

# RESPOSTA INFLAMATÓRIA DO PINTADO À INFECÇÃO POR *Nomimoscolex pertierrae* (EUCESTODA: PROTEOCEPHALIDEA)\*

Thamy Santos RIBEIRO<sup>1</sup> e Ricardo Massato TAKEMOTO<sup>2</sup>

## RESUMO

Um processo infeccioso ainda não descrito, caracterizado por lesões perfurantes provocadas por *Nomimoscolex pertierrae* no intestino de *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) foi analisado por histopatologia. Esta patologia foi observada durante o estudo da fauna parasitária de *P. corruscans* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná. Amostras de 2 cm<sup>2</sup> do intestino de peixes infectados e não infectados foram submetidas ao procedimento de cortes histopatológicos padrão, sendo os cortes corados com hematoxilina-eosina. As alterações patológicas foram avaliadas em microscópio. *Nomimoscolex pertierrae* se fixa ao epitélio intestinal através de perfurações e, no local de fixação do parasito, o tecido do hospedeiro fica danificado, ocasionando hemorragia, infiltração linfocitária e, no caso mais grave observado, necrose tecidual. Estes danos, observados em 2,5% dos peixes coletados, não apresentaram correlação ( $p>0,05$ ) com a gravidade das lesões ou com a abundância parasitária, podendo ser correlacionado a uma variabilidade interespecífica que promoveu uma maior virulência parasitária.

**Palavras chave:** Inflamação; *Pseudoplatystoma corruscans*; cestode; histologia; variação intraespecífica

## INFLAMMATORY RESPONSE OF "PINTADO" TO THE INFECTION OF *Nomimoscolex pertierrae* (EUCESTODA: PROTEOCEPHALIDEA)

### ABSTRACT

An infectious process characterized by piercing lesion promoted by *Nomimoscolex pertierrae* on the intestine wall of *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) was analyzed by histopathology. This pathology was observed during the parasite fauna study of *P. corruscans* collected on the high Paraná River floodplain. Samples of 2 cm<sup>2</sup> size from the infected and uninfected fishes have been submitted to the usual histopathological procedure, with the samples colored with hematoxiline-eosin and observed under a microscope. *Nomimoscolex pertierrae* fixes itself on the intestinal epithelium through perforations, resulting on damages to the host's intestinal epithelium, hemorrhage, lymphocitary infiltration and, on the worst observed case, tissue necrosis. These damages were observed on 2.5% of the collected fishes, and did not present any correlation ( $p>0.05$ ) between the lesions gravity and the parasite abundance, what may be correlated to an intraspecific variability, which promoted higher parasite virulence.

**Keywords:** Inflammation; *Pseudoplatystoma corruscans*; cestode; histology; intraspecific variation

---

**Relato de Caso:** Recebido em 21/06/2013 – Aprovado em 21/10/2013

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA), Universidade Estadual de Maringá. Bloco G-90 - Av. Colombo, 5790 – CEP: 87020-900 – Maringá – PR – Brasil. e-mail: thamysantos@yahoo.com.br (autora correspondente)

<sup>2</sup> Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), Universidade Estadual de Maringá. Pesquisador CNPq – Nível 1

\* Procedimentos autorizados pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Maringá - Parecer 123/2010 (CEAE) e pelo IBAMA, sob nº 22442-1.

## INTRODUÇÃO

O grupo de pimelodídeos apresenta diversas espécies de peixes de água doce com hábito noturno e dietas variadas (BRITSKI *et al.*, 1984). O hospedeiro *Pseudoplatystoma corruscans* (SPIX e AGASSIZ, 1829) (SILURIFORMES: PIMELODIDAE), popularmente conhecido como pintado, é um membro deste grupo que apresenta alto valor econômico entre os espécimes dulcícolas sul-americanos cultivados, e vem despertando o interesse dos consumidores e dos aquicultores (KUSMA e FERREIRA, 2010). Além disso, desponta como uma das espécies nativas mais promissoras para a piscicultura pois, à partir dela, pode-se obter o híbrido do pintado, que apresenta carne de excelente sabor e ausência de espinhos intramusculares (CURY, 1992; INOUE *et al.*, 2003). Além disso, as técnicas reprodutivas, manejo nutricional, de cria e de processamento são bastante conhecidas e desenvolvidas (RIBEIRO e MIRANDA, 1997). O pintado apresenta comportamento migratório (SATO e GODINHO, 2003) e carnívoro, alimentando-se principalmente de outros peixes (SATO *et al.*, 1997), e é um dos maiores representantes da fauna piscícola da bacia do rio Paraná, atingindo mais de 100 kg (TAVARES, 1997). A biologia de *P. corruscans* é bem documentada (MIRANDA e RIBEIRO, 1997), mas há poucas informações disponíveis sobre sua fauna endoparasitária (MACHADO *et al.*, 1994; 1995; 1996; BRASIL-SATO, 2003).

