

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

WAGNER VICENTIN

Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 e *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837 (Characiformes – Serrasalminae), espécies simpátricas no rio Negro, Pantanal, Brasil

Campo Grande
2009

WAGNER VICENTIN

Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) e *Serrasalmus marginatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes – Serrasalminae), espécies simpátricas no rio Negro, Pantanal, Brasil

Orientador: Prof. Dr. Fernando Paiva

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Edir dos Santos
Costa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Campo Grande

2009

AGRADECIMENTOS

A minha família, minha mãe Elizabete de Lima e minha irmã Daiany Vicentin, que tanto me apóiam e me ajudaram nesta fase da minha vida. Obrigado pelo amor incondicional.

Ao Prof. Dr. Fernando Paiva pela orientação, ensinamentos, paciência e condução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Fábio Edir dos Santos Costa pelos incentivos e apoio na execução deste projeto.

Ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Roland Tavares pelas valiosas contribuições na identificação do material biológico, leitura de textos e auxílios com a estatística.

Ao Prof. Dr. Ricardo Massato Takemoto pela recepção no NUPELIA/UEM no início deste trabalho, pela paciência e prontidão em me ajudar, mesmo de longe, com estatística, com idéias e com a identificação de material biológico.

Ao Prof. Dr. Marcelo Knoff pela recepção no Instituto Oswaldo Cruz e autorização a comparação de material biológico na Coleção de Helmintos Parasitos de Vertebrados do Instituto Oswaldo Cruz.

À amiga Kelly Regina Ibarrola Vieira “nêne” pelo tempo que passamos juntos, momentos de trabalho, alegria, conversas e idéias no “procedimento”.

À amiga Sybelle Bellay pelas sugestões, amizade e presteza no envio de referências bibliográficas.

Aos amigos Berinaldo, Cláudia e Rafael pelas horas de lazer, companhia e pelos momentos ímpares de nossa amizade.

Aos amigos do laboratório, pós-graduandos, professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram na execução deste trabalho e àqueles me apoiaram nos momentos iniciais do mestrado, momentos em que as dificuldades pareciam intransponíveis.

À Fundect/Capes pelo apoio financeiro na execução deste projeto e bolsa de mestrado.

Agradeço, acima de tudo, a Deus pelos momentos de superação às frustrações e obstáculos. Agradeço pela oportunidade e pela saúde renovada.

Dissertação formatada conforme as normas de publicação
da revista científica *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*.
Disponível em: < <http://www.rbpv.ufrj.br/normas.php>>

Sumário

CAPÍTULO 1: Metazoários endoparasitos de <i>Serrasalmus marginatus</i> (Characiformes: Serrasalminae) no rio Negro, Pantanal, Brasil	07
Abstract.....	07
Resumo	07
Introdução.....	08
Material e Métodos.....	09
Resultados e Discussão.....	10
Metacercária do tipo <i>Diplostomulum</i> Brandes, 1892	10
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>inopinatus</i> Travassos, Artigas & Pereira, 1928	11
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	13
<i>Contracaecum</i> sp.	15
<i>Sebekia oxycephala</i> Diesing, 1835	17
<i>Subtriquetra</i> sp. 1	18
<i>Subtriquetra</i> sp. 2	19
Referências Bibliográficas.....	22
CAPÍTULO 2: Metazoários endoparasitos de <i>Pygocentrus nattereri</i> (Characiformes: Serrasalminae) no rio Negro, Pantanal, Brasil	27
Abstract.....	27
Resumo	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	30
Metacercária progenética	30
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>inopinatus</i> Travassos, Artigas & Pereira, 1928	31
Philometridae gen. sp.	33
<i>Eustrongylides</i> sp.	34

<i>Brevimulticaecum</i> sp.	36
<i>Contracaecum</i> sp.	37
<i>Echinorhynchus paranensis</i> Machado Filho, 1959	38
<i>Leiperia gracile</i> Diesing, 1835	40
<i>Sebekia oxycephala</i> Diesing, 1835	42
<i>Subtriquetra</i> sp. 1	44
<i>Subtriquetra</i> sp. 2	45
Referências Bibliográficas.....	49

CAPÍTULO 3: Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* (Characiformes – Serrasalminae) no rio Negro, Pantanal, Brasil..... 54

Abstract.....	54
Resumo	55
Introdução.....	55
Material e Métodos.....	57
Área de estudo, características e processamento dos hospedeiros	57
Coleta, processamento e identificação dos parasitos.....	58
Análise das infrapopulações parasitárias	58
Análise das infracomunidades parasitárias.....	59
Resultados.....	60
Infrapopulações parasitárias	60
Infracomunidades parasitárias	66
Discussão.....	71
Conclusões.....	80
Referências Bibliográficas.....	81

CAPÍTULO 1: Metazoários endoparasitos de *Serrasalmus marginatus* (Characiformes: Serrasalminae) no rio Negro, Pantanal, Brasil

Endoparasites metazoan of *Serrasalmus marginatus* (Characiforms: Serrasalminae) in the Negro river, Pantanal, Brazil

Wagner Vicentin¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. email: wagnervicentin.bio@hotmail.com

Abstract

With the order to know the metazoan endoparasites of *Serrasalmus marginatus*, 91 individuals were examined. They were captured in the Negro river (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), in the "Nhecolândia" region, at central portion of Pantanal wetland, state of Mato Grosso do Sul, Brazil, from October/2007 to August/2008. Parasites of six taxa were recovered, totalizing 1.150 specimens. The species registered were: metacercarial type *Diplostomulum* (Digenea), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (adult), *Contracaecum* sp. (larva), *Brevimulticaecum* sp. (larva) (Nematoda), *Sebekia oxycephala* (larva), *Subtriquetra* sp.1 (larva) and *Subtriquetra* sp. 2 (larva) (Pentastomida). With exception for *P. (S.) inopinatus* and *Contracaecum* sp., all the other species, mentioned above are recorded by the first time in *S. marginatus*.

Key-words: prevalence, intensity of infection, freshwater fish, piranha

Resumo

Com o objetivo de identificar os metazoários endoparasitos em *Serrasalmus marginatus*, no rio Negro (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), sub-região da Nhecolândia, porção central do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, foram examinados 91 espécimes capturados no período de outubro de 2007 a agosto de 2008. Foram recuperados 1.150 espécimes parasitos pertencentes a seis táxons: metacercária do tipo *Diplostomulum* (Digenea), *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Contracaecum* sp., *Brevimulticaecum* sp. (Nematoda), *Sebekia oxycephala*, *Subtriquetra* sp.1 e *Subtriquetra* sp. 2 (Pentastomida). Com exceção de *P. (S.)*

inopinatus e *Contracaecum* sp., as outras espécies mencionadas são registradas pela primeira vez parasitando *S. marginatus*.

Palavras-chave: Parasitos, prevalência, intensidade de infecção, peixe de água doce, piranha

Introdução

Piranhas da espécie *Serrasalmus marginatus* (Valenciennes, 1837) são peixes de pequeno a médio porte com ampla distribuição nos rios do Brasil, sendo registrada em afluentes do rio Paraguai (RESENDE, 2000), do rio Amazonas (SILVANO et al., 2000) e considerada invasora no alto rio Paraná após a construção da barragem de Itaipu (AGOSTINHO; JÚLIO-JR., 2002). Apesar do conhecimento da biologia desta espécie, tais como reprodução (NAKATANI et al., 2001), alimentação (RESENDE, 2000; CARVALHO et al., 2007) e comportamento (SAZIMA; MACHADO, 1990), estudos relacionados à sua parasitofauna são escassos e, em sua grande maioria, abordaram a taxonomia de alguns grupos de parasitos, mais especificamente de ectoparasitos.

Entre os trabalhos sobre endoparasitos em *S. marginatus* destacam-se o de Boeger et al. (2001) que descreveram *Kritskyia annakohnae* em ureteres e bexiga urinária; Tanaka (2000) registrou *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, um nematoda determinado como Capilariidae e *K. annakohnae*. Entre os trabalhos sobre ectoparasitos em *S. marginatus*, Carvalho et al. (2003) registraram as seguintes espécies de branquiúros: *Dolops carvalhoi*, *Argulus elongatus*, *Argulus aff. juparanaensis* e *Dipterolpetis hirundo* enquanto Bellay (2009), em seu estudo de taxonomia e ecologia de ectoparasitos branquiais deste hospedeiro no alto rio Paraná, registrou a predominância de 98% de monogénéticos. Este trabalho foi pioneiro no registro de monogénéticos branquiais, sendo registradas espécies dos gêneros *Anacanthorus*, *Notozothecium*, *Amphithecium*, *Notothecium* e *Demidospermus*.

A rede hidrográfica do Pantanal, com grande variedade de espécies de peixes teleósteos, dispõem de poucos estudos relacionados à parasitofauna. Piranhas da espécie *S. marginatus* apresentam ampla distribuição na bacia do rio Paraguai, são utilizadas como fonte de proteína animal pela população ribeirinha (OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2000), o que lhes confere uma importância econômica e sanitária. O estudo sobre parasitos em *S. marginatus* pode contribuir para o conhecimento das espécies de parasitos que ocorrem na região do Pantanal e sobre biologia da espécie hospedeira.

Sendo o objetivo deste trabalho o registro da composição de espécies de metazoários endoparasitos neste hospedeiro nesta região.

Material e Métodos

Foram examinados 91 espécimes de *S. marginatus* com $20,2 \pm 3,2$ (8,7-25) cm de comprimento padrão e $298,56 \pm 119,4$ (16-530) g de peso, capturados no período de outubro de 2007 a agosto de 2008, perfazendo um total de seis coletas. As coletas foram realizadas na calha principal do trecho médio do rio Negro ($19^{\circ} 34' 29,2''$ S e $56^{\circ} 14' 37,1''$ W) afluente do rio Paraguai, sub-região da Nhecolândia, porção central do Pantanal, MS, Brasil. Os peixes foram capturados com o auxílio de anzóis e tarrafas de diferentes medidas entre nós e identificados segundo Britski et al. (2007).

Os procedimentos de necropsia dos hospedeiros, coleta, preparação e conservação dos endoparasitos seguiram as técnicas descritas por Eiras et al. (2006). Após os exames físicos dos órgãos sob o estereomicroscópio, os mesmos foram submetidos ao procedimento de digestão em pepsina ácida a 0,5%; para recuperação de formas parasíticas encistadas, remanescentes e, eventualmente, não visualizadas quando do exame das vísceras e da musculatura. A solução de pepsina foi preparada de acordo com Hoffmann (1987) com modificações: 5g de pepsina granular, 10 ml de ácido clorídrico concentrado, diluído em 1000 ml de água destilada. A digestão foi realizada em temperatura média de 37°C .

Dependendo do grupo a que pertenciam, os parasitos foram corados em carmin clorídrico, pela técnica regressiva, ou clarificados em fenol alcoólico (Eiras et al. 2006) para diagnóstico sob microscopia de luz; microscópio ou estereomicroscópio equipados com câmera Leica DFC420 e sistema de medição Leica (LAS LeicaTM). As medidas são apresentadas em valores médios (mm), seguidos pela amplitude entre parênteses.

Alguns espécimes foram fixados em solução glutaraldeído a 2,5% e paraformaldeído a 2% por 24 horas e pósfixados em tetróxido de osmium a 1%; ambas as soluções preparadas com tampão de cacodilato de sódio a 0.05M (pH 7,2). Em seguida os espécimes foram lavados no mesmo tampão, desidratados em série de soluções de álcool etílico, submetidos ao ponto crítico com dióxido de carbono em equipamento Polaron CPD 7501, montados em suporte com fita de carbono, metalizados com ouro usando equipamento Denton Desk III e examinados em

microscópio eletrônico da varredura JEOL JSM 6380LV a 15 kV em distância de 25 mm.

A determinação das espécies de parasitos foi realizada segundo Rego (1979), Rego e Eiras (1989), Junker et al. (1998), Moravec (1998), Niewiadomska (2002), Gibson et al. (2002), Junker e Boomker (2006) e Thatcher (2006). Adicionalmente, espécimes das espécies encontradas foram conferidos com os espécimes depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC).

Os descritores ecológicos do parasitismo foram calculados para as infrapopulações de metazoários parasitos de acordo com Bush et al. (1997).

Resultados e Discussão

Foram examinados 91 espécimes de *S. marignatus* sendo que 68,13% estavam parasitados por pelo menos uma espécie de metazoário endoparasito: 45,05% parasitados por uma espécie, 15,38% por duas espécies, 5,49% por três espécies e 2,19% por quatro espécies. Um total de 1.150 espécimes de parasitos foi coletado.

Diplostomidae Poirier, 1886

Metacercária tipo *Diplostomulum* Brandes, 1892

Metacercária tipo *Diplostomulum* (Figura 1)

Descrição baseada em 1 espécime: corpo oval, ventralmente côncavo, 1,051 comprimento, 0,691 largura; ventosa oral 0,049 comprimento, 0,047 largura; faringe 0,06 comprimento, 0,038 largura; esôfago 0,063 comprimento; acetábulo, abaixo da metade anterior do corpo, 0,035 comprimento, 0,069 largura; distância ventosa oral-acetábulo 0,443; órgão tribocítico localizado na região posterior do corpo 0,178 comprimento, 0,162 largura; par de cecos intestinais longos, estendendo-se à região posterior do corpo, lado direito 0,583 comprimento, lado esquerdo 0,652 comprimento. Bexiga de reserva com três canais longitudinais, um mediano e dois laterais com ramificações posteriores.

Local de infecção: bexiga natatória

Prevalência: 1,10%

Intensidade: 1

Abundância média: $0,10 \pm 0,104$

Comentários: a similaridade da morfologia entre metacercárias de gêneros relacionados, pertencentes à superfamília Diplostomoidea, levou a uma distinção dos morfotipos de metacercárias através de nomes genéricos: *Diplostomulum*, *Tetracotyle*, *Neascus*, *Prohemistomulum* e *Neodiplostomum*. A principal característica que os diferencia é a bexiga de reserva, sendo esta mais simples no tipo *Diplostomulum*, com três canais longitudinais (um mediano e dois laterais com ramificações posteriormente direcionados) conectados na região anterior, antes da faringe, e na região posterior, antes da ventosa ventral. Possui um sistema de ramificações alargado na porção final onde são encontrados os corpos excretores (NIEWIADOMSKA, 2002). O morfotipo *Diplostomulum* é composto pelos gêneros *Diplostomum*, *Neodiplostomum* e *Alaria* (NIEWIADOMSKA, 2002). Na literatura, até então, não havia registro de metacercárias tipo *Diplostomulum* parasitando *S. marginatus*, sendo este o primeiro registro.

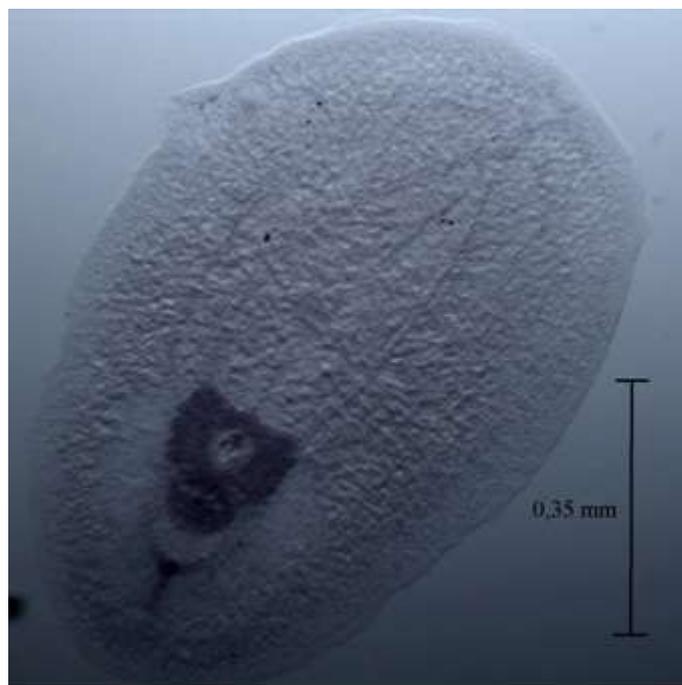


Figura 1. Micrografia em microscópio de luz de metacercária do tipo *Diplostomulum* parasito em *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil.

Camallanidae Railliet & Henry, 1915

***Procamallanus* Baylis, 1923**

Procamallanus (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (adulto) Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Figura 2)

Descrição baseada em 10 espécimes: todos os indivíduos encontrados foram fêmeas. Corpo 18,26 (10,98-21,69) comprimento, 0,599 (0,428-0,79) largura máxima; abertura oral circular rodeada por 4 papilas cefálicas e dois anfídeos. Dois dentes medianos, um dorsal e outro ventral; cápsula bucal incluindo anel basal 0,133 (0,106-0,147) comprimento, 0,428 (0,101-1,81) largura máxima; anel basal 0,019 (0,017-0,022) comprimento, 0,08 (0,064-0,096) largura. Vinte e uma (19-23) estrias na cápsula bucal. Esôfago muscular-glandular; porção muscular 0,466 (0,322-0,534) comprimento, 0,175 (0,109-0,204) largura máxima, base do esôfago 0,091 (0,058-0,107) largura; porção glandular 0,802 (0,748-0,845) comprimento, 0,23 (0,193-0,265) largura máxima, base 0,106 (0,096-0,12) largura; distância do anel nervoso e poro excretor à extremidade anterior, respectivamente, 0,24 (0,194-0,269) e 0,357 (0,343-0,377); distância da vulva à extremidade posterior do corpo 8,681 (7,881-9,45), representado 45,49% (43,29-50,9%) do comprimento corporal. Cauda cônica 0,22 (0,156-0,279).

Local de infecção: ceco e intestino

Prevalência: 5,49%

Intensidade: 1

Abundância média: 0,05±0,22

Material examinado: CHIOC 31.324, hospedeiro: *Leporinus* sp., rio Machado, Rondônia, Brasil.

Comentários: as medidas registradas, bem como o número de espirais na cavidade bucal, estão de acordo com medidas, dentro da amplitude, fornecidas por Moravec (1998), exceto quanto a distância da vulva à extremidade anterior do corpo e a proporção em relação ao comprimento corporal, o que pode ser atribuído a maior amplitude dos comprimentos de *P. (S.) inopinatus* aqui relatadas. Moravec et al. (1997) registrou oito papilas cefálicas dispostas em dois círculos em torno da abertura bucal de *P. (S.) inopinatus*, diferindo do presente com quatro papilas cefálicas. Alguns espécimes coletados foram comparados com o espécime testemunho depositado na CHIOC. O espécime era visivelmente maior do que os espécimes capturados no presente trabalho, contudo foi possível verificar semelhanças quanto ao número de estrias na cápsula bucal e estruturas internas que determinam a espécie. Não foi possível observar o número de papilas cefálicas devido ao estado de conservação do espécime depositado.

O número de espirais registradas na cápsula bucal de *P. (S.) inopinatus* é objeto de muita discussão (MORAVEC et al., 1997). Este autor registrou, na Venezuela, uma amplitude de espirais de 13 a 16 para machos e 16 a 22 para fêmeas considerando esta

diferença na amplitude como uma variação intraespecífica. Outros autores reportaram diferentes números de espirais para esta mesma espécie, 15 a 19 (RODRIGUES et al., 1991), 8 a 17 (MORAVEC et al., 1993) e 12 a 16 (MOREIRA et al., 1994).

Procamallanus (*S.*) *inopinatus* é bem documentada e registrada por muitos autores para diferentes espécies de peixes em diversas regiões do Brasil (PINTO et al., 1974; PAVANELLI et al., 2004). Alguns estudos relatam o registro deste nematoda em *S. marginatus* (MORAVEC, 1998; TANAKA, 2000; PAVANELLI et al., 2004).

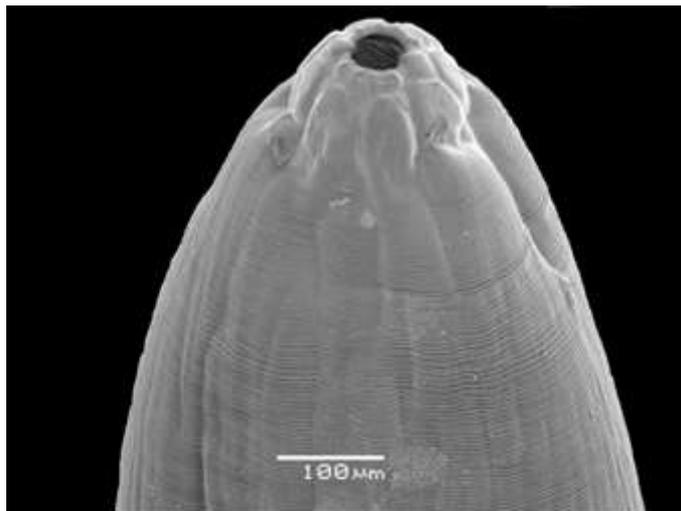


Figura 2. Micrografia eletrônica de varredura de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* parasito em *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. Vista lateral, região anterior.

Acanthocheilidae Wülker, 1929

***Brevimulticaecum* Mozgovoy, 1951**

Brevimulticaecum sp. (larva) (Figura 3 – A e B)

Descrição baseada em 10 espécimes: corpo 3,6 (3,07-4,11) comprimento, 0,112 (0,072-0,137) largura máxima; relação comprimento total/largura máxima do corpo 0,03 (0,023-0,035); região anterior do corpo com duas papilas subdorsais e duas subventrais, dois dentes larvais proeminentes, um dorsal e um ventral; esôfago 0,357 (0,158-0,586) comprimento, 0,016 (0,011-0,02) largura na base; esôfago corresponde a 9,74 (5,14-15,66)% do comprimento total do corpo; lobos ventriculares direito 0,053 (0,044-0,06) comprimento, 0,039 (0,038-0,04) largura; relação do comprimento dos lobos ventriculares direito/comprimento do esôfago 0,174 (0,103-0,322); lobos ventriculares esquerdo 0,052 (0,043-0,052) comprimento, 0,039 (0,038-0,042) largura;

relação do comprimento dos lobos ventriculares esquerdo/comprimento do esôfago 0,172 (0,098-0,308); ceco intestinal 0,38 (0,329-0,42) comprimento, 0,036 (0,032-0,039) largura; distância do anel nervoso e poro excretor à extremidade anterior 0,155 (0,151-0,168) e 0,197 (0,183-0,208), respectivamente; distância do núcleo excretor, próximo ao ceco intestinal, à extremidade anterior 0,389 (0,31-0,52); cauda cônica 0,073 (0,41-0,088).

Local de infecção: parede do estômago e mesentério

Prevalência: 16,48%

Intensidade média: 63,46±86,33

Abundância média: 10,46±41,47

Amplitude: 3-324

Material examinado: CHIOC 36.977, hospedeiro: *Potamotrygon falkneri*, rio Paraná, Paraná, Brasil.

Comentários: são poucos os registros de *Brevimulticaecum* sp. em peixes no Brasil, um dos primeiros foi em raias fluviais *Potamotrygon motoro* por Rego (1979) no rio Salobra, MT, porém foram registrados em formas adultas, dois machos e duas fêmeas. Posteriormente, Sprent (1990) redescreveu esta espécie e a denominou *Brevimulticaecum regoi*. Em relação aos peixes ósseos, na região neotropical, são conhecidos o relato de larvas de *Brevimulticaecum* sp. em *Gymnotus carapo* e *Loricariichthys brunneus*, na Venezuela e em *Leporinus friderici*, *L. lacustris*, *L. obtusidens* e *L. elongatus* no Brasil (MORAVEC et al., 1997; GUIDELLI, 2006; GUIDELLI et al., 2006). Estudos mais recentes registraram a ocorrência de *Brevimulticaecum* sp. na raia *Potamotrygon falkneri* (LACERDA et al., 2008). As medidas registradas no presente estudo para esta espécie estão de acordo, considerando as amplitudes, com aquelas descritas por Moravec et al. (1997). Alguns espécimes coletados foram comparados com o espécime depositado na CHIOC, porém não foi possível comparar algumas características devido à condição do espécime na lâmina, o que impossibilitou a visualização de alguns caracteres que determinam a espécie. Este é o primeiro registro de *Brevimulticaecum* sp. parasitando *S. marginatus*.

