



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

NICOLÁS JONATHAN JESÚS TARMEÑO ROJAS

**PARASITOS E SANIDADE DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES MARINHOS
(ACTINOPTERYGII) DE IMPORTÂNCIA COMERCIAL NA REGIÃO NORDESTE DO
BRASIL**

RECIFE - PE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA E FISILOGIA ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

NICOLÁS JONATHAN JESÚS TARMEÑO ROJAS

**PARASITOS E SANIDADE DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES MARINHOS
(ACTINOPTERYGII) DE IMPORTÂNCIA COMERCIAL NA REGIÃO NORDESTE DO
BRASIL**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciência Animal Tropical

Orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Bianque de Oliveira.

Co-orientador: Prof. Dr. José Luis Luque Alejos

RECIFE - PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

R741p Tarmeño Rojas, Nicolás Jonathan Jesús
Parasitas e sanidade de três espécies de peixes marinhos
(Actinopterygii) de importância comercial na região Nordeste do
Brasil / Nicolás Jonathan Jesús Tarmeño Rojas. – Recife, 2019.
68 f.: il.

Orientador(a): Jaqueline Bianque de Oliveira.
Coorientador(a): José Luis Luque Alejos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Tropical, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Ictiologia 2. Peixes - Parasitos 3. Peixes – Doenças
4. Histopatologia 4. Parasitologia 5. Zoonose I. Oliveira, Jaqueline
Bianque de orient. II. Alejos, José Luis Luque, coorient. III. Título

CDD 636

NICOLÁS JONATHAN JESÚS TARMEÑO ROJAS

Parasitos e sanidade de peixes marinhos (Actinopterygii: Lutjanidae e Mullidae) da região
nordeste do Brasil

Aprovada em 26 de fevereiro de 2019

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Ciência Animal Tropical, outorgado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, à disposição na Biblioteca Central desta universidade. A transcrição ou utilização de trechos deste trabalho é permitida, desde que respeitadas às normas de ética científica.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Jaqueline Bianque de Oliveira (Orientadora/Presidente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Biologia

Prof^a. Dr^a. Ana Carla Asfora El-Deir (Membro Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Biologia

Prof^a. Dr^a. Gilcia Aparecida de Carvalho Silva (Membro Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva (Membro Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Prof. Dr. Valdemiro Amaro da Silva Júnior (Membro Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Medicina Veterinária

DEDICATÓRIA

À minha família, aos meus queridos pais Maria e
Fernando e ao meu irmão Junior

Aos meus amigos do Peru e do Brasil.

Aos parasitos, os principais responsáveis por ter
conhecido e vivenciado essa alegria do povo
brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradecer muito a minha família, motor e motivo da minha vida, aos meus pais Maria e Fernando e ao meu irmão mais velho Junior, por afrontar a saudade e me permitir avançar profissionalmente.

À professora Jaqueline Bianque de Oliveira e ao professor José Luís Luque Alejos, por aceitar ser meus orientadores deste trabalho. Obrigado pelas sugestões e críticas.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, especialmente aos professores Geraldo Jorge de Barbosa, Ana Carla Asfora, Francinete Fonseca e Francisco Santana pelo apoio e palavras de alento.

Ao pessoal do Restaurante Universitário da UFRPE. Parabéns ao melhor RU do Brasil.

A todos os membros do Laboratório de Parasitologia, LAPAR, da UFRPE, pelos gratos e engraçados momentos vivenciados durante o desenvolvimento do presente trabalho, a Ana Paula Ferreira, Gabriela Felix, Sofia Bernal e Wagner Ferreira pela amabilidade demonstrada desde o meu primeiro dia no LAPAR até hoje.

A Cristina Fonseca, Silvia Nunes e Thamyris Khoury. Muito obrigado pela confiança depositada e pelas palavras de ânimo. Por sempre agradecer a vocês!

Ao pessoal do Laboratório de Ictioparasitologia da Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro, especialmente a Jhon Chero e Celso Cruces. Muito obrigado pela acolhida.

Ao pessoal do Laboratório de Biologia de Trematoda da Universidade Federal de Minas Gerais. Ao professor Hudson Alves Pinto por me permitir conhecer e aprender mais sobre a biologia e taxonomia de digenéticos.

Aos caros e estimados Romero Ferreira da Silva e Lilian Bonfim, pela grande amizade e pelas lembranças que ficarão para sempre.

Aos meus queridos amigos do Peru, apesar da distância e do tempo, sempre estiveram comigo nos mais importantes eventos da minha vida.

Às minhas grandes amigas de escola Diana Zerpa Zegarra, Graciela Prialé Prialé, Kelly Tafur Cabello e Katty Carrasco Zevallos, minhas irmãs que a vida concedeu para sempre.

Aos meus grandes amigos da faculdade de Ciências Biológicas da Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Briggithe Melchor Castro, Emily Toscano Guerra, Jennifer Zúñiga Zavala, Juan Carlos Dias Sulca, Laura Cruz Mendoza e Liza Linares Rosales.

E finalmente aos meus amigos Gisella Gómez Villarreal e Jhoe Reyes Pajuelo. Obrigado por me demonstrar que a verdadeira amizade se torna mais forte apesar da distância.

FONTES FINANCIADORAS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES),
Brasil (Código de financiamento 001).

SUMARIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Ictioparasitologia na América do Sul e no Brasil	16
2.2 Peixes como hospedeiros	17
2.3 Parasitos de peixes com potencial zoonótico	24
2.4 Sanidade de peixes de importância comercial	27
3. OBJETIVOS.....	28
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO I.....	36
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	39
Material e métodos	40
Resultados	42
Discussão	44
Referências	47
CAPÍTULO 2.....	51
Abstract	52
Introduction	53
Material and method	54
Results and discussion	55
References	63
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de anisacídeos.....25

Figura 2. Ciclo de vida de *Anisakis simplex*.....26

CAPÍTULO 1: Parasitos gastrointestinais de *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Lutjanidae) da região Nordeste do Brasil

Figura 1. Pontos de coleta e número de amostras de *Lutjanus synagris* (Actinopterygii, Lutjanidae) procedentes dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.....41

CAPÍTULO 2: Histopathology of parasitic infestations/infections on marine fishes of commercial importance from Brazil

Figure 1. Microphotograph of liver of *Pseudopenaeus maculatus* showing diffuse coagulation necrosis and congestion by infestation of *Goussia* sp. inside vacuoles.....57

Figure 2. Microphotograph of a branch of *Pseudopenaeus maculatus* showing thickening, congestion and distortion of the filaments by infestation of monogenetic *Haliotrema* sp.....57

Figure 3. *Lutjanus synagris* parasitized by *Lernaeolophus sultanus* showing face deformity58

Figure 4. Massive loss of bone structure of the maxilla of *Lutjanus synagris* parasitized by *Lernaeolophus sultanus*.....58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parasitos de <i>Pseudopeneus maculatus</i> (Actinopterygii, Lutjanidae) procedentes da costa de Pernambuco, Brasil.....	20
Tabela 2. Parasitos de <i>Lutjanus synagris</i> (Actinopterygii, Lutjanidae) procedentes do arrecife Santiaguillo, cidade de Veracruz, México.	21
Tabela 3. Parasitos de <i>Ocyurus chrysurus</i> (Actinopterygii, Mullidae) procedentes de dois arrecifes de Veracruz, México.	22
Tabela 4. Parasitos de <i>Lutjanus synagris</i> e <i>Ocyurus chrysurus</i> na América do Sul	23

CAPÍTULO 1: Parasitos gastrointestinais de *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Lutjanidae) da região Nordeste do Brasil

Tabela 1. Prevalência e abundância média de parasitos de <i>Lutjanus synagris</i> procedente dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.....	43
Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman entre peso e tamanho de <i>Lutjanus synagris</i> (Actinopterygii, Lutjanidae) e a abundância parasitária.....	43

RESUMO

Parasitos podem ser ferramentas para o estudo de ecossistema aquáticos como indicadores das condições ambientes e como marcadores biológicos na discriminação de recursos marinhos. A região Nordeste apresenta a maior extensão litorânea do Brasil, mas são escassos os estudos sobre os parasitos da ictiofauna. O objetivo deste estudo foi identificar os parasitos e conhecer seu impacto na sanidade de três espécies de peixes de importância comercial. Para isto, no primeiro estudo foram analisados os tratos gastrointestinais de 84 indivíduos de *Lutjanus synagris* dos estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, nos quais em 36,10% foram identificados helmintos de seis taxa: *Siphodera vinaledwarsii*, *Helicometrina nimia*, *Cucullanus* sp. e larvas de *Raphidascaris* sp., *Contracaecum* sp. e *Anisakis* sp. Houve influência do tamanho e peso dos hospedeiros na abundância parasitária de *S. vinaledwarsii*, *H. nimia*, *Cucullanus* sp., *Anisakis* sp. e *Contracaecum* sp. No segundo estudo, foram analisados 77 espécimes de *Pseudupeneus maculatus*, *L. synagris* e *Ocyurus chrysurus*, do estado de Pernambuco, dos quais 55,84% estavam parasitados por *Rocinela signata*, *Lernaeolophus sultanus*, *Lernanthropus* sp., *Goussia* sp., *Haliotrema* sp., *Cucullanus* sp., larvas de *Raphidascaris* sp., *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp. e de cestódeos da ordem Trypanorhyncha. Alterações anátomo-histopatológicas estiveram associadas com *R. signata*, *Lernanthropus* sp., *Haliotrema* sp. (brânquias); *Goussia* sp. e *Pseudoterranova* sp. (fígado); *Lernaeolophus sultanus* (maxila). Novos registros de parasitos são apresentados. A histopatologia demonstrou ser uma ferramenta importante para a avaliação da sanidade e os resultados demonstram o impacto dos parasitos na ictiofauna e na saúde pública.

Palavras-chave: Ictioparasitologia, ecologia parasitária, zoonose, histopatologia, saúde, conservação.

ABSTRACT

Parasites can be useful tools for the study of aquatic ecosystems as indicators of environmental conditions and as biological markers in the discrimination of marine resources. The Northeastern region presents the largest coastal extension of Brazil, there are few studies on parasites of fish. The objective of this study was to identify the parasites and to know their impact on the health of three species of fish of commercial importance. In the first study, the gastrointestinal tract of 84 individuals of *Lutjanus synagris* from the states of Alagoas, Paraíba, Pernambuco and Rio Grande do Norte were analyzed, in which 36,10% were identified helminths of six taxa: *Siphodera vinaledwarsii*, *Helicometrina nimia*, *Cucullanus* sp. and larvae of *Raphidascaris* sp., *Contracaecum* sp. and *Anisakis* sp. There was influence of host size and weight on the parasite abundance of *S. vinaledwarsii*, *H. nimia*, *Cucullanus* sp., *Anisakis* sp. and *Contracaecum* sp. In the second study, 77 specimens of *Pseudupeneus maculatus*, *L. synagris* and *Ocyurus chrysurus* from Pernambuco were analyzed, of which 55.84% were parasitized by *Rocinela signata*, *Lernaeolophus sultanus*, *Lernanthropus* sp., *Goussia* sp., *Haliotrema* sp., *Cucullanus* sp., Larvae of *Raphidascaris* sp., *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp. and of cestodes of the order Trypanorhyncha. Anatomic-histopathological changes were associated with *R. signata*, *Lernanthropus* sp., *Haliotrema* sp. (gills); *Goussia* sp. and *Pseudoterranova* sp. (liver); *Lernaeolophus sultanus* (maxilla). New records of parasites are presented. Histopathology proved to be an important tool for the evaluation of sanity and results demonstrate the impact of the parasites on the ichthyofauna and public health.

Key words: Ictioparasitology, parasitic ecology, zoonosis, histopathology, health, conservation.

1. INTRODUÇÃO

O papel que desempenham os parasitos no equilíbrio e normal funcionamento dos ecossistemas já tem sido amplamente discutido em vários estudos (HATCHER et al., 2012). Eles regulam a quantidade de hospedeiros atuando como agentes da seleção natural; alteram o fluxo energético tornando os hospedeiros intermediários mais susceptíveis à predação pelos hospedeiros definitivos, para assim completar seu ciclo de vida (LAFFERTY et al., 2008). Os parasitos podem fornecer informação útil sobre aspectos ecológicos do hospedeiro e o ambiente onde eles ocorrem (MARCOGLIESE, 2004). Alterações causadas por fatores antropogênicos ou naturais resultam em mudanças na estrutura do habitat e em variações da disponibilidade dos hospedeiros (PIETROCK; MARCOGLIESE, 2003). Apesar da grande diversidade de espécies adaptadas à vida parasitária, aspectos taxonômicos e ecológicos de organismos parasitos seguem sendo negligenciados em programas de manejo de fauna silvestre e conservação de recursos naturais.

Por outro lado, parasitos podem gerar problemas na saúde humana. De fato, a alta prevalência de infecções por helmintos em regiões tropicais e subtropicais responde a diferentes fatores sociais e econômicos como a educação e as práticas higiênicas da população (ALUM, 2010) e a falta de condições adequadas de sanidade e disponibilidade de água potável (BROOKER et al., 2006).

Grande parte dos grupos parasitários conhecidos utiliza peixes como hospedeiros intermediários, paratênicos ou de transporte e definitivos. Os grupos de parasitos que já foram reportados em peixes continentais e marinhos são: Monogenea, Aspidogastrea, Digenea, Cestoda, Acanthocephala, Nematoda, Pentastomida, Hirudinea, Copepoda, Branchiura e Isopoda (LUQUE; POULIN, 2007).

