

NATHÁLIA CORREIA MARTINS

**ECOLOGIA PARASITÁRIA DE *Psalidodon fasciatus* (CHARACIDAE) NO RIO
JAGUARIBE NO CENÁRIO ANTERIOR À TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO
FRANCISCO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

João Pessoa

2021

NATHÁLIA CORREIA MARTINS

**ECOLOGIA PARASITÁRIA DE *Psalidodon fasciatus* (CHARACIDAE) NO RIO
JAGUARIBE NO CENÁRIO ANTERIOR À TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO
FRANCISCO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas (Trabalho Acadêmico de conclusão
de Curso), como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas da
Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Figueiredo Lacerda

João Pessoa

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M386e Martins, Nathalia Correia.

Ecologia parasitária de *Psalidodon fasciatus* (Characidae) na bacia do rio Jaguaribe no cenário anterior à transposição do rio São Francisco / Nathalia Correia Martins. - João Pessoa, 2021.
36 p. : il.

Orientação: Ana Carolina Figueiredo Lacerda.
Monografia (Graduação/Bacharelado em Ciências Biológicas) - UFPB/CCEN.

1. Ictioparasitologia. 2. Fator de condição relativa (Kn) dos peixes. 3. Endoparasitos. 4. Ecologia animal.
I. Lacerda, Ana Carolina. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 591.5(043.2)

NATHÁLIA CORREIA MARTINS

ECOLOGIA PARASITÁRIA DE *Psalidodon fasciatus* (CHARACIDAE) NO RIO JAGUARIBE NO CENÁRIO ANTERIOR À TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas (Trabalho Acadêmico de conclusão de Curso), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

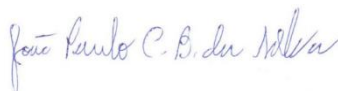
Data: 07 de dezembro de 2021

Resultado: 10,0

BANCA EXAMINADORA:



Ana Carolina Figueiredo Lacerda, doutora, UFPB



João Paulo Capretz Batista da Silva, doutor, UFPB



João Antônio de Araújo Filho, doutor, UFC

*Ao meu avô, Manuel Viana, e minha avó, Laís
Vieira, meus maiores incentivadores.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças durante toda a minha trajetória na graduação.

À minha família por me apoiar em todos os momentos, sempre me incentivando a concluir o curso e a superar todas as dificuldades.

À Prof. Dra. Ana Carolina Figueiredo Lacerda que foi a melhor orientadora possível. Sempre gentil e muito paciente ao longo da minha trajetória no LAHMP. Sua participação foi indispensável na minha formação.

Aos meus colegas de laboratório que sempre tornaram as horas de trabalho mais leves, à base de muito café e boa convivência. Em especial à Júlia Martini Falkenberg que me auxiliou desde o começo, compartilhando ensinamentos e boas risadas.

A toda a turma dos Lofoforados 2016.1 que tornou a experiência da graduação mais descontraída, sempre compartilhando as aflições e os bons momentos.

Aos grandes amigos que fiz ao longo do curso, Brenda, Beatriz, Catarina e Filipe, que sempre estiveram e estarão ao meu lado.

A todos os professores do Curso de Ciências Biológicas pelos ensinamentos.

À UFPB, à PROPESQ e ao CNPQ pelo financiamento da presente pesquisa.

A todos que me ajudaram e possibilitaram a realização dessa monografia.

RESUMO

Os parasitos são capazes de fornecer diversas informações sobre seus hospedeiros e o ambiente onde vivem. Os ictioparasitos são bastante estudados ao redor do mundo, todavia, há uma carência de dados na região Nordeste do Brasil, como é o caso da bacia do rio Jaguaribe, no Ceará. Essa região está passando por um enorme impacto antrópico resultante da transposição do rio São Francisco. O peixe *Psalidodon fasciatus*, presente no Jaguaribe, serve como importante fonte de alimento para os peixes carnívoros, sendo fundamental para o equilíbrio trófico do ecossistema. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a parasitofauna desse hospedeiro na bacia do rio Jaguaribe no cenário anterior à transposição, identificando novos registros geográficos de parasitos e novos registros de associações parasito-hospedeiro, além de verificar como os índices parasitários estão correlacionados com características dos hospedeiros. Foram coletados 124 peixes em nove pontos de coleta ao longo do curso principal da bacia em outubro/2019 e março/2020, período anterior à chegada das águas da transposição do rio São Francisco na bacia. Foi realizada a necropsia em busca de parasitos, resultando em 131 espécimes dos grupos: Copepoda (*Acusicola* sp.), Cestoda, Digenea (*Magnivitellinum simplex*), Monogenea (não identificados) e Nematoda (*Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) sp. e *Spiroxys* sp.). Todos os parasitos encontrados representam novos registros geográficos e a presença de *Acusicola* sp. é o primeiro registro para o hospedeiro. Não foi observada influência do sexo dos hospedeiros na abundância dos parasitos. Houve correlação positiva entre a riqueza e abundância total de parasitos com o comprimento total dos hospedeiros. Quanto ao fator de condição relativa (Kn) dos peixes houve correlação positiva com a riqueza de parasitos, com a abundância total de parasitos e com a abundância do nematóide *Spiroxys* sp. Foram produzidas curvas do coletor para os parasitos e os hospedeiros, havendo saturação de ambas nos pontos de coleta do Médio Jaguaribe. Assim, o presente estudo constitui uma contribuição importante para o conhecimento acerca da diversidade de parasitos de peixes na bacia do rio Jaguaribe no cenário pré-transposição.

Palavras-chave: Ictioparasitologia. Fator de condição. Endoparasitos.

ABSTRACT

Parasites are capable of providing diverse information about their hosts and the environment in which they live. Ichthyoparasites are widely studied around the world, however, there is a lack of data in the Northeast region of Brazil, as is the case of the Jaguaribe river basin, in Ceará. This region is undergoing an enormous anthropic impact resulting from the transposition of the São Francisco River. The fish *Psalidodon fasciatus*, present in Jaguaribe, serves as an important food source for carnivorous fish, being essential for the trophic balance of the ecosystem. The aim of this study was to characterize the parasite fauna of this host in the Jaguaribe river basin in the scenario prior to the transposition, identifying new geographic records of parasites and new records of host-parasite associations, in addition to verifying how the parasite indices are correlated with host characteristics. 124 fishes were collected at nine collection points along the main course of the basin in October/2019 and March/2020, the period prior to the arrival of the São Francisco River transposition waters in the basin. Necropsy was performed in search of parasites, resulting in 131 specimens from the groups: Copepoda (*Acusicola* sp.), Cestoda, Digenea (*Magnivitellinum simplex*), Monogenea (unidentified) and Nematoda (*Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) sp. and *Spiroxys* sp.). All parasites found represent new geographic records and the presence of *Acusicola* sp. is the first record for this host. There was no influence of host sex on parasite abundance. There was a positive correlation between richness and total abundance of parasites with the total length of hosts. As for the relative condition factor (Kn) of fish, there was a positive correlation with the total abundance of parasites, the richness of parasites and the abundance of the nematode *Spiroxys* sp. Collector curves were produced for the parasites and hosts, with saturation of both at the sampling points of the Middle Jaguaribe. Thus, the present study constitutes an important contribution to the knowledge about the diversity of fish parasites in the Jaguaribe river basin in the pre-transposition scenario.