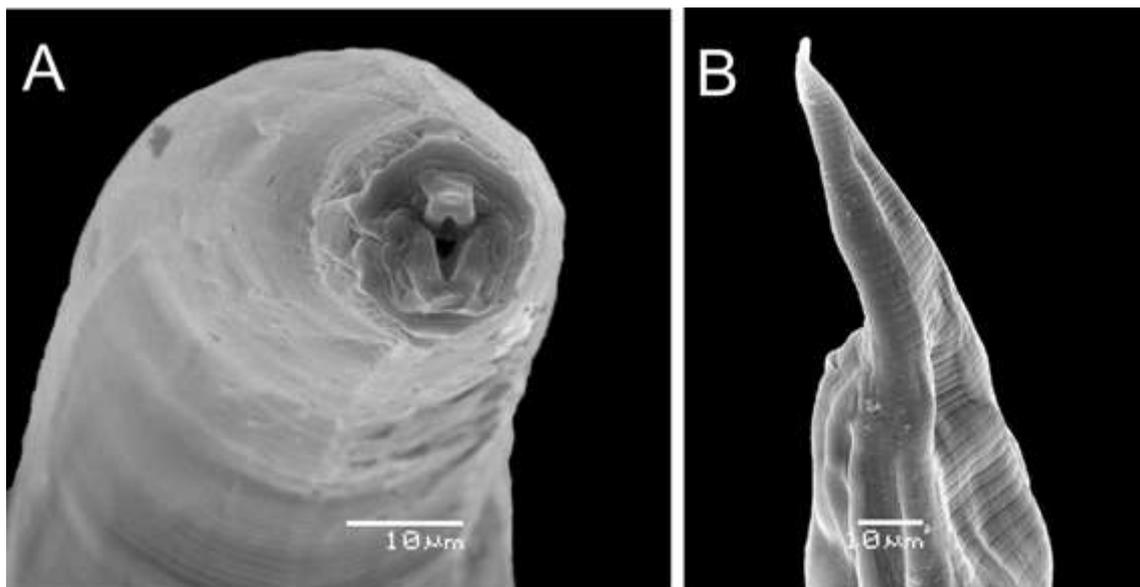


Figura 3. Micrografia eletrônica de varredura de *Brevimulticaecum* sp. parasito em *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A=vista apical, região anterior; B=vista lateral, região posterior.

Anisakidae Railliet & Henry, 1912

***Contracaecum* Railliet & Henry, 1912**

Contracaecum sp. (larva) (Figura 4)

Descrição baseada em 10 espécimes: corpo 18,82 (10,45-21,84) comprimento, 0,61 (0,33-0,70) largura máxima; relação comprimento/largura do corpo 3,28 (2,84-4,04)%; cutícula transversalmente estriada; na extremidade anterior (Figura 4-A), abaixo dos lábios subventrais, localiza-se o dente larval; poro excretor localizado na extremidade anterior do corpo distante 0,21 (0,17-0,27) do anel nervoso; esôfago estreito 1,96 (1,57-2,39) comprimento, representando 10,73 (8,19-15,1)% do comprimento total do corpo; ventrículo 0,12 (0,06-0,17) comprimento, 0,09 (0,06-0,14) largura; relação comprimento do ventrículo/comprimento do esôfago 0,06 (0,04-0,09); apêndice ventricular 0,31 (0,11-0,44) comprimento; ceco intestinal 1,52 (1,10-1,91) comprimento; relação comprimento do ventrículo e o comprimento do apêndice ventricular com o comprimento do ceco intestinal 0,08 (0,05-0,12) e 0,21 (0,06-0,33), respectivamente; cauda cônica 0,16 (0,12-0,21) (Figura 4-B).

Local de infecção: mesentério, paredes do estômago e ceco

Prevalência: 51,65%

Intensidade média: $3,17 \pm 3,7$

Abundância média: $1,63 \pm 3,09$

Amplitude: 1-15

Material examinado: CHIOC 35.521, hospedeiro: *Geophagus brasiliensis*, rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

Comentários: as medidas deste nematoda são similares a forma larval de *Contracaecum* tipo 2 descrita por Moravec et al. (1993). Alguns exemplares coletados foram comparados com o espécime depositado na CHIOC. Embora o espécime depositado fosse maior do que os exemplares encontrados no presente trabalho, os caracteres destes assemelham-se as características observadas nos espécimes depositados.

Larvas de *Contracaecum* sp. têm sido registradas com grande frequência em diferentes espécies de peixes (PAVANELLI et al., 2004; MARTINS et al., 2003; 2005). A alta prevalência observada em *S. marginatus* condiz com aquelas descritas em outras espécies de peixes por Hamann (1999), Madi e Silva (2005) e Martins et al. (2005). A infecção acumulativa pode ser a justificativa para a alta prevalência registrada neste estudo, conforme defendido por Takemoto et al. (1996). Uma prevalência menor (6,6%) foi registrada para este mesmo hospedeiro no rio Cuiabá (BARROS et al., 2006).

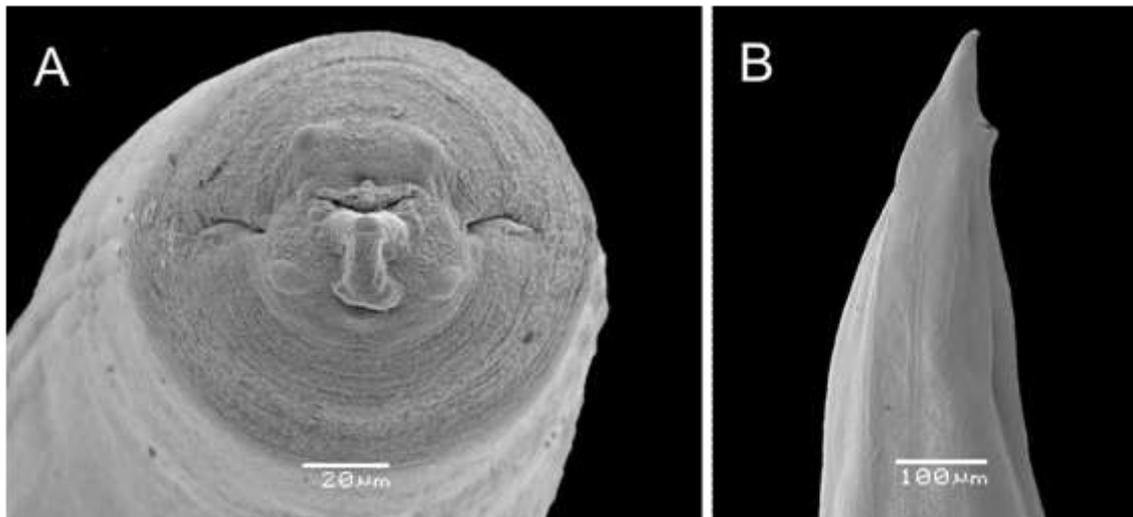


Figura 4. Micrografia eletrônica de varredura de *Contracaecum* sp. parasito em *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista apical, região anterior; B = vista lateral, região posterior

Sebekidae Sambon, 1922

Sebekia Sambon, 1922

Sebekia oxycephala (larva) (Diesing, 1835) (Figura 5-A)

Descrição baseada em 9 espécimes: corpo com extremidades anterior e posterior arredondadas, 5,43 (3,4-8,41) comprimento, 0,74 (0,56-0,90) largura; na extremidade anterior há dois pares de ganchos, cada par com um gancho principal maior e outro acessório menor; no par de ganchos anterior, os ganchos principais mediram 0,080 (0,064-0,114) comprimento total e os ganchos acessórios mediram 0,068 (0,047-0,12) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,068 (0,049-0,100), base do gancho (ac)=0,045 (0,033-0,071), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,033 (0,013-0,053) (Figura 5-B); no par posterior, os ganchos principais e acessórios mediram respectivamente, 0,084 (0,063-0,125) e 0,067 (0,052-0,112) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,08 (0,057-0,118), base do gancho (ac)=0,037 (0,028-0,061), e distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,054 (0,036-0,084); abertura bucal situada entre os pares de ganchos 0,111 (0,091-0,137) comprimento, 0,059 (0,049-0,073) largura; corpo com número médio de 60 (58-63) anéis; espinhos nítidos, dispostos em fileiras contínuas nos bordos dos anéis (Figura 5-C) 0,021 (0,018-0,023) comprimento; ânus posterior e terminal.

Local de infecção: cavidade corporal

Prevalência: 7,69%

Intensidade média: 1,42±0,53

Abundância média: 0,1±0,4

Amplitude: 1-2

Material examinado: CHIOC 32.445, hospedeiro: *Pygocentrus nattereri*, rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil; CHIOC 32.447, hospedeiro: *Pseudoplatystoma corruscans*, rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Comentários: as medidas de *S. oxycephala* registradas neste estudo estão de acordo com a amplitude das medidas apresentadas por Rego e Eiras (1989), principalmente aquelas referentes às dimensões corporais, comprimento dos ganchos e número de anéis. Estes autores descreveram as larvas de *S. oxycephala* nos peixes *Pseudoplatystoma corruscans* e *Pygocentrus nattereri* (= *Serrasalmus nattereri*), sendo este o primeiro registro em *S. marginatus*. Alguns espécimes coletados foram comparados com os espécimes depositados na CHIOC. Foi possível perceber

semelhanças nas dimensões corporais, número de anéis, formato dos ganchos e da abertura bucal.

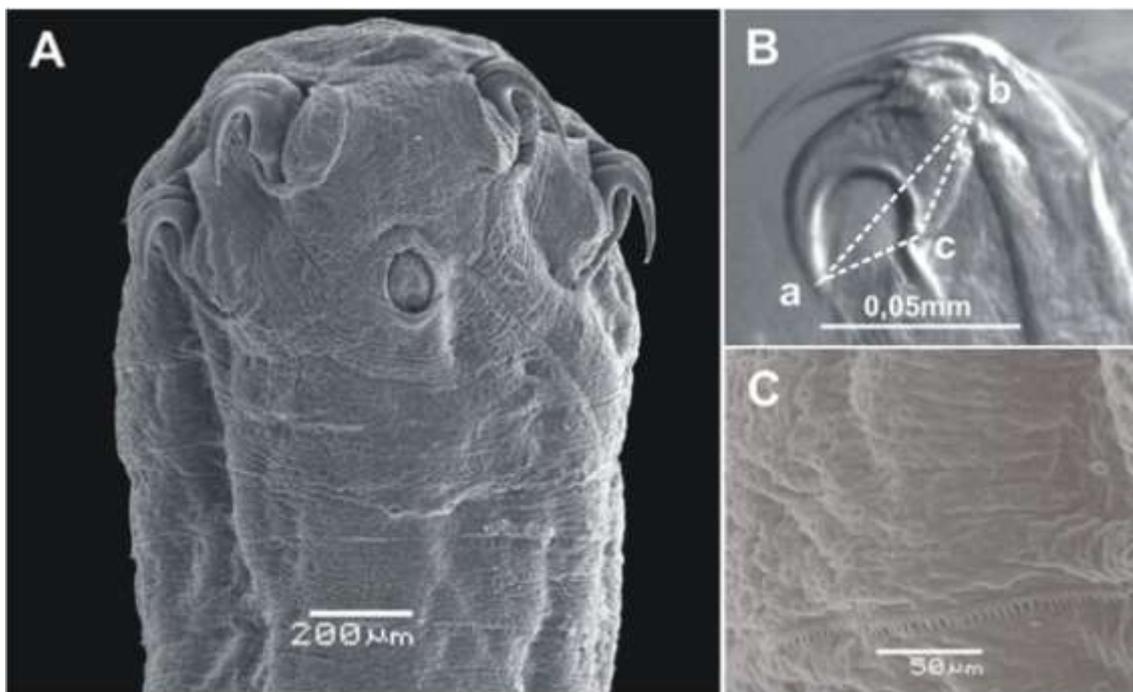


Figura 5. Micrografia eletrônica de varredura (A e C) e em microscópio de luz (B) de *Sebekia oxycephala* parasito em *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista ventral, região anterior; B = ganchos duplos da larva, (ab) = lâmina do gancho, (ac) = base do gancho, (bc) = distância da base à extremidade do gancho; C = detalhe dos espinhos na borda dos anéis.

Subtriquetridae Fain, 1961

***Subtriquetra* Sambon, 1922**

Subtriquetra sp. 1 (larva) (Figura 6-A)

Descrição baseada em 6 espécimes: coloração vermelho claro quando no hospedeiro. Corpo elíptico, dorsalmente achatado e ventralmente convexo. Porção anterior mais larga que a porção posterior. Presença de duas papilas ventrais, simétricas na região anterior. Corpo 2,114 (1,548-2,862) comprimento, 0,606 (0,558-0,676) largura máxima. Na porção anterior há dois pares de ganchos, o par de ganchos anterior 0,167 (0,121-0,217) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,162 (0,139-0,21), base do gancho (ac)=0,108 (0,096-0,131), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,078 (0,056-0,101) (Figura 6-B); par de ganchos posterior 0,169 (0,137-0,204) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,162

(0,126-0,21), base do gancho (ac)=0,105 (0,083-0,133), distância da base à extremidade da lâmina (bc)=0,08 (0,057-0,103). Abertura bucal situada entre o primeiro par de ganchos, 0,109 (0,08-0,128) comprimento, 0,063 (0,055-0,076) largura. O corpo possui fileiras contínuas de espinhos nos bordos dos anéis, com exceção nos dois ou três primeiros anéis. O número médio de anéis no corpo 31 (29-33) com espinhos medindo 0,024 (0,018-0,028) comprimento. Células clorídricas estão dispostas em uma única fileira em cada anel (Figura 6-C).

Local de infecção: bexiga natatória

Prevalência: 7,69%

Intensidade média: 1,71±1,49

Abundância média: 0,13±0,6

Amplitude: 1-5

Material examinado: CHIOC 17.797, hospedeiro: *Hoplias malabaricus*, Lagoa Juparanã, Espírito Santo, Brasil; CHIOC 11.424, hospedeiro: *Pygocentrus nattereri*, rio Salobra, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Subtriquetra sp. 2 (larva) (Figura 6-D)

Descrição baseada em 9 espécimes: corpo elíptico, ligeiramente achatado. Coloração esbranquiçada, quando no hospedeiro. Porção anterior mais larga que a porção posterior. Presença de duas papilas ventrais, simétricas na região anterior. Corpo 2,248 (1,84-2,82) comprimento, 0,713 (0,529-0,977) largura máxima. Na extremidade anterior há dois pares de ganchos, o par de ganchos anterior mediu 0,204 (0,161-0,261) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,191 (0,146-0,249), base do gancho (ac)=0,126 (0,09-0,173), distância da base à extremidade da lâmina do gancho(bc)=0,093 (0,072-0,123); o par de ganchos posterior mediu 0,19 (0,173-0,235) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,187 (0,165-0,25), base do gancho (ac)=0,12 (0,09-0,171), distância da base à extremidade da lâmina (bc)=0,088 (0,067-0,115). Abertura bucal situada entre o primeiro par de ganchos, 0,147 (0,112-0,177) comprimento, 0,087 (0,078-0,107) largura. O corpo possui fileiras contínuas de espinhos nos bordos dos anéis, com exceção nos dois ou três primeiros anéis. O número médio de anéis no corpo 32 (30-35) com espinhos medindo 0,029 (0,028-0,031) comprimento. Células clorídricas estão dispostas em uma única fileira em cada anel.

Local de infecção: bexiga natatória.

Prevalência: 10,98%

Intensidade média: $2,1 \pm 1,59$

Abundância média: $0,23 \pm 0,83$

Amplitude: 1-6

Material examinado: CHIOC 17.697, hospedeiro: *Hoplias malabaricus*, Lagoa Juparanã, Espírito Santo, Brasil; CHIOC 11.424, hospedeiro: *Pygocentrus nattereri*, rio Salobra, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Comentários: as descrições destes espécimes estão de acordo com as características que determinam o gênero *Subtriqueta*: corpo elíptico ventralmente achatado com margens aplainadas, boca arredondada disposta entre dois pares de ganchos simples, delgados, curvados e nitidamente direcionados (JUNKER; BOOMKER, 2006). A escassez de informações e descrições das formas larvais de espécies deste gênero em peixes não permitiu identificar as espécies.

Os valores médios dos caracteres medidos são diferentes e maiores em *Subtriqueta* sp. 2, embora a amplitude de alguns se sobreponham. Ao observar as figuras (6-A e 6-D) e comparar as medidas é possível perceber que as dimensões da boca, dos ganchos e dos espinhos de *Subtriqueta* sp. 2 são maiores que as de *Subtriqueta* sp. 1. Alguns exemplares coletados, de ambas as morfoespécies, foram comparados com os espécimes do gênero *Subtriqueta* depositados na CHIOC e apresentaram semelhanças quanto ao formato e dimensões do corpo, abertura bucal, formato e disposição dos ganchos e presença de papilas ventrais na região anterior do corpo.

Os registros de espécies do gênero *Subtriqueta* são, em sua grande maioria, em crocodilos (JUNKER; BOOMKER, 2006). Espécies do gênero *Subtriqueta*, em formas larvais, foram registradas em peixes do continente africano por Junker et al. (1998) e Luus-Powel et al. (2008) e também no Brasil em *Hoplias malabaricus* (TRAVASSOS; FREITAS, 1940). Este é o primeiro registro de *Subtriqueta* sp. em *S. marginatus*.

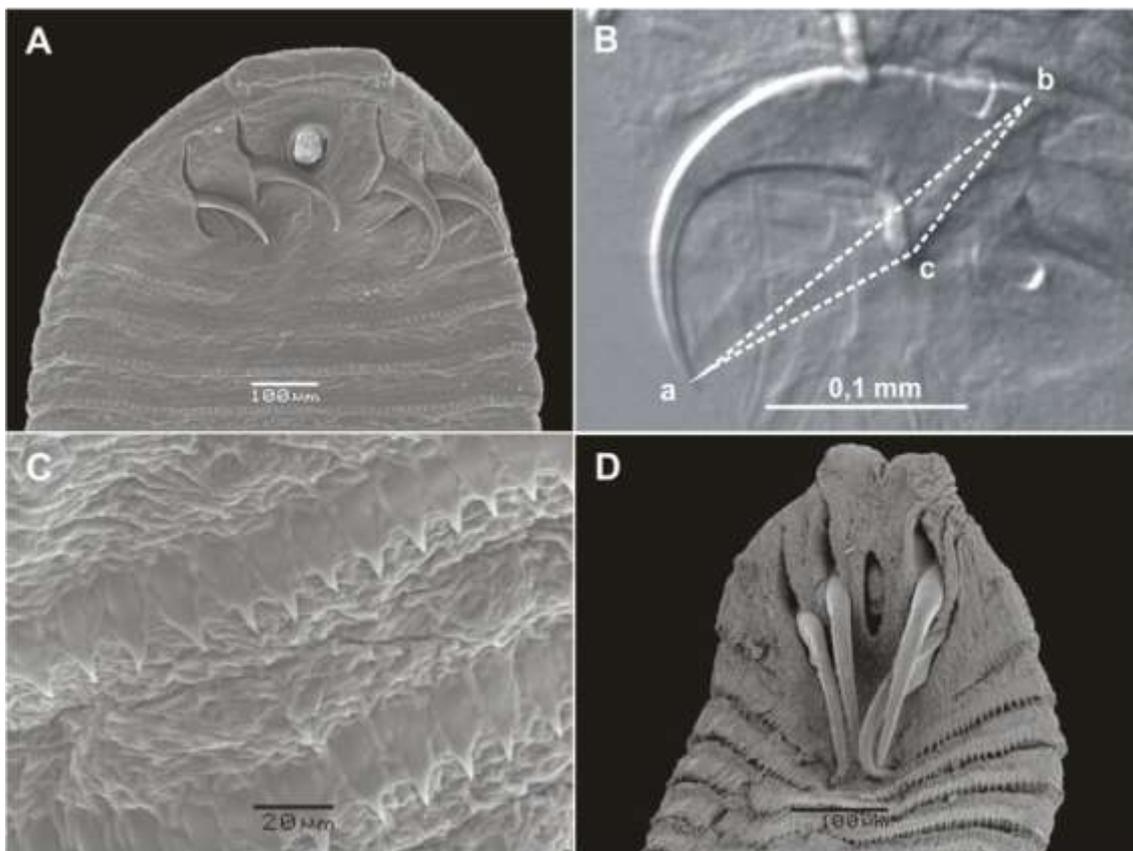


Figura 6. Micrografia eletrônica de varredura (A, C e D) e em microscópio de luz (B) de *Subtriquetra* sp. parasito de *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista ventral, região anterior de *Subtriquetra* sp. 1; B = gancho simples, (ab) = lâmina do gancho, (ac) = base do gancho, (bc) = distância da base à extremidade do gancho; C = detalhe espinhos e células clorídricas; D = vista ventral, região anterior de *Subtriquetra* sp. 2.

O hábito alimentar do hospedeiro é uma característica a ser considerada, sob o aspecto epidemiológico, pois tem forte relação com a incidência de endoparasitos (DOGIEL, 1961). Apesar de *S. marginatus* ser uma espécie piscívora (RESENDE, 2000) e desta forma ocupar uma posição de topo na cadeia trófica, foram registrados apenas *P. (S.) inopinatus* em fase adulta. As demais espécies encontravam-se em fase larval; o que permite inferir que outros vertebrados são hospedeiros definitivos e que *S. marginatus* atua como possível presa para estes organismos.

Durante a fase larval, os pentastomídeos são encontrados parasitando peixes de água doce (VARGAS, 1975). Larvas do gênero *Sebekia* e *Subtriquetra* foram registradas em peixes da África (JUNKER et al., 1998) e do Brasil (TRAVASSOS; FREITAS, 1940; REGO; EIRAS, 1989). Espécimes adultos de pentastomídeos são

frequentemente reportados parasitando o sistema respiratório de répteis como jacarés e crocodilos (RILEY, 1986; REGO et al., 1987; JUNKER; BOOMKER, 2006).

O presente levantamento destaca os primeiro registro de *Brevimulticaecum* sp., *S. oxycephala*, *Subtriquetra* sp. e metacercária do tipo *Diplostomulum* parasitando *S. marginatus*.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, C.S.; JÚLIO, J.H.F. Observation of an invasion of the piranha *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 (Osteichthyes, Serrasalminidae) into the Upper Paraná River. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 24, n. 2, p. 391-395, 2002.
- BARROS, L.A.; FILHO, J.M.; OLIVEIRA, R.L. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 1, p. 55-57, 2006.
- BELLAY, S. *Taxonomia e ecologia dos parasitos branquiais de Serrasalmus marginatus Valenciennes, 1837 (Characiformes: Serrasalminae) da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, Brasil*. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- BOEGER, W.A.; TANAKA, L.K.; PAVANELLI, G.C. Neotropical Monogenoidea. 39: A new species of *Kritskyia* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) from the ureters and urinary bladder of *Serrasalmus marginatus* and *S. spilopleura* (Characiformes, Serrasalminidae) from southern Brazil with an emended generic diagnosis. *Zoosystema*, n. 23, p. 5-10, 2001.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. *Peixes do Pantanal: manual de identificação*. Brasília: Embrapa, 2007. 227 p.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, v. 83, p. 575-583, 1997.
- CARVALHO, L.N.; ARRUDA, R.; RAIZER, J; DEL-CLARO, K. Feeding habits and habitat use of three sympatric piranha species in the Pantanal wetland of Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 18, n. 2, p. 109-116, 2007.
- CARVALHO, L.N.; DEL-CLARO, K.; TAKEMOTO, R.M. Host-parasite interaction between branchiurans (Crustacea: Argulidae) and piranhas (Osteichthyes:

- Serrasalminae) in the Pantanal wetland of Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 67, n. 2, p. 289-296, 2003.
- DOGIEL, V.A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V.A.; PETRUSHEVSKI, G.K.; POLYANSKY, Y.I. (Eds.). *Parasitology of fishes*. 1st ed. London: Leningrad University Press, 1961. p. 1-47.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2006. 171 p.
- GIBSON, D.I.; JONES, A.; BRAY, R.A. *Keys to the trematoda*. vol. I, London: The Natural History Museum, 2002. 544 p.
- GUIDELLI, G.M. 2006. *Comunidades parasitárias em espécies de peixes congêneras de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do Alto rio Paraná*. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W.L.G.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 28, n. 3 p. 281-290, 2006.
- HAMANN, M.I. Aspectos ecológicos de la relación parasitaria entre larvas de *Contracecum* sp. (Nematoda, Anisakidae) y *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces Characidae) em poblaciones naturales del nordeste argentino. *Boletín Chileno de Parasitología*, v. 54, p. 74-82, 1999.
- HOFFMANN, R.P. *Diagnóstico de parasitismo veterinário*. Porto Alegre: Ed. Sulina, 1987. 156 p.
- JUNKER, K.; BOOMKER, J. A chek-list of the pentastomid parasites of crocodylians and freshwater chelonians. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 73, p. 27-36, 2006.
- JUNKER, K.; BOOMKER, J.; BOOYSE, D.G. Pentastomid infection in cichlid fishes in the Kruger National Park and the description of the infective larva of *Subtriquetra rileyi* n. sp. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 65, p. 159-167, 1998.
- LACERDA, A.C.F.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G. List of species: Digenea, Nematoda, Cestoda, and Acanthocephala, parasites in Potamotrygonidae (Chondrichthyes) from the upper Paraná River floodplain, states of Paraná and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, v. 4, n. 2, p. 115-122, 2008.

