

Composição e estrutura das infracomunidades endoparasitárias de *Gymnotus* spp. (Pisces: Gymnotidae) do rio Baía, Mato Grosso do Sul, Brasil

Andréia Isaac*, Gislaíne Marcolino Guidelli, Jakeline Galvão de França e Gilberto Cezar Pavanelli

Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia)/PEA, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brazil. *Author for correspondence. e-mail: andrisaac@yahoo.com.br

RESUMO. Foram examinados 111 espécimes do gênero *Gymnotus*. Os peixes foram capturados em peneiras e redes de espera. Foram registradas dezesseis espécies de helmintos, estando 93,7% delas em fase larval. Ocorreram associações positivas significativas entre vinte pares de espécies de parasitas. Todas elas apresentaram um padrão de distribuição agregada na amostra de hospedeiros. Não houve tendência para dominância entre as espécies de parasitas. Hospedeiros machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas entre as diversidades parasitárias, mas houve influência do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência e abundância de infecção de *Tylodelphys* sp. e *Spiroxys* sp.. Foi observado correlação positiva significativa entre o comprimento total dos hospedeiros e a prevalência e a abundância de infecção de *Nomimoscolex chubbi*, *Contracaecum* sp. 2 e *Quadrigyrus machadoi*. Houve relação significativa entre a prevalência de *Herpetodiplostomum* sp. 1, *Herpetodiplostomum* sp. 3, *Neodiplostomum* sp. e *Tylodelphys* sp. e o ciclo reprodutivo dos hospedeiros.

Palavras-chave: *Gymnotus*, ecologia de parasitos, rio Baía, rio Paraná, relação parasito-hospedeiro.

ABSTRACT. Composition and structure of the endoparasite infracommunities of *Gymnotus* spp. (Pisces: Gymnotidae) of the Baía River, Mato Grosso do Sul, Brazil. Parasites of 111 specimens of the *Gymnotus* genus were analyzed. The fishes were captured in bolters and gill nets. Sixteen parasite species were recorded, being 93.7% of the species found in larval stages. Significant positive association and correlation between abundances of twenty pairs of species occurred. All the analyzed parasite species had a clumped pattern in host sample. No dominance was reported among the parasite species. Diversity of the infracommunities of male and female hosts were not different, but influence of hosts' sex in the prevalence and abundance of *Tylodelphys* sp. and *Spiroxys* sp. were observed. Significant positive correlation between hosts' total length and prevalence and abundance of *Nomimoscolex chubbi*, *Contracaecum* sp. 2 and *Quadrigyrus machadoi* was observed. The reproductive cycle of hosts was correlated with the *Herpetodiplostomum* sp. 1, *Herpetodiplostomum* sp. 3, *Neodiplostomum* sp. and *Tylodelphys* sp. prevalences.

Key words: *Gymnotus*, parasites ecology, Baía River, Paraná River, host-parasite relationship.

Introdução

O gênero *Gymnotus* inclui espécies de peixes de água doce, que habitam preferencialmente ambientes lênticos, de águas turvas e com vegetação aquática. Esse gênero é o único da família Gymnotidae e suas espécies possuem ampla distribuição geográfica, estando presentes desde a Costa Rica na América Central até o rio de la Plata, na Argentina (Borin e Júlio Jr, 1994).

Na planície de inundação do alto rio Paraná, Leal de Castro (2001) registrou a ocorrência das espécies *Gymnotus carapo*, *Gymnotus sylvius* e *Gymnotus inaequilabiatus*. A identificação foi baseada em estudos genéticos, não sendo possível separar as

espécies por meio de caracteres morfológicos. Desse modo, entre os espécimes capturados para este trabalho, pode haver até três espécies pertencentes ao gênero *Gymnotus*.

Hahn *et al.* (1997) estudaram o hábito alimentar de *G. carapo* na planície de inundação do alto rio Paraná e classificaram a espécie como insetívora. Também foram citados como componentes de sua dieta peixes, vegetais superiores, sedimento, protozoários, moluscos e crustáceos. De acordo com os mesmos autores, *G. carapo* faz parte da dieta alimentar de importantes espécies de peixes piscívoras, como *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado), *Plagioscion squamosissimus* (curvina),

Pinirampus pirinampu (barbado) e *Rhaphiodon vulpinus* (dourado-facão).

O hábito alimentar do hospedeiro influencia diretamente a composição da sua fauna parasitária (Dogiel, 1970), assim como as associações existentes entre as espécies de parasitas. Além do hábito alimentar, também o sexo do hospedeiro pode influenciar a infecção parasitária. A variação na composição da parasitofauna de hospedeiros machos e fêmeas pode ser resultado de diferenças comportamentais, biológicas ou fisiológicas, como sugerem os estudos realizados por Machado *et al.* (1994), Machado *et al.* (2000) e Guidelli *et al.* (2003), com espécies de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná.

Em relação à idade, há muitas evidências de que o número de parasitas por hospedeiro aumenta com o comprimento do peixe (Poulin, 1996; Isaac *et al.*, 2000; Guidelli *et al.*, 2003). Dessa forma, o estudo da fauna endoparasitária de peixes torna possível inferir sobre a biologia e o comportamento dos hospedeiros de acordo com sua idade ou sexo, sendo essas informações importantes para a conservação das espécies de peixes e de seu habitat.

Neste trabalho são apresentadas a composição e a estrutura das infracomunidades de endoparasitas de *Gymnotus* spp., capturados no rio Baía (MS), afluente do rio Paraná, na planície de inundação do alto rio Paraná.

Material e métodos

Foram capturados, entre março de 1999 e fevereiro de 2000, 111 espécimes do gênero *Gymnotus*. Os peixes foram coletados no rio Baía (22°42', 22°44' e 53°17', 53°20'), ambiente semilótico, com grandes bancos de macrófitas aquáticas em suas margens. Esse rio está localizado em uma região de vasta planície de inundação, incluída no alto trecho da bacia do rio Paraná (Maack, 1981), mais especificamente à margem direita do rio Paraná, no Estado do Mato Grosso do Sul.

