

# ECOLOGIA DE METAZOÁRIOS PARASITOS E RELAÇÃO COMPRIMENTO/PESO EM *GEOPHAGUS BRASILIENSIS* (QUOY & GAIMARD, 1824) (PERCIFORMES, CICHLIDAE) DO RIO PARAIBUNA, MINAS GERAIS, BRASIL

Adriano Reder de Carvalho<sup>1</sup>, João Pedro Sales de Oliveira<sup>2</sup>, Júlia Mendes Monteiro<sup>3</sup>

**RESUMO:** Trinta e quatro espécimes de *Geophagus brasiliensis* do rio Paraibuna, município de Simão Pereira, Minas Gerais, Brasil, coletados entre abril e junho de 2016, foram necropsiados para o estudo de suas infrapopulações e infracomunidades parasitárias. Os espécimes apresentam crescimento alométrico negativo. O fator de condição relativo médio apresentado pelos hospedeiros foi  $Kn = 1,02 \pm 0,20$ . Não foi verificada diferença no comprimento, no peso e no fator de condição relativo entre hospedeiros parasitados e não parasitados. Quatro espécies de metazoários parasitos foram coletadas, num total de 362 espécimes. Trinta e um hospedeiros estavam parasitados por uma ou mais espécies de metazoários (91,2%). As larvas de digenéticos foi o grupo com maior contribuição proporcional na abundância parasitária, representando 73% de todos os parasitos coletados, seguida pelos monogenéticos, 24,10%, e nematóides, 12,9%. O índice de Berger-Parker,  $0,73 \pm 0,30$ , indicou a dominância exercida pela larva do tipo *Neascus* nas infracomunidades, confirmada pela alta concentração de dominância e dominância relativa média demonstrada por essas larvas. Todas as espécies coletadas apresentaram típico padrão agregado na sua distribuição na população de hospedeiros. Não foi verificada correlação entre a abundância parasitária e o comprimento e o peso dos hospedeiros. A riqueza parasitária nas infracomunidades de *G. brasiliensis* foi  $1,68 \pm 0,88$ , a diversidade média  $H = 0,13 \pm 0,14$  e a uniformidade média  $J = 0,39 \pm 0,38$ . A riqueza, diversidade e uniformidade não se correlacionaram ao peso e ao comprimento dos hospedeiros. No presente estudo foi detectada a ocorrência de espécies com, relativamente, altas prevalências, intensidade e abundância de infecção/infestação nas infrapopulações dos metazoários parasitos de *G. brasiliensis* do rio Paraibuna. Quanto às infracomunidades, foi observado o domínio das formas larvais de parasitos e baixos valores de riqueza, diversidade e uniformidade das comunidades parasitárias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Parasitos acará; Ictioparasitologia; Fator de Condição Relativo ( $Kn$ ).

## INTRODUÇÃO

Os parasitos representam organismos chave da biodiversidade e desempenham importantes funções ecológicas na dinâmica de populações, coexistência de espécies e interações tróficas (POULIN, 1999; HUGOT et al., 2001; LEFÈVRE et al., 2009).

<sup>1</sup> Adriano Reder de Carvalho; IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora; adriano.carvalho@ifsudestemg.edu.br

<sup>2</sup> João Pedro Sales de Oliveira; IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora; jao.de.oliveira2@gmail.com

<sup>3</sup> Júlia Mendes Monteiro; IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora; monteirojuliamendes@gmail.com

Como qualquer outra relação simbiótica, a relação parasito-hospedeiro afeta toda a comunidade, através dos seus efeitos na distribuição e abundância de espécies (HORWITZ; WILCOX, 2005). Os parasitos devem ser considerados como peças importantes para a manutenção da biodiversidade e consideráveis esforços têm sido feitos para o entendimento da sua importância funcional nos ecossistemas (HOLMES, 1996; MARCOGLIESE; CONE, 1997; POULIN, 1998; 1999; HORWITZ; WILCOX, 2005; HUDSON et al., 2006; LÉVEFRE et al., 2009).

A ecologia do parasitismo aborda as variações qualitativas e quantitativas das populações e comunidades parasitárias em função de fatores bióticos e abióticos, e apresenta como um dos principais objetivos explicarem a abundância e distribuição das espécies de parasitos no tempo e no espaço (BUSH et al., 1997; POULIN, 1998).

A relação comprimento/peso permite a análise do ritmo de crescimento, através do coeficiente de alometria ( $\Theta$ ) e a indicação do bem estar fisiológico dos peixes através do fator de condição relativo (Kn) (VAZZOLER, 1996; SANTOS et al., 2002; LUCAS et al., 2011). A relação comprimento/peso fornece informações importantes para elaboração de programas de manejo pesqueiro, enquanto o fator de condição pode indicar o possível efeito das espécies de parasitos sobre seus hospedeiros (VAZZOLER, 1982; RANZANI PAIVA et al., 2000; YAMADA et al., 2008; LUCAS et al., 2011)

O rio Paraibuna, nasce na Serra da Mantiqueira, município de Antônio Carlos/MG, a cerca de 1.180 metros de altitude, percorre aproximadamente 166 km entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro e desagua na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul a 250 metros de altitude (FEAM, 1996). A bacia ocupa uma área de 8.593 km<sup>2</sup> em 37 municípios, dentre eles destaca-se Juiz de Fora, por representar 70% da população total da bacia (IBGE, 2000),

e que contribui com a maior carga de poluentes industriais e esgoto domésticos in natura despejados no rio (TORRES, 1992; COPPETEC, 2007; SOARES et al., 2016).

*Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) é uma espécie de ampla distribuição no território nacional, onde apresenta elevada abundância em rios e lagos (MORAES et al., 2004; MADI, 2005). É um peixe territorialista, com predileção por ambientes lênticos, alimentação onívoro-opportunista (ABELHA; GOULART, 2004; FROESE; PAULY, 2017).

