

Influência de metazoários parasitas na morte de juvenis de *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) criados em uma piscicultura na Amazônia Brasileira.

Hellen Parédio Santana^{1*}, Germán Murrieta Morey², Jackson Pantoja Lima³ & José Celso de Oliveira Malta²

¹Bolsista Pró-Rural FAPEAM; *E-mail para correspondência: hellenparedio@gmail.com.

²INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo, Aleixo, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: germantiss1106@gmail.com.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, Campus residente Figueiredo, Avenida Onça Pintada, Presidente igueiredo, Amazonas, Brasil.

Abstract. Influence of Metazoan Parasites in the Death of Juvenile *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) Farmed in the Brazilian Amazon. One of the most serious problems in the production of *Arapaima gigas* in fish farms are the parasitic diseases, that influence negatively the quantity and quality of farmed fish and sometimes may lead to high mortalities, so the aim of this study was to identify the parasite species in 20 young *A. gigas* collected in a fish farm in the city of Manacapuru, Amazonas, Brazil and assess their influence on fish mortality through the use of parasitic indexes, distribution pattern and the relationship between the condition factor and parasite abundance. The fish, before dying, showed erratic swimming and breathing difficulties. After gill analysis, 1066 Monogenoidea were recorded and identified as *Dawestrema cycloancistrum*, parasitizing 100% of the analyzed fish with an average intensity of 53.3 ± 73.1 and presenting an aggregate distribution pattern in the hosts. Additionally, we also found one specimen of the Nematoda *Goezia spinulosa* and five specimens of the Acantocephala *Polyacanthorhynchus macrorhynchus* present in the gut. The low number of endoparasites along with the high values recorded for the relative condition factor (Kn) in *A. gigas* discards the possibility of fish death due to the influence of some endoparasites or nutritional deficiencies. However, behavioral manifestations, signs in the gills and high levels of *D. cycloancistrum* infestation makes this parasite responsible for the fish death.

Keywords: *Dawestrema cycloancistrum*, *Goezia spinulosa*, *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*, parasite indexes.

Resumo. Um dos problemas mais sérios na produção do pirarucu em pisciculturas são as doenças parasitárias, que influenciam negativamente na quantidade e qualidade dos peixes cultivados, podendo causar altas mortalidades, portanto, o objetivo do presente trabalho foi identificar as espécies de parasitas em 20 juvenis de *Arapaima gigas* coletados em uma piscicultura no município de Manacapuru, Amazonas, Brasil e avaliar suas influências na mortalidade dos peixes mediante o uso de índices parasitários, padrão de distribuição e a relação entre o fator de condição e a abundância parasitária. Os peixes antes de morrer apresentaram

natação errática e dificuldade para respirar. Após a análises das brânquias foram registrados 1.066 monogonódeos identificados como *Dawestrema cycloancistrum* parasitando 100% dos peixes analisados com uma intensidade média de $53,3 \pm 73,1$ e apresentando uma distribuição agregada nos hospedeiros. Adicionalmente foram registrados no intestino um espécime do Nematoda *Goezia spinulosa* e cinco espécimes do Acantocephala *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*. O baixo número de endoparasitas conjuntamente com o fator de condição relativo (Kn) alto registrado nos *A. gigas* descarta a possibilidade da morte dos peixes devido à influência de algum endoparasita ou carências nutricionais. No entanto, as manifestações comportamentais, sinais nas brânquias e altos níveis de infestação por *D. cycloancistrum* indicam este parasita como responsável pela morte dos peixes.

Palavras-chave: *Dawestrema cycloancistrum*, *Goezia spinulosa*, *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*, índices parasitários.

INTRODUÇÃO

O *Arapaima gigas* Schinz, 1822 denominado no Brasil de pirarucu, é considerado um dos maiores peixes de água doce do mundo. Ele tem hábito alimentar carnívoro e respiração aérea obrigatória (IMBIRIBA, 2001). É considerada uma espécie promissora para o cultivo intensivo, suportando altas densidades de estocagem (CAVEIRO *et al.* 2003), apresentando um extraordinário desenvolvimento ponderal, chegando a alcançar em torno de 10 kg com apenas um ano de cultivo, e superior rusticidade em ambientes tropicais (IMBIRIBA, 2001; PEREIRA-FILHO *et al.* 2003).

Com a intensificação dos sistemas de criação surge a necessidade de maiores conhecimentos sobre o manejo adequado para prover melhoria nas condições de saúde dos peixes, principalmente nas fases iniciais da produção, larvicultura e alevinagem. Nessas fases, quando os peixes estão continuamente expostos às condições adversas e seu sistema imunológico ainda não responde adequadamente, tornam-se mais

susceptíveis aos parasitos e doenças (TAVARES-DIAS *et al.* 2013).

Em pisciculturas do Estado do Amazonas, Brasil, *Dawestrema cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* (monogonódeos), conjuntamente com *Trichodina* sp. (Protozoário) foram registrados como os parasitas mais comuns em *A. gigas*. Adicionalmente, a infecção pelo crustáceo *Argulus* sp., o protozoário *Ichthyobodo*, os nematóides *Goezia spinulosa*, *Terranova serrata* e *Camallanus tridentatus* também foram relatados (ARAÚJO *et al.*, 2009a, b).

