

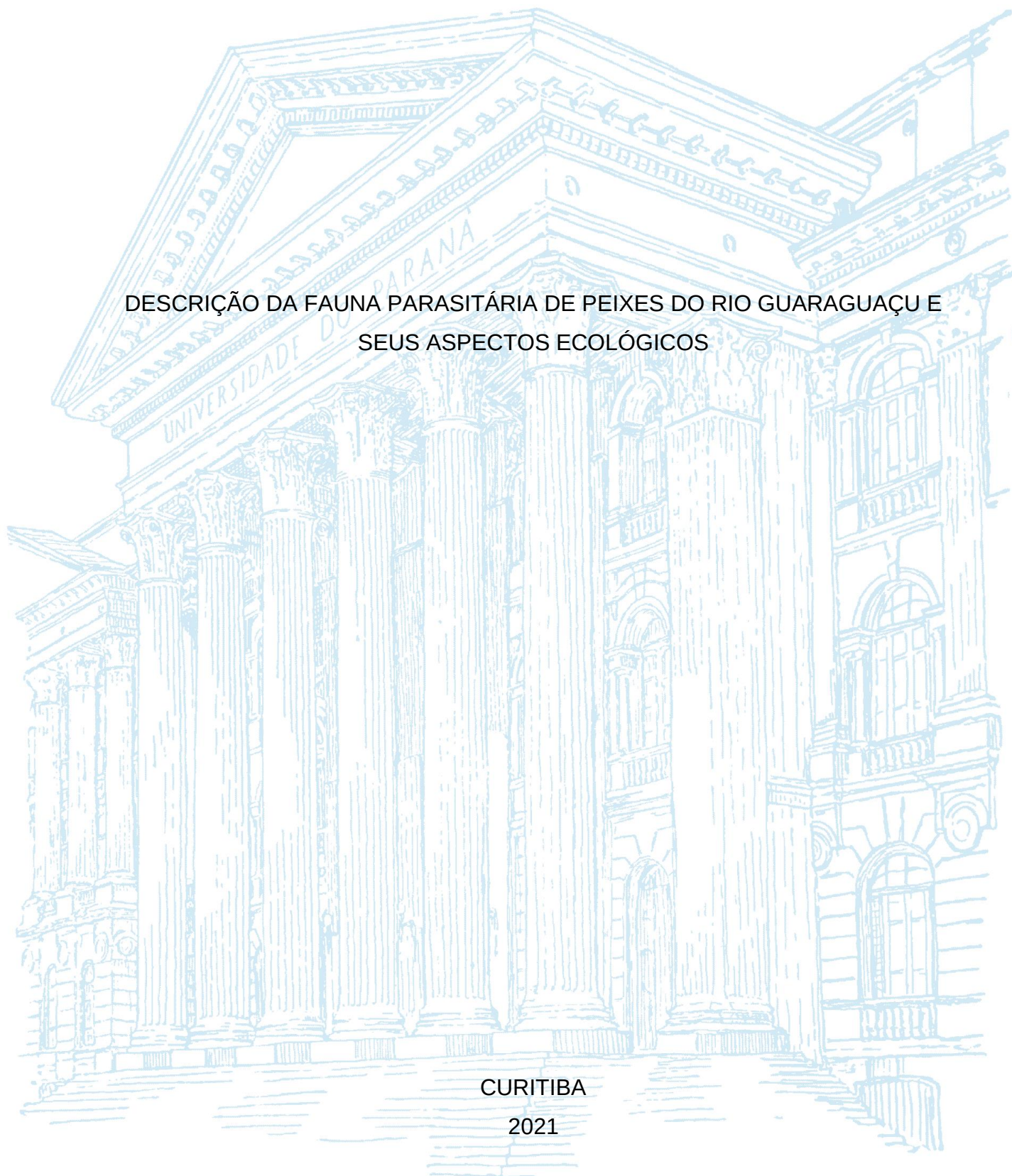
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUDDY SEAROM CARIAS DE MORAES

DESCRIÇÃO DA FAUNA PARASITÁRIA DE PEIXES DO RIO GUARAGUAÇU E
SEUS ASPECTOS ECOLÓGICOS

CURITIBA

2021



LUDDY SEAROM CARIAS DE MORAES

DESCRIÇÃO DA FAUNA PARASITÁRIA DE PEIXES DO RIO GUARAGUAÇU E
SEUS ASPECTOS ECOLÓGICOS

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. André Andrian Padial

CURITIBA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

LUDDY SEAROM CARIAS DE MORAES

DESCRIÇÃO DA FAUNA PARASITÁRIA DE PEIXES DO RIO GUARAGUAÇU E SEUS ASPECTOS ECOLÓGICOS

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Prof(a). Dr(a)./Msc. _____

Orientador(a) – Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Prof(a). Dr(a)./Msc. _____

Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Prof(a). Dr(a)./Msc. _____

Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Cidade, __ de _____ de 201__.

Dedico este trabalho aos meus cachorros: Taô e Pico Mico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, André Andrian Padial, por toda a paciência com as minhas indagações, por me mostrar como usar o R e fazer a maioria das análises que tenho conhecimento, durante as disciplinas que leciona, por ser compreensivo desde sempre com as minhas dificuldades e problemas pessoais, enfim, por ter sido um excelente orientador, extremamente atencioso, didático e empático.

À Ana, que será doutora em breve, e à Gabi, a mais recente mestre do laboratório, pelo apoio, colaboração, companheirismo e orientações, mais que necessárias, durante minha Iniciação Científica e o desenvolvimento deste trabalho.

Ao CNPq, pelo financiamento do PIBIC, que possibilitou a concessão de uma bolsa de Iniciação Científica durante a maior parte da trajetória deste trabalho.

À professora Marina C. Scalon, por ter disponibilizado suas aulas da disciplina Manipulação e Visualização de Dados no R, do mestrado do Programa de Pós-Graduação de Ecologia e Conservação da UFPR, que impulsionou meus conhecimentos sobre representação gráfica com o R.

A todos os/as profissionais responsáveis pelo Restaurante Universitário (RU) e pela limpeza, sem os quais a permanência na universidade seria impossível.

À minha família, incluindo meu namorado, que sempre me deram apoio, mesmo sem entender exatamente o que eu estava fazendo.

Aos meus amigos, por estarem sempre ao meu lado, me ensinando e aprendendo comigo, sem os quais a continuidade no curso seria insustentável.

Por último, sem ordem de importância, a todos os pesquisadores que vieram antes de mim e produziram conhecimentos inéditos, principalmente aqueles que foram imprescindíveis para a presente produção acadêmica.

"My eyes, finally, were opened, and I really understood nature: I learned at the same time to love it." (Monet, 1840-1926)

RESUMO

A estimativa da riqueza de espécies de parasitos na maioria dos ambientes, sobretudo nos ambientes aquáticos, onde estes organismos são mais diversos, ainda é um grande desafio por conta de comprometimentos relativos à sua taxonomia, presença de espécies crípticas e falta de recursos e pesquisadores disponíveis. O objetivo deste estudo é averiguar a composição da comunidade parasitária presente na ictiofauna do Rio Guaraguaçu, no Paraná, Brasil. Após a coleta, todos os peixes foram identificados, medidos, pesados e eviscerados. As vísceras e brânquias foram inspecionadas para separação de parasitos, que posteriormente foram identificados. Foram calculados os estimadores de diversidade de parasitos para as espécies hospedeiras mais abundantes do estudo, já que estas análises se baseiam em probabilidade. Foram encontrados 157 espécimes (11 espécies) de hospedeiros, dos quais 141 (89,81%) estavam infectados por algum parasito. Foram encontrados 4735 parasitos, pertencentes a 72 taxa (23 Monogenea, 16 Digenea, 14 Copepoda, 14 Nematoda, 4 Acanthocephala e 1 Cestoda), dos quais 10 estavam presentes em mais de uma espécie de hospedeiro. O parasito com a distribuição mais ampla foi o Nematoda *Contracaecum* sp., que colonizou 8 espécies hospedeiras. O parasito que apresentou maior intensidade média de infecção e abundância média foi *Aphanoblastella mastigatus* (**Monogenea**), infectando o peixe *Rhamdia quelen*. Os índices de Shannon-Wiener e de Simpson foram maiores para os peixes *H. malabaricus* e *G. iporanguensis*, pois foram os hospedeiros que albergaram maior diversidade de parasitos. A maioria das espécies hospedeiras albergavam parasitos em distribuição pouco agregada, segundo o índice de discrepância. Segundo o índice de Berger-Parker, houve dominância de monogenéticos em todos os hospedeiros, com exceção de *H. malabaricus*. Houveram 16 novos registros de ocorrência de parasitos, neste estudo. Com este estudo, ressalta-se a importância do monitoramento do rio à longo prazo em face às constantes perturbações antrópicas ocorrentes neste ecossistema, para que se entenda as consequências destas em relação a biodiversidade e funcionamento ecossistêmico do ambiente.

Palavras-chave: Monitoramento. Guaraguaçu. Paraná. Lagamar. Ictiofauna.

ABSTRACT

Estimating the richness of parasite species in most environments, especially in aquatic environments, where these organisms are more diverse, is still a major challenge due to compromises related to their taxonomy, presence of cryptic species, and lack of available resources and researchers. The aim of this study is to investigate the composition of the parasitic community present in the ichthyofauna of the Rio Guaraguaçu, Paraná, Brazil. After collection, all fish were identified, measured, weighed and gutted. The viscera and gills were inspected for the separation of parasites, which were later identified. Parasite diversity estimators were calculated for the most abundant host species in the study, as these analyzes are based on probability. A total of 157 specimens (11 species) of hosts were found, of which 141 (89.81%) were infected by some parasite. A total of 4735 parasites were found, belonging to 72 taxa (23 Monogenea, 16 Digenea, 14 Copepoda, 14 Nematoda, 4 Acanthocephala, and 1 Cestoda), of which 10 were present in more than one host species. The parasite with the widest distribution was Nematoda *Contracaecum* sp., which colonized 8 host species. The parasite with the highest mean infection intensity and mean abundance was *Aphanoblastella mastigatus* (Monogenea), infecting the fish *Rhamdia quelen*. The Shannon-Wiener and Simpson indices were higher for the fish *H. malabaricus* and *G. iporanguensis*, as they were the hosts that harbored the greatest diversity of parasites. Most host species harbored parasites in poorly aggregated distribution, according to the discrepancy index. According to the Berger-Parker index, there was a dominance of monogeneans in all hosts, with the exception of *H. malabaricus*. There were 16 new records of occurrence of parasites in this study. This study highlights the importance of long-term monitoring of the river in the face of constant anthropogenic disturbances occurring in this ecosystem, in order to understand their consequences to the biodiversity and ecosystem functioning of the environment.