Ambientes aquáticos desempenham um papel fundamental na dispersão de estágios imaturos de parasitos, já que promovem condições ecológicas favoráveis para o desenvolvimento tanto de hospedeiros como de parasitos (FEIST; LONGSHAW, 2008). Entre os vertebrados, os peixes são o grupo com o maior número de parasitos reportados (WILLIAMS; JONES, 1994). Na última década, estudos em parasitologia utilizando parasitos de peixes como modelos biológicos em aspectos ecológicos e ambientais têm se incrementado devido ao corroborado potencial dos parasitos como indicadores da saúde ambiental (SURES, 2001, 2004, 2008; LAFFERTY et al., 2008; SURES et al., 2017; NACHEV; SURES, 2016).

Entre as razões para estudar a parasitofauna de peixes marinhos estão (1) manter atualizada a lista de parasitos reportados a fim de servir como informação base em estudos de discriminação de estoques de recursos marinhos (LUQUE et al., 2010), (2) determinar a

presença de parasitos com potencial zoonótico, como anisaquídeos ou *Diphyllbothrium* spp., em peixes comercializados em mercados ou nas comunidades de pescadores e (3) caracterizar lesões causadas por infestações ou infecções por parasitos, a fim de compreender melhor a relação parasito-hospedeiro de organismos marinhos. Seja qual for o tipo de estudo, o esforço na identificação até espécie deve ser considerável para assim ter informação fidedigna dos registros de parasitos de peixes marinhos e evitar informação com deficiência na taxonomia (BRAY et al., 2016).

O litoral nordestino encontra-se na província marinha do Atlântico Tropical Sudoeste (SPALDING et al., 2007). Devido à carência de uma classificação baseada em aspectos ecológicos e biológicos do ambiente marinho brasileiro, a divisão proposta por Spalding et al. (2007) demonstra a importância de realizar estudos sobre a biodiversidade marinha e os processos ecológicos envolvidos.

Na região Nordeste, estudos sobre parasitos de peixes de importância comercial são escassos e os parasitos já identificados nas espécies *Centropomus undecimalis*, *Oligoplites palometa*, *Lutjanus synagris*, *L. analis*, *L. vivanus*, *L. jocu* e *Ocyurus chrysurus* dos estados de Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte, Sergipe e Alagoas foram *Cymothoa recifea*, *C. spinipalpa*, *Rocinela signata*, *Philometra* sp., *Hysterothylacium* sp., larvas de anisaquídeos e de cestoides da ordem Trypanorhyncha (THATCHER; FONSECA, 2005; CARVALHO-SOUZA et al., 2009; CAVALCANTI et al., 2010, HERMIDA et al., 2014; ALVES, 2017; ALVES et al., 2018).

Segundo Luque et al. (2017), dentre dos países da América do Sul, o Brasil é o país com maior número de associações hospedeiro-parasito. Apesar de o Nordeste ser a região com maior extensão litorânea do Brasil, há poucos estudos sobre diversidade de parasitos de peixes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ictioparasitologia na América do Sul e no Brasil

A América do Sul é considerada um território de alta riqueza biológica, o que se reflete na grande biodiversidade de peixes continentais e marinhos e na importância da indústria pesqueira em países litorâneos como o Chile e o Peru. Nesse contexto, o estudo de parasitos de peixes tem se intensificado nas últimas décadas (LUQUE; POULIN, 2007). O número de novas espécies de helmintos tem se incrementado desde o ano de 1919 (LUQUE et al., 2017).

Os parasitos apresentam uma distribuição no espaço por agregação, ou seja poucos hospedeiros apresentam muitos parasitos e vice-versa (ANDERSON; GORDON, 1982). A resposta imunológica do hospedeiro desempenha um papel fundamental no padrão de distribuição de parasitos (JOHNSON; HOVERMAN, 2014). Com isso, características ecológicas da relação entre parasitos e peixes têm sido abordadas ao longo do tempo a fim de explicar, por exemplo, a alta e baixa especificidade parasitária (POULIN, 1992) e as vantagens de utilizar parasitos de peixes como indicadores biológicos (GEORGE-NASCIMENTO; OLIVA, 2015).

O crescimento da população humana tem como consequência uma maior demanda de recursos pesqueiros, levando à redução da biomassa disponível de recursos pesqueiros, chamada de biomassa “virgem” ou biomassa de recursos não explorados, até níveis um pouco acima do valor mínimo da faixa da biomassa considerada sustentável (WORM; BRANCH, 2012). Fenômenos naturais, como o aquecimento das águas marinhas devido a El Niño, podem afetar fortemente as atividades pesqueiras, como acontece com a indústria de *Engraulis ringens* “anchoveta” no Peru (WATSON; PAULY, 2001). Estudos de discriminação de estoques de peixes de importância comercial ajudariam a estabelecer, responsavelmente, políticas de captura nacional. Entende-se por estoque uma população de peixes que ocorrem uma mesma área apresentando características permitidas para exploração (CARVALHO; PITCHER, 1995). Neste contexto, parasitos de peixes marinhos têm demonstrado um grande potencial como marcadores biológicos de estoque devido às informações sobre a biologia do hospedeiro que podem fornecer (MACKENZIE, 2002; POULIN; KAMIYA, 2015).

O primeiro trabalho descrevendo o uso de parasitos de peixes marinhos como marcadores biológicos de estoque foi realizado em 1939, utilizando o copépode parasito *Sphyrion lumpi* (MACKENZIE, 2002). A partir desse ano, vários artigos sobre o assunto foram publicados, até mesmo uma guia de procedimento, metodologia e requisitos para utilizar parasitos como marcadores biológicos (CATALANO et al., 2014). Parasitos monoxenos, como monogenéticos e protozoários, podem ser mais simples de estudar em contraste com parasitos heteroxenos,

como digenéticos ou cestódeos; no entanto, parasitos cuja taxonomia ainda é motivo de divergência entre pesquisadores poderiam não ser bons indicadores devido à dificuldade na identificação e ao esforço no uso de ferramentas mais sofisticadas como a biologia molecular (MACKENZIE; ABAUNZA, 1998)

Apenas um estudo utilizando parasitos de peixes como marcadores de estoque foi feito no Brasil. Luque et al. (2010) determinaram a presença de três estoques ou populações de *Micropogonias furnieri* (corvina) correspondentes às regiões Nordeste (Bahia e Ceará), Sudeste (Rio de Janeiro e Santa Catarina) e Sul (Rio Grande do Sul). A diversidade de parasitos presentes em cada população pode fornecer informação qualitativa para a discriminação de estoque, enquanto que parasitos em comum entre as diferentes regiões ou localidades fornecem evidencia quantitativa, utilizando a prevalência como índice (LUQUE et al., 2010).

De acordo com Spalding et al (2007), o litoral brasileiro está compreendido em duas extensas áreas biogeográficas: o Atlântico Tropical e o Temperado Sul-americano. Cada área apresenta condições biológicas próprias e com pouca variabilidade, explicando assim a alta biodiversidade marinha que atualmente encontra-se em risco por causa das atividades humanas (MARCENIUK et al., 2013; VITTE, 2003). Apenas analisando o número de registros de trematódeos de peixes marinhos no mundo, na área Temperada Sul-americano, que compreende o Rio de Janeiro até a região norte da Argentina, foram contabilizados 320 registros com 134 identificados até nível de espécie, em contraste com o Atlântico Tropical, que compreende o litoral brasileiro desde Maranhão até o Espírito Santo, onde foram contabilizados apenas seis registros até o nível de espécie (BRAY et al., 2016).

2.2 Peixes como hospedeiros

Parasitos de *Pseudupeneus maculatus*

Pseudupeneus maculatus é um peixe que ocorre em arrecifes do Atlântico Leste e de importância comercial no litoral pernambucano (SANTANA et al., 2006). É considerada uma espécie núcleo para outros tipos de peixes chamados de seguidores, que aproveitam o alimento deixado pelos cardumes de *P. maculatus* (SAZIMA et al., 2006).

Em Pernambuco (Tabela 1) foi reportado para *P. maculatus*, larvas dos cestódeos da ordem Trypanorhyncha *Pseudolacistorhynchus noodti*, *Nybelinia edwinlintoni*, *N. indica* e *Pseudotobothrium dipsacum* por Palm (1997).

Posteriormente, Cardoso et al. (2017) adicionaram à lista de parasitos de *P. maculatus* os monogenéticos *Haliotrema caraibensis*, *H. caballeroi* e *H. golvani*, todos com prevalência de 100% (120 de 120 peixes), além dos crustáceos parasitos *Hamaticolax scutigerulus* e *Rocinela signata* e larvas dos cestódeos *N. indica* e *P. noodti*.

Parasitos de *Lutjanus synagris* e *Ocyurus chrysurus*

Lutjanidae é uma família de peixes actinoptérigeos com representantes de interesse comercial. A família consta de aproximadamente 112 espécies que ocorrem principalmente em arrecifes dos oceanos Índico, Pacífico e Atlântico (CARPENTER; NIEM, 2001). O grupo com mais espécies é a subfamília Lutjaninae, composta pelos gêneros *Lutjanus*, *Pinjalo*, *Macolor*, *Ocyurus* e *Rhomboplites*. *Lutjanus* é o gênero com a maior quantidade de espécies da subfamília, 64 de 72 (CHU, 2014).

As espécies de *Lutjanus* ocorrem em arrecifes até os 30 e 40 metros de profundidade, espécies de maior tamanho podem ocorrer até os 200m de profundidade, como *L. campechanus* ou *L. purpureus*, em quanto espécies de menor tamanho formam agrupamentos de dia e se dispersam à noite para se alimentar (ALLEN, 1985).. A dieta consiste em peixes menores e crustáceos. De acordo com Menezes et al (2003), as espécies que ocorrem no Brasil são *L. analis*, *L. apodus*, *L. bucanella*, *L. cyanopterus*, *L. griseus*, *L. jocu*, *L. purpureus*, *L. vivanis* e *L. synagris*.

Ocyurus é um gênero com apenas uma espécie descrita, a qual ocorre em ambientes litorais até os 70 metros de profundidade. A dieta de *O. chrysurus* consiste em plâncton, peixes menores, crustáceos, vermes, moluscos e cefalópodes (MENEZES et al., 2003). *Lutjanus synagris* (ariocó) e *O. chrysurus* (ciúba ou guaiuba), são os peixes mais explorados nas costas do Caribe, devido à facilidade de captura com qualquer tipo de apetrecho de pesca (ALLEN, 1985).

Um amplo número de espécies da família Lutjanidae já foi relatado como hospedeiros principalmente de monogenéticos da família Dactylogyridae. Por exemplo, 27 espécies de *Euryhaliotrema* foram reportadas em várias espécies de lutjanídeos no mundo; *E. longibaculum* e *E. tubocirrus* foram reportados parasitando as brânquias de *L. synagris* e *E. torquecirrus* em *O. chrysurus*, ambas espécies de peixes procedentes do Golfo de México (KRITSKY, 2012).

No México foi estudada a parasitofauna de *L. synagris* e *O. chrysurus* procedentes de arrecifes de Veracruz (Tabelas 2 e 3) (MONTROYA-MENDOZA et al., 2014, 2016).

No Brasil, os registros de parasitos de *L. synagris* e *O. chrysurus* são resumidos na Tabela 4. Na região Nordeste foram reportadas larvas de *Philometra* sp. nas gônadas de *L. synagris* procedentes de Rio Grande do Norte (CAVALCANTI et al., 2010).

Duas espécies de isópodes parasitos, *Cymothoa spinipalpa* e *Rocinela signata*, foram reportados em *L. synagris* procedentes da Bahia (CARVALHO-SOUZA et al., 2009).

Hermida et al. (2014) reporta em *L. analis* procedentes de Alagoas um representante da ordem Trypanoryncha, o nematódeo *Hysterothylacium* sp. e o crustáceo *R. signata*. Posteriormente, três gêneros de larvas de cestódeos foram reportados em lutjanídeos procedentes de Sergipe: *Floriceps* sp. em *L. analis* e *L. synagris*; *Pseudogrillotia* sp. em *L. vivanus* e *L. synagris* e *Oncomegas* sp. em *L. synagris* (ALVES et al., 2018).

A presença de larvas de nematódeos e de cestódeos em peixes da família Lutjanidae demonstra que eles participam na cadeia trófica marinha como hospedeiros intermediários (PALM, 1997). Em Pernambuco, não existem estudos sobre a parasitofauna de peixes da família Lutjanidae.

Tabela 1. Parasitos de *Pseudopeneus maculatus* (Actinopterygii, Mullidae) procedentes da costa de Pernambuco, Brasil. (P) Prevalência.

Grupo	Parasito	P (%)	Parasito	P (%)
Monogenea			<i>Haliotrema caraibensis</i>	100
			<i>H. caballeroi</i>	100
			<i>H. golvani</i>	100
Cestoda	<i>Pseudolacistorhynchus noodti</i>	87	<i>Pseudolacistorhynchus noodti</i>	0.8
	<i>Nybelinia edwinlintoni</i>	52.2	<i>Nybelinia indica</i>	11.7
	<i>N. indica</i>	8.7		
	<i>Pseudotobothrium dipsacum</i>	21.7		
Crustacea			<i>Hamaticolax scutigerulus</i>	35
			<i>Rocinela signata</i>	8.3
Número de hospedeiros	23		120	
Procedência	Ilha de Itamaracá e Itapissuma.		Região Metropolitana de Recife	
Referência	Palm (1997)		Cardoso et al. (2017)	

Tabela 2. Parasitos de *Lutjanus synagris* (Actinopterygii, Lutjanidae) (n=51) procedentes do arrecife Santiaguillo, cidade de Veracruz, México. (l) larva (MONTROYA-MENDOZA et al., 2016).