A espécie *Nomimoscolex sudobim* (WOODLAND, 1935) foi descrita no pimelodídeo *P. fasciatum*, no rio Amazonas. Porém, PAVANELLI e REGO (1992) redescobriram *N. sudobim* em um novo hospedeiro, *P. corruscans*, coletado na região Sul, no rio Paraná. Entretanto, CHAMBRIER *et al.* (2006) notaram diferenças entre a descrição original e o trabalho publicado em 1992, sendo realizada a identificação de uma nova espécie, *N. pertierra*, com base, principalmente, nas microtríquias. Desde então, ambas as espécies de cestóides têm sido encontradas em diversos hospedeiros pimelodídeos (MACHADO *et al.*, 1996; CAMPOS *et al.*, 2008).

Sabe-se que o cestóide *N. pertierra* apresenta ciclo de vida heteroxênico (ROBERTS *et al.*, 2004),

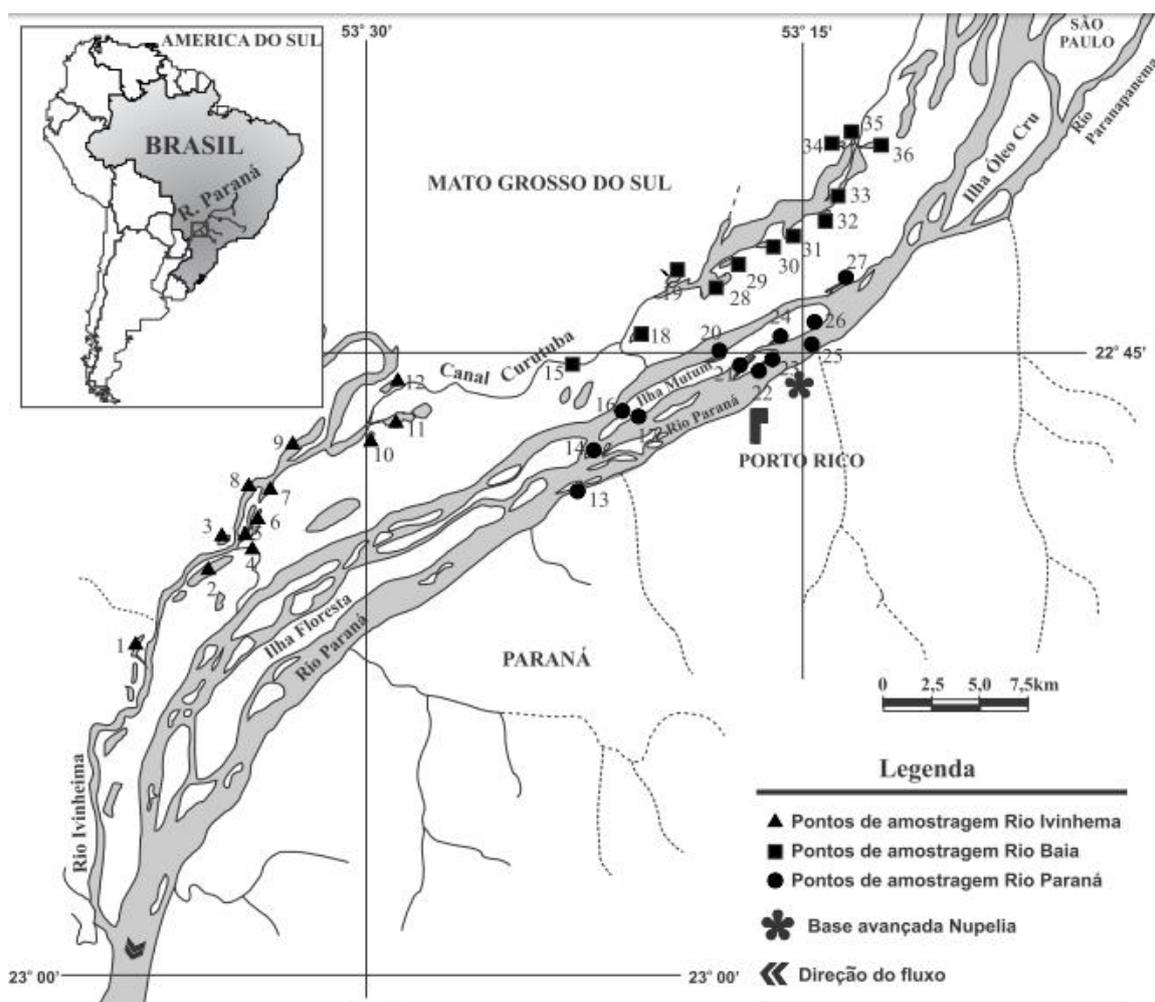
porém não há relatos mais detalhados na literatura científica sobre possíveis hospedeiros intermediários e sobre as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento larval. Também não há bibliografia relatando histórico de lesões patológicas ou qualquer tipo de alteração provocada no hospedeiro em decorrência da infecção por este parasito.