Keywords: Monitoring. Guaraguaçu. Paraná. Lagamar. Ichthyofauna.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÚMERO DE PEIXES COLETADOS PARA O ESTUDO, ORDENADOS EM SEUS RESPECTIVOS SETORES	12
TABELA 2 – TODOS OS HOSPEDEIROS SEPARADOS POR FAMÍLIA E SEUS DESCRITORES PARASITOLÓGICOS.....	16
TABELA 3 – NÚMERO DE HOSPEDEIROS (N), PREVALÊNCIA (P), NÚMERO DE TAXAS DE PARASITOS (NT), ABUNDÂNCIA DOS PARASITOS (ABD), ABUNDÂNCIA MÉDIA DOS PARASITOS (AM), RIQUEZA DOS PARASITOS (R) DAS ESPÉCIES DE PEIXES QUE APRESENTARAM UM NÚMERO AMOSTRAL MAIOR QUE CINCO, DO RIO GUARAGUAÇU, PARANÁ.....	18
TABELA 4 – ÍNDICE DE BERGER-PARKER (B-P) PARA AS ESPÉCIES DE PARASITOS COLETADOS EM CADA UMA DAS SETE ESPÉCIES DE HOSPEDEIROS MAIS ABUNDANTES COLETADOS NO RIO GUARAGUAÇU, PARANÁ, BRASIL	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	OBJETIVOS	7
1.1.1	Objetivos específicos.....	7
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1	ÁREA DE ESTUDO	10
3.2	COLETA DE DADOS.....	10
3.3	PROCEDIMENTOS	10
3.4	ANÁLISES	11
4	RESULTADOS	12
4	DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

É extremamente difícil tentar mensurar a diversidade existente de parasitos no planeta, principalmente, porque este é o estilo de vida mais comum entre os metazoários, considerado onipresente em todos os ecossistemas (Price, 1980). Além disso, muitas espécies descritas provavelmente são sinônimos de outras espécies já existentes (Poulin, 2014), sendo conhecidas, proporcionalmente, muito menos espécies nos trópicos que em latitudes mais altas (Lim, 1998) e há a ocorrência de muitas espécies crípticas (Nadler e Pérez-Ponce, 2011), de forma que quanto mais se procuram as espécies parasitas crípticas, mais elas são encontradas (Poulin, 2011). Sendo assim, qualquer tentativa de estimar a diversidade total de parasitas no mundo é falha, devido à falta de conhecimento sobre estes organismos (Poulin, 2014), principalmente porque informações em relação a eles depende, antes, do conhecimento em relação a sua ocorrência em determinados hospedeiros (Poulin & Morand, 2004).

Estes organismos afetam indivíduos, populações e comunidades, mas também podem exercer papéis importantes no funcionamento e estruturação de ecossistemas, bem como na dinâmica de cadeias alimentares (Marcogliese e Cone, 1997; Studer et al., 2010). Além disso, podem servir como indicadores de diversos aspectos biológicos de seus hospedeiros e de qualidade ambiental (Sures et al., 2017; Minchella e Scott, 1991; Marcogliese, 2005, 2003; Marcogliese e Cone, 1997). Nos ambientes aquáticos, estes organismos são extremamente diversos, como reflexo de sua longa história evolutiva, tendo representantes em quase todos os grupos conhecidos (Rohde, 2005). Contudo, a diversidade de parasitos na América do Sul ainda é subestimada (Luque et al., 2005).

No Brasil, o número de animais de vida livre descritos é bem baixo (16,7%), sendo os peixes o grupo mais bem conhecido em relação a seus parasitos e, ao mesmo tempo, os que possuem mais espécies que ainda não foram descritas, se comparado com as estimativas totais de espécies (Anon, 2003). Luque & Poulin (2007), demonstraram em sua revisão que apenas 17,3% das espécies de peixes conhecidas no Brasil já tiveram registros de parasitos até o ano da publicação de seu trabalho, o que indica que a biodiversidade de parasitos do país é subestimada.

O Rio Guaraguaçu encontra-se no estado do Paraná, Brasil. Este rio atravessa três municípios do estado, incluindo uma região de floresta Ombrófila

Densa de Terras Baixas, um fragmento da Mata Atlântica, que possui uma biodiversidade heterogênea e complexa (Roderjan et al., 2002). Além deste rio ser a quarta maior sub-bacia do Atlântico Sul Paranaense, representa grande relevância para a sustentabilidade econômica e bem estar da população litorânea (ZEE, 2016). Faz entorno com duas terras indígenas, abriga três unidades de conservação e é usada para abastecimento público, além de exercer papel ecológico extremamente importante para a manutenção da vida nos estuários de Paranaguá, já que interliga duas unidades de proteção integral, compondo um importante corredor de biodiversidade entre o estuário e a Mata Atlântica, sendo uma conexão de grande importância para o fluxo gênico e saúde da comunidade de fauna e flora aquática da região. Seu trecho final é interligado aos mangues de Paranaguá, que funciona como um berçário de peixes e corredor de aves e mamíferos.

Tendo em vista a importância da região pesquisada sobre a manutenção das populações adjacentes, conservação da biodiversidade, extensão do rio e diversidade de habitats, em conjunto com a falta de pesquisas relacionadas à comunidade de parasitos, este estudo inédito é imprescindível para a compreensão da estrutura da comunidade local.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi explorar a comunidade de parasitos presentes nos peixes do rio Guaraguaçu, identificando a diversidade parasitária dos peixes deste ecossistema, assim como analisar aspectos ecológicos das espécies encontradas.

1.1.1 Objetivos específicos

- Identificar os parasitos ocorrentes nas diferentes espécies hospedeiras; Calcular os índices de diversidade para cada espécie hospedeira;
- Inferir os fatores associados à diversidade encontrada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Existem mais de 6000 espécies de peixes na América do Sul (Reis, 2013), sendo que o Brasil é um *hotspot* de biodiversidade e possui a maior riqueza de peixes de água doce da região Neotropical (Luque e Poulin, 2007). Entretanto, a riqueza de parasitos ainda é muito subestimada (Luque et al., 2016). O estudo sobre a diversidade de helmintos parasitos da América do Sul começou no século 19 (Mason, 2015). Durante 18 anos, no Brasil, um naturalista chamado Johann Natterer (1787-1843) pesquisou hospedeiros vertebrados, passando a ser um dos naturalistas mais importantes da área (Santos et al., 2008). Diesing (1800-1867) foi responsável por descrever a maior parte do material coletado por Natterer, os quais foram descritos no *Systema Helminthum* (Diesing, 1850, 1851, 1856). No Brasil, os principais pesquisadores responsáveis pela taxonomia de metazoários parasitos no século 20 foram: Travassos (1890-1970) e seus alunos, que descreveram principalmente Nematoda e Trematoda de peixes de água doce no Brasil (Dias et al., 1990), e Thatcher (1929-2011), que trabalhou principalmente com metazoários parasitos de peixes da Amazônia (Boeger, 2011).

Segundo a revisão de Luque et al. (2016), Monogenea é o grupo de parasitos mais diversos da América do Sul (835 sp.), sendo que o Brasil contém 56,41% das espécies de monogenéticos já registradas no continente (471 sp.). O conhecimento existente sobre a diversidade e distribuição geográfica deste grupo em peixes de água doce no Brasil, deve-se aos esforços, principalmente, de uma colaboração internacional de Vernon E. Thatcher (INPA), Delane C. Kritsky (ISU) e Walter A. P. Boeger (UFPR), entre outros pesquisadores (Boeger et al., 2006). O segundo grupo de parasitos mais biodiverso é Trematoda. Em sua totalidade, foram reportadas 662 espécies para a América do Sul e 266 para o Brasil (40,18% da diversidade do continente). Este grupo é composto principalmente por espécies generalistas, que conseguem colonizar uma ampla gama de hospedeiros (Luque et al., 2016). Nematoda, apesar de sua grande diversidade, é o terceiro grupo mais rico no Brasil (143 sp., 47,2% da diversidade do continente), sendo Cestoda o quarto grupo (121 sp., 26,03% da diversidade do continente). É um grupo rico no Rio Amazonas e Rio Paraná, reflexo da enorme diversidade de peixes presentes nestes sistemas (Reis, 2013; Poulin, 2014), entretanto sua verdadeira diversidade está longe de ser conhecida (Luque et al., 2016). Existem apenas 83 espécies de

Acanthocephala reportadas para a América do Sul (Luque et al., 2016). Já que este grupo quase nunca causa doenças de importância médica ou veterinária, é frequentemente negligenciado por parasitologistas do mundo todo (Kennedy, 2006).

É possível observar que a diversidade de parasitos é maior em hospedeiros de ambientes de água doce, se comparados com hospedeiros de ambientes marinhos. Este fato se deve a existirem mais esforços amostrais e estudos sobre a diversidade de peixes, e seus parasitos, em ambientes de água doce (Luque e Poulin, 2007), além da maior diversificação de parasitos destes ambientes (Poulin, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Guaraguaçu tem 60 km de extensão e atravessa três municípios litorâneos do estado do Paraná: Matinhos, Paranaguá e Pontal do Paraná. Sua nascente está na Serra da Prata e sua foz na Baía de Paranaguá. Parte do curso do rio está inserido na Estação Ecológica do Guaraguaçu. Sua nascente demonstra um ambiente muito conservado, entretanto seus setores intermediários sofrem influência antrópica intensa, o que pode afetar a biodiversidade presente no rio e as populações que utilizam seus recursos.

3.2 COLETA DOS DADOS EM CAMPO

Os peixes foram coletados em setembro de 2018, em abril e setembro de 2019, por meio do projeto de Monitoramento do Rio Guaraguaçu, realizado desde 2014 (veja <https://lasbufprbio.wixsite.com/home/projeto-guaraguacu>). Foi utilizada uma bateria de redes de espera, com malha de 2, 4, 6 e 8 cm e uma rede 'feiticeira' com malha composta de 2 e 6 cm, além de armadilhas ('covos') para a captura dos peixes de menor porte. As redes de espera foram dispostas em 4 setores ao longo do rio. A metodologia completa de amostragem da ictiofauna está disponível em Occhi (2020). Cada setor foi classificado de acordo com o gradiente ambiental do rio, estando espalhados por toda sua extensão (Occhi, 2020). O setor 1, correspondendo a área de sua nascente, é caracterizado por um ambiente conservado e pristino; as regiões intermediárias, correspondentes aos setores 2 e 3, são fortemente influenciadas por ação antrópica, sendo utilizado para captação de água, havendo também depósito de efluentes e um aterro sanitário; O setor 4 é altamente influenciado pelas marés, com ambiente característico de mangue, com maior grau de salinidade e altamente influenciado pela maré.

3.3 PROCEDIMENTOS

Em campo, os peixes foram identificados, medidos (comprimento total e padrão), pesados, e eviscerados para procura de ecto e endoparasitos. Suas vísceras foram conservadas em formol 5% e transportadas ao laboratório para posterior inspeção dos intestinos e análise estomacal. Em laboratório, com auxílio de microscópio esteromicroscópio, os intestinos, olhos, brânquias e vísceras foram

inspecionados para a análise de presença de parasitos. Os parasitos foram fixados em álcool 70% e acondicionados em microtubos de 1,5 ml (conforme Eiras et al., 2006). Os parasitos foram identificados até o menor nível taxonômico possível com base na literatura específica (Yamaguti, 1959; Travassos et al., 1969; Moravec, 1998).