Grupo	Espécie	Prevalência (%)
Trematoda	<i>Lecithochirium floridense</i>	3,92
	<i>Preptetos trulla</i>	23,53
	<i>Siphodera vinaledwardsii</i>	39,22
	<i>Metadena adglobosa</i>	13,73
	<i>M. crassulata</i>	29,41
	<i>Lepocreadium</i> sp.	3,92
	<i>Opechona</i> sp.	3,92
	<i>Stephanostomum</i> sp.	1,96
Monogenea	<i>Haliotrematoides cornigerum</i>	94,11
	<i>H. heteracantha</i>	43,14
	<i>H. longihamus</i>	27,45
	<i>H. magnigastrohamus</i>	31,37
	<i>Euryhaliotrema longibaculum</i>	43,14
	<i>E. tubocirrus</i>	66,67
	<i>E. torquecirrus</i>	41,18
Cestoda	<i>Callitetrarhynchus</i> sp.	21,57
	Tetraphyllidea	47,06
Nematoda	<i>Cucullanus pargi</i>	19,61
	<i>Hysterothylacium reliquens</i>	37,25
	<i>Anisakis</i> sp. (l)	1,96
	<i>Contraecum</i> sp. (l)	5,88
	<i>Procamallanus</i> sp.	3,92
	Phyllometridae	1,96
Acanthocephala	<i>Gorgorhynchoides</i> sp.	3,92

Tabela 3. Parasitos de *Ocyurus chrysurus* (Actinopterygii, Lutjanidae) (n=54) procedentes de dois arrecifes de Veracruz, México. (P) Prevalência, (l) larva (MONTROYA-MENDOZA et al., 2014).

Grupo	Espécie	P (%)	P (%)
Trematoda	<i>Aponurus laguncula</i>	3,7	44,4
	<i>Preptetos trulla</i>	62,9	40,7
	<i>Deretrema fusillus</i>	0	29,6
	<i>Siphodera vinalwardsii</i>	3,7	7,4
	<i>Stephanostomum casum</i>	33,3	7,4
	<i>Lecithochirium floridense</i>	18,5	29,6
	<i>Megasolena</i> sp.	0	3,7
	Didymozoidae	3,7	3,7
Monogenea	<i>Euryhaliotrema torquecirrus</i>	63	74
	<i>Haliotrematoides heteracantha</i>	29,6	11,1
	<i>Microcotyloides incisa</i>	25,9	81,5
	Tetraphyllidea	25,9	33,3
Nematoda	<i>Dichelyne bonacii</i>	11,1	25,9
	<i>Hysterothylacium reliquens</i>	3,7	14,8
	<i>Contraecum</i> sp. (l)	11,1	33,3
	<i>Hysterothylacium</i> sp.(l)	7,4	22,2
	<i>Spirocerca</i> sp.	0	3,7
Acanthocephala	<i>Rhadinorrhynchus dujardini</i>	0	3,7
Número de hospedeiros (n)		27	27
Procedência		Arrecife Isla de Enmedio	Arrecife Anegada de Afuera

Tabela 4. Parasitos de *Lutjanus synagris* e *Ocyurus chrysurus* (Actinopterygii, Lutjanidae) na América do Sul. (I) larva (EIRAS et al., 2017).

Hospedeiro/Grupo	<i>L. synagris</i>	Procedência	<i>O. chrysurus</i>	Procedência
Crustacea	<i>Caligus synagris</i>	(?) ¹	<i>Lernanthropus obscurus</i>	Los Roques, Venezuela
	<i>C. atromacalatus</i>	Los Roques, Venezuela	<i>Cymothoa excisa</i>	Colômbia
	<i>Brachiella</i> sp.	Los Roques, Venezuela		
	<i>Lernanthropus spiculatus</i>	Los Roques, Venezuela		
	<i>Lernaeolophus striatus</i>	Rio Grande do Norte		
	<i>Rocinela signatha</i>	Rio Grande do Norte		
	<i>Cymothoa excisa</i>	Colômbia		
Trematoda	<i>Brachyphallus parvus</i>	Rio de Janeiro e Espírito Santo ²	<i>Pacificreadium serrani</i>	Angra dos Reis, Rio de Janeiro
	<i>Pseudacaenodera samariensis</i>	Santa Marta, Colômbia.		
Cestoda	<i>Floriceps</i> sp. (I)	Aracaju, Sergipe		
	<i>Pseudogrillotia</i> sp. (I)	Aracaju, Sergipe		
	<i>Oncomegas</i> sp.	Aracaju, Sergipe		
Nematoda	<i>Contraecaecum</i> sp. (I)	Brasil		
	<i>Raphidascaris (Ichthyascaris) vicentei</i>	Brasil		
	<i>Philometra</i> sp.	Rio Grande do Norte		

1 Sem informação na referência;

2 Justo, Fernandes, Kohn, 2003

2.3 Parasitos de peixes com potencial zoonótico

Parasitos de peixes podem representar um problema na saúde humana. Até o ano 1991 foram reportadas 347 espécies de helmintos em humanos, sendo o maior grupo os nematódeos gastrointestinais (AUDICANA; KENNEDY, 2008). O surgimento da anisaquiose no Brasil tem relação com o intercâmbio cultural com países asiáticos, nos quais o consumo de pescado cru é característico da gastronomia oriental (NAWA et al., 2005).

A anisaquiose é uma doença gastrointestinal causada pela infecção por larvas de nematódeos da família Anisakidae, dos gêneros *Anisakis*, *Terranova* e, em casos excepcionais, *Contraecum*, sendo *Anisakis simplex* a espécie com mais casos reportado em humanos no mundo (IGLESIAS et al., 1997). Segundo Audicana e Kennedy (2008), o primeiro caso de anisaquiose relatado em humanos foi reportado nos Países Baixos por Van Thiel em 1960. No entanto, no final da década de 50, no Japão já eram estudados casos de larvas viscerais migrantes associadas ao consumo de peixe cru. No ano 1963 foram confirmados os primeiros casos de anisaquiose no Japão (ISHIKURA; NAMIKI, 1989).

Estudos de prevalência de casos são insuficientes para estabelecer as características epidemiológicas de infecções por nematódeos intestinais, por outro lado, a análise da carga parasitária tem relação com a morbidade da doença, preferindo-se o uso deste estimativo em estudos epidemiológicos de nematódeos intestinais (BUNDY; MEDLEY, 1992). No caso de larvas de anisaquídeos, a doença não é considerada fatal, mas pode gerar um quadro clínico semelhante à gastrite, acompanhado de úlceras e dor estomacal, ou em casos particulares, sinais clínicos que podem ser confundidos com quadros de alergia ou hipersensibilidade (DASCHNER et al., 2010). A sintomatologia derivada de infecções por *Anisakis* spp. pode ser confundida com aquelas produzidas pelo acantocéfalo intestinal *Gnathostoma* spp. (EIRAS et al., 2015). No Brasil, foi relatado um caso provável de anisaquiose procedente do estado de Mato Grosso (ROSA, et al. 2007); porém, o estado da infecção por *Anisakis* na população ainda é desconhecido (JUNIOR et al., 2013). De outro lado, a presença de larvas de *Anisakis* spp. já foi relatado em vários peixes marinhos do Brasil (MOLENTO et al., 2017).

O ciclo de vida dos anisaquídeos pode envolver até três hospedeiros diferentes (Figura 1). Para o caso de *Anisakis simplex*, os estágios larvais de podem seguir diferentes vias de infecção que dificultam o estabelecimento de um ciclo de vida único e por tanto um melhor entendimento da doença (SUN, 1993). Os hospedeiros definitivos são mamíferos marinhos como golfinhos e lobos-marinhos, enquanto as larvas precisam de crustáceos como hospedeiros intermediários para desenvolver o estágio infectante, ou larva de terceiro estágio (L3). Quando peixes e lulas ingerem crustáceos infectados, eles entram no ciclo de vida como hospedeiros paratênicos ou de transporte. A L3 migra até a musculatura do peixe e encista.

Humanos podem adquirir o estágio infectante depois de comer peixe cru ou malcozido, e também frutos do mar infectados com larvas L2 (BAIRD et al., 2014). O desenvolvimento do adulto em humanos é atípico, existindo apenas um caso de adulto de *Terranova decipiens* encontrado em uma mulher de nacionalidade japonesa, no entanto, pesquisadores com experiência na área indicam que a presença de adultos de anisacídeos em humanos é completamente excepcional (ISHIKURA; NAMIKI, 1989). No estado de Pernambuco não existem relatos do parasitismo por anisacídeos em peixes marinhos de importância comercial (EIRAS; VELLOSO; PEREIRA, 2017).

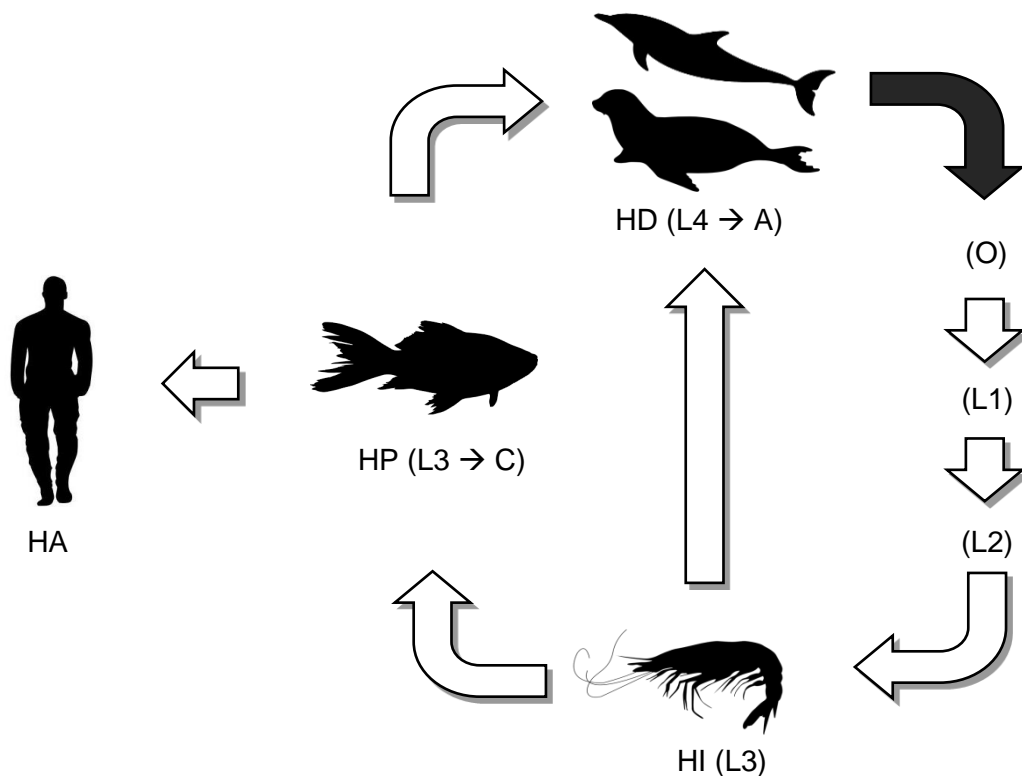


Figura 1. Ciclo de vida de anisacídeos. (HD) Hospedeiro definitivo, (HI) hospedeiro intermediário, (HP) Hospedeiro paratênico, (HA) hospedeiro acidental, (A) adulto, (O) Ovo, (L1) larva tipo 1, (L2) larva tipo 2, (L3) larva tipo 3, (L4) larva tipo 4, (C) cisto.

Fonte: O autor.

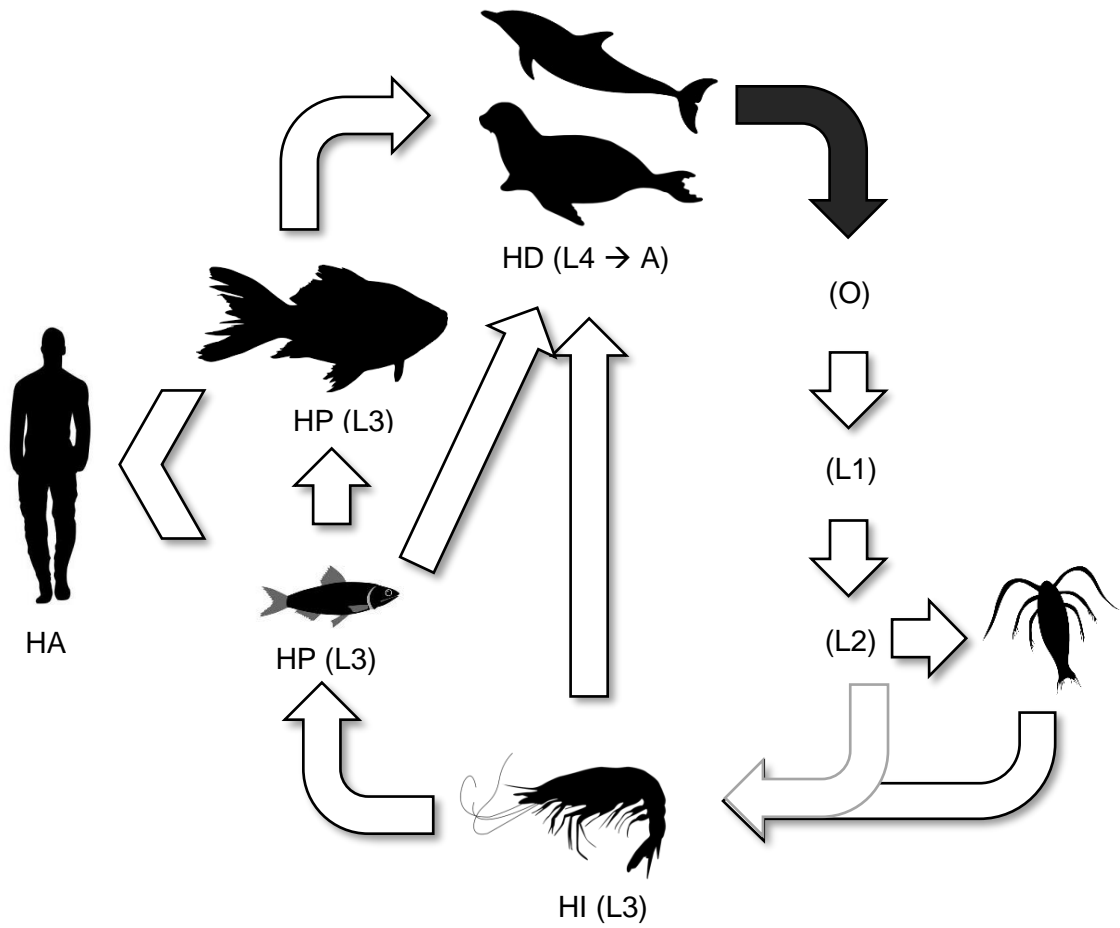


Figura 2. Ciclo de vida de *Anisakis simplex*.