Com este trabalho buscou-se expandir o conhecimento dos parasitos deste hospedeiro, analisando-se os danos histopatológicos causados por *Nomimoscolex pertierra* em *P. corruscans* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *P. corruscans* foram coletados em diversos pontos ao longo de três subsistemas, representados pelos rios Ivinhema, Baía e Paraná, na planície de inundação do alto rio Paraná (22°43'S e 53°10'O), Brasil (Figura 1), entre os meses de março de 2011 a setembro de 2012. Esta área de estudo refere-se ao Sítio 6 do Projeto PELD/CNPq (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração).

Um total de 119 peixes foram coletados (autorização IBAMA nº 22442-1), com a utilização de redes de diversas malhagens, mantidas por 24 horas ao longo dos locais previamente citados, com checagem a cada oito horas. Após a coleta, os animais foram transportados à Base Avançada do Nupélia, localizada às margens do rio Paraná, e sacrificados (Parecer CEAE/UEM 123/2010) por meio de anestesia profunda com cloridrato de benzocaína (LIZAMA *et al.*, 2007). Após a confirmação taxonômica dos indivíduos, os dados de peso e comprimento padrão de cada espécime foram obtidos, e os órgãos internos e a cavidade visceral foram fixados em formalina 10%, para evitar possíveis autólices dos enterocistos. Posteriormente, sob estereomicroscópio, os intestinos foram removidos, abertos longitudinalmente e examinados à procura de endoparasitos. Os parasitos coletados foram tratados de acordo com EIRAS *et al.* (2006) e identificados com base em KHALIL *et al.* (1994) e CHAMBRIER *et al.* (2006).



**Figura 1.** Planície de inundação do alto rio Paraná (22°43'S e 53°10'O), Brasil, indicando os locais de coleta dos indivíduos de *Pseudoplatystoma corruscans*.

Amostras intestinais de peixes infectados por *N. pertierrae* (com e sem lesões) e não infectados foram selecionadas para a execução dos cortes histológicos, observando-se que as mesmas regiões intestinais fossem eleitas, evitando comparações anatômicas entre seções diferentes do órgão afetado. Estas partes teciduais foram fixadas em formalina 10% por oito horas, desidratadas em uma série gradativa de etanol, clarificadas em xileno e embebidas em cera de parafina a 58°C, seguindo a mesma orientação transversal em todos os emblocamentos. Estes blocos foram seccionados serialmente em seções de 5 µm em um micrótomo de rotação, coradas com hematoxilina-eosina e as características histológicas dos tecidos com e sem alterações

patológicas foram estudadas sob microscópio óptico.

Para a avaliação da resposta dos hospedeiros à presença do processo patológico, o fator de condição alométrico (K) foi calculado de acordo com LE-CREN (1951). Análise de variância (ANOVA) unifatorial foi utilizada para se comparar estatisticamente os valores de K dos peixes coletados em rios diferentes, assim como para correlacionar os três grupos de peixes observados: 1) os parasitados por *N. pertierrae* com alterações patológicas; 2) os peixes parasitados por *N. pertierrae*, mas sem alterações patológicas; 3) e os peixes que não apresentaram este parasito. A análise dos dados foi feita usando-se o STATISTICA software (versão 5.5), sendo que

o valor de significância adotado foi de 0,05, a normalidade dos resíduos foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e as variações de homogeneidade foram verificadas através de teste de Levene.

## RESULTADOS

Os espécimes de *P. corruscans* analisados apresentaram, em média, 568,9 kg e 52,9 de comprimento. Destes, 53 indivíduos (44,5%) apresentaram-se parasitados pelo cestóide *N. pertierrae*, sendo que apenas em três (2,5% de todos os espécimes analisados) foram observadas

as lesões provocadas pela fixação do parasito ao epitélio intestinal. Em alguns dos hospedeiros nos quais foram observados danos patológicos também foram encontrados indivíduos parasitos da espécie *Choanoscolex abscissus*.

A análise histopatológica demonstrou que o cestóide apresenta ventosas bem desenvolvidas (Figura 2), através das quais o parasito se fixa firmemente ao intestino do hospedeiro, processo do qual resultam danos mecânicos, causando descamação e pontos hemorrágicos no epitélio intestinal, além de necrose local em um dos casos (Figura 2).