Para a captura dos peixes, foram utilizadas peneira e redes de espera. O peso total, o comprimento total, o sexo e o estágio de maturação dos hospedeiros foram anotados. Os órgãos internos e a cavidade visceral foram analisados sob microscópio estereoscópico. Os parasitas foram processados de acordo com Eiras *et al.* (2000), e a identificação realizada com base em Pearson (1961), Szidat (1969), Shoop (1989), Thatcher (1993), Moravec (1998), Chambrier e Vaucher (1999) e Falavigna (2002).

A existência de correlação entre o comprimento total dos hospedeiros e a prevalência de infecção de cada espécie de parasita foi testada por meio do coeficiente de correlação de Pearson "r", com separação das amostras de hospedeiros em 6 classes de comprimento total (Zar, 1996). O coeficiente de

correlação por postos de Spearman "rs" foi utilizado para verificar correlações entre o comprimento total dos hospedeiros e a abundância de infecção (Zar, 1996).

Para verificar a influência do sexo do hospedeiro e a influência do período reprodutivo na abundância de cada espécie de parasita, foi utilizado o teste "U" de Mann-Whitney (Zar, 1996). A influência do sexo do hospedeiro sobre a prevalência de cada espécie de parasita e a dependência da prevalência de infecção dos parasitas em relação ao período de reprodução dos hospedeiros foram verificados por meio do teste "G" de log-likelihood, com uso de tabela de contingência 2x2 (Zar, 1996). Foram considerados indivíduos em reprodução aqueles com gônadas em maturação, maduros e parcialmente desovados, já que estes estavam certamente com seus níveis hormonais alterados. Os indivíduos esgotados e em repouso foram considerados fora do período de reprodução.

A ocorrência de associações entre as espécies de parasitas foi observada por meio do qui-quadrado, e a correlação entre a abundância das espécies que formaram os pares foi testada pelo coeficiente de correlação por postos de Spearman "rs" (Zar, 1996).

Com os valores de comprimento total (Lt) e o peso total (Wt) de cada peixe, foi ajustada a curva da relação $Wt = a.Lt^b$, e foram estimados os valores dos coeficientes "a" e "b". Os valores numéricos de "a" e "b" foram empregados nas estimativas dos valores teoricamente esperados de peso do corpo (We) pela utilização da fórmula: $We = a.Lt^b$. Finalmente, foi calculado o fator de condição relativo (Kn), que corresponde ao quociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um dado comprimento ($Kn = Wt/We$) (LeCren, 1951). Para verificar correlações de abundância das espécies de parasitas com o fator de condição relativo dos hospedeiros, foi calculado o coeficiente de correlação por postos de Spearman "rs". A comparação entre os fatores de condição relativo de indivíduos parasitados e não parasitados por espécies de parasita foi realizada por meio do teste "t" de Student.

O Índice de diversidade de Shannon (H') (Greig-Smith, 1983) foi calculado para avaliar a diversidade parasitária de cada infracomunidade. O teste "t" de Student foi aplicado para verificar diferenças na diversidade parasitária de hospedeiros machos e fêmeas, e o coeficiente de correlação por postos de Spearman "rs", foi calculado para verificar uma possível relação entre o comprimento total dos hospedeiros e a diversidade parasitária.

O índice de dispersão foi utilizado para verificar o padrão de dispersão das espécies de parasitas na amostra de hospedeiros. A estatística d, recomendada para amostras maiores ou iguais a 30, foi utilizada para testar o índice de dispersão (Ludwig e Reynolds, 1988), sendo a distribuição considerada ao acaso, quando $d < 1,96$, uniforme, quando $d < -1,96$, e

agregada, quando $d > 1,96$. A tendência para dominância entre espécies de parasitas foi determinada pelo índice de Simpson "C", sendo a dominância aceita quando $C \geq 0,25$ (Stone e Pence, 1978).

Para as análises estatísticas, foram consideradas as espécies de endohelmintos que apresentaram prevalência superior a 5%; e para a análise dos dados, foram utilizadas provas estatísticas com nível de significância $\leq 0,05$.

Os conceitos utilizados foram os propostos por Bush *et al.* (1997).

Resultados

Composição da fauna de endoparasitas

Foram coletados 6.068 espécimes de helmintos nos órgãos da cavidade visceral de *Gymnotus* spp.. Os espécimes foram incluídos em 16 espécies (Tabela 1), das quais apenas *Nomimoscolex chubbi* (Pavanelli e Takemoto, 1995; Chambrier e Vaucher, 1999) utilizou o peixe como hospedeiro definitivo. Desse modo, 93,7% das espécies de parasitas encontravam-se em fase larval e utilizaram o peixe como hospedeiro intermediário ou paratênico.

As maiores prevalências de infecção (25,2%) foram registradas para *N. chubbi* e *Quadrigyryrus machadoi* (Fábio, 1983). As espécies *Crocodicicola* sp. 1 e *Crocodicicola* sp. 2 apresentaram as maiores intensidades médias de infecção (144,44 e 166,1, respectivamente), contudo, suas prevalências foram baixas (8,70%). As espécies *Clinostomum* sp., *Herpetodiplostomum* sp. 1 e *Crocodicicola* sp. 1 ocuparam, cada uma, dois microhabitats (gônada e mesentério) (Tabela 2).

Tabela 1. Níveis de parasitismo e locais de infecção dos endoparasitas de *Gymnotus* spp. capturados no rio Baía, na planície de inundação do alto rio Paraná, durante o período de março de 1999 a fevereiro de 2000. (P%= prevalência; IM= intensidade média; AM= abundância média; AV= amplitude de variação das intensidades; NP= número de parasitas; NI= número de peixes infectados).