3.4 ANÁLISES

A prevalência, intensidade média de infecção e abundância média foram determinadas conforme Bush et al. (1997). A prevalência refere-se à razão entre o número de hospedeiros infectados por uma determinada espécie de parasito e o número de hospedeiros examinados no estudo, expresso em percentagem. A intensidade é a razão entre o número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito em cada hospedeiro infectado e, a abundância média, é o número de indivíduos de uma espécie de parasito dividida pelo número de hospedeiros analisados (Bush et al., 1997).

Para a análise de diversidade de parasitos em cada espécie de peixe hospedeiro, foram calculadas curvas de acúmulo de espécies, e estimadores de biodiversidade de Chao (Chao, 1984), Jack1 e Jack2 (Quenouille, 1949). Além disso, também foram calculados índices de diversidade de Shannon-Wiener (Shannon e Weaver, 1949), Simpson (Simpson, 1949) - este variando de 0 (baixa diversidade) a 1 (alta diversidade); além do índice de Berger-Parker (Berger & Parker, 1970) para demonstrar a dominância de cada espécie parasita em cada espécie hospedeira, e do índice de discrepância (Poulin, 1993), para determinar a distribuição da comunidade de parasitos dentro de cada espécie de hospedeiro - este último índice variando de 0 (todos os hospedeiros de uma determinada espécie apresentam uma abundância similar de parasitos) a 1 (um único hospedeiro de determinada espécie apresenta todos os parasitos encontrados para esta espécie hospedeira). Os índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson, além dos estimadores de diversidade, foram calculados usando o *software* R (versão 4.1.1). Os índices de Berger-Parker e de discrepância, foram calculados com auxílio do Microsoft Excel.

4 RESULTADOS

Ao todo 157 espécimes de peixes, pertencentes a 11 espécies foram coletados e analisados para ecto e endoparasitos (**Tabela 1**). Dados referentes ao número de espécimes parasitos coletados por espécie, prevalência, intensidade média de infecção, abundância média, sítio de infecção/infestação para todos os parasitos encontrados e quais representam novos registros para seus respectivos hospedeiros estão presentes na **Tabela 2**.

Tabela 1 – Número de peixes coletados para o estudo, ordenados em seus respectivos setores. S1 = Setor 1; S2 = Setor 2; S3 = Setor 3; S4 = Setor 4.

Espécies de peixes	S1	S2	S3	S4	Total
Ariidae					
<i>Genidens barbatus</i> Lacépède, 1803	0	0	1	0	1
<i>Genidens genidens</i> Cuvier, 1829	0	0	0	11	11
Centropomidae					
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	0	0	2	6	8
Characidae					
<i>Oligosarcus hepsetus</i> Cuvier, 1829	4	5	2	0	11
Cichlidae					
<i>Geophagus iporangensis</i> Haseman, 1911	9	13	10	7	39
Erythrinidae					
<i>Hoplias malabaricus</i> Bloch, 1974	13	15	13	7	48
Gerreidae					
<i>Eugerres brasiliensis</i> Cuvier, 1830	0	0	0	2	2
Gymnotidae					
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	0	1	0	0	1
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	0	0	0	3	3
Heptapteridae					
<i>Rhamdia quelen</i> Quoy & Gaimard, 1824	7	7	7	1	22
Scianidae					
<i>Bairdiella ronchus</i> Cuvier, 1830	0	0	2	8	10
<i>Cynoscion acoupa</i> Lacépède, 1801	0	0	0	1	1
Total	33	41	37	46	157

FONTE: O autor (2021).

Entre todos os peixes analisados, 141 (89,81%) estavam infectados com pelo menos um grupo parasito. Um total de 4735 espécimes de parasitos foram encontrados, com uma média de 30,16 parasitos para cada peixe. Foram identificados 72 taxa de parasitos, sendo estes: 23 Monogenea, 16 Digenea, 14 Copepoda, 14 Nematoda, 4 Acanthocephala e 1 Cestoda. De todos os parasitos encontrados, 10 taxa ocorreram em mais de uma espécie hospedeira: *Aphanobastella mastigatus*, *Chauhanellus neotropicalis*, *C. boegeri* e *Urocleidoides*

cuiabai (**Monogenea**); *Ergasilus jaraquensis*, *E. pitalicus* (**Copepoda**); *Polyacanthorhynchus* sp. (**Acanthocephala**), *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp. (**Nematoda**) e *Diplostomidae* gen. sp. (**Digenea**).

O parasito com maior distribuição foi o Nematoda do gênero *Contracaecum* sp., encontrado em 8 espécies de hospedeiros: *B. ronchus*, *C. parallelus*, *G. genidens*, *G. iporanguensis*, *G. carapo*, *H. malabaricus*, *O. hepsetus* e *R. quelen*. O Copepoda *E. pitalicus* e os Digenea *Diplostomidae* gen. sp. apresentaram as segundas maiores distribuições, sendo encontrados em 5 espécies de hospedeiros: *C. parallelus*, *G. iporanguensis*, *G. carapo*, *H. malabaricus* e *R. quelen*, como hospedeiros do copepode; e *B. ronchus*, *G. iporanguensis*, *H. malabaricus*, *M. curema* e *R. quelen*, como hospedeiros do digenético.

O táxon que demonstrou maior intensidade média de infecção (IMI) [105 (2-393)] e maior abundância média (AM) [81,14 (0-393)], foi o monogenético *A. mastigatus*, do hospedeiro *R. quelen*, seguido do monogenético *Neodiplectanum* sp., no hospedeiro *E. brasiliensis*, com IMI [32,5 (4-61)] e AM [32,5 (4-61)]. O helminto mais abundante foi o *A. mastigatus* (n = 1785), do hospedeiro *R. quelen*, seguido do copepode generalista *E. pitalicus* (n = 366), do hospedeiro *H. malabaricus*, entretanto, neste mesmo hospedeiro também foram encontrados 498 espécimes de metacercária de *Diplostomidae* gen. sp., infectando os olhos e brânquias dos peixes (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Todos os hospedeiros separados por família e seus descritores parasitológicos. Abundância dos parasitos em seus respectivos hospedeiros (ABD); Prevalência (P); Intensidade média de infecção (IMI); Abundância média (AM); Sítio de infecção (Sítio) dos parasitos encontrados nas 11 espécies de peixes do Rio Guaraguaçu, Paraná. Os nomes dos autores que descreveram as espécies estão presentes na **Tabela 1**.

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
Ariidae					
<i>Genidens barbatus</i>					
Monogenea					
<i>Chauhanellus neotropica</i> Domingues & Fehlaue, 2006	21	100	21	21	B
<i>Chauhanellus boegeri</i> Domingues & Fehlaue, 2006	21	100	21	21	B
Copepoda					
* <i>Ergasilus jaraquensis</i> Thatcher & Robertson, 1982	4	100	4	4	B
<i>Therodamas</i> sp.	1	100	1	1	B
<i>Genidens genidens</i>					
Acanthocephala					
<i>Echinorhynchus</i> sp.	1	9,09	1	0,09 (0-1)	I
Copepoda					
* <i>Ergasilus jaraquensis</i> Thatcher & Robertson, 1982	10	45,45	2 (1-4)	0,91 (0-4)	B
Digenea					
* <i>Pseudoacanthostomum floridensis</i> Nahhas & Short, 1965	12	9,09	12	1,09 (0-12)	I
Monogenea					
<i>Chauhanellus neotropica</i> Domingues & Fehlaue, 2006	2	18,18	1	0,18 (0-1)	B
<i>Chauhanellus boegeri</i> Domingues & Fehlaue, 2006	4	36,36	1	0,36 (0-1)	B
Nematoda					
* <i>Contracaecum</i> sp.	1	9,09	1	0,09 (0-1)	M
<i>Hysterothylacium</i> sp1.	11	45,45	2,2 (1-3)	1 (0-3)	I, M

(Continua na próxima página)

Tabela2 (continuação)

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
<u>Centropomidae</u>					
<i>Centropomus parallelus</i>					
Copepoda					
<i>Acusicola</i> sp.	106	75	17,67 (2-54)	13,25 (0-54)	B
* <i>Ergasilus pitalicus</i> Thatcher, 1984	21	62,5	4,2 (1-9)	2,63 (0-9)	B
Digenea					
<i>Acanthocollaritrema umbilicatum</i> Travassos, Freitas & Bührnheim	2	12,5	2	0,25 (0-2)	I
<i>Allocreadium centropomi</i> Fischthal & Nasir, 1974	10	12,5	10	1,25 (0-10)	I
<i>Parahemis</i> sp.	1	12,5	1	0,13 (0-1)	I
<i>Pseudocryptogonimus</i> sp.	1	12,5	1	0,13 (0-1)	I
Monogenea					
<i>Anakohnia brasiliana</i> Bravo-Hollis, 1986	3	25	1,5 (1-2)	0,38 (0-2)	B
<i>Microcotylidae</i> – pós-larval	17	12,5	17	2,13 (0-17)	B
<i>Rhabdosynchus</i> sp.	139	87,5	19,86 (2-29)	17,38 (0-29)	B
Nematoda					
<i>Contracaecum</i> sp.	8	37,5	2,67 (1-4)	1 (0-8)	I, M
<u>Characidae</u>					
<i>Oligosarcus hepsetus</i>					
Monogenea					
* <i>Aphanoblastella mastigatus</i> Suriano, 1986	1	9,09	1	0,09 (0-1)	B
<i>Characithecium chascomusense</i> Suriano, 1981	21	45,46	4,2 (2-6)	1,91 (0-6)	B
<i>Characithecium longianchoratum</i> Rossin & Timi, 2014	54	54,55	9 (5-21)	4,91 (0-21)	B
Nematoda					
<i>Contracaecum</i> sp.	1	9,09	1	0,09 (0-1)	M
<i>Heliconema</i> sp.	9	9,09	9	0,82 (0-9)	M
<i>Nematoda</i> gen. sp.	3	18,18	1,5 (1-2)	0,27 (0-2)	M

(Continua na próxima página)

Tabela2 (continuação)