**Figura 2.** Fotomicrografia de microscopia óptica da lesão patológica causada por *Nomimoscolex pertierrae* em intestino de *Pseudoplatystoma corruscans*. Ventosas bem desenvolvidas (seta escura); ponto hemorrágico e processo inflamatório com aspecto granulocitário (seta branca).

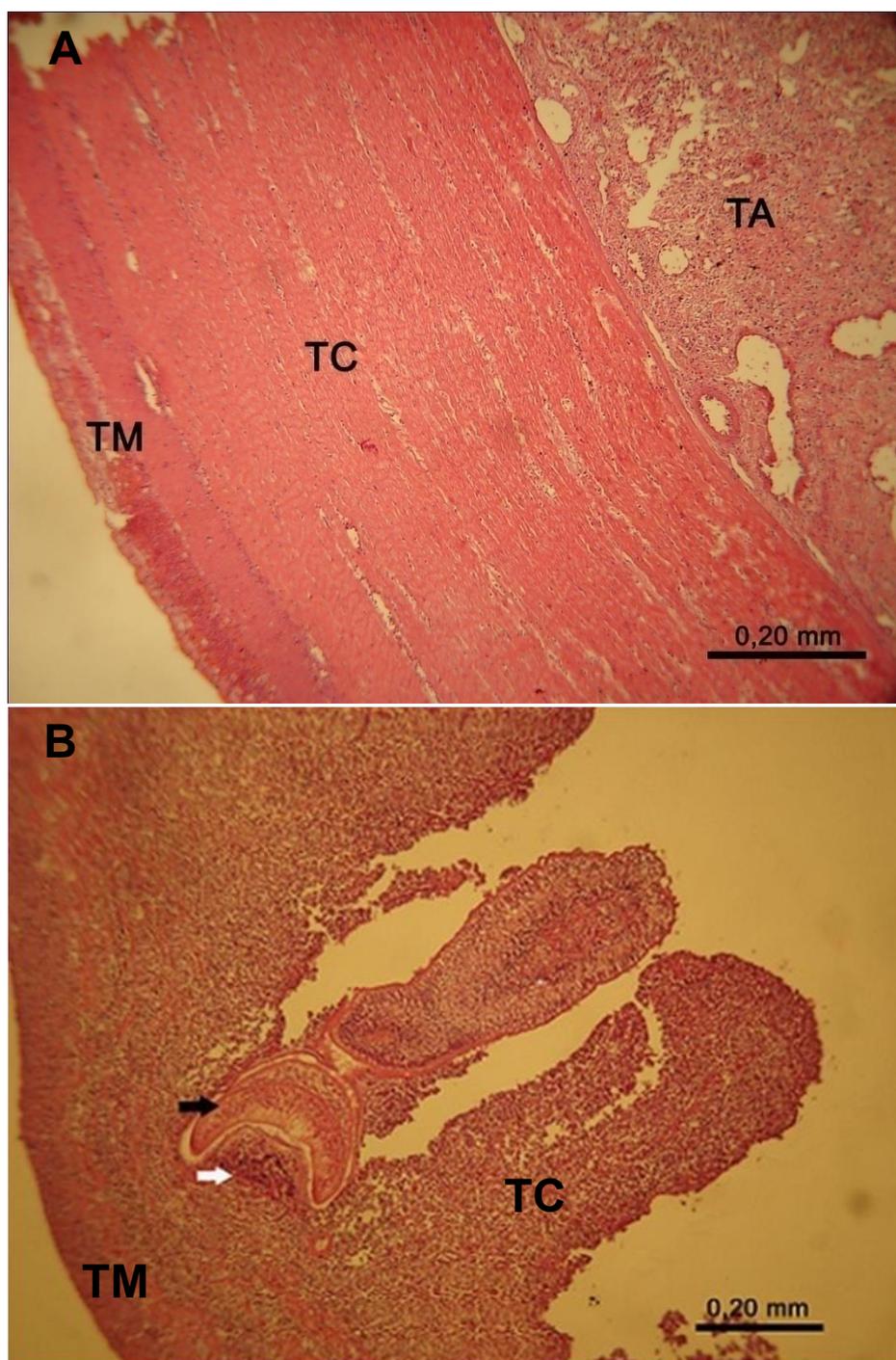
A comparação dos cortes histológicos de indivíduos não infectados (Figura 3) e infectados evidencia a perda de camadas teciduais em consequência do processo patológico, provocando, inclusive, perda total da superfície absorptiva. O parasito penetra as ventosas profundamente no tecido intestinal do hospedeiro, causando danos à lamina epitelial e às microvilosidades.

Intensas infiltrações celulares foram observadas no local de fixação do parasito, o que promove um aspecto de granulomas ao corte tecidual (Figura 2), e este incremento da quantidade de linfócitos no *stratum granulosum* e no tecido conectivo é um indicativo de processo inflamatório.