Espécies de parasitas		P (%)	IM	AM	AV	NP	NI
DIGENA							
<i>Clinostomum</i> sp.	(1,3)	2,90	1,60	0,05	1-3	5	3
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 1	(1,3)	13,60	87,70	11,92	1-1039	1228	14
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 2	(1)	5,80	30,60	1,79	1-150	184	6
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 3	(3)	13,60	17,80	2,42	1-129	249	14
<i>Crocodicicola</i> sp. 1	(1,3)	8,70	144,40	12,62	1-981	1300	9
<i>Crocodicicola</i> sp. 2	(1)	8,70	166,10	14,51	1-639	1495	9
<i>Neodiplostomum</i> sp.	(3)	12,60	8,60	1,09	1-77	112	13
<i>Tylodelphys</i> sp.	(3)	22,30	10,20	2,39	1-92	246	24
CESTODA							
<i>Nomimoscolex chubbi</i>	(2)	25,20	2,20	0,57	1-8	64	28
NEMATODA							
<i>Spiroxys</i> sp.	(3)	18,90	1,70	0,33	1-5	37	21
<i>Hysterothylacium</i> sp.	(3)	8,10	3,10	0,25	1-9	28	9
<i>Contracaecum</i> sp. 1	(3)	22,50	4,00	0,90	1-21	100	25
<i>Contracaecum</i> sp. 2	(3)	9,90	2,20	0,22	1-8	25	11
<i>Eustrongylides</i> sp. 1	(3)	1,80	1,00	0,01	1-1	2	2

<i>Eustrongylides</i> sp. 2	(3)	3,60	1,50	0,05	1-3	6	4
ACANTHOCEPHALA							
<i>Quadrigyryrus machadoi</i>	(3)	25,20	11,50	2,90	1-49	323	28

*Os números entre parênteses indicam o local de infecção no hospedeiro: (1) gônada, (2) Cecos intestinais e intestino e (3) mesentério.

Tabela 2. Comparação dos níveis de parasitismo de metacercárias de mesma espécie em locais de infecção diferentes de *Gymnotus* spp. capturados no rio Baía, na planície de inundação do alto rio Paraná, durante o período de março de 1999 a fevereiro de 2000. (P%= prevalência; IM= intensidade média; AM= abundância média; AV= amplitude de variação das intensidades; NP= número de parasitas; NI= número de peixes infectados).

Espécies de parasitas		P (%)	IM	AM	AV	NP	NI
<i>Clinostomum</i> sp.	(1)	0,90	1	0,009	1	1	1
<i>Clinostomum</i> sp.	(2)	1,94	2	0,040	1-3	4	2
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 1	(1)	7,20	135	9,730	1-977	1080	8
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 1	(2)	9,70	2	1,940	1-62	200	10
<i>Crocodicicola</i> sp. 1	(1)	8,10	136,66	11,080	1-912	1230	9
<i>Crocodicicola</i> sp. 1	(2)	1,94	35	0,680	1-69	70	2

*Os números entre parênteses indicam o local de infecção no hospedeiro: (1) gônada, (2) mesentério.

Grande quantidade de plerocercóides de proteocefalídeos foram encontrados no mesentério e na parede intestinal dos hospedeiros e identificados como fases larvárias de *Monticellia spinulifera* (Woodland, 1935) (sin. *Spasskyellina spinulifera*).

Estrutura das infracomunidades de endoparasitas

Das 78 associações testadas, ocorreram associações positivas significativas com abundâncias correlacionadas significativamente entre os pares: *N. chubbi*-*Contracaecum* sp. 1, *N. chubbi*-*Contracaecum* sp. 2, *N. chubbi*-*Spiroxys* sp., *N. chubbi*-*Q. machadoi*, *Neodiplostomum* sp.-*Herpetodiplostomum* sp. 3, *Neodiplostomum* sp.-*Tylodelphys* sp., *Herpetodiplostomum* sp. 3-*Tylodelphys* sp., *Tylodelphys* sp.-*Herpetodiplostomum* sp. 1, *Tylodelphys* sp.-*Q. machadoi*, *Hysterothylacium* sp.-*Contracaecum* sp. 1, *Hysterothylacium* sp.-*Spiroxys* sp., *Hysterothylacium* sp.-*Q. machadoi*, *Contracaecum* sp. 1-*Contracaecum* sp. 2, *Contracaecum* sp. 1-*Spiroxys* sp., *Contracaecum* sp. 1-*Q. machadoi*, *Contracaecum* sp. 2-*Spiroxys* sp., *Contracaecum* sp. 2-*Q. machadoi*, *Spiroxys* sp.-*Q. machadoi*, *Crocodicicola* sp. 1-*Herpetodiplostomum* sp. 1 e *Crocodicicola* sp. 2-*Herpetodiplostomum* sp. 1.

Os pares *N. chubbi*-*Herpetodiplostomum* sp. 2, *Crocodicicola* sp. 1-*Crocodicicola* sp. 2, *Crocodicicola* sp. 1-*Herpetodiplostomum* sp. 2 e *Herpetodiplostomum* sp. 2-*Crocodicicola* sp. 2 apresentaram correlação positiva entre suas abundâncias. O par *Herpetodiplostomum* sp. 1-*Q. machadoi* apresentou associação positiva, porém, não houve correlação entre as abundâncias (Tabela 3).

O peso total dos peixes variou entre 1,87g e 690,60g e o comprimento total entre 9,3cm e 65,0cm. O fator de condição relativo (Kn) dos hospedeiros parasitados e não parasitados pelas espécies *Herpetodiplostomum* sp.

1, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Contraecaecum* sp. 1 e *Q. machadoi* diferiram significativamente. Os hospedeiros parasitados apresentaram o valor médio do fator de condição relativo maior do que dos hospedeiros não parasitados (Tabela 4). Foi observada correlação positiva significativa entre as abundâncias de *Contraecaecum* sp. 1, *Spiroxys* sp. e *Q. machadoi* e o fator de condição relativo dos espécimes de *Gymnotus* spp.

De acordo com o índice de diversidade de Shannon (H'), as fêmeas de *Gymnotus* spp. apresentaram diversidade parasitária média de 0,492, e os machos, 0,339. O teste “t” de Student mostrou não haver diferenças significativas entre as diversidades parasitárias de hospedeiros machos e fêmeas ($t=1,568$; $P=0,1228$). O coeficiente de correlação por postos de Spearman “rs” mostrou que a diversidade parasitária dos hospedeiros, não estava correlacionada com o comprimento total dos mesmos ($rs=0,2122$; $P=0,1197$).

De acordo com o índice de dispersão, todas as espécies de parasitas apresentaram um padrão de distribuição agregada na amostra de hospedeiros, e o índice de Simpson mostrou não haver tendência para dominância entre as espécies de endoparasitas, sendo $C=0,084$.

