



# Conhecimentos Teóricos, Metodológicos e Empíricos para o Avanço da Sustentabilidade no Brasil

Jéssica Aparecida Prandel  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020





# Conhecimentos Teóricos, Metodológicos e Empíricos para o Avanço da Sustentabilidade no Brasil

Jéssica Aparecida Prandel  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C749 Conhecimentos teóricos, metodológicos e empíricos para o avanço da sustentabilidade no Brasil [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Aparecida Prandel. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
 Modo de acesso: World Wide Web.  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-85-7247-994-3  
 DOI 10.22533/at.ed.943203001

1. Meio ambiente – Preservação. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Prandel, Jéssica Aparecida.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Conhecimentos Teóricos, Metodológicos e Empíricos para o Avanço da Sustentabilidade no Brasil” apresenta em seus 11 capítulos discussões de diversas abordagens acerca do respectivo tema.

Vivemos atualmente em um mundo onde praticamente tudo que utilizamos é descartável e em uma sociedade extremamente consumista. Sendo assim o estudo dos impactos negativos sobre o meio ambiente e a criação de práticas sustentáveis são imprescindíveis para compreender o espaço e as modificações que ocorrem na paisagem.

O uso desordenado dos recursos naturais, seja em áreas urbanas ou rurais afetam diretamente a qualidade do ambiente, dificultando ações de gestão e conservação. Com o crescimento acelerado da população observamos uma pressão sobre o meio ambiente, sendo necessário um equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e a preservação do mesmo para promover a sustentabilidade dos ecossistemas, a fim de não prejudicar estas e as futuras gerações.

Neste contexto, surge a palavra sustentabilidade que deriva do latim *sustentare*, ou seja, sustentar, apoiar, conservar e cuidar, que tem por objetivo principal atender as necessidades humanas sem prejudicar o meio ambiente e preservar o nosso Planeta.

Sendo assim, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados às diversas áreas voltadas a Sustentabilidade e preservação do meio ambiente. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora entendem que um trabalho como este não é uma tarefa solitária. Os autores e autoras presentes neste volume vieram contribuir e valorizar o conhecimento científico. Agradecemos e parabenizamos a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, a Atena Editora publica esta obra com o intuito de estar contribuindo, de forma prática e objetiva, com pesquisas voltadas para este tema.

Jéssica Aparecida Prandel

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>A COMPLEXIDADE DA DEFESA DO DIREITO HUMANO AO AMBIENTE SAUDÁVEL</b>	
Marli Renate von Borstel Roesler	
Adir Airton Parizotto	
Eugênia Aparecida Cesconeto	
Diuslene Rodrigues da Silva	
Cristiane Carla Konno	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9432030011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
<b>A PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA COMO POSSIBILIDADE PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	
Ivonete Terezinha Tremea Plein	
Adilson Francelino Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9432030012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
<b>BIOMASSA AÉREA E CARBONO ORGÂNICO EM PLANTIO DE EUCALIPTO.</b>	
Yasmim Andrade Ramos	
Maria Cristina Bueno Coelho	
Paulo Ricardo de Sena Fernandes	
Eziele Nathane Peres Lima	
Juliana Barilli	
Marcos Giongo	
Bruno Aurélio Campos Aguiar	
Marcos Vinicius Cardoso Silva	
Yandro Santa Brígida Ataíde	
Mauro Luiz Erpen	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9432030013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DA PRODUÇÃO APÍCOLA NAS ILHAS DO RIO PARANÁ EM GUAÍRA-PR</b>	
Samoel Nicolau Hanel	
Armin Feiden	
Alberto Feiden	
Ana Paula da Silva Leonel	
Emerson Dechechi Chambó	
Germano de Paula	
Eloi Veit	
Tersio Abel Pezenti	
Douglas André Roesler	
Silvana Anita Walter	
Cinara Kottwitz Manzano Brenzan	
Mário Luiz Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9432030014</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 54**

**CONCEITOS BÁSICOS E ESTADO DA ARTE DOS HELMINTOS PARASITOS DE PEIXES DA BACIA TOCANTINS-ARAGUAIA**

Simone Chinicz Cohen  
Marcia Cristina Nascimento Justo  
Melissa Querido Cárdenas  
Yuri Costa de Meneses  
Carine Almeida Miranda Bezerra  
Diego Carvalho Viana

**DOI 10.22533/at.ed.9432030015**

**CAPÍTULO 6 ..... 75**

**CULTIVO DE RÚCULA SOB BIOMASSA DE PLANTAS DE COBERTURA**

César Augusto da Fonseca Franco  
Camila Karen Reis Barbosa  
Kleso Silva Franco Junior

**DOI 10.22533/at.ed.9432030016**

**CAPÍTULO 7 ..... 82**

**DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA E DEMAIS ORGANIZAÇÕES BRASILEIRAS**

Gabriel Fernandes Sales  
Tiago Oscar da Rosa  
Thaynara Lopes Faria  
Paulo César Pedrussi  
Taís Soares de Carvalho  
Reinalda Blanco Pereira  
Elias Lira dos Santos Junior

**DOI 10.22533/at.ed.9432030017**

**CAPÍTULO 8 ..... 94**

**GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BRASIL E PORTUGAL**

Agatha Martins de Carvalho  
Lucas da Silva Ribeiro  
Flávia Targa Martins  
Miguel Fernando Tato Diogo

**DOI 10.22533/at.ed.9432030018**

**CAPÍTULO 9 ..... 108**

**MOTIVAÇÕES SOCIOECONÔMICAS PARA A CONSERVAÇÃO E EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DA CARNAÚBA (*Copernicia prunifera*), NORDESTE DO BRASIL**

Francisco Antonio Gonçalves de Carvalho  
Irene Suelen de Araujo Gomes  
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira  
Ruanna Thaimires Brandão Souza  
Suely Silva Santos  
Clarissa Gomes Reis Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.9432030019**

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>121</b>
REMOÇÃO DE COR DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO ATRAVÉS DA OZONIZAÇÃO	
Louise Hoss	
Vitória Sousa Ferreira	
Ana Luiza Bertani Dall’Agnol	
Caroline Soares Santos	
Julia Kaiane Prates da Silva	
Raissa Camacho e Silva	
João Gabriel Ruppenthal	
Pelotas – Rio Grande do Sul	
Murilo Gonçalves Rickes	
Cátia Fernandes Leite	
Diuliana Leandro	
Robson Andreazza	
Maurizio Silveira Quadro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94320300110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>130</b>
A OTIMIZAÇÃO DA CAPRINOCULTURA NO SEMIÁRIDO BAIANO: UM TRABALHO SOBRE O MELHORAMENTO GENÉTICO E A IMPORTÂNCIA DO ASSOCIATIVISMO E COOPERATIVISMO NO MUNICÍPIO DE PAULO AFONSO - BA	
Abdenio Paiva de Menezes	
Alberto Gomes Duda	
Joilson Acindo Dias	
Thais Fernanda Cordeiro dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94320300111</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>147</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>148</b>

## CONCEITOS BÁSICOS E ESTADO DA ARTE DOS HELMINTOS PARASITOS DE PEIXES DA BACIA TOCANTINS-ARAGUAIA

*Data de aceite: 27/01/2020*

### **Simone Chinicz Cohen**

Laboratório de Helmintos Parasitos de Peixes,  
Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro,  
RJ

### **Marcia Cristina Nascimento Justo**

Laboratório de Helmintos Parasitos de Peixes,  
Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro,  
RJ

### **Melissa Querido Cárdenas**

Laboratório de Helmintos Parasitos de Peixes,  
Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro,  
RJ

### **Yuri Costa de Meneses**

Laboratório de Helmintos Parasitos de Peixes,  
Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Rio de Janeiro,  
RJ

### **Carine Almeida Miranda Bezerra**

Núcleo de Estudos Morfofisiológicos Avançados  
(NEMO), Programa de Pós-graduação em Ciência  
Animal (PPGCA), Universidade Estadual do  
Maranhão (UEMA), São Luís, MA

### **Diego Carvalho Viana**

Núcleo de Estudos Morfofisiológicos Avançados  
(NEMO), Programa de Pós-graduação em Ciência  
Animal (PPGCA), Universidade Estadual do  
Maranhão (UEMA), São Luís, MA

**RESUMO:** O rio Tocantins é o segundo maior curso d'água, constituindo a região hidrográfica

do Tocantins-Araguaia, considerada a maior bacia inteiramente brasileira, conhecido pela grande diversidade de espécies de peixes, muitas delas endêmicas para a região. Os ecossistemas aquáticos que sofrem impactos ambientais pela ação antrópica podem apresentar alterações na dinâmica populacional da fauna autóctone e essas condições podem afetar a ictiofauna, o que influenciaria tanto a prevalência como o tamanho das infrapopulações de parasitos desses animais. Os parasitos são importantes indicadores de aspectos biológicos de seus hospedeiros, bem como de aspectos ambientais, podendo ser considerados ferramentas complementares das análises químicas do ecossistema. Entre os parasitos que infestam / infectam peixes, membros dos filos Platyhelminthes, Nematoda e Acanthocephala já foram registrados parasitando peixes de diferentes ordens que ocorrem na bacia Tocantins-Araguaia. Os peixes de água doce representam um recurso valioso, tanto para economia como para o ambiente, o que justifica um maior interesse das mais diversas áreas da ciência por estes organismos. O número de trabalhos sobre a biologia em geral e sobre as doenças parasitárias vem aumentando nos últimos anos, embora este último aspecto ainda esteja muito abaixo das expectativas, visto que a relação da diversidade de espécies da ictiofauna neotropical não

condiz com a diversidade de parasitos descritos até o presente momento. As várias espécies descritas a partir de espécies hospedeiras endêmicas da bacia Tocantins-Araguaia corrobora com a visão de que muitas espécies de helmintos ainda devem ser descobertas, o que irá contribuir para um significativo aumento do conhecimento da biodiversidade da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia Tocantins-Araguaia, helmintos parasitos, peixes de água doce, Região Neotropical.