Dos 119 peixes analisados, 55,5% não estavam parasitados por *N. pertierrae*. A média dos valores

de K para o grupo de peixes não parasitados por este cestóide foi de 1,47; para o grupo de peixes parasitados, mas sem patologia, foi de 1,70; para o grupo de hospedeiros que apresentaram o

processo patológico foi de 1,79. A análise da ANOVA não revelou diferença estatística entre as médias dos valores dos fatores de condição alométrico destes três grupos analisados ( $p > 0,05$ ).



**Figura 3.** Fotomicrografias de microscopia óptica de cortes teciduais do intestino de *Pseudoplatystoma corruscans*: **A:** hospedeiro não infectado; **B:** *Nomimoscolex pertierraie* fixado à parede intestinal do hospedeiro, provocando perda do tecido epitelial de absorção. (TM = Tecido Muscular; TC = Tecido Conjuntivo Submucoso e TA = Tecido epitelial de Absorção).

A Tabela 1 especifica os dados dos três indivíduos nos quais foi encontrada a lesão intestinal.

Não houve diferença significativa entre os valores de K destes três hospedeiros que apresentaram a patologia ( $p>0,05$ ). O local de

coleta dos peixes também não se relacionou à presença da patologia, visto que não houve correlação estatística entre os fatores de condição dos três espécimes que apresentaram o processo patológico provenientes de diferentes rios ( $p>0,05$ ).

**Tabela 1.** Detalhamento sobre cada espécime de *Pseudoplatystoma corruscans* nos quais foi encontrada a lesão patológica causada por *Nomimoscolex pertierrae*.

Peixe	Subsistema	K	Espécies de parasitos encontrados	Número de parasitos no trato intestinal	Forma de fixação do parasito
1	Rio Baía	1,94	<i>Nomimoscolex pertierrae</i>	6	Profunda e não profunda
			<i>Choanoscolex abscissus</i>	8	Não profunda
2	Rio Ivinheima	1,45	<i>Nomimoscolex pertierrae</i>	67	Profunda e não profunda
3	Rio Ivinheima	1,93	<i>Nomimoscolex pertierrae</i>	39	Profunda

K = Fator de condição alométrico.

## DISCUSSÃO

O caso apresentado no presente estudo demonstra um processo infeccioso provocado pela fixação do cestóide *N. pertierrae*, anteriormente descrito parasitando *P. corruscans* (PAVANELLI e REGO, 1992, CHAMBRIER *et al.*, 2006), mas estes estudos não reportaram o tipo de lesão aqui detalhado. O modo de fixação parasitária utilizado por este cestóide já foi observado em outras espécies de cestóides (BAUER e HOFFMAN, 1976; SCOTT e GRIZZLE, 1979; EIRAS *et al.*, 1986), sendo as alterações histopatológicas relatadas por estes autores semelhantes às descritas no presente estudo.

EIRAS *et al.* (1986), por meio da pesquisa da fauna parasitária de *Zungaro zungaro* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, relatou a penetração de *Jauella glandicephalus* através da parede do intestino deste hospedeiro, além de um processo de descamação do epitélio causado pela aderência de outro cestóide, *Megathylacus brooksi*. Neste estudo, os autores notaram a formação de um túnel no tecido conectivo fibroso ao redor do parasito, o que diminui a capacidade absorviva do intestino e expõe o hospedeiro a possíveis infecções secundárias.

O processo de penetração completa do parasito normalmente provoca fibrose, hemorragia, inflamação e necrose celular, porém a maioria dos registros científicos foi feita para diversas espécies de acantocéfalos (CHAICHARN e BULLOCK, 1967; MCDONOUGH e GLEASON, 1981; WANSTALL *et al.*, 1986, 1988; TARASCHEWSKI, 1989; DEZFULI, 1991; DEZFULI *et al.*, 2000, 2009). Na maioria dos casos, o simples processo de fixação do parasito pode provocar inflamação crônica, que ocasiona a diminuição dos tecidos conjuntivos intestinais e infiltração leucocitária, sendo estes eventos já reportados na área de fixação de *Acanthocephalus jacksoni* (BULLOCK, 1963).

Usualmente, os helmintos, por meio dos órgãos de fixação, induzem processos inflamatórios no canal digestório do hospedeiro, mas os acantocéfalos, cujos danos patológicos são melhor estudados, causam maiores danos aos tecidos intestinais e induzem uma resposta imunológica mais complexa, principalmente devido à penetração profunda na mucosa do trato alimentar (DEZFULI *et al.*, 2009; IRSHADULLAH e MUSTAFA, 2012). Além disso, a patogenicidade causada pelos parasitos também depende das

espécies de parasito/hospedeiro envolvidas e do local de infecção (ESCH e HUFFINES, 1973; HAMERS *et al.*, 1992; LACERDA *et al.*, 2012). Tais danos podem afetar a eficiência absorptiva e digestiva do intestino do peixe, ocasionando prejuízo nas taxas de crescimento do hospedeiro, além de expor este a infecções secundárias, derivadas de outros patógenos. Alterações nos processos osmorregulatórios devidas aos danos à mucosa intestinal não podem ser desconsideradas (IRSHADULLAH e MUSTAFA, 2012), sendo importante ressaltar os processos hemorrágicos e fibrosos que usualmente causam anemias (GOMES *et al.*, 2008; SEIXAS-FILHO *et al.*, 2008).