Keywords: Ichthyoparasitology. Condition factor. Endoparasites.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Psalidodon fasciatus</i> . Foto: Castro, R.M.C. Retirada de FROESE & PAULY, 2021.....	12
Figura 2 – Pontos de amostragem no curso principal da bacia do rio Jaguaribe, Ceará, Nordeste do Brasil. Autor: Júlia Martini Falkenberg.	16
Figura 3 – Gráfico com a abundância de cada grupo de parasito coletado no hospedeiro <i>P. fasciatus</i> , em que cistos de Cestoda estão representados por “C. Cestoda” e cistos de Digenea por “C. Digenea”.	18
Figura 4 – Gráfico de dispersão das variáveis comprimento em cm (eixo x) e abundância total (eixo y).	21
Figura 5 – Gráfico de dispersão das variáveis comprimento em cm (eixo x) e riqueza (eixo y).	21
Figura 6 – Gráfico de dispersão das variáveis Kn (eixo x) e riqueza (eixo y).	22
Figura 7 – Gráfico de dispersão das variáveis Kn (eixo x) e abundância total (eixo y).	23
Figura 8 – Gráfico de dispersão das variáveis Kn (eixo x) e abundância de <i>Spiroxys</i> sp. (eixo y).	23
Figura 9 – Curvas do coletor ao longo do curso do rio Jaguaribe, dividido em Alto (vermelho), Médio (azul) e Baixo (verde). (A) Curva de acumulação de hospedeiros; (B) Curva de acumulação de espécies de parasitos. No eixo x está representado o número de indivíduos e no eixo y a cobertura da amostra.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela I. Espécies de parasitos coletados na bacia do rio Jaguaribe com valores de abundância média (A.M), prevalência (P), intensidade média (I.M.), intervalo de confiança (IC) e índice de discrepância de Poulin (D). Traços indicam a ausência de identificação da espécie. Siglas: LI (locais de infecção/infestação), BQ (brânquias), IN (intestino) e MN (mesentério).19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.2 COLETA, TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO.....	15
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Parasitos são importantes componentes das comunidades e constituem grande parte da biomassa encontrada em diversos ecossistemas (KURIS *et al.*, 2008). São capazes de fornecer valiosas informações acerca da biologia dos seus hospedeiros como dieta, ambiente onde vivem e relações filogenéticas (WILLIAMS *et al.*, 1992). Segundo Lafferty (1997) alterações nas estruturas das comunidades de parasitos podem indicar impactos antropogênicos. A presença de certos grupos de parasitos ou variações nas suas abundâncias são capazes de apontar estresses fisiológicos sofridos pelos hospedeiros. Como por exemplo, em ambientes aquáticos poluídos com dejetos industriais há alterações na riqueza de parasitos associados à ictiofauna. Além disso, o parasitismo é capaz de levar a alterações nas redes tróficas aumentando o fluxo de energia, alterando a produtividade e causando cascatas tróficas (LAFFERTY *et al.*, 2008).

A falta de especialistas, somada à alta biodiversidade parasitária dos ecossistemas brasileiros (LUQUE & POULIN, 2007) faz com que os estudos em parasitologia de peixes sejam de extrema importância, principalmente em regiões sob crescente impacto antrópico, como é o caso da bacia do rio Jaguaribe que vem sendo afetada pela transposição do rio São Francisco.

Os peixes actinoptérígios são um dos grupos mais diversos entre os animais, correspondendo a aproximadamente metade do número total de espécies de vertebrados (MALABARBA & MALABARBA, 2020). A região neotropical, que abrange a porção sul da América do Norte e as Américas Central e Sul completas, é reconhecida como uma das mais diversas quanto à ictiofauna. Os peixes de água doce dessa região correspondem a mais de 20% de toda a diversidade de peixes no mundo (MALABARBA & MALABARBA, 2020), havendo uma estimativa de mais de 8.000 espécies válidas (REIS *et al.*, 2016).

Dentre os peixes, a família Characidae é uma das com maior número de representantes (DAGOSTA, 2011), compreendendo 1226 espécies válidas e 141 gêneros (FRICKLE *et al.*, 2021). Suas espécies são exclusivamente dulcícolas (BUCKUP *et al.*, 2007) e estão localizadas desde o Texas, na América do Norte, até a América do Sul (FROESE & PAULY, 2021).

O gênero *Psalidodon* pertencente à família Characidae foi recentemente ressuscitado por Téran e colaboradores (2020) através de estudos morfológicos e moleculares. A monofilia do gênero foi suportada por quatro sinapomorfias moleculares e duas morfológicas: a presença

de cinco ou mais cúspides nos dentes da linha pré- maxilar externa e na maxila (TÉRAN *et al.*, 2020).

A espécie *Psalidodon fasciatus* (figura 1), anteriormente classificada como *Astyanax fasciatus*, é popularmente conhecida como lambari do rabo vermelho, apresenta corpo alongado, nadadeiras avermelhadas, 25 ou mais raios na nadadeira anal, faixa lateral prateada tornando-se preta no pedúnculo caudal e se estendendo sobre os raios caudais medianos (EIGENMANN, 1921). Apresenta uma ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em bacias hidrográficas do México até a Argentina (GRAÇA & PAVANELLI, 2007). Os peixes dessa espécie vivem em rios e lagoas alimentando-se de vegetais e larvas de insetos (HAHN *et al.*, 2004). Essa espécie está presente no rio Jaguaribe e, apesar de não apresentar interesse comercial devido ao seu tamanho reduzido, serve como importante fonte de alimento para os peixes carnívoros, sendo parte essencial das redes tróficas (BARBIEIRI *et al.*, 1982).

No Brasil muitos estudos foram realizados quanto à parasitofauna desse hospedeiro nas regiões Sul e Sudeste (PINTO & NORONHA, 1976; KOHN *et al.*, 1985; GOIA *et al.*, 1988; KOHN *et al.*, 1988; KOHN *et al.*, 1990; PARAGUASSÚ & LUQUE, 2007; CAETANO *et al.*, 2012; ACOSTA, 2013; ALBUQUERQUE, 2013; VIEIRA-MENEZES, 2013; GALLAS *et al.*, 2014; NARCISO *et al.*, 2014; ACOSTA *et al.*, 2015; CAMARGO, 2015; GALLAS *et al.*, 2015; VIEIRA-MENEZES *et al.*, 2017; DIAS *et al.*, 2017; DIAS *et al.*, 2018; POZZA *et al.*, 2018; ZAGO *et al.*, 2018; GALLAS & UTZ, 2019a; GALLAS & UTZ, 2019b; GALLAS & UTZ, 2019c; GALLAS *et al.*, 2019; NARCISO *et al.*, 2019; NARCISO *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2020), entretanto, há uma carência de dados para a região Nordeste.

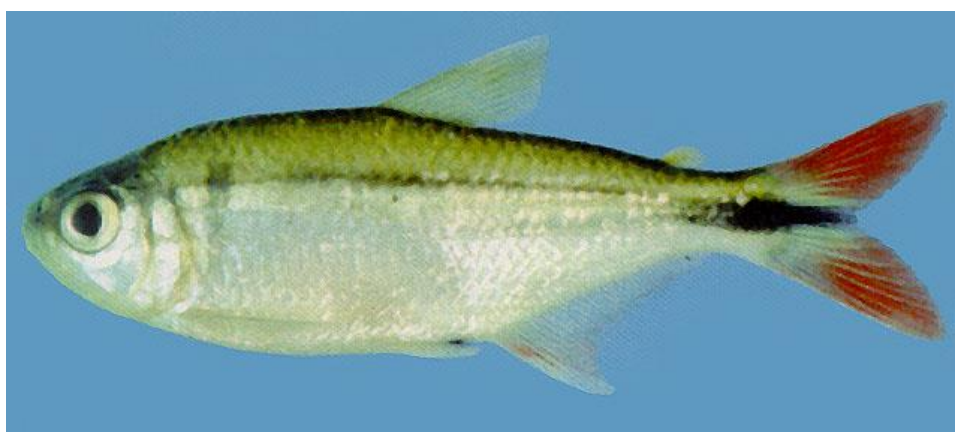


Figura 1. *Psalidodon fasciatus*. Foto: Castro, R.M.C. Retirada de FROESE & PAULY, 2021.

O rio Jaguaribe está localizado no estado do Ceará e, graças ao Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), está na rota para receber as águas provenientes da transposição do rio São Francisco. Esse projeto tem como objetivo amenizar o déficit hídrico da região ocasionado pelas secas recorrentes (RAMOS *et al.*, 2018). Apesar dos benefícios para as populações humanas, essa obra tende a causar diversos impactos ambientais tanto para a bacia doadora quanto para a bacia receptora, principalmente devido às diferenças nas composições de espécies entre as mesmas (RAMOS *et al.*, 2018).

Dentre os efeitos mais prováveis está a introdução de espécies exóticas, o que pode levar à extinção de espécies nativas devido à competição por recursos (PYSEK & RICHARDSON, 2006), à predação ou devido à introdução de novos parasitos. Com relação a esse último, as espécies introduzidas podem servir de reservatório para que suas infecções parasitárias transbordem, fenômeno conhecido como “spill over”, para as espécies nativas (KELLY *et al.*, 2009). Além disso, essas espécies exóticas podem servir como novos hospedeiros e reservatórios para os parasitos nativos, a partir dos quais as infecções podem respingar (fenômeno conhecido como “spill back”) na fauna nativa (KELLY *et al.*, 2009).