No Brasil, estudos do parasitismo em *G. brasiliensis* registraram nematóides (TRAVASSOS, 1949; PINTO et al., 1976; KOHN et al., 1988; VICENTE; PINTO, 1999; PARAGUASSÚ et al., 2005; AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; BELLAY et al., 2012; RASIER et al, 2015), digenéticos (FERNANDES; KOHN, 2001; PARAGUASSÚ et al., 2005; AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; BELLAY et al., 2012; CARVALHO et al., 2012; RASIER et al, 2015; ROCHA et al, 2015), monogenéticos (BOEGER; POPAZOGLO, 1995; BELLAY et al., 2008; YAMADA et al., 2008; CARVALHO et al., 2008b; 2010), acantocéfalos (NICKOL; PADILHA, 1979; AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010), cestóides (REGO; PAVANELLI, 1990; BELLAY et al., 2012), hirudíneos (PARAGUASSÚ et al., 2005; AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; RASIER et al, 2015), isópodes (PARAGUASSÚ et al., 2005), cópodes e brachiura (RASIER et al, 2015), ácaros (BELLAY et al., 2012) e moluscos, representados pelas larvas gloquídia (PARAGUASSÚ et al., 2005; AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010). Ressalta-se ainda a importância da abordagem ecológica das populações e comunidades de metazoários parasitos de *G. brasiliensis* utilizadas nos estudos de Paraguassú et al. (2005), Azevedo et al. (2006), Bellay et al. (2012) e Rasier et al. (2015), além do estudo sobre a sazonalidade das populações e comunidades parasitárias realizado por Carvalho et al. (2010).

Na bacia do rio Paraibuna foram realizados trabalhos de cunho taxonômico, como a descrição de um novo morfotipo de metacercária do tipo *Neascus sp.* Carvalho; Tavares; Luque, 2008, causadora da doença dos pontos pretos em *G. brasiliensis* coletados no rio do Peixe, tributário do rio Paraibuna (CARVALHO et al., 2008a), e a descrição de uma nova espécie de monogenético, *Aphanoblastella juizforense* Carvalho; Tavares; Luque, 2009, parasito das brânquias de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) coletadas no rio Paraibuna (CARVALHO et al., 2009). Foi realizado também o estudo da helmintofauna endoparasitária de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) da represa Dr. João Penido, no qual registrou-se a ocorrência de três espécies de nematóides: *Eustrongylides ignotus* Jaegerskiold, 1909 e *Contracaecum sp.*, em estágio larvar e *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* Vaz & Pereira, 1934, em estágio adulto (CARVALHO et al., 2017).

O presente trabalho teve como objetivo determinar a relação comprimento/peso na população de hospedeiros, bem como o estudo qualitativo e quantitativo dos metazoários parasitos de *G. brasiliensis* do rio Paraibuna, município de Simão Pereira, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

Entre abril e junho de 2016 foram adquiridos de pescadores artesanais 34 espécimes de *G. brasiliensis* do Rio Paraibuna, município de Simão Pereira (22°00'38.5"S e 43°18'54.7"W), Minas Gerais, Brasil. Os hospedeiros mediram 9,78±2,13cm (6,0-14,0cm) e pesaram 20,77±13,82g (5,80-61,80g). Não foi realizada a identificação do sexo dos hospedeiros.

Todos os indivíduos foram pesados, medidos e as necropsias foram realizadas no laboratório de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Juiz de Fora. Todos os órgãos foram examinados em microscópio estereoscópio. Os para-

sitos coletados foram quantificados, fixados e preparados de acordo com técnicas helmintológicas específicas para cada grupo de parasito, segundo Amato et al. (1991). Na identificação dos parasitos foram utilizados os trabalhos de Carvalho et al. (2008a), para as metacercárias do tipo *Neascus*, Vital et al. (2016), para as metacercárias de *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum*, Moravec (1998), para *Procamallanus (Spirocamallanus) peraccuratus*, e Carvalho et al. (2008b), para *Sciadicleithrum guanduense*.

Valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) de cada hospedeiro foram ajustados à curva da relação Wt/Ls ( $Wt = a.Ltb$ ) e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão a e b. Os valores de a e b foram utilizados nas estimativas dos valores esperados de peso ( $W_e$ ), utilizando a equação:  $W_e = a.Ltb$ . Foi obtido o coeficiente de alometria ( $\Theta$ ), e calculado o fator de condição relativo (Kn) que corresponde ao quociente entre peso observado e peso esperado para determinado comprimento ( $Kn = Wt/W_e$ ) (LE CREN, 1951).

O teste "t" foi utilizado para comparar o coeficiente de alometria e o coeficiente de isometria, bem como para detectar a influência do parasitismo no comprimento, no peso e no fator de condição relativo dos hospedeiros parasitados e não parasitados.

Para a coloração dos monogenéticos, foi utilizado, em alguns espécimes, o Tricrômico de Gomori, para o estudo da morfologia interna, enquanto outros foram montados em meio de Gray & Wess, para o estudo das partes esclerotizadas, como descrito por Kritsky et al. (1986).

A abordagem quantitativa, feita em nível de infrapopulações parasitárias, foi caracterizada pelos descritores ecológicos de prevalência, abundância média e intensidade média (BUSH et al., 1997). Para a inferência sobre a importância proporcional da espécie mais abundante foi usado o índice de Berger-Parker ( $d$ ). A distribuição das espécies de parasitos na população

de hospedeiros foi indicada pelo índice de Discrepância ( $D$ ) (POULIN, 1993) e pelo índice de Dispersão ( $ID$ ) (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi utilizado para detectar possível influência da abundância parasitária total e a de cada espécie de parasito no comprimento e no peso do corpo dos hospedeiros (ZAR, 1999).

Na descrição da comunidade parasitária foi computada a riqueza parasitária nas infracomunidades e calculados os índices de Brillouin ( $H$ ), para o cálculo da diversidade parasitária, e o índice de uniformidade de Brillouin ( $J$ ), para dimensionar a forma de distribuição das espécies de parasitos nas infracomunidades (MAGURRAN, 1988). A frequência de dominância e a dominância relativa (número de espécimes de uma espécie/número total de espécimes de todas as espécies da infracomunidade) de cada espécie de parasito será calculada de acordo com Rohde et al. (1995). O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi utilizado para detectar possível influência do comprimento e do peso do corpo dos hospedeiros na diversidade parasitária (ZAR, 1999).

Os dados de comprimento e peso dos hospedeiros, abundância, intensidade, riqueza, diversidade, uniformidade e índice de Berger-Parker foram previamente logaritimizadas por  $\text{Log}_{10}(x+1)$  para a normalização na distribuição dos dados.

Para o cálculo dos descritores comunitários, foram incluídas na análise apenas as espécies que apresentaram prevalência superior a 10% (BUSH; HOLMES, 1986). A terminologia ecológica utilizada é aquela proposta por Bush et al. (1997).

Espécimes testemunhos foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, Brasil.