A inflamação consiste em uma série de mecanismos homeostáticos que envolvem os sistemas circulatório, nervoso e imunológico em resposta a um organismo invasor (SHARKEY, 1992), sendo que o processo inflamatório, neste caso, ocorreu em consequência da penetração profunda das ventosas de *N. pertierrae*, o que provocou erosão das vilosidades intestinais e da lamina epitelial. HAMERS *et al.* (1992) e DEZFULI *et al.* (2013) reportaram diferenças interespecíficas na resposta leucocitária de peixes infectados por *Paratenuisentis ambiguus* e sugeriram que as defesas celulares, além de serem espécie-específicas, podem ser mecanismos pouco eficientes na expulsão do parasito.

O processo inflamatório, assim como todas as respostas celulares envolvidas na defesa do organismo contra patógenos em geral, não é um processo gratuito, apresentando custos energéticos (MARTIN *et al.*, 2011). Sendo assim, os casos de parasitismo descritos, como os processos patológicos decorrentes destes, normalmente são correlacionados com um decréscimo nos fatores de condição dos peixes (BRITTON *et al.*, 2012), mas o caso reportado neste estudo não apresentou correlação entre a presença do processo patológico, ou mesmo da presença apenas do parasito, com decréscimos nos valores de K dos hospedeiros. Tal ocorrência refuta a hipótese de que o processo patológico em questão seria decorrente da reduzida condição física dos peixes, visto que baixos valores de peso e comprimento refletiriam uma baixa à capacidade defensiva do organismo, permitindo a penetração profunda do parasito na camada intestinal.

O processo patológico observado também não foi influenciado pela abundância ou pela riqueza parasitária, visto que os danos teciduais foram observados em hospedeiros que apresentaram mais de uma espécie de cestóides, assim como em peixes com quantidade variável de indivíduos de *N. pertierrae*. Além disso, os espécimes de *P. corruscans* que apresentaram a patologia foram coletados em diferentes subsistemas, representados pelos rios Baía e Ivinhema, o que refuta a hipótese de que o ambiente estaria interferindo na presença deste novo processo infeccioso.

Observou-se a ausência de prejuízos fisiológicos por parte do hospedeiro em decorrência do processo patológico, ou mesmo em decorrência da presença do parasito. Desta maneira, sugere-se que a patologia descrita no presente trabalho seja consequência de um comportamento mais virulento desta espécie de parasito.

Coevolução é um termo que define a relação entre duas espécies, as quais passam por alterações genéticas em consequência da interação entre elas (THOMPSON, 1989). Na relação parasito-hospedeiro, o processo de coevolução inicia-se com parasitos altamente virulentos e/ou hospedeiros altamente susceptíveis ao parasito. Com o passar das gerações, as altas taxas mutacionais dos parasitos permitem a seleção de populações menos virulentas, levando a relação parasitária a uma tendência mutualística, onde o hospedeiro sofre menos danos em consequência do parasitismo (TOFT e CARTER, 1990).

Apesar de o processo de coevolução entre o parasito e seu hospedeiro tender ao mutualismo, com populações parasitárias menos virulentas, acredita-se que os genes promotores de comportamentos parasitários mais agressivos permaneçam na população, pois já foram estratégias evolutivamente vantajosas em algum período da história de vida destas espécies (MAYNARD-SMITH, 1972).

## CONCLUSÕES

Considerando-se que a virulência não é um atributo apenas do parasito, mas é um efeito da interação entre aspectos fisiológicos, morfológicos e comportamentais entre parasito e hospedeiro, e

ressaltando-se a ausência de prejuízos fisiológicos por parte do hospedeiro em decorrência do processo patológico, ou mesmo em resposta à presença do parasito, sugere-se que os danos teciduais relatados neste trabalho sejam consequência do sinergismo entre a expressão de características genóticas que promovem alta virulência em alguns indivíduos da população parasitária, aliada à presença de espécimes de *P. corruscans* susceptíveis à infecção.

