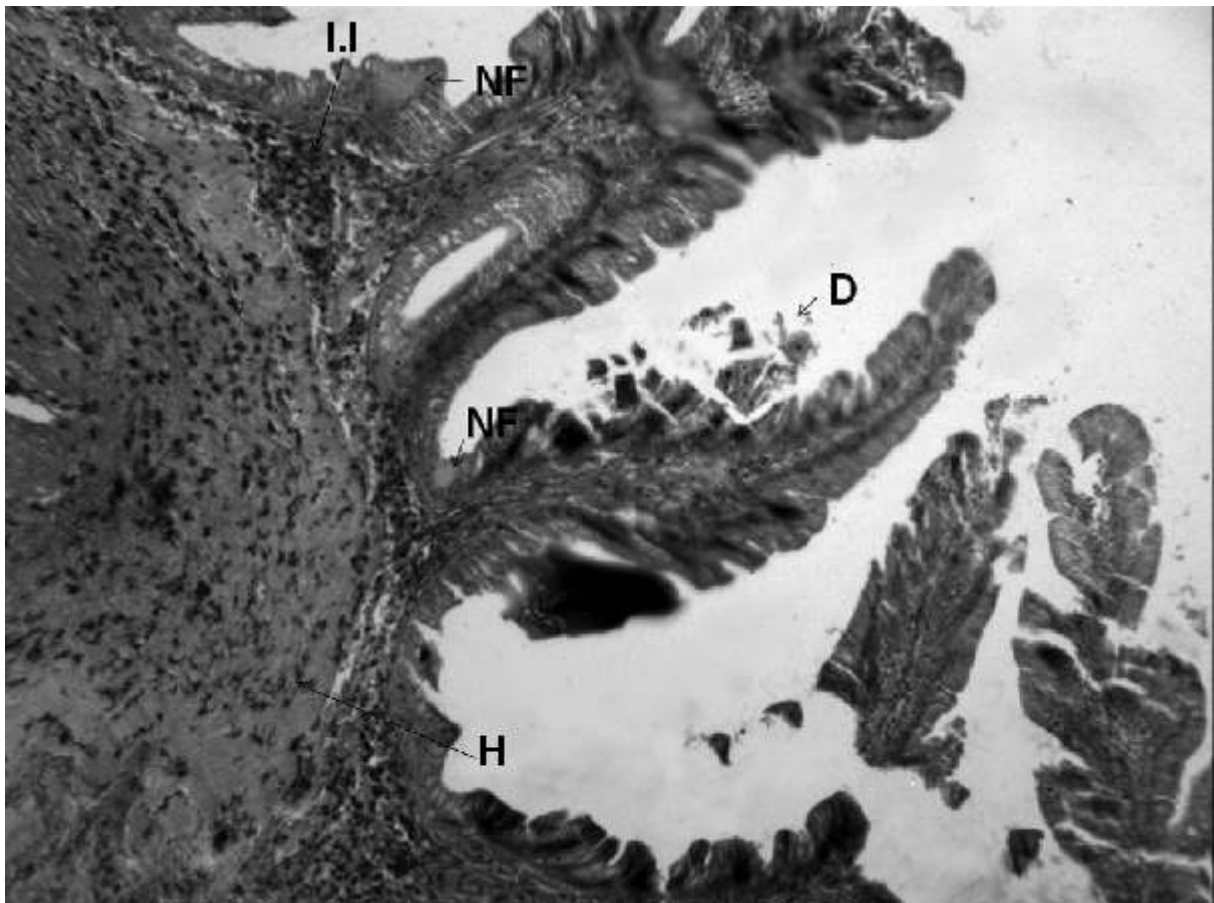


**Figura 2.** Corte transversal da região média do intestino não parasitado de *A. gigas*. (M) mucosa, (SB) Submucosa, (ML) Músculo Liso, (PA) Plexos de Auerbach, (MM) Muscular da Mucosa, (CC) Células Caliciformes, (PM) Plexo de Meissner.. (H&E; 100x)



**Figura 3.** Corte transversal da região anterior do intestino não parasitado de *A. gigas*. (M) mucosa , (CC) Células Caliciformes, (ML) Muscular da Mucosa. (H&E; 600x).