## RESULTADOS

**Hospedeiros:** O fator de condição relativo médio apresentado pelos hospedeiros foi  $Kn = 1,02 \pm 0,20$  (0,59-1,57). O

coeficiente de alometria calculado para a amostra de *G. brasiliensis* do rio Paraíba foi  $\Theta = 2,62$ , que foi significativamente diferente do valor do coeficiente de isometria ( $\Theta = 3,00$ ) ( $t = -6,43$ ;  $P > 0,02$ ). Não foi verificada diferença no comprimento ( $t = -0,1$ ;  $P = 0,92$ ), no peso ( $t = -0,07$ ;  $P = 0,94$ ) e no fator de condição relativo ( $t = 0,06$ ;  $P = 0,96$ ) entre hospedeiros parasitados e não parasitados.

**Comunidade componente:** Quatro espécies de metazoários parasitos foram coletadas (Tabela 1). As larvas de digenéticos foi o grupo com maior contribuição proporcional na abundância parasitária total, representando 73% de todos os parasitos coletados, seguida pelos monogenéticos, 24,10%, e nematoides, 12,9%. As larvas *Neascus*, causadores da doença dos pontos pretos, foram os espécimes mais prevalente, com maior intensidade média e a que mais contribuiu na abundância parasitária, com 208 indivíduos coletados (63,8% do total de parasitos), apresentando o maior valor de frequência de dominância (Tabela 2). Não foi verificada influência do comprimento total do corpo e do peso dos hospedeiros na abundância total do parasitismo e nem nas abundâncias de cada espécie de parasito.

**Tabela 1.** Prevalência, abundância média, intensidade média e sítio de infecção/infestação dos metazoários parasitos de *Geophagus brasiliensis* do rio Paraibuna, município de Simão Pereira, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Parasitos	Prevalência (%)	Abundância média (±DP)*	Intensidade média (±DP)	Sítio de infecção
<b>Digenea</b>				
<i>Neascus</i> (metacercária) CHIOC N°39020	76,5 (26)**	6,1±5,0	8,0±4,13 (2-16)***	nadadeiras e superfície do corpo
<i>Diplosthomum (Austrodiplostomum compactum)</i> (metacercária) CHIOC N°39019a-b	14,7 (5)	2.1±1.4	6,6±3,36 (3-12)	olhos
<b>Nematoda</b>				
<i>Procamallanus (Procamallanus) peraccuratus</i> CHIOC N°38569	50 (17)	0,97±2,65	2,5±2,5 (1-10)	intestino
<b>Monogenea</b>				
<i>Sciadicleithrum guanduense</i> CHIOC N°39018a-b	29,4 (10)	2,32±4,46	7,9±4.9 (1-18)	brânquias

**Tabela 2.** Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos metazoários parasitos de *Geophagus brasiliensis* do rio Paraibuna, município de Simão Pereira, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Parasitos	Frequência de dominância (%)	Frequência de dominância compartilhada	Dominância relativa média
<i>Neascus</i> (metacercária)	55,9 (19)*	3	0.55±0.40
<i>Diplosthomum (Austrodiplostomum compactum)</i> (metacercária)	2,9 (1)	2	0.05±0.12
<i>Procamallanus (Procamallanus) peraccuratus</i>	8,8(3)	0	0.15±0.27
<i>Sciadicleithrum guanduensis</i>	14,7 (5)	1	0.15±0.27

**Infracomunidades parasitárias:** dos 34 espécimes de *G. brasiliensis* examinados, 31 (91,2%) estavam parasitados por pelo menos, uma espécie de metazoário. Foi coletado um total de 362 espécimes de parasitos, com média de  $10,65 \pm 6,84$  parasitos/peixe. Os parasitos apresentaram o típico padrão de distribuição agregada (Tabela 3). A abundância parasitária total não se correlacionou ao comprimento ( $r = 0.09$ ;  $P = 0.60$ ) e ao peso ( $r = 0.01$ ;  $P = 0.50$ ) dos hospedeiros. A riqueza parasitária apresentou uma média de  $1,68 \pm 0,88$  (0-3). Três hospedeiros (8,8%) não estavam parasitados por espécie alguma de metazoário parasito, 11 (32,4%) estavam parasitados por uma espécie, 14 (41,2%) por duas espécies e 6 (17,6%) estavam

parasitados por três espécie. A riqueza parasitária não se correlacionou ao comprimento ( $r = -0.07$ ;  $P = 0.70$ ) e ao peso ( $r = -0.02$ ;  $P = 0.90$ ) dos hospedeiros. As infracomunidades parasitárias tiveram diversidade média  $H = 0.13 \pm 0.14$  (0,08-0,41) e uniformidade média  $J = 0.39 \pm 0.38$  (0,27-1,27). A diversidade e a uniformidade parasitárias não se correlacionaram ao comprimento ( $r = -0.02$ ;  $P = 0.93$  e  $r = -0.001$ ;  $P = 0.97$ ) e ao peso ( $r = -0.07$ ;  $P = 0.69$  e  $r = -0.071$ ;  $P = 0.68$ ) dos hospedeiros. O índice de Berger-Parker apresentou em média  $d = 0,73 \pm 0,30$ , e não se correlacionou ao comprimento ( $r = -0.03$ ;  $P = 0.86$ ) e ao peso ( $r = -0.08$ ;  $P = 0.66$ ) dos hospedeiros.

**Tabela 3.** Índice de Dispersão (ID) e índice de Discrepância (D) dos metazoários parasitos de *Geophagus brasiliensis* do rio Paraibuna, município de Simão Pereira, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Parasitos	ID	D
<i>Neascus</i> (metacercária)	4,05	0,44
<i>Diplosthomum</i> (A.) <i>compactum</i> (metacercária)	7,21	0,86
<i>Procamallanus</i> (P.) <i>peraccuratus</i>	3,68	0,69
<i>Sciadicleithrum</i> <i>gucanduensis</i>	8,55	0,78

## DISCUSSÃO

No presente estudo foi detectada a ocorrência de espécies com, relativamente, altas prevalências, intensidade e abundância de infecção/infestação nas infrapopulações dos metazoários parasitos de *G. brasiliensis* do rio Paraibuna. Quanto às infracomunidades, foi observado o domínio das formas larvais de parasitos e baixos valores de riqueza, diversidade e uniformidade das comunidades parasitárias.