Fonte: O autor.

2.4 Sanidade de peixes de importância comercial

Para um correto diagnóstico de doenças em peixes de importância econômica, se faz necessário a identificação taxonômica do agente infeccioso/parasitário e sua patogenia. Similar ao mecanismo de notificação compulsória de doenças em populações humanas, o monitoramento e controle de doenças em animais de criação deveria também ser estabelecido (FEIST; LONGSHAW, 2008). Patogenia associada a parasitos de peixes permitem conhecer e determinar os efeitos da doença em nível individual e de população (LESTER, 1984; KHAN, 2009), fornecendo informação útil para o controle e manejo de doenças em aquários e piscigranjas, além de aprofundar o conhecimento da relação parasito-hospedeiro que são fracamente abordados no Brasil (JERÔNIMO et al., 2014).

Em consenso, o grupo parasitário que causa maior quantidade de prejuízos, causando perdas econômicas nas pequenas e grandes piscigranjas no Brasil são os ectoparasitos, devido à sua estratégia de fixação, causando alterações ao epitélio e às brânquias e alterando os parâmetros hematológicos do hospedeiro (DEL RIO-ZARAGOZA et al., 2010; HIRAZAWA et al., 2010; JERÔNIMO et al., 2014).

Como resposta frente à poluição de ambientes continentais e marinhos, a intensidade das infestações por ectoparasitos, como os monogenéticos, tende a aumentar, provocando uma alta produção de muco nas brânquias dos hospedeiros, o que pode representar um risco à saúde individual e coletiva dos peixes, levando a perdas econômicas (SURES, 2008).

A análise de cortes histológicos de brânquias de peixes infestados demonstra o dano causado pelos monogenéticos. Em infestações leves, o dano consiste em pequenas depressões nos filamentos branquiais; infestações moderadas tendem a produzir uma resposta celular do hospedeiro, por exemplo, infiltração de células inflamatórias como trombócitos, macrófagos, eritrócitos e eosinófilos; já em infestações severas, o número de células infiltradas e mucosas é maior, levando até a uma deformação nas lamelas branquiais (DEL RIO-ZARAGOZA et al., 2010)

Embora exista um número considerável de trabalhos sobre histopatologia de peixes no Brasil, poucos são os que analisam as infecções e infestações por parasitos. Trabalhos já realizados utilizaram peixes continentais de importância comercial como *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (tambaqui) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (pacu) (CECCARELLI et al., 1990; MARTINS et al., 2002; JERÔNIMO et al., 2014).

São escassos os estudos de histopatologia associada à parasitofauna de peixes das famílias Lutjanidae e Mullidae na região nordeste do Brasil, e no estado de Pernambuco estes estudos inexistem.

3. OBJETIVOS

- **Objetivo geral**

Conhecer a composição da parasitofauna e o impacto da relação parasito-hospedeiro em três espécies de peixes de importância comercial da região Nordeste do Brasil.

- **Objetivos específicos**

- Identificar os parasitos de *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus* e *Pseudupeneus maculatus*;
- Identificar parasitos com potencial zoonótico;
- Determinar os índices ecológicos das infestações/infecções parasitárias;
- Testar a influência de parâmetros do hospedeiro (peso, tamanho) sobre os índices ecológicos parasitários;
- Descrever alterações macroscópicas e histopatológicas nos órgãos parasitados.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, G. R. **Snappers of the world: an annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985.

ALVES, ANDRÉ MOTA. Metazoários parasitos e registro de espécies com potencial zoonótico em pescados da família lutjanidae do Nordeste brasileiro. / André Mota Alves; Orientação [de] Profa. Dra. Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo. – Aracaju: UNIT, 2017. 44p.; il.

ALVES, A. M. et al. Occurrence of larvae of Trypanorhynch cestodes in snappers (Lutjanidae) from northeast Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, p. 415-419, 24 maio 2018.

ALUM, A.; RUBINO, J. R.; IJAZ, M. K. The global war against intestinal parasites-should we use a holistic approach? **International Journal of Infectious Diseases**, v. 14, p. e732–e738, 2010.

ANDERSON, R. M.; GORDON, D. M. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. **Parasitology**, v. 85, n. 02, p. 373, out. 1982.

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. 360–379, 1 abr. 2008.

BAIRD, F. J. et al. Foodborne anisakiasis and allergy. **Molecular and Cellular Probes**, v. 28, n. 4, p. 167–174, ago. 2014.

BRAY, R. A.; DIAZ, P. E.; CRIBB, T. H. Knowledge of marine fish trematodes of Atlantic and Eastern Pacific Oceans. **Systematic Parasitology**, v. 93, n. 3, p. 223–235, mar. 2016.

BROOKER, S.; CLEMENTS, A. C.; BUNDY, D. A. Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. **Advanced in Parasitology**, v. 62, p. 221–261, 2006.

BUNDY, D. A. P.; MEDLEY, G. F. Immuno-epidemiology of human geohelminthiasis: ecological and immunological determinants of worm burden. **Parasitology**, v. 104, n. S1, p. S105–S119, jun. 1992.

CARDOSO, L. et al. Gill metazoan parasites of the spotted goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Osteichthyes: Mullidae) from the Coast of Pernambuco, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 3, p. 414–420, 9 nov. 2017.

CARPENTER, K. E.; NIEM, V. H. **FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001. v. 5

CARVALHO, G. R.; PITCHER, T. J. (EDS.). **Molecular genetics in fisheries**. 1st ed ed. London; New York: Chapman & Hall, 1995.

CATALANO, S. R. et al. Parasites as biological tags to assess host population structure: Guidelines, recent genetic advances and comments on a holistic approach. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 3, n. 2, p. 220–226, ago. 2014.

CAVALCANTI, E. T. S. et al. First record of endoparasite *Philometra* sp. (Nematoda: Philometridae) in lane snapper *Lutjanus synagris* from the coast of Rio Grande do Norte, Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 3, p. 1–4, set. 2010.

CECCARELLI, P. S. et al. Observações sobre a ocorrência de parasitos no CEPTA entre 1983 e 1990. **Bol. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 3, p. 43–54, 1990.

CHU, C. Phylogenetic relationships of selected genera of Lutjanidae inferred from mitochondrial regions, with a note on the taxonomic status of Pinjalo pinjalo. **Ciencias Marinas**, v. 39, n. 4, p. 349–361, 1 dez. 2014.

DASCHNER, A. et al. Different clinical presentation of *Anisakis simplex* associated urticaria is dependent on the frequency of raw fish intake. **Allergologia et Immunopathologia**, v. 38, n. 3, p. 166–167, maio 2010.

DE CARVALHO-SOUZA, G. F. et al. Occurrence of isopods ectoparasites in marine fish on the Cotegipe Bay, north-eastern Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 2, out. 2009.

DEL RIO-ZARAGOZA, O. B.; FAJER-AVILA, E. J.; ALMAZÁN-RUEDA, P. Haematological and gill responses to an experimental infection of dactylogyrid monogeneans on the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869): Responses of *L. guttatus* to a dactylogyrids infection. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 11, p. 1592–1601, out. 2010.

EIRAS, J. C. et al. Probable recognition of human anisakiasis in Brazil? **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 57, n. 4, p. 358–358, ago. 2015.

EIRAS, J. C.; VELLOSO, A. L.; PEREIRA, J. **Parasitos de peixes marinhos da América do Sul**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2017.

FEIST, S. W.; LONGSHAW, M. Histopathology of fish parasite infections - importance for populations. **Journal of Fish Biology**, v. 73, n. 9, p. 2143–2160, dez. 2008.

GEORGE-NASCIMENTO, M.; OLIVA, M. Fish population studies using parasites from the Southeastern Pacific Ocean: considering host population changes and species body size as sources of variability of parasite communities. **Parasitology**, v. 142, n. 01, p. 25–35, jan. 2015.

HATCHER, M. J.; DICK, J. T.; DUNN, A. M. Diverse effects of parasites in ecosystems: linking interdependent processes. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, n. 4, p. 186–194, maio 2012.

HERMIDA, M. et al. Parasites of the Mutton Snapper *Lutjanus analis* (Perciformes: Lutjanidae) in Alagoas, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 2, p. 241–243, jun. 2014.

HIRAZAWA, N. et al. The influence of different water temperatures on *Neobenedenia girellae* (Monogenea) infection, parasite growth, egg production and emerging second generation on amberjack *Seriola dumerili* (Carangidae) and the histopathological effect of this parasite on fish skin. **Aquaculture**, v. 299, n. 1–4, p. 2–7, fev. 2010.

IGLESIAS, L.; VALERO, A.; ADROHER, F.-J. Some factors which influence the *in vitro* maintenance of *Anisakis simplex* (Nematoda). **Folia Parasitologica**, v. 44, p. 297–301, 24 abr. 1997.

ISHIKURA, H.; NAMIKI, M. **Gastric anisakiasis in japan: epidemiology, diagnosis, treatment**. Tokyo, JP: Springer, 1989.

JERÔNIMO, G. et al. Haematological and histopathological analysis in South American fish *Piaractus mesopotamicus* parasitized by monogenean (Dactylogyridae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, p. 1000–1006, nov. 2014.

JOHNSON, P. T. J.; HOVERMAN, J. T. Heterogeneous hosts: how variation in host size, behaviour and immunity affects parasite aggregation. **Journal of Animal Ecology**, v. 83, n. 5, p. 1103–1112, set. 2014.

JUNIOR, I. et al. Cross-sectional study of serum reactivity to *Anisakis simplex* in healthy adults in Niterói, Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 58, n. 3, 1 jan. 2013.

KHAN, R. A. Parasites causing disease in wild and cultured fish in Newfoundland. **Icelandic Agricultural Sciences**, v. 22, p. 29–35, 15 maio 2009.

KRITSKY, D. C. Dactylogyrids (Monogenoidea: Polyonchoinea) parasitizing the gills of snappers (Perciformes: Lutjanidae): revision of *Euryhaliotrema* with new and previously described species from the Red Sea, Persian Gulf, the eastern and Indo-west Pacific Ocean, and the Gulf of Mexico. **Zoologia (Curitiba)**, v. 29, n. 3, p. 227–276, jun. 2012.

LAFFERTY, K. D. et al. Parasites in food webs: the ultimate missing links: Parasites in food webs. **Ecology Letters**, v. 11, n. 6, p. 533–546, jun. 2008.

LESTER, R. J. G. A review of methods for estimating mortality due to parasites in wild fish populations. **Helgoländer Meeresuntersuchungen**, v. 37, n. 1–4, p. 53–64, mar. 1984.

LUQUE, J. L. et al. Helminth parasites of South American fishes: current status and characterization as a model for studies of biodiversity. **Journal of Helminthology**, v. 91, n. 02, p. 150–164, mar. 2017.

LUQUE, J. L.; CORDEIRO, A. S.; OLIVA, M. E. Metazoan parasites as biological tags for stock discrimination of whitemouth croaker *Micropogonias furnieri*. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 3, p. 591–600, fev. 2010.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, n. 06, p. 865, jun. 2007.

MACKENZIE, K. Parasites as biological tags in population studies of marine organisms: an update. **Parasitology**, v. 124, n. 07, out. 2002.

MACKENZIE, K.; ABAUNZA, P. Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. **Fisheries Research**, v. 38, p. 45–56, 7 abr. 1998.

MARCENIUK, A. P. et al. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa norte do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 251–259, dez. 2013.

MARCOGLIESE, D. J. Parasites: Small players with crucial roles in the ecological theater. **EcoHealth**, v. 1, n. 2, p. 151–164, 1 jun. 2004.

MARTINS, M. L. et al. Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 981–985, 19 fev. 2002.

MENEZES, N. A. et al. **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2003.

MILLER, T.; CRIBB, T. Eight new species of *Siphoderina* Manter, 1934 (Digenea, Cryptogonimidae) infecting Lutjanidae and Haemulidae (Perciformes) off Australia. **Acta Parasitologica**, v. 53, n. 4, 1 jan. 2008.

MOLENTO, M. B. et al. Análise do parasitismo por nematóides da família Anisakidae em peixes marinhos provenientes do litoral paranaense, Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 1, p. 64–70, 3 jun. 2017.

MONTOYA-MENDOZA, J. et al. Helminth Parasites of Lane Snapper, *Lutjanus synagris* from Santiaguillo Reef, Veracruz, Mexico. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, n. 11, p. 81, 11 out. 2016.

MONTOYA-MENDOZA, J.; JIMÉNEZ-BADILLO, M. DE L.; SALGADO-MALDONADO, G. Helminths of *Ocyurus chrysurus* from coastal reefs in Veracruz, Mexico. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 85, n. 3, p. 957–960, set. 2014.

NACHEV, M.; SURES, B. Environmental parasitology: Parasites as accumulation bioindicators in the marine environment. **Journal of Sea Research**, v. 113, p. 45–50, jul. 2016.