O comprimento total das fêmeas analisadas variou de 9,3cm a 65cm, e o dos machos, de 14,4cm a 39,6cm. De acordo com o teste “t” de Student, o comprimento total de machos e fêmeas não diferiu estatisticamente ($t=1,035$; $P=0,30$). Houve correlação positiva significativa entre o comprimento total dos hospedeiros e a prevalência e abundância de infecção de *N. chubbi* ($r=0,88$, $P=0,008$; $rs=0,45$, $P<0,0001$), *Contraecaecum* sp. 2 ($r=0,83$, $P=0,039$; $rs=0,32$, $P=0,0008$) e *Q. machadoi* ($r=0,95$, $P=0,003$; $rs=0,45$, $P<0,0001$). O comprimento total dos hospedeiros também esteve correlacionado positiva e significativamente com a abundância de infecção de *Crocodilicola* sp. 2 ($rs=0,22$, $P=0,027$) e do *Contraecaecum* sp. 1 ($rs=0,37$, $P<0,0001$).

Para a comparação dos níveis de infecção em relação ao sexo dos hospedeiros, foram estudados 26 machos e 46 fêmeas, pois não foi possível verificar o sexo de 39 indivíduos. Foi observada influência do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência e abundância de infecção de *Tylodelphys* sp. ($G=4,06$, $P=0,043$; $Z=2,09$, $0,05>P>0,02$) e *Spiroxys* sp. ($G=5,0$, $P=0,025$; $Z=2,37$, $0,02>P>0,01$), sendo as fêmeas, as mais parasitadas. Os machos examinados não estavam parasitados por *Crocodilicola* sp. 2, e em todas as fêmeas, infectadas, os parasitas estavam encistados em suas gônadas, assim, somente as fêmeas em período reprodutivo estavam parasitadas.

Tabela 3. Associação entre espécies de endoparasitas de *Gymnotus* spp. coletadas no rio Baía, na planície de inundação do alto rio Paraná, durante o período de março de 1999 a fevereiro de 2000. (χ^2 = Qui-quadrado, para as associações entre os pares; rs = coeficiente de correlação por postos de Spearman entre as abundâncias das espécies de cada par). (*significativo).

Espécies	χ^2												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	—	1,26	1,10	0,38	0,29	(+) 13,18*	(+) 9,25*	(+) 12,57*	0,002	1,80	1,55	5,58	(+) 9,57*
2	0,12	—	(+) 8,10*	(+) 8,08*	1,39	2,04	2,51	0,24	1,22	0,87	0,40	2,57	1,26
3	-0,09	0,27*	—	(+) 15,72*	0,04	1,51	2,06	0,15	1,33	0,04	2,48	0,06	1,10
4	-0,04	0,30*	0,40*	—	0,77	1,93	0,13	2,57	1,05	0,002	(+) 6,74*	0,39	(+) 6,59*
5	0,04	-0,11	-0,01	-0,08	—	(+) 10,71*	1,44	(+) 9,32*	2,98	2,34	0,67	0,59	(+) 4,58*
6	0,41*	0,15	0,12	0,16	0,33*	—	(+) 11,58*	(+) 11,66*	0,02	0,002	0,02	1,88	(+) 22,03*
7	0,33*	0,13	0,15	0,04	0,11	0,37*	—	(+) 6,20*	1,01	1,15	1,89	0,26	(+) 9,25*
8	0,31*	0,04	-0,04	0,14	0,31*	0,38*	0,24*	—	2,20	0,11	1,15	0,01	(+) 8,79*
9	0,06	-0,11	-0,11	0,03	0,15	0,007	-0,10	0,12	—	32,13	(+)18,11*	16,23	0,63
10	0,14	0,07	-0,01	-0,03	0,14	-0,001	-0,10	0,05	0,66*	—	(+) 24,23*	27,40	0,29
11	-0,04	-0,05	-0,15	0,23*	0,09	-0,001	-0,13	-0,02	0,49*	0,50*	—	2,20	(+) 8,35*
12	0,24*	0,12	0,02	0,05	-0,07	-0,13	0,04	-0,02	0,52*	0,54*	0,15	—	0,27
13	0,32*	0,13	-0,09	0,25*	0,19*	0,50*	0,31*	0,32*	0,09	0,02	0,20	-0,06	—

rs

Espécies: (1) *Nomimoscolex chubbi*; (2) *Neodiplostomum* sp.; (3) *Herpetodiplostomum* sp.; (4) *Tylodelphys* sp.; (5) *Hysterothylacium* sp.; (6) *Contraecaecum* sp. 1; (7) *Contraecaecum* sp. 2; (8) *Spiroxys* sp.; (9) *Crocodilicola* sp. 1; (10) *Crocodilicola* sp. 2; (11) *Herpetodiplostomum* sp. 1; (12) *Herpetodiplostomum* sp. 2; (13) *Quadrigrus machadoi*.

Tabela 4. Valores do teste “t” de Student e valores médios do fator de condição relativo (Kn) dos espécimes de *Gymnotus* spp. parasitados e não parasitados por cada espécie de parasita, coletados no rio Baía (MS), na planície de inundação do alto rio Paraná.

Espécies de Parasitas	t	P	Kn médio parasitado	Kn médio não parasitados
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 1	2,245*	0,026	1,169	1,006
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 2	0,278	0,781	1,016	1,041
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. 3	0,085	0,932	1,034	1,040
<i>Crocodilicola</i> sp. 1	0,673	0,502	1,092	1,034
<i>Crocodilicola</i> sp. 2	1,698	0,092	1,158	1,025

<i>Neodiplostomum</i> sp.	0,102	0,919	1,031	1,040
<i>Tylodelphys</i> sp.	0,455	0,650	1,063	1,034
<i>Nomimoscolex chubbi</i>	1,238	0,218	1,092	1,022
<i>Spiroxys</i> sp.	3,618*	0,0005	1,218	0,987
<i>Hysterothylacium</i> sp.	3,050*	0,0029	1,279	1,007
<i>Contraecaecum</i> sp. 1	3,788*	0,0003	1,204	0,980
<i>Contraecaecum</i> sp. 2	0,619	0,537	1,088	1,035
<i>Quadrigrus machadoi</i>	2,798*	0,0061	1,149	0,988

*significativo.