O coeficiente de alometria ( $\Theta$ ) apresentou-se significativamente menor que o coeficiente de isometria, indicando que os espécimes apresentam crescimento alométrico negativo, o que significa maior

investimento energético no comprimento do que no peso, o que caracteriza a população de *G. brasiliensis* do rio Paraibuna, visto que o coeficiente de alometria ( $\Theta$ ) está vinculado a características genéticas da espécie de peixe, devendo manter-se constante numa dada população (ROSSI-WONGTSCHWSKI, 1977). Em estudo de populações diferentes de *G. brasiliensis* em represas, Barbieri e Santos (1981) e Santos et al. (2002) observaram coeficiente de alometria menor que o coeficiente de isometria  $\Theta = 2,97$  e  $\Theta = 2,84$ , respectivamente, enquanto Mota et al. (1983) definiram  $\Theta = 3,05$  para *G. brasiliensis* da represa de Ponte Nova no estado de São Paulo; ainda, Carvalho et al. (2010) ob-

servaram  $\Theta=3,22$  no mesmo hospedeiro no rio Guandu. O valor do coeficiente de alometria detectado no presente trabalho foi menor em relação aos obtidos nos demais trabalhos, o que parece indicar que as pressões seletivas nos diferentes ambientes são capazes de moldar diferentes tipos de estratégia do crescimento. O maior investimento no comprimento talvez indique a necessidade de competição por alimento, sendo essa talvez a principal pressão seletiva atuando sobre a população de hospedeiros.

Segundo Le Cren (1951), o fator de condição relativo, considera o peso esperado e o peso observado, os eventos reprodutivos ou de construção das gônadas são minimizados, uma vez que a relação entre os dois é igual a um, em condições normais. Qualquer alteração, nesta relação, provocará variações nesse cálculo. Estas variações podem ser provocadas por alterações do meio ambiente, falta de alimento ou mesmo pelo parasitismo. Alguns autores tem afirmado que é esperado um efeito negativo dos parasitos sobre a saúde dos hospedeiros (BAUER, 1961; GIBBS, 1985). No entanto, os resultados ainda são controversos, Lizama et al. (2006) verificaram correlação positiva entre a abundância parasitária e o fator de condição relativo em *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837), justificando que peixes mais saudáveis suportam maior carga parasitária, por outro lado, Lucas et al. (2011) em estudo com *Trachydoras paraguayensis* (Eigenmann & Ward, 1907) observaram fator de condição relativo menor nos peixes parasitados. Já em trabalho realizado por Yamada et al. (2008), com monogenéticos de ciclídeos, foi verificado o efeito negativo nos fatores de condição relativos de *Satanoperca pappaterra* (Heckel, 1840) parasitados por monogenéticos, no entanto não foi observada relação em *Crenicichla niederleini* (Holmberg, 1891); os autores indicaram que a diferença na intensidade do parasitismo pela espécie de monogênea tenha gerado o resultado, visto que maior intensidade do parasitismo nas brânquias faz com que as mesmas produzam mais muco,

o que dificulta o processo de obtenção de energia (LUQUE, 2004). No presente trabalho pode-se aventar que a intensidade de infecção dos espécimes não foi alta o suficiente para gerar uma interferência na saúde dos hospedeiros.

*Geophagus brasiliensis* é uma espécie territorialista, encontrada em locais de remanso, próximos ao fundo, quando se alimenta de lodo depositado, peixes, gastrópodes, tecamebas, microcrustáceos e larvas de insetos (SABINO; CASTRO, 1990; ANDREATA; TENÓRIO, 1997; MORAES et al., 2004). Alguns trabalhos têm apontado as metacercárias como os parasitos mais prevalentes e abundantes e/ou grupo mais biodiverso em *G. brasiliensis* (AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2008a; 2010; BELLAY et al., 2012; RASIER et al., 2015), indicando sua importância na estrutura das infracomunidades. No presente trabalho, as larvas do tipo *Neascus* demonstraram maiores prevalência, abundância média e intensidade média, semelhante ao observado por Carvalho et al. (2008a) em *G. brasiliensis* do rio do Peixe, tributário do rio Paraibuna. Esses dados parecem apontar para o fato de que, independente do curso d'água, lêntico ou lótico, o comportamento de proximidade do fundo, característica de *G. brasiliensis*, pode deixar esses hospedeiros mais susceptíveis ao ataque de metacercárias por colocarem os hospedeiros em contato direto com moluscos, que são os primeiros hospedeiros intermediários e que fazem parte da sua dieta.

As metacercárias do tipo *Neascus* são causadores da doença dos pontos pretos em peixes e alguns autores sugerem associação dessa doença ao retardo do crescimento, à perda de peso e até à alta mortalidade de peixes mais jovens infectados, o que poderia ser um fator regulatório na população de hospedeiros (HARRISON; HADLEY, 1982; LEMLY; ESCH, 1984; 1985). Além disso, a doença dos pontos pretos pode ter consequências econômicas importantes na piscicultura, como a alta mortalidade dos alevinos e a diminuição do valor comercial dos peixes infectados, pela

aparência pouco atrativa ao consumidor, tanto como peixe ornamental como para o consumo (EIRAS, 1994, TAKEMOTO et al., 2004). No presente trabalho, a intensidade média de infecção observada não se relacionou ao comprimento e ao peso dos hospedeiros, ao contrario do verificado por Carvalho et al. (2008) em *G. brasiliensis* do rio do Peixe, fato que pode estar relacionado aos menores comprimentos dos peixes do presente estudo, visto que é esperado o fenômeno da bioacumulação, processo no qual os hospedeiros são expostos a mais de uma época de invasão por cercárias (EIRAS, 1994), o que não foi verificado no presente trabalho.

*Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum*, foi outra metacercária observada no presente trabalho, que esteve presente em *G. brasiliensis* coletados em diversas regiões do Brasil (AZEVEDO et al., 2006; NOVAES et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; BELLAY et al., 2012; SANTOS et al., 2012; RASIER et al., 2015), no entanto, com exceção dos estudos feitos por Santos et al. (2012) e Rasier et al. (2015), no qual essas metacercárias apresentaram, relativamente, altas prevalências, em todos os outros estudos pode ser considerada uma espécie satélite na comunidade componente (BUSH; HOLMES, 1986), visto que nos demais trabalhos não alcançou prevalência de, pelo menos, 1/3 na população de hospedeiros. Larvas de diplostomídeos têm sido descritas parasitando os olhos, gônadas, bexiga natatória, cérebro e rins de um grande número de espécies de peixes pertencentes a ordens diferentes, e, de acordo com Santos et al. (2012), são necessários estudos para elucidar a questão da preferência de sítio de infecção, bem como elucidar a taxonomia dessas larvas, através de biologia molecular, para a comprovação de serem da mesma espécie ou morfotipos indistintos de espécies.