- LUUS-POWELL, W.J.; JOOSTE, A.; JUNKER, K. Pentastomid parasites in fish in the Olifants and Incomai River systems, South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 75, p. 323-329, 2008.
- MADI, R.R.; SILVA, M.S.R. *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; FENERICK, J.J. Larval *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerhythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 127, p. 51-59, 2005.
- MARTINS, M.L.; SANTOS, R.S.; MARENGONI, N.G.; TAKAHASHI, H.K.; FUJIMOTO, R.Y. Infection and susceptibility of three fish species from the Paraná River, Presidente Epitácio, SP, Brazil to *Contracaecum* sp. larvae (Nematoda, Anisakidae). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 25, n. 1, p. 73-78, 2003.
- MORAVEC, F. *Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region*. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, 1998. 464 p.
- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDE, B.M.M. Nematode parasites of fishes of the Paraná river, Brazil. Parte 3. Camallanoidea and Dracunculoidea. *Folia Parasitologica*, v. 40, p. 211-229, 1993.
- MORAVEC, F.; PROUZA, A.; ROVERO, R. Some nematode of freshwater fishes in Venezuela. *Folia Parasitologica*, v. 44, p. 3-47, 1997.
- MOREIRA, N.I.B.; OLIVEIRA, C.L.; COSTA, H.M.A. *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*, v. 46, p. 485-500, 1994.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: Eduem, 2001. 378 p.
- NIEWIADOMSKA, K. Superfamily Diplostomidea Poirier, 1886. In: GIBSON, D.I.; JONES, A.; BRAY, R.A. (Eds.). *Keys to the trematoda*. vol. I, London: The Natural History Museum, 2002. p. 159-198.

- OLIVEIRA, R.D.O.; NOGUEIRA, F.M.B. Characterization of the fishes and of subsistence fishing in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 435-445, 2000.
- PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M.A.P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Netherlands: Backhuys Publishers, Leiden, 2004. p. 309-329.
- PINTO, R.M.; FABIO, S.P.; NORONHA, D.; ROLAS, F.J.T. *Procamallanus* Brasileiros – Parte I (Nematoda, Camallanoidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 72, p. 205-211, 1974.
- REGO, A.A. Contribuição ao conhecimento dos helmintos de raias fluviais Paratrygonidae. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 39, n. 4, p. 879-890, 1979.
- REGO, A.A.; EIRAS, J. Identificação das larvas de *Sebekia* e *Leiperia* (Pentastomida) histopatologia em peixes de rios. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 49, n. 2, p. 591-595, 1989.
- REGO, A.A.; SCHAEFFER, G.; STRUSSMAN, C. *Leiperia gracile* (Diesing, 1835) pentastomid parasite from trachea of South American alligator, *Caiman crocodilus*. Taxonomy and pathogenic action. *Ciência e Cultura*, v. 39, n. 9, p. 864-867, 1987.
- RESENDE, E.K. Trophic structure of fish assemblages in the lower miranda river, pantanal, Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 389-403, 2000.
- RILEY, J. The biology of pentastomids. *Advances in Parasitology*, v. 25, p. 45-128, 1986.
- RODRIGUES, H.O.; PINTO, R.M.; NORONHA, D. Key to the species of Brazilian *Procamallanus* with general considerations (Nematoda, Camallanoidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 86, p. 107-113, 1991.
- SAZIMA, I.; MACHADO, F.A. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 28, p. 17-31, 1990.
- SILVANO, R.A.M.; AMARAL, B.D.; OYAKAWAD, O.T. Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juruá River fish community (Brazilian Amazon). *Environmental Biology of Fishes*, v. 57, p. 25-35, 2000.

- SPRENT, J.F.A. Some ascaridoid nematodes of fishes: Heterochelinae. *Systematic Parasitology*, v. 16, p. 149-161, 1990.
- TAKEMOTO, R.M.; AMATO, J.F.R.; LUQUE, J.L. Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus* and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro. Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 4, p. 639–650, 1996.
- TANAKA, L.K. *Aspectos ecológicos dos parasitas de Serrasalmus marginatus Valenciennes, 1847 e Serrasalmus spilopleura Kner, 1860 (Characiformes, Serrasalmidae) do rio Baía, Planície de inundação do alto rio Paraná, MS. 2000.* 32 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.
- THATCHER, V.E. *Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites*. vol. I, 2nd ed., Sofia: Pensoft, 2006. 508 p.
- TRAVASSOS, L.; FREITAS, J.F.T. Pesquisas Helminológicas – II. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 35, n. 3, p. 610-633, 1940.
- VARGAS, M.V. Descripción del huevecillo, larva y ninfa de *Subtriquetra subtriquetra* Sambon, 1922 (Pentastomida) y algunas observaciones sobre su ciclo de vida. *Revista di Biologia Tropical*, v. 23, p. 67-75, 1975.

CAPÍTULO 2: Metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Serrasalminae) no rio Negro, Pantanal, Brasil

Endoparasites metazoan of *Pygocentrus nattereri* (Characiforms: Serrasalminae) in the Negro river, Pantanal, MS, Brazil

Wagner Vicentin¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. email: wagnervicentin.bio@hotmail.com

Abstract

In the period from October/2007 to August/2008, 152 specimens of *Pygocentrus nattereri*, from Negro river (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), in the Nhecolândia region, at central portion of Pantanal wetland, in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil; were necropsied with the aim to know the metazoan fauna of endoparasites. Parasites belonging to 11 taxa were identified, a total of 4.213 specimens were recovered. The species registered were: progenetic metacercaria (Digenea), *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* (adult), Philometridae gen. sp. (adult), *Eustrongylides* sp. (larva), *Brevimulticaecum* sp. (larva), *Contracaecum* sp. (larva) (Nematoda), *Echinorhynchus paranensis* (adult) (Acanthocephala), *Leiperia gracile* (larva), *Sebekia oxycephala* (larva), *Subtriquetra* sp. 1 (larva) and *Subtriquetra* sp. 2 (larva) (Pentastomida). This is the first report of the following parasites: progenetic metacercaria, Philometridae gen. sp., *Brevimulticaecum* sp., *E. paranensis* and *L. gracile* parasitizing *P. nattereri* from Brazil.

Key-words: parasites, helminths, fishes, piranhas

Resumo

Entre o período de outubro de 2007 a agosto de 2008, 152 indivíduos de *Pygocentrus nattereri*, provenientes do rio Negro (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), sub-região da Nhecolândia, porção central do Pantanal, MS, Brazil, foram necropsiados com o objetivo de conhecer a fauna de metazoários endoparasitos. Foram coletados 4.213 espécimes de parasitos e registrados 11 táxons: metacercária progenética (Digenea),

Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus (adulto), Philometridae gen. sp. (adulto), *Eustrongylides* sp. (larva), *Brevimulticaecum* sp. (larva), *Contracaecum* sp. (larva), *Echinorhynchus paranensis* (adulto) (Acanthocephala), *Leiperia gracile* (larva), *Sebekia oxycephala* (larva), *Subtriquetra* sp. 1 (larva) e *Subtriquetra* sp. 2 (larva) (Pentastomida). Este é o primeiro registro de ocorrência de metacercária progenética, Philometridae gen. sp., *Brevimulticaecum* sp., *E. paranensis* e *L. gracile* parasitando *P. nattereri* no Brasil.

Palavras-chave: parasitos, helmintos, peixes, piranhas

Introdução

Peixes da espécie *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1958) (Characiormes Serrasalminae), popularmente conhecida como “piranha caju”, apresentam ampla distribuição geográfica, sendo encontrados nas regiões tropical e subtropical da América do Sul, leste dos Andes, rios Paraguai/Paraná, rios das Guianas e Nordeste do Brasil (FINK, 1993).

Estudos sobre aspectos biológicos revelaram que *P. nattereri* é uma espécie de comportamento gregário e hábito alimentar piscívoro (SAZIMA; MACHADO, 1990; RESENDE, 2000; BEHR; SIGNOR, 2008). Na Amazônia, a reprodução ocorre com o início das primeiras chuvas e é fortemente influenciada pelo fotoperíodo (DUPONCHELLE et al., 2007). *Pygocentrus nattereri* é uma espécie abundante e ocorre em grandes extensões na bacia do rio Paraguai, sendo muito utilizada como fonte de proteína animal pela população ribeirinha (OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2000.)

Apesar do conhecimento de sua biologia e distribuição, poucos são os estudos relacionados à sua fauna endoparasitária, sendo a grande maioria dos registros sobre ectoparasitos (CARVALHO et al., 2003; 2004; THATCHER, 2006). Entre os endoparasitos relatados em *P. nattereri* os mais comuns são nematodas, *Eustrongylides ignotus* (MORAVEC, 1998), *Contracaecum* sp. (BARROS et al., 2006) e *Procamallanus (S.) inopinatus* (THATCHER, 2006; VITAL, 2008) e o pentastomídeo, *Sebekia oxycephala* (REGO; EIRAS, 1989).

O número de espécies de parasitos ainda a serem relatados certamente é maior, pois praticamente todos os animais de vida livre albergam pelo menos uma espécie de parasito (POULIN; MORAND, 2000). Os trabalhos sobre a fauna parasitária em peixes na região do Pantanal são escassos, oferecendo poucas informações sobre a fauna

parasitária na região. O estudo de parasitos em *P. nattereri* pode contribuir para o conhecimento das espécies que ocorrem no Pantanal e sobre biologia da espécie hospedeira, portanto, o objetivo deste trabalho foi descrever as espécies de metazoários endoparasitos que ocorrem nesta espécie de piranha na referida região.

Material e Métodos

Foram necropsiados 152 indivíduos de *P. nattereri* com $19,89 \pm 3,11$ (11,4-26,8) cm de comprimento padrão e $376,36 \pm 179,35$ (49-853) g de peso, capturados no período de outubro de 2007 a agosto de 2008, perfazendo um total de seis coletas. As coletas foram realizadas na calha principal do trecho médio do rio Negro ($19^{\circ} 34' 29,2''$ S e $56^{\circ} 14' 37,1''$ W) afluente do Rio Paraguai, sub-região da Nhecolândia, porção central do Pantanal, MS, Brasil. Os peixes foram capturados com o auxílio de anzóis e tarrafas de diferentes malhas entre nós e identificados segundo Britski et al. (2007).

Os procedimentos de necropsia dos hospedeiros, coleta, preparação e conservação dos endoparasitos seguiram as técnicas descritas por Eiras et al. (2006). Após os exames físicos dos órgãos sob o estereomicroscópio, os mesmos foram submetidos ao procedimento de digestão em pepsina ácida a 0,5%; para recuperação de formas parasíticas encistadas, remanescentes e, eventualmente, não visualizadas quando do exame das vísceras e da musculatura. A solução de pepsina foi preparada de acordo com Hoffmann (1987) com modificações: 5g de pepsina granular, 10 ml de ácido clorídrico concentrado, diluído em 1000 ml de água destilada. A digestão foi realizada em temperatura média de 37°C.

Dependendo do grupo a que pertenciam, os parasitos foram corados em carmim clorídrico, pela técnica regressiva, ou clarificados em fenol alcoólico para diagnóstico sob microscopia de luz (Eiras et al. 2006); microscópio ou estereomicroscópio equipados com câmera Leica DFC420 e sistema de medição Leica (LAS LeicaTM). As medidas são apresentadas em valores médios (mm), seguidos pela amplitude entre parênteses.

Alguns espécimes foram fixados em solução glutaraldeído a 2,5% e paraformaldeído a 2% por 24 horas e pósfixados em tetróxido de osmium a 1%; ambas as soluções preparadas com tampão de cacodilato de sódio a 0.05M (pH 7,2). Em seguida os espécimes foram lavados no mesmo tampão, desidratados em série de soluções de álcool etílico, submetidos ao ponto crítico com dióxido de carbono em equipamento Polaron CPD 7501, montados em suporte com fita de carbono,

metalizados com ouro usando equipamento Denton Desk III e examinados em microscópio eletrônico da varredura JEOL JSM 6380LV a 15 kV em distância de 25 mm.

A determinação das espécies de parasitos foi realizada segundo Machado Filho (1948, 1959), Rego (1979), Rego e Eiras (1989), Junker et al. (1998), Moravec (1998), Gibson et al. (2002), Junker e Boomker (2006) e Thatcher (2006). Adicionalmente, espécimes das espécies encontradas foram conferidos com os espécimes depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC).

Os descritores ecológicos do parasitismo foram calculados de acordo com Bush et al. (1997).

Resultados e Discussão

Foram examinados 152 espécimes de *P. nattereri*, sendo que 84,21% estavam parasitados por pelo menos uma espécie de metazoário endoparasito: 34,86% parasitados por uma espécie, 24,34% por duas espécies, 16,44% por três espécies, 7,23% por quatro espécies e 1,31% por cinco espécies. Um total de 4.213 espécimes de parasitos foi coletado.

Digenea Carus, 1863

Metacercária progenética (Figura 1)

Descrição baseada em 1 espécime: corpo 0,975 comprimento, 0,609 largura. Ventosa oral 0,016 comprimento, 0,021 largura, acetábulo 0,022 comprimento, 0,023 largura. Distância da ventosa oral ao acetábulo 0,557. Faringe 0,017 comprimento, 0,005 largura. Esôfago e cecos intestinais não visualizados devido à presença de ovos distribuídos ao longo da região mediana do corpo. Foram registrados 101 ovos medindo 0,076 (0,68-0,95) comprimento, 0,035 (0,032-0,039) largura.

Local de infecção: livre entre os folhetos do mesentério

Prevalência: 0,66%

Intensidade: 1

Abundância média: 0,006±0,08

Comentários: a determinação deste espécime não foi possível devido à dificuldade de visualização de estruturas internas essenciais para a caracterização da espécie, bem como superfamília, família e gênero.

Lefebvre e Poulin (2005) definiram a progênese em trematódeos como a produção de ovos viáveis em indivíduos que habitam um organismo que normalmente deveria ser considerado um hospedeiro intermediário, neste caso com localização em cavidade abdominal. Metacercárias progenéticas *Crocodilicola pseudostoma* foram registradas em *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes) (Guidelli et al., 2003) e *Herpetodiplostomum caimancola* foram registradas em *Hoplosternum littorale* (Siluriformes) (Abdallah et al., 2006). Embora não tenha sido possível a identificação específica, este é o primeiro registro de metacercária progenética parasitando *P. nattereri*.

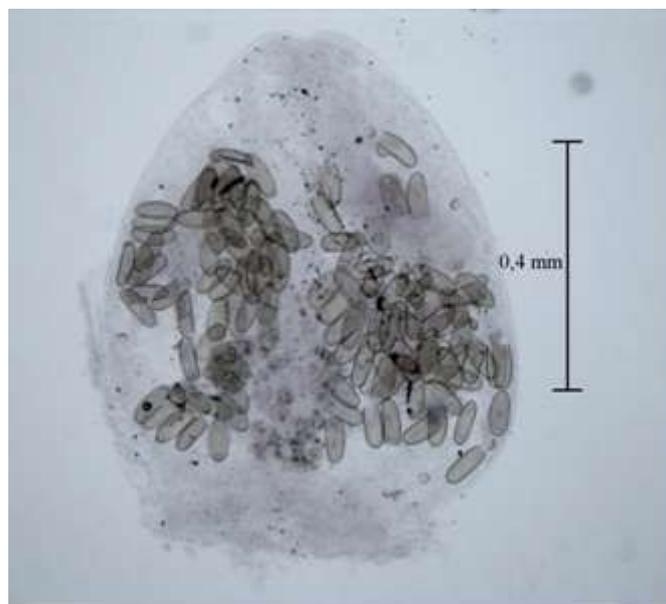


Figura 1. Micrografia em microscópio de luz de metacercária progenética parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil.

Camallanidae Railliet & Henry, 1915

***Procamallanus* Baylis, 1923**

Procamallanus (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (adulto) Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Figura 2)

Descrição baseada em 10 espécimes: todos os indivíduos encontrados foram fêmeas. Corpo 19,72 (12,35-24,28) comprimento, 0,678 (0,546-0,806) largura máxima;

abertura oral circular rodeada por 4 papilas cefálicas e dois anfídeos. Dois dentes medianos, um dorsal e outro ventral; cápsula bucal incluindo anel basal 0,141 (0,131-0,145) comprimento, 0,16 (0,146-0,17) largura máxima; anel basal 0,019 (0,017-0,022) comprimento, 0,084 (0,077-0,095) largura. Vinte (20-23) estrias na cápsula bucal (Figuras 2-B e D). Esôfago muscular-glandular; porção muscular curta, 0,517 (0,49-0,59) comprimento 0,192 (0,17-0,21) largura máxima, base do esôfago 0,091 (0,08-0,1) largura; porção glandular 0,869 (0,784-0,963) comprimento, 0,241(0,181-0,296) largura máxima, base 0,112 (0,095-0,143) largura; distância do anel nervoso e poro excretor à extremidade anterior, respectivamente, 0,276 (0,27-,286) e 0,365 (0,325-0,387); distância vulva-extremidade posterior 9,35 (7,562-10,48), representado 45,52% (43,16-47,8%) do comprimento corporal. Cauda cônica 0,243 (0,204-0,305).

Local de infecção: ceco e intestino

Prevalência: 22,37

Intensidade média: 1,64±0,98

Abundância média: 0,36±0,82

Amplitude: 1-5

Material examinado: CHIOC 31.324, hospedeiro: *Leporinus* sp., rio Machado, Rondônia, Brasil.

Comentários: o número médio de espirais, registrado para esta espécie neste trabalho, está de acordo com a variação registrada em Moravec (1998), bem como as medidas dos demais caracteres. Moravec et al. (1997), na Venezuela, registrou 8 papilas cefálicas dispostas em dois círculos em torno da abertura bucal diferindo do presente trabalho que registrou apenas 4 papilas cefálicas. Alguns espécimes coletados foram comparados com o espécime depositado na CHIOC. Semelhanças quanto ao número de estrias na cápsula bucal foram observadas e embora não fosse possível medir o espécime, este era visivelmente maior do que os espécimes capturados no presente trabalho. Devido ao estado de conservação do espécime depositado, não foi possível observar o número de papilas cefálicas.

A discussão a respeito da divisão do gênero *Procamallanus* findou com o desdobramento deste em dois subgêneros, *Procamallanus* com cápsula bucal lisa e *Spirocamallanus* com presença de lâminas espiraladas internamente à cápsula (PINTO et al., 1974). Contudo, ainda há discussão a respeito da amplitude no número de espirais que é registrada em *P. (S.) inopinatus*, sendo esta característica aceita como uma variação intraespecífica (MORAVEC et al., 1997).

Diversas espécies de peixes foram relatadas parasitadas por *P. (S.) inopinatus* (MORAVEC, 1998; PAVANELLI et al., 2004) sendo registrada em *P. nattereri* por Pinto e Noronha (1976) no rio Salobra, MT e recentemente por Vital (2008) no rio Solimões, AM.

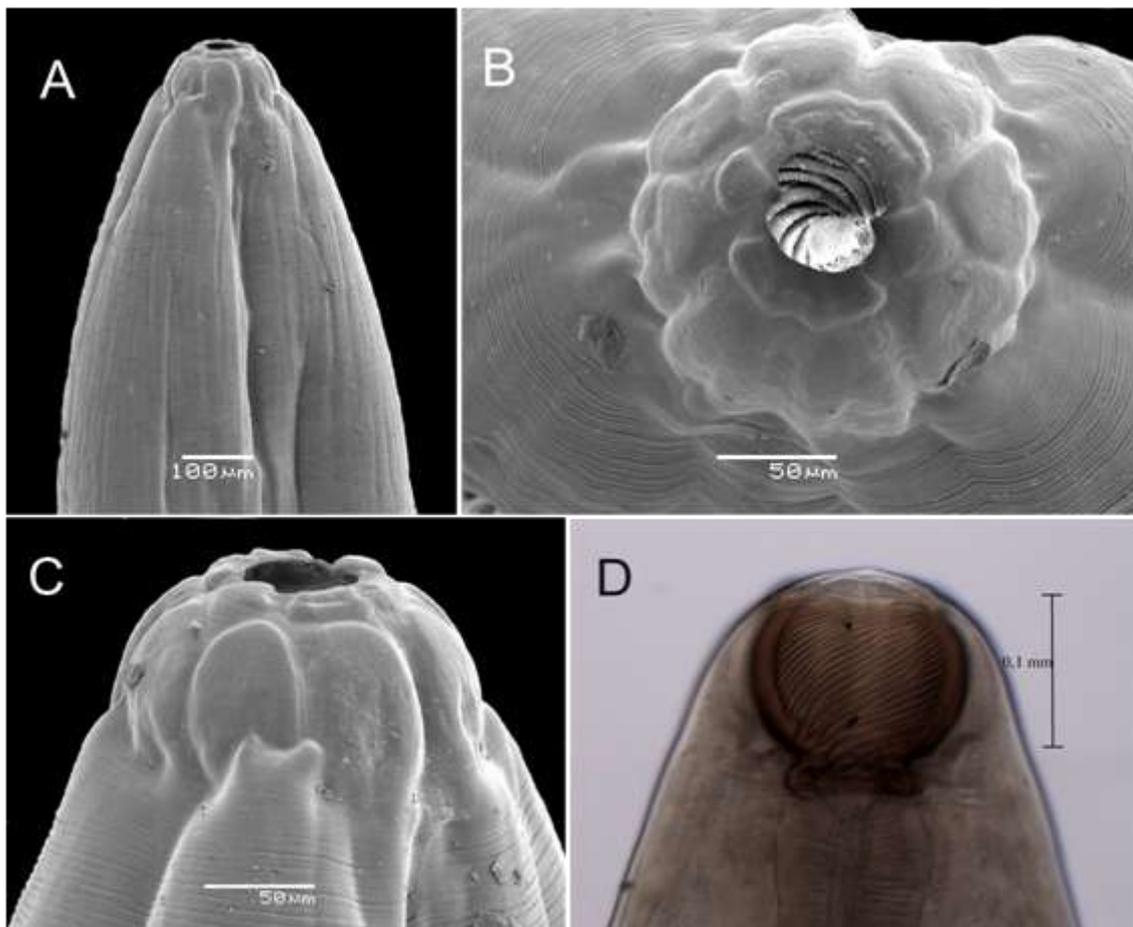


Figura 2. Micrografia eletrônica de varredura (A, B e C) e em microscópio de luz (D) de *Procamlanus (Spirocamallanus) inopinatus* parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista lateral, região anterior; B = vista apical, detalhe estrias interior cápsula bucal; C = detalhe cápsula bucal; D = detalhe estrias no interior cápsula bucal.

Philometridae Baylis & Daubney, 1926

Philometridae gen. sp. (adulto) (Figura 3)

Descrição baseada em 1 espécime (fêmea): corpo longo e delgado, 15,39 comprimento, 0,71 largura. Cutícula lisa, fina e frágil. Boca simples, cápsula bucal ausente; presença de 6 papilas cefálicas. Fêmea grávida, vivípara, útero volumoso.

Vagina e vulva não observadas. Larvas 0,337 (0,189-0,452) comprimento, 0,017 (0,014-0,0230) largura.

Local de infecção: cavidade corporal

Prevalência: 0,66%

Intensidade: 1

Abundância média: 0,006±0,08

Comentários: a determinação específica não foi possível devido à precária condição deste espécime. A determinação ao nível de família está de acordo com as características de fêmeas de Philometridae descrita por Moravec (1998): região anterior arredondada, anel peribucal ausente; boca simples, sem cápsula bucal; abertura oral circundada por 6-8 papilas cefálicas. A vagina e vulva não foram observadas no presente espécime, entretanto, Moravec (1998) ressaltou que estas estruturas se encontram atrofiadas em fêmeas grávidas. Este é o primeiro registro de fêmeas adultas de Philometridae gen. sp. parasitando *P. nattereri*.

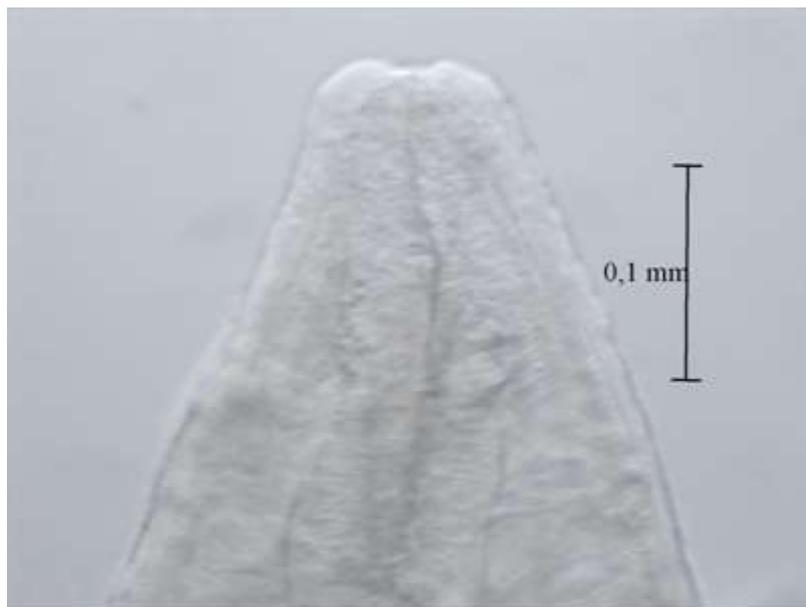


Figura 3. Micrografia em microscópio de luz de Philometridae gen. sp. parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil.