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
Cichlidae					
<i>Geophagus iporanguensis</i>					
Acanthocephala					
<i>Polyacanthorhynchus sp.</i>	2	2,56	2	0,05 (0-2)	I
<i>Neoechinorhynchus sp.</i>	37	17,95	5,29 (1-11)	0,95 (0-11)	V, I
Copepoda					
* <i>Ergasilus leporinidis</i> Thatcher, 1981	23	7,69	7,67 (2-19)	0,59 (0-19)	B
* <i>Ergasilus pitalicus</i> Thatcher, 1984	28	20,51	3,50 (1-18)	0,72 (0-18)	B
<i>Ergasilus sp.</i>	22	7,69	7,33 (2-16)	0,56 (0-16)	B
<i>Gauchergasilus sp.</i>	2	2,56	2	0,05 (0-2)	B
* <i>Therodamas elongatus</i> Thatcher, 1986	54	28,21	4,91 (1-13)	1,38 (0-13)	B
Digenea					
<i>Crassicutis sp.</i>	17	5,13	8,5 (1-16)	0,44 (0-16)	I
Digenea gen. sp.	86	25,64	8,6 (3-10)	2,21 (0-10)	B
Diplostomidae gen. sp.	3	2,56	3	0,08 (0-3)	O
<i>Lobatostoma sp.</i>	6	7,69	2 (1-4)	0,15 (0-4)	I, B, M
Monogenea					
<i>Sciadicleithrum guanduensis</i> Carvalho, Tavares & Luque, 2008	41	12,82	8,2 (3-14)	1,05 (0-14)	B
<i>Sciadicleithrum frequens</i> Bellay, Takemoto, Yamada & Pavanelli, 2008	208	46,15	11,56 (1-40)	5,33 (0-40)	B
* <i>Sciadicleithrum juruparii</i> Melo, Santos & Santos, 2012	2	2,56	2	0,05 (0-2)	B
* <i>Urocleidoides cuiabai</i> Rosim, Mendonza-Franco & Luque, 2011	1	2,56	1	0,03 (0-1)	B
Nematoda					
<i>Contracaecum sp.</i>	1	2,56	1	0,03 (0-1)	M
<i>Rhabdocona sp.</i>	4	2,56	4	0,10 (0-4)	I
<i>Procamallanus sp1.</i>	7	10,26	1,75 (1-3)	0,18 (0-3)	I
<i>Procamallanus sp2.</i>	1	2,56	1	0,03 (0-1)	I

(Continua na próxima página)

Tabela2 (continuação)

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
<u>Erythrinidae</u>					
<i>Hoplias malabaricus</i>					
Acanthocephala					
<i>Polyacanthorhynchus sp.</i>	18	6,25	6 (1-10)	0,38 (0-10)	I
Copepoda					
<i>*Ergasilus pitalicus</i> Thatcher, 1984	366	45,83	16,64 (1-133)	7,63 (0-133)	B
Digenea					
Diplostomidae gen. sp.	498	59,52	18,44 (1-60)	10,38 (0-60)	O, B
<i>Thometrema overstreeti</i>	1	2,08	1	0,02 (0-1)	I
Monogenea					
<i>Urocleidoides sp.</i>	9	12,50	1,5 (1-3)	0,19 (0-3)	B
<i>Urocleidoides brasiliensis</i> Rosim, Mendonza-Franco & Luque, 2011	41	27,08	3,15 (1-9)	0,85 (0-9)	B
<i>Urocleidoides cuiabai</i> Rosim, Mendonza-Franco & Luque, 2011	43	20,83	4,3 (1-10)	0,9 (0-10)	B
<i>Urocleidoides malabaricus</i> Rosim, Mendonza-Franco & Luque, 2011	5	4,17	2,5 (1-4)	0,1 (0-4)	B
Nematoda					
<i>Contracaecum sp.</i>	34	31,25	2,27 (1-6)	0,71 (0-6)	M
<i>Cystidicoloides izecksohni</i> Fabio, 1982	9	12,50	1,5 (1-2)	0,19 (0-2)	I, B
<i>Eustrongylides sp.</i>	2	4,17	1 (1-1)	0,04 (0-1)	M
<i>Pseudoterranova sp.</i>	25	16,67	3,13 (1-7)	0,52 (0-7)	M
<u>Gerreidae</u>					
<i>Eugerres brasiliensis</i>					
Monogenea					
<i>Aristocleidus sp.</i>	9	50	9	4,5 (0-9)	B
<i>Neodiplectanum sp.</i>	65	100	32,5 (4-61)	32,5 (4-61)	B
Nematoda					
<i>Cucullanus sp1.</i>	2	50	2	1 (0-2)	M

(Continua na próxima página)

Tabela2 (continuação)

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
<u>Gymnotidae</u>					
<i>Gymnotus carapo</i>					
Copepoda					
<i>*Ergasilus pitalicus</i> Thatcher, 1984	100	100	100	100	B
Nematoda					
<i>Contracaecum</i> sp.	1	100	1	1	M
<i>Hysterothylacium</i> sp.	1	100	1	1	I
<u>Mugilidae</u>					
<i>Mugil curema</i>					
Copepoda					
<i>Ergasilus atafonensis</i> Amado & Rocha, 1996	17	100	5,67 (2-10)	5,67 (2-10)	B
<i>Ergasilus caraguatatubensis</i> Amado & Rocha, 1996	6	66,67	3 (2-4)	2 (0-4)	B
<i>Therodamas frontalis</i> El-Rashidy & Boxshall, 2001	35	100	11,67 (4-19)	11,67 (4-19)	B
Digenea					
<i>Culuwiya</i> sp1.	2	33,33	2	0,67 (0-2)	I
<i>Culuwiya</i> sp2.	1	33,33	1	0,33 (0-1)	I
Diplostomidae gen. sp.	2	33,33	2	0,67 (0-2)	O
<i>Sacoccoloides</i> sp.	1	33,33	1	0,33 (0-1)	I
Monogenea					
<i>Ligophorus</i> sp.	25	66,67	12,5 (6-19)	8,33 (0-19)	B
Nematoda					
<i>Cucullanus</i> sp2.	3	33,33	3	1 (0-3)	I

(Continua na próxima página)

Tabela2 (continuação)

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
Heptapteridae					
<i>Rhamdia quelen</i>					
Copepoda					
<i>Ergasilus thatcheri</i> Engers, Boeger & Brandon, 2000	92	31,81	13,14 (2-34)	4,18 (0-34)	B
* <i>Ergasilus pitalicus</i> Thatcher, 1984	42	27,27	7 (1-21)	1,91 (0-21)	B
Digenea					
<i>Acanthostomum gnerii</i> Szidat, 1954	2	4,55	2	0,09 (0-2)	I
<i>Acanthostomum</i> sp.	12	4,55	12	0,55 (0-12)	I
<i>Crocodilicola pseudostoma</i> Willemoes-Suhm, 1870	2	4,55	2	0,09 (0-2)	I
Diplostomidae gen. sp.	6	4,55	6	0,27 (0-6)	B
Monogenea					
<i>Aphanoblastella juizforense</i> Carvalho, Tavares & Luque, 2009	270	40,91	30 (2-151)	12,27 (0-151)	B
<i>Aphanoblastella mastigatus</i> Suriano, 1986	1785	72,73	105 (2-393)	81,14 (0-393)	B
<i>Aphanoblastella</i> sp.	5	4,55	5	0,23 (0-5)	B
Nematoda					
<i>Nematoda</i> gen1. Sp.	3	13,64	1 (1-1)	0,14 (0-1)	I
<i>Contracaecum</i> sp.	2	4,55	1	0,09 (0-1)	M
<i>Hysterothylacium</i> sp.	3	18,18	1 (1-1)	0,18 (0-1)	M

(Continua na próxima página)

Tabela2 (continuação)

Hospedeiros e seus parasitos	ABD	P (%)	IMI	AM	Sítio
Scianidae					
<i>Bairdiella ronchus</i>					
Acanthocephala					
<i>Acanthocephala gen. sp.</i>	15	40	3,75 (1-7)	1,5 (0-7)	I
Cestoda					
Blastocisto	1	10	1	0,1 (0-1)	I
Copepoda					
<i>Ergasilus sp1.</i>	2	10	2	0,2 (0-2)	B
<i>Acusicola sp1.</i>	2	10	2	0,2 (0-2)	B
Digenea					
Diplostomidae gen. sp.	1	10	1	0,1 (0-1)	O
Monogenea					
<i>Rhamnocercus margaritae</i> Fuentes-Zambrano, 1997	107	60	17,83 (1-62)	10,7 (0-62)	B
* <i>Rhamnocercus rhamnocercus</i> Monaco, Wood & Mizelle, 1954	25	40	6,25 (2-19)	2,5 (0-19)	B
Nematoda					
* <i>Contracaecum sp.</i>	2	20	1 (1-1)	0,2 (0-1)	I
Cynoscion acoupa					
Monogenea					
<i>Diplectanum sp.</i>	4	100	4	4	B

B = Brânquias; I = Intestino; O = Olhos; M = Mesentério; V = Vísceras. * = Novo registro de ocorrência.

FONTE: o autor (2021).