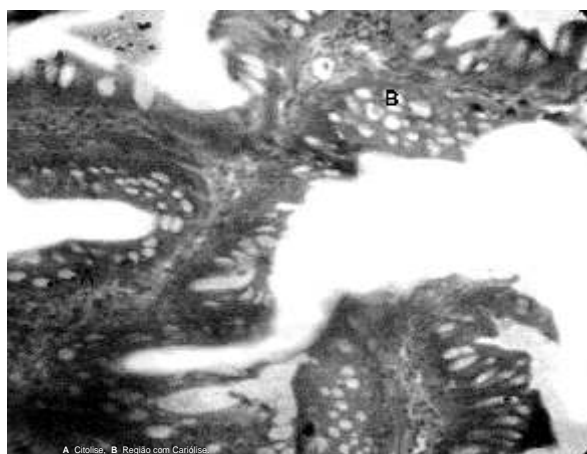
Dos espécimes analisados, três estavam infestados com o Nematódeo *S. inopinatus*. As alterações histopatológicas encontradas foram: áreas de necroses focais, descamações, infiltrado inflamatório, hemorragia e citolises (Figs. 4 - 6), e formação de capsulas.



**Figura 4.** Corte transversal da região anterior do intestino parasitado de *A. gigas*. (D) descamações, (NF) áreas de necroses focais, (H) hemorragia, (II) infiltrado inflamatório. (H&E. 400x).



**Figura 5.** Corte transversal da região posterior do intestino parasitado de *A. gigas*. (D) descamações. (H&E. 400x).



**Figura 6.** Corte transversal da região média do intestino parasitado de *A. gigas*. (A) cariólise, (B) citólise. (H&E. 400x).

## DISCUSSÃO

O intestino do pirarucú é relativamente curto, característico de teleosteos carnívoros, e similar a outros vertebrados, constituído por quatro regiões: mucosa, submucosa, muscular lisa, contendo uma camada de músculo liso circular interno e músculo liso longitudinal externo, e serosa, conforme já descritos por Al-Hussaini (1947), Wilson & Castro (2010) e Karachle & Stergio (2010) para outras espécies de peixes. A camada de músculo liso está distribuída de acordo com os estudos realizados por Olaya *et al.* (2007), Muñoz *et al.* (2006); Wilson & Castro (2010), Karachle & Stergio (2010) e Grosel *et al.* (2011), que descreveram, no caso dos espécimes carnívoros a camada circular interna, como sendo maior em tamanho devido ao peristaltismo e movimento do bolo alimentar de consistência dura. A região anterior tem menor número de plegamentos característico também de espécimes carnívoros, com grande número de GALT, sigla em inglês que significa sistema linfocitário associado ao intestino, também descrito nos trabalhos realizados por Rombout *et al.* (2010). A presença de células caliciformes é homogênea nas espécies carnívoras de acordo com o escrito nos trabalhos realizados por Olaya *et al.* (2007), Hernandez *et al.* (2009) e Grosel *et al.* (2011), sendo muito importantes para lubrificar o bolo alimentar.

As formações de cápsulas são características dos nematódeos para garantir a sobrevivência dentro do hospedeiro. O tamanho das áreas de necroses focais, descamações e citolises dependem do tipo de fixação do parasita, alterações também relatadas nos estudos de Thatcher (2006), Campos *et al.* (2009) e Menezes *et al.* (2011).

Concluimos que a histologia do trato digestório do pirarucu é semelhante às descritas para outras espécies de peixes carnívoros e que a presença do *S. inopinatus* provoca alterações degenerativas na mucosa da parede intestinal do hospedeiro conforme foi demonstrado no estudo histológico realizado.

Esta espécie encontra-se em via de extinção por este motivo tem pesca restrita. São poucos piscicultores na região que criam esta em cativeiro