Diectophymatidae Railliet, 1915

***Eustrongylides* Jägerskiöld, 1909**

Eustrongylides sp. (larva)

Descrição baseada em 2 espécimes: corpo com coloração castanho, 58,27 (49,55-66,99) comprimento, 0,70 (0,692-0,72) largura. Região anterior arredondada. Cavidade bucal média 0,57 (0,48-0,67) comprimento, circundada por papilas labiais dispostas em círculo. Esôfago cilíndrico 3,4 (2,2-4,7) comprimento. Distância do anel nervoso à extremidade anterior 0,50 (0,09-0,11). Ânus terminal na extremidade posterior.

Local de infecção: mesentério

Prevalência: 1,32%

Intensidade: 1

Abundância média: 0,013±0,011

Material examinado: CHIOC 35.497, hospedeiro *Brycon microlepis*, rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Comentários: as medidas corporais de comprimento e largura, registradas neste trabalho, são semelhantes às descritas para *Eustrongylides ignotus*, enquanto que as medidas do comprimento do esôfago são próximas àquelas descritas para *E. tubifex* por Moravec (1998), embora esta medida não seja citada para a primeira espécie. O comprimento da cavidade bucal, registrada neste trabalho, são maiores que as relatadas para as duas espécies acima citadas. Moravec et al. (1997) em seus estudos de nematodas de peixes de água doce na Venezuela descreveram características para larvas de *Eustrongylides* sp., as quais são muito semelhantes às observadas no presente trabalho, inclusive o comprimento da cavidade bucal, que também é muito superior às descritas por Moravec (1998).

Não foi possível quantificar o número de papilas bucais e nem determinar se as papilas do círculo externo eram maiores ou menores do que as papilas do círculo interno, característica esta que define as duas espécies de *Eustrongylides* de acordo com Thatcher (2006). Os espécimes coletados foram comparados com o espécime depositado na CHIOC e apresentaram semelhanças nos caracteres observados no presente trabalho, inclusive quanto a presença de papilas cefálicas, embora não fosse possível quantificá-las. A identificação das espécies pertencentes a este gênero é problemática quando se trata de indivíduos em fase larval e a forma mais segura para a sua determinação específica é a obtenção dos adultos em experimentos com infecção em aves que são os hospedeiros definitivos (MORAVEC, 1998).

Larvas deste gênero são relatadas ocorrendo em uma grande variedade de espécies de peixes (MORAVEC, 1998; PAVANELLI, 2004). Larvas de *E. ignotus*

foram registradas em altas prevalências em *P. nattereri* (= *Serrasalmus nattereri*) (MORAVEC, 1998).

Acanthocheilidae Wülker, 1929

***Brevimulticaecum* Mozgovoy, 1951**

Brevimulticaecum sp. (larva)

Descrição baseada em 10 espécimes: corpo 3,75 (3,07-4,1) comprimento, 0,1 (0,072-0,137) largura máxima; relação comprimento/largura do corpo 0,026 (0,019-0,035); região anterior do corpo com duas papilas subdorsais e duas subventrais, dois dentes larvais proeminentes, um dorsal e um ventral; esôfago 0,401 (0,156-0,59) comprimento, 0,018 (0,011-0,024) largura na base; esôfago correspondendo a 10,48 (5,14-15,66)% do comprimento total do corpo; lobos ventriculares direito 0,06 (0,044-0,072) comprimento, 0,041 (0,038-0,047) largura; relação do comprimento dos lobos ventriculares direito/comprimento do esôfago 0,163 (0,103-0,322); lobos ventriculares esquerdo 0,061 (0,043-0,75) comprimento, 0,04 (0,036-0,044) largura; relação do comprimento dos lobos ventriculares esquerdo/comprimento do esôfago 0,165 (0,098-0,308); ceco intestinal 0,40 (0,329-0,486) comprimento, 0,036 (0,032-0,04) largura; distância do anel nervoso e poro excretor à extremidade anterior de 0,183 (0,15-0,25) e 0,198 (0,17-0,21) respectivamente; distância do núcleo excretor, localizado próximo ao ceco intestinal, à extremidade anterior 0,391 (0,28-0,48); cauda cônica 0,075 (0,041-0,08).

Local de infecção: parede do estômago e mesentério

Prevalência: 19,08%

Intensidade média: 117,24±125,91

Abundância média: 22,36±71,24

Amplitude: 1-485

Material examinado: CHIOC 36.977, hospedeiro: *Potamotrygon falkneri*, rio Paraná, Paraná, Brasil.

Comentários: as medidas registradas para essa espécie estão de acordo com as apresentadas por Moravec (1998), porém com amplitudes maiores. Dados morfométricos desta espécie são escassos, o que dificulta comparações. São poucos os registros de peixes como hospedeiro para *Brevimulticaecum* sp., um dos primeiros registro foi em raia fluvial *Paratrygon motoro* no rio Salobra, MT embora tenham sido

registrados em fase adulta por Rego (1979). Esta espécie foi redescrita e denominada *Brevimulticaecum regoi* por Sprent (1990), entretanto, na região neotropical, são conhecidas apenas o registro de larvas de *Brevimulticaecum* sp. em *Gymnotus carapo* e *Loricariichthys brunneus* na Venezuela (MORAVEC et al., 1997) e em *Leporinus friderici*, *L. lacustris*, *L. obtusidens* e *L. elongatus* (Characiformes: Anostomidae) (GUIDELLI, 2006; GUIDELLI et al., 2006) e na raia *Potamotrygon falkneri* (LACERDA et al., 2008) na planície do alto rio Paraná. Alguns exemplares coletados foram comparados com o espécime depositado na CHIOC, porém não foi possível observar algumas características devido à condição do exemplar depositado montado em lâmina, o que impossibilitou a visualização de alguns caracteres que determinam a espécie. Este é o primeiro registro de *Brevimulticaecum* sp. parasitando *P. nattereri*.

Anisakidae Railliet & Henry, 1912

***Contracaecum* Railliet & Henry, 1912**

Contracaecum sp. (larva) (Figura 4)

Descrição baseada em 10 espécimes: corpo 20,19 (15,11-27,25) comprimento, 0,695 (0,617-0,798) largura máxima; relação comprimento/largura do corpo 3,5 (2,5-4,08)%; cutícula transversalmente estriada; na extremidade anterior (Figura 4-A), abaixo dos lábios subventrais, localiza-se o dente larval; poro excretor localizado na extremidade anterior do corpo distante 0,22 (0,16-0,28) do anel nervoso; esôfago estreito 2,103 (1,70-2,93) comprimento, representando 10,58 (7,22-15,24)% do comprimento total do corpo; ventrículo 0,156 (0,114-0,243) comprimento, 0,125 (0,076-0,169) largura; relação comprimento do ventrículo/comprimento do esôfago 0,07 (0,05-0,11); apêndice ventricular 0,51 (0,40-0,77) comprimento; ceco intestinal 1,81 (1,42-2,74) comprimento; relação comprimento do ventrículo e o comprimento do apêndice ventricular com o comprimento do ceco intestinal 0,09 (0,05-0,14) e 0,29 (0,21-0,49) respectivamente; cauda cônica (Figura 4-B) 0,20 (0,14-0,26).

Local de infecção: mesentério, parede do estômago e ceco

Prevalência: 61,84%

Intensidade média: 5,75± 9,46

Abundância média: 3,55±7,94

Amplitude: 1-74

Material examinado: CHIOC 35.521, hospedeiro: *Geophagus brasiliensis*, rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

Comentários: as larvas de *Contracaecum* sp. descritas no presente trabalho são semelhantes as de *Contracaecum* sp. tipo 2 descritas por Moravec (1998). Alguns exemplares coletados foram comparados com o espécime depositado na CHIOC e embora este fosse maior que os exemplares encontrados no presente trabalho, os espécimes foram semelhantes nas características que determinam a espécie. Larvas de *Contracaecum* sp. foram relatadas em várias espécies de peixes (MORAVEC et al., 1997; MORAVEC, 1998; PAVANELLI et al., 2004). Barros et al. (2006) estudando o potencial zoonótico de nematodas, registraram a prevalência de *Contracaecum* (19,5%) em *P. nattereri* no rio Cuiabá.

Formas larvais de *Contracaecum* sp. apresentam baixa especificidade quanto ao hospedeiro intermediário, sendo encontrada em muitas espécies de peixes (PAVANELLI et al., 2004). As formas adultas são encontradas no estômago ou no intestino delgado de aves piscívoras (MARTINS et al., 2005).

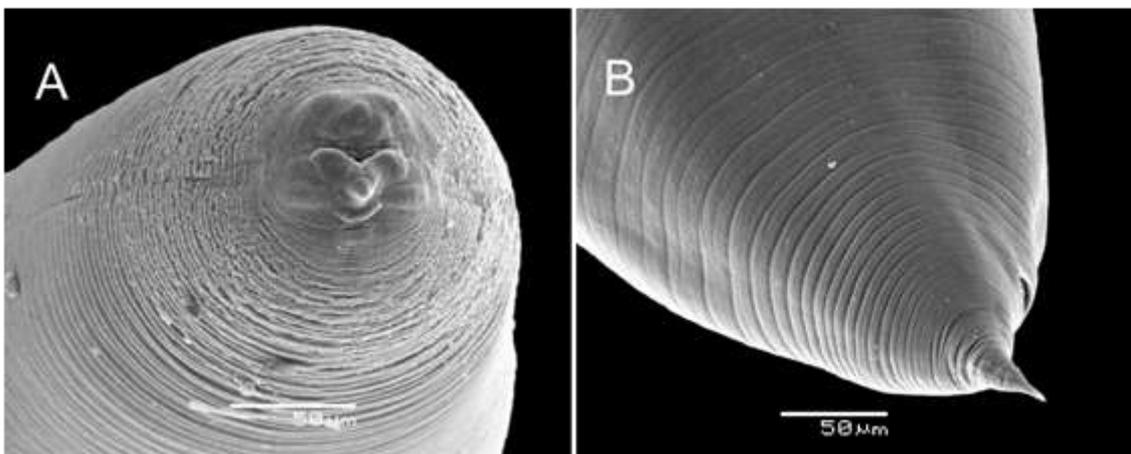


Figura 5. Micrografia eletrônica de varredura de *Contracaecum* sp. parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista apical, região anterior; B = vista lateral, região posterior.

Echinorhynchidae Cobbold, 1879

***Echinorhynchus* Zoega in Müller, 1776**

Echinorhynchus paranensis (adulto) Machado Filho, 1959 (Figura 6-A)

Descrição baseada em 1 espécime (fêmea): corpo de aspecto delicado, 12,19 comprimento, 2,31 largura máxima; extremidade cefálica mais larga que a extremidade

genital. Probóscide bem desenvolvida medindo 1,38 comprimento, 0,36 largura (Figura 6-B). Bainha da probóscide 1,56 comprimento, 0,47 largura. Probóscide guarnecida por 14 séries longitudinais com 11 ganchos em cada uma. Lemniscos 1,001 comprimento. Ovejeter 0,89 comprimento e aparato seletor 0,544 comprimento.

Local de infecção: intestino

Prevalência: 0,66%

Intensidade: 1

Abundância média: $0,006 \pm 0,08$

Comentários: as dimensões da probóscide e de sua bainha, bem como lemniscos e ovejeter, são semelhantes às descritas para *E. paranensis* fornecidas por Machado Filho (1959). De acordo com este mesmo autor, o que definiu a identificação específica foi a probóscide caracterizada por 14 fileiras longitudinais com 11 ganchos cada uma.

Os registros de espécies de *Echinorhynchus* são poucos e, em sua maioria são referentes a descrições taxonômicas (MACHADO FILHO, 1948, 1959). Machado et al. (1994) registraram *Echinorhynchus* sp. parasitando *Schizodon borelli* no alto rio Paraná. *E. paranensis* foi descrito em *Triportheus paranensis* na região do Mato Grosso por Machado Filho (1959). Este é o primeiro registro desta espécie parasitando *P. nattereri*.

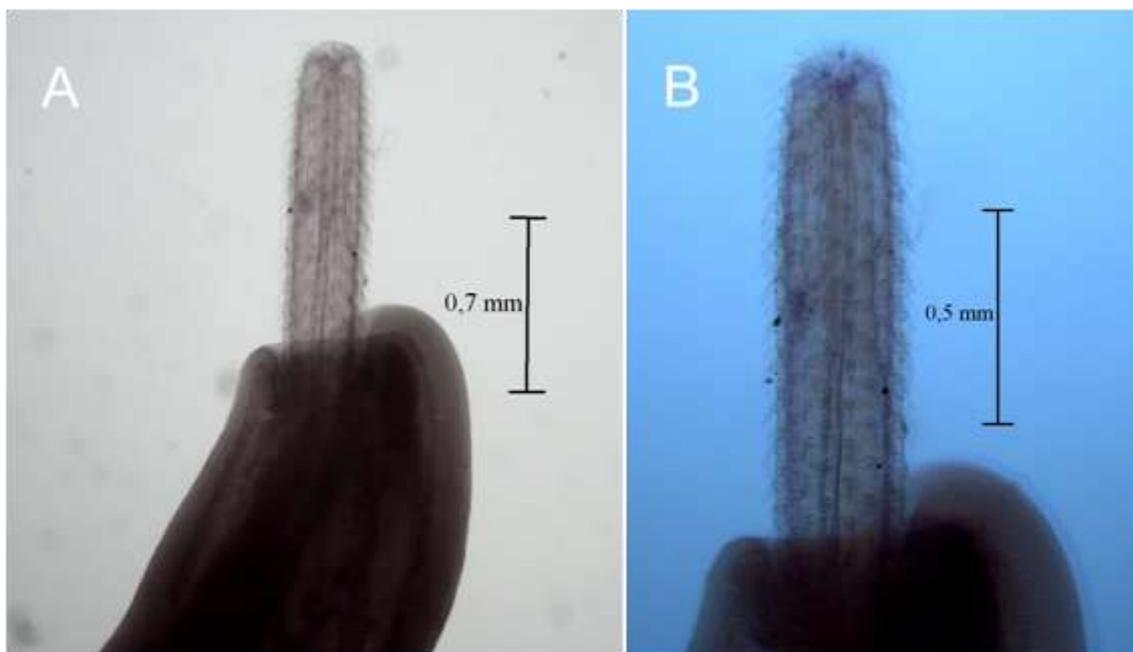


Figura 6. Micrografia em microscópio de luz de *Echinorhynchus paranensis* parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = região anterior; B = detalhe probóscide.

Sebekidae Sambon, 1922

***Leiperia* Sambon, 1922**

Leiperia gracile (larva) Diesing, 1835 (Figura 7)

Descrição baseada em 6 espécimes: corpo com extremidade anterior e posterior arredondadas, 21,53 (20,7-22,11) comprimento, 0,89 (0,882-0,924) largura (Figura 7 - A e B); na extremidade anterior há dois pares de ganchos, cada par com um gancho principal maior e outro acessório menor; no par de ganchos anterior, os ganchos principais mediram 0,24 (0,228-0,245) comprimento total e os acessórios 0,169 (0,144-0,178) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,211 (0,15-0,202), base do gancho (ac)=0,104 (0,091-0,13), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,084 (0,068-0,11) (Figura 7- C); no par posterior, os ganchos principais e acessórios mediram respectivamente, 0,245 (0,24-0,26) e 0,141 (0,139-0,169) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,19 (0,18-0,234), base do gancho (ac)=0,098 (0,06-0,121), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,119 (0,103-0,134); abertura bucal situada entre os pares de ganchos com 0,253 (0,237-0,268) comprimento, 0,131 (0,109-0,152) largura; corpo média de 103 (100-107)

anéis; espinhos nítidos em fileiras contínuas nos bordos dos anéis (Figura 7 - D), com 0,012 (0,009-0,014) comprimento; ânus posterior, terminal.

Local de infecção: cavidade corporal

Prevalência: 3,29%

Intensidade: 1

Abundância média: $0,32 \pm 0,017$

Material examinado: CHIOC 32.446, hospedeiro: *Brachyplatystoma* sp., rio Salobra, Mato Grosso, Brasil. CHIOC 31.494, hospedeiro: *Potamotrygon motoro*, rio Salobra, Mato Grosso, Brasil. CHIOC 30.353, hospedeiro: *Hoplias malabaricus*, Espírito Santo, Brasil. CHIOC 29.889, hospedeiro: *Salminus brevidens*, rio Salobra, Mato Grosso, Brasil.

Comentários: a morfometria dos indivíduos coletados está de acordo com as medidas de *L. gracile* em fase larval descritas por (REGO; EIRAS, 1989). Larvas de *L. gracile* foram descritas por estes autores em *Salminus brevidens*, *Hoplias malabaricus*, *Brachyplatystoma* spp., sendo este o primeiro registro em *P. nattereri*. Alguns exemplares coletados foram comparados com os espécimes depositados na CHIOC. Embora alguns destes espécimes estivessem montados em lâminas e escurecidos, foi possível perceber que estes apresentam características muito semelhantes, aos encontrados no presente trabalho, quanto ao tamanho corporal, número de anéis (mais de 100 anéis), formato dos ganchos e da abertura bucal.

As descrições destes espécimes de pentastomídeos são, em grande maioria, feitas em adultos parasitando crocodilos, pois são encontrados parasitando o sistema respiratório de répteis (REGO et al., 1987). As larvas de *L. gracile* sofrem metamorfose na passagem para adulto, modificando alguns caracteres tais como a perda dos ganchos acessórios (REGO; EIRAS, 1989). A maior dificuldade para identificação específica destes indivíduos é justamente devida a esta mudança de caracteres aliada à insuficiência de descrições destes em fase larval parasitando peixes.

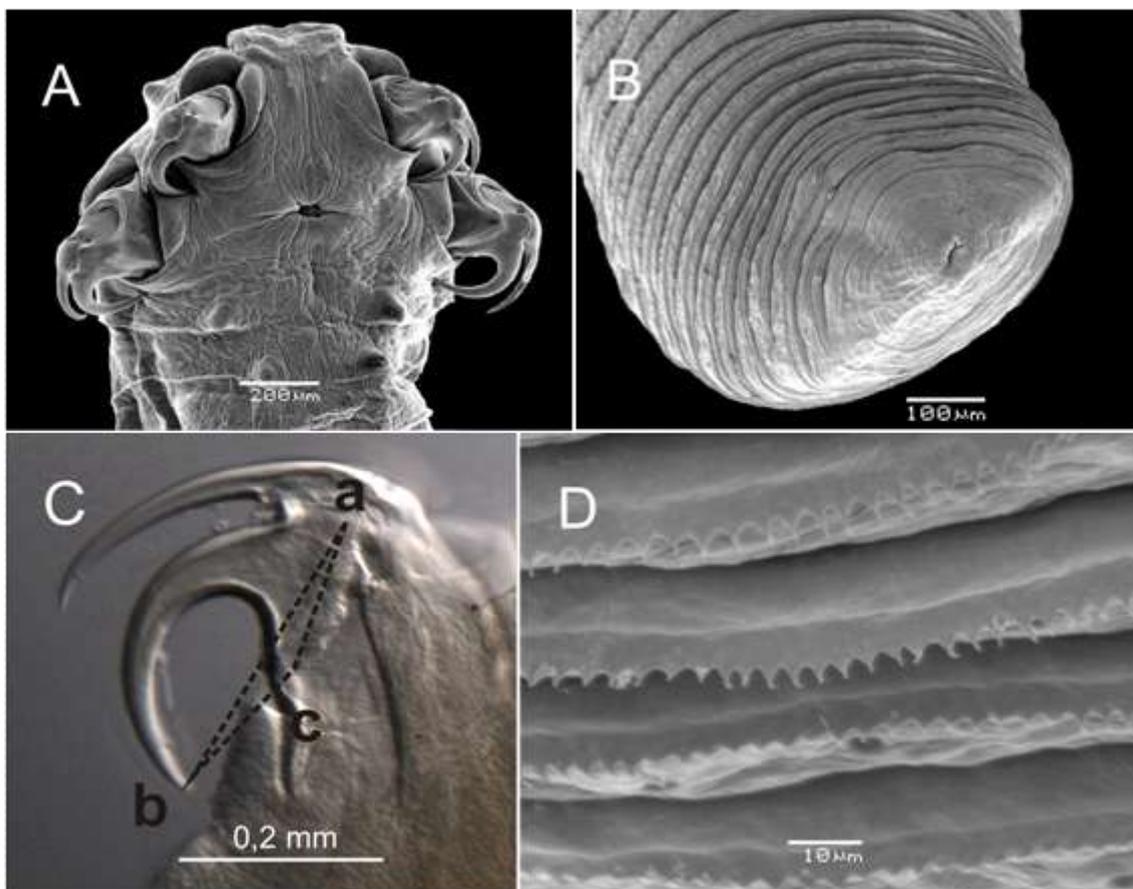


Figura 7. Micrografia eletrônica de varredura (A, B e D) e em microscópio de luz (C) de *Leiperia gracile* parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista ventral, região anterior de *L. gracile*; B = região posterior; C = detalhe dos ganchos duplos; (ab) = lâmina do gancho, (ac) = base do gancho, (bc) = distância da base a extremidade do gancho; D = detalhe dos espinhos na borda dos anéis.

Sebekidae Sambon, 1922

***Sebekia* Sambon, 1922**

Sebekia oxycephala (larva) Diesing, 1835 (Figura 8)

Descrição baseada em 10 espécimes: corpo com extremidades anterior e posterior arredondadas, 6,7 (5,136-9,463) comprimento, 0,832 (0,68-1,03) largura; na extremidade anterior há dois pares de ganchos (Figura 8-A), cada par com um gancho principal maior e outro acessório menor; no par de ganchos anterior, os ganchos principais mediram 0,084 (0,061-0,125) comprimento total e os ganchos acessórios 0,071 (0,048-0,113) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,073

(0,057-0,102), base do gancho (ac)=0,046 (0,028-0,079), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,036 (0,026-0,047) (Figura 8-B); no par posterior, os ganchos principais e acessórios mediram respectivamente, 0,086 (0,06-0,121) e 0,067 (0,034-0,102) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,08 (0,059-0,102), base do gancho (ac)=0,048 (0,038-0,06), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,052 (0,03-0,088); abertura bucal situado entre os pares de ganchos 0,134 (0,115-0,16) comprimento, 0,066 (0,047-0,078) largura; corpo com número médio de 63 (56-75) anéis; espinhos nítidos em fileiras contínuas nos bordos dos anéis (Figura 8-C) 0,022 (0,017-0,025) comprimento; ânus posterior, terminal.

Local de infecção: cavidade corporal

Prevalência: 29,61%

Intensidade média: $2,33 \pm 1,70$

Abundância média: $0,69 \pm 1,41$

Amplitude: 1-8

Material examinado: CHIOC 32.445, hospedeiro: *Pygocentrus nattereri*, rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil; CHIOC 32.447, hospedeiro: *Pseudoplatystoma corruscans*, rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Comentários: as medidas de *S. oxycephala* são semelhantes aquelas relatadas por Rego e Eiras (1989), principalmente em relação às medidas das dimensões corporais, comprimento dos ganchos e número de anéis. Estes mesmos autores descreveram as larvas de *S. oxycephala* nos peixes *Pseudoplatystoma corruscans* e *P. nattereri* (= *Serrasalmus nattereri*). Alguns espécimes coletados foram comparados com os espécimes depositados na CHIOC. Alguns destes exemplares, montados em lâminas, estavam em más condições de visualização, contudo alguns caracteres foram possíveis de comparação e foi possível perceber semelhanças nas dimensões corporais, número de anéis, formato dos ganchos e da abertura bucal.