## REFERÊNCIAS

- BAUER, O.N. e HOFFMAN, G.L. 1976 *Helminth range extension by translocation of fish*. In: Page, L.A. (Eds.), *Wildlife diseases*. New York, Plenum Publication Corporation. 163p.
- BRASIL-SATO, M.C. 2003 Parasitos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H.P. e GODINHO, A.L. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais* (org.). PUC Minas, Belo Horizonte. p.149-165.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. 1984 *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias* (com chave de identificação para peixes da bacia do rio São Francisco). CODEVASF, Brasília. 143p.
- BRITTON, J.R.; PEGG, J.; BAKER, D.; WILLIAMS, C.F. 2012 Do lower feeding rates result in reduced growth of a cyprinid fish infected with the Asian tapeworm? *Ecology of Freshwater Fish*, 21: 172-175.
- BULLOCK, W.L. 1963 Intestinal histology of some salmonid fishes with particular reference to the histopathology of acanthocephalan infections. *Journal of Morphology*, 112: 23-44.
- CAMPOS, C.M.; FONSECA, V.L.; TAKEMOTO, R.M.; MORAES, F.R. 2008 Fauna parasitária de cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Siluriforme: Pimelodidae) do rio Aquidauana, Pantanal Sul Mato-grossense, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 30: 91-96.
- CHAICHARN, A. e BULLOCK, W.L. 1967 The histopathology of acanthocephalan infections in suckers with observations on the intestinal histology of two species of catostomid fishes. *Acta Zoologica*, 48: 19-42.
- CHAMBRIER, A.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. 2006 *Nomimoscolex pertierae* n. sp. (Eucestoda: Proteocephalidea), a parasite of *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) in Brazil and redescription of *N. sudobim* Woodland, 1935, a parasite of *P. fasciatum*. *Systematic Parasitology*, 64: 191-202.
- CURY, M.X. 1992 Cultivo de pintado e cachara. *Revista Panorama da Aqüicultura*, 2: 8-9.
- DEZFULI, B.S. 1991 Histopathology in *Leuciscus cephalus* (Pisces: Cyprinidae) resulting from infection with *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala). *Parassitologia*, 33: 137-145.
- DEZFULI, B.S.; ARRIGHI, S.; DOMENEGHINI, C.; BOSI, G. 2000 Immunohistochemical detection of neuromodulators in the intestine of *Salmo trutta* L. naturally infected with *Cyathocephalus truncates* Pallas (Cestoda). *Journal of Fish Diseases*, 23: 265-273.
- DEZFULI, B.S.; LUI, A.; GIOVINAZZO, G.; BOLDRINI, P.; GIARI, L. 2009 Intestinal inflammatory response of powan *Coregonus lavaretus* (Pisces) to the presence of acanthocephalan infections. *Parasitology*, 136: 929-937.
- DEZFULI, B.S.; LUI, A.; GIARI, L.; PIRONI, F.; MANERA, M.; LORENZONI, M.; NOGA, E.J. 2013 Piscidins in the intestine of European perch, *Perca fluviatilis*, naturally infected with an enteric worm. *Fish and Shellfish Immunology*, 35(5): 1539-1546
- EIRAS, J.C.; REGO, A.A.; PAVANELLI, G.C. 1986 Histopathology in *Paulicea luetkeni* (Pisces - Pimelodidae) resulting from infections with *Megathylacus brooksi* and *Jauella glandicephalus* (Cestoda - Proteocephalidae). *Journal of Fish Biology*, 28: 359-365.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. (ed.) 2006 *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. Maringá: EDUEM, 2ªed. 199p.
- ESCH, G.W. e HUFFINES, W.J. 1973 Histopathology associated with endoparasitic helminths in bass. *Journal of Parasitology*, 59: 306-313.
- GOMES, L.H.; AGUIAR, D.V.C.; HIPOLITO, M.; MARTINS, A.M.C.R.P.F.; CHAVES, A.C.P. 2008 Avaliação histológica do intestino médio, do fígado e do pâncreas de girinos de rã-touro alimentados com rações comerciais formuladas