(Brasil-MMA, 2009). Por estes motivos é difícil conseguir alguns espécimes em diferentes períodos do ano, fazendo que peixe tenha um valor comercial muito elevado, dificultando, e até desestimulando a realização de diversas pesquisas. Qualquer trabalho que seja realizado é importante já que ajudara a melhorar a qualidade da vida e a manutenção da mesma.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ, CAPES, Universidade Nilton Lins, Instituto de Ensino Superior Materdei.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara-Bocanegra, F, Wust, WH, Tello, MS, Rebaza, AM & Castillo, TD. 2006. *Paiche: El gigante del Amazonas*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana, Lima.
- Al-Hussaini, AH. 1947. *The feeding habitats and the morphology of the alimentare tracts of some teleosts*. Publications of the Marine Biology Station, Ghardaga, vol.5, pp.1-61.
- Andrade, SMS & Malta, JCO. 2006. *Parasite fauna monitoring of Matrinxã Brycon amazonicus (Spix & Agassiz, 1829) raised in an intensive husbandry system in a stream channel in the state of Amazonas*. Brazilian Journal of Biology, Vol. 66, pp.1123-1132.
- Araújo, CSO, Gomes, A, Tavares, DM, Andrade, SMS, Belem & AC, Borges, TBM. 2009. *Parasitic infections in pirarucu fry, Arapaima gigas Shinz, 1822 (Arapaimidae) kept in a semi-intensive fish farm in Central Amazon, Brazil*. Journal of the Faculty of veterinary Medicine University of Zagreb, vol. 79, pp. 499-507.
- Brasil - MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2009. *Estatística de Pesca*. pp 115.
- Coutinho, ESS, Bevilacqua, LA & Queiroz, HL. 2010. *Population dynamics Modeling of Arapaima gigas*. Acta Amazônica, vol. 40, pp. 333-345.
- Campos, CM, Moraes, JRE & Moraes, FR. 2009. *Histopatologia do intestino de Pseudoplatystoma fasciatum (Osteichthyes, Pimelodidae) parasitados com cestodas proteocefalídeos e nematodas*. Boletim do Instituto de Pesca - Instituto de Pesca. APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo do Estado de, São Paulo, vol. 35, pp.153-158.
- Eiras, JC, Takemoto, RM & Pavanelli, GC. 2006. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Eduem, Maringá, 2ª ed. 199 p.
- Gandra, AL. 2002. *Estudo da frequência alimentar do pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier, 1829)*. [Dissertação Mestrado] Manaus: Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Gandra, AL. 2007. *Pirarucu growth under different feeding regimes*. Aquaculture International, vol. 15, pp. 91-96.
- Garcia, F, Fujimoto, RY, Martins, ML & Moraes, FR. 2003. *Parasitismo de Xiphophorus spp. por Urocleidoides sp. e sua relação com os parâmetros hídricos*. Boletim do Instituto de Pesca - Instituto de Pesca. APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo do Estado de, São Paulo, vol. 29, pp.123-131.
- Garcia, F, Fujimoto, RY, Martins, ML & Moraes, FR. 2009. *Protozoan parasites of Xiphophorus spp. (Poeciliidae) and their relation with water characteristics*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, vol. 61, pp.156-162.
- Gomes, ALS. 2007. *Estrutura e diversidade da parasitofauna de pirarucu Arapaima gigas (Shinz, 1822) em uma área de várzea da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)- Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Manaus Am.
- Gomiero, LM, Villares, JGA & Naous, F. 2009. *Reproduction of Cichla kelberi Kullander and Ferreira, 2006 introduced into an artificial lake in southeastern Brazil*. Brazilian Journal of Biology, vol. 69, pp.175-183.
- Grosel, M, Farrell, AP & Brauner, CJ. 2011. *The*