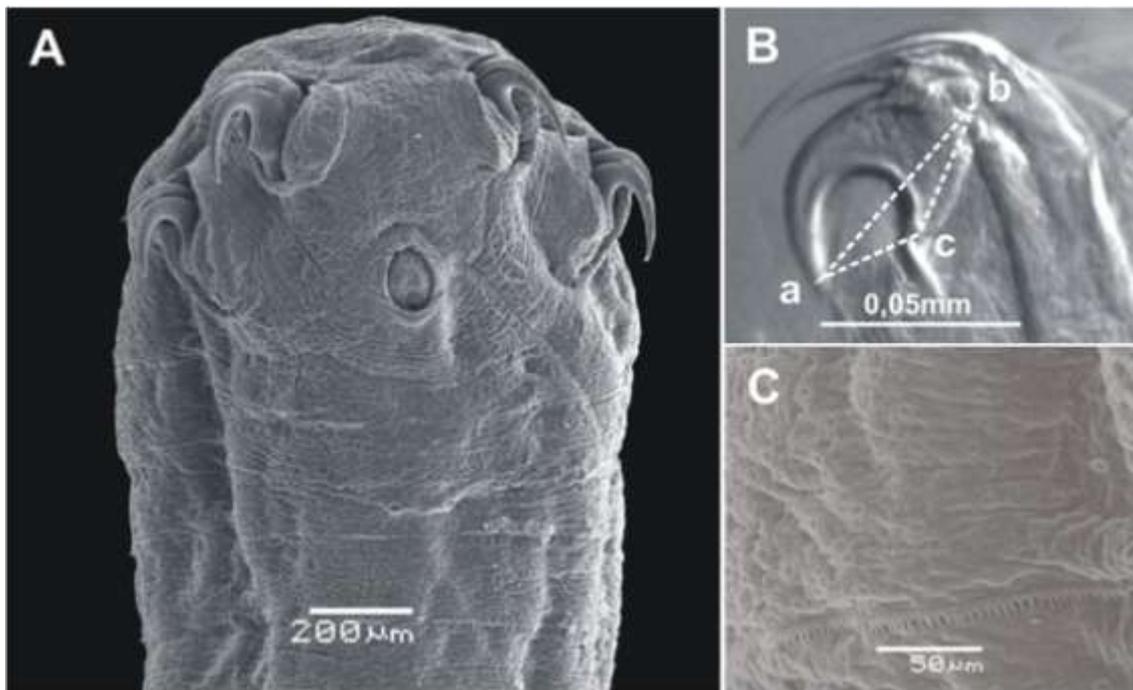


Figura 8. Micrografia eletrônica de varredura de *Sebekia oxycephala* parasito em *Serrasalmus marginatus* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista ventral, região anterior; B = ganchos duplos da larva, (ab) = lâmina do gancho, (ac) = base do gancho, (bc) = distância da base à extremidade do gancho; C = detalhe dos espinhos na borda dos anéis.

Família Subtriquetridae Fain, 1961

Gênero *Subtriquetra* Sambon, 1922

Subtriquetra sp. 1 (larva) (Figura 9-A)

Descrição baseada em 10 espécimes: coloração vermelho claro quando no hospedeiro. Corpo elíptico, dorsalmente achatado e ventralmente convexo. Porção anterior mais larga que a porção posterior. Presença de duas papilas ventrais, simétricas na região anterior. Corpo 2,10 (1,562-2,528) comprimento, 0,651 (0,556-0,779) largura máxima. Na porção anterior há dois pares de ganchos, par de ganchos anterior 0,164 (0,129-0,206) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,151 (0,111-0,201), base do gancho (ac)=0,109 (0,073-0,138), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,076 (0,054-0,092) (Figura 9-B); par de ganchos posterior 0,174 (0,131-0,22) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,162 (0,122-0,213), base do gancho (ac)=0,107 (0,076-0,126), distância da base à extremidade da lâmina (bc)=0,08 (0,057-0,107). Abertura bucal situada entre o primeiro

par de ganchos 0,128 (0,112-0,141) comprimento, 0,068 (0,057-0,078) largura. O corpo possui fileiras contínuas de espinhos nos bordos dos anéis, com exceção nos dois ou três primeiros anéis. O número médio de anéis no corpo 30 (28-33) com espinhos medindo 0,025 (0,022-0,029) comprimento. Células clorídricas dispostas em uma única fileira em cada anel (Figura 9-C).

Local de infecção: bexiga natatória

Prevalência: 6,58%

Intensidade média: $1,5 \pm 1,26$

Abundância média: $0,09 \pm 0,48$

Amplitude: 1-5

Material examinado: CHIOC 17.797, hospedeiro: *Hoplias malabaricus*, Lagoa Juparanã, Espírito Santo, Brasil; CHIOC 11.424, hospedeiro: *Pygocentrus nattereri*, rio Salobra, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Subtriqueta sp. 2 (larva) (Figura 9-D)

Descrição baseada em 10 espécimes: corpo elíptico, ligeiramente achatado. Coloração esbranquiçada quando no hospedeiro. Porção anterior mais larga que a porção posterior. Presença de duas papilas ventrais, simétricas na região anterior. Corpo 2,56 (2,93-3,21) comprimento, 0,891 (0,781-1,08) largura máxima. Na extremidade anterior há dois pares de ganchos, o par de ganchos anterior mediu 0,211 (0,176-0,251) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,197 (0,164-0,231), base do gancho (ac)=0,14 (0,115-0,153), distância da base à extremidade da lâmina do gancho (bc)=0,086 (0,077-0,101); o par de ganchos posterior mediu 0,199 (0,157-0,253) comprimento total; comprimento da lâmina do gancho (ab)=0,191 (0,154-0,237), base do gancho (ac)=0,133 (0,113-0,157), distância da base à extremidade da lâmina (bc)=0,082 (0,066-0,098). Abertura bucal situada entre o primeiro par de ganchos com 0,153 (0,125-0,175) comprimento, 0,097 (0,083-0,110) largura. O corpo possui fileiras contínuas de espinhos nos bordos dos anéis, com exceção nos dois ou três primeiros anéis. O número médio de anéis no corpo 30 (28-34) com espinhos medindo 0,029 (0,028-0,032) comprimento. Células clorídricas dispostas em uma única fileira em cada anel.

Local de infecção: bexiga natatória.

Prevalência: 22,37%

Intensidade média: $2,5 \pm 2,86$

Abundância média: $0,55 \pm 1,69$

Amplitude: 1-15

Material examinado: CHIOC 17.797, hospedeiro: *Hoplias malabaricus*, Lagoa Juparanã, Espírito Santo, Brasil; CHIOC 11.424, hospedeiro: *Pygocentrus nattereri*, rio Salobra, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Comentários: as características observadas nestes dois morfotipos estão de acordo com as características que definem o gênero *Subtriqueta* descritas por Junker e Boomker (2006): corpo elíptico ventralmente achatado com margens aplainadas, boca arredondada disposta entre dois pares de ganchos simples, delgados, curvados e nitidamente direcionados.

No *check-list* elaborado por Junker e Boomker (2006) é mencionado uma série de espécies de jacarés e crocodilos como hospedeiros definitivos para as espécies de *Subtriqueta*. Contudo, trabalhos relacionados à descrição e registros de espécies de *Subtriqueta* em fase larval parasitando peixes são raros, o que impossibilitou a determinação específica dos indivíduos relatados neste trabalho. A maioria dos registros em peixes foi realizada no continente africano por Junker et al. (1998) e Luus-Powell et al. (2008). No Brasil, formas larvais foram registradas em *Hoplias malabaricus* por Travassos e Freitas (1940).

A diferenciação entre os dois morfotipos foi possível devida à morfometria distinta entre eles. As dimensões da boca, dos ganchos, dos espinhos e do corpo de *Subtriqueta* sp. 2 são superiores as dimensões de *Subtriqueta* sp. 1. Devida a estas diferenças dos espécimes, eles foram considerados morfoespécies distintas.

Alguns exemplares coletados foram comparados com os espécimes do gênero *Subtriqueta* depositados na CHIOC e apresentaram semelhanças quanto ao formato e dimensões do corpo, abertura bucal, formato e disposição dos ganchos e presença de papilas ventrais na região anterior do corpo.

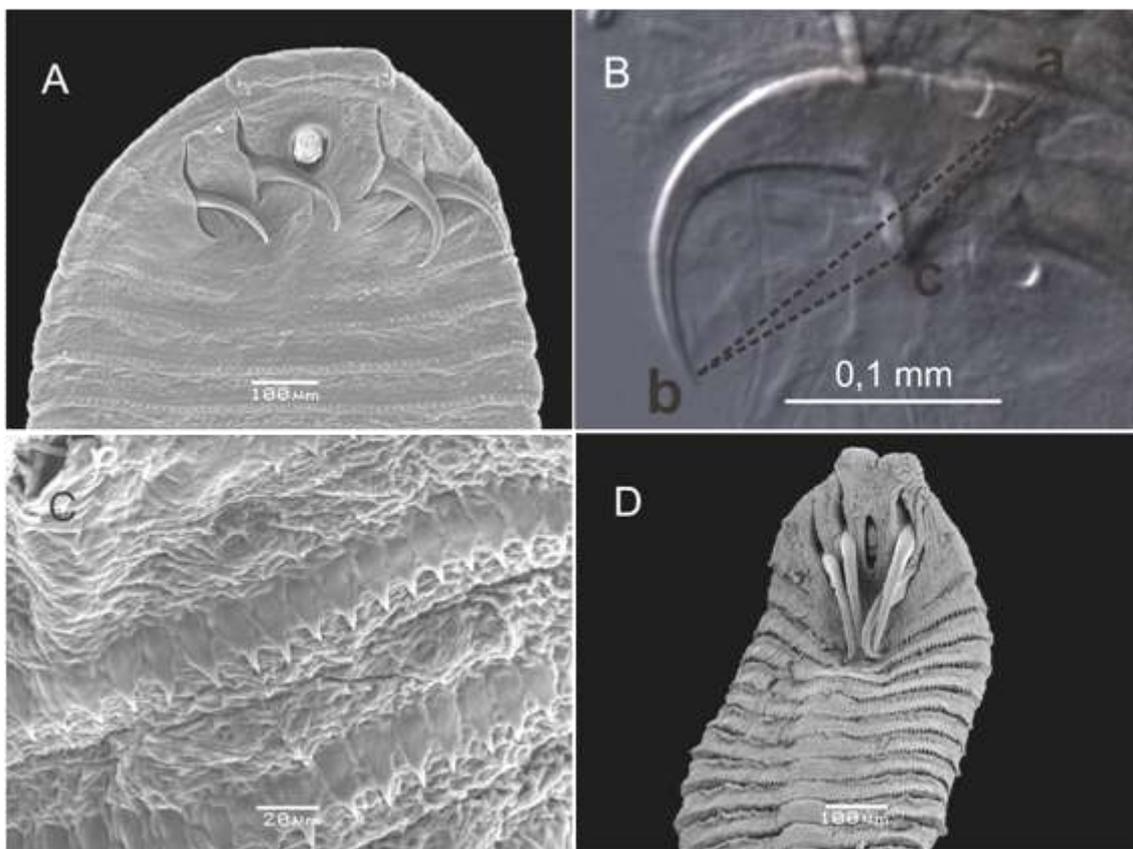


Figura 9. Micrografia eletrônica de varredura (A, C e D) e em microscópio de luz (C) de *Subtriquetra* sp. parasito em *Pygocentrus nattereri* capturada no rio Negro, Pantanal, Brasil. A = vista ventral, região anterior de *Subtriquetra* sp. 1; B = gancho simples, (ab) = lâmina do gancho, (ac) = base do gancho, (bc) = distância da base a extremidade do gancho; C = detalhe dos espinhos e células clorídricas; D = vista ventral região anterior de *Subtriquetra* sp 2.

Peixes são os vertebrados que apresentam elevados níveis de parasitismo devido à facilidade de transmissão e dispersão de parasitos nos ambientes aquáticos (MALTA, 1984). Para estudos de endoparasitos, o hábito alimentar do hospedeiro é uma característica a ser considerada (DOGIEL, 1961). A maioria dos metazoários endoparasitos de *P. nattereri* foi composta por espécies em estágio larval de desenvolvimento, com exceção para Philometridae gen. sp., *P. (S.) inopinatus* e *E. paranensis*. O hábito alimentar piscívoro de *P. nattereri* (RESENDE, 2000), indica que esta espécie ocupa uma posição de topo da cadeia trófica em ambiente aquático; contudo quando considerado o ambiente como um todo, ela pode ocupar uma posição intermediária, uma vez que serve de alimento a outros vertebrados terrestres, como

jacarés (SAZIMA; MACHADO, 1990). Isto pode explicar a presença de espécimes em estágios larvais e adultos (MOREIRA et al., 2005).

O nematoda *Contracaecum* sp. em fase larval utiliza o peixe como hospedeiro intermediário ou paratênico, sendo registrado em muitas espécies de peixes (MORAVEC, 1998). Durante a fase adulta, são encontrados, preferencialmente em aves piscívoras (TORRES et al., 2000). Adultos de *Brevimulticaecum* são encontrados parasitando crocodilianos, raias e raramente peixes (BRUCE et al., 1994).

Entre as 11 espécies registradas em *P. nattereri* quatro ocorreram em baixa prevalência na população hospedeira. Baixas prevalências podem ser explicadas pelas baixas oportunidades de transmissão, probabilidade de infecção dos hospedeiros e diferenças nas suscetibilidades entre os indivíduos da população hospedeira (KENNEDY, 1990; PAVANELLI, et al., 2004).

As referências da taxonomia dos espécimes de Sebekidae são raras, principalmente em fase larval, e de acordo com os históricos apresentados por alguns autores, a taxonomia destes é objeto de muita discussão (REGO, 1979; REGO et al., 1987). Rego e Eiras (1989) examinaram espécimes larvais de *S. oxycephala* e *L. gracile* em peixes e alertaram que as formas larvais são aparentemente semelhantes e podem causar confusões na sua identificação, mas chamam a atenção para as maiores dimensões do corpo, dos ganchos e maior número de anéis em *L. gracile* (mais de 100 anéis). Reforçam ainda que com estas descrições, as duas espécies ficam muito bem caracterizadas na fase larval. Estas diferenças também foram observadas no presente estudo, corroborando as informações fornecidas por Rego e Eiras (1989).

Informações sobre metazoários endoparasitos na região do Pantanal são insuficientes para comparações sobre a descrição de algumas espécies registradas neste trabalho, demonstrando a necessidade de mais estudos sobre a parasitofauna em peixes da região. O presente levantamento destaca assim o primeiro registro de metacercária progenética, Philometridae gen. sp., *Brevimulticaecum* sp. *E. paranensis* e *L. gracile* parasitando *P. nattereri*.

Referências Bibliográficas

- ABDALLAH, V.D.; AZEVEDO, R.K.; LUQUE, J.L. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do tamboatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriforme: Callichthyidae) do rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 28, n. 4, p. 413-419, 2006.
- BARROS, L.A.; FILHO, J.M.; OLIVEIRA, R.L. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 1, p. 55-57, 2006.
- BEHR, E.; SIGNOR, C.A. Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, v. 98, n. 4, p. 501-507, 2008.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. *Peixes do Pantanal: manual de identificação*. Brasília: Embrapa, 2007. 227 p.
- BRUCE, N.L.; ADLARD, R.D.; CANNON, L.R.G. Synoptic checklist of ascaridoid parasites (Nematoda) from fish hosts. *Invertebrate Taxonomy*, v. 8, p. 583-674, 1994.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, v. 83, p. 575-583, 1997.
- CARVALHO, L.N.; ARRUDA, R.; DEL-CLARO, K. Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 2, n. 2, p. 93-98, 2004.
- CARVALHO, L.N.; DEL-CLARO, K.; TAKEMOTO, R.M. Host-parasite interaction between branchiurans (Crustacea: Argulidae) and piranhas (Osteichthyes: Serrasalminae) in the Pantanal wetland of Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 67, n. 2, p. 289-296, 2003.
- DOGIEL, V.A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V.A.; PETRUSHEVSKI, G.K.; POLYANSKY, Y.I. (Eds.). *Parasitology of fishes*. 1st ed. London: Leningrad University Press, 1961. p. 1-47.
- DUPPONCHELLE, F.; LINO, F.; HUBERT, N.; PANFILI, J.; RENNO, J. F.; BARAS, E.; TORRICO, J. P.; DUGUE, R.; NUÑEZ, J. Environment-related life-history

- trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*, v. 71, p. 1113–1134, 2007.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2006. 171 p.
- FINK, W.L. Revision of the Piranha Genus *Pygocentrus* (Teleostei, Characiformes). *Copeia*, v. 3, p. 665-687, 1993.
- GIBSON, D.I.; JONES, A.; BRAY, R.A. *Keys to the trematoda*. vol. I, London: The Natural History Museum, 2002. 544 p.
- GUIDELLI, G.M. 2006. *Comunidades parasitárias em espécies de peixes congêneras de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do Alto rio Paraná*. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- GUIDELLI, G.M.; ISSAC, A.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the Baía river, Upper Paraná River floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, n. 2, p. 261-268, 2003.
- GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W.L.G.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 28, n. 3 p. 281-290, 2006.
- HOFFMANN, R.P. *Diagnóstico de parasitismo veterinário*. Porto Alegre: Ed. Sulina, 1987. 156 p.
- JUNKER, K.; BOOMKER, J. A chek-list of the pentastomid parasites of crocodylians and freshwater chelonians. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 73, p. 27-36, 2006.
- JUNKER, K.; BOOMKER, J.; BOOYSE, D.G. Pentastomid infection in cichlid fishes in the Kruger National Park and the description of the infective larva of *Subtriquetra rileyi* n. sp. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 65, p. 159-167, 1998.
- KENNEDY, C.R. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages?. In: ESCH, G.W.; BUSH, A.O.; AHO J.M. *Parasite Communities: Patterns and Processes*. London: Chapman and Hall, 1990. p. 131-156.

- LACERDA, A.C.F.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G. List of species: Digenea, Nematoda, Cestoda, and Acanthocephala, parasites in Potamotrygonidae (Chondrichthyes) from the upper Paraná River floodplain, states of Paraná and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, v. 4, n. 2, p. 115–122, 2008.
- LEFEBVRE, F.; POULIN, R. Progenesis in digenean trematodes: a taxonomic and synthetic overview of species reproducing in their second intermediate hosts. *Parasitology*, v. 130, n. 6, p. 587-605, 2005.
- LUUS-POWELL, W.J.; JOOSTE, A.; JUNKER, K. Pentastomid parasites in fish in the Olifants and Incomai River systems, South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 75, p. 323-329, 2008.
- MACHADO FILHO, D.A. “Echinorhynchidae” do Brasil. I. Três espécies novas de *Echinorhynchus* Zoega in Müller, 1776 e redescrição de *Echinorhynchus jucundus* Travassos, 1923. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 8, n. 2, p. 265-273, 1948.
- MACHADO FILHO, D.A. Echinorhynchidae do Brasil. II. Nova espécie do gênero *Echinorhynchus* Zoega in Müller, 1776. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 57, n. 2, p. 195-197, 1959.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. 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*, v. 3, n. 2, p. 143-148, 1994.
- MALTA, J.C.O. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia da Amazônia Central (Lago Janauacá Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amazonica*, v. 14, p. 355-372, 1984.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; FENERICK, J.J. Larval *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerthrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhao, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 127, p. 51-59, 2005.
- MORAVEC, F. *Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region*. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, 1998. 464 p.
- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M. Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. *Folia Parasitologica*, v. 40, n. 115-134, 1993.
- MORAVEC, F.; PROUZA, A.; ROVERO, R. Some nematode of freshwater in Venezuela. *Folia Parasitologica*, v. 44, p. 3-47, 1997.

- MOREIRA, S.T.; ITO, K.F.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Ecological aspects of the parasites of *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae) in reservoirs of Paraná basin and upper Paraná floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 27, n. 4, p. 317-322, 2005.
- OLIVEIRA, R.D.O.; NOGUEIRA, F.M.B. Characterization of the fishes and of subsistence fishing in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 435-445, 2000.
- PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M.A.P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). *The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Netherlands: Backhuys Publishers, Leiden, 2004. p. 309-329.
- PINTO, R.M.; FABIO, S.P.; NORONHA, D.; ROLAS, F.J.T. *Procamallanus* Brasileiros – Parte I (Nematoda, Camallanoidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 72, p. 205-211, 1974.
- PINTO, R.M.; NORONHA, D. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais, com chave para determinação das espécies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 74, p. 323-339, 1976.
- POULIN, R.; MORAND, S. The diversity of parasites. *The Quarterly Review of Biology*, v. 75, n.3, p. 277-293, 2000.
- REGO, A.A. Contribuição ao conhecimento dos helmintos de raias fluviais Paratrygonidae. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 39, n. 4, p. 879-890, 1979.
- REGO, A.A.; EIRAS, J. Identificação das larvas de *Sebekia* e *Leiperia* (Pentastomida) histopatologia em peixes de rios. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 49, n. 2, p. 591-595, 1989.
- REGO, A.A.; SCHAEFFER, G.; STRUSSMAN, C. *Leiperia gracile* (Diesing, 1835) pentastomid parasite from trachea of South American alligator, *Caiman crocodilus*. Taxonomy and pathogenic action. *Ciência e Cultura*, v. 39, n. 9, p. 864-867, 1987.
- RESENDE, E.K. Trophic structure of fish assemblages in the lower Miranda river, pantanal, Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 389-403, 2000.
- SAZIMA, I.; MACHADO, F.A. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 28, p. 17-31, 1990.

- SPRENT, J.F.A. Some ascaridoid nematodes of fishes: Heterochelinae. *Systematic Parasitology*, v. 16, p. 149-161, 1990.
- TORRES, P.; VALDIVIESO, J.; SCHALTTER, R.; MONTEFUSCO, A.; REVENGA, J.; MARÍN, F.; LAMILLA, J.; RAMALTO, G. Infection by *Contracaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in the Neotropical cormorant *Phalacrocorax brasilianus*, and fishes from the estuary of the Valdivia river, Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 35, n. 2, p. 101-108, 2000.
- THATCHER, V.E. *Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites*. vol. I, 2nd ed., Sofia: Pensoft, 2006. 508 p.
- TRAVASSOS, L.; FREITAS, J.F.T. Pesquisas Helminológicas – II. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 35, n. 3, p. 610-633, 1940.
- VITAL, J.F. *Diversidade de parasitas de Pygocentrus nattereri (Kner, 1858) (Characiformes: Characidae) durante o ciclo hidrológico em um lago de várzea e seu potencial como indicadora da qualidade ambiental*. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.

CAPÍTULO 3: Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* (Characiformes, Serrasalminae) no rio Negro, Pantanal, Brasil

Composition and structure of endoparasites metazoan infracommunities of *Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus marginatus* (Characiformes, Serrasalminae) in the Negro river, Pantanal, Brasil

Wagner Vicentin¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. email: wagnervicentin.bio@hotmail.com

Abstract

Two hundred and forty-three specimens of piranhas, 152 of *Pygocentrus nattereri* and 91 of *Serrasalmus marginatus*, caught from October/2007 to August/2008, from Negro river (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), in the Nhecolândia region, at central portion of Pantanal wetland, in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. The specimens were necropsied to study their metazoan endoparasites. The parasites communities of piranhas were composed by absence of central species, low prevalence and low abundances to the most of parasite species. Eleven species of parasites were recorded from *P. nattereri* and seven species to *S. marginatus*, six species were common to both host species, three of them showed significant differences among their abundances and prevalence. *Contraecaecum* sp. was the most dominant species with the highest parasitic prevalence, while *Brevimulticaecum* sp. was the species with the greater mean abundance in the both host species. Mean total abundance, species richness, diversity and parasitic uniformity values were significantly higher in *P. nattereri*. The two infracommunities were formed by two distinct groups marked by quantitative differences among shared parasite species in the both host species, evidencing that behavior differences and distinct ecological requirements between *P. nattereri* and *S. marginatus* can be determining the differences in the structure of endoparasites metazoan communities of both host species.

Key-words: parasite ecology, freshwater fish, piranha, parasites metazoan

Resumo

Duzentos e quarenta e três espécimes de piranhas, 152 de *Pygocentrus nattereri* e 91 de *Serrasalmus marginatus*, foram capturados entre outubro de 2007 a agosto de 2008, provenientes do rio Negro (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), sub-região da Nhecolândia, porção central do Pantanal, MS, Brazil. Os espécimes foram necropsiados para estudo de seus metazoários endoparasitos. As comunidades parasitárias das piranhas foram compostas por ausência de espécies centrais, baixas prevalências e baixas abundâncias para a maioria das espécies de parasitos. Foram registradas 11 espécies de parasitos para *P. nattereri* e sete para *S. marginatus*, sendo que seis espécies foram comuns às duas espécies de hospedeiros, destas, três espécies apresentaram diferenças significativas entre suas abundâncias e prevalências. *Contracaecum* sp. foi a espécie com maior prevalência e índice de dominância, enquanto *Brevimulticaecum* sp. foi a espécie com maior abundância média em ambos os hospedeiros. Os valores de abundância total média, riqueza parasitária, diversidade e uniformidade parasitária média foram significativamente maiores em *P. nattereri*. As duas infracomunidades formaram dois grupos distintos marcados por diferenças quantitativas entre as espécies de parasitos compartilhadas pelas duas espécies de hospedeiros, evidenciando que diferenças comportamentais e requerimentos ecológicos distintos entre *P. nattereri* e *S. marginatus* podem estar determinando as diferenças na estrutura da comunidade de metazoários endoparasitos de ambos os hospedeiros.