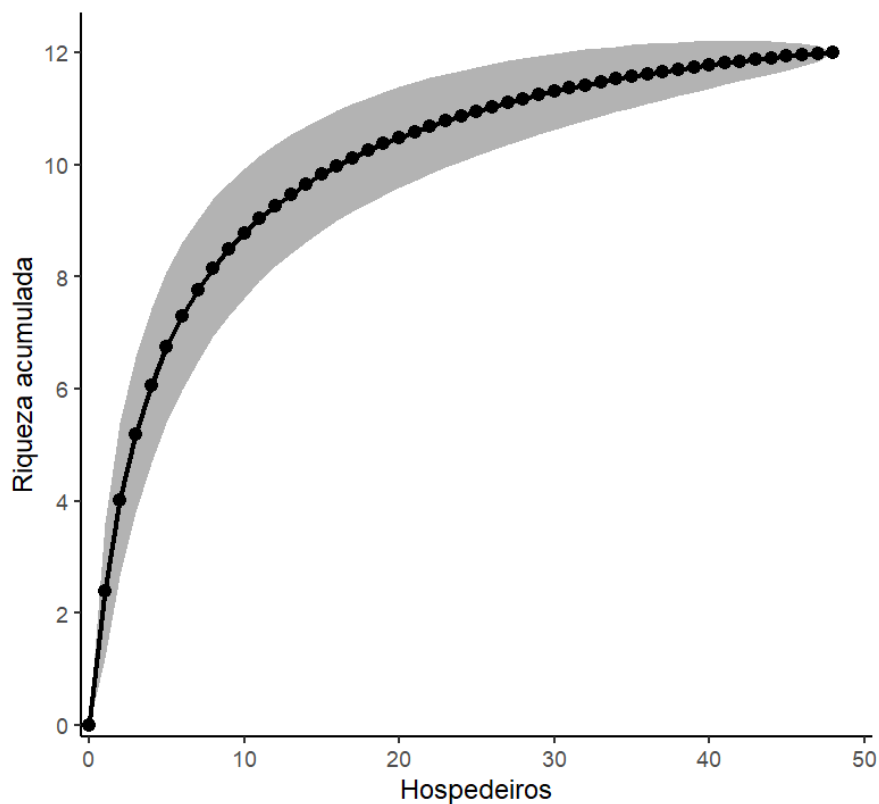
A comunidade componente (que parasitou os hospedeiros) dos hospedeiros mais abundantes, em geral, apresentou altos índices de diversidade. Na espécie *G. genidens* foi observado, ainda que alto, o segundo menor índice de diversidade, mas a menor abundância e abundância média (**Tabela 3**). Para esta espécie hospedeira, houveram 3 novos registros de espécies parasitas: *E. jaraquensis* (Copepoda), *P. floridensis* (Digenea) e *Contracaecum sp.* (Nematoda) (**Tabela 2**). Na espécie *C. parallelus*, foi observada prevalência de 100%, sendo a espécie hospedeira que apresentou maior riqueza de parasitos em um único indivíduo, ainda que sua abundância tenha sido a menor entre os hospedeiros (**Tabela 3**). O Copepoda *E. pitalicus* foi o único novo registro para *C. parallelus* (**Tabela 2**). A espécie *O. hepsetus* apresentou a menor prevalência de infecção e diversidade de parasitos entre os hospedeiros mais abundantes, mas apresentando alta diversidade, segundo os índices de Shannon e Simpson (**Tabela 3**). Sua única nova ocorrência foi o monogenético *A. mastigatus* (**Tabela 2**). A espécie hospedeira *G. iporanguensis* apresentou a segunda maior abundância de hospedeiros e prevalência de infecção, a maior riqueza de espécies de parasitos e segunda maior diversidade segundo os índices de Shannon e Simpson, ainda sim os estimadores de diversidade indicam que a riqueza estimada está longe de ser a observada (**Tabela 3**). Neste hospedeiro, houveram 5 novos registros: *E. leporinidis*, *E. pitalicus*, *T. elongatus* (Copepoda), *S. juruparii* e *U. cuiabai* (Monogenea) (**Tabela 2**). O hospedeiro *H. malabaricus* apresentou a maior abundância entre os hospedeiros ($n = 48$), segunda maior abundância de parasitos ($n = 1031$), terceira maior prevalência de infecção e maiores índices de diversidade entre as espécies analisadas. Além disso, foi a única espécie que atingiu o platô da curva de acumulação de espécies (**Figura 1**), atingindo a riqueza estimada pelos estimadores (**Tabela 3**). Para este hospedeiro, houve apenas um novo registro, sendo o copepode generalista *E. pitalicus* (**Tabela 2**). A espécie *R. quelen* foi a que apresentou maior abundância ($n = 2225$) e abundância média ($n = 101,14$) de parasitos. Foi o hospedeiro que apresentou o padrão mais agregado de distribuição de parasitos (**Tabela 4**) e, junto com *H. malabaricus*, a segunda maior riqueza de parasitos ($n = 12$), com o terceiro maior dos índices de diversidade (**Tabela 3**). Nesta espécie hospedeira, ocorreu apenas um novo registro, sendo o copepode *E. pitalicus* (**Tabela 2**). Na espécie *B. ronchus*, observou-se a segunda menor prevalência de infecção, segundo maior índice de agregação de parasitos e a menor diversidade segundos os índices de diversidade

(Tabela 3 e 4). Neste hospedeiro, o único novo registro foi do Nematoda *Contracaecum* sp. (Tabela 2).

Entre as 7 espécies hospedeiras que foram mais abundantes, nenhuma apresentou alta agregação na distribuição dos parasitos entre seus indivíduos (Tabela 3) e *H. malabaricus* foi a única que atingiu o número de espécies estimadas por todos os estimadores, contendo cerca de 12 espécies parasitas (Figura 1). Entre as 4 espécies menos abundantes, houveram 2 novos registros: *E. jaraquensis*, para o hospedeiro *G. barbuis*, e *E. pitalicus*, para o hospedeiro *G. carapo* (Tabela 2).

Além de ser o grupo mais abundante e rico, Monogenea também apresentou dominância em 6 das 7 espécies hospedeiras que tiveram mais indivíduos analisados, não sendo dominante apenas no hospedeiro *Hoplias malabaricus*, onde Diplostomidae gen. sp. apresentou dominância de 46,4%, seguido pelo Copepoda *Ergasilus pitalicus*, com dominância de 35,5% (Tabela 4).

Figura 1 – Curva de acumulação de espécies do peixe *Hoplias malabaricus*.



FONTE: o autor (2021).

Tabela 3 – Número de hospedeiros (N), prevalência de infecção (P), número de taxa de parasitos (NT), abundância dos parasitos (ABD), abundância média dos parasitos (AM), riqueza dos parasitos (R) das espécies de peixes que apresentaram um número amostral maior que cinco, do Rio Guaraguaçu, Paraná. Demonstra-se também os índices de diversidade de Chao, Jackknife (Jack1 e Jack2), Simpson (SI) e Shannon-Wiener (SWI). *G. genidens* = *Genidens genidens*; *C. parallelus* = *Centropomus parallelus*; *O. hepsetus* = *Oligosarcus hepsetus*; *G. iporanguensis* = *Geophagus iporanguensis*; *H. malabaricus* = *Hoplias malabaricus*; *R. quelen* = *Rhamdia quelen*; *B. ronchus* = *Bairdiella ronchus*. Os nomes dos autores que descreveram as espécies estão presentes na **Tabela 1**.

Hospedeiros	N	P (%)	NT	ABD	AM	R	Chao	Jack1	Jack2	SI	SWI	D
Ariidae												
<i>G. genidens</i>	11	81,82	7	41	3,73	1-3	11,09	9,73	11,45	0,79	1,82	0,52
Centropomidae												
<i>C. parallelus</i>	8	100	10	308	38,5	1-7	20,94	14,38	17,48	0,80	1,77	0,36
Characidae												
<i>O. hepsetus</i>	11	63,64	6	89	8,09	1-3	10,09	8,73	10,45	0,80	1,73	0,53
Cichlidae												
<i>G. iporanguensis</i>	39	92,31	19	542	13,90	1-6	50,18	26,79	33,46	0,96	3,28	0,45
Erythrinidae												
<i>H. malabaricus</i>	48	91,67	12	1031	21,48	1-6	12,24	12,98	12,06	0,96	3,45	0,41
Heptapteridae												
<i>R. quelen</i>	22	90,91	12	2225	101,14	1-5	23,93	16,77	20,45	0,88	2,35	0,63
Scianidae												
<i>B. ronchus</i>	10	80	8	155	15,5	1-4	15,20	11,60	14,10	0,66	1,42	0,62

FONTE: O autor (2021).

Tabela 4 – Índice de Berger-Parker (B–P) para as espécies de parasitos coletados em cada uma das sete espécies hospedeiras (em negrito) mais abundantes coletadas no Rio Guaraguaçu, Paraná, Brasil. Os nomes dos autores que descreveram as espécies aqui presentes estão presentes nas **Tabelas 1 e 2**.

R. quelen	B–P	G. genidens	B–P	O. hepsetus	B–P
<i>A. mastigatus</i>	0,802	<i>P. floridensis</i>	0,293	<i>C. longianchoratum</i>	0,607
<i>A. juizforense</i>	0,121	<i>Hysterothylacium sp1.</i>	0,268	<i>C. chascomusense</i>	0,236
<i>E. thatcheri</i>	0,041	<i>E. jaraquensis</i>	0,244	<i>Heliconema sp.</i>	0,101
<i>E. pitalicus</i>	0,019	<i>C. boegeri</i>	0,098	<i>Nematoda gen. sp.</i>	0,034
<i>Acanthostomum sp.</i>	0,005	<i>C. neotropicalis</i>	0,049	<i>A. mastigatus</i>	0,011
<i>Diplostomidae gen. sp.</i>	0,003	<i>Contracaecum sp.</i>	0,024	<i>Contracaecum sp.</i>	0,011
<i>Aphanoblastella sp.</i>	0,002				
<i>Hysterothylacium sp.</i>	0,002				
<i>Nematoda gen1. sp.</i>	0,001				
G. iporanguensis	B–P	H. malabaricus	B–P	C. paralellus	B–P
<i>S. frequens</i>	0,384	<i>Diplostomidae gen. sp.</i>	0,464	<i>Rhabdosynchus sp.</i>	0,451
<i>Digenea gen sp.</i>	0,159	<i>E. pitalicus</i>	0,355	<i>Acusicola sp.</i>	0,344
<i>T. elongatus</i>	0,098	<i>U. cuiabai</i>	0,042	<i>E. pitalicus</i>	0,068
<i>S. guanduensis</i>	0,076	<i>U. brasiliensis</i>	0,040	<i>Microcotylidae</i>	0,055
<i>Neoechinorhynchus sp.</i>	0,068	<i>Contracaecum sp.</i>	0,033	<i>A. centropomi</i>	0,032
<i>E. pitalicus</i>	0,048	<i>Pseudoterranova sp.</i>	0,024	<i>Contracaecum sp.</i>	0,026
<i>E. leporinidis</i>	0,042	<i>Polyacanthorhynchus sp</i>	0,017	<i>A. brasiliana</i>	0,010
<i>Ergasilus sp.</i>	0,041	<i>C. izecksohni</i>	0,009	<i>A. umbilicatum</i>	0,006
<i>Crassicutis sp.</i>	0,031	<i>Urocleidoides sp.</i>	0,009	<i>Parahemis sp.</i>	0,003
<i>Procamallanus sp1.</i>	0,013	<i>U. malabaricus</i>	0,005	<i>Pseudocryptogonimus sp.</i>	0,003
<i>Lobatostoma sp.</i>	0,011	<i>Eustrongylides sp.</i>	0,002	B. ronchus	B–P
<i>Rhabdocona sp1.</i>	0,007	<i>T. overstreeti</i>	0,001	<i>R. margaritae</i>	0,69
<i>Diplostomidae gen. sp.</i>	0,006			<i>R. rhamnocercus</i>	0,16
<i>Gauchergasilus sp.</i>	0,004			<i>Acanthocephala gen. sp.</i>	0,10
<i>Polyacanthorhynchus sp.</i>	0,004			<i>Acusicola sp1.</i>	0,01

FONTE: o autor (2021).

5 DISCUSSÃO

Nesse estudo pioneiro, descrevemos a fauna parasitária da ictiofauna de um importante rio, da planície litorânea do estado do Paraná. Com dados gerados a partir de um monitoramento de longo prazo, esse estudo permitirá entender as causas e padrões da relação parasito-hospederio dos parasitas de peixes desse ambiente altamente biodiverso e de transição entre água-doce e estuário.

Como esperado, o grupo de parasitos mais diverso deste estudo pertence ao táxon Monogenea, representando 31,94% de toda a diversidade dos parasitos encontrados nas 11 espécies hospedeiras, o que condiz com outros estudos relacionados (Acosta et al., 2020 e Lima et al., 2015). Em questão de abundância, 2928 monogenéticos foram encontrados, representando 61,84% da abundância total. Apesar de usualmente este grupo ser especialista, infectando apenas uma ou poucas espécies hospedeiras (Poulin, 1992; Dobson et al., 2008), a espécie *C. neotropicalis* foi encontrada em duas espécies neste estudo, além de ter sido previamente encontrada nas espécies: *Aspistor quadriscutis*, *Amphiarius rugispinis*, *Notarius grandicassis*, *Sciades passany* e *S. proops*, todos da família Ariidae (Domingues et al., 2016). A espécie *C. boegeri* também foi encontrada nos hospedeiros *G. barbatus* e *G. genidens*, registros já feitos em outro estudo (Vicente, 2016).