A identificação e a correta caracterização dos agentes causadores de enfermidades na piscicultura se fazem necessárias para o reconhecimento de sinais clínicos de doenças e de métodos eficazes de controle e profilaxia, evitando assim grandes perdas econômicas e consolidando a atividade piscícola (MARTINS *et al.* 2008).

A carência de informações, principalmente sobre produção e manejo de juvenis de pirarucu tem dificultado de modo marcante o de-

envolvimento da piscicultura da espécie (IMBIRIBA, 1991). Um dos entraves para a produção do pirarucu em cultivo são as doenças parasitárias que intervêm na quantidade e qualidade dos peixes cultivados (GAINES *et al.* 2012).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi identificar as espécies de parasitas em juvenis de *A. gigas* criados em cativeiro e avaliar suas influências na mortalidade dos peixes mediante o uso dos índices parasitários, padrão de distribuição dos parasitas e a relação entre o fator de condição dos peixes e a abundância parasitária.

MATERIAL E MÉTODOS

Em junho de 2015 juvenis de *A. gigas* foram coletados em uma piscicultura no município de Manacapuru (S 03° 02' 54,69" W 60° 51' 28,09"). A alimentação dos pirarucus era realizada utilizando peixes vivos e congelados comprados na feira local.

Os juvenis de *A. gigas* assim que morriam no tanque eram retirados, congelados e acondicionados em caixas isotérmicas. Posteriormente foram transportados para o "Laboratório de Parasitologia de Peixes- LPP" do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA onde foram pesados (gramas), medidos (comprimento padrão em centímetros) e necropsiados.

Para o estudo dos monogenóides as brânquias foram analisadas. Os parasitas foram fixados em formalina 5%. Para o estudo das estruturas esclerotizadas, os parasitas foram mon-

tados em lâminas permanentes utilizando o meio de GRAY & WESS (AMATO *et al.* 1991).

Para o estudo dos endoparasitas o trato digestivo foi aberto e colocado em placas Petri, coberto com água destilada. Os parasitas encontrados foram coletados com pincéis finos, estiletes e pinças. Os nematóides foram fixados e conservados em frascos contendo etanol 70° GL com glicerina a 5% e os acantocéfalos em A.F.A (Álcool etílico-Formalina-Ácido acético) onde permaneceram por 48 horas, sendo transferidos para etanol 70° onde foram conservados.

Para a clarificação das estruturas inteiras de nematóides, foram preparadas lâminas provisórias utilizando Lactofenol de Amann. Lâminas permanentes foram montadas em Bálsamo de Canadá (AMATO *et al.* 1991).

Os espécimes de acantocéfala foram corados utilizando o processo regressivo de Carmin e montados em Bálsamo de Canadá (AMATO *et al.* 1991).

A identificação dos parasitas coletados foi de acordo com MACHADO-FILHO (1947), KRITSKY *et al.* (1985), MORAVECK (1988) e THATCHER (2006).

Os índices parasitários como: prevalência (P%), intensidade de infecção (I), intensidade média (Im) e abundância média (Am) foram calculados segundo BUSH *et al.* (1997).

Os logaritmos dos valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) de cada indivíduo hospedeiro foram ajustados a curva da

relação Wt/Ls e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão *a* e *b*. Os valores de *a* e *b* foram utilizados nas estimativas dos valores teoricamente esperados de peso corporal (*W_e*) pela utilização da equação: $W_e = a * L^b$. Foi calculado, então, o fator de condição relativo (*Kn*) que corresponde ao quociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um determinado comprimento ($Kn = W_t / W_e$) (LE CREN, 1951).

O índice de Dispersão (ID) e o índice de Green (IG) foram utilizados para examinar os padrões de distribuição dos parasitas das brânquias (LUDWIG & REYNOLDS 1988).

Para as correlações entre o comprimento, peso, fator de condição relativo e a abundância de monogenóides foi utilizado o teste de correlação não paramétrico de Spearman (*r_s*) (ZAR, 1996). As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico BioEstat® 5.0 (AYRES *et al.*, 2007). O nível de significância estatística adotado foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

Vinte (20) peixes com comprimento padrão médio de $26 \pm 1,63$ cm e o peso médio de $179,88 \pm 40,22$ g foram coletados e analisados.

Devido à acumulação de mucos, as brânquias estavam pálidas e viscosas. A necropsia dos juvenis de *A. gigas* evidenciou a presença de *Dawestrema cycloancistrum* Price & Nowlin, 1967 nos filamentos branquiais dos peixes (Figura 1). As análises dos índices parasitários mostraram uma alta infestação parasitária (Tabela 1).

No intestino foram coletados um exemplar do Nematoda *Goezia spinulosa* Diesing, 1839 (Figura 2) e cinco do Acantocephala *Polyacanthorhynchus macrorhynchus* Diesing, 1851 (Figura 3) (Tabela 1).

O fator de condição relativo (*Kn*) dos juvenis de *A. gigas* foi $1,00 \pm 0,13$.

Valores no índice de Dispersão e o índice de Green para *Dawestrema cycloancistrum* indicaram uma distribuição agregada (ID = 107,11) com baixo grau de agregação (IG = 0,1).

O coeficiente de correlação de Spearman (*r_s*) mostrou correlações não significativas entre o comprimento e peso dos hospedeiros e a abundância de *D. cycloancistrum* ($r_s = 0,02$; $p = 0,93$; $r_s = 0,19$; $p = 0,41$) respectivamente. Houve uma correlação significativa entre o fator de condição relativo (*Kn*) e a abundância de *D. cycloancistrum* ($r_s = 0,47$; $p = 0,03$).