*Procamallanus (Procamallanus) peracuratus* é parasito principalmente de ciclídeos e *G. brasiliensis* tem sido apontado por representar o hospedeiro tipo dessa espécie de parasito (PINTO et al., 1976; MORA-

VEC et al., 1993; MORAVEC, 1998), tendo sido registrado em *G. brasiliensis* em altas prevalências por Bellay et al. (2012) em reservatórios do Paraná. Carvalho et al. (2010) também fizeram o registro de *P. (P.) peracuratus*, no mesmo hospedeiro, provenientes do rio Guandu, no entanto com prevalência menor. No presente trabalho a prevalência encontrada foi intermediária entre os dois estudos, podendo indicar que não apenas o comportamento e hábito alimentar do hospedeiro são determinantes para a aquisição do parasito (DOGIEL, 1961; LUQUE, 2004; FODRIE et al. 2015), mas também a disponibilidade dos itens alimentares, entre eles os próprios hospedeiros intermediários (KENNEDY et al., 1986; MARQUES et al. 2011), no caso específico de *P. (P.) peracuratus*, de copépodes planctônicos (LUQUE et al., 2004), visto que *G. brasiliensis* apresenta oportunismo trófico.

É esperado que monogenéticos apresentem especificidade aos seus hospedeiros (PAVANELLI et al., 2008), tendo sido verificada a ocorrência de *Sciadicleithrum frequens* BELLAY; TAKEMOTO; YAMADA & PAVANELLI, 2008, parasitando *G. brasiliensis* de vários reservatórios do sul do Brasil, no entanto, foi descrito *Sciadicleithrum guanduensis* CARVALHO; TAVARES & LUQUE, 2008, parasitando o mesmo hospedeiro na região sudeste, demonstrando um padrão de distribuição geográfica específico dos parasitos do acará (BELLAY et al., 2012). No presente trabalho é ampliado o registro espacial da ocorrência de *S. guanduensis* para a bacia do rio Paraibuna.

No presente estudo foi verificado alto grau de agregação das populações de parasitos na amostra de hospedeiros, o que parece ser um padrão para macroparasitos de vertebrados (SHAW; DOBSON, 1995; POULIN, 2007). Esta distribuição pode ser causada por diferenças na susceptibilidade do hospedeiro à infecção, heterogeneidade na habilidade dos hospedeiros em eliminar os parasitos por resposta imunológica e, ainda, a diferenças individuais no hábito alimentar dos hospedeiros (SHAW; DOB-



SON, 1995; VON ZUBEN, 1997). Além disso, o padrão de distribuição agregado age para aumentar a regulação dependente da densidade e da abundância tanto de hospedeiros como de parasitos, além de reduzir o nível de competição interespecífica entre os parasitos (VON ZUBEN, 1997).

Espera-se que maiores hospedeiros apresentam maior superfície corporal, maior fluxo de energia (alimentos) e mais microhabitats internos para parasitos do que os pequenos hospedeiros, o que para alguns autores justificaria relação positiva entre o tamanho do corpo dos hospedeiros e a abundância parasitária (LUQUE et al., 1996; MUÑOZ et al. 2007). Por outro lado, o parasitismo pode não aumentar, necessariamente, em função do tamanho do peixe por um processo de acumulação e de maior tempo de exposição, mas pode relacionar-se às mudanças nos itens alimentares nas diferentes faixas etárias da população de hospedeiros e pela dinâmica populacional dos hospedeiros intermediários (LUQUE et al., 1996; LUQUE; CHAVES, 1999). A análise da correlação entre o tamanho e peso do corpo e abundância parasitárias não mostrou valores significativos, refletindo, possivelmente, a pequena amplitude no comprimento e no peso dos hospedeiros, bem como pode estar relacionada à sazonalidade dos parasitos e de seus hospedeiros intermediários, como apontado por Gil de Pertierra; Ostrowskyi de Núñez (1995) e Pavanelli et al. (2004).

A riqueza absoluta de espécies coletadas no presente trabalho foi menor do que aquela verificada em outros estudos ecológicos do parasitismo em *G. brasiliensis* (AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; BELLAY et al., 2012; RASIER et al., 2015), o que pode estar relacionado ao esforço amostral do presente trabalho. Dessa forma, outros trabalhos, com maior esforço amostral têm grandes chances de aumentar a riqueza absoluta da comunidade componente de *G. brasiliensis* do rio Paraibuna, o que pouco influencia o perfil das infracomunidades, que é sustentado pelas espécies mais prevalentes e abun-

dantes. Alguns trabalhos demonstraram que o esforço amostral está diretamente ligado à riqueza da comunidade componente e que em amostras menores são capazes de detectar aquelas espécies mais comuns, mais prevalentes e abundantes, nas infracomunidades, no entanto, não são capazes de detectar parasitos raros ou sazonais (SASAL et al., 1997; LUQUE; POULIN, 2007; KAMIYA et al., 2014). No entanto, a riqueza média nas infracomunidades parasitárias foi semelhante àquela encontrada por Azevedo et al. (2006) no rio Guandu.

Quanto ao perfil da comunidade componente em *G. brasiliensis* pode ser observado que a mesma se caracteriza por baixa riqueza média, baixas diversidade e uniformidade e alta concentração de dominância exercida por larvas de digenéticos, na grande maioria das infracomunidades (AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; RASIER et al., 2015, com exceção de Bellay et al. (2012), no qual os monogenéticos foram dominantes.

Em trabalho de revisão realizada por Choundhury e Dick (2000), no qual compararam a biodiversidade parasitária de peixes de água doce das regiões temperada e tropical, foi observada a tendência em ciclídeos de serem hospedeiros intermediários de formas larvais, principalmente de digenéticos, o que demonstra a importância desse grupo de peixes nas cadeias alimentares em diferentes continentes. Fato confirmado pelo estudo de outra espécie de ciclídeo, *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862), realizado por Salgado-Maldonado; Kennedy (1997) no México, que apresentou padrão infracomunitário semelhante àquela encontrado em *G. brasiliensis* do Brasil. O que corrobora conclusões de Poulin; Luque (2004), que afirmaram que algumas linhagens de peixes abrigam mais larvas de helmintos do que outras por razões evolutivas e não apenas por causa das características ecológicas apresentadas atualmente.