As espécies *Crocodilicola* sp. 1, *Crocodilicola* sp. 2 e *Herpetodiplostomum* sp. 2 estavam presentes somente nos hospedeiros em período reprodutivo e se encontravam encistadas nas gônadas dos hospedeiros. Para as demais espécies de endoparasitas, as

abundâncias de infecção dos hospedeiros foram independentes do ciclo reprodutivo. Porém, houve relação extremamente significativa entre a prevalência de *Herpetodiplostomum* sp. 1 (G=207,80, P<0,0001), *Herpetodiplostomum* sp. 3 (G=209,50, P<0,0001), *Neodiplostomum* sp. (G=206,40, P<0,0001) e *Tylodelphys* sp. (G=210,30, P<0,0001) e o ciclo reprodutivo dos hospedeiros, e os hospedeiros em período de reprodução estavam mais parasitados.

Discussão

Composição da fauna de endoparasitas

A maioria das espécies de helmintos presentes em *Gymnotus* spp. encontram-se em estágio de larva, mostrando que na região de estudo, as espécies deste gênero são importantes hospedeiros intermediários e paratênicos (transporte).

A variedade de itens alimentares consumida pelo hospedeiro foi importante na composição da sua fauna de endoparasitas: ao menos nove espécies entraram em contato com o hospedeiro por meio do alimento (*N. chubbi*, *M. spinulifera*, *Spiroxys* sp., *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. 1, *Contracaecum* sp. 2, *Eustrongylides* sp. 1, *Eustrongylides* sp. 2 e *Q. machadoi*).

Contribuindo com os estudos de Hahn *et al.* (1997), que indicaram que os espécimes de *Gymnotus* da planície de inundação do alto rio Paraná alimentam-se preferencialmente de insetos, este estudo sugere que, especificamente no rio Baía, *Gymnotus* spp. utilizam também os crustáceos como importante fonte de alimento, já que cestodas, nematodas e acantocefalos utilizam diversas espécies de crustáceos como hospedeiros intermediários mais comuns.

Fazem parte da infracomunidade endoparasitária do hospedeiro estudado seis espécies de metacercárias pertencentes à Família Strigeidae (*Herpetodiplostomum* sp. 1, *Herpetodiplostomum* sp. 2, *Herpetodiplostomum* sp. 3, *Neodiplostomum* sp., *Crocodicicola* sp. 1 e *Crocodicicola* sp. 2). Segundo Thatcher (1993), o ciclo de vida dos digenéticos dessa família envolve três hospedeiros, o que indica que a infecção dos peixes pela cercária se dá por penetração direta, e o comportamento gregário de *Gymnotus* spp. facilita esse tipo de infecção.

As infracomunidades de endoparasitas de *Gymnotus* spp. são compostas por espécies autogênicas, como *Hysterothylacium* sp. e alogênicas, como *Contracaecum* sp., *Eustrongylides* sp., *Crocodicicola* sp., *Neodiplostomum* sp., *Herpetodiplostomum* sp. e *Tylodelphys* sp. As espécies alogênicas têm como hospedeiros definitivos aves piscívoras, aves predadoras, répteis e mamíferos. De acordo com Szidat (1969), o gênero *Neodiplostomum*, na América do Sul, é particularmente abundante em aves predadoras de

outras aves. O fato de indivíduos adultos desse gênero não serem encontrados nas aves que se alimentam de *Gymnotus* spp. sugere que essas aves são hospedeiros paratênicos de parasitas de aves predadoras.

A diversidade parasitária apresentada por *Gymnotus* spp., aliada à variedade de possíveis hospedeiros definitivos para esses parasitas, evidencia a importância desses peixes como componentes da cadeia alimentar da região de estudo.

A alta intensidade média de infecção apresentada por *Crocodicicola* sp. 1, *Crocodicicola* sp. 2 e *Herpetodiplostomum* sp. 1 está relacionada ao fato de terem ocorrido altas infestações dessas espécies nas gônadas dos hospedeiros. A utilização das gônadas como micro-habitat pode interferir na reprodução do hospedeiro ou até mesmo levar à castração parasitária. Essa castração pode ser parcial ou total e já foi relatada para infecção por larvas de *Eustrongylides*, por Paperna (1974). As espécies *Herpetodiplostomum* sp. 2 e *Crocodicicola* sp. 2 localizaram-se exclusivamente nas gônadas dos hospedeiros. Segundo Eiras (1994), muitas metacercárias localizam-se em micro-habitats específicos, significando que possuem capacidade para identificar esses locais e encontrar vias apropriadas de migração.

A preferência das espécies de parasitas, acima citadas, por esses micro-habitats merece estudos, pois os hospedeiros pesquisados possuem fecundação externa, o que abreviaria a permanência dos parasitas no hospedeiro, constituindo mais uma barreira para que o parasita possa completar seu ciclo. As larvas presentes nos ovócitos dos peixes encontravam-se extremamente ativas. Considerando que *Herpetodiplostomum* sp. 2 e *Crocodicicola* sp. 2 atinjam o estágio adulto em espécies que se alimentam de *Gymnotus* spp., a preferência por esse micro-habitat pode ser uma estratégia dessas espécies de parasitas para regular sua população no ambiente. Existe ainda a possibilidade de que *Herpetodiplostomum* sp. 2 e *Crocodicicola* sp. 2 completem seu ciclo em animais que se alimentam de ovócitos de peixes.

O fato da fauna endoparasitária de *Gymnotus* spp. estar composta, em sua maioria, por espécies de parasitas em estágio larval é muito importante, pois a presença desses indivíduos pode levar à mudanças de comportamento da espécie hospedeira, deixando-a mais susceptível à predação (Crowden e Broom, 1980). Como exemplo de mudança comportamental, destaca-se o trabalho de Radabaugh (1980), que observou, em seu experimento com *Pimephales promelas* parasitado por *Ornithodiplostomum ptychocheilus*, que os hospedeiros parasitados não tinham um comportamento gregário tão acentuado como os que não estavam parasitados, formando cardumes menos compactos, com exemplares afastados dos grupos principais. Modificações como

essa no comportamento dos hospedeiros, podem ser consideradas importantes para que as espécies de parasitas completem seu ciclo, pois aumentam as chances de predação sobre o hospedeiro intermediário.