Tabela 1. Índices parasitários de juvenis de *A. gigas* de uma piscicultura da Amazônia brasileira. NT= Número total; PP= Peixe parasitado; PE= Peixe examinado; P= Prevalência; I= Intensidade; VI= Variação da intensidade; Im= Intensidade média; Am= Abundância média.

Espécie	Sítio de infecção	PP/PE	P%	I	VI	Im	Am
<i>Dawestrema cycloancistrum</i>	Brânquias	20/20	100	1066	6-345	53,3	53,3
<i>Goezia spinulosa</i>	Intestino	1/20	5	1	1	1	0,05
<i>Polyacanthorhynchus macrorhynchus</i>	Intestino	4/20	20	5	1-2	1,25	0,25

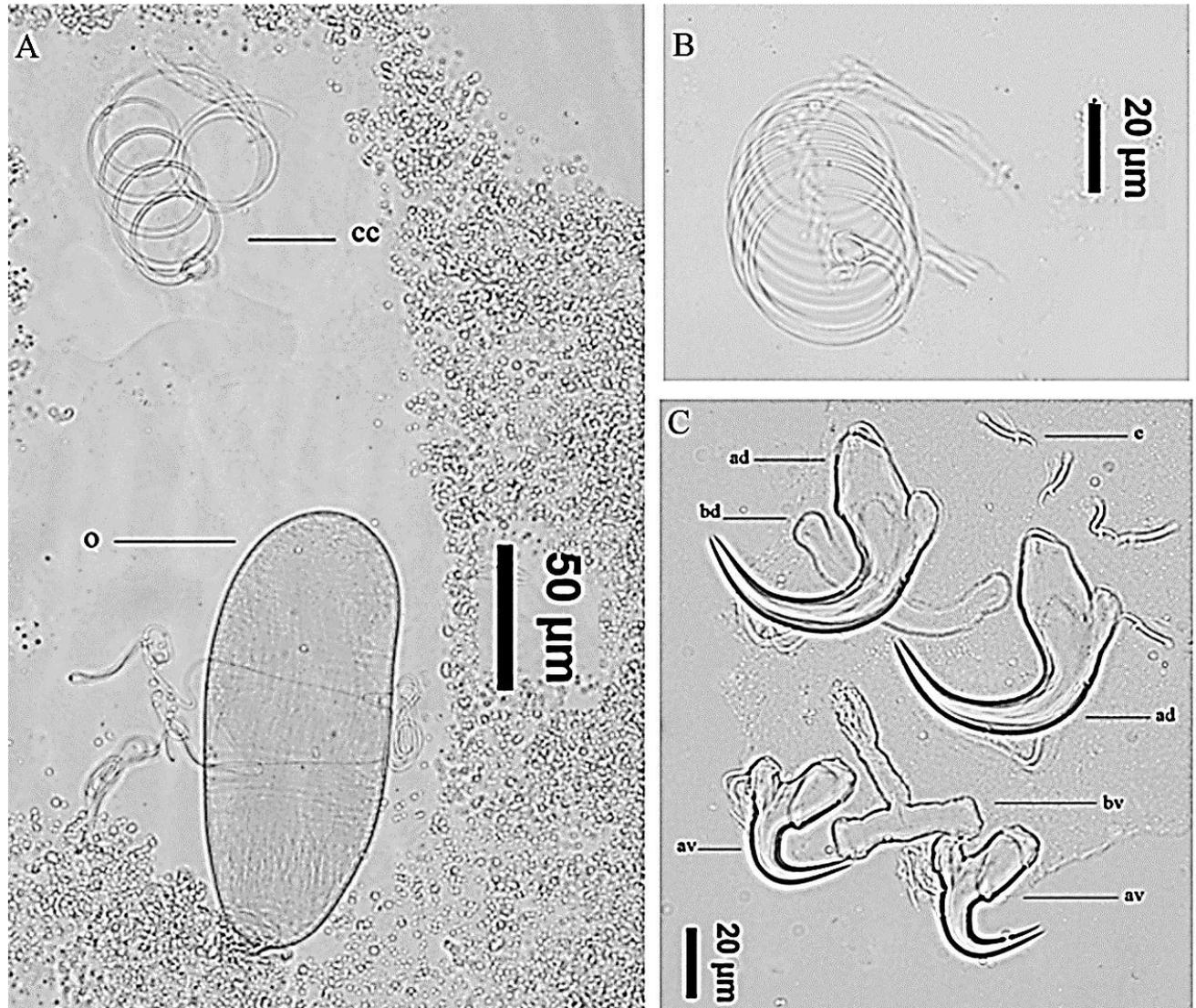


Figura 1. A) Complexo copulatório (cc) e Ovo (o) de *Dawestrema cycloancistrum*; B) Complexo copulatório; C) Háptor mostrando a barra dorsal (bd), barra ventral (bv), âncora dorsal (ad), âncora ventral (av) e espinhos (e).