A presença de estágios larvais de digenéticos sugere que *G. brasiliensis* seja

predado principalmente por aves e mamíferos aquáticos que funcionam como hospedeiro definitivo dessas larvas e por outros teleosteos carnívoros que podem desempenhar a função de hospedeiros paratênicos (AZEVEDO et al., 2006; CARVALHO et al., 2010; BELLAY et al., 2012). O presente estudo contribui para os conhecimentos acerca da distribuição geográfica de *Sciadicleithrum guanduense*, estabelecendo este monogenético como parasito de *G. brasiliensis* da região sudeste, enquanto *S. frequens* parasita o mesmo hospedeiro na região sul (Bellay et al., 2008).

**ABSTRACT:** *Thirty four specimens of Geophagus brasiliensis from the Paraibuna River, municipality of Simão Pereira, Minas Gerais, Brazil, collected between April and June 2016, were necropsied for the study of their parasitic infrapopulations and infracommunities. The specimens present negative allometric growth. The mean relative condition factor presented by the hosts was  $Kn = 1.02 \pm 0.20$ . There was no difference in length, weight and relative condition factor between parasitized and non parasitized hosts. Four species of metazoan parasites were collected, totaling 362 specimens. Thirty one hosts were parasitized by one or more species of metazoan (91.2%). The digenetic larvae were the group with the highest proportional contribution in the parasite abundance, representing 73% of all parasites collected, followed by monogeneans, 24.10%, and nematodes, 12.9%. The Berger-Parker index,  $0.73 \pm 0.30$ , indicated dominance by the Neascus type larvae in the infracommunities, confirmed by the high concentration of dominance and the mean relative dominance demonstrated by these larvae. All collected species presented a typical aggregate pattern in their distribution in the host population. No correlation was found between parasite abundance and host length and weight. The parasite richness in the infracommunities of *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824), was  $1.68 \pm 0.88$ , the mean diversity  $H = 0.13 \pm 0.14$  and the mean uniformity  $J = 0.39 \pm 0.38$ . The richness, diversity and uniformity of parasite communities did not correlate with the weight and length of the hosts. In the present study the occurrence of species with relatively high prevalence, intensity and abundance of infection / infestation in the infrapopulations of parasites of *G. brasiliensis* of the Paraibuna River was detected. For the infracommunities, was observed the dominance of larval forms of parasites and low values of richness, diversity and uniformity of parasitic communities.*

**KEY WORDS:** *Acará Parasite, Icthioparasitology, Relative Condition Factor (Kn)*

## BIBLIOGRAFIA

ABELHA, M.C.F.; GOULART, E. Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 26, n. 1, p. 37-45, 2004.

AMATO, J.F.R. et al. **Protocolos para laboratório, coleta e processamento de parasitos de pescado**. Seropédica: UFRRJ, 1991.

ANDREATA, J.V.; TENÓRIO, M.M.B. Aspectos da alimentação de *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 19, n. 2, p. 185-195, 1997.

AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D.; LUQUE, J.L. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do acará *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Perciformes: Cichlidae) do rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Seropédica, v. 28, n. 4, p. 403-411, 2006.

BAUER, O.N. Relationships between host fishes and their parasites. In: DOGIEL, V.A. et al. (Ed.). **Parasitology of fishes**. Traduzido por Z. Kabata. 1.ed. Edinburgo: Oliver and Boyd, 1961.

BELLAY, S.; TAKEMOTO, R.M.; YAMADA, F.H.; PAVANELLI, G.C. A new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea: Ancyrocephalinae), gill parasite of *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Teleostei: Cichlidae) from reservoirs in the State of Paraná, Brazil. **Zootaxa**, v. 1700, n. 1, p. 63-68, 2008.

BELLAY, S.; UEDA, B.H.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P.; PAVANELLI, G.C. Fauna parasitária de *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) em reservatórios do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 74-78, 2012.

BOEGER, W.A.; POPAZOGLO, F. Neotropical Monogenoidea. 23. Two new species of *Gyrodactylus* (Gyrodactylidae) from a Cichlid and an Erythrinid fish of Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 6, p. 689-694, 1995.

BUSH, A.O.; HOLMES, J.C. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. **Canadian Journal of Zoology**, v. 64, n. 1, p. 142-152, 1986.

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, n. 4, p. 575-583, 1997.

CARVALHO, A.R.; TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L. Metacercárias do tipo *Neascus* em *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) do rio do Peixe, Juiz de Fora, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 315-320, 2008a.

CARVALHO, A.R.; TAVARES, L.E.R.; LUQUE, J.L. A new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitic on *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) from Guandu River, Southeastern Brazil. **Acta Parasitologica**, Varsóvia, v. 53, n. 3, p. 237-239, 2008b.

CARVALHO, A. R., TAVARES, L.E.R. & LUQUE, J.L. Variação sazonal dos metazoários parasitos de *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) no rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 159-167, 2010.

CARVALHO, A.R.; MARTINS, R.T.; BELLEI, P.M.; SOUZA-LIMA, S. Aspectos ecológicos da helmintofauna de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) da Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora-MG, Brasil). **Revista Brasileira de Zociências**, Juiz de Fora, v. 18, n. 1, p. 7-20. 2017.

CHOUDHURY, A.; DICK, T.A. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. **Journal of Biogeography**, v. 27, n. 4, p. 935–956, 2000.

COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos. **Caderno de ações Bacia do Rio Paraíba**. Rio de Janeiro, RJ, 2007. Disponível em: < <http://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/Caderno%203%20-%20Paraibuna.pdf> > Acessado em 28/06/2017.

DOGIEL, V. A. (1961). Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: Dogiel, V. A., Petrushevski, C., K., Polyanski, Y. I. (eds.) **Parasitology of fishes**. Oliver and Boyd, Edinburgh, p. 1-47 (English translation)

EIRAS, J.C. **Elementos de ictioparasitologia**. Lisboa: Fundação Eng. António de Almeida, 1994.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Bacia do Paraíba: enquadramento das águas**. Belo Horizonte: FEAM-MG, 1996. 44 p. (Relatório Técnico). Disponível em: < <http://www.igam.mg.gov.br/> > Acessado em: 07/07/2017.