Em relação a *Nomimoscolex chubbi*, foi observado que os indivíduos dessa espécie fixam-se aos cecos pilóricos e à porção inicial do intestino do hospedeiro, ficando com suas proglótides distendidas ao longo do intestino do peixe. Apesar da baixa intensidade média de infecção de *N. chubbi* em *Gymnotus* spp., foram observadas oclusões intestinais com aparência hemorrágica em alguns hospedeiros jovens, causadas pelo envelhecimento das proglótides dos indivíduos. De acordo com Eiras (1994), as oclusões intestinais causadas por cestóides podem resultar em nutrição inadequada do hospedeiro por restrição de passagem de alimento. No caso de altas infecções, pode haver ainda a absorção de quantidades significativas de nutrientes pelo parasita, induzindo uma diminuição do peso corporal do hospedeiro assim como redução em sua taxa de crescimento. Porém, a comparação entre o fator de condição relativo de peixes parasitados e não parasitados por *N. chubbi* mostrou que a presença dessa espécie não esteve relacionada a um baixo fator de condição.

Por meio do estudo de Falavigna (2002), foi possível identificar os plerocercóides encontrados na cavidade visceral de *Gymnotus* spp.. De acordo com a autora, fazem parte do ciclo de vida de *M. spinulifera*, como primeiros hospedeiros intermediários, os copépodes ciclopidos das seguintes espécies: *Mesocyclops* sp., *M. longisetus*, *Metacyclops mendocinus*, *Thermocyclops minutus*, *Paracyclops* sp e *Metacyclops* sp.. *Gymnotus* spp. fazem parte do ciclo como hospedeiros paratênicos, e *Pseudoplatystoma corruscans*, predador de *Gymnotus* spp., como um de seus hospedeiros definitivos (Machado *et al.*, 1996).

Estrutura das infracomunidades de endoparasitas

Apesar da grande quantidade de estudos em ecologia de comunidades de parasitas de peixes, ainda são poucos os que tratam das associações entre espécies de helmintos em fase larval. De acordo com Poulin e Valtonen (2001), a pouca atenção dispensada a essas interações ocorre porque a competição por recursos entre larvas de helmintos é menor, já que estas ocorrem em vários órgãos e muitas não se alimentam ativamente dos nutrientes dos hospedeiros.

Neste estudo, foram testadas possíveis associações entre as larvas das espécies de helmintos, e destas com *N. chubbi*. Das 25 associações que ocorreram entre as espécies de endoparasitas, nenhuma foi negativa, sugerindo a inexistência de exclusão competitiva entre as espécies estudadas. Ocorreram

associações positivas com abundâncias correlacionadas em 20 pares de espécies de parasitas, e 6 pares envolveram apenas espécies de metacercárias. As cercárias das espécies que formaram os 6 pares, provavelmente possuem estratégias de infecção semelhantes e mesmo período de infecção. Outras 16 associações ocorreram entre espécies que entram em contato com o hospedeiro por meio do alimento. A grande quantidade de associações entre as espécies de nematoda, *N. chubbi* e *Q. machadoi*, sugere uma similaridade de hospedeiros intermediários, lembrando que *Gymnotus* spp. é hospedeiro paratênico das espécies de nematoda e de *Q. machadoi*.

Das espécies de nematóides coletados de *Gymnotus* spp., a presença de três (*Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Contraecaecum* sp. 1) esteve relacionada a um maior fator de condição relativo, quando comparadas a hospedeiros não parasitados por essas espécies. Esses nematóides encontravam-se encapsulados no mesentério dos hospedeiros, e as cápsulas estavam envoltas por grande quantidade de tecido adiposo. Paperna (1974) registrou uma proliferação pronunciada de tecido adiposo em torno das cápsulas de *Eustrongylides* sp. no fígado de *Haplochromis* sp. e *Bagrus docmac*. É possível que a proliferação de tecido adiposo observada em *Gymnotus* spp. esteja associada à presença de larvas de nematodas, porém, tal fato somente pode ser confirmado com um estudo aprofundado do caso.

Em relação às metacercárias, houve dependência da prevalência de *Herpetodiplostomum* sp. 1, *Herpetodiplostomum* sp. 3, *Neodiplostomum* sp. e *Tylodelphys* sp. com o período reprodutivo de *Gymnotus* spp., sendo que os hospedeiros parasitados por essas espécies também apresentaram um fator de condição relativo maior. De acordo com Eiras (1994), em hospedeiros de pequeno porte, a energia gasta por esses para a formação de quistos em altas infecções pode explicar a diminuição significativa do seu coeficiente de condição, assim como a diminuição de seus lipídeos totais. Como neste estudo foi observado o oposto, é provável que tenha havido uma coincidência entre disponibilidade de alimentos e o período de infecção das espécies de digenéticos acima citadas. O mesmo deve ter ocorrido para as espécies de nematóides e acantocéfalo, já que esses parasitas são adquiridos por meio do alimento.

De acordo com Bell e Burt (1991), a diversidade de endohelmintos varia entre locais ou entre espécies de hospedeiros e está relacionada com o tamanho do hospedeiro, com a idade e com a dieta. A ausência de relações entre a diversidade endoparasitária e o comprimento total do hospedeiro, pode indicar que não há variações significativas no hábito alimentar dos hospedeiros de acordo com o seu crescimento. A independência de diversidade parasitária em relação ao sexo dos hospedeiros indica que peixes de ambos

sexos ocupam o mesmo habitat e possuem uma dieta alimentar semelhante.

Todas as espécies de helmintos analisadas apresentaram distribuição do tipo agregada. Esse tipo de padrão foi relatado por diversos autores e, segundo Guidelli *et al.* (2003), parece ser típico entre parasitas de peixes de água doce. Na região de estudo, podemos destacar os trabalhos de Machado *et al.* (1996, 2000), Almeida (1998) e Guidelli *et al.* (2003). A dispersão agregada pode ser explicada pela heterogeneidade no comportamento de hospedeiros, por padrões de agregação espacial na distribuição de estágios infectantes e por diferenças de susceptibilidade e capacidade de reação imunológica do hospedeiro (Anderson e Gordon, 1982). Para *Gymnotus* spp., a hipótese de heterogeneidade no comportamento dos hospedeiros pode ser descartada, já que outros testes realizados neste trabalho, como o índice de diversidade, indicaram que essas espécies apresentam homogeneidade em seu comportamento. Dessa forma, o padrão observado para *Gymnotus* spp. pode ser explicado por possíveis diferenças na susceptibilidade ao parasitismo e pela reação imunológica do hospedeiro ao parasitismo.