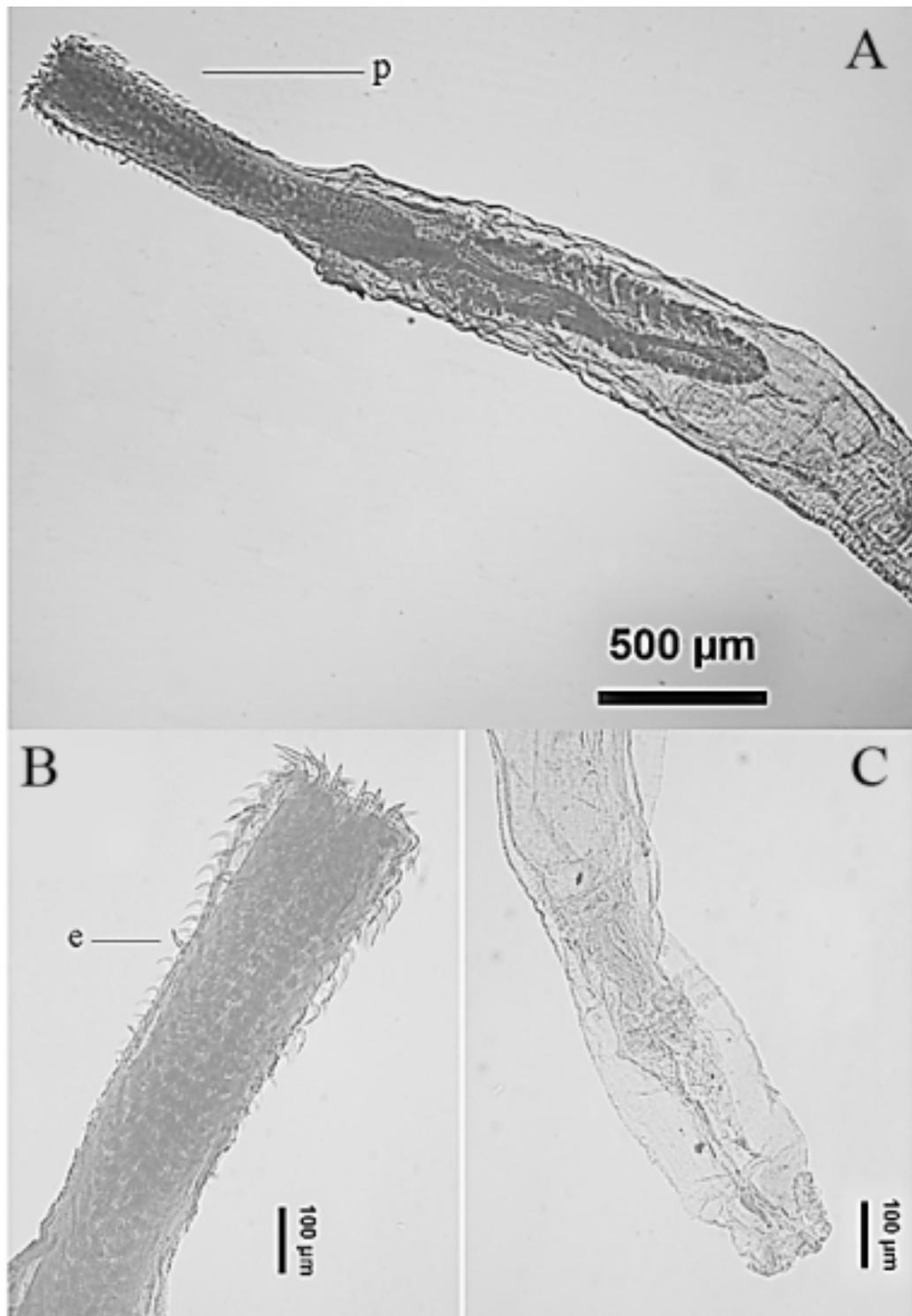


Figura 2. A) Parte anterior de *Polyacantorhynchus macrorhynchus* mostrando a probóscide (p); B) Terminação anterior com a probóscide mostrando os espinhos (e); C) Terminação posterior mostrando a cauda.