## BASIC CONCEPTS AND STATE OF ART OF THE HELMINTHS PARASITES OF FISHES FROM THE TOCANTINS-ARAGUAIA RIVER BASIN

**ABSTRACT:** The Tocantins River is the second largest watercourse, constituting the Tocantins-Araguaia hydrographic region, considered the largest entirely Brazilian basin, known for the great diversity of fish species, many of them endemic to the region. Aquatic ecosystems that suffer environmental impacts by anthropic action may present changes in the population dynamics of native fauna and these conditions may affect the ichthyofauna, which would influence both the prevalence and the size of parasite infrapopulations of these animals. Parasites are important indicators of biological aspects of their hosts, as well as environmental aspects, and can be considered complementary tools of chemical analysis of the ecosystem. Among the parasites that infest/infect fishes, members of the Platyhelminthes, Nematoda and Acanthocephala phyla have been reported to parasitize fish of different orders occurring in the Tocantins-Araguaia basin. Freshwater fishes represent a valuable resource for both economics and the environment, which justifies a greater interest from these diverse areas of science for these organisms. The number of studies on biology in general and on parasitic diseases has been increasing in recent years, although the latter aspect is still far below expectations, since the relationship of species diversity of neotropical ichthyofauna does not match the diversity of parasites described until now. The number of species described from endemic hosts from the Tocantins-Araguaia basin corroborates the view that many helminth species are yet to be discovered, which will contribute to a significant increase in knowledge of the region's biodiversity.

**KEYWORDS:** Tocantins-Araguaia Basin, helminths parasites, freshwater fishes, Neotropical Region.

O rio Tocantins tem aproximadamente 2.400km de extensão, sendo o segundo maior curso d'água 100% brasileiro, ficando atrás somente do rio São Francisco, com cerca de 2.800km. O Tocantins nasce entre os municípios goianos de Ouro Verde de Goiás e Petrolina de Goiás, sendo conhecido também como Tocantins-Araguaia, por se encontrar com o rio Araguaia entre os estados do Tocantins e Pará. A área de drenagem dos dois cursos d'água formam a região hidrográfica do Tocantins-Araguaia, sendo considerada a maior bacia hidrográfica inteiramente brasileira que corresponde a 10,8% do território nacional (ANA, 2019).

O trecho médio do rio Tocantins e afluentes não possuem áreas alagadas, lagos ou lagoas marginais, semelhantes às encontradas no Araguaia e nos rios de outras áreas planas do Brasil, o que explica a seleção e redução de algumas espécies, tornando distinta a ictiofauna nesses sistemas hidrográficos (GARAVELLO et al., 2010). Pesquisas realizadas por estes autores no trecho principal do rio Tocantins na área entre Estreito e Palmeirante revelaram que das seis ordens representadas no estudo, Characiformes representa 54% do total, enquanto que Siluriformes representa 28%, seguidas por Perciformes 12% e Gymnotiformes, Clupeiformes, Pleuronectiformes representando 2% cada uma. Esses resultados, quando comparados com os de Merona (1987) e Santos et al. (2004), realizados antes do fechamento de barragens para produção de energia na bacia do baixo Tocantins, apresentaram diferenças significativas, mostrando uma redução substancial na riqueza de espécies de peixes no trecho médio do rio Tocantins, anos após barramento do rio.

O principal fator que explica essa redução pode estar associado à ausência de um mecanismo de transferência da ictiofauna de rio abaixo para rio acima, que não foi incluído no projeto original das barragens hidrelétricas no passado. Por esse motivo, várias gerações de espécies de peixes próximas podem ter desaparecido do rio acima e rio abaixo do Tocantins nessa área, resultando em uma forte redução na pesca no meio do rio Tocantins nos últimos tempos (GARAVELLO et al., 2010) e conseqüentemente poderá ter contribuído para o desaparecimento de espécies parasitas associadas a estes peixes, que participam como hospedeiros intermediários, definitivos ou paratênicos para diversos grupos de metazoários.

Em recente estudo referente aos aspectos parasitológicos de peixes, Acosta et al. (2016) citam que ecossistemas aquáticos que sofrem impactos ambientais, como os provocados pelo represamento de usinas hidrelétricas, podem apresentar alterações na dinâmica populacional da fauna autóctone e essas condições podem afetar a ictiofauna, o que influenciaria tanto a prevalência como o tamanho das infrapopulações de parasitos desses animais.

Há muito tempo autores como Brooks & Hoberg (2001) e Poulin & Morand (2004) vem chamando a atenção para a biodiversidade global e defendendo o estudo das espécies de parasitos como parte fundamental dessa questão. Pesquisas sobre sistemática e biodiversidade parasitária no mundo são escassas (POULIN; MORAND, 2004), sendo possível afirmar que se trata de uma realidade ainda nos dias atuais, apesar dos esforços realizados por taxonomistas em todo o mundo. Pesquisas sobre parasitos de populações naturais de peixes são importantes para o conhecimento da biodiversidade, uma vez que os parasitos representam uma grande fração da biodiversidade do planeta (OLIVEIRA et al., 2019).

Em uma pesquisa realizada sobre a biodiversidade de parasitos de peixes de água doce no Brasil, Eiras et al. (2011) fizeram alguns questionamentos chamando a

atenção para o baixo número de parasitos de peixes descritos em relação a grande diversidade de hospedeiros conhecidos. Os autores sugeriram que o pequeno número de espécies estudadas pode estar relacionado ao baixo esforço de pesquisa, à fatores relacionados com a facilidade de detecção dos parasitos, bem como à fatores relacionados ao tipo de hospedeiro. Estes autores corroboram com a opinião de Poulin & Morand (2004) e destacam que o reduzido número de pesquisadores que se dedicam ao estudo de parasitos de peixes no Brasil parece ser o fator decisivo e responsável pelo pouco conhecimento da helmintofauna de peixes no país.

Os parasitos são importantes indicadores de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, bem como da qualidade e integridade ambiental, podendo ser considerados ferramentas complementares das análises químicas da água e sedimento e dos ensaios biológicos utilizados como indicadores de perturbação do ecossistema (GALLI et al., 2001).

De um modo geral, os parasitos não trazem grandes prejuízos para populações de peixes selvagens. No entanto, em função do estresse, a resistência do peixe pode ser afetada e alguns parasitos podem aumentar sua abundância, comprometendo assim, a saúde do hospedeiro. Desta forma, os indivíduos debilitados tendem a tornar-se mais suscetíveis à predação ou podem até morrer devido aos efeitos deletérios dos parasitos e as lesões por eles causadas que são portas abertas para infecções secundárias.

Entre os parasitos que infestam peixes, os membros da classe Monogenoidea constituem um grupo que desempenha um papel importante como patógenos. Pertencem ao filo Platyhelminthes e são parasitos de peixes marinhos e de água doce, podendo também utilizar como hospedeiros, invertebrados (lulas) (Llewellyn, 1984), anfíbios e répteis e em 1965 Hurston & Laws registraram um representante dessa classe, *Oculotrema hippopotami* parasitando olhos de hipopótamo na África. Caracterizam-se por utilizar um único hospedeiro no seu ciclo vital, com o qual apresenta grande especificidade. São ectoparasitos e localizam-se principalmente nas brânquias, superfície do corpo e nadadeiras, sendo também encontrados em câmaras corporais com aberturas externas, como boca, ouvido, aparelho uro-genital, excepcionalmente no celoma.

Quando presentes nas brânquias podem causar anemia, aumento da frequência respiratória, excesso de muco, podendo ocasionar a morte por asfixia. Na superfície do corpo laceram os tecidos, ocorrendo hemorragias, com posteriores infecções secundárias. Este quadro se intensifica levando-se em conta o ciclo direto destes parasitos, que não necessitam de hospedeiro intermediário e a conseqüente infestação peixe a peixe (KOHN et al., 2016). Embora na natureza a patogenicidade seja praticamente inexistente, em cativeiro causam grandes danos a seus hospedeiros.

Das famílias de Monogenoidea que infestam peixes de água doce, Dactylogyridae é o táxon mais abundante em águas continentais da América do Sul. No entanto, espécies de Gyrodactylidae também têm sido sistematicamente descritas, enquanto que poucos Diplectanidae, Monocotylidae e Hexabothriidae parecem ter representantes nessas águas (BOEGER & VIANNA, 2006).