Digenea foi o segundo grupo mais diverso deste estudo, assim como no trabalho de Acosta et al. (2020), representando 22,22% da diversidade, com 16 espécies encontradas, com abundância de 666 indivíduos, representando 14,07% da abundância total. Em relação a abundância presente em todos os hospedeiros, *H. malabaricus* foi responsável por 74,92% (n = 499), sendo 498 indivíduos do grupo *Diplostomidae* gen. sp. Apesar da grande diversidade, houve apenas um novo registro deste grupo, sendo o parasito *P. floridensis*, infectando o hospedeiro *G. genidens*, que só foi encontrado no setor 4. O parasito *P. floridensis* provavelmente é marinho (Fernandes & Goulart, 1989; Tavares & Luque, 2004), de forma que possivelmente seus hospedeiros chegaram ao estuário para se reproduzir (Figueiredo & Menezes, 1978 apud. Hostim-Silva et al., 2009). O ciclo de vida dos indivíduos digenéticos usualmente é composto por três hospedeiros, sendo completado quando o hospedeiro definitivo ingere a metacercária junto com o segundo hospedeiro intermediário (Lefebvre & Poulin, 2005a). O parasito *A. umbilicatum* é um digenético que possui um ciclo de vida complexo envolvendo três

hospedeiros, como descrito pela primeira vez por Simões et al. (2008). Este parasito pertence à família Cryptogonimidae, a qual é composta por espécies que tem gastrópodes como seus primeiros hospedeiros intermediários (Miller e Cribb, 2008), sendo, neste estudo, o peixe *C. parallelus* seu hospedeiro definitivo, corroborando o ciclo de vida descrito por Simões et al. (2008). A espécie *A. gnerii* tem bagres como hospedeiros definitivos, outros peixes como hospedeiros intermediários secundários e, como primeiro hospedeiro intermediário: gastrópodes (Núñez e Pertierra, 1991), denotando a presença destes organismos no ecossistema. Apesar de *Allocreadium* ser um gênero diverso, só foi encontrado o primeiro registro da espécie, por Fischthal e Nasir (1974). A espécie *C. pseudostoma* foi encontrada no hospedeiro *R. quelen*, mas não é exclusiva desta espécie, pois já foi registrada como parasita de outras espécies (Conroy, 1986; Pérez-Ponce et al., 1992; Guidelli et al., 2003), tendo estes peixes como hospedeiros intermediários secundários, considerando que seu hospedeiro definitivo costuma ser jacarés e crocodilos. Já que o jacaré-de-papo-amarelo, da espécie *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) está entre as espécies componentes da fauna ameaçada de extinção do local (Plano de Manejo, 2006), esta pode ser a razão pela qual este parasito está numa abundância tão baixa neste estudo. O digenético do gênero *Lobatostoma* foi reportado pela primeira vez em *G. iporanguensis* em Rassier et al. (2015), entretanto, o autor cita que provavelmente é um parasito da espécie *Lobatostoma jungwirthi* (Kritscher, 1974), mas não foi possível chegar a nível de espécie neste estudo. Há pouco conhecimento disponível sobre o gênero *Pseudocryptogonimus*, entretanto, ele já foi encontrado em outras espécies do gênero *Centropomus*, sendo também encontrado em outros gêneros de hospedeiros, como *Pomadasyx* e *Lutjanus* (Castañeda et al., 2003). O gênero *Saccocoelioides* possui 24 espécies conhecidas, das quais 14 estão na América do Sul (González-García et al., 2020).

Nematoda foi o terceiro grupo mais diverso do estudo (como ocorreu em Acosta et al., 2020), junto com Copepoda. O filo Nematoda foi responsável por 19,44% da diversidade total de parasitos dos peixes coletados e 2,83% da abundância (n = 134), sendo *H. malabaricus* e *G. iporanguensis* os hospedeiros que albergaram a maior diversidade deste grupo. A maior diversidade nestes dois hospedeiros provavelmente se deve ao fato de que as duas espécies apresentam uma dieta onívora (Abelha & Goulart, 2004; Caramaschi, 1979; Dias et al., 2005; Mello et al., 2006). O cará, *G. iporanguensis*, enquanto jovem, alimenta-se de

macrófitas, mas ao longo de seu desenvolvimento adota uma dieta oportunista, sendo considerado onívoro, por consumir sedimento, animais bentônicos, sementes, frutos, peixes, zooplâncton, entre outros, demonstrando grande plasticidade trófica (Abelha & Goulart, 2004; Dias et al., 2005; Rodrigues et al., 2007). Enquanto que a traíra, *H. malabaricus*, tende a se alimentar de insetos enquanto juvenil, passando para uma dieta piscívora quando adulto, sendo generalista e predador de topo de cadeia (Caramaschi, 1979; Mello et al., 2006). O hospedeiro *R. quelen* apresentou uma diversidade menor ($S = 3$) que *H. malabaricus* ($S = 4$), apesar de ambos serem predadores generalistas e oportunistas. O bagre jundiá, *R. quelen*, é um predador bentônico oportunista, tendo uma dieta omnívora, alimentando-se preferencialmente de peixes, crustáceos, insetos, detritos orgânicos e fragmentos vegetais (Casatti, 2002; Guedes, 1980; Meurer & Zaniboni, 1997; Gomiero et al., 2007). O fato de *H. malabaricus* e *R. quelen* albergarem apenas uma espécie em comum, o parasito *Contracaecum sp.*, provavelmente se deve às diferentes estratégias de forrageio e itens alimentares que estas duas espécies apresentam (Winemiller, 1989; Sabino e Zuanon, 1998; Sazima, 1986), já que a dieta do hospedeiro e o habitat são fatores importantes na aquisição de parasitos (Guidelli et al., 2003), além do caráter generalista do *Contracaecum sp.*

Nematoda apresentam ciclo de vida indireto, de forma que os peixes podem ser hospedeiros intermediários ou definitivos (Moravec 1998), como denotado neste estudo, já que foram encontrados larvas e adultos do grupo. Nematoides do gênero *Contracaecum* também foram encontrados em oito espécies hospedeiras, estando presentes em todos os setores. Este gênero é oportunista e ocorre no mundo todo (Anderson, 2000), sendo o único grupo da família Anisakidae (Railliet & Henry, 1912) capaz de infectar animais terrestres e aquáticos em seu ciclo de vida (Shamsi, 2019). Este parasito apresenta um ciclo de vida heteróximo, tendo principalmente aves piscívoras como seus hospedeiros finais (Torres et al., 2000; Vicente et al., 1995; Saad et al., 2018), o que ajuda em sua dispersão e caráter cosmopolita, mas também existem casos de mamíferos marinhos que são seus hospedeiros definitivos (Anderson, 2000; Shamsi, 2019). Por conta de sua natureza generalista e grande distribuição, não é incomum que se encontre este gênero em mais de uma espécie de hospedeiro. A presença de larvas de *Contracaecum sp.* em quatro espécies de peixes, considerando que três delas são utilizadas para consumo (*H. malabaricus*, *R. quelen* e *C. parallelus*), pode ser um risco para infecção humana.

Os copepodes representaram 19,70% da abundância total neste estudo, sendo *G. iporanguensis* infestado com a maior diversidade ($S = 5$) e *H. malabaricus* com a maior abundância ($n = 216$). Apenas duas espécies deste grupo foram encontradas em mais de uma espécie hospedeira: *E. jaraquensis* e *E. pitalicus*. O copepode *E. jaraquensis* foi encontrado nas duas espécies do gênero *Genidens* do estudo, o que é esperado, já que são próximos filogeneticamente e espécies filogeneticamente próximas tendem a possuir características fisiológicas e imunológicas semelhantes, favorecendo o compartilhamento de espécies parasitas (Poulin, 1997; Morand, 2000). Entretanto, *E. pitalicus* foi encontrado em cinco hospedeiros de famílias diferentes, demonstrando sua natureza generalista, já que infesta muitas espécies de peixes (Lima et al., 2015 apud. Oliveira et al., 2017).

O grupo *Acanthocephala* teve baixa representatividade na comunidade de parasitos analisada neste estudo, com apenas 73 indivíduos, compondo 4 espécies. Foi encontrado um gênero do grupo *Acanthocephala* infectando mais de uma espécie hospedeira: *Polyacanthorhynchus* sp., infectando *G. iporanguensis* e *H. malabaricus*. Informações sobre o ciclo de vida dos *Acanthocephala* ocorrentes no Brasil são escassas (Gouveia et al., 2020), entretanto, sabe-se que os organismos deste grupo são obrigatoriamente parasitos e precisam de hospedeiros intermediários, que são usualmente insetos ou crustáceos, para chegar aos seus hospedeiros definitivos, que podem ser vários vertebrados, como aves, mamíferos, répteis, anfíbios e peixes (Crompton e Nickol, 1985; Kennedy, 2006). Este parasito foi encontrado em quatro indivíduos de espécies diferentes, localizados nos setores 3 e 4, sendo sua maior abundância localizada no setor 4. Além disso, o único indivíduo localizado no setor 3 foi *H. malabaricus* um hospedeiro capaz de se deslocar entre os setores, o que pode indicar que o hospedeiro intermediário é um crustáceo marinho. O peixe *H. malabaricus* é um predador de topo de cadeia, mas sua alimentação varia ao longo do desenvolvimento, de forma que é um animal oportunista, que se alimenta de artrópodes enquanto juvenil (Caramaschi, 1979), mas é piscívoro na fase adulta (Novaes e Carvalho, 2011; Petry, 2005), o que aumenta a chance de aquisição de parasitos que são transmitidos através da cadeia trófica, uma vez que a dieta do hospedeiro definitivo é fundamental para a aquisição de endoparasitos (Poulin, 1995).

Com exceção da espécie *Centropomus parallelus*, talvez em consequência do baixo número amostral deste hospedeiro, as espécies que obtiveram maior

prevalência de infecção foram as mais abundantes do estudo. As espécies que mais se aproximaram dos estimadores de diversidade foram também as mais abundantes. A espécie hospedeira *H. malabaricus* foi a única que conseguiu atingir o platô dos estimadores de diversidade, totalizando cerca de 12 espécies parasitas (Figura 1), com abundância de 48 indivíduos, sendo o hospedeiro mais abundantes deste estudo.