- multifunctional gut of fish*, Elsevier, Boston. 30<sup>a</sup> Ed.
- Hernández, DR, Pérez GM & Domitrovic, HA. 2009. Morphology, histology and histochemistry of the digestive system of South American Catfish (*Rhamdia quelen*). *International Journal of Morphology*, vol. 27, pp.105-111.
- Imbiriba, EP. 2001. *Potencial de criação de pirarucu, Arapaima gigas, em cativeiro*. *Acta Amazônica*, vol. 31, pp.299-316.
- Knudsen, R, Curtis, MA & Kristoffersen, R. 2004. *Aggregation of helminths: The role of feeding behavior of fish hosts*. *Journal of Parasitology*, vol. 90, pp.1-7.
- Karachle, PK & Stergio, KI. 2010. *Intestine morphometrics of fishes: A compilation and analysis of bibliographic data*. *Acta Ichthyológica et Piscatória*, vol. 40, pp. 45-54.
- Luna, LG. 1968. *Manual of Histologic Staining Methods*. Institute of Pathology, Armed Forces, McGraw Hill, New York. 3<sup>th</sup> Ed.
- Lundberg, JG & Chermoff, BA. 1992. *Miocene fossil of the Amazonian fish Arapaima (Teleostei, Arapaimidae) from the Magdalena River Region of Colombia - Biogeography and evolutionary implications*. *Biotropica*, vol. 24, pp. 2-14.
- Menezes, RC, Cursino, SM, Ceccarelli, PS, Tavares, LER, Tortelly, R & Luque, JL. 2011. *Tissue alterations in the pirarucu, Arapaima gigas, infected by Goezia spinulosa (Nematoda)*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, Jaboticabal*, vol. 20, pp.207-209.
- Migdalski, EC. 1957. *Contribution to the life history of the South American fish Arapaima gigas*. *Copeia*, vol. 1, pp.54-56.
- Moreira, NIB, Oliveira, CL & Costa, HMA. 1994. *Spirocamallanus inopinatus (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) e Spirocamallanus saofranciscensis sp. n. (Nematoda, Camallanidae) em peixes da Represa de Três Marias*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 46, pp.485-500.
- Mumford, S, Heidel, J, Smith, C, Morrison, J, MacConnell, B & Blazer, V. 2007. *Fish Histology and Histopathology Manual*, National Conservation Training Center, Fish and Wildlife Service Shepherdstown, West Virginia, United States.
- Muñoz, A, Caldas, ML & Hurtado, H. 2006. *Análisis histomorfológico del sistema digestivo y glándulas anexas en alevinos de cachama blanca, Piaractus brachypomus (Characidae: Piaractus)*. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 2, pp.137-164.
- Ochoa, AIS, Galeano, ICB & Daza, PB. 2005. *Biología y cultivo del Pirarucú Arapaima gigas (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimidae) bases para un aprovechamiento sostenible*, INCODER, Universidade Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Olaya, CM, Ovalle, CH, Gomez, E, Rodriguez, D, Caldas, ML & Hurtado, H. 2007. *Histología y morfometría del sistema digestivo del Silurido bagre tigrilo (Pimelodus pictus)*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, vol. 54, pp.311-323.
- Ono, EA, Halverson, MR & Kubitz, F. 2004. *Pirarucu o gigante esquecido*. *Panorama da Aqüicultura*, vol.14, pp.14-25.
- Parker, BH. 2002. *Arapaima: An Amazonian fish species of immense proportions*. *Biodiversity*, vol. 2, pp. 21-24.
- Pavanelli, GC, Eiras, JC & Takemoto, RM. 2002. *Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 2 ed. Maringá. PR. Eduem, Nupélia.
- Piazza, RS, Martins, ML, Guiraldelli, L & Yamashita, MM. 2006. *Parasitic diseases of freshwater ornamental fishes commercialized in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil*. *Instituto de Pesca, São Paulo*. pp. 51-57.
- Queiroz, HL. 2000. *Natural history and conservation of Pirarucu, Arapaima gigas, at the Amazonian Varzea: Red Giants in Muddy Waters*. [Tesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy]. Escócia: University of St Andrews. Escócia.
- Rombout, JHWM, Abelli, L, Picchiatti, S, Scapigliati, G & Kiron, V. 2010. *Teleost intestinal immunology*. *Fish & Shellfish Immunology*, vol.1, pp 1-11.
- Ruffino, ML, Soares, EC, Silva, CO, Barthem, RBV, Batista, EG & Pinto, W. 2006. *Estatística Pesqueira no 2003 do*

- Amazonas e Pará*. Manaus, IBAMA; ProVárzea.
- Santos, GM, Ferreira, EJG & Zuanon, JAS. 2006. *Peixes Comerciais de Manaus*. Manaus, IBAMA, ProVárzea.
- Saraiva, A, Silva, FA & Silva, AT. 2006. *Nematode parasites of the characid fish Brycon hilarii from the River Juba, Mato Grosso, Brazil*. *Helminthologia*, vol. 43, pp.158-160.
- Seixas, FJT, Bras, JM, Gomide, ATM, Oliveira, MGA, Donzele, JL & Menin, E. 2001. *Anatomia funcional e morfometria do Intestino no Teleostei (Pisces) de Água doce Surubim (Pseudoplatystoma coruscans- Agassiz, 1829)*. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, vol. 30, pp. 1670-1680.
- Takashima, F & Hibiya, T. 1995. *An atlas of fish histology: Normal and pathological features*. Tokyi, NewYork. 2<sup>a</sup>.Ed.
- Thatcher, VE. 2006. *Amazon fish parasites*. 2<sup>a</sup> ed. Pensoft, Sofia-Moscou, 508 p.
- Wilson, JM & Castro, LFC. 2010. *Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes*, In: Grosel, M, Farrell, AP & Brauner, CJ. (Eds). *Fish Physiology, the multifunctional gut of fish*. Academic Press, vol. 30, pp. 1-55.
- Wootton, RJ. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London.

Received March 12, 2012.  
Accepted May 23, 2012.

\*Author for correspondence / Autor para correspondencia:

Angélica Patricia León Gaines  
Universidade Nilton Lins, Laboratório de Zoologia aplicada e Fisiopatologia Animal. Av. Professor Nilton Lins, 3259. Parque das Laranjeiras - CEP: 69058-030 - Telefone: (92)3643-2000 – Manaus (Amazonas), Brasil.  
IES- Materdei, Av Leonardo Malcher 1167, Centro - Manaus/AM

E-mail/correo electrónico:  
anpalega@gmail.com, caraujo@niltonlins.br