Gyrodactylidae compreende um grupo de espécies de Monogenoidea ovíparas e vivíparas encontradas principalmente em peixes ósseos (BOEGER et al., 2003). São encontrados no mundo todo parasitando as brânquias e superfície do corpo de peixes marinhos e de água doce, tanto no ambiente natural quanto em cativeiro (POULIN, 2002; ZIETARA & LUMME, 2002; BOEGER et al., 2003; MEINILA et al., 2004). A compilação da base de dados sobre Gyrodactylidae indica que mais de 400 espécies têm sido descritas (HARRIS et al., 2008) sendo que, na América do Sul, mais de vinte espécies de *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 são conhecidas de peixes de água doce, incluindo Characiformes e Siluriformes (COHEN et al., 2013; BOEGER et al., 2019; VEGA et al., 2019; VIANNA & BOEGER, 2019). As espécies adultas de *Gyrodactylus* são hipervivíparas e dão origem a uma larva que já contém um ou mais embriões em desenvolvimento no útero (CABLE & HARRIS 2002; BAKKE et al., 2007). Os Gyrodactylidae são altamente patogênicos para os peixes cultivados em todo o mundo, pois as lesões causadas pela adesão do parasito e atividade de alimentação aumentam a susceptibilidade a infecções causadas por bactérias, fungos e outros parasitos. Já foram registradas altas infestações por *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (quase 3.000 por peixe), que causaram danos extensivos a epiderme do salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.), levando a uma falha na regulação de íons que pode provocar a morte do hospedeiro (RAZZOLINI et al., 2019). Embora os neotrópicos contenham uma das maiores diversidades de hospedeiros potenciais (peixes de água doce) para girodactilídeos [estimado por Vari & Malabarba (1998) de 8.000 espécies e até 25% de toda a diversidade de peixes], apenas 53 espécies de girodactilídeos pertencentes a 12 gêneros foram registradas na América do Sul. Provavelmente menos que 1% do número total de espécies vivíparas que ocorrem na América Central e do Sul têm sido registradas na literatura científica (KRITSKY et al., 2013). Na bacia do Tocantins-Araguaia, foi descrita uma espécie de Gyrodactylidae vivíparo, *Scleroductus angularis* Kritsky, Boeger, Mendoza-Franco & Vianna, 2013 em *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus) (Pimelodidae), do Rio Tocantins, na localidade de Porto Nacional, estado do Tocantins (Kritsky et al., 2013).

Girodactilídeos ovíparos ocorrem somente em hospedeiros das famílias Loricariidae e Pimelodidae (Siluriformes) da América do Sul (KRITSKY et al., 2007), enquanto que as espécies vivíparas ocorrem em todas as regiões do mundo, ocupam uma posição basal na família e formam um grupo parafilético (BOEGER et al., 1994; KRITSKY & BOEGER, 2003). Kritsky et al. (2007) sugerem que formas

jovens de espécies ovíparas podem parasitar hospedeiros Pimelodidae e que essas infestações geralmente são acidentais ou ocorrem com poucos animais. A ausência das espécies ovíparas em outras regiões pode ser explicada baseada na relação parasito-hospedeiro: os adultos de espécies ovíparas apresentam ovos com uma capa de cimento (“stickyeggcaps”) na extremidade, que auxilia na fixação do ovo em substratos mais rígidos (BOEGER et al., 2003). Os Loricariidae apresentam uma superfície corporal rígida, possibilitando a fixação desses ovos. Esse fator pode ser limitante na frequência de troca de hospedeiros entre espécies ovíparas, restringindo essas espécies aos loricarídeos (VIANNA, 2007).

Espécies ovíparas têm sido registradas na bacia do Tocantins-Araguaia, como *Phanerothecioides agostinhoi* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007 descrita parasitando *Hypostomus* sp. e *Pseudoplatystoma fasciatum*; *Phanerothecium spinatoides* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007 parasitando *Hypostomus* spp. e o registro de *Phanerothecium harrisi* Kritsky & Boeger, 1991 em *Hypostomus* sp., todas coletadas no Reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, Rio Tocantins, Porto Nacional, Tocantins, Brasil (KRITSKY et al., 2007).

Dactylogyridae Bychowsky, 1933 representa uma família grande e especiosa dentro de Monogenoidea, composta por parasitos altamente específicos aos seus hospedeiros (BOEGER & VIANNA, 2006; COHEN et al., 2013; NEGREIROS et al., 2019). Formam um grupo de parasitos ovíparos que se localizam predominantemente nas brânquias de peixes marinhos e de água doce.

Apesar da grande representatividade da família nos hospedeiros neotropicais, na bacia do Tocantins-Araguaia poucas espécies foram descritas: *Euryhaliotrema dontykoleos* Fehlaue & Boeger, 2005 foi descrita de *Pachyurus junki* coletados em diferentes localidades da bacia: Rio São Valério na municipalidade de Santa Rosa; no Rio Tocantins, nas municipalidades de Ipueiras, Porto Nacional e Peixe; no Rio Areia, no Rio Santa Tereza, municipalidade de Peixe, todos localizados no estado do Tocantins. *Demidospermus pinirampi* (Kritsky, Thatcher & Boeger, 1987) foi registrada em *Pimelodina flavipinnis* coletada no Reservatório de Lajeado, médio Rio Tocantins, Porto Nacional, Tocantins (AGUIAR et al., 2017). Rosim et al. (2011) descreveram duas espécies de *Urocleidoidea*, *Urocleidoidea cuiabai* Rosim, Mendoza-Franco & Luque, 2011 e *U. brasiliensis* Rosim, Mendoza-Franco & Luque, 2011 coletadas em *Hoplias malabaricus* (Bloch) do Rio Araguaia e do Rio Cristalino, respectivamente. Yamada & Takemoto (2013) registraram o parasitismo por *Sciadicleithrum ergensi* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1989, *Sciadicleithrum uncinatum* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1989, *Sciadicleithrum umbilicum* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1989, *Gussevia tucunarensis* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, em *Cichlapiquiti* Kullander & Ferreira nos reservatórios de Lajeado e São Salvador. Santos et al. (2008) examinaram *Arapaima gigas* (Cuvier), provenientes do rio Araguaia, estado de Mato Grosso e

reportaram a presença de *Dawestremacycloancistrum* Cepeda & Luque (2010) e descreveram três novas espécies, *Demidospermus ceccarellii* Cepeda & Luque, 2010 *Demidospermus brachyplatystomae* Cepeda & Luque, 2010e *Demidospermus araguaiaensis* Cepeda & Luque, 2010 parasitando *Brachyplatystoma filamentosum* (Lichtenstein) capturados no rio Araguaia no Mato Grosso.

Diplectanidae Monticelli, 1903 é composta de membros parasitos de diversas ordens de peixes, como Perciformes, Cyprinodontiformes, Siluriformes, Anguiliformes, Pleuronectiformes, Scorpaeniformes, Beloniformes, Cypriniformes e Clupeiformes (DOMINGUES, 2004). A maioria é composta por espécies marinhas, mas algumas são registradas de espécies de água doce, sendo que muitas têm sido registradas em peixes de cultivo e são consideradas de importância econômica. Nos rios da América do Sul, seis espécies de diplectanídeos são conhecidas de *Plagioscion* spp. (Sciaenidae), todas pertencentes ao gênero *Diplectanum* Diesing 1858. Boeger et al. (2006) registraram três novas espécies de Diplectanidae coletadas das brânquias de Pachyurinae provenientes do rio Tocantins e afluentes: uma espécie nova de *Diplectanum*, *D. copiosum* Boeger, Fehlaue & Marques 2006 de *Pachyurus junki* Soares & Casattie de *Petilipinnis grunniens* (Jardine & Schomburgk) e duas novas espécies para o novo gênero, *Anoplectanum haptorodynatum* Boeger, Fehlaue & Marques, 2006 de *P. grunniens*, *Anoplectanum microsoma* Boeger, Fehlaue & Marques, 2006 parasito de *P. junki*.

Entre as linhagens de Monogenoidea registradas para o sistema neotropical de água doce, membros de grupos tipicamente marinhos também são registrados de hospedeiros marinho-derivados (Monocotylidae, Hexabothriidae, Diplectanidae e Microcotylidae), sugerindo que a diversificação parasitária seguiu a colonização dessa área biogeográfica derivada. Evidência para essa afirmação pode ser encontrada no estudo de Boeger & Kritsky (2003) que propuseram uma hipótese para a biogeografia histórica das corvinas de água doce, *Plagioscion* spp., baseadas em seus monogenoídeos parasitos (*Euryhaliotrema*), na história paleogeográfica da América do Sul e nos registros fósseis. Os autores sugeriram que a colonização desse meio ambiente por esse sistema parasito-hospedeiro provavelmente ocorreu através de incursões marinhas através da Venezuela durante o Mioceno. A hipótese de Boeger & Kritsky (2003) é congruente com o que foi sugerido para a história biogeográfica dos Potamotrygonidae, que são as raias de água doce e estão restritas aos rios da América do Sul que escoam no Oceano Atlântico e Mar do Caribe. A família compreende quatro gêneros, *Paratrygon* Duméril, *Plesiotrygon* Rosa, Castello & Thorson e *Heliotrygon* Carvalho & Lovejoy e *Potamotrygon* Garman, este último com cerca de 35 espécies válidas (SILVA et al., 2019).

A família Monocotylidae compreende espécies que são parasitos exclusivamente de elasmobrânquios. Os Monocotylidae são únicos, pois os membros habitam

diferentes sítios nos seus hospedeiros, incluindo a pele, brânquias, cavidade nasal, cloaca, reto e glândula retal e mesmo a parede interna da cavidade do corpo (CHISHOLM et al., 2001). A distribuição dos membros da família é ampla, com registro em águas costeiras marinhas e raramente em ambientes de água doce, como lagos e rios. O único gênero de Monocotylidae conhecido parasitando raias de água doce é *Potamotry gonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981, um gênero proposto para acomodar *P. Tsalickisi* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (DOMINGUES & MARQUES, 2007). Durante 20 anos, nenhuma outra espécie do gênero foi reconhecida, mas estudos realizados na bacia do Tocantins-Araguaianesses hospedeiros demonstraram a diversidade de Monogenoidea com a descrição de três novas espécies de *Potamotry gonocotyle*, *P. aramasae* Domingues, Pancera & Marques, 2007, *P. tocantinsense* Domingues & Marques, 2011 e *P. septemcotyle* Domingues & Marques, 2011 e registro de espécies previamente descritas em outras bacias hidrográficas, *P. chisholmae* Domingues & Marques, 2007 e *P. dromedarius* Domingues & Marques, 2007, todas parasitas de *Potamotrygon* spp. (DOMINGUES & MARQUES, 2011).