FERNANDES, B.M.M.; KOHN, A. On some trematodes parasites of fishes from Paraná river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 3, p. 461-466, 2001.

FODRIE, F.J.; YEAGER, L.A.; GRABOWSKI, J.H.; LAYMAN, C.A.; SHERWOOD, G.D.; KENWORTHY, M. D. Measuring individuality in habitat use across complex landscapes: approaches, constraints, and implications for assessing resource specialization. **Oecologia**, v. 178, p. 75–87, 2015.

FROESE, R., PAULY, D. (Eds.) (2017). **FishBase**. *Geophagus brasiliensis*. Disponível em: < <http://www.fishbase.org/summary/4751> > Acessado em: 05/07/2017.

GIBBS, H.C. Effects of parasites on animal and meat production. In: GAAFAR, S.M. et al. (Ed.). **World animal science B2: parasites, pests and predators**. The Netherlands: Elsevier, 1985. p. 7-27.

GIL DE PERTIERRA, A.A.; OSTROWSKI DE NÚÑEZ, M. Ocurrencia estacional de *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954 (Acanthostomidae, Acanthostominae) y de dos especies de Derogenidae, Halipeginae, Parasitos del bagre sapo, *Rhamdia sapo* Valenciennes, 1840 (Pisces, Pimelodidae) em Argentina. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 2, p. 305-314, 1995.

HARRISON, E.J.; HADLEY, W.F. Possible effects of black-spot disease on northern pike. **Transactions of the American Fisheries Society**, New York, v. 111, n. 1, p. 106-109, 1982.

HOLMES, J.C. Parasites as threats to biodiversity in shrinking ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, v. 5, n. 8, p. 975–983, 1996.

HORWITZ, P.; WILCOX, B.A. Parasites, ecosystems and sustainability: an ecological and complex systems perspective. **International Journal for Parasitology**, v. 35, p.

725-732, 2005.

HUDSON, P.J.; DOBSON, A.P.; LAFERTTY, K.D. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 7, p. 381-385, 2006.

HUGOT, J.P.; BAUJARD, P.; MORAND, S. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. **Nematology**, v. 3, n. 1, p. 199-208, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2000**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/>> Acessado em 12/06/2017

JIMENEZ-GARCÍA, M.I.; VIDAL-MARTÍNEZ, V.M. Temporal variation in the infection dynamics and maturation cycle of *Oligogonotylus manteri* (Digenea) in the cichlid fish, *Cichlasoma urophthalmus*, from Yucatán, México. **Journal of Parasitology**, v. 91, n. 5, p. 1008-1014, 2005.

KAMIYA, T; O'DWYER, K.; NAKAGAWA, S.; POULIN, R. What determine species richness of parasitic organisms? A meta-analysis across animal, plant and fungal hosts. **Biological Reviews**, v. 89, p. 123-134, 2014.

KENNEDY, C.R.; BUSH, A.O.; AHO, J.M. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? **Parasitology**, v. 93, p. 205-215, 1986.

KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M.; PIPOLO, H.V.; GODOY, M.P. Helminthos parasitos de peixes das usinas hidrelétricas da Eletrosul (Brasil). II. Reservatórios de Salto Osório e de Salto Santiago, bacia do rio Iguaçu. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 3, p. 299-303, 1988.

KRITSKY, D.C.; THATCHER, V.; BOEGER, W.A. Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, Washington D.C., v. 53, n. 1, p. 1-37, 1986.

LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v.20, n. 2, p.201-219, 1951.

LEFÈVRE, T.; LEBARBENCHON, C.; GAUTHIER-CLERC, M.; MISSÉ, D.; POULIN, R.; THOMAS, F. The ecological significance of manipulative parasites. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24, n. 1, p. 41-48, 2009.

LEMLY, A.D.; ESCH, G.W. Effects of the trematode *Uvulifer ambloplitis* on juvenil bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*: ecological implications. **Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 70, n. 5, p. 475-492, 1984.

LEMLY, A.D.; ESCH, G.W. Black-spot caused by *Uvulifer ambloplitis* (Trematoda) among juvenile centrarchids in the Piedmont area North Carolina. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, Washington, D.C., v. 52, n. 1, p. 30-35, 1985.

LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Influence of the seasonal and en-

environmental patterns and host reproduction on the metazoan parasites of *Prochilodus lineatus*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 4, p. 611-622, 2006.

LUCAS, A.P.C.; FERNANDES, E.S.; TARIFA, D.S.; LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M. *Relação entre Fator de Condição Relativo (Kn) e a abundância de endoparasitos em Trachydoras paraguayensis (Eigenmann & Ward, 1907) (Osteichthyes: Doradidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Paraná – Brasil. VII Encontro Internacional de Produção Científica*, 2011. Anais Eletrônico. Disponível em: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/ana\\_paula\\_cirqueira\\_lucas\\_1.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/ana_paula_cirqueira_lucas_1.pdf) Acessado em: 04/07/2017.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical Ecology: a primer on methods and computing**. New York: Wiley-Interscience Publications, 1988. 337p.

LUQUE, J.L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 2, p. 161-165, 2004.

LUQUE, J.L.; CHAVES, N.D. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos de *Pomatomus saltator* (Osteichthyes: Pomatomidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 6, p. 711-723, 1999.

LUQUE, J.L.; POULIN, R. Use of fish as intermediate hosts by helminth parasites: a comparative analysis. **Acta Parasitologica**, Varsóvia, v. 49, n. 4, p. 353-361, 2004.

LUQUE, J.L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 865-878, 2007.

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 littoral: I. Structure and influence of the size and Sex of hosts. **Revista Brasileira de Biologia**, v.56, n.2, p.279-292, 1996.

MADI, R.R. **Utilização dos helmintos parasitas de Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824) (Cichlidae; Perciformes) como indicadores ambientais**. 2005. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MAGURRAN, A.E. **Ecological Diversity and its Measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.

MARCOGLIESE, D.J.; CONE, D.K. Food webs: a plea for parasites. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 12, n. 8, p. 320-325, 1997.

MARQUES, J.F.; SANTOS, M.J.; TEIXEIRA, C.M.; BATISTA, M.I.; CABRAL, H.N. Host-parasite relationship in flatfish (Pleuronectiformes) – the relative importance of host biology, ecology and phylogeny. **Parasitology**, v. 138, p. 107-121, 2011.