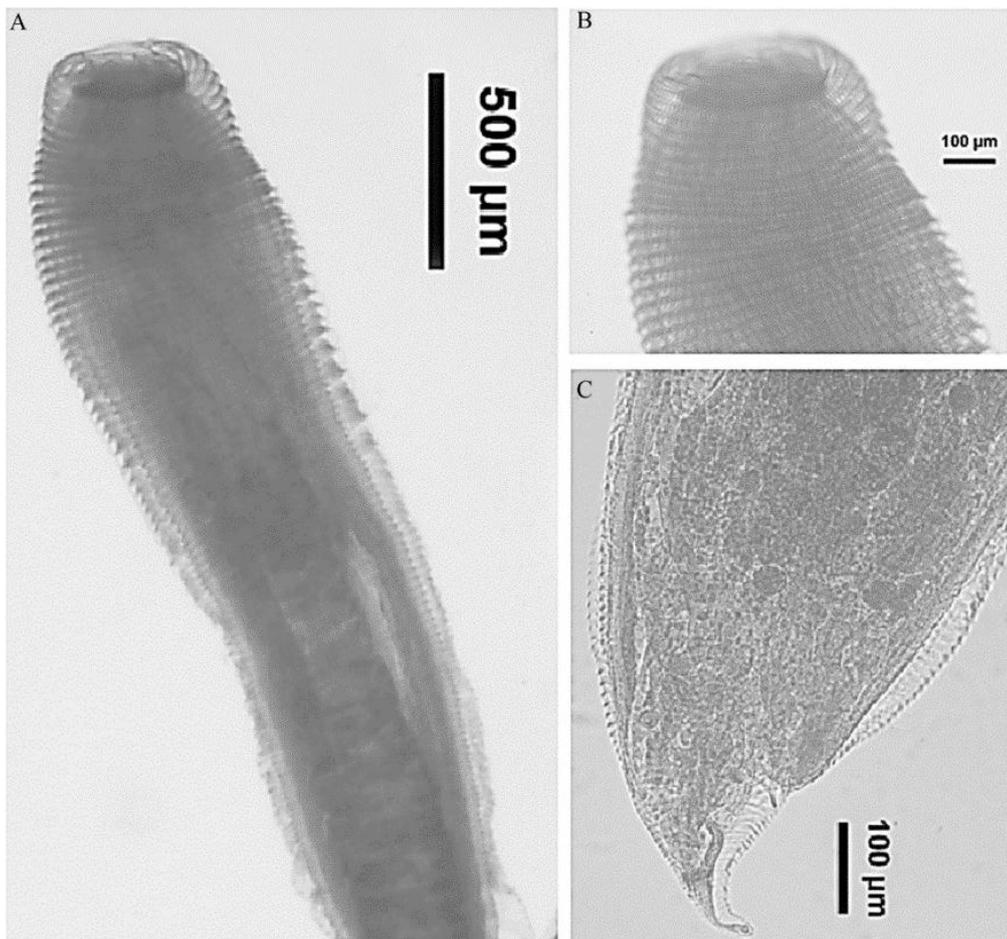


Figura 3. A) Parte anterior de *Goezia spinulosa*; B) Terminação anterior; C) Terminação posterior mostrando a cauda.

DISCUSSÃO

No Brasil são conhecidas quatro espécies de monogenóideos do gênero *Dawestrema* parasitando as brânquias de *A. gigas*: *D. cycloancistrum* Price & Nowlin, 1967; *D. cycloancistrioides* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985; *D. punctatum* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985 e *Dawestrema* sp. (EIRAS *et al.*, 2010). No presente trabalho foi identificado o parasita *D. cycloancistrum* nas brânquias de juvenis de *A. gigas* evidenciando uma alta especificidade do gênero *Dawestrema*

por este hospedeiro. Esta especificidade está relacionada com o fato que os monogenóideos são o grupo de parasitas mais específicos porque tem co-evoluído com seus hospedeiros (SIMKOVÁ *et al.* 2006).

Altas prevalências de *D. cycloancistrum* têm sido reportadas em *A. gigas*. No presente trabalho os altos níveis de parasitismo por *D. cycloancistrum*, com prevalência de 100%, estão de acordo com ARAUJO *et al.* (2009) que reportam 96% de prevalência com uma intensidade

média de 280 em espécimes de *A. gigas* provenientes de uma piscicultura no município de Manacapuru, Brasil. Adicionalmente, MARINHO *et al.* (2013) registrou em duas pisciculturas no estado do Amapá, Brasil, prevalências de 70 e 100%, com intensidades médias de 57,3 e 214,7; DELGADO *et al.* (2013) em uma piscicultura na cidade de Iquitos, Peru registrou prevalências de 100% com intensidade média de 260, confirmando a ocorrência e altas prevalências deste parasita em *A. gigas* cultivados em ambientes artificiais.

Maiores valores de intensidade média registrados em pirarucus provenientes de pisciculturas podem ser causados por numerosos fatores de estresse, incluindo a deficiência de oxigênio, deficiências nutricionais, altas densidades de estocagem, manejo inadequado e baixa qualidade da água que podem resultar em peixes imuno-comprometidos, também o volume de água relativamente pequeno que concentra os hospedeiros e parasitas, facilitando e aumentando as chances de infecção (BAUER *et al.*, 1981).

Os monogenóideos são frequentemente encontrados em ambientes lênticos, os quais favorecem sua transmissão (SANTANA, 2013). Em regiões com climas tropicais, a proliferação dos monogenóideos é muito rápida, podendo o ciclo de vida ser completado em menos de um dia (FLORES-CRESPO & FLORES, 2013). O clima tropical na área de estudo, conjuntamente com a baixa ou inexistente circulação da água dos tanques de criação favorece o contato com os parasitas, justificando assim a elevada prevalência de *D. cycloancistrum* registrada.

Infestações por monogenéticos nas brânquias dos peixes podem causar hiperplasia celular, hipersecreção de muco e, em alguns casos, fusão dos filamentos das lamelas branquiais. Tais reações variam de intensidade, dependendo da espécie do parasita e, principalmente de sua abundância no órgão ou estrutura afetado. Nos casos de produção excessiva de muco, pode ocorrer a impermeabilização das brânquias, dificultando a respiração e fazendo com que os peixes menos tolerantes a baixas concentrações de oxigênio na água levá-los à morte. Os ferimentos ocasionados pelo haptor dos parasitas facilitam a penetração de agentes secundários como fungos e bactérias, provocando prejuízos mais importantes que os determinados pelo próprio parasita (PAVANELLI *et al.*, 2008).

BUCHMAN *et al.* (1994) reportaram altas mortalidades em *A. gigas* criados em cativeiro. Antes de morrer, os peixes apresentaram natação errática e letargia. As análises das brânquias revelaram altas infestações de *D. cycloancistrum* os quais causaram sérios danos nos filamentos branquiais, complicando a respiração dos peixes e levando-os à morte.