Dessa forma, é de extrema importância o conhecimento acerca da parasitofauna dos peixes e outros organismos aquáticos nessa região sob crescente impacto antrópico que é a bacia do Rio Jaguaribe. O presente estudo serve de base para estudos comparativos entre os cenários pré e pós transposição, de modo que se possam avaliar os possíveis efeitos negativos dessa obra para a biota aquática. Além disso, o registro de novos hospedeiros e novas localidades é uma importante contribuição para o conhecimento da biodiversidade local.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a parasitofauna de *Psolidodon fasciatus* na bacia do rio Jaguaribe no cenário anterior à transposição do rio São Francisco, identificando novos registros geográficos de parasitos e novos registros de associações parasito- hospedeiro, assim como relacionar o parasitismo às características dos hospedeiros.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar os parasitos coletados ao menor nível taxonômico possível;
- b) Calcular os índices parasitários para cada grupo de parasito identificado;
- c) Analisar a influência do sexo dos hospedeiros nos índices de infecção/infestação;
- d) Analisar a influência do comprimento dos hospedeiros nos índices de infecção/infestação;
- e) Analisar a influência do fator de condição dos hospedeiros nos índices de infecção/infestação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Jaguaribe é o maior curso d'água do estado do Ceará, com 633 km de extensão, e é o principal rio da sua bacia hidrográfica. Tem sua nascente na Serra da Joanhina, no município de Tauá e sua foz no Oceano Atlântico. A bacia do rio Jaguaribe tem 75.669 km² de área de drenagem, correspondendo a cerca de 52% do território do Ceará (COSTA *et al.*, 2016). Está localizada entre as coordenadas 4°30' e 7°45' de latitude sul e 37°30' e 41°00' de longitude oeste (SOUSA & DA SILVA, 2013). Por ser muito grande e heterogênea é dividida em cinco regiões hidrográficas: Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado.

Segundo Costa *et al.* (2016) essa bacia possui baixa perspectiva em reserva de águas subterrâneas, com exceção dos aquíferos da Chapada do Araripe, por estar situada em solos formados por rochas cristalinas de baixo potencial hídrico. A taxa de escoamento da bacia está diretamente relacionada aos eventos de precipitação intensa (GAISER *et al.*, 2003). As pluviosidades máximas e mínimas anuais estão entre 1.270 mm e 470 mm, sendo o período de estiagem entre os meses de julho e novembro.

3.2 COLETA, TRIAGEM E IDENTIFICAÇÃO

As coletas dos peixes foram realizadas em outubro/2019 e março/2020, de forma padronizada por meio de arrastos e tarrafadas. Foram definidos nove pontos de coleta ao longo do curso principal da bacia do rio: três pontos no Alto Jaguaribe, três no Médio e três no Baixo Jaguaribe (Figura 2). Em cada ponto foram realizados dois arrastos com rede de 10 m de comprimento por 2,5m de altura e malha de 5mm entre nós; e 4 lances de tarrafa, com rede de 2m e malha de 15mm entre nós. Os espécimes coletados foram anestesiados com solução de eugenol e fixados em solução de formalina a 10%. A identificação taxonômica foi realizada a partir da literatura disponível.

Os peixes foram necropsiados à procura de parasitos seguindo a metodologia

sumarizada por Eiras *et al.* (2006). Superfície externa do corpo, músculo, olhos, brânquias, narinas, coração, fígado, rim, gônadas, baço, mesentério, intestino e estômago foram dissecados e o conteúdo obtido foi analisado em placa de Petri sob o estereomicroscópio. Os parasitos encontrados foram armazenados em etanol 70% para posterior identificação.

Para a identificação, os espécimes foram clarificados em Ácido Láctico (Nematoda e cistos) ou corados com Carmin Acético (Digenea e Monogenea). Posteriormente, lâminas foram montadas em Bálsamo do Canadá (Nematoda, Monogenea e Digenea) e meio Grey-Wess (Copepoda) para a identificação com o auxílio do microscópio. A identificação foi feita de acordo com Pinto & Noronha (1976), Kohn *et al.* (1985), Goia *et al.* (1988), Kohn *et al.* (1988), Kohn *et al.* (1990), Moravec (1998), Gibson *et al.* (2002), Paraguassú & Luque (2007), Caetano *et al.* (2012), Acosta (2013), Albuquerque (2013), Vieira-Menezes (2013), Gallas *et al.* (2014), Narciso *et al.* (2014).

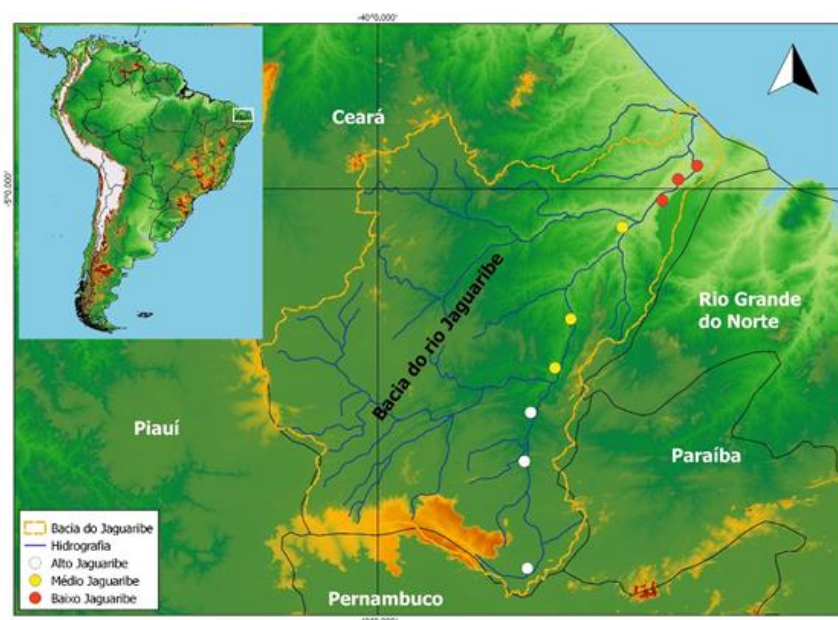


Figura 2. Pontos de amostragem no curso principal da bacia do rio Jaguaribe, Ceará, Nordeste do Brasil. Pontos brancos para o Alto, amarelos para o Médio e vermelhos para o Baixo Jaguaribe. Autor: Júlia Martini Falkenberg.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os índices parasitários utilizados foram prevalência, intensidade média e abundância média. O primeiro se refere à proporção de indivíduos infectados dentro da população

analisada por um ou mais parasitos de um determinado grupo; o segundo à carga parasitária média de um determinado grupo de parasitos dentre os membros infectados da população hospedeira e o terceiro à carga média de parasitos tanto nos hospedeiros infectados quanto não infectados.

Além desses, foi calculado o índice de discrepância de Poulin (D) para verificar o grau de agregação dos parasitos na população analisada. Esse índice varia de 0 a 1, em que zero ($D=0$) representa uma distribuição totalmente uniforme e um ($D=1$) uma distribuição totalmente agregada. Para o cálculo desses índices foi usado o programa Quantitative Parasitology, versão 1.0.15 (REICZIGEL *et al.*, 2020).

A influência do sexo dos hospedeiros na abundância de cada grupo de parasito foi determinada pelo teste U de Mann-Whitney, utilizando o programa Statistica, versão 10.0 (STATSOFT, 2010). Foram utilizados os grupos de parasitos que apresentaram prevalência maior que 5%.

A influência do comprimento nos índices de infecção/infestação foi calculada através do coeficiente de correlação por postos de Spearman “rs” utilizando o programa BioEstat, versão 5.3 (AYRES *et al.*, 2007). Foi correlacionado o comprimento total de cada peixe com a riqueza e abundância total de parasitos.

O fator de condição relativo (Kn) foi calculado a partir da razão entre o peso observado e peso teoricamente esperado do hospedeiro para um dado comprimento (LE CREN, 1951). A influência do Kn na abundância total e na riqueza de cada hospedeiro foi analisada através do coeficiente de correlação por postos de Spearman “rs”. Também foi utilizada a correlação para analisar a influência do Kn na abundância dos grupos de parasitos que apresentaram prevalência maior que 5%. Todos os testes realizados adotaram nível de significância de $p \leq 0,05$.