Outro grupo bastante representativo são os Digenea, que são parasitos pertencentes à classe Trematoda, filo Platyhelminthes e apresentam uma grande variedade de tamanho e forma, que varia desde ovoide até filiforme. São hermafroditas, achatados dorsoventralmente, não segmentados e seus órgãos podem variar em forma e posição, sendo a variação destes caracteres utilizada na classificação das famílias. São parasitos em todas as fases do seu ciclo, necessitando sempre de dois ou mais hospedeiros (KOHN et al., 2013). Com exceção de espécies do gênero *Aporocotyle*, que completam seu desenvolvimento larval em anelídeos poliquetas (KOIE, 1982), todos os Digenea sofrem parte ou a totalidade de seu desenvolvimento larval em moluscos.

Os peixes podem ser parasitados tanto por adultos quanto por larvas, no entanto, poucas espécies adultas são consideradas patogênicas, sendo as infecções por estádios larvares como metacercárias, as mais prejudiciais aos hospedeiros, por estarem encistadas na musculatura, nadadeiras, brânquias, olhos ou vísceras. Estas infecções podem provocar diminuição do crescimento e da sobrevivência do peixe, além de alterações morfológicas, que os tornam repugnantes, podendo atuar como potenciais vetores de outras infecções, além da possibilidade de transmissão para o homem (potencial zoonótico) e outros animais (KOHN et al., 2013).

Metacercárias de diferentes espécies de diplostomídeos têm sido registradas em peixes de água doce, causando catarata verminosa, também chamada diplostomíase, sendo *Austrodiplostomum compactum* Lutz, 1928 a mais frequente, tendo sido registrada pela primeira vez no Brasil em *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) e posteriormente assinalada em diversas espécies de peixes de água doce

(KOHN et al., 2013). Estas metacercárias podem alterar o comportamento dos peixes (SEPPÄLÄ et al., 2004) e a formação de catarata é mais intensa depois que os parasitos completam seu desenvolvimento e estão prontos para infectar o hospedeiro final, aumentando a susceptibilidade do hospedeiro à predação (ALBUQUERQUE et al., 2017), sendo este, um método de transmissão altamente eficiente desses parasitos (MOURITSEN & POULIN, 2003).

Em estudos comparativos entre o parasitismo de peixes nativos e introduzidos da espécie *P. squamosissimus* no Rio Solimões e no Rio Tocantins, onde a espécie é nativa e, no alto rio Paraná onde a espécie foi introduzida, Lacerda et al. (2012; 2013) registraram metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. parasitando humor aquoso nos peixes do Rio Tocantins. Neste estudo, os autores referem que a abundância de *Austrodiplostomum* sp. foi significativamente diferente entre as localidades estudadas, onde a maior foi verificada no Rio Paraná, quando comparada com o Rio Tocantins e Solimões, tendo os hospedeiros coletados no Rio Solimões exibido uma abundância mais alta que os coletados no Rio Tocantins.

A trematodíase transmitida por peixes é especialmente importante no Sudeste Asiático, Extremo Oriente e em regiões onde as pessoas dependem de peixes de água doce como a principal fonte de proteína. Infecções por trematódeos digenéticos grandes e pequenos são comuns. Embora as doenças por si só sejam raramente fatais, elas podem causar morbidade e complicações graves. A via de infecção é através da ingestão de metacercárias localizadas nos músculos, região subcutânea e outros tecidos de peixe consumidos cru ou inadequadamente cozidos (PAPERNA & DZIKOWSKI, 2006).

O Digenea *Caballerotrema brasiliense* Prudhoe, 1960 foi referido por Santos et al. (2008), parasitando o intestino de *A. gigas* coletados no rio Araguaia, município de Cocalinho em Mato Grosso. Recentemente, Pantoja et al. (2019) registraram o rio Tocantins como uma nova localidade geográfica para *Dadaytrema oxycephala* (Diesing, 1836) Travassos, 1931 e o Rio Araguaia, Santa Isabel, Pará, como uma nova localidade para *Dadaytrema minimum* Vaz, 1932 expandindo assim a distribuição geográfica para estes dois Paramphistomoidea. Briosio-Aguilar et al. (2019), ao caracterizarem morfológica e molecularmente Digenea da família Clinostomidae parasitos de peixes da família Cichlidae, citam a ocorrência de *Ithyoclinostomum dimorphum* (metacercária) em *Hoplias malabaricus* proveniente do rio Araguaia, estado do Tocantins.

Yamada & Takemoto (2013) registraram *Genarchella genarchella* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, parasitando *Cichlapiquiti* Kullander & Ferreira provenientes do reservatório de São Salvador e metacercárias de *Ascocotyle* sp. parasitando o mesmo hospedeiro no reservatório de Lajeado, ambos no rio Tocantins.

Corroborando com a tese de que muitas espécies de helmintos parasitos de

peixes da região que compreende a bacia do Tocantins-Araguaia ainda estão por ser descobertas e descritas, Fernandes et al. (2013) descreveram um gênero e espécie da família Cryptogonimidae, *Annakohniella travassosi*, parasitando *Rhapiodon vulpinus* Spix & Agassiz provenientes do rio Capivara, um tributário do Rio Tocantins.

Ainda entre os Platyhelminthes, a classe Cestoda engloba a maioria dos parasitos que apresentam corpo segmentado achatado e um órgão de fixação chamado escólex que é armado por ventosas ou ganchos. Apresentam um ciclo de vida complexo que envolve dois ou até quatro hospedeiros. Para muitas espécies os peixes são hospedeiros intermediários, enquanto para outras, esse papel é desempenhado pelos invertebrados (EIRAS et al., 2000).

Os cestóides adultos são encontrados no intestino e ceco pilórico, enquanto que os estádios larvares, denominados metacestóides, são encontrados na cavidade abdominal, órgãos viscerais e musculatura, sendo comuns no trato digestório de peixes marinhos e de água doce (SMITH & NOGA, 1993). Os adultos quando presentes no lúmen intestinal do hospedeiro definitivo causam pouco ou nenhum prejuízo, podendo apenas causar uma leve irritação no local de fixação do escólex, provocando um aumento na produção de muco (MACHADO et al., 1996). Danos mais sérios podem ser observados quando os parasitos utilizam estruturas de fixação mais eficientes, que podem determinar alterações importantes do ponto de vista histopatológico no intestino do hospedeiro ou quando as infecções são massivas, podendo provocar obstruções intestinais capazes de levar o hospedeiro à morte (EIRAS et al., 2000).

Poucos estudos relacionam esses helmintos a patogenia em peixes. Por outro lado, de acordo com Pereira Jr & Velloso (2016), existem muitos registros de zoonoses relacionadas a parasitoses por Cestoda transmitidas ao homem pelo consumo de peixes, como no relato do caso de Difilobotríase em humano no Brasil (EMMEL et al., 2006).

Yamada & Takemoto (2013) registraram duas espécies de Cestoda parasitando *C. piquiti* em dois reservatórios do rio Tocantins, *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 e *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) nos reservatórios de Lajeado e de São Salvador. Cistos de Cestoda não identificados também foram registrados parasitando o mesentério de *P. squamosissimus* no rio Tocantins por Lacerda et al. (2012). Em 2013 Lacerda et al. registraram a presença de *P. macrophallus*, *P. microscopicus* e *Sciadocephalus megalodiscus* Diesing, 1850 parasitando *C. piquiti* no Rio Tocantins.

Reyda & Marques (2011) descreveram uma nova espécie de Cestoda *Rhinebothrium fulbrighti* Reyda & Marques, 2011 do intestino de *Potamotrygonorbignyi* (Castelnau) e redescobriram *Rhinebothrium copianullum* Reyda, 2008 da válvula espiral de elasmobrânquios provenientes da bacia Tocantins-Araguaia.

*Rhinebothroides glandularis* Brooks, Mayes & Thorson, 1981 e *Rhinebothroides freitasi* (Rego, 1979) foram registrados por Marques e Brooks (2003), parasitando *Potamotry gonhenlei* (Castelnau) no rio Tocantins, no estado do Pará.

Um filo bastante representativo é Nematoda, que inclui um grande grupo de organismos cilíndricos, alongados, afilados em ambas as extremidades e de simetria bilateral. O tubo digestório é completo, com uma boca na extremidade anterior e um ânus próximo à extremidade posterior. Apresenta dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos (ROBERTS & JANOVY, 1996; REY, 2001; SANTOS et al., 2013a).

Este filo representa um diverso grupo de helmintos, com um grande número de espécies, tanto parasitos como de vida livre e apresenta um enorme impacto econômico e ecológico (HODDA, 2007). Os nematóides parasitos constituem um dos grupos mais conhecidos de helmintos parasitos de peixes. Eles infectam espécies de peixes de água doce, salobra ou marinhos e algumas vezes causam danos substanciais para o hospedeiro. Embora nematóides parasitos possam infectar quase todos os órgãos dos peixes, a maioria das espécies conhecidas têm sido descritas no intestino, grande parte como adultos, mas uma parcela significativa deles ocorre como larva (MOLNAR et al., 2006). A presença destes parasitos frequentemente resulta numa debilidade geral do hospedeiro, havendo uma diminuição da resistência contra várias infecções e contra a influência desfavorável do meio ambiente, resultando num decréscimo imediato nos lucros em termos de produção de peixes (MORAVEC, 1998).