A variação dos níveis de parasitismo em relação ao comprimento dos hospedeiros é um fato comum e pode ser observada em estudos realizados em diversas espécies de peixes. Entre os inúmeros trabalhos disponíveis com esse enfoque, podemos citar os realizados por Machado *et al.* (1994, 2000), Isaac *et al.* (2000) e Guidelli *et al.* (2003), que estudaram espécies de peixes coletadas na planície de inundação do alto rio Paraná. Para esses autores, o aumento da intensidade de infecção e da prevalência de algumas espécies de endohelmintos em relação ao comprimento do hospedeiro pode ser explicada pelo processo de acumulação temporal, e esta depende do tempo de vida desses parasitas e do aumento das dimensões dos sítios de infecção dos hospedeiros.

Não há registros de que o hábito alimentar das espécies do gênero *Gymnotus* se modifique de acordo com o seu crescimento. O mesmo não se pode dizer com relação a sua dieta. A correlação positiva observada entre o comprimento total de *Gymnotus* spp. e a prevalência de *N. chubbi* demonstra que à medida que esses peixes crescem aumenta o requerimento por peixes em sua dieta, já que esses parasitas são adquiridos por meio do alimento. De fato, durante a realização deste estudo, foi observado que a quantidade de peixes no estômago de *Gymnotus* spp. era proporcional ao tamanho do espécime. A correlação positiva entre a abundância de infecção de *N. chubbi* e o comprimento do hospedeiro, provavelmente, ocorreu devido ao aumento das dimensões dos cecos intestinais e do intestino do hospedeiro. As correlações positivas entre as abundâncias de *Contracaecum* sp. 1, *Contracaecum* sp. 2, *Q. machadoi* e o tamanho do hospedeiro podem

estar relacionadas ao aumento na quantidade de alimento ingerido pelos hospedeiros em decorrência do seu crescimento. Apesar de as larvas se acumularem no hospedeiro, somente esse processo não explica a correlação descrita acima, pois uma grande quantidade de larvas foi encontrada em estado degenerativo, podendo indicar um tempo de vida curto para essas espécies ou uma rápida resposta imunitária do hospedeiro à presença do parasita. A correlação positiva entre abundância de *Crocodylicola* sp. 2 e o comprimento total dos hospedeiros pode ser justificada pelo aumento nas dimensões de suas gônadas.

As espécies do gênero *Gymnotus* possuem um comportamento gregário, além de não serem registradas grandes migrações para essas espécies. O fato de não haver, no período estudado, variações na diversidade endoparasitária dos hospedeiros relacionadas ao seu comprimento, corrobora esta informação.

O sexo do hospedeiro constitui outro fator que pode influenciar seus níveis de parasitismo (Esch *et al.*, 1988). Dessa forma, diferenças comportamentais entre indivíduos de ambos os sexos podem ser evidenciadas por diferenças em seus níveis de parasitismo.

Foi observada dependência da prevalência e abundância de infecção de *Tylodelphys* sp. e *Spiroxys* sp. em relação ao sexo dos hospedeiros, sendo os níveis de parasitismo maiores nas fêmeas. Apesar de não haver dependência da diversidade parasitária em relação ao sexo do hospedeiro, o que indica um hábito alimentar semelhante para hospedeiros de ambos os sexos, uma pequena diferença na preferência alimentar de hospedeiros machos e fêmeas pode ser sugerida pelo fato de as larvas de *Spiroxys* sp. entrarem em contato com o hospedeiro por meio do alimento.

O fato de *Crocodylicola* sp. 2 ter infectado exclusivamente fêmeas e *Tylodelphys* sp. ter infectado preferencialmente hospedeiros deste sexo, sugere uma influência de fatores fisiológicos do hospedeiro, como hormônios, na infecção por estas espécies de parasitas.

Além da influência de hormônios sexuais sobre a infecção de algumas espécies de parasitas (Folstad e Karter, 1992 citados por Poulin, 1996), de acordo com Rawson e Rogers (1973), o estresse que ocorre nos peixes por ocasião da reprodução também os predispõe à infecção de parasitas, facilitando o aparecimento de algumas espécies e permitindo o aumento das infrapopulações de outras. Mudanças fisiológicas e comportamentais dos hospedeiros em período reprodutivo também podem torná-los mais susceptíveis a infecções. De acordo com Gil de Perterra e Ostrowski de Núñez (1990), a determinação precisa da época de reprodução dos

peixes auxilia no entendimento de alterações na composição e na abundância dos parasitas.

Foram observadas relações extremamente significativas entre as prevalências de *Herpetodiplostomum* sp. 1, *Herpetodiplostomum* sp. 3, *Neodiplostomum* sp. e *Tylodelphys* sp. e o período em que os hospedeiros estavam se reproduzindo. A susceptibilidade de *Gymnotus* spp. à infecção por essas espécies de parasitas pode ter ocorrido devido a alterações hormonais, comportamentais ou até mesmo ao estresse sofrido pelos hospedeiros, como sugeriram os autores acima citados. As infecções por *Crocodylicola* sp. 1, *Crocodylicola* sp. 2 e *Herpetodiplostomum* sp. 2 parecem não ter sido somente facilitadas, mais oportunizadas pelo período de reprodução dos peixes, já que esses parasitas estavam presentes somente nesse período e parasitavam as gônadas dos hospedeiros.

Os espécimes do gênero *Gymnotus* são muito utilizados como isca viva na pesca esportiva. No período de coleta para este estudo, foi observada uma diminuição no número de morenitas, e muitos bancos de macrófitas aquáticas eram encontrados revirados, indicando que no local já haviam sido feitas coletas para a comercialização. Como foi demonstrado neste estudo, o gênero *Gymnotus* é um importante recurso alimentar na região; e devido ao aumento do turismo de pesca no rio Paraná e nos seus afluentes, sugerimos a realização de um acompanhamento do tamanho das populações desse gênero no rio Baía, para que sua conservação possa ser garantida.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), pelo apoio logístico durante a pesquisa. À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor. Ao Dr. Ricardo Massato Takemoto, pelas sugestões.