Para indicar a suficiência amostral de peixes e parasitos, foram construídas curvas de acumulação de espécies através de um método de *bootstrap* baseado em 1000 replicações, utilizando a rarefação e a extrapolação com números de Hill (CHAO *et al.*, 2014). Foram utilizados os pacotes vegan e iNext no programa R versão 4.0.0 (R CORE TEAM, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 124 peixes analisados, 56 (45,16%) estavam infectados com pelo menos um grupo de parasito. No total foram coletados 131 parasitos dos grupos Copepoda, Cestoda, Digenea, Monogenea e Nematoda, como ilustrado pela figura 3.

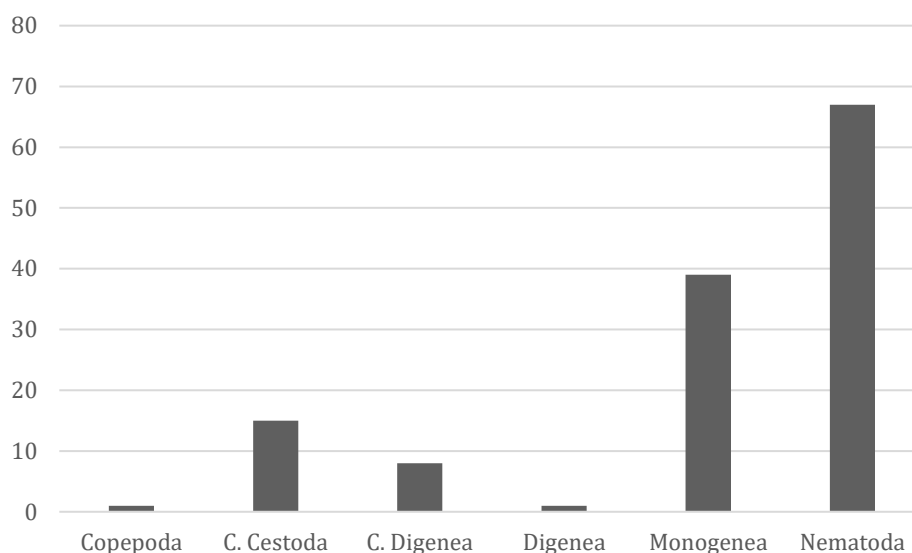


Figura 3. Gráfico com a abundância de cada grupo de parasito coletado no hospedeiro *P. fasciatus*, em que cistos de Cestoda estão representados por “C. Cestoda” e cistos de Digenea por “C. Digenea”.

O grupo Copepoda teve um indivíduo da espécie *Acusicola* sp. coletado nas brânquias do hospedeiro, correspondendo a 0,76% do total de parasitos encontrados. O grupo Cestoda foi representado por 15 cistos encontrados no mesentério de um único hospedeiro. Já o grupo Digenea teve 8 cistos coletados nas brânquias de 5 hospedeiros e um indivíduo adulto da espécie *Magnivitellinum simplex* no intestino de um hospedeiro.

Monogenea foi o segundo grupo mais abundante, correspondendo a 39 indivíduos coletados nas brânquias de 16 hospedeiros, representando 29,77% do total de parasitos. Não foi possível realizar a identificação ao menor nível taxonômico, sendo utilizada então a classificação em classe.

Por fim, o grupo mais abundante foi o Nematoda com 67 indivíduos coletados nos intestinos e mesentérios dos hospedeiros, correspondendo a mais da metade (51,14%) dos parasitos encontrados no presente trabalho. Os nematóides coletados em estágios larvais foram das espécies *Contracaecum* sp. (n=3), *Hysterothylacium* sp. (n=1) e *Spiroxys* sp.

(n=47), enquanto os adultos foram *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. (n=14) e *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* (n=2).

Os valores de prevalência, intensidade média, abundância média e o índice de discrepância de Poulin para cada grupo de parasito, bem como os locais de infecção/infestação, estão discriminados na Tabela I.

Tabela I. Espécies de parasitos coletados na bacia do rio Jaguaribe com valores de abundância média (A.M), prevalência (P), intensidade média (I.M.), intervalo de confiança (IC) e índice de discrepância de Poulin (D). Traços indicam a ausência de identificação da espécie. Siglas: LI (locais de infecção/infestação), BQ (brânquias), IN (intestino) e MN (mesentério).

Grupos	Espécies	L.I	P % (IC)	I.M (IC)	A.M (IC)	D
Copepoda	<i>Acusicola</i> sp.	BQ	0,8 (0-0,044)	1,00	0,008 (0-0,024)	0,98
Cistos de Cestoda	-	MN	0,8 (0-0,044)	15,00	0,121 (0-0,363)	0,98
Cistos de Digenea	-	BQ	4,0 (0,01-0,092)	1,60 (1-1,8)	0,064 (0,016-0,137)	0,95
Digenea	<i>Magnivitellinum simplex</i>	IN	0,8 (0-0,044)	1,00	0,008 (0-0,032)	0,98
Monogenea	-	BQ	12,90 (0,076-0,201)	2,44 (1,62-3,69)	0,315 (0,169 - 0,591)	0,91
Nematoda	<i>Contracaecum</i> sp.	IN	2,4 (0,005-0,069)	1,00	0,024 (0-0,048)	0,96
	<i>Hysterothylacium</i> sp.	IN	0,8 (0-0,044)	1,00	0,008 (0-0,024)	0,98
	<i>Procamallanus (S.)</i> sp.	IN, MN	9,7 (0,051-0,163)	1,17 (1-1,33)	0,113 (0,056-0,185)	0,90
	<i>Procamallanus (S.) hilarii</i>	IN	0,8 (0-0,044)	2,00	0,016 (0-0,048)	0,98
	<i>Spiroxys</i> sp.	IN, MN	22,6 (0,156-0,310)	1,68 (1,21-2,56)	0,379 (0,234-0,605)	0,84

Os parasitos que apresentaram prevalência superior a 5% foram os monogenéticos (12,90%) e os nematóides *Spiroxys* sp., (22,6%) e *Procamallanus* (S.) sp. (9,7%). A maior intensidade média foi observada nos cistos de Cestoda (15,00), variando nos outros grupos de 1 a 2,44. Já a abundância média variou de 0,008 a 0,379, sendo a espécie *Spiroxys* sp. a mais abundante. Quanto ao índice de discrepância de Poulin, houve uma variação de 0,84 - 0,98 mostrando que os parasitos encontrados apresentam uma distribuição agregada nos hospedeiros.

Os valores encontrados no teste U de Mann-Whitney para Digenea ($Z = -0,3150$; $p = 0,7527$), *Procamallanus* (S.) sp. ($Z = -0,1482$; $P = 0,8821$) e *Spiroxys* sp. ($Z = -0,4818$; $p = 0,6299$), indicando que há diferença significativa entre o sexo dos hospedeiros e os níveis de parasitismo, como já havia sido relatado em outros peixes por (MACHADO *et al.*, 1994; ISAAC *et al.*, 2000; DIAS *et al.*, 2004; ITO *et al.*, 2005; TAVERNARI *et al.*, 2005). Esse fato pode ser indicativo que os *Psalidodon fasciatus* de ambos os sexos ocupam o mesmo nicho ecológico, além de não possuírem dimorfismo sexual significativo entre eles (ISAAC *et al.*, 2004).

O coeficiente de correlação por postos de Spearman “rs” mostrou que o comprimento total dos hospedeiros estava correlacionado fracamente de forma positiva tanto com a abundância total de parasitos ($rs = 0,3444$; $p < 0,0001$), quanto com a riqueza dos mesmos ($rs = 0,3326$; $p = 0,0002$), como apresentado pelas figuras 4 e 5, respectivamente. O comprimento dos hospedeiros é um fator relacionado com sua idade, peixes mais velhos apresentam corpos maiores, dessa forma, além de haver mais espaços internos e externos para abrigar os parasitos, há também um efeito cumulativo do parasitismo ao longo da vida do hospedeiro (POULIN, 2013; KAMIYA *et al.*, 2014; FALKENBERG, 2016; BOLNICK *et al.*, 2020).