NAWA, Y.; HATZ, C.; BLUM, J. Sushi delights and parasites: The risk of fishborne and foodborne parasitic zoonoses in Asia. **Clinical Infectious Diseases**, v. 41, n. 9, p. 1297–1303, 1 nov. 2005.

PALM, H. W. Trypanorhynch cestodes of commercial fishes from Northeast Brazilian coastal waters. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 92, n. 1, p. 69–79, jan. 1997.

PIETROCK, M.; MARCOGLIESE, D. J. Free-living endohelminth stages: at the mercy of environmental conditions. **Trends in Parasitology**, v. 19, n. 7, p. 293–299, jul. 2003.

POULIN, R. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. **International Journal for Parasitology**, v. 22, n. 6, p. 753–758, set. 1992.

POULIN, R.; KAMIYA, T. Parasites as biological tags of fish stocks: a meta-analysis of their discriminatory power. **Parasitology**, v. 142, n. 01, p. 145–155, jan. 2015.

ROSA, A. et al. Endoscopic imaging of the first clinical case of anisakidosis in Brazil. **Sci Parasitol**, v. 11, n. 2, p. 97–100, jun. 2010.

SANTANA, F. M.; MORIZE, E.; LESSA, R. Age and growth of the spotted goatfish, *Pseudupeneus maculatus* (Bloch, 1793) in Brazil, validated through marginal increment and oxytetracycline dyes in the sagittae. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, n. 2, p. 132–137, abr. 2006.

SAZIMA, C. et al. The goatfish *Pseudupeneus maculatus* and its follower fishes at an oceanic island in the tropical west Atlantic. **Journal of Fish Biology**, v. 69, n. 3, p. 883–891, set. 2006.

SPALDING, M. D. et al. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. **BioScience**, v. 57, n. 7, p. 573–583, 1 jul. 2007.

SUN, T. **Progress in Clinical Parasitology: Volume III**. New York, NY: Springer New York, 1993.

SURES, B. The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review. **Aquatic Ecology**, v. 35, p. 245–255, 2001.

SURES, B. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. **Trends in Parasitology**, v. 20, n. 4, p. 170–177, abr. 2004.

SURES, B. Environmental Parasitology. Interactions between parasites and pollutants in the aquatic environment. **Parasite**, v. 15, n. 3, p. 434–438, set. 2008.

SURES, B. et al. Parasites as drivers of key processes in aquatic ecosystems: Facts and future directions. **Experimental Parasitology**, v. 180, p. 141–147, set. 2017.

THATCHER, V. E.; FONSECA, F. T. *Cymothoa recifea* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the mouths of marine fishes of Pernambuco State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 517–521, set. 2005.

VITTE, A. C. O litoral brasileiro: a valorização do espaço e os riscos socioambientais. **Territorium**, n. 10, p. 61–67, 2003.

WATSON, R.; PAULY, D. Systematic distortions in world fisheries catch trends. **Nature**, v. 414, p. 534–536, 29 nov. 2001.

WILLIAMS, H. H.; JONES, A. **Parasitic worms of fish**. London; Bristol, PA: Taylor & Francis, 1994.

WORM, B.; BRANCH, T. A. The future of fish. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 27, n. 11, p. 594–599, nov. 2012.

WoRMS Editorial Board (2018). **World Register of Marine Species**. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-11-21. doi:10.14284/170

CAPÍTULO I

Parasitos gastrointestinais de *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Lutjanidae) da região Nordeste do Brasil

Artigo a ser submetido à revista **Acta Parasitologica**

Parasitos gastrointestinais de *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Lutjanidae)
da região Nordeste do Brasil

Resumo

Embora a região nordeste apresente a maior extensão litorânea no Brasil, são escassos os estudos sobre a parasitofauna de peixes de importância comercial. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a parasitofauna e os parâmetros da ecologia parasitária de *Lutjanus synagris* procedente do litoral de quatro estados da região nordeste do Brasil. Para isto, foram analisados os tratos gastrointestinais de 84 indivíduos, nos quais foram identificados 150 helmintos de seis taxa (com suas respectivas prevalências e abundância média): *Siphodera vinaledwarsii* (Digenea, Cryptogonamidae) (10,71%; $0,86 \pm 0,38$), *Helicometrina nimia* (Digenea, Opecoelidae) (2,38%; $0,04 \pm 0,03$), *Cucullanus* sp. (Seuratoidea, Cucullanidae) (15,48%; $0,26 \pm 0,08$) e larvas de *Raphidascaris* sp. (14,3%; $0,37 \pm 0,12$), *Contracaecum* sp. (8,33%; $0,14 \pm 0,08$) e *Anisakis* sp. (Ascaridoidea, Anisakidae) (4,76%; $0,12 \pm 0,08$). A análise de correlação de Spearman determinou que houve influência do tamanho e peso do hospedeiro na abundância parasitária de *S. vinaledwarsii*, *H. nimia*, *Cucullanus* sp., *Anisakis* sp., e *Contracaecum* sp. Os helmintos *S. vinaledwarsii*, *H. nimia* são novos registros para *L. synagris* no Brasil, em quanto *Cucullanus* sp. e *Anisakis* sp. são registrados pela primeira vez em *L. synagris* procedentes da região Nordeste. O parasitismo por larvas de anisaquídeos merece destaque por seu potencial zoonótico. O presente estudo contribui para o conhecimento sobre a parasitofauna e conservação de peixes marinhos da região nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Ictioparasitologia, helmintos, ecologia parasitária, anisaquídeos, zoonose.

Abstract

Although the northeastern region presents the largest coastal extension in Brazil, there are few studies in parasitic fauna of commercial important fish. The objective of this work was to characterize the parasitic fauna and the parameters of the parasite ecology of *Lutjanus synagris* from the coast of four states of Northeastern Brazil. For this, 84 individuals were analyzed in which 150 helminths of six taxa were identified (prevalence and mean abundance): *Siphodera vinaledwarsii* (Digenea, Cryptogonamidae) (10,71%; 0,86±0,38), *Helicometrina nimia* (Digenea, Opecoelidae) (2,38%; 0,04±0,03), *Cucullanus* sp. (Seuratoidea, Cucullanidae) (15,48%; 0,26±0,08), larvae of *Raphidascaris* sp. (14,3%; 0,37±0,12), *Contracaecum* sp. (8,33%; 0,14±0,08) and *Anisakis* sp. (Ascaridoidea, Anisakidae) (4,76%; 0,12±0,08). There had influence of host size and weight on parasite abundance of *S. vinaledwarsii*, *H. nimia*, *Cucullanus* sp., *Anisakis* sp. and *Contracaecum* sp. *S. vinaledwarsii* and *H. nimia* are new records for *L. synagris* in Brazil. *Cucullanus* sp. e *Anisakis* sp. are first records for *L. synagris* from Northeastern of Brazil. Parasitism by anisakids larvae deserves to be highlighted because of their zoonotic potential. The present study contributes to the knowledge about parasitology and conservation of marine fishes of the Northeastern region of Brazil.

Key words: Ichthyoparasitology, helminthes, parasitic ecology, anisakid larvae, zoonosis.

Introdução

Vários autores destacam a importância de estudo em parasitos de fauna selvagem devido a influência que eles têm sobre os parâmetros ecológicos do hospedeiro, e pelo potencial deles como indicadores de estado do ecossistema (MARCOGLIESE, 2004; SURES et al., 2017). Além disso, a identificação de helmintos parasitos é a base de estudos mais complexos como ecologia trófica e na determinação de parasitos com potencial zoonótico e de risco para a sociedade.

No Brasil, a maioria de registros de parasitos de peixes marinhos provém das regiões sul e sudeste (KNOFF et al., 2001). Embora o Nordeste seja a região com maior extensão litorânea do Brasil (VITTE, 2003), os estudos sobre os parasitos de peixes marinhos são escassos (THATCHER; FONSECA, 2005; CARVALHO-SOUZA et al., 2009; CAVALCANTI et al., 2010; HERMIDA et al., 2014; ALVES et al., 2018).

Lutjanidae é uma família de peixes actinoptérigeos com representantes de interesse comercial. A família consta de aproximadamente 112 espécies que ocorrem principalmente em arrecifes dos oceanos Índico, Pacífico e Atlântico (CARPENTER; NIEM, 2001). As espécies que ocorrem no Brasil são *Lutjanus analis*, *L. apodus*, *L. bucanella*, *L. cyanopterus*, *L. griseus*, *L. jocu*, *L. purpureus*, *L. synagris* e *L. vivanus* (MENEZES et al., 2003).

L. synagris (ariocó) ocorre em arrecifes e é considerada uma espécie generalista e estuarina facultativa ou independente (PIMENTEL; JOYEUX, 2010). Esta espécie representa um dos recursos pesqueiros mais explorados nas costas do Atlântico, devido à facilidade de captura e sua ampla distribuição que vai desde o norte de Carolina nos Estados Unidos até a região sudeste do Brasil (ALLEN, 1985).

Na região Nordeste do Brasil os parasitos identificados em *L. synagris* são os isópodes *Cymothoa pinipalpa* e *Rocinela signata* (CARVALHO-SOUZA et al., 2009), larvas de *Philometra* sp. (CAVALCANTI et al., 2010), além de larvas de cestódeos dos gêneros *Floriceps*, *Pseudogrillotia* e *Oncomegas* (ALVES et al., 2018).

O objetivo deste estudo foi caracterizar a parasitofauna e os parâmetros da ecologia parasitária de *L. synagris* do litoral de quatro estados da região nordeste do Brasil.

Material e métodos

Espécimes de *L. synagris* foram coletados a partir de expedições científicas do Laboratório de Impactos Antrópicos na Biodiversidade Marinha e Estuarina (BioImpact) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) na região oceânica dos estados da Paraíba (PB), Rio Grande do Norte (RN), Pernambuco (PE) e Alagoas (AL) (Figura 1). Os peixes foram pesados, medidos e posteriormente congelados até o processamento, quando então foi realizada a determinação do sexo por meio da visualização das gônadas

Para este estudo, foram utilizados apenas os tratos gastrointestinais, os quais foram acondicionados em potes de plásticos contendo solução AFA (álcool, formaldeído e ácido acético) e transportados até o Laboratório de Parasitologia (LAPAR) da UFRPE. O estômago e o intestino foram separados em placas de Petri e revisados em estereomicroscópio. Os parasitos coletados foram conservados em álcool ao 70%. Os digenéticos foram corados com carmim acético, enquanto os nematódeos foram clarificados em bateria crescente de glicerina.

A prevalência e a abundância média foram calculados de acordo com Bush et al. (1997). A identificação taxonômica foi realizada com base nas chaves de trematódeos (BRAY et al., 2008; GIBSON et al., 2002; JONES et al., 2005) e nematódeos (ANDERSON et al., 2009). Para a análise de correlação entre as características do hospedeiro (tamanho e peso) e abundância média foi utilizado o teste de Spearman com o software Bioestat 5.0.

Este estudo contou com a autorização do SISBIO (Nº 34125-1) e do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN No 34125-1), além da licença da Comissão de Ética para o uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE No 003/2019).

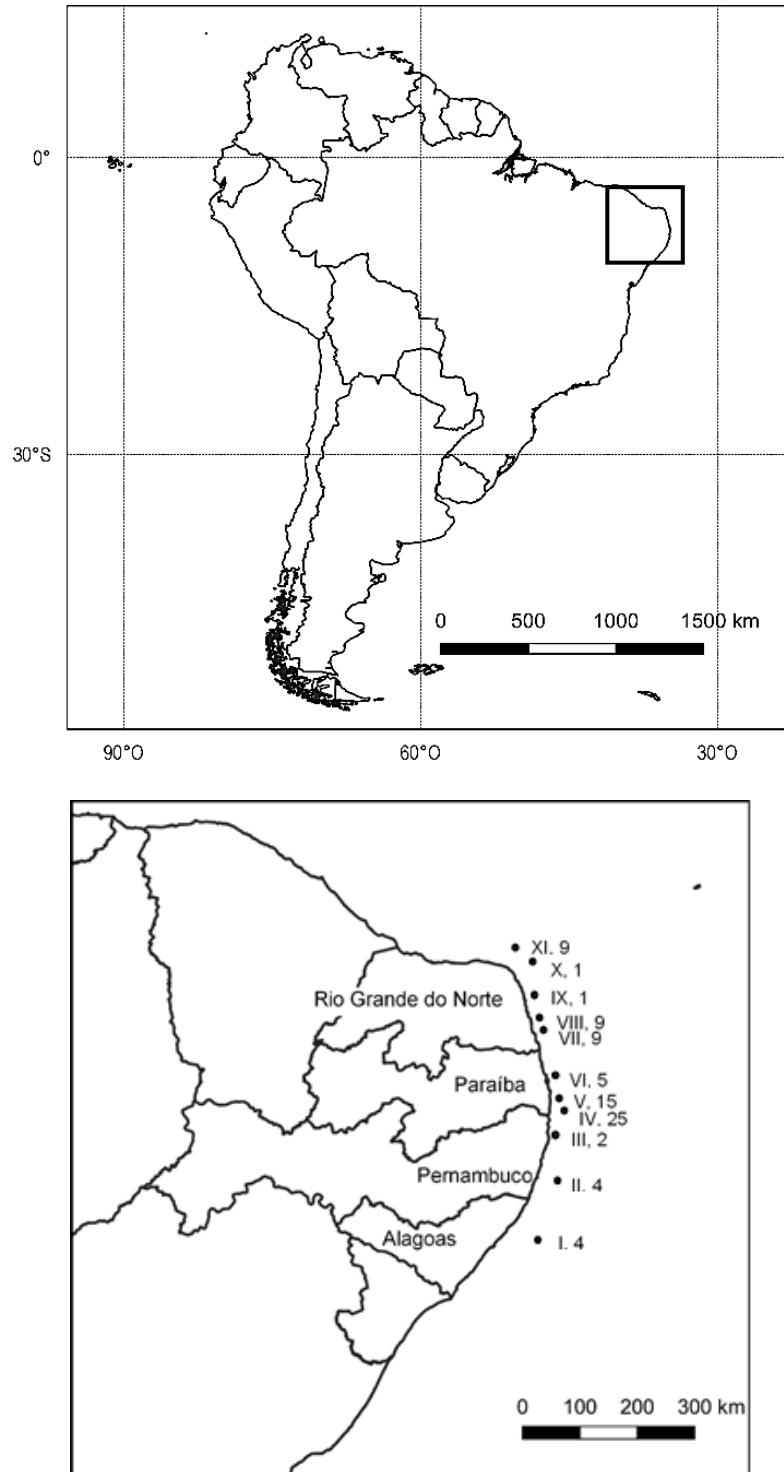


Figura 1. Pontos de coleta (números romanos) e número de amostras (números arábicos) de *Lutjanus synagris* procedentes dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Resultados

Foram analisados os tratos gastrointestinais de 84 espécimes de *L. synagris*: 45 da Paraíba, 29 do Rio Grande do Norte, seis de Pernambuco e quatro de Alagoas. 63,10% dos tratos analisados foram negativos; 22,62% estavam parasitados com apenas uma espécie de parasito; 10,71% com duas espécies e 3,57% com três e mais.