Em algumas regiões, nematóides de peixes também representam um importante problema na saúde pública, porque o peixe pode ser uma fonte de sérias doenças para o homem, como por exemplo, anisakiase e a gnatostomíase (KNOFF et al., 2013). A anisakiase é uma parasitose do trato digestório provocada por nematóides da família Anisakidae (PELLOUX et al., 1992), sobretudo *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) e *Pseudoterranova decipiens*, os de maior importância em saúde pública (EIRAS, 1994), bem como *Contracaecum* sp. (KNOFF et al., 2013).

Apontam-se, também, as larvas de *Thynnascaris* sp. e *Hysterothylacium* sp., com predominância nos países do Oriente, principalmente China (MA et al., 1997). O homem torna-se hospedeiro acidental, da forma larvar ( $L_3$ ), ao ingerir peixe cru ou insuficientemente cozido, salgado ou parcialmente defumado (PELLOUX et al., 1992; TAVARES & LUQUE, 2006). Nos últimos anos houve um grande aumento da prevalência de anisakiase ao redor do mundo, principalmente devido ao aumento de consumo de peixe cru ou mal cozido (LYMBERG & CHEAH, 2007; AUDICANA & KENNEDY, 2008; EIRAS et al., 2018).

No Brasil, sabe-se que algumas espécies de peixes de água doce são hospedeiras de diferentes espécies de Nematoda pertencentes a família Anisakidae

bem como do gênero *Gnathostoma* Owen, 1836 (EIRAS et al., 2016). Além disso, casos de anisakiase e gnatostomíase têm sido registrados na América do Sul (EIRAS et al., 2018). A gnatostomíase é uma zoonose causada por espécies do gênero *Gnathostoma*. O homem é o hospedeiro acidental, que ao ingerir peixe cru ou malcozido adquire as larvas de 3º estágio, podendo desenvolver manifestações cutâneas ou viscerais (KNOFF et al., 2013)

Em 2005, Costa et al. estudaram através da microscopia eletrônica de varredura *Goezias pinulosa* (Diesing, 1839) (Nematoda: Anisakidae), coletados de *Arapaima gigas* provenientes do rio Araguaia. Este mesmo helminto, foi estudado por Menezes et al. (2011), que analisaram cinco espécimes de *Arapaima gigas* capturados no rio Araguaia, no estado do Mato Grosso. Neste trabalho, os autores registraram que o parasitismo por *G. spinulosa* que foi responsável pela formação de úlceras no estômago circundadas por um espessamento da mucosa em todos os exemplares de *A. gigas*, sendo registrado um importante achado histopatológico com necrose das glândulas gástricas e um acentuado e difuso infiltrado inflamatório.

Lacerda et al. (2012) compararam amostras provenientes de dois rios onde *Plagioscion squamosissimus* é nativo (rio Tocantins e rio Solimões), com o alto rio Paraná, onde a espécie foi introduzida. Nos exemplares de *P. squamosissimus* provenientes do rio Tocantins foram encontradas larvas de Ascaridoidea gen. sp. e adultos de *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. Em 2013, Lacerda et al. registraram *Contracaecum* sp. (larva) e *Cucullanus* sp. em *Cichla piquiti* no rio Tocantins e no mesmo ano, Yamada & Takemoto registraram a presença de *Contracaecum* sp. e *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 em *Cichlaketelberi* Kullander & Ferreira e *C. piquitinos* reservatórios de Lajeado e de São Salvador, ambos no rio Tocantins. Tavares et al. (2007) registraram larvas de *Terranova* sp. parasitando *Plagioscion squamosissimus* do rio Araguaia, estado do Tocantins. Santos et al. (2008) registraram *Nilonemasenticosum* (Baylis, 1927) e *Goezia spinulosa* parasitando vesícula gasosa e estômago de *A. gigas* respectivamente, provenientes do rio Araguaia no Mato Grosso.

Novas espécies de Nematoda têm sido descritas de peixes coletados na bacia Tocantins-Araguaia, como o Cosmocercidae *Myleusnema brasiliense* de *Myleus* sp. da Serra da Mesa, rio Tocantins, estado do Pará por Moravec & Thatcher (1999). Lacerda et al. (2013) descreveram uma nova espécie da família Cucullanidae *Cucullanus tucunarensis* parasitando *C. piquitido* rio Tocantins, estado do Tocantins. Cárdenas et al. (2019) descreveram *Ichthyouris nunani* de *Laemolyta taeniata* (Kner) e *Curimataacutirostris* Vari & Reis também do rio Tocantins, na região do município de Estreito, Estado do Maranhão, Brasil.

Infecções humanas causadas por nematóides transmitidos por peixes têm sido relatadas em todo o mundo, e são consideradas doenças emergentes (LYMBERY

& CHEAH, 2007; AUDICANA & KENNEDY, 2008; EIRAS et al., 2016). No Brasil especial atenção tem sido dada em função da importância destes helmintos para saúde pública. Vargas et al. (2012) relataram que em 2005 um homem proveniente do Rio de Janeiro que viajou para o Tocantins para praticar pesca esportiva, se alimentou de peixe cru (*Cichla* sp.). Alguns dias depois, ele apresentou uma série de sintomas como febre baixa, tosse, sensibilidade abdominal e dor no ombro esquerdo. Após o tratamento com albendazol, surgiram nódulos, inchados e avermelhados no tórax. Exames realizados como o *immunoblotting* do plasma, levou ao diagnóstico de *Gnathostom aspinigerum* Owen, 1836 (VARGAS et al., 2012). Embora os autores não tenham citado a localidade, em 2015, Eiras et al. citaram este artigo, mencionando que este fato ocorreu no rio Tocantins.

Amato-Neto et al. (2007) registraram um possível caso de anisakiíase adquirido por um grupo de pescadores que estava viajando para Ilha do Bananal, Tocantins e se alimentaram de um peixe cru, registrado como pertencente à família Cichlidae. No entanto, para Eiras et al. (2015) este caso se tratava de gnatostomíase e não de anisakiíase.

Na América do Sul, nematóides transmitidos através de alimentos têm sido registrados na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Peru (EIRAS et al., 2018). De acordo com esses autores, casos de infecções em humanos têm surgido em números subestimados e a população precisa ser informada sobre o risco de hábitos alimentares, bem como órgãos de saúde pública devem estar mais atentos na criação de protocolos que levem a um correto diagnóstico de doenças parasitárias transmitidas através do consumo de pescado cru ou inadequadamente cozidas.

Deste modo, tanto a presença de nematóides da família Anisakidae (*Contracaecum* sp.), como o registro de caso de gnatostomíase na região, mostram o grande potencial zoonótico dos peixes do rio Tocantins, por causarem infecções humanas e representarem um risco para a população local.

O filo Acanthocephala representa um táxon monofilético que engloba um pouco mais de 1290 espécies descritas, sendo todas parasitos obrigatórios de vertebrados (AMIN, 2013; TAKEMOTO, 2017).

Sua morfologia reflete ampla adaptação ao seu modo de vida parasitário e habitat entérico. Apresentam uma redução evolutiva nos sistemas muscular, nervoso, circulatório e excretor e ausência completa de um sistema digestório. São dióicos e geralmente demonstram algum grau de dimorfismo sexual em tamanho, sendo as fêmeas maiores que os machos (KENNEDY, 2006).

Os estádios infectantes (formas larvais) transitam por diferentes níveis tróficos em ciclos heteroxênicos rumo a fase adulta, onde o ciclo de vida está baseado na teia trófica com uma ampla especificidade de hospedeiros intermediários, paratênicos e definitivos, apresentando como padrão, um artrópode como hospedeiro intermediário

e um vertebrado como hospedeiro definitivo (SANTOS et al., 2013b; PEREIRA Jr & SILVA, 2016).

Alguns fatores podem influenciar na patogenia que irá depender da espécie, do número e do tamanho dos parasitos. Estes parasitos se alojam no intestino e se nutrem através da absorção de nutrientes diretamente através do tegumento, o que pode levar a desnutrição do hospedeiro (PAVANELLI et al, 1998). São considerados uma grave ameaça para o desenvolvimento de peixes, tanto na natureza como na criação intensiva (ONAKA, 2009). Há ainda, relatos que esses organismos podem causar alterações de comportamento em seus hospedeiros, tornando-os susceptíveis à predação (TARASCHEWSKI, 2000).

Nos últimos anos, esse grupo vem despertando crescente interesse como possíveis indicadores da saúde ambiental, pois apresentam concentração de metais pesados milhares de vezes maiores que as detectadas nos tecidos de seus hospedeiros (SANTOS et al., 2013b).

Até o momento, são poucos os registros de indivíduos pertencentes a este filo na bacia Tocantins-Araguaia. Estudos conduzidos por Santos et al. (2008) reportaram o parasitismo por *Polyacanthorhynchus hopalorhynchus* (Diesing, 1851) no intestino de *A. gigas*. Lacerda et al. (2012) registraram *Neoechinorhynchus paraguayensis* Machado-Filho, 1959, parasitando o intestino de *P. squamosissimus*.

Os peixes de água doce representam um recurso valioso, tanto para economia como para o ambiente, o que justifica um maior interesse das mais diversas áreas da ciência por estes organismos. O número de trabalhos sobre a biologia em geral e sobre as doenças parasitárias vem aumentando nos últimos anos, embora este último aspecto ainda esteja muito abaixo das expectativas, visto que a relação da diversidade de espécies da ictiofauna neotropical não condiz com a diversidade de parasitos descritos até o presente momento.