O índice de Berger-Parker (Tabela 4), demonstrou que os dois hospedeiros que albergaram maior riqueza de espécies parasitas não apresentaram alto índice de dominância em função de uma única espécie, de forma que a abundância dos parasitos em cada indivíduo hospedeiro destas duas espécies está relativamente bem distribuída, se comparado com composição da comunidade de parasitos dos outros hospedeiros. Este padrão na estrutura da comunidade destas duas espécies, *G. iporanguensis* e *H. malabaricus*, talvez seja reflexo da presença dos dois hospedeiros ao longo de todo o rio, em sinergia com sua dieta muito diversificada, a qual foi discutida anteriormente. O hospedeiro *R. quelen* apresentou dominância de 80% do parasito *A. mastigatus*, mas não é nítida a razão pela qual isso aconteceu, uma vez que existem poucos estudos em relação a biologia deste parasito, mas já foi encontrado para este hospedeiro em outros estudos (Azevedo et al., 2010), de forma agregada (Negrelli et al., 2021). O índice de discrepância (Tabela 3) demonstrou baixa agregação nos hospedeiros mais numerosos, sendo estes *G. iporanguensis* e *H. malabaricus*, provavelmente, também, como reflexo da alta diversidade e da baixa dominância indicada pelo índice de Berger-Parker. O hospedeiro *R. quelen*, o terceiro mais abundante, demonstrou maior agregação de acordo com o índice de discrepância, possivelmente como reflexo de ter sido o hospedeiro que apresentou a maior dominância em relação a uma espécie parasita, chegando a 80% de dominância de acordo com o índice de Berger-Parker.

O baixo número amostral em relação aos hospedeiros, sobretudo àqueles que não atingiram o platô na curva de acumulação de espécies dos estimadores, pode comprometer a inferência da verdadeira diversidade de parasitos presentes na ictiofauna deste ecossistema, já que os índices de Shannon e Simpson são baseados em probabilidade (Gotelli & Colwell, 2011). Sendo assim, mais estudos são necessários, em ordem de aumentar o número amostral e, consequentemente, a precisão destes índices.

6 CONCLUSÃO

Foi possível obter diversas informações sobre o ecossistema estudado, através da comunidade de parasitos presentes no Guaraguaçu. Informações importantes sobre possíveis novas espécies; 16 novos registros de ocorrência de parasitos; descobertas de espécies que compõem a comunidade local, incluindo de grupos que não foram observados ou coletados, por meio do conhecimento do ciclo de vida dos parasitos. Assim, foi ressaltada a importância do constante monitoramento das espécies presentes no rio, principalmente as ameaçada de extinção, com o fim de acompanhar suas dinâmicas populacionais. É importante que haja continuidade no monitoramento da comunidade do rio Guaraguaçu, para maior compreensão sobre a estrutura das comunidades, relações tróficas existentes e possíveis consequências para a biodiversidade local e funcionamento ecossistêmico do rio à longo prazo, em face as perturbações antrópicas nele presentes.

REFERÊNCIAS

- Abelha, M. C. F. & Goulart, E. **Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estrado o Paraná, Brasil.** Acta Sci. Biol. Sci. v. 26, n. 1, p. 37-45. 2004.
- Acosta, A. A.; Smit, N. J.; Silva, R. J. **Diversity of helminth parasites of eight siluriform fishes from the Aguapeí River, upper Paraná basin, São Paulo state, Brazil.** IJP: Parasites and Wildlife, v. 11, p. 120-128. 2020.
- Anderson, R. C. **Nemotode Parasites of Vertebrates, their Development and Transmission.** 2 ed. CAB International, Wallingford, p. 650, 2000.
- Anon. **Evaluation of the state of knowledge on biological diversity on Brazil.** Executive summary. Ministry of the Environment of Brazil. 2003.
- AZEVEDO R. K.; ABDALLAH V. D.; LUQUE J. L. **Acanthocephala, Annelida, Arthropoda, Myxozoa, Nematoda and Platyminthes parasites of fishes from the Guandu river, Rio de Janeiro, Brazil.** Check List 6: p. 659-667. 2010.
- Berger, W. H. & Parker, F. L. **Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments.** Science, v. 168, p. 1345-1347. 1970.
- Boeger, W. A. **Vernon Everett Thatcher (1929–2011).** Zoologia 28, 690–691. 2011.
- Boeger, W. A.; Vianna, R. T.; Thatcher, V. E. **Monogenoidea.** pp. 42–116 in Adis, J.; Arias, J. R.; Rueda-Delgado, G.; Wantzen, K. M. **Amazon fish parasites.** Vol. 1. 2ed. Sofia, Pensoft Publishers. 2006.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M.; Shostak, A. W. **Parasitology Meets Ecology on its own Terms: Margolis et al. Revisited.** J. Parasitol. v. 83, n. 4, p. 575-583. 1997.
- Caramaschi, E. M. P. **Reprodução e alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974) na represa do Rio Pardo (Botucatu-SP)(Osteichthyes, Cypriniformes, Erythrinidae).** São Carlos, p. 144. Dissertação, Universidade Federal de São Carlos. 1979.
- Cassati, L. **Alimentação dos peixes em um riacho do parque estadual Morro do Diabo, bacia do alto do rio Paraná, sudeste do Brasil.** Biota. Neotropica., v. 2, n. 2. 2002.
- Castañeda, L.; Carvaja, H.; Vélez, I. **Alguns trematodos digenéticos de peces marinhos de Charambirá (Chocó, Colombia).** Actual. Biol., v. 25, n. 75, p. 147-155. 2003.
- Chao, A. **Non-parametric estimation of the number of classes in a population.** Scand. J. Stat., v. 11, p. 265-270. 1984.
- Chaves, P. T. C. & Vendel, A. L. **Aspectos da alimentação de *Genidens genidens* (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) na Baía de Guaratuba, Paraná.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 13, n. 3, p. 669-675. 1996.
- Conroy, G. ***Crocodilicola pseudostoma* (Willemoes-Suhm, 1870) Poche, 1925 (Trematoda: Proterodiplostomatidae), endoparasito del bagre pimelodido *Rhamdia hilarii* Val., 1840 del Estado de São Paulo, Brasil.** Rev. Iber. Parasitol. 46: 35-38. 1986.
- Crompton, D. W. T.; Nickol, B. B. **Biology of *Acanthocephala*.** New York Cambridge University Press. 1985.

- Dias, A. A. R. S.; Castro, C. M. A.; Pedroso, L. R.; Calaza, N. M. **Lauro Travassos (1890–1990): Bibliografia**. 142 pp. Rio de Janeiro, FIOCRUZ, Biblioteca de Manguinhos. 1990.
- Dias, A. C. M. I.; Branco, C. W. C.; Lopes, V. G. **Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil**. Acta Sci. Biol. Sci. v. 27, n. 4, p. 335-364. 2005.
- Diesing, K. M. **Systema Helminthum**. Vol. I. 679 pp., Vindobonae, Wilhelmum Braumüller. 1850.
- Diesing, K. M. **Systema Helminthum**. Vol. II. 588 pp. Vindobonae, Wilhelmum Braumüller. 1851.
- Diesing, K. M. **Zwanzig Arten von Cephalocotyleen**. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch Naturwissenschaftliche, Classe 12, p. 23–38. 1856.
- Dobson, A.; Lafferty, K. D.; Kuris, A. M.; Hechinger, R. F.; Jetz, W. **Homage to Linnaeus: how many parasites? How many hosts?** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105 (Suppl. 1), p. 11482–11489. 2008.
- Domingues, M. V.; Soares, G. B.; Watanabe, A. **Monogenoidea (Polyonchoinea: Dactylogyridae) parasitizing the gills of marine catfish (Siluriformes: Ariidae) inhabiting the Atlantic Amazon Coast of Brazil**. Zootaxa, v. 2, p. 301-326. 2016.
- Eiras, J. C.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá: EDUEM, 171 p. 2006.
- Fernandes, B. M. M. & Goulart, M. B. ***Dinosoma clupeola* sp. n. (Hemiuridae) and *Pseudoacanthostomum floridensis* Nahhas & Short, 1965 (Acanthostomidae), Digenetic Trematodes in Brazilian Marine Fishes**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 84, n. 1, p. 103-106. 1989.
- Fischthal, J. H. & Nasir, P. **Some digenetic trematodes from freshwater and marine fishes of Venezuela**. Norwegian Journal of Zoology. v. 22, p. 71–80. 1974.
- Gomiero, L. M.; Souza, U. P.; Braga, F. M. S. **Reprodução e alimentação de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP**. Biot. Neotropica., v. 7, n. 3. 2007.
- González-García, M. T.; Andrade-Gómez, L.; Pinacho-Pinacho, C. D.; Sereno-Urbe, A. L.; García-Varela, M. **Host-induced phenotypic plasticity in *Saccocoelioides lamothei* Aguirre-Macedo and Violante-González, 2008 (Digenea: Haploporidae) a parasite of freshwater, brackish and marine fishes from Middle America**. Parasitology, v. 148, n. 5, 37 p. 2020.
- Gotelli, N. J. & Colwell, R. K. Estimating species richness. In: **Biological Diversity: frontiers in measurement and assessment**. Marrugan, A. E. & McGill, B. J. (eds). Oxford University Press. 2011.
- Gouveia, E. J.; Cavalcanti, L. D.; Leal, F. C.; Mendes, S. G. F.; Russo, M. R. **Trophic relationship between the Patinga hybrid (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) and *Echinorhynchus gomsei* Machado Filho, 1948 in fish farms**. Journal of Fish Biology, v. 98, n. 3, p. 874-877. 2020.
- Guedes, D. S. **Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae)**. Santa Maria – RS. 99p. Dissertação, Universidade Federal de Santa Maria, 1980.
- Guidelli G. M.; Isaac A.; Takemoto R. M.; Pavanelli G. C. **Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces:**