O tamanho médio dos peixes foi de $163,5 \pm 54,8$ centímetros (variação: 45,4cm - 308 cm), enquanto o peso médio foi de $22,7 \pm 2,7$ gramas (variação: 14,6 g – 3,2 g). As fêmeas constituíram 50% da amostra, enquanto machos 48,8% e apenas um espécime (1,2%) ficou sem determinação de sexo.

Foram coletados 150 helmintos distribuídos em seis taxa: *Siphodera vinaledwarsii* (Digenea, Cryptogonamidae), *Helicometrina nimia* (Digenea, Opecoelidae), *Cucullanus* sp. (Seuratoidea, Cucullanidae) e larvas de *Raphidascaris* sp., *Contracaecum* sp. e *Anisakis* sp. (Ascaridoidea, Anisakidae).

Todos os parasitos foram coletados no lúmen intestinal, exceto as larvas de *Anisakis* sp. que foram coletadas na serosa do estômago e intestino. *S. vinaledwarsii* e *Raphidascaris* sp. foram encontrados nos exemplares em todos os estados, enquanto *H. nimia* em exemplares dos estados de Alagoas e Pernambuco; enquanto *Anisakis* sp. e *Contracaecum* sp. na Paraíba e Rio Grande do Norte (Tabela 1).

A correlação entre o tamanho, o peso dos hospedeiros e a abundância parasitária foi positiva no caso de *Siphodera vinaledwarsii*, *Helicometrina nimia*, *Cucullanus* sp e *Anisakis* sp., ou seja, quanto maior o tamanho e o peso do hospedeiro, maior abundância de parasitos.; e negativa para *Contracaecum* sp., ou seja, quanto menor o tamanho e o peso do hospedeiro, maior abundancia de parasitos. A correlação entre abundância de *Raphidascaris* sp. foi positiva com o peso e negativa com o tamanho. (Tabela 2)

Tabela 1. Prevalência (%) e abundância média de parasitos de *Lutjanus synagris* (Actinopterygii, Lutjanidae).

Grupo	Parasito	Prevalência	Abundância média
Digenea	<i>Siphodera vinaledwarsii</i>	10,71	0,86±0,38
	<i>Helicometrina nimia</i>	2,38	0,04±0,03
	<i>Cucullanus</i> sp	15,48	0,26±0,08
Nematoda	<i>Raphidascares</i> sp. (larva)	14,29	0,37±0,12
	<i>Anisakis</i> sp. (larva)	4,76	0,12±0,08
	<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	8,33	0,14±0,08

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman (ρ) entre peso e tamanho de *Lutjanus synagris* (Actinopterygii, Lutjanidae) e abundância parasitária.

Parasito	Atributo do hospedeiro	ρ
<i>Siphodera vinaledwarsii</i>	Peso	0.1795
	Tamanho	0.1862
<i>Helicometrina nimia</i>	Peso	0.2078
	Tamanho	0.1905
<i>Cucullanus</i> sp.	Peso	0.2739
	Tamanho	0.2663
<i>Raphidascares</i> sp. (larva)	Peso	-0,0123
	Tamanho	0.0430
<i>Anisakis</i> sp. (larva)	Peso	0.1021
	Tamanho	0.0859
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	Peso	-0.0896
	Tamanho	-0.0933

Discussão

Os índices ecológicos determinados neste estudo podem ser um reflexo do método de conservação dos hospedeiros. De acordo com Cribb e Bray (2010), em geral, há reflexos negativos nos parâmetros ecológicos de helmintos de hospedeiros conservados por muito tempo ou indevidamente, o que pode também se expressar na correlação entre as características do hospedeiro e a intensidade de infecção. Em estudo realizado com *L. synagris* e *O. chrysurus* preservados em frio, procedentes do estado de Pernambuco, foi encontrada uma elevada riqueza (12) e diversidade de helmintos e artrópodes (Ana Paula dos Santos Ferreira, comunicação pessoal).

Além disto, trematódeos de hospedeiros submetidos há mais de 12 horas de congelamento podem deteriorar ou até perder características de importância taxonômica, como os espinhos do tegumento (MILLER; CRIBB, 2008). No presente estudo, a conservação dos peixes não interferiu na identificação dos parasitos.

De acordo com Hermida et al. (2014), os índices ecológicos podem ser influenciados pela quantidade de hospedeiros e o período de amostragem. Os referidos autores encontraram uma baixa diversidade de parasitos em *L. analis* procedentes de Alagoas explicando como possível causa o limitado período de coleta. Além do método de conservação dos hospedeiros, o número de estações de coleta poderia explicar os índices ecológicos do presente estudo.

Siphodera vinaldwarsii foi descrita originalmente como *Monostomum vinaldwarsii*; posteriormente, foi redescrita como *S. vinaldwarsii* (LINTON, 1910). Esta espécie já foi reportada em *Haemulon flavolineatum* na Colômbia (VÉLEZ, 1978), *L. synagris* e *O. chrysurus* no México (MONTROYA-MENDOZA, et al., 2014; MONTROYA-MENDOZA et al., 2016) e em *L. griseus* na Venezuela (EIRAS et al., 2017). Este é o primeiro registro de *S. vinaldwarsii* em *L. synagris* no Brasil.

Helicometrina nimia Linton, 1910 foi originalmente descrita em peixes lutjanídeos. Trata-se de um trematódeo generalista reportado ao longo do Pacífico, Atlântico e do Golfo Pérsico (OLIVA et al., 2015). No Brasil, a espécie foi reportada em *Epinephelus marginatus* (Perciformes: Serranidae) procedente de Espírito Santo e Santa Catarina (ROUMBEDAKIS et al., 2014). Devido a sua ampla distribuição e ao fato que muitos

sinônimos foram estabelecidos para espécie, a taxonomia ainda é questionável e, portanto, é necessária uma reavaliação dos registros (CRIBB et al., 2002).

Cucullanus Müller, 1777 é um gênero de nematódeos parasitos de peixes marinhos, de água doce e, raramente, de quelônios (ANDERSON, 2000). Segundo Anderson (2000), o ciclo de vida das espécies da família Cucullanidae não está totalmente esclarecido. O principal desafio na identificação é a semelhança morfológica entre as espécies (VIEIRA et al., 2015). Contudo, novas espécies de *Cucullanus* foram registradas na última década (MORAVEC; JUSTINE, 2018). A espécie *C. pargi* foi reportada em *L. synagris* procedente do México (MONTROYA-MENDOZA et al., 2016). No Brasil não existem registros de *Cucullanus* em *L. synagris*, sendo este o primeiro registro.

Raphidascaris Railliet & Henry, 1915 é um gênero de nematódeos parasitos de peixes de água doce e marinhos (AILÁN-CHOKE; RAMALLO; DAVIES, 2017). O ciclo de vida envolve invertebrados como hospedeiros paratênicos, pequenos peixes como hospedeiros intermediários e peixes maiores como hospedeiros definitivos (ANDERSON, 2000). O desenvolvimento de um quarto estágio larval no hospedeiro intermediário tem sido reportado para a espécie *R. acus* (SMITH, 1984). No Brasil, diversos estudos sistemáticos e moleculares foram realizados utilizando espécimes de *Raphidascaris* coletados de peixes de água doce (PEREIRA; LUQUE, 2017; MALTA et al., 2018), assim como a descrição das novas espécies *R. andersoni* e *R. lanfrediae* em *Gymnogeophagus balzanii* do Mato Grosso e *Satanoperca jurupari* do Pará, respectivamente (MELO et al., 2011; MALTA et al., 2018). A espécie *R. vicentei* foi reportado em *L. synagris* procedentes de Rio de Janeiro, enquanto larvas de *Raphidascaris* o foram em vários peixes marinhos nos estados de Ceará, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Pará, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina (EIRAS et al., 2017).

Os gêneros *Anisakis*, *Terranova* e, em casos excepcionais, *Contracecum*, são nematódeos da família Anisakidae com potencial zoonótico, sendo *Anisakis simplex* a espécie com mais casos reportado em humanos no mundo (IGLESIAS et al., 1997). O ciclo de vida dos anisaquídeos pode envolver até três hospedeiros diferentes, mamíferos marinhos como golfinhos e lobos-marinhos são os hospedeiros definitivos, enquanto peixes são hospedeiros paratênico; humanos podem entrar ao ciclo, como

hospedeiros acidentais, ao consumir peixes com a larva infectante (BAIRD et al., 2014).

No Brasil, apenas existe um caso relatado de anisquiose no estado de Mato Grosso (ROSA, et al. 2007; EIRAS, et al. 2010). Por outro lado, a presença de larvas de anisquídeos é relatada em peixes marinhos da costa brasileira dos estados de Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina (EIRAS et al., 2017). No estado de Pernambuco não existem relatos do parasitismo por anisquídeos em peixes marinhos de importância comercial (EIRAS et al., 2017).

Siphodera vinaledwarsii, *Helicometrina nimia*, *Cucullanus* sp. são novas adições à fauna parasitária de *L. synagris* no Brasil. A presença de larvas de anisquídeos demonstra o potencial zoonótico, considerando assim um possível risco à saúde humana por consumo inadequado do recurso.

Agradecimentos

Ao pessoal do BIOIMPACT, à professora Flávia Lucena Frédou e ao professor Arnaud Bertrand. O autor principal recebeu bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Referências

- AILÁN-CHOKE, L. G.; RAMALLO, G.; DAVIES, D. New species of *Raphidascaris* (Sprentascaris) (Nematoda: Anisakidae) in *Rineloricaria steinbachi* (Actinopterygii: Loricariidae) from Northwest Argentina. *Zootaxa*, v. 4231, n. 1, p. 129–136, 9 fev. 2017.
- ALLEN, G. R. Snappers of the world: an annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985.
- ALVES, A. M. et al. Occurrence of larvae of Trypanorhynch cestodes in snappers (Lutjanidae) from northeast Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, p. 415-419, 24 maio 2018.
- ANDERSON, R. C. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. 2nd ed ed. Wallingford, Oxon, UK; New York, NY: CABI Pub, 2000.
- ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. (EDS.). Keys to the nematode parasites of vertebrates. Archival volume. 1. ed. Wallingford, UK; New York, US: CABI, 2009.
- BAIRD, F. J. et al. Foodborne anisakiasis and allergy. *Molecular and Cellular Probes*, v. 28, n. 4, p. 167–174, ago. 2014.
- BRAY, R. A.; GIBSON, D. I.; JONES, A. (EDS.). Keys to the Trematoda: Volumen 3. 1. ed. Wallingford, UK; New York, US: CABI, 2008.
- BUSH, A. O. et al. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology*, v. 83, n. 4, p. 575–583, ago. 1997.
- CARPENTER, K. E.; NIEM, V. H. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001. v. 5
- CARVALHO-SOUZA, G. F. et al. Occurrence of isopods ectoparasites in marine fish on the Cotegipe Bay, north-eastern Brazil. *Marine Biodiversity Records*, v. 2, out. 2009.
- CAVALCANTI, E. T. S. et al. First record of endoparasite *Philometra* sp. (Nematoda: Philometridae) in lane snapper *Lutjanus synagris* from the coast of Rio Grande do Norte, Brazil. *Marine Biodiversity Records*, v. 3, set. 2010.