Referências

ALMEIDA, S. C. *Aspectos ecológicos dos endohelminhos parasitas de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) do alto rio Paraná, Brasil*. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

ANDERSON, R. M.; GORDON, D. M. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host population with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, Cambridge, v.85, p.373-398, 1982.

BELL, G.; BURT, A. The comparative biology of parasite species diversity: internal helminths of freshwater fish. *J. Anim. Ecol.*, Oxford, v.60, p. 1047-1063, 1991.

BORIN, L. A.; JÚLIO – JR, H. F. Ocorrência de um novo citótipo de *Gymnotus* carapo (Siluriformes – Gymnotoidei) no alto rio Paraná. In: V SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA E APLICADA DE PEIXES

NEOTROPICAIS, 1994, Botucatu. Anais...Botucatu: UNESP, 1994.

BUSH, A. O. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisted. *J. Parasitol.*, Lawrence, v.83, n.4, p. 575-593, 1997.

CHAMBRIER, A.; VAUCHER, C. Proteocephalidae et Monticelliidae (Eucestoda: Proteocephalidea) parasites de poissons d'eau douce au Paraguay, avec descriptions d'un genre nouveau et de dix espèces nouvelles. *Rev. Suisse Zool.*, v.106, n.1, p. 165-240, 1999.

CROWDEN, A. E.; BROOM, D. M. Effects of the eye-fluke, *Diplostomum spathaceum*, on the behaviour of dace (*Leuciscus leuciscus*). *Anim. Beh.*, London, v.28, p.287-294, 1980.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V. A. *et al.* (Ed.). *Parasitology of fishes*. Hong Kong: T. F. H. Publications, Inc. Ltd., 1970, p.1-47.

EIRAS, J. C. *Elementos de Parasitologia*. Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida, 1994.

EIRAS, J. C. *et al.* *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Eduem, 2000.

ESCH, G. W. *et al.* Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, Cambridge, v.96, p. 519-532, 1988.

FALAVIGNA, D. L. M. *Aspectos do ciclo evolutivo de proteocefalídeos (Platyhelminthes: Cestoda) parasitas de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil*. 2002. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

GIL DE PERTIERRA, A. A.; OSTROWSKI DE NÚÑES, M. Seasonal dynamics and maturation of the cestode *Proteocephalus jandia* (Woodland, 1933) in the catfish (*Rhamdia sapo*). *Acta Parasitol. Pol.*, Warsaw, v.35, n.4, p. 305-313, 1990.

GREIG-SMITH, P. *Quantitative plant ecology*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1983.

GUIDELLI, G. M. *et al.* Endoparasite infracommunities of Hemisorubim platyrhynchos (VALENCIENNES, 1840) (PISCES: PIMELODIDAE) of the Baía river, upper Paraná river floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 63, n. 2, p. 261-268, 2003.

HAHN, N. S. *et al.* Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997. p. 209-228.

ISAAC, A. *et al.* *Prosthenhystera obesa* (Digenea), parasite of *Salminus maxillosus* (Characidae) of the floodplain of the upper Paraná river, Paraná, Brazil: Influence of the size and Sex of host. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, n.2, p. 523-526, 2000.

LEAL DE CASTRO, L. *Identificação de espécies e estrutura genética de populações de Gymnotus na planície de inundação do alto rio Paraná*. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.

- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, Oxford, v.20, n.2, p. 201-219, 1951.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. *Statistical Ecology – A primer on methods and computing*. Ottawa: John Wiley & Sons, Inc, 1988.
- MAACK, R. *Geografia física do Paraná*. Curitiba: J. Olympio: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Paraná, 1981.
- MACHADO, M. H. *et al.* Influence of host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of high Paraná River, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, São Paulo, v.3, n.2, p. 143-148, 1994.
- MACHADO, M. H. *et al.* Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of high Paraná River. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v.97, n.4, p. 441-444, 1996.
- MACHADO, P. M. *et al.* Ecological aspects of endohelminthes parasitizing *Cichla monoculus* Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná river near Porto Rico, State of Paraná, Brazil. *Comp. Parasitol.*, v.67, n.2, p. 210-217, 2000.
- MORAVEC, F. *Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region*. Praha: Academia, 1998.
- PAPERNA, I. Hosts distribution and pathology of infections with larvae of Eustrongylides (Dioctophymidae, Nematoda) in fishes from East African lakes. *J. Fish Biol.*, London, v.6, p. 67-76, 1974.
- PEARSON, J. C. Observations on the morphology and life cycle of *Neodiplostomum intermedium* (Trematoda: Diplostomatidae). *Parasitology*, Cambridge, v.51, p. 133 - 172, 1961.
- POULIN, R. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male? *Am. Nat.*, Chicago, v.147, n.2, p. 287-295, 1996.
- POULIN, R.; VALTONEN, E. T. Interspecific associations among larval helminths in fish. *International J. Parasitol.*, Lawrence, v. 31, p. 1589-1596, 2001.
- RADABAUGH, D. C. Changes in minnow, *Pimephales promelas* Rafinesque schooling behaviour associated with infections of brain-encysted larvae of the fluke, *Ornithodiplostomum ptychocheilus*. *J. Fish Biol.*, London, v.16, p. 621-628, 1980.
- SHOOP, W. Systematic analysis of the Diplostomidae and Strigeidae (Trematoda). *J. Parasitol.*, Lawrence, v.75, n.1, p. 21-32, 1989.
- STONE, J. E.; PENCE, D. B. Ecology of helminth parasitism in the bobcat from west Texas. *J. Parasitol.*, Lawrence, v.64, n.2 p. 295-302, 1978.
- SZIDAT, L. Structure, development, and behaviour of new Strigeatoid metacercariae from Subtropical fishes of South America. *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, v.4, p. 753-786, 1969.
- THATCHER, V. E. *Trematódeos Neotropicais*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1993.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1996.

Received on February 16, 2004.

Accepted on November 08, 2004.