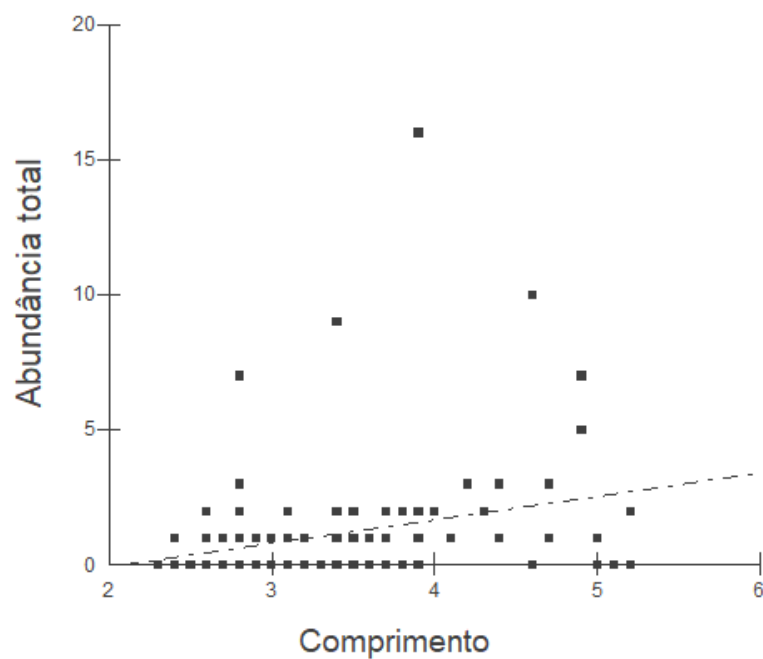


Figura 4. Gráfico de dispersão das variáveis comprimento em cm (eixo x) e abundância total (eixo y).

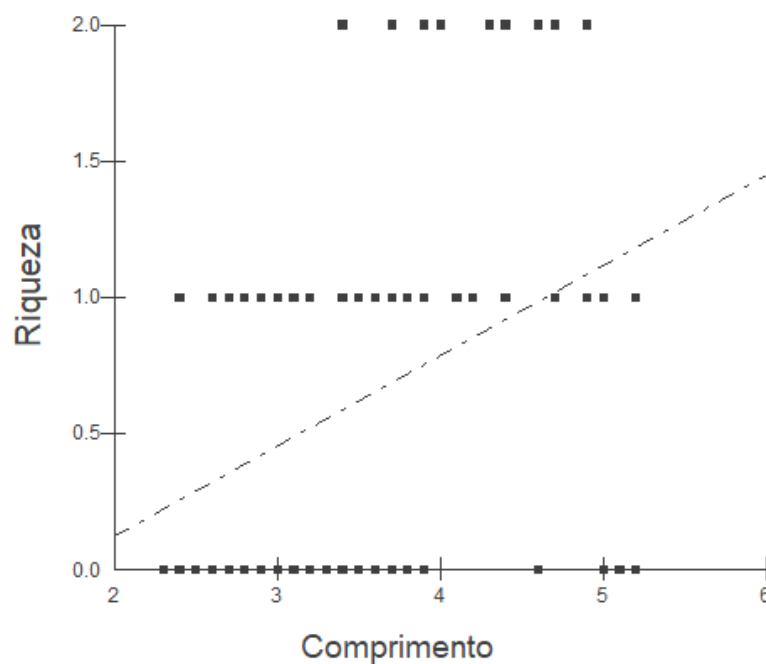


Figura 5. Gráfico de dispersão das variáveis comprimento em cm (eixo x) e riqueza (eixo y).

O kn dos peixes analisados variou de 0,60 a 1,74. Foi observado que ele se relacionou positivamente com a riqueza de parasitos ($r_s=0,2064$; $p=0,0214$) e com a abundância total de

parasitos ($r_s=0,2111$; $p=0,0185$), figuras 6 e 7, respectivamente. Além disso, a única espécie com mais de 5% de prevalência que apresentou correlação positiva significativa entre o kn e a sua abundância foi *Spiroxys* sp. ($r_s=0,2162$; $p=0,0158$), mostrado na figura 8. *Monogenea* ($r_s=0,1192$; $p>0,05$) e *Procamallanus* (S.) sp. ($r_s=0,1328$; $p>0,05$) não apresentaram correlação.

O fator de condição relativo é um indicador de bem-estar do peixe, refletindo condições alimentares recentes (VAZZOLER, 1996). Em condições ideais seu valor é igual a um, alterações nesse número podem indicar distúrbios ambientais, falta de alimento ou até mesmo parasitismo. Por afetar diretamente o fitness do hospedeiro, é de se esperar que a presença de parasitos seja correlacionada negativamente com o Kn (LACERDA, 2007). Entretanto, no presente estudo foi observado o contrário. Isso pode ocorrer devido ao fato de que indivíduos mais saudáveis, com valores de Kn mais altos, são capazes de tolerar níveis maiores de parasitismo (LIZAMA *et al.*, 2006).

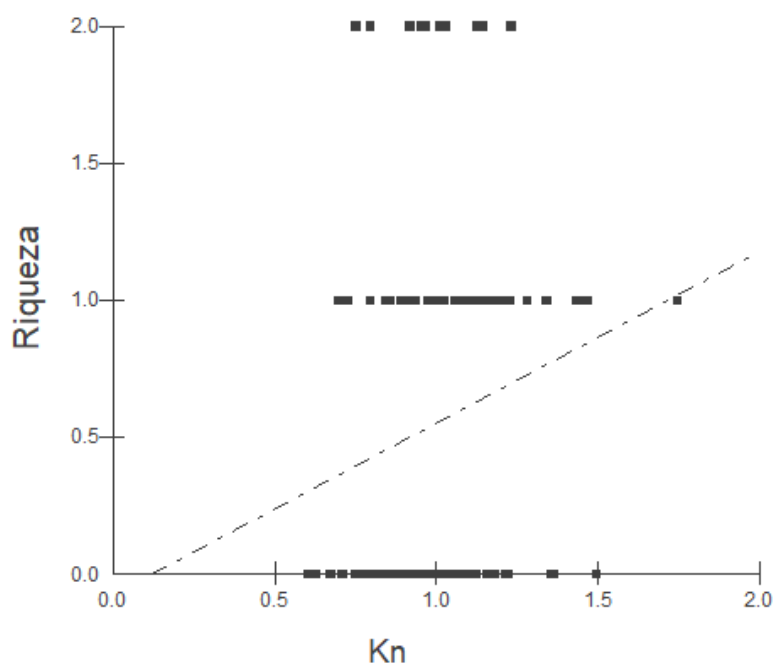


Figura 6. Gráfico de dispersão das variáveis Kn (eixo x) e riqueza (eixo y).

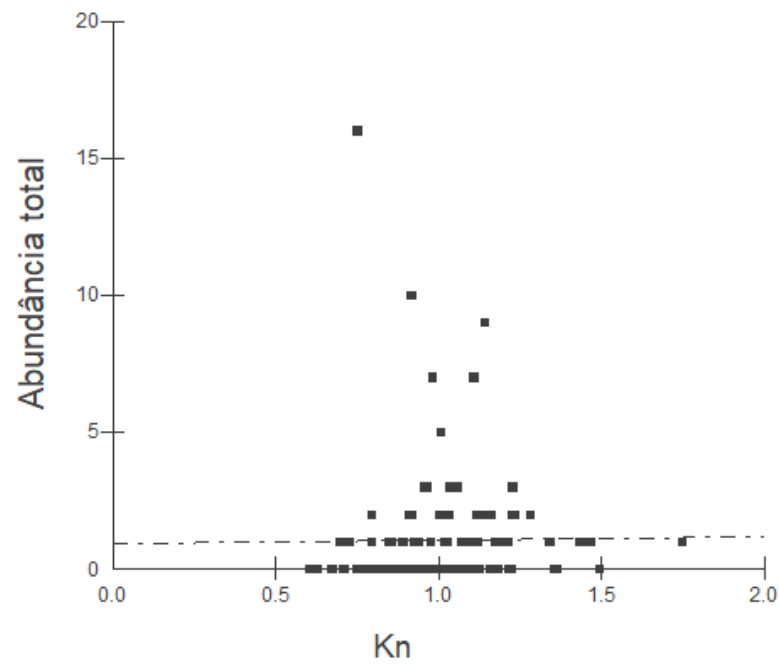


Figura 7. Gráfico de dispersão das variáveis Kn (eixo x) e abundância total (eixo y).