- com três níveis de proteína bruta. *Brazilian Journal of Animal Sciences*, 37: 2090-2096.
- HAMERS, R.L.; STURENBERG, F.J.; TARASCHEWSKI, H. 1992 In vitro study of migratory and adherent responses of fish leucocytes to the eel pathogenic acanthocephalan *Paratenuisentis ambiguus* (Van Cleave, 1921) Bullock et Sammuel, 1975 (Eoacanthocephala: Tenuisentidae). *Fish Shellfish Immunology*, 2: 43-51.
- INOUE, L.; CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A. 2003 A larvicultura e a alevinagem do Pintado e do Cachara. *Revista Panorama da Aquicultura*, 74: 13-21.
- IRSHADULLAH, M. e MUSTAFA, Y. 2012 Pathology induced by *Pomporhynchus kashmiriensis* (Acanthocephala) in the alimentary canal of naturally infected Chirruh snow trout, *Schizothorax esocinus* (Heckel). *Helminthology*, 49: 11-15.
- KHALIL, L.F.; JONES, A.; BRAY, R.A. 1994 *Keys to the cestode parasites of vertebrates*. Wallingford, Oxon, CAB International. 768p.
- KUSMA, C.M. e FERREIRA, F.W. 2010 Mechanism of fish's transposition from a small hydroelectric system. *Ciência Rural*, 40: 89-94.
- LACERDA, A.C.F.; TAKEMOTO, R.M.; TAVARES-DIAS, M.; POULIN, R.; PAVANELLI, G.C. 2012 Comparative parasitism of the fish *Plagioscion squamosissimus* in native and invaded river basins. *Journal of Parasitology*, 98: 713-717.
- LE-CREN, E.D. 1951 The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-211.
- LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M.; TAVARES, M.J. 2007 Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 29: 437-445.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. 1994 Influence of host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 3: 143-148.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. 1995 Influence of the type of environment and the hydrological level variation in endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz) and *Schizodon borelli* (Boulenger) (Osteichthyes) of the high Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12: 961-976.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. 1996 Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 91: 441-448.
- MARTIN, L.B.; HAWLEY, D.M.; ARDIA, D.R. 2011 An introduction to ecological immunology. *Functional Ecology*, 25: 1-4.
- MAYNARD-SMITH, J. 1972 *On Evolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK. 358p.
- MCDONOUGH, J.M. e GLEASON, L.N. 1981 Histopathology in the rainbow darter, *Etheostoma caeruleum*, resulting from infection with the acanthocephalans, *Pomporhynchus bulbocolti* and *Acanthocephalus dirus*. *Journal of Parasitology*, 67: 403-409.
- MIRANDA, M.O.T. e RIBEIRO, L.P. 1997 Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (ed.) *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA. p.43-56.
- PAVANELLI, G.C. e REGO, A.A. 1992 *Megathylacus travassoi* sp. and *Nomimoscolex sudobim* Woodland, 1935 (Cestoda - Proteocephalidea) parasites of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes - Pimelodidae) from the Itaipu reservoir and Paraná river, Paraná state, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 87: 191-195.
- RIBEIRO, L.P. e MIRANDA, M.O.T. 1997 Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed.) *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA. p.101-111.
- ROBERTS, L.S.; JANOVY-JR, J.; SCHMIDT, P. 2004 *Foundations of Parasitology*. 7ª ed. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, USA. 728p.

- SATO, Y. e GODINHO, H.P. 2003 Migratory Fishes of the São Francisco River. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. *Migratory Fishes of South America. Biology, Fisheries and Conservation Status*. IDRC/World Bank, Victoria. p.195-232.
- SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; SALLUM, W.B.; GODINHO, H.P. 1997 Indução experimental da desova do Surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (ed.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA. p.69-79.
- SCOTT, A.L. e GRIZZLE, J.M. 1979 Pathology of cyprinid fishes caused by *Bothriocephalus gowkongensis* Yea, 1955 (Cestoda: Pseudophyllidea). *Journal of Fish Diseases*, 2: 69-73.
- SEIXAS-FILHO, J.T.; HIPOLITO, M.; CARVALHO, V.F.; MARTINS, A.M.C.R.P.F.; SILVA, L.N.; CASTAGNA, A.A. 2008 Alterações histopatológicas em girinos de rã-touro alimentados com rações comerciais de diferentes níveis protéicos. *Brazilian Journal of Animal Sciences*, 37: 2085-2089.
- SHARKEY, K.A. 1992 Substance P and calcitonin gene-related peptide (CGRP) in gastrointestinal inflammation. *Annals of New York Academy Sciences*, 664: 425-442.
- TARASCHEWSKI, H. 1989 *Acanthocephalus anguillae* in intra and extraintestinal positions in experimentally infected juveniles of gold fish and carp and in sticklebacks. *Journal of Parasitology*, 75: 108-118.
- TAVARES, M.P.O. 1997 O Surubim. In: MIRANDA, M.O.T. (ed.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA. p.9-25.
- THOMPSON, J.N. 1989 Concepts of coevolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 179-183.
- TOFT, C.A. e KARTER, A.J. 1990 Parasite-host coevolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 326-329.
- WANSTALL, S.T.; ROBOTHAM, P.W.J.; THOMAS, J.S. 1986 Pathological changes induced by *Pomphorhynchus laevis* Müller (Acanthocephala) in the gut of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Zeitschrift fur Parasitenkunde*, 72: 105-114.
- WANSTALL S.T.; THOMAS J.S.; ROBOTHAM R.W.J. 1988 The pathology caused by *Pomphorhynchus laevis* Muller in the alimentary tract of the stone loach *Noemacheilus barbatulus* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 11: 511-523.