As várias espécies descritas a partir de espécies hospedeiras endêmicas da bacia Tocantins-Araguaia corrobora com a visão de que muitas espécies de helmintos ainda devem ser descobertas, o que irá contribuir para um significativo aumento do conhecimento da biodiversidade da região.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, A. A.; GODOY, A. T.; YAMADA, F. H.; BRANDÃO, H.; PAES, J. V. K; BONGIOVANI, M. F.; MÜLLER, M. I.; YAMADA, P. O. F; NARCISO, R. B.; SILVA, R. J. **Aspectos parasitológicos dos peixes**. In: SILVA, R. J. (Org.). *Integridade ambiental da represa de Jurumirim: ictiofauna e relações ecológicas* [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2016. p. 115–192. <https://doi.org/10.7476/9788568334782>.

ANA –AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Rio Tocantins, 2019. Disponível em <https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/tocantins/saiba-mais-tocantins>. Acesso em 30 de outubro de 2019.

- AGUIAR, J. C. C.; BUENO, G. B. F.; SANTOS, S. M. C.; ADRIANO, E. A. **Supplementary taxonomic description of *Demidospermus pinirampi* (Monogeneoidea, Dactylogyridae), with a new host record and an expansion of its distribution range.** *Acta Amazonica*, v. 47, n. 4, p. 355–358, 2017.
- ALBUQUERQUE, N. B. D.; MOREY, G. A. M.; MORAIS, A. M.; MALTA, J. C. O. **Metacercariae of *Austrodiplostom umcompactum* (Lutz, 1928) (Trematoda, Diplostomidae) infecting the eyes of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scienidae) from Lake Catalão, Amazonas, Brazil.** *Acta Amazonica*, v.47, n.2, p.141–146, 2017.
- AMATO-NETO, V.; AMATO, J. G. D. P.; AMATO, V. S. **Probable recognition of human anisakiasis in Brazil.** *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 49, n. 4, p. 261–262, 2007.
- AMIN, O. M. **Classification of the Acanthocephala.** *Folia Parasitologica*, v. 60, n. 4, p. 273–305, 2013.
- AUDICANA M. T.; KENNEDY M. W. ***Anisakis simplex*: from obscure infectious worm to inducer of immune hypersensitivity.** *Clinical Microbiology Reviews*, v. 21, n. 2, p. 360–79, 2008.
- BAKKE, T. A.; CABLE, J.; HARRIS, P. D. **The biology of gyrodactylid monogeneans: the “Russian-doll killers”.** *Advances in Parasitology*, v. 64, p. 161–376, 2007.
- BOEGER, W. A.; COHEN, S. C.; DOMINGUES, M. V.; JUSTO, M. C. N.; PARISELLE, A. **Gyrodactylidae.** In: *Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/16300/>. Acesso em 1 de novembro de 2019.
- BOEGER, W. A.; FEHLAUER, K. H.; MARQUES, E. E. **Neotropical Monogeneoidea. 49. Four new species of the Diplectanidae (Dactylogyridae) from the gills of some pachyurines (Teleostei: Sciaenidae) from the Rio Tocantins and Rio Doce Basins, with the proposal of *Anoplectanum* n. g. and *Spinomatrix* n. g.** *Systematic Parasitology*, v. 64, p. 57–68, 2006.
- BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C. **Parasites, Fossils and geologic history: historical biogeography of the South American freshwater croakers, *Plagioscion* species (Teleostei, Scianidae).** *Zoologica Scripta*, v. 32, p. 3–11, 2003.
- BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C.; BELMONT-JÉGU, E. **Neotropical Monogeneoidea. 20. Two New Species of Oviparous Gyrodactylidae (Polyonchoinea) from Loricariid Catfishes (Siluriformes) in Brazil and the Phylogenetic Status of Ooegyrodactylidae Harris, 1983.** *Journal of the Helminthological Society of Washington*, v. 61, n. 1, p. 34–44, 1994.
- BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C.; PIE, M. R. **Context of diversification of the viviparous Gyrodactylidae (Platyhelminthes, Monogeneoidea).** *Zoologica Scripta*, v. 32, p. 437–448, 2003.
- BOEGER, W. A.; VIANNA, R. T. **Monogeneoidea.** In: ADIS, J.; ARIAS, J. R.; RUEDA-DELGADO, G.; WANTZEN, K. M. (Eds.), *Aquatic Biodiversity in Latin America*. v. 1. *Amazon Fish Parasites*. 2ed. Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria, p. 42–116, 2006.
- BRIOSIO-AGUILAR, R.; GARCÍA-VARELA, M.; HERNÁNDEZ-MENA, D. I.; RUBIO-GODOY, M.; PÉREZ-PONCE, L. G. **Morphological and molecular characterization of an enigmatic clinostomid trematode (Digenea: Clinostomidae) parasitic as metacercariae in the body cavity of freshwater fishes (Cichlidae) across Middle America.** *Journal of Helminthology*, v. 93, p. 461–474. 2019. <https://doi.org/10.1017/S0022149X18000445>.
- BROOKS D. R.; HOBERG E, P. **Parasite systematics in the 21st century: opportunities and obstacles.** *Trends in Parasitology*, v. 17, p. 273–275, 2001.
- CABLE, J.; HARRIS, P. D. **Gyrodactylid developmental biology: historical review, current status and future trends.** *International Journal for Parasitology*, v. 32, p. 255–280, 2002.

- CÁRDENAS, M. Q.; FERNANDES, B. M. M.; JUSTO, M. C. N.; COHEN, S. C. **A New Species of *Ichthyouris* Inglis, 1968 (Nematoda: Pharyngodonidae) Parasitizing Two Characiform Fishes from Tocantins River, Maranhão State, Brazil.** *Comparative Parasitology*, v. 86, n. 1, p. 5–10, 2019.
- CEPEDA, P. B.; LUQUE, J. L. **Three New Species of *Demidospermus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitizing *Brachyplatystoma filamentosum* (Siluriformes: Pimelodidae) from the Araguaia River, Brazil.** *Journal of Parasitology*, v. 96, n. 5, p. 869–873, 2010.
- CHISHOLM, L. A.; MORGAN, J. A.; ADLARD, R. D.; WHITTINGTON, I. D. **Phylogenetic analysis of the Monocotylidae (Monogenea) inferred from 28S rDNA sequences.** *International Journal for Parasitology*, v. 31, n. 11, p. 1253–1263, 2001.
- CHISHOLM, L. A.; WHEELER, T. A.; BEVERLEY-BURTON, M. **A phylogenetic analysis and revised classification of the Monocotylidae Taschenberg, 1879 (Monogenea).** *Systematic Parasitology*, v. 32, p. 159–191, 1995.
- COHEN, S. C.; JUSTO M. C. N.; KOHN, A. **South American Monogenoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles.** Ed. Oficina de Livros, Rio de Janeiro, Brazil, 663 pp, 2013.
- COSTA, H. M. D. A.; GUIMARÃES, M. P.; CABRAL, D. D.; MUNDIM, M. J. S. **Scanning electron microscopic observations on *Goezia spinulosa* (Diesing, 1839) (Nematoda: Anisakidae) from *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817).** *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 90, n. 6, p. 703–705, 1995.
- DOMINGUES, M. V. **Filogenia e taxonomia de Diplectanidae Monticelli, 1903 (Platyhelminthes: Monogenoidea).** Tese de Doutorado da Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, 2004.
- DOMINGUES, M. V.; MARQUES, F. P. L. **Phylogeny and taxonomy of *Potamotrygonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Monogenoidea: Monocotylidae) with a description of four new species.** *Journal of Helminthology*, v. 85, n. 4, p. 353–380, 2011.
- DOMINGUES, M. V.; MARQUES, F. P. L. **Revision of *Potamotrygonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Platyhelminthes: Monogenoidea: Monocotylidae) with descriptions of four new species from the gills of freshwater stingrays *Potamotrygon* spp. (Rajiformes: Potamotrygonidae) from the La Plata river basin.** *Systematic Parasitology*, v. 67, n. 3, p. 157–174, 2007.
- EIRAS J. C. **Elementos de Ictioparasitologia.** Fundação Engenheiro Antônio de Almeida. 339 pp, 1994.
- EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; NAWA, Y. **Fish-borne nematodiasis in South America: neglected emerging diseases.** *Journal of Helminthology*, v. 92, n. 6, p. 649–654, 2018.
- EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; YAMAGUCHI, M. U. KARLING, L. C.; NAWA, Y. **Potential risk of fish-borne nematode infections in humans in Brazil—current status based on a literature review.** *Food and Waterborne Parasitology*, v. 5, p. 1–6, 2016.
- EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G. C.; YAMAGUCHI, M. U.; KARLING, L. C. **Probable recognition of human anisakiasis in Brazil.** *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 57, n. 4, p. 358–358, 2015.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes.** Maringá: Editora Universidade Estadual de Maringá, 173 pp, 2000.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; ADRIANO, E. A. **About the biodiversity of parasites of freshwater fish from Brazil.** *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, v.

EMMEL, V.E.; INAMINE, E.; SECCHI, C.; BRODT, T.C.Z.; AMARO, M. C. O.; CANTARELLI, V. V.; SPALDING, S. ***Diphyllobothrium latum*: relato de caso no Brasil**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 39, n. 1, p. 82-84, 2006.