Palavras-chave: ecologia parasitária, peixe de água doce, piranha, metazoários parasitos

Introdução

A compreensão das relações ecológicas entre espécies pode esclarecer uma parte fundamental da biologia destas populações (BEGON et al., 2006). Dentre as relações ecológicas, o parasitismo tem grande importância, pois cada espécie de vida livre alberga pelo menos uma espécie de parasito (POULIN; MORAND, 2000).

Entre os vertebrados, peixes são muito propensos a serem parasitados devido à facilidade de transmissão e dispersão de parasitos em ambientes aquáticos (MALTA, 1984). Nas relações parasito-hospedeiro, os complexos ciclos de vida podem fornecer informações dos diferentes aspectos da biologia de seus hospedeiros, tais como dieta, migração, recrutamento, distinção de populações e filogenia das espécies de hospedeiros

(WILLIAMS et al., 1992). O sucesso da associação entre hospedeiros e parasitos depende do grau de adaptação dos organismos envolvidos, visto que um parasito dispõe de um micro-ambiente direto, o hospedeiro como *habitat* e de um macro-ambiente indireto, o *habitat* do hospedeiro (DOGIEL, 1961).

Pesquisas têm demonstrado que, na relação parasito-hospedeiro, existem vários fatores que influenciam na estrutura e composição das comunidades de parasitos em peixes. Dentre estes fatores, a composição da fauna de endoparasitos é altamente influenciada pelo hábito alimentar do hospedeiro (HOLMES, 1990). O sexo do hospedeiro também pode influenciar o nível do parasitismo através de possíveis diferenças hormonais entre os sexos (POULIN, 1996; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2000). Modificações no crescimento do peixe, enquanto hospedeiro, são determinantes na mudança de sua biologia em relação aos níveis tróficos (composição e volume da dieta), o que pode refletir na composição da fauna de parasitos, principalmente endoparasitos que são adquiridos troficamente (LUQUE et al., 1996).

Os peixes caracídeos da subfamília Serrasalminae, conhecidos popularmente como piranhas, são endêmicos na região Neotropical (ORTÍ et al., 1996). Constituem um grupo com 80 espécies classificadas em 15 gêneros, sendo o gênero *Serrasalmus* o mais representativo, com 28 espécies, enquanto *Pygocentrus* apresenta apenas quatro espécies (JÉGU, 2003). No domínio fluvial do alto rio Paraguai – Pantanal, são conhecidas três espécies de Serrasalminae, *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858), *Serrasalmus marginatus* (Valenciennes, 1837) e *S. maculatus* (Kner, 1858) (BRITSKI et al., 2007). Estudos sobre aspectos biológicos revelaram que *P. nattereri* é uma espécie de hábito gregário, que forma cardumes com 20 a 30 indivíduos durante o dia. Durante a noite podem ocorrer comportamentos agonísticos intra e interespecíficos entre os indivíduos maiores (SAZIMA; MACHADO, 1990). *Pygocentrus nattereri* tem sua dieta baseada principalmente em peixes (RESENDE, 2000; BEHR; SIGNOR, 2008), embora outros itens sejam registrados em menores frequências tais como vegetais, insetos, crustáceos, aranhas e escamas de répteis (PIORSKI et al., 2005; CARVALHO et al., 2007; BEHR; SIGNOR, 2008). Por sua vez, *S. marginatus* apresenta preferência alimentar por nadadeiras e músculos de peixes (PERETTI; ANDRIAN, 2004; CARVALHO et al., 2007), tem hábito solitário e estabelece territórios alimentares de 3 a 4 m², alimenta-se principalmente durante a luz do dia e indivíduos maiores estendem o forrageamento até o entardecer, durante a noite

costumam se abrigar entre a vegetação. Também pode utilizar táticas de emboscada para se alimentar (SAZIMA; MACHADO, 1990).

O pantanal é caracterizado como ambiente de domínio fluvial do alto rio Paraguai, constitui-se em uma extensa e baixa planície no Brasil central com aproximadamente 150.000 Km² de superfície (CECCARELLI et al., 2006). Quando nas enchentes excepcionais, cerca de 80.000 km² de terras ficam alagadas (VALVERDE, 1972). Em planícies de inundação, a grande diversidade de habitats e organismos encontrados produzem uma situação complexa para o estudo de suas relações ecológicas, uma vez que o período de inundação provoca mudanças no ambiente, com modificações no habitat, na disponibilidade de alimento, no comportamento alimentar das espécies e na composição da parasitofauna do peixe (MACHADO et al., 1996). Estas mudanças incluem conseqüentemente alterações nas condições fisiológicas e biológicas dos organismos locais e na relação parasito-hospedeiro (PAVANELLI et al., 2004).

A rede hidrográfica do Pantanal, com sua grande variedade de espécies de peixes teleósteos, dispõem de poucos estudos dos aspectos ecológicos relacionados à parasitofauna destes vertebrados aquáticos, incluindo *P. nattereri* e *S. marginatus*. A maioria dos trabalhos para estas espécies foi de cunho taxonômico, relacionados principalmente aos ectoparasitos ou foram realizados em outras bacias hidrográficas. Desta forma, levando em consideração o hábito alimentar piscívoro (RESENDE, 2000) e a simpatria destas duas espécies na região do Pantanal, o objetivo do presente trabalho foi identificar a estrutura e a composição das espécies de metazoários endoparasitos e comparar as principais características das infrapopulações e infracomunidades de endoparasitos em *P. nattereri* e *S. marginatus*.

Material e Métodos

Área de estudo, características e processamento dos hospedeiros

Indivíduos de *P. nattereri* e *S. marginatus* foram capturados com a utilização de tarrafas de diferentes malhagens e anzóis. Os peixes foram identificados de acordo com Britski et al. (2007). As coletas foram realizadas entre o período de outubro de 2007 a agosto de 2008, a cada dois meses, na calha principal do trecho médio do rio Negro (19° 34' 29,2" S e 56° 14' 37,1" W), afluente do rio Paraguai, sub região da Nhecolândia, porção central do Pantanal, Aquidauana, MS, Brasil. Após a identificação

dos hospedeiros, os dados referentes ao peso (g), comprimento padrão (cm) e sexo foram registrados.

Coleta, processamento e identificação dos parasitos

Para coleta dos metazoários endoparasitos, os peixes foram abertos através de uma incisão ao longo da linha média ventral, começando pela região anterior do ânus e prolongando até a região anterior do corpo. Todos os órgãos e cavidade visceral foram examinados à procura de endoparasitos, sob estereomicroscópio em placas de Petri contendo solução fisiológica a 0,65%. Após os exames físicos, os órgãos foram submetidos ao procedimento de digestão em pepsina ácida a 0,5%, preparada com modificações de acordo com Hoffmann (1987), para recuperação de formas parasíticas encistadas. Os procedimentos de coleta, preparação e conservação dos parasitos seguiram as técnicas descritas por Eiras et al. (2006).

Os parasitos foram identificados segundo Machado Filho (1948, 1959), Rego (1979), Rego e Eiras (1989), Junker et al. (1998), Moravec (1998), Gibson et al. (2002) e Thatcher (2006).

Análise das infrapopulações parasitárias

Os índices ecológicos parasitários tais como prevalência, abundância média e intensidade média foram determinados de acordo com Bush et al. (1997). As análises seguintes foram realizadas apenas para as espécies com prevalência $\geq 10\%$ (BUSH et al., 1990) e comuns a ambos os hospedeiros. Para as espécies de metazoários endoparasitos que foram comuns as duas espécies de hospedeiros, foram testadas suas possíveis diferenças na abundância e prevalência através do teste *U* de Mann-Whitney (com aproximação normal Z_c) e o teste Qui-quadrado, respectivamente. As espécies com prevalências superiores a 66% foram classificadas como centrais; entre 33 e 66%, secundárias e abaixo de 33% satélites, tal como proposto por Bush e Holmes (1986) baseados na denominação de Hanski (1982). Os cálculos da frequência de dominância e dominância relativa média (número de espécimes de uma espécie/número total de espécimes de todas as espécies de cada infracomunidade) foram feitos de acordo com Rohde et al. (1995). O índice de discrepância (*D*) e o índice de dispersão (*ID*) (quociente entre variância e abundância média parasitária) foram calculados para verificar o padrão de distribuição de cada infrapopulação de parasito (LUDWIG; REYNOLDS, 1988), usando o programa Quantitative Parasitology 3.0 (RÓLSZA et al.,

2000). Os termos espécie autogênicas, espécies que completam todo o seu ciclo de vida no ambiente aquático maturando em peixes, e espécies alogênicas, espécies que utilizam peixes como hospedeiros intermediários e maturam em vertebrados fora do ambiente aquático, foram utilizados de acordo Esch et al. (1988).

Foram testadas as possíveis correlações entre o comprimento dos hospedeiros e abundância parasitária através do coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s). O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para testar possíveis correlações entre o comprimento do hospedeiro, separados por amostras em classes de comprimento, e a prevalência parasitária, com prévia transformação angular dos dados de prevalência (ZAR, 1996). A influência do sexo dos hospedeiros sobre a abundância e também sobre a prevalência de infecção foi verificada, respectivamente, através do teste U de Mann-Whitney (com aproximação normal Z_c) e do teste G Log-likelihood (tabela de contingência 2x2) (ZAR, 1996). Possíveis diferenças no comprimento padrão médio entre as duas espécies de hospedeiros e entre os sexos foram verificadas pelo teste U de Mann-Whitney (com aproximação normal Z_c).

A relação entre os logaritmos do peso total (Pt) e o comprimento padrão (Cp) de cada peixe foi utilizada para estimar os valores dos coeficientes de regressão a e b . Os valores de a e b foram usados para estimar o peso corporal teoricamente esperado (Pe) através da equação: $Pe = a \cdot Pt^b$. O fator de condição relativo (Kn) foi calculado por meio do quociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado ($Kn = Pt/Pe$) de acordo com Le Cren (1951). O coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s) foi aplicado para identificar possíveis correlações entre os valores de Kn dos hospedeiros e a abundância parasitária. O teste U de Mann-Whitney (com aproximação normal Z_c) foi usado para verificar possíveis diferenças entre o Kn dos hospedeiros parasitados e não-parasitados.

Análise das infracomunidades parasitárias

Os descritores comunitários calculados foram: abundância total média, riqueza, diversidade e uniformidade parasitária média. A diversidade parasitária para cada infracomunidade foi calculada através do índice de Brillouin (H). Para cada infracomunidade também foi calculado o índice de uniformidade de Brillouin (J). Possíveis diferenças dos descritores comunitários entre as duas espécies de hospedeiros foram verificadas através do teste U de Mann-Whitney (com aproximação normal Z_c). Possíveis influências do comprimento padrão e do sexo dos hospedeiros sobre os

descritores comunitários foram verificadas através do coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s) e do teste U de Mann-Whitney, respectivamente.

A análise discriminante baseada na distância de Mahalanobis foi utilizada para detectar possíveis diferenças entre as duas amostras de hospedeiros (*P. nattereri* e *S. marginatus*) e para determinar quais espécies de metazoários parasitos foram responsáveis por estas diferenças (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). A análise discriminante foi realizada com os dados de abundância transformados ($\sqrt{x+1}$) para todas as espécies de metazoários parasitos coletados e em seguida somente para as espécies de parasitos que apresentaram prevalência maior ou igual a 10% em pelo menos uma das amostras de hospedeiros.

A terminologia ecológica usada foi recomendada por BUSH et al. (1997). O nível de significância estatística adotado foi de $P \leq 0,05$.

Resultados

Os comprimentos padrão médio de *P. nattereri* ($19,89 \pm 3,11$) e *S. marginatus* ($20,20 \pm 3,20$) não foram considerados significativamente diferentes ($Z(U) = 1,59$; $P = 0,06$). Foram examinados 88 fêmeas, 62 machos e 2 indivíduos não foram identificados o sexo em *P. nattereri*. A média do comprimento padrão para fêmeas foi de $20,26 \pm 2,95$ (11,8-26,5) e para machos foi de $19,45 \pm 3,19$ (11,4-26,8), sendo registrada diferença significativa de tamanho entre os sexos ($Z(U) = 1,98$; $P = 0,02$). Em *S. marginatus* foram examinados 67 fêmeas, 20 machos e 4 indivíduos não foram identificados o sexo. A média do comprimento padrão para fêmeas foi de $20,88 \pm 2,39$ (11,7-25) e para machos foi de $17,5 \pm 3,31$ (13-21,5), sendo registrada diferença significativa de tamanho entre os sexos ($Z(U) = 4,28$; $P < 0,01$).

Infrapopulações parasitárias

Foram coletados um total de 12 táxons de metazoários endoparasitos, 11 em *P. nattereri* e sete em *S. marginatus*. Seis espécies foram comuns aos dois hospedeiros: *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Brevimulticaecum* sp., *Contraecum* sp., *Subtriquetra* sp. 1, *Subtriquetra* sp. 2 e *Sebekia oxycephala* (Diesing, 1835). Cinco espécies foram exclusivas a *P. nattereri*: metacercária progenética, *Eustrongylides* sp., Philometridae gen. sp., *Echinorhynchus*

paranensis (Machado Filho, 1959) e *Leiperia gracile* (Diesing, 1835). Apenas uma espécie ocorreu exclusivamente em *S. marginatus*: metacercária do tipo *Diplostomulum*.

Entre as espécies comuns aos dois hospedeiros, *P. (S.) inopinatus*, *Contracaecum* sp. e *S. oxycephala* foram significativamente mais abundantes e *P. (S.) inopinatus*, *S. oxycephala* e *Subtriquetra* sp. 2 foram significativamente mais prevalentes em *P. nattereri* (Tabela 1).

De todas as espécies, *Contracaecum* sp. foi a mais prevalente e a única considerada secundária, sendo que nenhuma foi definida como central, e as demais foram caracterizadas como satélites em ambos os hospedeiros (Tabela 1). *Contracaecum* sp. apresentou a maior frequência de dominância e o maior valor de dominância relativa média em ambos os hospedeiros (Tabela 2), contudo para *Brevimulticaecum* sp. foram registrados os maiores valores de abundância e intensidade média (Tabela 1) e também foram registrados altos valores de dominância, em ambos os hospedeiros (Tabelas 2).

Embora tenham sido registradas mais espécies de parasitos para *P. nattereri*, as espécies metacercária (progenética), *Philometridae* gen. sp., *Eustrongylides* sp. e *E. paranensis* ocorreram menos de duas vezes na população de hospedeiro, representando entre 0,66 a 1,32% de prevalência e a metacercária tipo *Diplostomulum* ocorreu apenas uma vez em *S. marginatus*, representando 1,10% de prevalência (Tabela 1).

Tabela 1. Metazoários endoparasitos encontrados em *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008, com seus respectivos locais de infecção (LI), prevalências (P%), abundâncias médias (AM), intensidades médias (IM), amplitudes de variação (AV). (DP = desvio padrão; n = número total de hospedeiros).

Parasitos	LI	<i>Pygocentrus nattereri</i> (n = 152)				<i>Serrasalmus marginatus</i> (n = 91)			
		P%	AM±DP	IM±DP	AV	P%	AM±DP	IM±DP	AV
Digenea									
Metacercária (progenética)	mesentério	0,66	0,006 ±0,08	1	---	---	---	---	---
Metacercária tipo <i>Diplostomulum</i>	bexiga natatória	---	---	---	---	1,10	0,10±0,10	1	---
Nematoda									
<i>Procamallanus</i> (<i>S. inopinatus</i>)*•	ceco e intestino	22,37	0,36±0,82	1,64±0,98	1 - 5	5,49	0,05±0,22	1	---
Philometridae gen. sp.	cavidade corporal	0,66	0,006 ±0,08	1	---	---	---	---	---
<i>Eustrongylides</i> sp.	mesentério	1,32	0,013± 0,11	1	---	---	---	---	---
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	parede do estômago e mesentério	19,08	22,36±71,24	117,24±125,91	1 - 485	16,48	10,46±41,47	63,46±86,33	3-324
<i>Contracaecum</i> sp.*	parede do estômago, ceco e mesentério	61,84	3,55±7,94	5,75± 9,46	1 - 74	51,65	1,63±3,09	3,17±3,7	1-15
Acanthocephala									
<i>Echinorhynchus paranensis</i>	intestino	0,66	0,006± 0,08	1	---	---	---	---	---
Pentastomida									
<i>Leiperia gracile</i>	cavidade corporal	3,29	0,03±0,17	1	---	---	---	---	---
<i>Sebekia oxycephala</i> *•	cavidade corporal	29,61	0,69±1,41	2,33±1,70	1 - 8	7,69	0,10±0,40	1,42±0,53	1-2
<i>Subtriquetra</i> sp. 1	bexiga natatória	6,58	0,09±0,48	1,5±1,26	1 - 5	7,69	0,13±0,6	1,71±1,49	1-5
<i>Subtriquetra</i> sp. 2•	bexiga natatória	22,37	0,55±1,69	2,5±2,86	1 - 15	10,98	0,23±0,83	2,1±1,59	1-6

*diferenças significativas entre abundâncias (Z(U)); • diferenças significativas entre prevalências (χ^2); $P \leq 0,05$.

Tabela 2. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. (FD = Frequência de dominância, FC = Frequência de dominância compartilhada; DR = Dominância relativa média, DP = desvio padrão).

Parasitos	<i>Pygocentrus nattereri</i>			<i>Serrasalmus marginatus</i>		
	FD	FC	DR ± DP	FD	FC	DR ± DP
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	13	1	0,116±0,279	---	---	---
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	24	1	0,187±0,370	14	0	0,21±0,387
<i>Contracaecum</i> sp.	56	12	0,472±0,417	33	0	0,566±0,465
<i>Sebekia oxycephala</i>	12	9	0,118±0,245	---	---	---
<i>Subtriquetra</i> sp. 2	8	5	0,078±0,211	4	0	0,069±0,247

Levando em consideração $ID > 1$ e o valor de D próximo a 1, todas as espécies de parasitos, em ambos os hospedeiros, apresentaram o padrão de distribuição tipicamente agregado, com valores do índice de discrepância superiores a 0,74 (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de dispersão (ID) e índice de discrepância (D) dos metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008.

Parasitos	<i>Pygocentrus nattereri</i>		<i>Serrasalmus marginatus</i>	
	ID	D	ID	D
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	1,85	0,83	---	---
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	226,93	0,90	164,43	0,92
<i>Contracaecum</i> sp.	17,99	0,75	5,84	0,73
<i>Sebekia oxycephala</i>	1,85	0,83	---	---
<i>Subtriquetra</i> sp. 2	5,15	0,87	2,99	0,91

Três espécies de parasitos, *Contracaecum* sp., *Subtriquetra* sp.2 e *S. oxycephala*, apresentaram correlação positiva significativa de sua prevalência com o

comprimento padrão de *P. nattereri* e além destas, *Brevimulticaecum* sp. apresentou correlação positiva significativa de sua abundância com o comprimento padrão deste mesmo hospedeiro (Tabela 4). Entre as espécies mencionadas acima, com exceção de *S. oxycephala*, todas apresentaram correlação positiva significativa de sua abundância e prevalência com o comprimento padrão de *S. marginatus* (Tabela 4). O sexo em *P. nattereri* e *S. marginatus* não influenciou a prevalência e a abundância de nenhuma espécie de parasito (Tabela 5).

Tabela 4. Valores do coeficiente de correlação por postos de Spearman (*rs*) e do coeficiente de correlação de Pearson (*r*) para avaliar a possível relação entre a abundância e a prevalência de infecção, respectivamente, dos metazoários endoparasitos com o comprimento padrão de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. (P = nível de significância).

Parasitos	<i>Pygocentrus nattereri</i>				<i>Serrasalmus marginatus</i>			
	<i>Rs</i>	P	<i>r</i>	P	<i>rs</i>	P	<i>R</i>	P
<i>Procamallanus</i> (<i>S.</i>) <i>inopinatus</i>	-0,007	0,92	0,27	0,46	---	---	---	---
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	0,18	0,02*	0,27	0,47	0,26	0,01*	0,89	0,001*
<i>Contracaecum</i> sp.	0,32	< 0,01*	0,87	0,002*	0,32	<0,01*	0,75	0,01*
<i>Sebekia oxycephala</i>	0,18	0,02*	0,76	0,01*	---	---	---	---
<i>Subtriquetra</i> sp. 2	0,42	< 0,01*	0,96	< 0,01*	0,26	0,01*	0,81	<0,01*

*Valores significativos

Tabela 5. Valores do teste G log likelihood para comparação das prevalências dos metazoários endoparasitos e do teste *U* de Mann-Whitney para comparação da abundância do parasitismo entre os sexos de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. (Z_c = valor de aproximação normal da prova *U*; P = nível de significância).

Parasitos	<i>Pygocentrus nattereri</i>				<i>Serrasalmus marginatus</i>			
	G	P	Z_c	P	G	P	Z_c	P
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	26,539	0,1	1,328	0,09	---	---	---	---
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	16,135	0,2	0,87	0,19	10,239	0,31	0,524	0,29
<i>Contracaecum</i> sp.	0,402	0,52	0,599	0,27	0,849	0,35	0,706	0,24
<i>Sebekia oxycephala</i>	0,893	0,34	0,637	0,26	----	----	---	---
<i>Subtriquetra</i> sp. 2	0,669	0,41	0,538	0,29	50,040	0,06	0,907	0,18

* Valores significativos

Em *S. marginatus* não foi registrado correlação entre o fator de condição relativo (Kn) e a abundância parasitária. A abundância parasitária de *P. (S.) inopinatus* foi positiva e significativamente correlacionada com o Kn dos indivíduos de *P. nattereri* (Tabela 6). Não foi registrada diferença significativa entre o Kn médio dos espécimes parasitados e não parasitados de ambos os hospedeiros (Tabela 6).

Tabela 6. Valores do coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s) entre a abundância de metazoários endoparasitos e o fator de condição relativo e os valores do teste U de Mann-Whitney para comparação entre o fator de condição relativo (Kn) de indivíduos parasitados e não parasitados de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. (Z_c = valor de aproximação normal do teste U ; P = nível de significância).

Parasitos	<i>Pygocentrus nattereri</i>				<i>Serrasalmus marginatus</i>			
	R_s	P	Z_c	P	r_s	P	Z_c	P
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	0,191	0,01*	0,671	0,25	---	---	---	---
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	0,109	0,17	1,47	0,06	0,138	0,18	1,454	0,07
<i>Contraecaecum</i> sp.	-0,137	0,09	0,923	0,17	-0,100	0,34	0,881	0,18
<i>Sebekia oxycephala</i>	-0,036	0,65	0,377	0,35	---	---	---	---
<i>Subtriquetra</i> sp.2	0,033	0,67	0,74	0,22	0,053	0,61	0,463	0,32

*Valores significativos

Infracomunidades parasitárias

Foram coletados um total de 5.363 espécimes parasitos, 4.213 parasitando *P. nattereri*, com média de $27,71 \pm 72,21$ (0-491) por hospedeiro e 1.150 parasitando *S. marginatus*, com média de $12,63 \pm 42,5$ (0-331) por hospedeiro. Cento e vinte oito (84,21%) indivíduos de *P. nattereri* e 62 (68,13%) indivíduos de *S. marginatus* estavam parasitados por pelo menos uma espécie de metazoário endoparasito (Figura 1).

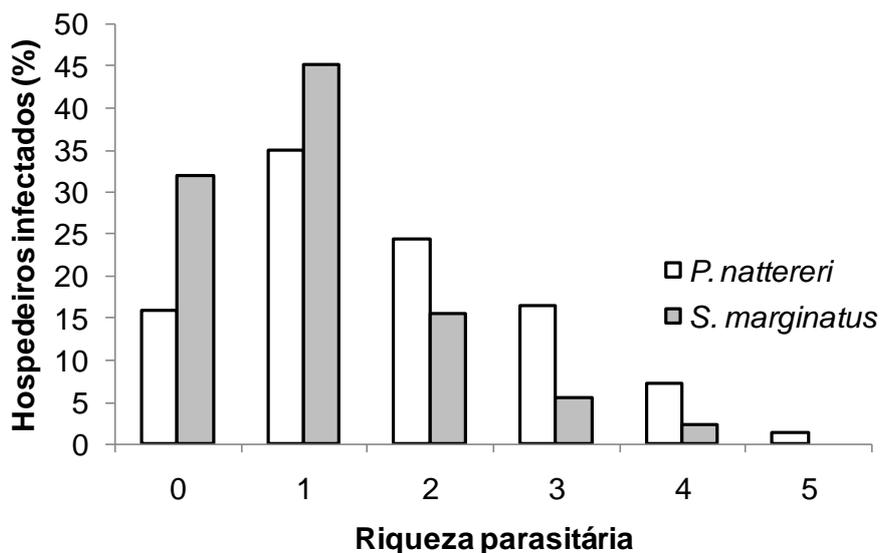


Figura 1. Distribuição da riqueza parasitária em *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008.