No presente estudo a cor pálida e viscosidade das brânquias, conjuntamente com os sinais detectados como natação errática e concentrações prolongadas na superfície da água nos leva a suspeitar que a morte dos alevinos fosse devido a complicações respiratórias influenciadas pela presença de *D. cycloancistrum*.

Arapaima gigas tem hábito alimentar

piscívoro, mas os itens alimentares que consome variam de acordo com seu desenvolvimento ontogênico, começando com a ingestão de zooplâncton, larvas de insetos, crustáceos, moluscos e finalmente peixes os quais representam o item mais importante na dieta (QUEIROZ & SARDINHA 1999). No presente trabalho a infecção de um nematóide e cinco acantocéfalos podem ser atribuídos aos peixes proporcionados como alimento os quais podem ter transmitido os parasitas ao serem consumidos.

Em pisciculturas *Polyacanthorhynchus macrorhynchus* foi registrado unicamente em *A. gigas* criados em pisciculturas no Estado do Amapá (MARINHO *et al.* 2013). No presente estudo a presença de *P. macrorhynchus* em *A. gigas*, constitui o primeiro registro de ocorrência deste parasita em uma piscicultura no estado do Amazonas.

As espécies de acantocéfalos são endoparasitas com ciclo de vida heteróximo, envolvendo dois ou mais hospedeiros. Os hospedeiros intermediários são usualmente micro crustáceos (ostrácodos e copépodes) e os hospedeiros definitivos podem ser peixes, aves, répteis e mamíferos (THATCHER, 2006; EIRAS *et al.*, 2010).

Reportes de complicações em pisciculturas causadas por acantocéfalos são raros, já que estes parasitas são mais frequentes em populações naturais, onde há maior presença dos hospedeiros intermediários e consequentemente das formas infectantes (EIRAS *et al.* 2010). A baixa prevalência e número de acantocéfalos registrados no presente estudo confirmam a baixa

presença destes parasitas em pisciculturas, descartando alguma possível influência na morte dos peixes analisados.

Numerosos espécimes adultos de *G. spinulosa* foram registrados causando lesões teciduais em *A. gigas* (MENEZES *et al.* 2011). Entre os danos mais severos causados aos peixes infectados por este parasita, destaca-se a destruição mecânica da mucosa do estômago, com perfurações nas paredes do estômago, o qual pode levar a altas mortalidades dos peixes (SANTOS & MORAVEC, 2009).

A patogenicidade dos parasitas, em geral, é dependente de dois fatores, a carga parasitária e a capacidade de penetração do parasito nos tecidos do hospedeiro (CHAGAS *et al.* 2015). No presente trabalho um espécime adulto de *G. spinulosa* foi encontrado parasitando apenas o intestino de um *A. gigas*, descartando assim a influência deste parasita na mortalidade dos peixes.

A baixa prevalência e intensidade de endoparasitas registradas no presente estudo podem estar relacionadas com a baixa presença nos tanques de cultivo de invertebrados que atuam como hospedeiros intermediários de endoparasitas.

Para os peixes, o fator de condição relativo (Kn) é uma medida ou indicador do bem-estar que fornece informações relevantes. Pode ser usada na compreensão do funcionamento de um ecossistema como ferramenta para a melhoria do manejo de populações naturais em cativeiro

(VAZZOLER, 1996). Valores médios de Kn considerados elevados foram relatados para *A. gigas* criados em pisciculturas de São Paulo ($1,002 \pm 0,072$) (SCORVO-FILHO *et al.* 2004), $1,007 \pm 0,059$ em *A. gigas* criados em pisciculturas de Manacapuru (TAVARES-DIAS *et al.* 2010). No presente estudo o Kn elevado ($1,00 \pm 0,13$) indica que os *A. gigas* não apresentaram sinais de desnutrição, descartando a influência de algum desequilíbrio nutricional na mortalidade dos peixes.

Considerando que os parasitas são patogênicos ao hospedeiro, é de se esperar encontrar correlação negativa entre o fator de condição relativo (Kn) e os parasitas, no entanto, hospedeiros podem abrigar uma elevada carga parasitária sem afetar seu fator de condição (DIAS *et al.*, 2004). Neste estudo houve uma correlação positiva significativa entre o fator de condição e a abundância de *D. cycloancistrum* com o qual pode se considerar que a infestação deste parasita em *A. gigas* não exerceu nenhuma influência no comportamento alimentar dos peixes.

O tamanho heterogêneo de infrapopulações parasitárias e a distribuição espacial dos parasitas são importantes na epidemiologia de doenças parasitárias, sendo observada em dois padrões de distribuição: distribuição homogênea, a qual está associada com a mortalidade e a densidade dos parasitas e a mortalidade dos hospedeiros induzida pelos parasitas; e a distribuição agregada, que está associada com a susceptibilidade do hospedeiro à infecção, a reprodução parasitaria no hospedeiro e as diferentes capacidades dos hospedeiros em eliminar os parasitas

através de respostas imunitárias ou outros mecanismos (ANDERSON & GORDON, 1982).