- CRIBB, T. H. et al. The trematodes of groupers (Serranidae: Epinephelinae): knowledge, nature and evolution. *Parasitology*, v. 124, n. 07, p. S23–S41, out. 2002.
- CRIBB, T. H.; BRAY, R. A. Gut wash, body soak, blender and heat-fixation: approaches to the effective collection, fixation and preservation of trematodes of fishes. *Systematic Parasitology*, v. 76, n. 1, p. 1–7, maio 2010.
- EIRAS, J. C. et al. Probable recognition of human anisakiasis in Brazil? *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 57, n. 4, p. 358, ago. 2015.
- EIRAS, J. C.; VELLOSO, A. L.; PEREIRA, J. Parasitos de peixes marinhos da América do Sul. Rio Grande: Ed. da FURG, 2017.
- GIBSON, D. I.; JONES, A.; BRAY, R. A. (EDS.). Keys to the trematoda: Volumen 1. 1. ed. Wallingford, UK; New York, US: CABI, 2002.
- HERMIDA, M. et al. Parasites of the Mutton Snapper *Lutjanus analis* (Perciformes: Lutjanidae) in Alagoas, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 23, n. 2, p. 241–243, jun. 2014.
- IGLESIAS, L.; VALERO, A.; ADROHER, F. Some factors which influence the in vitro maintenance of *Anisakis simplex* (Nematoda). *Folia Parasitologica*, v. 44, p. 297–301, 24 abr. 1997.
- JONES, A.; BRAY, R. A.; GIBSON, D. I. (EDS.). Keys to the Trematoda: Volumen 2. 1. ed. Wallingford, UK; New York, US: CABI, 2005.
- KNOFF, M. et al. Digenea and acanthocephala of elasmobranch fishes from the southern coast of Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 96, n. 8, p. 1095–1101, nov. 2001.
- LINTON, E. Helminth fauna of the Dry Tortugas. II. Trematodes. In: Papers from the Tortugas laboratory of the Carnegie Institution of Washington. Philadelphia: The Carnegie Institution of Washington, 1910. v. 4, p. 11–98.
- MALTA, L. S. et al. A new species of *Raphidascaris* (Nematoda: Raphidascarididae) infecting the fish *Gymnogeophagus balzanii* (Cichlidae) from the Pantanal wetlands, Brazil and a taxonomic update of the subgenera of *Raphidascaris* based on molecular phylogeny and morphology. *Journal of Helminthology*, p. 1–10, 21 dez. 2018.
- MARCOGLIESE, D. J. Parasites: Small players with crucial roles in the ecological theater. *Ecohealth*, v. 1, p. 151–164, mai. 2004

- MELO, M. DE F. C. DE et al. *Raphidascaris (Sprentascaris) lanfrediae* sp. nov. (Nematoda: Anisakidae) from the fish *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 106, n. 5, p. 553–556, ago. 2011.
- MENEZES, N. A. et al. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2003.
- MILLER, T.; CRIBB, T. Eight new species of Siphoderina Manter, 1934 (Digenea, Cryptogonimidae) infecting Lutjanidae and Haemulidae (Perciformes) off Australia. Acta Parasitologica, v. 53, n. 4, 1 jan. 2008.
- MONTOYA-MENDOZA, J. et al. Helminth parasites of lane snapper, *Lutjanus synagris* from Santiaguillo Reef, Veracruz, Mexico. Journal of Agricultural Science, v. 8, n. 11, p. 81, 11 out. 2016.
- MONTOYA-MENDOZA, J.; JIMÉNEZ-BADILLO, M. DE L.; SALGADO-MALDONADO, G. Helminths of *Ocyurus chrysurus* from coastal reefs in Veracruz, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, v. 85, n. 3, p. 957–960, set. 2014.
- MORAVEC, F.; JUSTINE, J.-L. Three new species of *Cucullanus* (Nematoda: Cucullanidae) from marine fishes off New Caledonia, with a key to species of *Cucullanus* from Anguilliformes. Parasite, v. 25, p. 51, 2018.
- OLIVA, M. E. et al. Molecular and morphological evidence demonstrating two species of *Helicometrina* Linton 1910 (Digenea: Opecoelidae) in Northern Chile. Journal of Parasitology, v. 101, n. 6, p. 694–700, dez. 2015.
- PEREIRA, F. B.; LUQUE, J. L. An integrated phylogenetic analysis on ascaridoid nematodes (Anisakidae, Raphidascaridae), including further description and intraspecific variations of *Raphidascaris (Sprentascaris) lanfrediae* in freshwater fishes from Brazil. Parasitology International, v. 66, n. 1, p. 898–904, fev. 2017.
- PIMENTEL, C. R.; JOYEUX, J.-C. Diet and food partitioning between juveniles of mutton *Lutjanus analis*, dog *Lutjanus jocu* and lane *Lutjanus synagris* snappers (Perciformes: Lutjanidae) in a mangrove-fringed estuarine environment. Journal of Fish Biology, v. 76, n. 10, p. 2299–2317, 18 maio 2010.
- ROSA, A. et al. Endoscopic imaging of the first clinical case of anisakidosis in Brazil. Sci Parasitol, v. 11, n. 2, p. 97–100, jun. 2010.

- ROUMBEDAKIS, K. et al. *Helicometrina nimia* Linton, 1910 (Digenea: Opecoelidae) in dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei: Serranidae) from southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 74, n. 2, p. 472–479, maio 2014.
- SILVA, A. C. S. Parasitismo por cestoides da ordem Trypanorhyncha na musculatura de *Plagioscion squamosissimus* – pescada branca (Perciforme: Scianidae), comercializados em Macapá, AP. *Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n. 3, p. 737-742, 2 out. 2010.
- SMITH, J. D. Development of *Raphidascaris acus* (Nematoda, Anisakidae) in paratenic, intermediate, and definitive hosts. *Canadian Journal of Zoology*, v. 62, n. 7, p. 1378–1386, jul. 1984.
- SURES, B.; NACHEV, M.; SELBACH, C.; MARCOGLIESE, D. J. Parasite responses to pollution: what we know and where we go in ‘Environmental Parasitology.’ *Parasit Vectors*, v. 10, n. 65, p. e1–e19. 2017.
- THATCHER, V. E.; FONSECA, F. T. *Cymothoa recifea* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the mouths of marine fishes of Pernambuco State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 3, p. 517–521, set. 2005.
- VÉLEZ, I. Algunos tremátodos (Digenea) de peces marinos del norte de Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, v. 10, p. 223–243, 1978.
- VIEIRA, F. M. et al. A survey of nematodes of the genus *Cucullanus* Müller, 1777 (Nematoda, Securatoidea) parasitic in marine fishes off Brazil, including description of three new species. *Zootaxa*, v. 4039, n. 2, p. 289, 5 nov. 2015.
- VITTE, A. C. O litoral brasileiro: a valorização do espaço e os riscos socioambientais. *Territorium*, n. 10, p. 61–67, 2003.

CAPÍTULO 2

Histopathology of parasitic infestations/infections on marine fishes of commercial importance from Brazil

Artigo a submeter à revista **Veterinary Parasitology**

Histopathology of parasitic infestations/infections on marine fishes of commercial importance from Brazil

Abstract

Despite the wide diversity of parasites of marine ichthyofauna in Brazil, there are few studies on the impact of parasites on the health of commercial important fish. Therefore, the objective of this study was to identify the parasites and to characterize the impact of the host-parasite relationship on three species of marine fish from the coast of Northeastern region of Brazil. Parasites were collected in the gills, liver, stomach, intestine and celomatic cavity of 77 specimens of *Pseudupeneus maculatus* (Actinopterygii, Mullidae) (n=34), *Lutjanus synagris* (n=23) and *Ocyurus chrysurus* (Actinopterygii, Lutjanidae) (n=20). The tissues and/or organs with and without parasites were processed by routine histopathological techniques. Overall, 55.8% specimens were parasitized. Were found 11 taxa of nematode, copepod, protozoan, cestode, isopod and trematode. *O. chrysurus* presented a high richness (*Rocinela signata*; *Lernanthropus* sp.; *Raphidascaris* sp.; larvae of *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp., and Trypanorhyncha), followed by *P. maculatus* (*Goussia* sp., *R. signata*, *Haliotrema* sp., and larvae of *Pseudoterranova* sp.) and *L. synagris* (*Lernaeolophus sultanus* and *Cucullanus* sp.). Macroscopic and/or histopathological alterations were observed associated with the following parasites: *Goussia* sp.; *Pseudoterranova* sp. (liver) and *Haliotrema* sp. (gills) in *P. maculatus*; *Lernanthropus* sp. (gills) and *Pseudoterranova* sp. (liver) in *O. chrysurus*, and *Lernaeolophus sultanus* (maxilla) of *L. synagris*. New records of parasites are presented and nematodes of importance in public health are registered. The histopathological analysis showed to be a tool that provides important knowledge about the impact of the parasites on the health of the marine fish of commercial importance.

Key words: helminthes, coccidian, arthropods, host-parasite relationship, health, conservation.

Introduction

Despite the great diversity of marine fishes and their economic importance, studies on the impact of parasites on marine ichthyofauna health in Brazil are scarce (Pavanelli et al., 2008), especially in the Northeastern region where these studies are restricted to the identification of parasites (Cavalcanti et al., 2013; Hermida et al., 2014; Alves, 2017; Cardoso et al., 2018).

Parasites represent a plausible fraction of the world's biodiversity (Poulin and Morand, 2004), but are still neglected (Goldberg et al., 2016). They can provide important information about ecosystem conditions by establishing close contact with the host and the environment (Kadlec et al., 2003; Sures et al., 2017). The parasitic diseases are limiting factors in aquaculture (Feist and Longshaw, 2008), since deleterious effects on fish can result in weight loss, hematological alterations, reduced growth rate (Pavanelli et al., 2008), and to cause respiratory failure and fish death (Vasconcelos and Tavares-Dias, 2014). Histopathology provides a basis for determining the effects of parasitic infections/infestations on fish, both in the individual and in the population context (Feist and Longshaw, 2008; Johnson et al., 1993), reflecting the health of ecosystems (Roberts, 2012). In addition to interfering with fish health, some parasites of these vertebrates have zoonotic potential (Barros et al., 2006). However, according to Barros et al. (2006), these zoonotic parasites are little registered in Brazil due to lack of studies and adequate diagnosis.

Several species of fish from reef environments are exploited through artisanal fishing, making this activity play an important role in the socioeconomics of northeastern Brazil (Frédou and Ferreira, 2005). Reef fishes *Pseudupeneus maculatus*, *Lutjanus synagris* and *Ocyurus chrysurus* feed on small fish, crabs, shrimp, gastropods and cephalopods and present high trophic diversity, as well as a variety of habitats and lifestyles (Schlacher et al., 2007), thus presenting the highest rates of infection/infestation by parasites (Luque et al., 2004; Kharat and Pimple, 2011; Mohammadi et al., 2012).

The aim of this research was to evaluate the impact of parasites on the health and conservation of marine fishes of commercial importance in Northeastern region of Brazil by means of histopathology, as well as to record the occurrence of parasites with zoonotic potential.

Material and method

The present study was approved by SISBIO (No 34125-1), Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN No 34125-1), and the Comissão de Ética para o Uso de Animais CEUA of Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE No 003/2018).

Animals

Were studied seventy-seven specimens: 34 *P. maculatus*, 23 *L. synagris* and 20 *O. chrysurus*. Nineteen specimens of *P. maculatus* were purchased from the Colônia de Pescadores do Pina in the city of Recife, and the others (n = 15) in the Itamaracá public market. All specimens of *O. chrysurus* and *L. synagris* were purchased from the Itamaracá public market. The fish were sent in icebox to the Laboratório de Parasitologia LAPAR of the Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE, where they were identified, measured and processed.

Collection, processing and identification of parasites

Fish were submitted to morphometric analysis, measuring the total length, from rostral to caudal region. Subsequently, the animals were macroscopically inspected for parasites and/or lesions in tegument and gills. Operculum was carefully lifted, and the gill arches were evaluated for the presence of parasites and/or lesions. Celomatic cavity was opened and the esophagus, stomach, liver, mesentery and intestine were systematically examined for parasite collection, which were collected and preserved in alcohol 70% for later identification. The parasites were, identified and deposited in the Coleção Helminológica da Fundação Oswaldo Cruz (CHFIOCRUZ) and in the Coleção Parasitológica do Laboratório de Parasitologia (CPLAPAR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Some specimens of fish were deposited in the Coleção Ictiológica do Laboratório de Ecologia de Peixes (LEP) da UFRPE. Prevalence were calculated according to Bush et al. (1997).

Anatomic-histopathological analysis

Fragments of parasitized tissues, with and without macroscopic lesions, were processed by conventional histological techniques (Molinaro et al 2010)

Results and discussion

The studied fishes presented a richness of 12 taxa: eight of helminths (five nematodes, one digenetic, one monogenetic and one cestode), three arthropods (two copepods and one isopod) and one protozoan.

Of the 77 individuals analyzed, 55.84% were parasitized by ecto and/or endoparasites in the gills, stomach, liver, intestine and celomatic cavity. This prevalence was expected since fish exhibit great trophic diversity in aquatic ecosystems, as well as a variety of ways of life and habitats (Schlacher et al., 2007), which favors the dispersion of parasites. For this reason, marine fish are paratenic, intermediate and definitive hosts of a wide range of external and internal parasites (Cardoso et al., 2018; Luque, 2004; Luque et al., 2004). This is the first study on the richness and diversity of the parasitic fauna of three species of fish of economic importance for the northeast region of Brazil.

Of the 20 specimens of *O. chrysurus*, 85% were parasitized and the prevalence of endo and ectoparasites were 85% and 10%, respectively. The gills were parasitized by *Rocinela signata* (Isopoda, Aegidae), *Lernanthropus* sp. (Copepoda, Lernanthropidae) and the endoparasites were larvae of *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp. and *Anisakis* sp. (Nematoda, Anisakidae), as well as *Raphidascaris* sp. (Nematoda, Raphidascarididae), in intestine. Anisakids have an impact on public health because they have zoonotic potential. Trypanorrhynca cestode larvae were found in the coelomic cavity.

The gills parasitized by *Lernanthropus* sp. presented hemorrhagic areas and fragility in the gill filaments, due to the fixation of the parasite. The liver parasitized by *Pseudoterranova* sp. in the serosa, presenting macroscopic lesions characteristic of tissue destruction, with areas of depression, ecchymoses, congestion and ischemia.

Of the 34 specimens of *P. maculatus*, 55,9% were parasitized: all animals had endoparasites and 47.4% had ectoparasites. The parasites were *Goussia* sp. (Apicomplexa, Barrouxilidae) in the hepatic parenchyma; *R. signata* and *Haliotrema* sp. in the gills; *Pseudoterranova* sp. in the serosa of the liver; cestode cysts in the esophageal serosa, coelomic cavity and intestine.