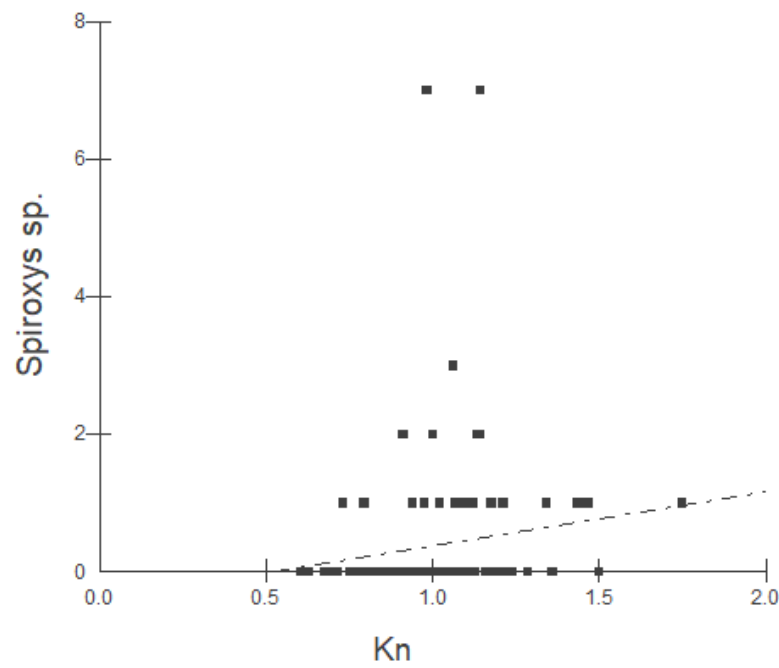


Figura 8. Gráfico de dispersão das variáveis Kn (eixo x) e abundância de *Spiroxys sp* (eixo y).

As curvas do coletor estão representadas pela figura 9. No curso Médio do rio Jaguaribe tanto a curva de acumulação de hospedeiros, quanto a curva de parasitos atingiram a saturação, demonstrando que durante os períodos de coleta com as técnicas utilizadas, o n amostral foi estabilizado.

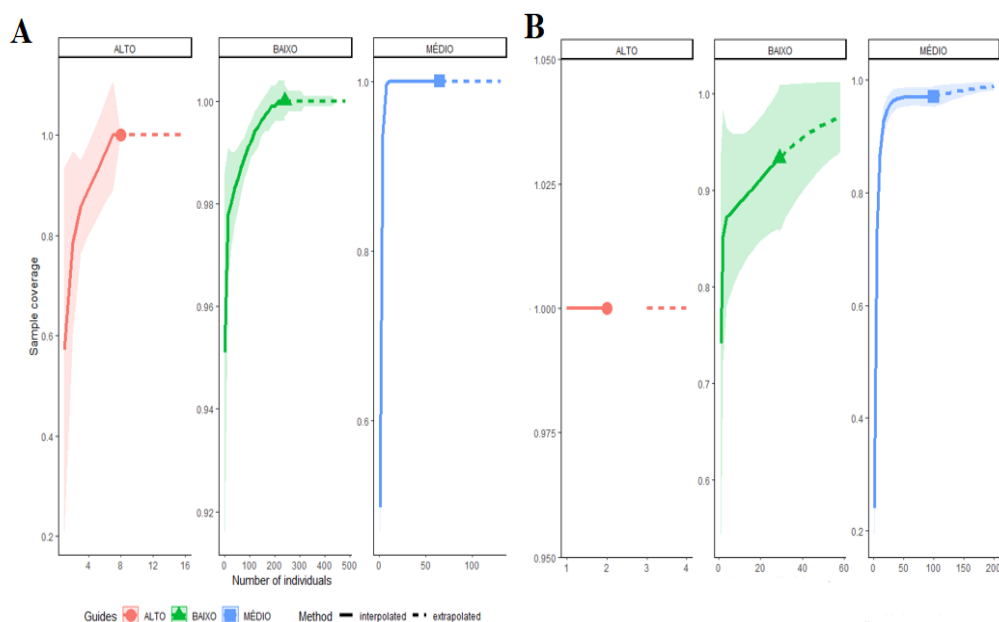


Figura 9. Curvas do coletor ao longo do curso do rio Jaguaribe, dividido em Alto (vermelho), Médio (azul) e Baixo (verde). (A) Curva de acumulação de hospedeiros; (B) Curva de acumulação de espécies de parasitos. No eixo x está representado o número de indivíduos e no eixo y a cobertura da amostra.

A parasitofauna é um componente essencial dos ecossistemas, porém muitas vezes é negligenciada. O presente estudo é uma importante contribuição acerca do conhecimento de ictioparasitos na região Nordeste do Brasil, em que há uma carência de dados.

Dos cinco grandes grupos de parasitos encontrados (Copepoda, Cestoda, Digenea, Monogenea e Nematoda) o que teve o maior número de espécimes coletados foi o grupo Nematoda. Esse filo é um bastante abundante e diversificado. Os parasitos nematóides são encontrados em todos os invertebrados e vertebrados (EIRAS *et al.*, 2016) e estão entre os de maior sucesso (ACOSTA *et al.*, 2016). Os peixes podem ser hospedeiros intermediários, finais e paratênicos (ACOSTA *et al.*, 2016).

As espécies de nematóides identificadas já haviam sido registradas nesse hospedeiro no Brasil por outros autores. Albuquerque (2013), Vieira-Menezes (2013) e Vieira-Menezes *et al.* (2017) reportaram a presença de *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys*

sp. A espécie *Procamallanus hilarii* foi reportada nesse hospedeiro por Pinto e Noronha (1976) e por Gallas *et al.* (2015). Além disso, o gênero *Procamallanus* foi registrado em vários estudos (PINTO & NORONHA, 1976; KOHN *et al.*, 1985; KOHN *et al.*, 1988; ACOSTA, 2013; ALBUQUERQUE, 2013; VIEIRA-MENEZES, 2013; ACOSTA *et al.*, 2015; VIEIRA-MENEZES *et al.*, 2017).

Outro grupo que se mostrou muito importante no presente estudo, apresentando o segundo maior número de indivíduos coletados, foi a classe Monogenea. Esses organismos pertencem ao filo Platyhelminthes e são em sua maioria ectoparasitos de peixes marinhos e de água doce, invertebrados, anfíbios e répteis. Segundo Eiras *et al.* (2016) são pequenos vermes com corpos achatados dorso-ventralmente, discóides ou alongados, que apresentam estruturas adesivas em ambas extremidades do corpo, permitindo a fixação e alimentação. Essas estruturas podem ser glândulas adesivas ou ventosas musculares na região anterior e o háptor na posterior. São indivíduos que apresentam ciclo de vida direto e são importantes patógenos que podem levar à morte do hospedeiro ou a prejuízo nas funções vitais (EIRAS *et al.*, 2016).

No Brasil, a presença de monogenéticos no hospedeiro *Psalidodon fasciatus* foi reportada por Kohn *et al.* (1985), Acosta (2013), Gallas *et al.* (2014), Acosta *et al.* (2015), Camargo (2015), Dias *et al.* (2017) e Zago *et al.* (2018).

Foram coletados também platelmintos da subclasse Digenea, pertencente à classe Trematoda. Os parasitos deste grupo possuem corpos achatados com formas variáveis e apresentam geralmente uma ventosa oral e uma ventral. São conhecidos pelos seus ciclos de vida complexos com dois ou mais hospedeiros (ACOSTA *et al.*, 2016). Na maioria das espécies de digenéticos, o primeiro hospedeiro intermediário é um molusco que libera cercárias no ambiente. Essas, então, penetram no segundo hospedeiro intermediário, geralmente um peixe, e após isso são encistadas, sendo conhecidas como metacercárias. Quando o segundo hospedeiro intermediário é ingerido pelo hospedeiro vertebrado final, as metacercárias se desenvolvem no intestino até se tornarem adultas (ACOSTA *et al.*, 2016). Poucas espécies adultas de Digenea são consideradas patogênicas, sendo as infecções por metacercárias as mais prejudiciais aos hospedeiros (EIRAS *et al.*, 2016).