Os valores dos descritores comunitários dos metazoários endoparasitos (abundância total média, riqueza parasitária média, diversidade parasitaria média e uniformidade parasitária média) foram maiores em *P. nattereri* e apresentaram diferenças significativas entre as duas amostras de hospedeiros (Tabela 7). A abundância, a riqueza e a diversidade parasitária média apresentaram correlação positiva com o comprimento padrão de *P. nattereri*. Para *S. marginatus* somente a riqueza e a abundância média estiveram correlacionadas com o comprimento padrão (Tabela 8). O sexo de *P. nattereri* e *S. marginatus* não influenciou significativamente os descritores comunitários (Tabela 9).

Tabela 7. Abundância total média, riqueza parasitária média, diversidade parasitária média e uniformidade parasitária média de metazoários endoparasitos em *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. Comparação entre os descritores das infracomunidades de metazoários endoparasitos pelo teste *U* de Mann-Whitney. (Z_c = valor de aproximação normal do teste *U*; P = nível de significância; DP = desvio padrão).

Descritores	<i>P. nattereri</i>	<i>S. marginatus</i>	Z_c	P
Abundância total média \pm DP	27,71 \pm 72,21	12,63 \pm 42,50	3,951	<0,01*
Riqueza parasitária média \pm DP	1,68 \pm 1,20	1,01 \pm 0,94	4,221	<0,01*
Diversidade média \pm DP	0,102 \pm 0,113	0,04 \pm 0,08	3,204	<0,01*
Uniformidade média \pm DP	0,37 \pm 0,41	0,18 \pm 0,32	3,075	<0,01*

*Valores significativos

Tabela 8. Valores do coeficiente de correlação por postos de Spearman (*rs*) entre os descritores comunitários e o comprimento padrão de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* do rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. (P = nível de significância).

Descritores	<i>Pygocentrus nattereri</i>		<i>Serrasalmus marginatus</i>	
	<i>rs</i>	P	<i>rs</i>	P
Abundância parasitária	0,384	<0,01*	0,474	<0,01*
Riqueza parasitária	0,383	<0,01*	0,438	<0,01*
Diversidade parasitária	0,279	<0,01*	0,228	0,08
Uniformidade parasitária	0,163	0,06	0,213	0,09

*Valores significativos

Tabela 9. Valores do teste U de Mann-Whitney entre os descritores comunitários e o sexo de *Pygocentrus nattereri* e *Serrasalmus marginatus* no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. (Z_c = valor de aproximação normal do teste U ; P = nível de significância).

Descritores	<i>Pygocentrus nattereri</i>		<i>Serrasalmus marginatus</i>	
	Z_c	P	Z_c	P
Abundância parasitária	2,141	0,14	1,341	0,08
Riqueza parasitária	2,33	0,09	1,639	0,07
Diversidade parasitária	1,203	0,11	0,487	0,31
Uniformidade parasitária	0,678	0,24	0,37	0,355

A primeira função discriminante, considerando todas as espécies de parasitos registrados em ambos os hospedeiros, explicou 100% da variância (autovalor = 0,195). A hipótese nula de igualdade entre as médias dos vetores dos dois grupos amostrais de hospedeiros foi rejeitada, ou seja a diferença entre os centróides dos grupos foi significativamente diferente (Lambda de Wilk = 0,837, $F_{12, 230}$, $P < 0,01$) (Figura 2). O teste para separação dimensional dos grupos amostrais indicou que os dois grupos foram significativamente separados ($\chi^2 = 47,78$, d.f. = 12, $P < 0,01$). Cada infracomunidade foi classificada corretamente dentro das duas amostras de hospedeiros com uma acurácia de 69%, enquanto o percentual de amostras classificadas corretamente foi de 67%. Quarenta e três infracomunidades parasitárias de *P. nattereri* apresentaram características das infracomunidades de *S. marginatus*, enquanto que 36 infracomunidades de *S. marginatus* apresentaram características das infracomunidades parasitárias de *P. nattereri*. *Sebekia oxycephala* e *P. (S.) inopinatus* foram as espécies de parasitos que mais contribuíram para as diferenças entre as duas amostras de hospedeiros com 64% e 57% respectivamente.

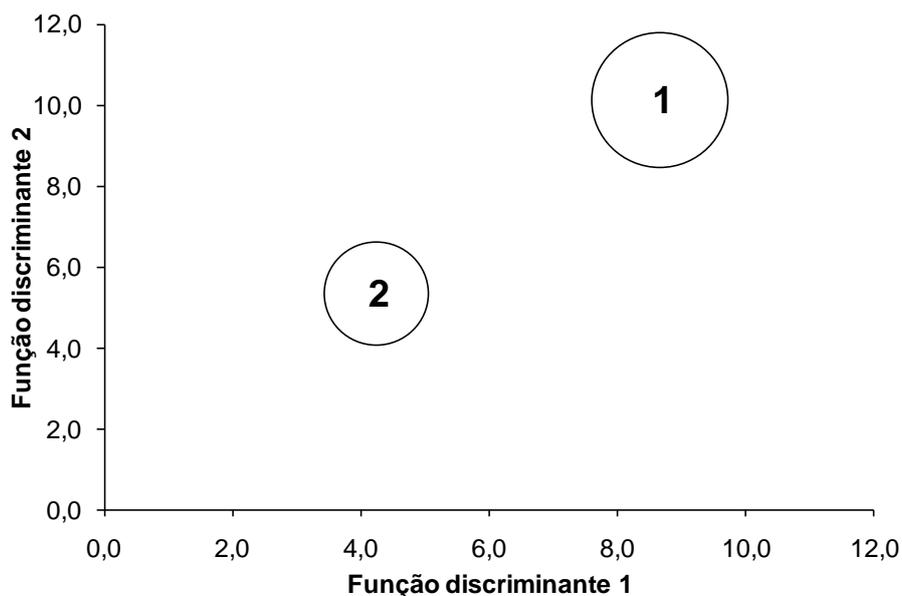


Figura 2. Posição das amostras dos dois primeiros eixos discriminantes para infracomunidades de todas as espécies de metazoários endoparasitos registradas em *Pygocentrus nattereri* (grupo 1) e *Serrasalmus marginatus* (grupo 2) no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. Círculos em volta da média do grupo representam a região de tolerância, na qual 95% das observações são esperadas.

Para as espécies com prevalência $\geq 10\%$ em pelo menos uma das espécies de hospedeiros, a primeira função discriminante explicou 100% da variância (autovalor = 0,175). A hipótese nula de igualdade entre as médias dos vetores dos dois grupos amostrais dos hospedeiros foi rejeitada, ou seja, a diferença entre os centróides dos grupos foi significativamente diferente (Lambda de Wilk = 0,851, $F_{5, 237} P < 0,01$) (Figura 3). O teste para separação dimensional dos grupos amostrais indicou que os dois grupos foram significativamente separados ($\chi^2 = 38,537$, d.f. = 5, $P < 0,01$). Cada infracomunidade foi classificada corretamente dentro das duas amostras de hospedeiros com uma acurácia de 69%, enquanto o percentual de amostras classificadas corretamente foi de 68%. Quarenta e três infracomunidades parasitárias de *P. nattereri* apresentaram características das infracomunidades de *S. marginatus*, enquanto que 35 infracomunidades de *S. marginatus* apresentaram características das infracomunidades parasitárias de *P. nattereri*. As espécies de parasitos que contribuíram para as diferenças entre as duas amostras de hospedeiros foram *S. oxycephala* e *P. (S.) inopinatus* com

67% e 60% respectivamente; as mesmas verificadas quando considerada todas as espécies parasitos.

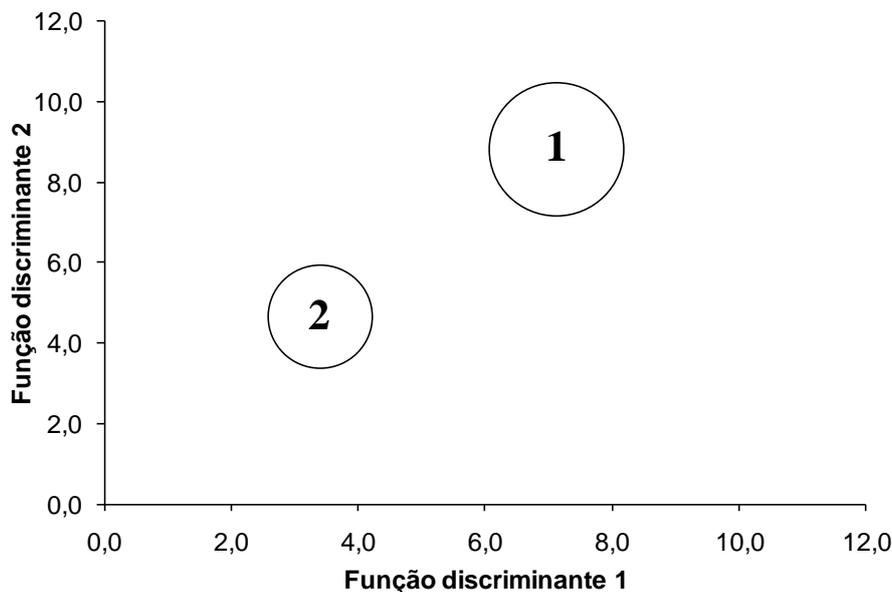


Figura 3. Posição das amostras dos dois primeiros eixos discriminantes para infracomunidades das espécies de metazoários endoparasitos, com prevalência ≥ 10 em pelos menos uma das amostras de hospedeiros, em *Pygocentrus nattereri* (grupo 1) e *Serrasalmus marginatus* (grupo 2) no rio Negro, Pantanal, MS, Brasil, entre outubro de 2007 a agosto de 2008. Círculos em volta da média do grupo representam a região de tolerância, na qual 95% das observações são esperadas.

Discussão

As infrapopulações de metazoários endoparasitos de *P. nattereri* e *S. marginatus* foram caracterizadas por padrões semelhantes relacionados aos índices parasitários, tais como baixas prevalências e abundâncias para a maioria das espécies. As maiores prevalências registradas para *Contracaecum* sp. e maiores abundâncias registradas para *Brevimulticaecum* sp. também demonstram padrões semelhantes na organização das infrapopulações para ambos os hospedeiros. Infrapopulações parasitárias compostas por endoparasitos com baixa prevalência é uma característica que tem sido registrada para outras espécies de peixes (GUIDELLI et al., 2006).

A alta prevalência registrada por *Contracaecum* sp., em ambos os hospedeiros, pode ser atribuída a sua pouca especificidade quanto ao hospedeiro intermediário, sendo considerada uma espécie generalista (GUIDELLI et al., 2006) amplamente distribuída em peixes de água doce e marinha (MARTINS et al., 2005). Altas prevalências de

Contracaecum sp. foram registradas por outros trabalhos em *S. marginatus* (80%) (HAMMAN, 1999), *Rhamdia quelen* (73,33%) (MADI; SILVA, 2005) e *Hoplerythrinus unitaeniatus* (80%) (MARTINS et al., 2005). Larvas de *Brevimulticaecum* sp. registradas com elevadas abundâncias neste estudo, foram registradas em peixes da família Anostomidae (GUIDELLI, 2006), porém com abundâncias médias menores do que as registradas em piranhas.

Contracaecum sp., além de ter apresentado a maior prevalência, foi a espécie com maior frequência de dominância na comunidade parasitária das piranhas e isto pode ter ocorrido em função do ciclo de vida deste nematoda aliado ao hábito alimentar das duas espécies de hospedeiros. Peixes hospedeiros paratênicos adquirem o parasito pela predação de outros peixes menores, que se infectam ingerindo copépodes, gastrópodes, celenterados e ctenóforos infectados ou mesmo a própria larva de *Contracaecum* sp. no seu estágio de vida livre (MADI; SILVA, 2005). Diversos itens têm sido registrados na dieta alimentar de *P. nattereri*, tais como matéria vegetal, crustáceos, aranhas (CARVALHO et al., 2007), Nematoda e Ephemeroptera (PIORSKI et al., 2005). Itens como matéria vegetal, insetos e outros invertebrados também fazem parte da dieta de *S. marginatus* (CARVALHO et al., 2007; AGOSTINHO et al., 2003). Desta forma, a variedade de itens alimentares pode favorecer na transmissão de nematodas uma vez que estes utilizam em seu ciclo de vida uma grande diversidade de invertebrados (crustáceos, oligoquetas, efemerópteros) como hospedeiros intermediários (MORAVEC, 1998) e estes têm sido registrados na dieta das piranhas.

A distribuição agregada registrada nos metazoários endoparasitos de *P. nattereri* e *S. marginatus* é considerada típica e tem sido registrada em diferentes espécies de peixes (LUQUE et al., 1996; ISSAC, 2002; AZEVEDO et al., 2007). O padrão de distribuição agregado em infecções por parasitos pode ser influenciado pela heterogeneidade de exposição dos hospedeiros aos parasitos e em função das susceptibilidades dos indivíduos à infecção (POULIN, 1998). A heterogeneidade no comportamento dos hospedeiros, padrões de agregação espacial na distribuição de estágios infectantes e diferenças na capacidade de reação imunológica dos hospedeiros podem explicar o padrão de agregação exibido pelos parasitos (ANDERSON; GORDON, 1982). Desta forma, muitos hospedeiros podem ser infectados por poucos parasitos ou não estarem infectados, ao passo que poucos indivíduos da população podem ser infectados por muitos parasitos (POULIN, 1993). Este padrão registrado em piranhas pode ser em função da heterogeneidade de comportamento de exploração de

diversos habitats, pois indivíduos maiores de *P. nattereri* e *S. marginatus* ocupam preferencialmente ambientes lóticos (rios), enquanto indivíduos menores ocupam ambientes lênticos (lagoas) (CARVALHO et al., 2007). Assim, o contato com diferentes agentes infecciosos durante a ontogenia das piranhas, aliado a diferenças de susceptibilidade entre os hospedeiros, podem estar influenciando no padrão de agregação dos metazoários endoparasitos.

Uma comunidade de parasitos em equilíbrio é formada por um núcleo de espécies dominantes com espécies interagindo em sentido oposto para a queda deste equilíbrio (CASWELL, 1978; BUSH; HOLMES, 1986). As espécies centrais são freqüentes e numerosas, enquanto as espécies satélites apresentam baixas freqüências e são menos numerosas (BUSH; HOLMES, 1986). A ausência de espécies centrais e a grande freqüência das espécies satélites indicam que as comunidades componentes de ambos os hospedeiros estão distantes do equilíbrio defendido por Caswell (1978) e previsibilidade defendida por Bush e Holmes (1986).

As onze espécies de metazoários endoparasitos registradas em *P. nattereri* apresentaram uma maior riqueza quando comparado com o estudo realizado com o mesmo hospedeiro por Vital (2008) na lagoa Piranha, localizada à margem do rio Solimões, AM. O autor registrou apenas quatro espécies de parasitos, sendo *Procamallanus (S.) inopinatus* o único endoparasito. Para *S. marginatus*, as seis espécies de metazoários endoparasitos registrados também demonstram uma riqueza elevada quando comparada com o relato de Tanaka (2000), realizado com o mesmo hospedeiro no rio Baía, à margem direita do rio Paraná, MS. Entre as seis espécies de parasitos registradas, apenas três foram endoparasitos, sendo que *P. (S.) inopinatus* foi a única espécie registrada em comum com o presente trabalho.

As faunas parasitárias em populações de hospedeiros de uma mesma espécie, em diferentes regiões, podem apresentar diferenças na riqueza e composição de parasitos devido à diferença na exposição ao *pool* de espécies de parasitos em cada região (LUQUE et al., 2004). A disponibilidade de espécies deve ser diferente entre áreas geográficas distintas e está relacionada ao *pool* de espécies de parasitos disponíveis, isto pode limitar quantas espécies de parasitos um hospedeiro pode adquirir ao longo do tempo independente das características desta espécie de hospedeiro (TAKEMOTO et al., 2005). Além disto, as características próprias de cada ambiente, como as flutuações do ciclo hidrológico, influenciam diretamente a dinâmica

populacional dos peixes, afetando a estrutura e composição das populações de seus parasitos (PAVANELLI et al., 2004).

Os estágios de desenvolvimento dos diferentes grupos de parasitos encontrados em *P. nattereri* e *S. marginatus* demonstram que ambas podem atuar como hospedeiros intermediários e/ou definitivos. Formas larvais de espécies de *Contracaecum* sp. utilizam o peixe como hospedeiro intermediário ou paratênico sendo encontrados em várias espécies de peixes (MORAVEC, 1998), durante a fase adulta estes são encontrados preferencialmente em aves piscívoras (VICENTE et al., 1985). Adultos de *Brevimulticaecum* sp. parasitam crocodilianos e peixes cartilagosos (REGO, 1979; BRUCE et al., 1994). Os pentastomídeos possuem ciclo heteroxênico. Quando adultos são encontrados no sistema respiratórios de répteis (REGO et al., 1987; JUNKER; BOOMKER, 2006), durante a fase larval, são encontrados em peixes de água doce (VARGAS, 1975). Larvas de *S. oxycephala* e *L. gracile* foram registradas por Rego e Eiras (1989) enquanto larvas do gênero *Subtriquetra* foram registradas por Junker et al. (1998) parasitando peixes de água doce.

Por sua vez, os espécimes adultos de *P. (S.) inopinatus*, em ambos os hospedeiros; *E. paranensis* e Philometridae gen. sp. em *P. nattereri* utilizam estes hospedeiros como definitivos. O fato das infracomunidades serem compostas por espécies autogênicas, que maturam em vertebrados aquáticos, e alogênicas, que maturam em vertebrados terrestres, pode ser explicado pela posição do hospedeiro na cadeia alimentar (GUIDELLI et al., 2003). Piranhas são predadores de topo de cadeia dentro do ambiente aquático, sendo que *P. nattereri* e *S. marginatus* são classificadas como espécies piscívoras (RESENDE, 2000; PERETTI; ANDRIAN, 2004), contudo podem servir de alimento a outros vertebrados terrestres. Sazima e Machado (1990) observaram o jacaré (*Caiman crocodilus yacare*) se alimentando de *P. nattereri* na região do Pantanal de Poconé. Também não pode ser descartada a possibilidade de hospedeiros menores serem ingeridos por aves piscívoras, completando assim o ciclo dos endoparasitos larvais.

O comprimento dos hospedeiros, considerado como expressão de sua idade, é um fator muito importante na variação das infrapopulações parasitárias, pois mudanças em sua biologia relacionadas aos níveis tróficos ocupado pelo hospedeiro refletem diretamente na composição da fauna de endoparasitos (DOGIEL, 1961). O aumento das intensidades de infecção e de prevalência de endoparasitos com o aumento o comprimento do hospedeiro, pode ser explicado em função do processo de acumulação

temporal e pelo aumento dos sítios de infecção do hospedeiro (MACHADO et al., 2000; ISAAC 2002). A correlação positiva da abundância e da prevalência de *Contracaecum* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Subtriquetra* sp. 2 com o comprimento padrão de *S. marginatus* e mais *S. oxycephala* com o comprimento padrão de *P. nattereri* pode ser atribuída ao processo de acumulação destas espécies ao longo do crescimento dos peixes. Outros eventos podem estar envolvidos, a despeito disso Zelmer e Arai (1998) afirmaram que o aumento na abundância parasitária em peixes maiores pode estar relacionado ao aumento no volume do item alimentar ingerido por hospedeiros maiores.

A correlação significativa entre o tamanho de ambos os hospedeiros e os descritores comunitários (abundância, riqueza, diversidade e uniformidade parasitária média) pode estar relacionada à maior quantidade e diversidade de itens alimentares ingeridos por peixes maiores. Hospedeiros maiores podem consumir maiores quantidades de itens alimentares e serem expostos a uma maior variedade de estágios infectantes de parasitos. Podem oferecer mais espaço para parasitos e assim podem suportar mais espécies (POULIN, 1995). Adicionalmente, hospedeiros maiores podem explorar áreas maiores em busca de maior quantidade e diversidade de itens alimentares (TIMI et al., 2005).

Durante o desenvolvimento ontogenético do peixe ocorre uma série de mudanças em sua biologia, principalmente mudanças no hábito alimentar, repercutindo diretamente na composição da fauna de endoparasitos transmitidos via cadeia trófica (BUCKMAN, 1989). Estudos demonstraram que *P. nattereri*, em outras bacias, é zooplantófaga durante os primeiros estágios de desenvolvimento e modifica sua dieta de acordo com seu desenvolvimento (MACHADO-ALLISON; GARCIA, 1986), aumentando a proporção de peixes ingeridos em indivíduos maiores (PIORSKI et al., 2005). Mudanças ontogenéticas na alimentação de *S. marginatus* na bacia do rio Paraná foram registradas por Agostinho et al. (2003), sua dieta em indivíduos menores é composta por insetos, escamas de peixes e invertebrados, porém depois de certo tamanho, peixes passam a ser o principal item em sua dieta. A despeito disso, Nikolski (1963) afirma que podem ocorrer modificações na dieta dos peixes de acordo com o seu crescimento e assim a estrutura e a composição de endoparasitos, que são adquiridos através da ingestão de hospedeiros intermediários variarem durante o ciclo de vida do peixe hospedeiro.

De modo similar ao comprimento padrão, o sexo dos hospedeiros pode influenciar na relação parasito-hospedeiro (ESCH et al., 1988). Diferenças parasitárias

entre os sexos podem evidenciar diferenças comportamentais entre machos e fêmeas (ISSAC, 2002). Desta forma, a ausência de influência do sexo de *P. nattereri* e *S. marginatus* nas prevalências e intensidades parasitárias e também nos descritores comunitários pode sugerir que o comportamento, a ocupação do habitat e hábito alimentar são similares entre os sexos. Resultados semelhantes a este foram registrados em *S. margiantus* (TANAKA, 2000) e em outras espécies de peixes (MACHADO et al., 2000).

O fator de condição é um índice que indica o estado de bem estar do peixe (BRAGA, 1986), pode refletir as condições alimentares recentes e reprodutivas (VAZZOLER; VAZZOLER, 1965). No cálculo do fator de condição relativo utilizado neste trabalho, a razão entre o peso observado e o peso teoricamente esperado minimiza os efeitos dos eventos reprodutivos e da formação das gônadas, desta forma a relação entre os pesos seria igual a um em condições normais (LE CREN, 1951). Variações neste índice podem ser atribuídas às influências ambientais, falta de alimento ou parasitismo (MOREIRA et al., 2005). A influência do parasitismo sobre a condição do hospedeiro pode ser bastante sutil e difícil de ser registrada (RADABAUGH, 1980), como foi observado por Ranzani-Paiva et al. (2000) para *Schizodon borelli* e *Prochilodus lineatus* e por Vital (2008) para *P. nattereri*. No presente estudo, de maneira similar, a maioria das espécies de parasitos não influenciou o fator de condição relativo de ambos os hospedeiros.

Neste trabalho, *P. (S.) inopinatus* foi a única espécie a correlacionar-se positivamente com o fator de condição relativo (K_n) de *P. nattereri*. Segundo Moravec (1998) muitas espécies de nematodas só causam danos significativos em casos de infestações maciças. Provavelmente, a baixa intensidade parasitária registrada para esta espécie não é suficiente para causar danos significativos no organismo do hospedeiro e ambos, hospedeiro e parasito, podem apresentar um alto grau de adaptação (MOREIRA et al., 2005). Em alguns casos, o custo do parasitismo são inferiores aos ganhos de energia com a captura de mais presas.

Entre as seis espécies de metazoários endoparasitos registradas em comum aos dois hospedeiros, quatro foram significativamente mais abundantes e três mais prevalentes em *P. nattereri*. Diferenças destes índices parasitários entre espécies de hospedeiros podem ser em função de fatores tais como diferenças na distribuição local de hospedeiros, disponibilidade de formas infectantes de parasitos, características comportamentais e orgânicas relacionadas à susceptibilidade de infecção de cada

indivíduo de cada espécie de hospedeiro (TAVARES, 2006). De acordo com Rohde (1993), as características e requerimentos ecológicos dos hospedeiros devem gerar estas diferenças na especificidade da espécie de parasito. As possibilidades de encontro e compatibilidade com o hospedeiro devem ocorrer para que haja a infecção/infestação por parasitos (COMBES, 1991).