Dois processos têm sido propostos para explicar como a agregação parasitaria ocorre. O primeiro é que diferentes indivíduos são expostos a parasitas em tempos diferentes (BOULINIER *et al.* 1996). O segundo é que a variabilidade intraespecífica nas respostas imunológicas dos hospedeiros, idade, tamanho, fatores fisiológicos e comportamentais podem contribuir à agregação parasitaria (ZELMER & ARAI, 1998). Os monogênóides são conhecidos por apresentar distribuição agregada entre seus hospedeiros (POULIN, 1993; MORAND *et al.* 1999). Esta agregação tem sido descrita como uma vantagem que facilita o encontro reprodutivo, especialmente quando a densidade populacional é baixa (ROHDE, 1977).

No presente trabalho, todos os peixes analisados estiveram parasitados por *D. cycloancistrum*. Foi registrada uma distribuição agregada deste parasita, observando alguns peixes mais parasitados que outros. Embora a distribuição agregada tenda a não causar efeitos severos na população inteira dos hospedeiros, e só em alguns indivíduos da população, ainda não se conhece qual é o número de parasitas necessários em um hospedeiro para causar fortes desequilíbrios fisiológicos, comportamentais ou mesmo a morte. Pode se considerar que em ambientes artificiais como pisciculturas, a morte dos peixes pode ser influenciada pelas infestações parasitarias conjuntamente com outros fatores.

Variações bruscas nos parâmetros fisi-

co-químicos na água podem causar estresse nos peixes, reduzindo a resistência contra patógenos e fazendo-os mais susceptíveis a infestações parasitárias (GROSS *et al.* 2000). A falta de medição nos parâmetros físico-químicos dos tanques de criação não garante que a morte dos peixes tenha sido atribuída só à presença de *D. cycloan-cistrum*, mas também pode ter exercido uma forte influência conjuntamente com algum desequilíbrio físico e/ou químico na água.

Manifestações comportamentais e sinais registrados em juvenis de *A. gigas* como a cor pálida e viscosidade das brânquias, natação errática e concentrações prolongadas na superfície da água, conjuntamente com os elevados índices parasitários registrados para o monogênóideo *D. cycloan-cistrum* nos leva a suspeitar que a morte dos peixes fosse causada por complicações respiratórias fortemente influenciadas pela presença deste parasita.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e Secretaria de Estado da Produção Rural do Amazonas (SEPROR) pelo apoio logístico e financeiro ao projeto Pró- Rural Aquicultura. Especial agradecimento ao bolsista Abraão Chaves do Projeto Pró-Rural Aquicultura pelo trabalho realizado em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, J.F.R.; BOEGER, W.A. & AMATO, S. B. 1991.

Protocolos para laboratório-coleta e pro-

cessamento de parasitos do pescado. Imprensa Universitária, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 81pp.

ANDERSON, R.M. & GORDON, D.M., 1982. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. **Parasitology**, 85 (2): 373-398.

ARAÚJO, C.S.O.; GOMES, A.L.; TAVARES-DIAS, M.; ANDRADE, S.M.S. BELÉM-COSTA, A.; BORGES, J.T.; QUEIROZ, M.N. & BARBOSA, M. 2009. Parasitic infections in Pirarucu fry, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatidae) kept in a semi-intensive fish farm in

Central Amazon, Brasil. **Veterinarski Arhiv**, 79: 499-507.

AYRES, M; AYRES JR., M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2007. **BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Versão 5.0. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Brasil. 364pp.

BOULINIER, T.; IVES, A.R.; & DANCHIN, E. 1996. Measuring aggregation of parasites at different host population levels. **Parasitology** 112, 581 – 587.

BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M. & SHOSTAK, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. **Journal of Parasitology**, 83 (4): 575 - 583.

BUCHMANN, K., ULDAL, A., & MELLERGAARD, S.

1994. Mortality of captive *Arapaima gigas* (Osteoglossidae) heavily infected with gill monogenean *Dawestrema cycloancistrum*. **Bulletin of the European Association of Fish Pathologists**, 14 (5): 171-173.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L. & CRESCÊNCIO, R. 2003. Efeito da densidade de estocagem sobre a eficiência alimentar de juvenis de Pirarucu (*Arapaima gigas*) em ambiente confinado. **Acta Amazonica** 33 (4): 631-636.
- CHAGAS, E. C.; MACIEL, P.O & AQUINO-PEREIRA, S.L. 2015. **Infecções por acantocéfalos: um problema para a produção de peixes**. In: Aquicultura no Brasil: novas Perspectivas. Vol 1. Aspectos biológicos, fisiológicos e sanitários de organismos aquáticos, 429p.
- DELGADO, P. M., DELGADO, J. P., & ORBE, R. I. 2013. Parasitic infections in juveniles of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) cultivated in the Peruvian Amazon. **Annals of parasitology**, 59 (1): 43-48.
- DIAS, P.G.; FURUYA, W.M.; PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H. & TAKEMOTO, R.M. 2004. Efeito da carga parasitária de *Rondonia rondoni* Travassos, 1920, (Nematoda, Atractidae) sobre o fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus* Valenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae). **Acta Scientiarum**, Univ. Estadual Mar., Maringá, 26 (2): 151-156.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. & PAVANELLI, G. C. 2010. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá, PR: Ed. Clichetec: NUPELIA. 333p.
- FLORES-CRESPO, J. & FLORES, C.F. 2003. Monogenean, parasites in Mexican fish: a recapitulation. **Tecnica Pecuaria Mexico**, 41 (2): 175 – 192.
- GAINES, A.P.L.; LOZANO, L.E.S.; VIANA, G.M.; MONTEIRO, P.C. & ARAUJO, C.S.O. 2012. Alterações teciduais em intestino de pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), infectado pelo nematoda *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929). **Neotropical Helminthology**, 6 (2): 147 - 157.
- GROSS, A., BOYD, C. E., & WOOD, C. W. 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. **Aquacultural Engineering**, 24 (1): 1-14.
- IMBIRIBA, E.P. 1991. **Produção e Manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier)**. Belem: EMBRAPA-CPATU. Circular técnica, 57. 19p.
- IMBIRIBA, E.P. 2001. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas* (Shinz, 1822) em cativeiro. **Acta Amazonica**, 31(2): 299-316.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the perch *Percafluviatilis*. **Journal of Animal Ecology**, 20 (2): 201-19.
- LUDWIG, J. A., & REYNOLDS, J. F. 1988. **Statistical**