Neste estudo foi coletado um indivíduo adulto de *Magnivitellinum simplex* na espécie hospedeira analisada, o que já havia sido registrado por Albuquerque (2013) no Brasil, Violante-González *et al.* (2007) no México e Aguirre-Macedo *et al.* (2001) na Nicarágua. Além desse indivíduo, foram coletadas metacercárias não identificadas nas brânquias de hospedeiros.

Ainda dentro do filo Platyhelminthes, foram coletados cistos não identificados da classe Cestoda. Segundo Eiras *et al.* (2016), trata-se de um grupo parafilético popularmente conhecido pelas tênias. Os organismos desse grupo são exclusivamente endoparasitos e na sua grande maioria parasitam vertebrados. Não apresentam sistema digestório e são geralmente segmentados, com o corpo dividido em três partes: escólex, colo e estróbilo (NEVES, 2004). Esta última é composta pelas proglótides as quais são formadas pelos órgãos reprodutores femininos e masculinos, visto que a maior parte dos cestóides é hermafrodita.

O ciclo de vida desses parasitos é geralmente complexo e envolve de dois a quatro hospedeiros (EIRAS *et al.*, 2016). Há poucos estudos acerca das parasitoses causadas pelos cestóides em peixes, entretanto é uma área de bastante interesse dado que há registros de muitas zoonoses transmitidas ao homem graças ao consumo de pescados contaminados por esse grupo. Um exemplo disso é a difilobotriose causada pelas espécies do gênero *Diphyllbothrium* (EIRAS *et al.*, 2016).

Para o hospedeiro *Psalidodon fasciatus* há registros de parasitismo por Cestoda apenas no Brasil (ALBUQUERQUE, 2013; VIEIRA-MENEZES, 2013) e na Nicarágua (AGUIRRE-MACEDO *et al.*, 20011).

Além dos helmintos, os crustáceos também foram coletados nos peixes analisados. Esses invertebrados são comumente encontrados parasitando peixes, sendo Copepoda, Isopoda e Brachyura os grupos mais importantes (EIRAS *et al.*, 2016). Eles são ectoparasitas e localizam-se principalmente nas brânquias e tegumento, sendo facilmente visíveis macroscopicamente (EIRAS *et al.*, 2016). De acordo com Eiras *et al.* (2016), os danos causados por esses parasitos ocorrem devido à sua fixação nos tecidos, à pressão exercida nos tecidos contíguos e à alimentação à custa do hospedeiro.

O copepoda *Acusicola* sp., encontrado no presente estudo, representa o primeiro registro para o peixe *P. fasciatus*. Esse parasito é caracterizado por ter antena comprida e garra reduzida com uma ranhura no segundo segmento para a recepção da garra oposta (THATCHER & BOEGER, 1983).

5 CONCLUSÃO

O presente estudo é uma contribuição importante acerca do conhecimento sobre a diversidade de ictioparasitos de *Psalidodon fasciatus* na bacia do rio Jaguaribe. Todos os parasitos encontrados são novos registros geográficos para o hospedeiro e a identificação do gênero *Acusicola* sp. é um novo registro de associação parasito-hospedeiro.

Foi possível concluir que não houve influência do sexo dos hospedeiros nos índices de parasitismo, entretanto foram observadas correlações positivas entre esses índices e o comprimento, assim como com o Kn.

Mais estudos nessa área são necessários para que haja a caracterização da parasitofauna após a transposição do rio São Francisco e possa ser feita a comparação entre os cenários antes e após esse evento, analisando os impactos no ecossistema como um todo.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, A. A. **Comunidades de helmintos parasitos de *Steindachnerina insculpta* e *Astyanax fasciatus* como indicadores de impacto ambiental no rio Taquari, São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Ciência Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- ACOSTA, A. A. *et al.*, **Helminth fauna of *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, in two distinct sites of the Taquari River, São Paulo State, Brazil.** Brazilian journal of biology, v. 75, n. 1, p. 242-250, 2015.
- ACOSTA, A. A., *et al.* **Aspectos parasitológicos dos peixes.** In: SILVA, RJ, orgs. Integridade ambiental da represa de Jurumirim: ictiofauna e relações ecológicas [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2016, p. 115-192. ISBN 978-85-6833-478-2.
- AGUIRRE-MACEDO, M. L. *et al.* Some Adult Endohelminths Parasitizing Freshwater Fishes from the Atlantic Drainages of Nicaragua. **Comparative Parasitology**, v. 68, n. 2, p. 190-195, 2001.
- ALBUQUERQUE, M. C. **Biodiversidade das Comunidades Endoparasitárias de Peixes Forrageiros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.
- AYRES, M. *et al.* **Bioestat 5.3: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Belém. 2007. Disponível em:<
<https://www.mamiraua.org.br/downloads/programas/>>. Acesso em outubro de 2021.
- BARBIERI, G. *et al.* Época de reprodução e relação peso/comprimento de duas espécies de *Astyanax* (pisces, Characidae). **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 17, n. 7, p. 1057-65, 1982.

BOLNICK, D.I. *et al.* Host patch traits have scale-dependent effects on diversity in a stickleback parasite metacommunity. **Ecography**, v. 43, n.7, p.990–1002, 2020.

BUCKUP, P. A. *et al.* **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195 p.

CAETANO, P. H. *et al.* Occurrence of *Henneguya* sp. (Thélohan, 1892) in the blood of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) in a stream of the Muriá river basin in Itaperuna, RJ. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 3, n. 2, 2012.

CAMARGO, A. A. **Metazoários parasitos dos lambaris *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Characidae) coletados no Rio Batalha, médio Rio Tietê, SP, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

CHAO, A. *et al.* Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, v.84, p.45-67, 2014.

COSTA, J. A. *et al.* Ciclos, períodos de eventos extremos e escalas temporais na precipitação da bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe (CE). **Revista Geonordeste**, n. 1, p. 05-23, 2016.

DAGOSTA, F. C. **Taxonomia e relações filogenéticas do gênero *Astyanacinus* Eigenmann, 1907 (Characiformes: Characidae)**. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

DIAS, P. G. *et al.* Carga parasitária de *Rondonia rondoni* Travassos, 1920 (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus* Valenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae). **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 151-156, 2004.

DIAS, K. G. A. *et al.* Diversidade de parasitos monogenéticos dos peixes characiformes no Rio Batalha e Rio do Peixe, estado de São Paulo, Brasil. **Neotropical Helminthology**, v. 11, n. 2, p. 317-330, 2017.

DIAS, K. G. A. *et al.* A new species of *Wallinia* Pearse, 1920 (Digenea: Allocreadiidae) collected from *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) and *A. lacustris* Lucena and Soares, 2016 (Characiformes: Characidae) in Brazil based on morphology and DNA sequences. **Parasitology Research**, v. 117, p. 2847–2854, 2018.

DIAS, K. G. A. *et al.* A new species of Creptotrematina (Trematoda: Allocreadiidae) from characid fishes of Brazil: morphological and molecular data. **Journal of Helminthology**, v. 94, n. e163, p.1- 9, 2020.

EIGENMANN, C. H. The American Characidae. **Memoirs of the museum of comparative zoology**, v.43, n. 3, p. 209-310 + 28 pr., 1921.

EIRAS, J. C. *et al.* **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2006. 199 p.

EIRAS, J. C. *et al.* **Parasitas de peixes marinhos da América do Sul**. Rio Grande, Editora da FURG, 2016. 441 p.

FALKENBERG, J. M. **Ecologia parasitária de *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) (Atheriniformes: Atherinopsidae) em dois Estuários Paraibanos**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

FRICKLE, R. *et al.* **Eschmeyer catalogue of fishes**. Characidae family. 2021. Disponível em: <<https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>>. Acesso em agosto de 2021.

FROESE, R.; PAULY, D. **FishBase**. World Wide Web eletronic publication. 2021. Disponível em: <<https://www.fishbase.se/search.php>>. Acesso em outubro de 2021.

GAISER, T. *et al.* **Global change and regional impacts**. 1 ed. Berlin: Springer, 2003. 423 p.

GALLAS, M. *et al.* A new species of *Cacatuocotyle* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitizing two species of *Astyanax* (Ostariophysi, Characidae) in southern Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 59, n. 4, p. 638-642, 2014.

GALLAS, M. *et al.* First report of *Rhabdochona acuminata* (Nematoda, Rhabdochonidae) in *Astyanax aff. fasciatus* (Characiformes, Characidae) from Lake Guaíba, southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 14, n. 4, p. 479-488, 2019.