FERNANDES, B. M. M.; COHEN, S. C.; MENDONÇA, H. S.; JUSTO, M. C. N. ***Annakohniellatravassosi* n. gen., n. sp. (Digenea: Cryptogonimidae) parasite of *Rhaphiodon vulpinus* (Pisces: Cynodontidae) from Brazil**. *Comparative Parasitology*, v. 80, n. 1, p. 17–22, 2013.

GALLI, P.; CROSA, G.; MARINIELLO, L.; ORTIS, M.; D'AMELIO, S. **Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities**. *Hydrobiologia*, v. 452, n. 1–3, p. 173–179, 2001.

GARAVELLO, J. C.; GARAVELLO, J. P.; OLIVEIRA, A. K. **Ichthyofauna, fish supply and fisher men activities on the mid-Tocantins River, Maranhão State, Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 3, p. 575–585, 2010.

HARRIS, P. D.; SHINN, A. P.; CABLE, J.; BAKKE, T. A.; BRON, J. E. **GyroDb: gyrodactylid monogeneans on the web**. *Trends in Parasitology*, v. 24, p. 109–111, 2008.

HODDA, M. **Phylum Nematoda**. *Zootaxa*, 1668, p. 265–293, 2007.

KENNEDY, C. **Ecology of the Acanthocephala**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541902>.

KNOFF, M.; SÃO CLEMENTE, S. C.; KARLING, L. C.; GAZARINI, J.; GOMES, D. C. **Helmintos com potencial zoonótico**. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS (Org). *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: Eduem, p. 17–35, 2013.

KOHN, A.; COHEN, S.C.; JUSTO, M. C. N.; FERNANDES, B. M. M. **Digenea**. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R.M.; EIRAS, J. C. *Peixes de água doce do Brasil*. Rio Grande: Ed. da FURG, 452 pp, 2013.

KOHN, A; JUSTO, M. C. M.; COHEN, S. C. **Monogenoidea**. In: EIRAS, J. C.; VELLOSO, A. L.; PEREIRA JR, J (Org.). *Parasitas de peixes marinhos da América do Sul*. 1 ed. Ed. Rio Grande: Editora da FURG, p. 53–94, 2016.

KØIE, M. **The redia, cercaria early stages of *Aporocotyle simplex* Odhner, 1900 (Sanguinicolidae): a digenetic trematode which has a polychaete annelid as the only intermediate host**. *Ophelia*, v. 21, p. 115–145, 1982.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A. **Phylogeny of the Gyrodactylidae and the phylogenetic status of *Gyrodactylus Nordmann, 1832* (Platyhelminthes: Monogenoidea)**. *Taxonomy, Ecology and Evolution of Metazoan Parasites*, v. 2, p. 37–58, 2003.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W.A; MENDOZA-FRANCO, E. F.; VIANNA, R.T. **Neotropical Monogenoidea. 57. Revision and phylogenetic position of *Scleroductus Jara & Cone, 1989* (Gyrodactylidae), with descriptions of new species from the Guatemalan chulin *Rhamdiaguatemalensis* (Günther) (Siluriformes: Heptapteridae) in Mexico and the barred sorubim *Pseudoplatystomafasciatum* (Linnaeus) (Siluriformes: Pimelodidae) in Brazil**. *Systematic Parasitology*, v. 84, p.1–15, 2013.

KRITSKY, D. C.; VIANNA, R. T.; BOEGER, W. A. **Neotropical Monogenoidea. 50. Oviparous gyrodactylids from loriciid and pimelodid catfishes in Brazil, with the proposal of *Phanerothecioides* n. g.; *Onychogyrodactylus* n. g. and *Aglaiogyrodactylus* n. g. (Polyonchoinea: Gyrodactylidea)**. *Systematic Parasitology*, v. 66, n. 1, p. 1–34, 2007.

- LACERDA, A. C. F.; TAKEMOTO, R. M.; TAVARES-DIAS, M.; POULIN, R.; PAVANELLI, C. G. **Comparative parasitism of the fish *Plagioscion squamosissimus* in native and invaded river basins.** *Journal of Parasitology*, v. 98, n. 4, p. 713–717, 2012.
- LACERDA, A. C. F.; TAKEMOTO, R. M.; POULIN, R.; PAVANELLI, G. C. **Parasites of the fish *Cichlapiquiti* (Cichlidae) in native and invaded Brazilian basins: release not from the enemy, but from its effects.** *Parasitology Research*, v. 112, n. 1, p. 279–288, 2013.
- LLEWELLYN, J. The biology of *Isancistrum subulatae* n. sp., a monogenean parasitic on the squid, *Alloteuthis subulata*, at Plymouth. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 64, n. 2, p. 285–302, 1984.
- LYMBERG, A. J.; CHEAH, F. Y. **Anisakid nematodes and anisakiasis.** In: *Food-borne parasitic zoonoses*. Springer, Boston, MA, p. 185–207, 2007.
- MA, H. M.; JIANG, T. T. J.; QUAN, F. S.; CHEN, X. G.; WANG, H. D.; ZHANG, Y. S.; CUI, M. S.; ZHI, W. Y.; JIANG, D. C. **The infection status of anisakid larvae in marine fish and cephalopods from the Bohai Sea, China and their taxonomical consideration.** *The Korean Journal of Parasitology*, v. 35, p. 19–24, 1997.
- MACHADO, M. K.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. **Introdução ao estudo dos parasitos de peixes.** Apostila. Universidade Estadual de Maringá, 1996.
- MARQUES, F. P. L.; BROOKS, D. R. **Taxonomic revision of *Rhinebothroides* (Eucestoda: Tetraphyllidae: Phyllobothriidae), parasites of Neotropical freshwater stingrays (Rajiformes: Myliobatoidei: Potamotrygonidae).** *Journal of Parasitology*, v. 89, p. 994–1017, 2003. <https://doi.org/10.1645/GE-3059>.
- MEINILA, M.; KUUSELA, J.; ZIETARA, M. S.; LUMME, J. **Initial steps of speciation by geographic isolation and host switch in salmonid pathogen *Gyrodactylus salaricus* (Monogenea: Gyrodactylidae).** *International Journal for Parasitology*, v. 34, p. 515–526, 2004.
- MENEZES, R. C.; SANTOS, S. M. C. D.; CECCARELLI, P. S.; TAVARES, L. E. R.; TORTELLY, R.; LUQUE, J. L. **Tissue alterations in the pirarucu, *Arapaima gigas*, infected by *Goeziaspinus* (Nematoda).** *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 20, n. 3, p. 207–209, 2011.
- MERONA, B. **Aspectos ecológicos da ictiofauna no baixo Tocantins.** *Acta Amazonica*, v. 17, p. 109–160, 1987.
- MOLNAR, K.; BUCHMANN, K.; SZÉKELY, C. **Phylum Nematoda.** In: WOO, P. T. K. *Fish Diseases and Disorders*. 2ed. Cambridge: CAB International, p. 417–443, 2006.
- MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region.** Praha: Academia, 1998. 464p.
- MORAVEC, F.; THATCHER, V. E. ***Myleusnema brasiliense* sp. n. (Nematoda: Kathliniidae), a new intestinal parasite of the serrasalmid fish *Myleus* sp. in Brazil.** *Folia Parasitologica*, v. 46, n. 3, p. 216–220, 1999.
- MOURITSEN, K. N.; POULIN, R. **Parasite-induced trophic facilitation exploited by a non-host predator: a manipulator's nightmare.** *International Journal for Parasitology*, v. 33, p. 1043–1050, 2003.
- NEGREIROS, L. P.; PEREIRA, F. B.; TAVARES-DIAS, M. ***Dadaytremaoxycephala* (Digenea: Cladorchiidae) in definitive host *Pimelodus blochii* (Pisces: Pimelodidae), with morphological and geographic distribution data in fishes from the South America.** *Journal of Parasitic Diseases*, p. 1–7, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12639-019-01161-z>