MORAES, M.F.P.G.; BARBOLA, I.F.; DUBOC, L.F. Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae), in a lagoon of high

Tibagi river, Paraná State, Brazil. **Ciências. Biológicas e da Saúde**, v. 10, n. 1, p. 37-45, 2004.

MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region**. Praga: Academy of Sciences of the Czech Republic, 1998. 464p.

MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M. Nematode parasites of fish of the Paraná river, Brazil. Part 3 – Camallanoidea and Dracunculoidea. **Folia Parasitologica**, Praga, v. 40, p. 211-229, 1993.

MUÑOZ, G.; GRUTTER, A. S.; CRIBB, T. H. Structure of the parasite communities of a coral reef fish assemblage (Labridae): testing ecological and phylogenetic host factors. **Journal of Parasitology**, v. 93, n. 1., p. 17-30, 2007.

NICKOL, B.B.; PADILHA, T.N. *Neochinorhynchus paraguayensis* (Acanthocephala: Neochinorhynchidae) from Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 65, n. 6, p. 987-989, 1979.

NOVAES, J.L.C., RAMOS, I.P.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. Metacercariae of *Diplostomum compactum* Lutz, 1928 (Trematoda, Diplostomidae) in the eyes of acara *Geophagus brasiliensis* Quoy & Gaimard, 1824 (Teleostei, Cichlidae) from Barra Bonita Reservoir – São Paulo, Brazil. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.58, n.6, p.1229-1231, 2006.

PARAGUASSÚ, A.R.; ALVES, D.R.; LUQUE, J.L. Metazoários parasitos do acará *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes: Cichlidae) do Reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Seropédica, v. 14, n. 1, p. 35-39, 2005.

PAVANELLI.G.C.; EIRAS,J.C.; TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**.3.ed.Maringá:Eduem, 311p. 2008.

PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M.A.P. Helminth fauna of the fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Org.) **The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation**, p.309-329, 2004.

PINTO, R.M.; FÁBIO, S.; NORONHA, D.; ROLAS, F.J.T. Novas considerações morfológicas e sistemáticas sobre os *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 1, p. 77-84, 1976.

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. **Evolutionary Ecology of Parasites: from individuals to communities**. London: Chapman & Hall, 1998. 212p.

POULIN, R. The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? **International Journal for Parasitology**, v. 29, n. 6, p. 903-914, 1999.

POULIN, R. Are there general laws in parasite ecology? **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 763-776, 2007.

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 Borelli* (Osteichthyes, Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes, Prochilodontidae) from Paraná River, Porto Rico region, Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 515-521, 2000.

RASIER, G.L.; PESENTI, T.C.; PEREIRA Jr, J.; SILVA, D.S.; WENDT, E.W.; MONTEIRO, C.M.; BERNE, M.E.A. Metazoan parasites of *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) in Patos lagoon, extreme south of Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, Jaboticabal, v. 24, n. 4, p. 447-453, 2015.

REGO, A. A.; PAVANELLI, G. C. New species of proteocephalid cestodes in nom siluriform fishes. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 1, p. 91-101, 1990.

ROCHA, R.S.; PELEGRINI, R.S.; CAMARGO, A.A.; ABDALLAH, V.D.; AZEVEDO, R.K. *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae) em *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) coletados em um lago no Município de Dois Córregos, São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 12; p. 2223-2228, 2015.

ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasitism of marine fishes. **International Journal for Parasitology**, v. 25, n. 8, p. 945-970, 1995.

ROSSI-WONGTSCHWSKI, C.L.D.B. Estudo das variações da relação peso-comprimento, em função do peso e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) da Costa do Brasil entre 23° S e 28°S. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 26, n. 2; p. 131-180, 1977.

SABINO, J.; CASTRO, R.M.C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 50, n. 1, p. 23- 26, 1990.

SANTOS, R.S.; MARCHIONI, N.; SANTAREM, V.A.; TAKAHASHI, H.K.; MOURINO, J.L.P.; MARTINS, M.L. *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Digenea, Diplostomidae) in the eyes of fishes from Paraná river, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 225-231, 2012.

SASAL, P.; MORAND, S.; GUÉGAN, J.F. Determinants of parasite species richness in Mediterranean marine fishes. **Marine Ecology Progress Series**, v. 149, p. 61-71, 1997

SALGADO-MALDONADO, G.; KENNEDY, C.R. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan peninsula, Mexico. **Parasitology**, v. 114, p. 581-590, 1997.

SHAW, D.J.; DOBSON, A.P. Patterns of macroparasites abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. **Parasitology**, v. 111, n. 1, p. 111-133,



1995.

SOARES, R.; MACHADO, W.T.V.; CAMPOS, D.V.B.; MONTEIRO, M.I.C.; FREIRE, A.S.; SANTELI, R.E. Avaliação da Aplicabilidade de Índices de Poluição Aquática: Estudo de Caso no Rio Paraibuna (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 6, p. 2105-2122, 2016. Disponível em: < <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/viewArticle/1861> > Acessado em: 01/07/2017.

TAKEMOTO, R.M. et al. Parasitas de peixes de águas continentais. In: PAIVA, M.J.T.R. et al. (Org.). **Sanidade de organismos aquáticos**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2004. v. 1, p. 179-197.

TORRES, J.P.M. **Ocorrência e distribuição de metais pesados no Rio Paraibuna, Juiz de Fora, M.G.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 1992.

TRAVASSOS, L. Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica dos peixes d'água doce do Brasil. IV. Dois novos gêneros de Cosmocercidae (Nematoda) e uma nota helmintológica. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 46, n. 5, p. 633-637, 1949.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Manual de métodos para estudos de populações de peixes: reprodução e crescimento**. Brasília, CNPq, 1982. 101 p.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem, 1996.

VICENTE J.J.; PINTO, R.M. Nematóides do Brasil. Nematóides de peixes. Atualização: 1985-1998. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 3, p. 561-610, 1999.

VITAL, J.C.; MOREY, G.A.M.; PEREIRA, N.B.; MALTA, J.C.O. Metacercárias de *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) em peixes de lagos de várzea da Amazônia brasileira. **Folia Amazônica, Iquitos**, v. 25, n. 2, p. 153-158, 2016.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1999. 663p.

ZUBEN, C.J.V. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 523-530, 1997.

YAMADA, F.H.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, J.C. Relação entre Fator de Condição Relativo (Kn) e a abundância de ectoparasitos de brânquias, em duas espécies de ciclídeos da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 213-217, 2008.

Submetido em: 25/07/2017 Aceito em: 05/02/2018