GALLAS, M. *et al.* Supplemental observations on the morphology of *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* (Nematoda: Camallanidae) parasitizing two species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) and ecological analyses. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 86, 2015.

GALLAS, M.; UTZ, L. R. P. *Quadrigyrus torquatus* cystacants Van Cleave, 1920 (Acanthocephala: Quadrigyridae) parasitizing species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, n.3, 2019a.

GALLAS, M.; UTZ, L. R. P. Revalidation of *Saccocoelioides bacilliformis* (Digenea, Haploporidae) parasitizing species of *Astyanax* (Characiformes, Characidae) from southern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 109, 2019b.

GALLAS, M.; UTZ, L. R. First report of *Dendrorchis retrobiloba* Volonterio & Ponce de León, 2005 (Digenea, Gorgoderidae) in *Astyanax aff. fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes, Characidae) from southern Brazil. **Check List**, v. 15, n. 3, 2019c.

GIBSON, D. I. *et al.* **Keys to the Trematoda**. 1 ed. Nova York: CABI Publishing, 2002. 521p.

GOIA, I. *et al.* *Urocleidoides astyanacis* n. sp. (monogenea ancyrocephalinae from freshwater characidians of the genus *Astyanax*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 1, p. 13-15, 1988.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. 22 ed. Maringá: EDUEM, 2007. 241 p.

HAHN, N. S. *et al.* The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. **Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers**, v.1, p. 247-269, 2004.

ISAAC, A. *et al.* *Prosthenthystera obesa* (Digenea), parasite of *Salminus maxillosus* (Characidae) of the floodplain of the upper Paraná River, Paraná, Brazil: influence of the size and sex of the host. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 22, n. 2, p. 523-526, 2000.

ISAAC, A. *et al.* Composição e estrutura das infracomunidades endoparasitárias de *Gymnotus* spp. (Pisces: Gymnotidae) do rio Baía, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 4, 2004.

ITO, K.F. *et al.* Ecological aspects of the *Procamallanus* (Spirocamallanus) pintoii parasite of *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (Siluriformes: Callichthyidae) in Reservoirs of the State of Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 239-242, 2005.

KAMIYA, T. *et al.* What determines species richness of parasitic organisms? A meta-analysis across animal, plant and fungal hosts. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v.89, n.1, p.123–134, 2014.

KELLY, D. W. *et al.* Parasite spillback: A neglected concept in invasion ecology? **Ecology**, v. 90, n.8, p. 2047–2056, 2009.

KOHN, A. *et al.* Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 80, n. 4, p. 327-336, 1985.

KOHN, A. *et al.* Helminths parasites of peixes das usinas hidrelétricas da Eletrosul (Brasil) / Reservatórios de Salto Osório e de Salto Santiago, bacia do rio Iguaçu. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 3, p. 299-303, 1988.

KOHN, A. *et al.* On the Brazilian species of halipegine genera (Trematoda: Derogenidae) from fishes, with new morphological data, hosts and synonyms. **Systematic Parasitology**, v. 16, p. 201-211, 1990.

KURIS, A. M. *et al.* Ecosystem energetic implications of parasite and free-living biomass in three estuaries. **Nature**, v. 454, n. 7203, p. 515–518, 2008.

LACERDA, A. C. **Endoparasitos de raias fluviais *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) da planície de inundação do alto Rio Paraná: taxonomia e aspectos ecológicos.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

LAFFERTY, K. D. Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? **Parasitology Today**, v. 13, n. 7, p. 251–255, 1997.

LAFFERTY, K. D. *et al.* Parasites in food webs: the ultimate missing links. **Ecology Letters**, v. 11, p. 533–546, 2008.

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

LIZAMA, M. A. P. *et al.* Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (*Prochilodontidae*) of the upper Parana river floodplain, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, Rio de Janeiro**, v. 15, n. 3, p. 116–122, 2006.

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.

MACHADO, M.H. *et al.* Influence of host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná river, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, Rio de Janeiro**, v. 3, n. 2, p. 143–148, 1994.

MALABARBA, L. R.; MALABARBA, M. C. Phylogeny and classification of neotropical fish. **Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish**, p. 1–19, 2020.

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

NARCISO, R.B. *et al.* A new species of *Trinibaculum* (Monogenea: Dactylogyridae) parasite from the gills of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Characidae) in a Neotropical river, São Paulo State, Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 8, n. 1, p. 85 - 95, 2014.

NARCISO, R.B. *et al.* A New Genus of Ergasilidae (Copepoda: Cyclopoida) from the Gills of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actinopterygii: Characidae). **Acta Parasitologica**, v. 64, n. 4, 2019

NARCISO, R.B. *et al.* A new species of *Rhinergasilus* Boeger et Thatcher, 1988 (Copepoda: Ergasilidae) from gills of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actinopterygii: Characidae). **Acta Parasitologica**. <https://doi.org/10.2478/s11686-020-00168-4>. 2020.

NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. 11 ed. São Paulo: Atheneu, 2004. 616 p.

PARAGUASSÚ, A. R; LUQUE, J. L. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes dos reservatórios de Lajes, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n. 3, p. 121- 128, 2007.

PINTO, R. M.; NORONHA, D. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais, com chave para determinação das espécies. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 74, n. 3-4, p. 323-339, 1976.

POULIN, R. Explaining variability in parasite aggregation levels among host samples. **Parasitology**, v. 140, n. 4, p. 541–546, 2013.

POZZA, A. *et al.* *Clinostomum* sp. (Digenea: Clinostomidae) and *Ascocotyle* sp. (Digenea: Heterophyidae): metacercariae with zoonotic potential in fishes from Tramandaí River basin, southern Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 1, p. 105-109, 2018.

PYSEK, P.; RICHARDSON, D. M. The biogeography of naturalization in alien plants. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 2040-2050, 2006.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Viena. 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em outubro de 2021.

RAMOS, T. P. A. *et al.* Continental ichthyofauna from the Paraíba do Norte River basin pre-transposition of the São Francisco River, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 4, 2018.

REIS, R. E. *et al.* Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

REICZIGEL, J. *et al.* **Quantitative Parasitology**. (QP. Web). 2020. Disponível em: <<https://www2.univet.hu/qpweb/qp10/index.php>>. Acesso em outubro de 2021.

SOUSA, A. B.; DA SILVA, D. F. Causas climáticas da variabilidade pluviométrica e tendências climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (CE). **Caminhos de Geografia (UFU)**, v. 14, n. 46, p. 101-107, 2013.

STATSOFT, Inc. **Statistica (data analysis software system)**, version 10.0, Tulsa. 2010. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em outubro de 2021.

TAVERNARI, F. C. *et al.* Ecological aspects of *Diplectanum piscinarius* (Platyhelminthes, Monogenea) parasite of gills of *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 225-229, 2005.

TÉRAN, G. E. *et al.* Opening the Trojan horse: phylogeny of Astyanax, two new genera and resurrection of Psalidodon (Teleostei: Characidae). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 20, p. 1–18, 2020.

THATCHER, V.; BOEGER, W. A. Patologia de peixes da Amazônia brasileira. Alterações histopatológicas em brânquias, provocadas por *Ergasilus*, *Brasergasilus* e *Acusicola* (Crustacea: Cyclopoida: Ergasilidae). **Acta Amazônica**, v. 13, n.2, p. 441-451, 1983.

VAZZOLER, A. E. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. 20 ed. Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.

VIEIRA-MENEZES, F. G. **Helmintofuna de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actinopterygii: Characidae) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

VIEIRA-MENEZES, F. G. *et al.* Nematodes of *Astyanax fasciatus* (Actinopterygii: Characidae) and their parasitic indices in the São Francisco river, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 26, n. 1, p. 10- 16, 2017.

VIOLANTE-GONZALEZ, J. *et al.* A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. **Parasitology Research**, v.102, p. 151–161, 2007.

WILLIAMS, H. H. *et al.* Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diets and phylogenetics of fishes. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 2, p. 144-176, 1992.

ZAGO, A. C. *et al.* A new species of *Cacatuocotyle* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitizing *Astyanax* spp. (Characiformes, Characidae) from Brazil, including molecular data and a key to species identification. **Acta Parasitologica**, v. 63, n. 2, p. 261-269, 2018.