- OLIVEIRA, M.S.B.; CORRÊA, L.L.; TAVARES-DIAS, M. **Helminthic endofauna of four species of fish from lower Jari River, a tributary of the amazon basin in Brazil.** *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 45, n. 1, p. 393, 2019. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.1.393>.
- ONAKA, E. M. **Principais parasitoses diagnosticadas no Brasil.** In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). *Manejo e Sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá, p. 536-574, 2009.
- PANTOJA, C.; SCHOLZ, T.; JOSÉ LUIS LUQUE, J. L.; JONES, A. **First molecular assessment of the interrelationships of cladorchiid digeneans (Digenea: Paramphistomoidea), parasites of Neotropical fishes, including descriptions of three new species and new host and geographical records.** *Folia Parasitologica*, v. 66, p. 1-21, 2019. <https://doi.org/10.14411/fp.2019.011>.
- PAPERNA, I.; DZIKOWSKI, R. **Digenea (Phylum Platyhelminthes).** In: *Fish diseases and disorders*. 2ed. Edited by P.T.K. Woo, University of Guelph, Canada, p. 345-390, 2006.
- PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento.** Eduem. Maringá, 264pp, 1998.
- PELLOUX H.; PINEL, C.; AMBROISE T. P. **Larves d' Anisakidae: détection dans La chair des poissons et préventions de l' anisakiase humaine.** *Médecine et Maladies Infectieuses*, v. 22, n. 11, p. 39-40, 1992.
- PEREIRA JR, J.; SILVA, R. Z. **Acanthocephala.** In: EIRAS, J. C.; VELLOSO, A. L.; PEREIRA JR, J (Org.). *Parasitos de peixes marinhos da América do Sul*. 1 ed. Ed. Rio Grande: Editora da FURG, p. 259-276, 2016.
- PEREIRA, J.R. J.; VELLOSO, A. L. **Cestoda.** In: EIRAS, J. C.; VELLOSO, A. L.; PEREIRA JR, J (Org.). *Parasitos de peixes marinhos da América do Sul*. 1 ed. Ed. Rio Grande: Editora da FURG, 441pp, 2016.
- POULIN, R. **The evolution of monogenean diversity.** *International Journal of Parasitology*, v. 32, p. 245-254, 2002.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity.** Washington: Smithsonian Books, 216pp., 2004.
- RAZZOLINI, E.; MURARI, A. M.; BALDISSEROTTO, B.; BOEGER, W. A. **Neotropical Monogenoidea. 61: Gyrodactylus lillianen. sp. (Polyonchoinea, Gyrodactylidae), a parasite of Rhamdia quelen (Siluriformes, Heptapteridae) from Southern Brazil: a potential nuisance for aquaculture.** *Systematic Parasitology*, v. 96, p. 407-415, 2019.
- REY, L. **Parasitologia.** 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 856p.
- REYDA F.B.; MARQUES F.P.L. **Diversification and Species Boundaries of Rhinebothrium (Cestoda; Rhinebothriidea) in South American Freshwater Stingrays (Batoidea; Potamotrygonidae).** *Plos one*, v. 6, n. 8, 2004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022604>.
- ROBERTS S. L., JANOVY JR. J. 1996. **Foundations of Parasitology.** 5ed, Wm. C. Brown Publishers, USA, 1996. 658p.
- ROSIM, D.F.; MENDOZA-FRANCO, E.F.; LUQUE, J.L. **New and previously described species of Urocleidoidea (Monogenoidea: Dactylogyridae) infecting the gills and nasal cavities of Hoplias malabaricus (Characiformes: Erythrinidae) from Brazil.** *Journal of Parasitology*, v. 97, p. 406-417, 2011.
- SANTOS, C. P.; MACHADO, P. M.; SANTOS, E. G. N. **Nematoda.** In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (Org.). *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: Eduem, p. 333-

SANTOS, C. P.; MACHADO, P. M.; SANTOS, E. G. N. **Acanthocephala**. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (Org). *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: Eduem, p. 353–370, 2013b.

SANTOS, G. M.; MERONA, B.; JURAS, A. A; JÉGU, M. **Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí**. Eletronorte, Brasília, 216 pp., 2004.

SANTOS, S. M. C.; CECCARELLI, P. S.; LUQUE, J. L. **Helmintos parasitos do pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae), no rio Araguaia, estado de Mato Grosso, Brasil**. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 17, n. 3, p. 171–173, 2008.

SEPPÄLÄ, O.; KARVONEN, A.; VALTONEN, E.T. **Parasite-induced change in host behaviour and susceptibility to predation in an eye fluke–fish interaction**. *Animal Behavior*, v. 68, n. 2, p. 257–263, 2004. <https://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.10.021>.

SILVA, J. P. C. B. DA; LOBODA, T. S. ***Potamotrygon marquesi*, a new species of neotropical freshwater stingray (Potamotrygonidae) from the Brazilian Amazon Basin**. *Journal of Fish Biology*, v. 95, n.2, p. 594-612, 2019.

SMITH, S.A.; NOGA, E. **General Parasitology**. In: STOSKOPF, D. V. M (Ed). *Fish Medicine*. W.B. Philadelphia: PA. Saunders Company, p. 132–148, 1993.

TAKEMOTO, R. M. **Acanthocephala**. In: FRANSOZO, A. & NEGREIROS–FRANSOZO, M. L (Org.). *Zoologia dos Invertebrados*. 1ed. Rio de Janeiro: Roca, p. 350–356, 2017.

TARASCHEWSKI, H. **Host–parasite interactions in Acanthocephala: a morphological approach**. *Advances in Parasitology*, v. 46, p. 1–179, 2000.

TAVARES, L.E.R.; SAAD, C.D.R.; CEPEDA, P.B.; LUQUE, J.L. **Larvals of *Terranova* sp. (Nematoda: Anisakidae) parasitic in *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) from Araguaia River, State of Tocantins, Brazil**. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 16, n. 2, p. 110–115, 2007.

TAVARES, L. E. R.; LUQUE, J. L. F. **Sistemática, biologia e importância em saúde coletiva de larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas de peixes ósseos marinhos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. In: SILVA–SOUZA, A. T. *Sanidade de organismos aquáticos no Brasil*. Maringá: Abrapoa, p. 297–328, 2006.

THURSTON, J. P.; LAWS, R. M. ***Oculotrema hippopotami* (Trematoda: Monogenea) in Uganda**. *Nature*, v. 205, p. 1127, 1965.

VARGAS, T. J. S.; KAHLER, S.; DIB, C.; CAVALIERE, M. B. & JEUNON–SOUSA, M. A. **Autochthonous gnathostomiasis, Brazil**. *Emerging Infectious Diseases*, v. 18, n. 12, p. 2087, 2012.

VARI, R. P.; MALABARBA, L. R. **Neotropical ichthyology: an overview**. In: MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P.; LUCENA, Z.M.S.; LUCENA, C. A. S. (Eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Edipucrs, Porto Alegre, p. 1–12, 1998.

VEGA, R.; RAZZOLINI, E.; ARBETMAN, M.; VIOZZI, G. P. **Two new species of *Gyrodactylus* von Nordman, 1832 (Monogeneoidea: Gyrodactylidae) parasitizing introduced poeciliids in Pantagonia**. *Zootaxa 4664*, v. 3, p. 423–433, 2019.

VIANNA, R. T. **Filogenia e biogeografia histórica dos Gyrodactylidae (Monogeneoidea): morfologia, moléculas e evidência total**. Tese de Doutorado da Universidade Federal do Paraná,

VIANNA, R. T.; BOEGER, W. A. **Neotropical Monogenoidea. 60. Two new species of *Gyrodactylus* (Monogenoidea: Gyrodactylidae) from the armored-catfish, *Paraeiorhaphisparmula* Pereira (Loricariidae) and from the cascarudo, *Callichthys callichthys* (Linnaeus) (Callichthyidae) from Brazil.** *Zootaxa* 4551, v. 1, p. 87–93, 2019.

YAMADA, F. H.; TAKEMOTO, R. M. **Metazoan parasite fauna of two peacock-bass cichlid fish in Brazil.** *Check List*, v. 9, n. 6, p. 1371–1377, 2013.

ZIETARA, M. S.; LUMME, J. **Speciation by host switch and adaptive radiation in a fish parasite genus *Gyrodactylus* (Monogenea, Gyrodactylidae).** *Evolution*, v. 56, p. 2445–2458, 2002.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Jéssica Aparecida Prandel** - Mestre em Ecologia (2016-2018) pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Erechim, com projeto de pesquisa Fragmentação Florestal no Norte do Rio Grande do Sul: Avaliação da Trajetória temporal como estratégias a conservação da biodiversidade. Fez parte do laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental da URI. Formada em Geografia Bacharelado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, 2014). Em 2011 aluna de Iniciação científica com o projeto de pesquisa Caracterização de Geoparques da rede global como subsídio para implantação de um Geoparque nos Campos Gerais. Em 2012 aluna de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com projeto de pesquisa Zoneamento Ambiental de áreas degradadas no perímetro urbano de Palmeira e Carambeí (2012-2013). Atuou como estagiária administrativa do laboratório de geologia (2011-2013). Participou do projeto de extensão Geodiversidade na Educação (2011-2014) e do projeto de extensão Síntese histórico-geográfica do Município de Ponta Grossa. Em 2014 aluna de iniciação científica com projeto de pesquisa Patrimônio Geológico-Mineiro e Geodiversidade-Mineração e Sociedade no município de Ponta Grossa, foi estagiária na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa no Departamento de Patrimônio (2013-2014), com trabalho de regularização fundiária. Estágio obrigatório no Laboratório de Fertilidade do Solo do curso de Agronomia da UEPG. Atualmente é professora da disciplina de Geografia da Rede Marista de ensino, do Ensino Fundamental II, de 6º ao 9º ano e da Rede pública de ensino com o curso técnico em Meio Ambiente. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Educação, Geoprocessamento, Geotecnologias e Ecologia.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ambiente saudável 1, 2, 3, 5

### B

Biomassa 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 37, 38, 39, 40, 75, 77, 78, 79, 80, 88

### C

Conservação 14, 41, 50, 52, 76, 95, 103, 108, 110, 115, 116, 117, 119, 147

### D

Direito humano 2, 3, 4, 9, 10

### E

Economia 6, 54, 67, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 118, 119

Ecosistemas 7, 40, 54, 56

Educação 1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 87, 93, 96, 147

Educação ambiental 2, 3, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 93, 96

Erosão 116

Exploração sustentável 108, 110

### G

Gestão ambiental 3, 7, 87, 96, 107

Gestão de resíduos urbanos 94, 103

### M

Matéria orgânica 27, 30, 37, 38, 39, 79, 122, 123, 127

Meio ambiente 1, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 24, 60, 64, 76, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 92, 95, 96, 98, 103, 108, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 147

Modelagem 25, 26, 27, 40

### O

Orgânico 17, 25, 26, 27, 30, 38, 39, 52, 77, 80, 81, 113, 115, 118

### P

Práticas sustentáveis 115

### R

Recursos hídricos 3, 7, 24, 116

Recursos naturais 3, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 22, 44, 84, 85, 87, 113, 115, 117

## S

Saneamento 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10

Sustentabilidade 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 24, 47, 53, 76, 83, 84, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 109, 115, 117, 118

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**