Sazima e Machado (1990), na região do Pantanal de Poconé, através de observações subaquáticas observaram uma maior abundância de *P. nattereri* em relação a *S. marginatus* e *S. spilopleura* (= *S. maculatus*). Diferenças significativas na abundância de *P. nattereri* em relação às duas espécies de piranhas foram registradas por Carvalho et al. (2007), no rio Miranda, Pantanal da região do Abobral. Apesar do esforço amostral padronizado ao longo das amostragens do presente estudo, também foi observada uma maior abundância de *P. nattereri*, fato corroborado pelo maior número de indivíduos amostrados para esta espécie. Desta forma, embora *P. nattereri* e *S. marginatus* apresentem partilha de hábitat e recursos na região do Pantanal (CARVALHO et al., 2007), diferenças na abundância entre as duas espécies e os requerimentos ecológicos de cada espécie podem estar influenciando nas diferenças de abundâncias e prevalências dos parasitos compartilhados pelas duas espécies de hospedeiros.

A maior abundância de *P. nattereri* também pode ter influenciado nas diferenças da abundância, riqueza, diversidade e uniformidade parasitária média. Takemoto et al. (2005) registraram que há uma relação positiva entre a densidade da espécie de hospedeiro e a riqueza de espécies de endoparasitos em peixes de água doce no rio Paraná. Segundo estes autores, este padrão está de acordo com a teoria epidemiológica (ROBERTS et al., 2002), a qual prognostica que hospedeiros com populações mais abundantes ou mais densas sustentam mais prontamente várias populações de parasitos.

Diferenças na riqueza de comunidades componentes de parasitos são relacionadas às características ecológicas do hospedeiro tais como dieta ou hábitat (POULIN, 1995). A diversidade de endohelmintos divergente entre locais e espécies pode estar relacionada, entre outros fatores, à dieta do hospedeiro (BELL; BURT, 1991). Assim, é preciso considerar que *P. nattereri* embora piscívora (RESENDE, 2000), apresenta um comportamento alimentar generalista oportunista, enquanto *S. marginatus* é mais especializada em fragmentos de nadadeiras de peixes e escamas (CARVALHO et al., 2007), isto pode ter levado a uma maior ocorrência de espécies

acidentais em *P. nattereri* e não compartilhadas por *S. marginatus*. A diversidade leva em consideração a riqueza e a abundância das espécies (MAGURRAN, 2004), desta forma, a maior riqueza e abundância dos parasitos em *P. nattereri*, contribuíram para que esta obtivesse maiores valores de diversidade e unifomidade. Assim, os comportamentos alimentares distintos podem estar determinando estas diferenças significativas dos descritores comunitários entre as duas espécies de hospedeiros, contudo outros fatores tais como diferenças imunológicas entre as espécies de hospedeiros e especificidade parasitária não devem ser descartados.

Na análise discriminante, baseada na riqueza e abundância de todas as espécies de metazoários endoparasitos, foi possível registrar uma diferença significativa entre as duas amostras de hospedeiros. O mesmo resultado, para esta análise, foi encontrado quando considerado apenas as espécies com prevalência $\geq 10\%$ em pelo menos uma das amostras de hospedeiros. Era esperado que houvesse uma diferença na contribuição de cada espécie de parasito entre as duas amostras considerando as duas formas que a análise discriminante foi realizada, visto que cinco espécies de parasitos exclusivas de *P. nattereri* apresentaram baixas prevalências e uma exclusiva em *S. marginatus* também apresentou baixa prevalência. Contudo, nas duas análises, as espécies de parasitos que mais contribuíram para a diferenciação entre as duas populações de hospedeiros foram *S. oxycephala* e *P. (S.) inopinatus* e, considerando as espécies de parasitos compartilhadas, estas são espécies que apresentaram maiores diferenças nos índices parasitários entre as duas populações de hospedeiros. *Sebekia oxycephala* e *P. (S.) inopinatus* apresentaram maiores prevalências e abundâncias médias em *P. nattereri* do que em *S. marginatus*. Provavelmente, estas diferenças de infecção (abundância e prevalência) são os fatores responsáveis para que estes parasitos tenham contribuído mais para a diferenciação dos grupos de hospedeiros, demonstrando que não apenas o aspecto qualitativo deva ser levado em consideração, mas também fatores quantitativos, tal como demonstrado por Moore et al. (2003), que utilizou parasitos para determinar estoques de populações de peixes marinhos no norte da Austrália.

Luque et al. (1996) e Takemoto et al. (1996), utilizando índices de similaridade, observaram uma alta similaridade entre as infracomunidades parasitárias entre as espécies de peixes marinhos estudadas. Entretanto, embora um número representativo de espécies de parasitos fosse compartilhado pelos hospedeiros, estas mostraram diferenças evidentes entre suas prevalências e intensidades (TAKEMOTO et al., 1996). Luque e Alves (2001) observaram que há similaridade entre as comunidades

parasitárias de duas espécies congêneras de carangídeos no litoral do estado do Rio de Janeiro, principalmente entre as espécies de endoparasitos, o que provavelmente ocorreu devido ao hábito alimentar das duas espécies de hospedeiros. Guidelli et al. (2006), utilizando de metodologia similar a estes estudos para comparação entre fauna de endoparasitos de peixes anostomídeos no rio Paraná, registrou baixa similaridade entre as infracomunidades de parasitos, isto pôde ser explicado pelo tipo de dieta dos hospedeiros, que embora apresentem sobreposição na composição, são diferentes e variam na proporção e freqüência de itens ingeridos, levando a ocorrência de muitas espécies acidentais e não compartilhadas.

Por outro lado, a baixa similaridade entre as infracomunidades de *Pseudopercis numida* e *P. semifasciata* foi atribuída por Luque et al. (2008) devido aos hábitos sedentários e distribuição geográfica restrita das duas espécies de hospedeiros. Tavares e Luque (2008), utilizando a análise discriminante, registraram duas comunidades de parasitos distintas entre duas espécies de arídeos no litoral do Rio de Janeiro. Segundo estes autores, isto ocorreu devido ao fato destas espécies, mesmo em simpatria, exibirem estratégias diferenciadas que permitem a coexistência das mesmas, e devido a isto as taxas de infecção dos parasitos foram distintas entre as espécies de hospedeiros.

Poulin e Morand (1999) atestaram que espécies de hospedeiros relacionados filogeneticamente, simpátricas e com distâncias geográficas curtas podem resultar em similaridades na suas parasitofaunas. Curtas distâncias filogenéticas entre espécies de hospedeiros afetam as similaridades entre suas comunidades parasitárias uma vez que a troca de espécies de parasitos, ao longo do tempo evolucionário, é facilitada entre espécies de hospedeiros filogeneticamente relacionadas, devido ao ancestral compartilhado (POULIN, 1995).

Embora as espécies dos gêneros *Pygocentrus* e *Serrasalmus* apresentem um ancestral comum (HUBERT et al., 2007) e as duas espécies de hospedeiros examinadas no presente trabalho compartilhem seis espécies de parasitos, as duas comunidades de parasitos são diferentes na sua composição e organização. Comunidades separadas geralmente compartilham espécies de parasitos, mas dificilmente serão idênticas na composição (VALTONEN et al., 2001). As duas espécies de hospedeiros são piscívoras (RESENDE, 2000), compartilham habitat e recursos (CARVALHO et al., 2007) contudo, apresentam comportamentos alimentares e variedade de itens distintos. *Pygocentrus nattereri* se alimenta mais oportunisticamente de uma ampla variedade de itens (CARVALHO et al., 2007) e se

utiliza do comportamento de caça de peixes menores (SAZIMA; MACHADO, 1990). *Serrasalmus marginatus* apresenta uma dieta mais especializada (CARVALHO et al., 2007) e se utiliza do comportamento de tocaia entre a vegetação para se alimentar de pedaços e escamas de peixes (SAZIMA; MACHADO, 1990). Provavelmente os requerimentos ecológicos distintos de dieta e comportamento alimentar das duas espécies de hospedeiros aliado as diferenças na taxa de colonização dos hospedeiros pelos parasitos (KENNEDY, 1990) podem ter influenciado nas diferenças entre as prevalências e abundâncias parasitárias das espécies compartilhadas, o que levou à distinção das duas comunidades de metazoários endoparasitos.

Conclusões

As infracomunidades parasitárias observadas em piranhas, *P. nattereri* e *S. marginatus*, apresentam características em comum. Foram constituídas, predominantemente, por espécimes em estágio larval e com baixas prevalências e abundâncias. *Contracaecum* sp. e *Brevimulticaecum* sp. foram as espécies dominantes em ambos os hospedeiros. Sendo, *Contracaecum* sp. a mais prevalente e *Brevimulticaecum* sp. a mais abundante em ambos os hospedeiros. Ambas as infracomunidades foram influenciadas pelo comprimento padrão dos hospedeiros.

As duas espécies de piranhas são importantes como hospedeiros intermediários de endoparasitos, fato este evidenciado pela maior proporção de parasitos em estágios larvais.

Os dois hospedeiros compartilharam a maioria das espécies de parasitos. No entanto, as respectivas infracomunidades formaram dois grupos distintos, marcados por diferentes taxas de uso e efeitos quantitativos (prevalência e abundância) entre as espécies compartilhadas pelos dois hospedeiros, sugerindo que os comportamentos alimentares e requerimentos ecológicos distintos entre *P. nattereri* e *S. marginatus* são importantes para determinar a estrutura da comunidade de metazoários endoparasitos entre as duas espécies de hospedeiros.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, C.S.; HANN, N.S.; MARQUES, E.E. Patterns of food resource use by two congeneric species of piranhas (*Serrasalmus*) on the upper Paraná river floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, n. 2, p. 177-182, 2003.
- ANDERSON, R.M.; GORDON, D.M. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, v. 85, p. 373-98, 1982.
- AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D.; LUQUE, J.S. Aspectos quantitativos da comunidade de metazoários parasitos do gordinho *Peprilus paru* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Stromateidae), do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 16, n. 1, p. 10-14, 2007.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 738 p.
- BEHR, E.; SIGNOR, C.A. Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, v. 98, n. 4, p. 501-507, 2008.
- BELL, G.; BURT, A. The comparative biology of parasite species diversity: internal helminths of freshwater fish. *Journal of Animal Ecology*, v. 60, p. 1047-1063, 1991.
- BRAGA, F.M.S. Estudo entre fator de condição e relação peso/comprimento para alguns peixes marinhos. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 46, p. 339-346, 1986.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. *Peixes do Pantanal: manual de identificação*. 2. ed. Embrapa: Brasília, 2007. 227 p.
- BRUCE, N.L.; ADLARD, R.D.; CANNON, L.R.G. Synoptic checklist of ascaridoid parasites (Nematoda) from fish hosts. *Invertebrate Taxonomy*, v. 8, p. 583-674, 1994.
- BUCKMANN, K. Relationship between host size of *Anguilla anguilla* and the infection level of the monogeneans *Pseudodactylogyryus* spp. *Journal of Fish Biology*, v. 35, p. 599-661, 1989.
- BUSH, A.O.; HOLMES, J.C. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: patterns of association. *Canadian Journal of Zoology*, v. 64, p. 132-141, 1986.

- BUSH, A.O.; AHO, J.M.; KENNEDY, C.R. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology*, v. 4, p. 1-20, 1990.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J Parasitol* 83:575-583, 1997.
- CARVALHO, L.N.; ARRUDA, R.; RAIZER, J.; DEL-CLARO, K. Feeding habits and habitat use of three sympatric piranha species in the Pantanal wetland of Brazil. *Ichthyological exploration of freshwaters*, v. 18, n. 2, p. 109-116, 2007.
- CASWELL, H. Predator-mediated coexistence: a non-equilibrium model. *American Naturalist*, v. 112, p. 127-154, 1978.
- CECCARELLI, S.P.; ADRIANO, E.A.; SANTOS, S.M.C.; REGO, R.F.; SILVA, L.O.L. Levantamento Quali-quantitativo da Fauna Parasitológica de Peixes do Pantanal Mato-Grossense. In: IBAMA. *Pesquisas patológicas e genéticas em recursos pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai*. Pirassununga: Ibama, 2006. p. 11-124.
- COMBES, C. Evolution of parasite life cycles. In: TOFT, C.A.; AESCHLIMANN, A.; BOLIS, L. (Eds.). *Parasites-host associations: coexistence or conflict?*. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 62-82.
- DOGIEL, V.A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V.A.; PETRUSHEVSKI, G.K.; POLYANSKY, Y.I. (Eds.). *Parasitology of fishes*. 1st ed. London: Leningrad University Press, 1961. p. 1-47.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2006. 171 p.
- ESCH, G.W.; KENNEDY, C.R.; BUSH, A.O.; AHO J.M. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, v. 96, p. 519-532, 1988.
- GIBSON, D.I.; JONES, A.; BRAY, R.A. *Keys to the trematoda*. vol. I, London: The Natural History Museum, 2002. 544 p.
- GUIDELLI, G.M. 2006. *Comunidades parasitárias em espécies de peixes congêneras de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do Alto rio Paraná*. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- GUIDELLI, G.M.; ISSAC, A.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G. C. Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces:

- Pimelodidae) of the Baía river, Upper Paraná River floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, n. 2, p. 261-268, 2003.
- GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W.L.G.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 28, n. 3 p. 281-290, 2006.
- HAMANN, M.I. Aspectos ecológicos de la relación parasitaria entre larvas de *Contracaecum* sp. (Nematoda, Anisakidae) y *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces Characidae) em poblaciones naturales del nordeste argentino. *Boletín Chileno de Parasitología*, v. 54, p. 74-82, 1999.
- HANSKI, I. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, v. 38, p. 210-221, 1982.
- HOFFMANN, R.P. *Diagnóstico de parasitismo veterinário*. Porto Alegre: Ed. Sulina, 1987. 156 p.
- HOLMES, J.C. Helminth communities in marine fishes. In: ESCH, G.W.; BUSH, A.O.; AHO, J. (Eds.) *Parasite communities: patterns and process*. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 101-129.
- HUBERT, N.; DUPONCHELLE, F.; NUÑEZ, J.; GARCIA-DAVILA, C.; PAUGY, D.; RENNO, J.F. Phylogeography of the piranha genera *Serrasalmus* and *Pygocentrus*: implications for the diversification of the Neotropical ichthyofauna. *Molecular Ecology*, v. 16, p. 2115-2136, 2007.
- ISSAC, A. *Composição e estrutura das infracomunidades endoparasitárias de *Gymnotus* spp. (Pisces, Gymnotidae) do rio Baía, na planície de inundação do alto rio Paraná, Mato Grosso do Sul, Brasil*. 2002. 29 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- JÉGU, M. Characiformes: Characidae, Serrasalminae. In: KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J.J.; REIS, R.E.; *Check-List of freshwater fishes from South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 182-196.
- JUNKER, K.; BOOMKER, J. A chek-list of the pentastomid parasites of crocodylians and freshwater chelonians. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 73, p. 27-36, 2006.
- JUNKER, K.; BOOMKER, J.; BOOYSE, D.G. Pentastomid infection in cichlid fishes in the Kruger National Park and the description of the infective larva of

- Subtriquetra rileyi* n. sp. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 65, p. 159-167, 1998.
- KENNEDY, C.R. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages?. In: ESCH, G.W.; BUSH, A.O.; AHO J.M. (Eds.). *Parasite Communities: Patterns and Processes*. London: Chapman and Hall, 1990. p. 131-156.
- LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, v. 20, n. 2, p. 201-209, 1951.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: Wiley-Interscience Publications, 1988. 337 p.
- LUQUE, J.L.; ALVES, D.R. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos, do xaréu, *Caranx hippos* (Linnaeus) e do xerelete, *Caranx tatus* Agassiz (Osteichthyes, Carangidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 18, n. 2, p. 399-410, 2001.
- LUQUE, J.L.; AMATO, J.F.R.; TAKEMOTO, R.M. Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian litoral: I. Structure and influence of the size and sex of hosts. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 2, p. 279-292, 1996.
- LUQUE, J.L.; FELIZARDO, N.N.; TAVARES, L.E.R. Community ecology of the metazoan parasites of namorado sandperches, *Pseudoperca numida* Miranda-Ribeiro, 1903 and *P. semifasciata* Cuvier, 1829 (Perciformes: Pinguipedidae), from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 2, p. 269-278, 2008.
- LUQUE, J.L.; MOUILLOT, D.; POULIN, R. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*, v. 128, p. 671-682, 2004.
- MACHADO-ALLISON, A.; GARCIA, C. Food habits and morphological changes during ontogeny in three serrasalmin fish species of the Venezuelan floodplains *Copeia*, p. 193-195, 1986.
- MACHADO FILHO, D.A. "Echinorhynchidae" do Brasil. I. Três espécies novas de *Echinorhynchus* Zoega in Müller, 1776 e redescricao de *Echinorhynchus jucundus* Travassos, 1923. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 8, n. 2, p. 265-273, 1948.

- MACHADO FILHO, D.A. Echinorhynchidae do Brasil. II. Nova espécie do gênero *Echinorhynchus* Zoega in Müller, 1776. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 57, n. 2, p. 195-197, 1959.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the High Paraná River. Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 91, n. 4, p. 441-448, 1996.
- MACHADO, M.P.; ALMEIDA, S.C.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Ecological aspects of endohelminths parasitizing *Cichla monoculus* Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná River near Porto Rico, State of Paraná, Brazil. *Comparative Parasitology*, v. 67, n. 2, p. 210-217, 2000.
- MADI, R.R.; SILVA, M.S.R. *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.
- MAGURRAN, A.E. *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 256p.
- MALTA, J.C.O. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia da Amazônia Central (Lago Janauacá Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amazonica*, v. 14, p. 355-372, 1984.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; FENERICK, J.J. Larval *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerhythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhao, Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 127, p. 51-59, 2005.
- MOORE, B.R.; BUCKWORTH, R.C.; MOSS, H.; LESTER, R.J.G. Stock discrimination and movements of narrow-barred Spanish mackerel across northern Australia as indicated by parasites. *Journal of Fish Biology*, v. 63, p. 765-779, 2003.
- MORAVEC, F. *Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region*. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, 1998. 464 p.
- MOREIRA, S.T.; ITO, K.F.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Ecological aspects of the parasites of *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae) in reservoirs of Paraná basin and upper Paraná floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 27, n. 4, p. 317-322, 2005.

- NIKOLSKI, G.V. *The ecology of fishes*. London: Academic Press, 1963. 352 p.
- ORTÍ, G.; PETRY, P.; PORTO, J.I.R.; JÉGU, M.; MEYER, A. Patterns of nucleotide change in the mitochondrial ribosomal RNA genes and the phylogeny of piranha. *Journal of Molecular Evolution*, v. 42, p. 169-182, 1996.
- PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M.A.P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.). *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Netherlands: Backhuys Publishers, Leiden, 2004. p. 309-329.
- PERETI, D.; ANDRIAN, I.F. Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Paraná River floodplain, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 71, p. 95-103, 2004.
- PIORSKI, N.M.; ALVES, J.R.L.; MACHADO, M.R.B.; CORREIA, M.M.F. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 35, n. 1, p. 63-70, 2005.
- POULIN, R. The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology*, v. 23, n. 7, p. 937-944, 1993.
- POULIN, R. Phylogeny, ecology and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecological Monographs*, v. 65, n. 3, p. 283-302, 1995.
- POULIN, R. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male?. *The American Naturalist*, v. 147, n. 2, p. 287-295, 1996.
- POULIN, R. *Evolutionary Ecology of Parasites: from individuals to communities*, Great Britain: Chapman & Hall, 1998. 212 p.
- POULIN, R.; MORAND, S. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology*, v. 119, p. 369-374, 1999.
- POULIN, R.; MORAND, S. The diversity of parasites. *The Quarterly Review of Biology*, v. 75, n.3, p. 277-293, 2000.
- RADABAUGH, D.C. Changes in minnow, *Pimephales promelas* Rafinesque, schooling behaviour associated with infections of brain-encysted larvae of the fluke, *Ornithodiplostomum ptychocheilus*. *Journal of Fish Biology*, v. 16, p. 621-628, 1980.

- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Hematological characteristics and relative condition factor (Kn) associated with parasitism in *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes, Prochilodontidae) from Paraná River, Porto Rico region, Paraná, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 22, n. 2, 515-521, 2000.
- REGO, A.A. Contribuição ao conhecimento dos helmintos de raias fluviais Paratrygonidae. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 39, n. 4, p. 879-890, 1979.
- REGO, A.A.; EIRAS, J. Identificação das larvas de *Sebekia* e *Leiperia* (Pentastomida) histopatologia em peixes de rios. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 49, n. 2, p. 591-595, 1989.
- REGO, A.A.; SCHAEFFER, G.; STRUSSMAN, C. *Leiperia gracile* (Diesing, 1835) pentastomid parasite from trachea of South American alligator, *Caiman crocodilus*. Taxonomy and pathogenic action. *Ciência e Cultura*, v. 39, n. 9, p. 864-867, 1987.
- RESENDE, E.K. Trophic structure of fish assemblages in the lower Miranda river, pantanal, Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 389-403, 2000.
- ROBERTS, M.G.; DOBSON, A.P.; ARNEBERG, P.; DE LEO, G.A.; KRECEK, R.C.; MANFREDI, M.T.; LANFRANCHI, P.; ZAFFARONI, E. Parasite community ecology and biodiversity. In: HUDSON, P.J.; RIZZOLI, A.; GRENFELL, B.T.; HEESTERBEEK, H.; DOBSON, A.P. (Eds.). *The ecology of wildlife diseases*. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 63-82.
- ROHDE, K. *Ecology of marine parasites*. 2nd ed., Wallingford: CAB International, 1993. 320 p.
- ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal for Parasitology*, v. 25, n. 8, p. 945-970, 1995.
- RÓZSA, L.; REICZIGEL, J.; MAJOROS, G. Quantifying parasites in samples of hosts. *The Journal of Parasitology*, v. 86, n. 2., p 228-232, 2000.
- SAZIMA, I.; MACHADO, F.A. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 28, p. 17-31, 1990.
- TAKEMOTO, R.M.; AMATO, J.F.R.; LUQUE, J.L. Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*

- and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 4, p. 639–650, 1996.
- TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Aspects of the ecology of proteocephalid cestodes parasites of *Sorubim lima* (Pimelodidae) of the upper Paraná river, Brazil: I. structure and influence of host's size and sex. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 4, p. 577-584, 2000.
- TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M.A.P.; LUQUE, J.L.; POULIN, R. Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the upper Paraná river, Brazil. *Journal of Helminthology*, v. 79, p. 75-84, 2005.
- TANAKA, L.K. *Aspectos ecológicos dos parasitas de Serrasalmus marginatus Valenciennes, 1847 e Serrasalmus spilopleura Kner, 1860 (Characiformes, Serrasalminidae) do rio Baía, Planície de inundação do alto rio Paraná, MS. 2000. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.*
- TAVARES, L.E.R. Composição e estrutura das comunidades de metazoários parasitos de *Aspistor luniscutis* e *Genidens barbatus* (Osteichthyes: Ariidae) e *Anchoa marinii* e *A. tricolor* (Osteichthyes: Engraulididae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2006. 95 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L. Similarity between metazoan parasite communities of two sympatric brackish fish species from Brazil. *The Journal of Parasitology*, v. 94, n. 4, p. 985-989, 2008.
- THATCHER, V.E. *Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites*. vol. I, 2nd ed., Sofia: Pensoft, 2006. 508 p.
- TIMI, J.T.; LUQUE, J.L.; SARDELLA, N.H. Parasites of *Cynoscion guatucupa* along South American Atlantic coasts: evidence for stock discrimination. *Journal of Fish Biology*, v. 67, p. 1603-1618, 2005.
- VALTONEN, E.T.; PULKKINEN, K.; POULIN, R.; JULKUNEN, M. The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology*, v. 122, p. 471-481, 2001.
- VALVERDE, O. Fundamentos geográficos do planejamento do Município de Corumbá. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 34, n. 1, p. 49-144, 1972.
- VARGAS, M.V. Descripción Del huevecillo, larva y ninfa de *Subtriquetra subtriquetra* Sambon, 1922 (Pentastomida) y algunas observaciones sobre su ciclo de vida.

Revista di Biologia Tropicale, v. 23, p. 67-75, 1975.

- VAZZOLER, A.E.A.M.; VAZZOLER, G. Relation between condition factor and sexual developement in *Sardinella aurita* (Cuv. & Val., 1987). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 37, p. 353-359, 1965.
- VICENTE, J.J.; RODRIGUES, H.O.; GOMES, D.C. Nematóides do Brasil-1a parte: Nematóides de peixes. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, v. 25, p. 1-79, 1985.
- VITAL, J.F. *Diversidade de parasitas de Pygocentrus nattereri (Kner, 1858) (Characiformes: Characidae) durante o ciclo hidrológico em um lago de várzea e seu potencial como indicadora da qualidade ambiental*. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.
- WILLIAMS, A.J.; MACKENZIE, K.; MCCARTHY, A.M. Parasites as biological indicators of the populations, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 2, p. 144-176, 1992.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*, 3rd ed., New Jersey: Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, 1996. 662 p.
- ZELMER, D.A.; ARAI, H.P. 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*, v. 84, n. 1, p. 24-28, 1998.