- Pimelodidae) of the Baia River, upper Parana River floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects.** Braz. J. Biol. v. 63, p. 261-268. 2003.
- Hostim-Silva, M.; Verani, J. R.; Branco, J. O.; Leite, J. R. **Reprodução do bagre *Genidens genidens* (Siluriformes, Ariidae) na Foz do Rio Itajaí-Açú, SC.** P. 227-248. In: Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J.; Belloto, V. R. **Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas.** Editora Univali, Itajaí, SC, 312p. 2009.
- Kennedy, C. R. **Ecology of the Acanthocephala.** 260 pp. New York, Cambridge University Press. 2006.
- Lazzaro, X. **Feeding convergence in south american and african zooplanktivorous cichlids *Geophagus brasiliensis* and *Tilapia rendalii*.** Environ. Biol. Fishes, v. 31, p. 283-293. 1991.
- Lefebvre, F. & Poulin, R. **Life history constraints on the evolution of abbreviated life cycles in parasitic trematodes.** J. Helminthol., v. 79, p. 47-53. 2005a.
- Lefebvre, F. & Poulin, R. **Progenesis in digenean trematodes: a taxonomic and synthetic overview of species reproducing in their second intermediate hosts.** Parasitology, v. 130, p. 587-605. 2005b.
- Lim, L. H. S. **Diversity of monogeneans in Southeast Asia.** Int. J. Parasitol., v. 28, p. 1495-1515. 1998.
- Lima, L. B.; Bellay, S.; Giacomini, H. C.; Isaac, A.; Lima-Junior, D. P. **Influence of host diet and phylogeny on parasite sharing by fish in a diverse tropical floodplain.** Parasitology, v. 143, p. 343-349. 2016.
- Luque, J. L. & Poulin, R. **Metazoan parasite species richness in neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity.** Parasitology, v. 134, p. 865-878. 2007.
- Luque, J. L. & Poulin, R. **Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and geography of biodiversity.**
- Luque, J. L.; Pereira, F. B.; Alves, P. V.; Oliva, M. E.; Timi, J. T. **Helminth parasites of South American fishes: current status and characterization as a model for studies of biodiversity.** Journal of Helminthology, p. 1-15, 2016.
- Mason, P. **Die Erkundung Brasiliens: Friedrich Sellows unvollendete Reise.** Journal of the History Collections v. 28, p. 152-154. 2015.
- Mello, F. T.; Iglesias, C.; Borthagaray, A. I.; Mazzeo, N.; Vilches, J.; Larrea, D.; Ballabio, R. **Ontogenetic Allometric Coefficient Changes: implications of diet shift and morphometric traits in *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Characiforme, Erythrinidae).** Journal of Fish Biology, v. 69, p. 1770-1778. 2006.
- Meurer, S. & Zaniboni, F. E. **Hábito alimentar do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai.** In: XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo, SP. Anais, São Paulo: SBI. 420 p., p. 29. 1997.
- Miller T. L. & Cribb T. H. **Family Cryptogonimidae Ward, 1917.** In: Bray, Gibson & Jones. **Keys to the Trematoda.** Volume 3. CAB International and Natural History Museum, Wallingford, U. K. 2008.
- Minchella, D. & Scott, M. E. **Parasitism: a cryptic determinant of animal Community structure.** Trends in Ecology and Evolution, v. 6, p. 250-254. 1991.
- 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.** UWPG Ci. Biol. Saúde, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 37-40. 2004.

- Morand, S. Wormy world: comparative tests of theoretical hypotheses on parasite species richness. In: **Evolutionary Biology of Host-Parasite Relationships: Theory Meets Reality** (ed. Poulin, R.; Morand, S.; Skorping, A.), pp. 63–79. Elsevier Science, Amsterdam. 2000.
- Moravec, F. **Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region**. Academia: Praha, p. 464. 1998.
- Nadler, S. A.; Pérez-Ponce, L. G. **Integrating molecular and morphological approaches for characterizing parasite cryptic species: implications for parasitology**. *Parasitology*, v. 138, p. 1688–1709. 2011.
- Negrelli, D. C.; Iannaccone, J.; Abdallah, V. D.; Azevedo, R. K. **Qualitative and quantitative study of parasites of *Pimelodus maculatus* and *Rhamdia quelen* from the Jacaré-Pepira River, state of São Paulo, Brazil**. *Na. Acad. Bras. Cienc.*, v. 93, n. 2. 2021.
- Novaes, J. L. C. & Carvalho, E. D. **Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river reservoir transition area in Brazil**. *Revista de biologia Tropical*, v. 59, n. 1, p. 71-83. 2011.
- Núñez, M. O. & Pertierra, A. A. G. **The life history of *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954 (Trematoda: Acanthostomatidae), from the catfish *Rhamdia sapo* in Argentina**. *Zool. Anz.*, v. 227, p. 58-71. 1991.
- Occhi, T. V. T. **Biological Invasions and its Effect on Biodiversity**. Tese (Ecologia e Conservação), Universidade Federal do Paraná – Curitiba. 2020.
- Oliveira, M. S. B., Gonçalves, R. A.; Ferreira, D. O.; Pinheiro, D. A.; Neves, L. R.; Dias, M. K. R.; Tavares-Dias, M. **Metazoan parasite communities of wild *Leporinus friderici* (Characiformes: Anostomidae) from Amazon River system in Brazil**. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 2017. DOI: 10.1080/01650521.2017.1312776.
- Perez-Ponce, L. G.; Osorio-Sarabia, D.; Garcia-Prieto, L. **Helmintofauna del juile *Rhamdia guatemalensis* (Pisces: Pimelodidae), del lago de Catemaco, Veracruz**. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* v. 43, p. 25-31. 1992.
- Petry, A. C. **A traíra *Hoplias* aff. *Malabaricus* (Bloch, 1974) na planície de inundação do alto do rio Paraná: influência sobre as assembleias de peixes e aspectos da auto-ecologia**. Tese, Universidade Estadual de Maringá. 2005.
- Plano de Manejo da Estação Ecológica do Guaraguaçu, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Plano-de-Manejo-Estacao-Ecologica-do-Guaraguacu> Acessado em: 29 de agosto de 2021.
- Poulin, R. & Morand, S. **Parasite Biodiversity**. Smithsonian Books, Washington, DC. 2004.
- Poulin, R. **Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes**. *International Journal for Parasitology*, v. 22, p. 753–758. 1992.
- Poulin, R. **Parasite biodiversity revisited: frontiers and constraints**. *International Journal for Parasitology*, v. 44, p. 581-589. 2014.
- Poulin, R. **Parasite biodiversity revisited: frontiers and constraints**. *Int. J. Parasitol.*, v. 44, 581–589. 2014.
- Poulin, R. **Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates**. *Ecological Monographs*, v. 65, p. 283-302. 1995.
- Poulin, R. **Species richness of parasite assemblages: evolution and patterns**. *Annual Review of Ecology and Sistematics*, v. 28, p. 341-358. 1997.
- Poulin, R. **The disparity between observed and uniform distributions – a new look at parasite aggregation**. *Int. J. Parasitol.*, v. 23, n. 7, p. 937-944. 1993.

- Poulin, R. **Uneven distribution of cryptic diversity among higher taxa of parasitic worms.** Biol. Lett, v. 7, p. 241–244. 2011.
- Price, P. W. **Evolutionary biology of parasites.** Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 237 p. 1980.
- Quenouille, M. H. **Approximate tests of correlation in time-series.** J.R. Statist. Soc. B. 11, 68-84. 1949.
- Rassier, G. L.; Pesenti, T. C.; Júnior, J. P.; Silva, D. S.; Wndt, E. W.; Monteiro, C. M.; Berne, M. E. A. **Metazoan parasites of *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) in Patos lagoon extreme South Brazil.** Braz. J. Vet. Parasitol., Jaboticabal, v. 24, n. 4, p. 447-453. 2015.
- Reis, R. E. **Conserving the freshwater fishes of South America.** International Zoo Yearbook, v. 47, p. 65–70. 2013.
- Roderjan, C. V.; Galvão, F.; Kunyoshi, Y. S. Hatschbach, G. G. **As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná.** Ciência & Ambiente. Santa Maria, v. 24, n. 1. 2002.
- Rodrigues, V. M. S.; Souza, J. L. G.; Barbosa, R. T.; Campos, S. S.; Teixeira, S. F. **Alimentação da tilápia *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) no reservatório de Boa Esperança/PI, Brasil.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007.
- Rohde, K. **Marine Parasitology.** CSIRO Publishing. 2005.
- S. S. Curran; E. E. Pulis; M. J. Andres; R. M. Overstreet. **Two new species of *Saccocoelioides* (Digenea: Haploporidae) with phylogenetic analysis of the family, including species of *Saccocoelioides* from North, Middle and South America.** J. Parasitol., v. 104, p. 221–239. 2018.
- Saad, A. I.; Younis, A. E.; Rabei, J. M. **Experimental Life Cycle of *Contracaecum quadripapillatum* n. sp. in White Pelican (*Pelecanus erythrorhynchus*) at Lake Nasser, Egypt: Morphological and Genetic Evidences.** Journal of the Egyptian Society of Parasitology, v. 48, n. 3, 2018.
- Sabino, J. & Zuanon, J. **A stream fish assemblage in central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior.** Ichthyol. Explor. Freshwaters, v. 8, p. 201-210. 1998.
- Santos, C. P.; Gibson, D. I.; Tavares, L. E. R.; Luque, J. L. **Checklist of *Acanthocephala* associated with the fishes of Brazil.** Zootaxa 1938, p. 1–22. 2008.
- Sazima, I. **Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities.** J. Fish. Biol., v. 29, p. 53-65. 1986.
- Shamsi, S. **Parasite loss or parasite gain? Story of *Contracaecum* nematodes in antipodean waters.** Parasite Epidemiology Control, v. 3. 2019.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. **The mathematical theory of communication.** [SI]: University of Illinois Press, 1949.
- Simões, S. B. E.; Neves, R. F. C.; Santos, C. P. **Life history of *Acanthocollaritrema umbilicatum* Travassos, Freitas and Bührnheim, 1965 (Digenea: Cryptogonimidae).** Parasitol. Res., v. 103, p. 523-528. 2008.
- Simpson, E. H. **Measurement to diversity.** Nature, 1949.
- Studer A.; Thieltges D.; Poulin R. **Parasites and global warming: net effects of temperature on an intertidal host-parasite system.** Marine Ecology Progress Series, v. 415, p. 11–22. 2010.
- Sures, B.; Nachev, M.; Selbach, C.; Marcogliese, D. J. **Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology'.** Parasites Vectors, v. 10, p. 65. 2017.

- Tavares, L. E. & Luque, J. L. **Community Ecology of the Metazoan Parasites of White sea Catfish, *Netuma borba* (Osteichthyes: Ariidae), from the Coastal Zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil.** Braz. J. Biol., v. 64, n. 1, p. 169-176. 2004.
- Torres, R.; Valdiverso, J.; Schaltter, R.; Montefusco, A.; Revenga, J.; Marin, F.; Lamilla, J.; Ramalto, G. **Infection by *Contracaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in the Neotropical Cormorant *Phalacrocorax brasilianus*, and fishes from the estuary of the Valdivia river, Chile.** Stud. Neotrop. Fauna & Environm. v. 35, p. 101-108. 2000.
- Travassos, L.; Freitas, J. F.; Kohn, A. **Trematódeos do Brasil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 67 (fasc. Único), p. 1-886. 1969.
- Vicente, A. N. **Composição da assembleia de Monogenoidea (Platyhelminthes) das brânquias de *Genidens barbatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Ariidae) do estuário da Lagoa dos Patos – RS, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Biológicas. 2016.
- Vicente, J. J.; Pinto, R. M.; Noronha, D.; Gonçalves, L. **Nematode Parasites of Brazilian Ciconiiformes birds: a General Survey with new Records for the Species.** Mem. Inst. Oswaldo Cruz, v. 90, n. 3, p. 389-393. 1995.
- Vicentin, W. **Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) e *Serrasalmus marginatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes – Serrasalminae), espécies simpátricas no rio Negro, Pantanal, Brasil.** Campo Grande, 89 p. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 2009.
- Winemiller, K. O. **Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos.** Environ. Biol. Fish., v. 26, p. 177-199. 1989.
- Yamaguti, S. **Systema Helminthum. Vol II. Cestodes of Vertebrates. Part II.** New York: Interscience Publishers, p. 860, 1959.
- ZEE. Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Paraná. **Decreto Estadual nº 4.996 de 05 de setembro de 2016.** Curitiba. 2016.