- ecology: a primer in methods and computing** (Vol. 1). John Wiley & Sons. 339 pp.
- MARTINS, M.L.; MIYAZAKI, D.M.Y. & MOURIÑO, J.L.P. 2008. *Aeromonas caviae* durante surto de mortalidade em tilápia do Nilo e suplementação com vitamina C na dieta. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, 34(4): 585 – 590.
- MACHADO FILHO, D. A. 1947. Revisão do gênero *Polyacanthorhynchus* Travassos, 1920 (Acanthocephala: Radiorhynchidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 7, 195-201.
- MARINHO, R.G.B.; TAVARES-DIAS, M.; DIAS-GREGÓRIO, M.K.R.; NEVES, L.R. YOSHIOKA, E.T.O.; BOIJINK, C.L. & TAKEMOTO, R.M. 2013. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 65 (4): 1192-1202.
- MENEZES, R.C.; SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; TAVARES, L.E.R.; TORTELLY, R. & LUQUE, J.L. 2011. Tissue alterations in the pirarucu, *Arapaima gigas*, infected by *Goezia spinulosa* (Nematoda). **Revista Brasileira Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, 20 (3): 207-209.
- MORAVEC, F. 1998. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical region**. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, 464p.
- MORAND, S. et al. Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fishes. **International Journal Parasitology**, 29, 663 – 672.
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C. & TAKEMOTO, R.M. 2008. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3 edição. Maringá: Eduem. 311p.
- PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L. & CRESCENCIO, R. 2003. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. **Acta amazônica**, 33 (4): 715-718.
- POULIN, R. (1993). The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. **International journal of parasitology**, 23(7): 937-944.
- QUEIROZ, H.L. & SARDINHA, A.D. 1999. **A preservação e o uso sustentado dos pirarucus (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae) (Eds), Estratégias de Manejo para Recursos Pesqueiros na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá**, MCT-CNPq/ Sociedade Civil Mamirauá, Brasília.
- ROHDE, K. 1977. Non-Competitive mechanism responsible for restricting niches. **Zoologischer Anzeiger**, 199 (3-4): 164-172.
- SANTOS, C.P. & MORAVEC, F. 2009. *Goezia spinulosa* (Nematoda: Raphidascarididae), a pathogenic parasite of the *Arapaima gigas* (Osteichthyes). **Folia Parasitológica** 56 (1): 55-63.

- SANTANA, H.P. 2013. **Fauna parasitária de *Cichla monoculus* (Spix & Agassiz, 1831) (Perciformes: Cichlidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas. 54p.
- SCORVO-FILHO, J.D.; ROJAS, N.E.T.; SILVA, C.M. & KONOIKE, T. 2004. Criação de *Arapaima gigas* (Teleostei Osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água, no Estado de São Paulo. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 30 (2): 161 – 170.
- SIMCOVA, A.; VERNEAU, O.; GELNAR, M. & MORAND, S. 2006. Specificity and Specialization of congeneric monogeneans parasitizing Cyprinid fish. **International Journal of Organic of Evolution** 60 (5): 1023 – 1037.
- THATCHER, V.E. 2006. **Amazon fish parasites.** 2a Ed., Ed. Aquatic Biodiversity in Latin America, Sofia, Moscow. 508p.
- TAVARES-DIAS, M. & MARINHO, R.G.B. 2011. Parasitos de pirarucu cultivados em três Estados da Amazônia. EMBRAPA. CNPq, Projeto MAPA/ SDA, Processo: 578159/2008-2.
- TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C.S.O.; PORTO, S.M.A.; VIANA, G.M. & MONTEIRO, P.C. 2013. Sanidade do Tambaqui *Colossoma macropomum* nas fases de larvicultura e alevinagem. Macapá: Embrapa Amapá; Manaus: Universidade Nilton Lins, Instituto de Pesquisas da Amazônia.
- VAZZOLER, A.E.A.M. & MENEZES, N. A. 1992. Síntese dos conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Osthariophysi). **Revista Brasileira de biologia**, Rio de Janeiro, 52 (4): 627- 640.
- ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis.** Third editions Prentice-Hall International Editions, New Jersey.
- ZELMER, D.A. & ARAI, H.P. 1998. The contributions of host age and size to the aggregated distribution of parasites in Yellow Perch, *Perca flavescens*, from Garner lake, Alberta, Canada. **The Journal of Parasitology**, 84 (1): 24-28.

Recebido: 30/09/2016

Revisado: 17/02/2017

Aceito: 02/03/2017