Most of the parasitized individuals did not present macroscopic lesions, except in the livers parasitized by *Pseudoterranova* sp. where depression was observed in the place where the parasite was fixed, as well as pale areas and congestion. The liver tissue

parasitized by *Goussia* sp. presented diffuse coagulation necrosis and congestion (Fig. 1). Gills parasitized by *Haliotrema* sp. exhibited thickening, congestion and distortion of the filaments (Fig. 2).

Prevalence of parasites of *L. synagris* was 30.4%, 17.39% and 13.0% by endo and ectoparasites, respectively. The parasites were *Lernaeolophus sultanus* (Copepoda: Pennellidae) in the maxilla and *Cucullanus* sp. (Nematoda, Cucullanidae) in intestine. Specimens parasitized by *Lernaeolophus sultanus* showed increased rostral volume, face deformity (Fig. 3) and massive loss of bone structure of the maxilla (Fig. 4).

The highest prevalence and richness of parasites was recorded for *O. chrysurus*, being this the first record of parasites of this species. The parasites are related to aspects of the biology of their hosts, such as diets and migration (Cardoso et al., 2018).

Cardoso et al. (2018) investigated the parasitic fauna associated with the gills of *P. maculatus* from the coast of Pernambuco and the parasites were monogenetic, cestodes, isopods and copepods. In the present study, the presence of *R. signata* in gills was also recorded.

The lesions caused by *R. signata* in the filaments of the gills are due to the fixation of this parasite in the organ (Luque, 2004), resulting in total or partial occlusion of the blood vessels that irrigate the lamellae, in addition to provoking a hyperplastic response with increase of secretion of mucus (Pavanelli et al., 2008). In this study, during the inspection of macroscopic lesions of parasitized fish, mucus hypersecretion and congestion of the gills were observed. The isopods feed on the blood and tissue fluid of the host, leading to tissue changes increase mucus production associated to the secretion of the cephalic glands, causes reduction in the respiratory capacity of the fish (Thatcher and Neto, 1994). The parasitic crustaceans are fixed in the gill cavity, which can lead to changes in respiratory and swimming capacity, loss of weight and reduction of the growth rate of affected individuals (Pavanelli et al., 2008). Loureiro et al. (2012) indicated the deleterious character of the host-parasite interaction between the *Cetengraulis dentulus* and the isopods.

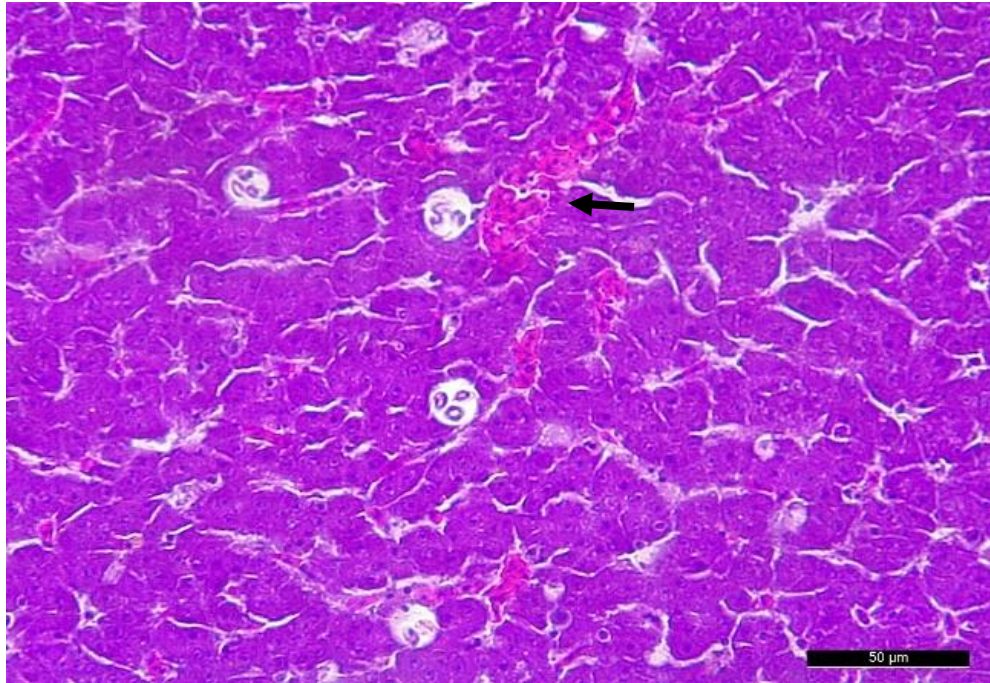


Figure 1. Microphotograph of liver of *Pseudopenes maculatus* showing diffuse coagulation necrosis and congestion (arrow) by infestation of *Goussia* sp. inside vacuoles.

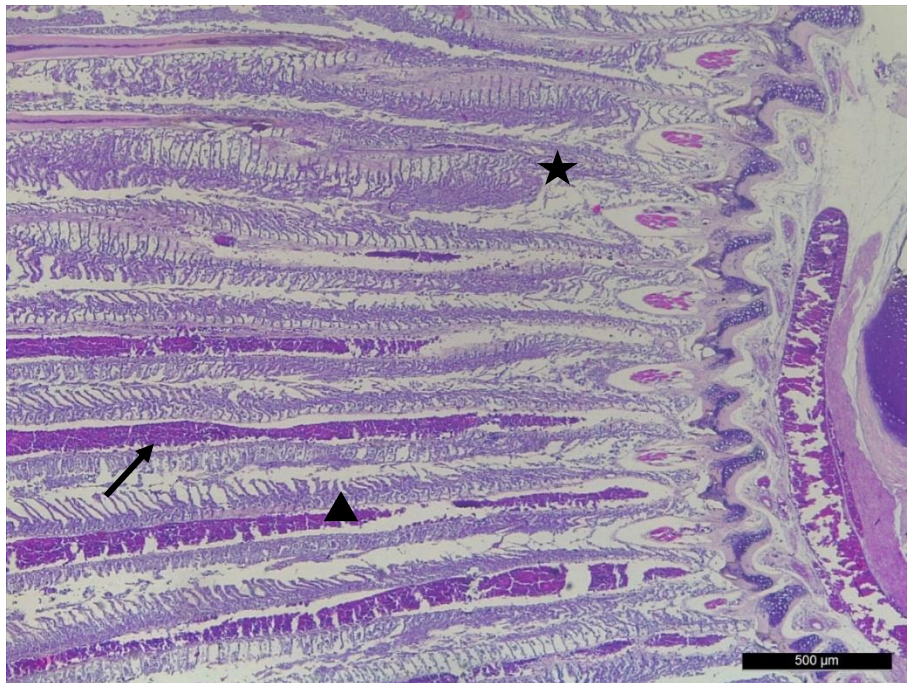


Figure 2. Microphotograph of a branch of *Pseudopenes maculatus* showing thickening (asterisk), congestion (arrow) and distortion (triangle) of the filaments by infestation of monogenetic *Haliotrema* sp.



Figure 3. *Lutjanus synagris* parasitized by *Lernaeolophus sultanus* showing face deformity (arrow).

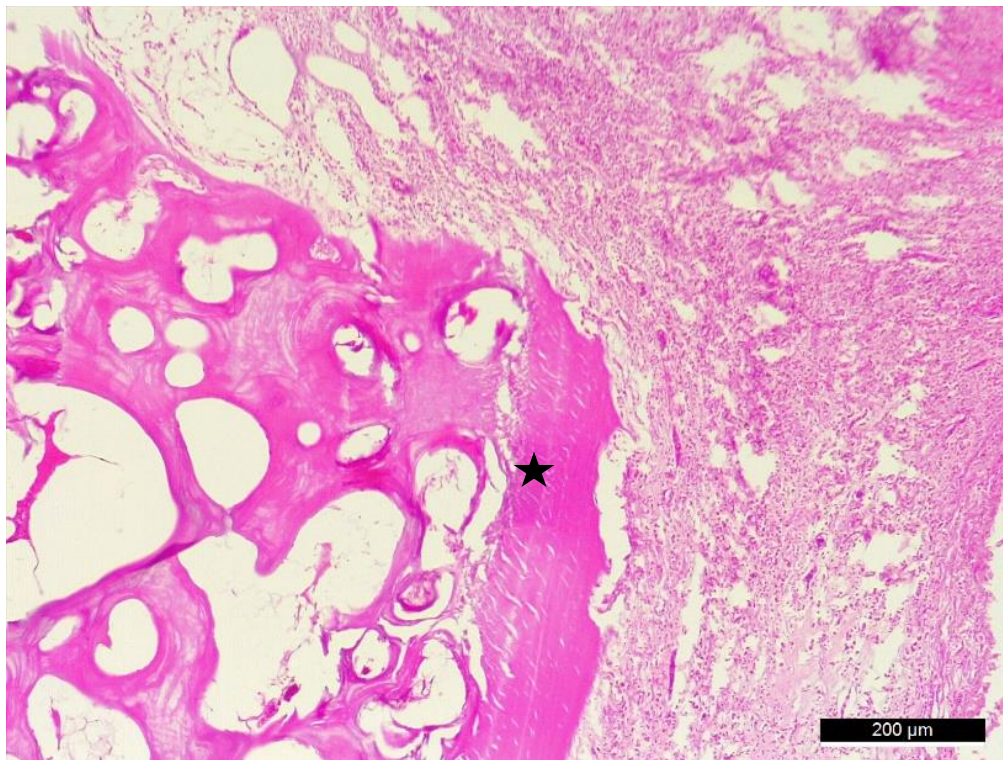


Figure 4. Massive loss of bone (asterisk) structure of the maxilla of *Lutjanus synagris* parasitized by *Lernaeolophus sultanus*.

Pseudupeneus maculatus

The parasitism by monogenea in gills is due to the direct life cycle of these parasites, as well as to the food habit of *P. maculatus*. The habit of revolving the substrate in search of food, facilitating infestation in the gills (Dubin, 1982). The deleterious action by monogenetics is due to its sclerotized fixation structure (Luque, 2004). Some species of parasites, when in high infestations in the gills, can cause serious lesions that can evolve to respiratory insufficiency and death of the host, favoring the secondary infections caused by bacteria and fungi (Kharat and Pimple, 2011; Mohammadi et al., 2012; Vasconcelos and Tavares-Dias, 2014). However, even in the presence of less intense infestations, the micro-effusions caused by ectoparasite also favor secondary infections (Pavanelli et al., 2008)

Macroscopically, no tissue changes were found in the liver of *P. maculatus* specimens parasitized by coccidian *Goussia* sp. However, in the histopathological analysis, the presence of coccidian was observed, with areas of diffuse coagulation necrosis and anucleated hepatocytes, suggestive of hepatic necrosis. Costa and MacKenzie (1994) found no macroscopic lesions, only registering in the histopathology the presence of degenerate hepatocytes, as in the present study. However, the congestion diagnosed in the present study was not reported by Costa and MacKenzie. According to these authors, hepatic coccidiosis appeared to be controlled by the host's immune system. In Brazil, *Goussia cruciate* was reported in *Trachurus lathammi* from Rio de Janeiro (Braicovich et al., 2012). There are no reports of parasitism by *Goussia* in *P. maculatus*, being this a new record. In addition, it is important to note that parasitism by this protozoan was only possible with histological analysis.

Lutjanus synagris

Lernaeolophus sultanus on the maxilla of *L. synagris* is reported for the first time, which differs from the study of Cavalcanti et al. (2013) that recorded *Lernaeolophus synagris* in this species of fish in the coast of Rio Grande do Norte. Histopathological analysis demonstrated a chronic inflammatory reaction, resulting in encapsulation of the parasite, in addition to intense bone resorption. This loss of bone architecture justifies the macroscopic aspect of maxillary deformity observed in the parasitized individuals, representing a threat to the survival of the parasitized animals. Although the macroscopic changes indicated are like those reported by Cavalcanti et al. (2013), the

present study describes, for the first time, the histopathological aspects associated with ectoparasitism by *Lernaeolophus sultanus*.

Ocyurus chrysurus

Macroscopically, hemorrhagic areas, hypersecretion of mucus and reduction of gill filaments were observed related to parasitism by *Lernanthropus* sp. in the gills of *O. chrysurus*. Branchial filament atrophy, inflammatory reaction and congestion were observed. The reduction of the number of gill filaments as a factor of reduction of respiratory efficiency of parasitized fish (Machado et al., 1996). Although the genus *Lernanthropus* is considered the most common among fish, and its occurrence has been recorded in other species of the Lutjanidae family (Cavalcanti et al., 2013), this is the first report of the presence of this species ectoparasite in *O. chrysurus*.

In the process of coevolution of the host-parasite relationship, the host's immune system adapts to avoid or tolerate parasites, while parasites have found new ways of exploiting their hosts (Poulin, 1992). Thus, despite the presence of parasitism, there is a complex equilibrium that can be broken by several factors. Fish undernourished or exposed to contaminants may become susceptible to deleterious action of parasites and other pathogens (Kubitza, 1999), which compromises the conservation of these animals. Thomas et al. (2009) consider the alteration of the energy balance of the hosts when the parasitic energy resources are extracted from them. Thus, parasitism may influence host fitness, even when clinical signs of infection are absent (Hudson et al., 2002).

In the present study, anatomic-histopathological alterations were demonstrated that denote the impact of some parasites on the health of the parasitized fish, which can interfere with their use for the consumption as well as the conservation of these animals. In this sense, the macroscopic and histopathological analysis has been shown to be an important diagnostic tool to detect the deleterious effects of the parasites (Feist and Longshaw, 2008; Johnson et al., 1993), as well as an indicator of the health of the ecosystems in which the fish live (Feist and Longshaw, 2008; Roberts, 2012)

Anisakids of importance in public health were found in *P. maculatus* and *O. chrysurus* in the current study. Two specimens of *Pseudoterranova* sp. were fixed in the hepatic

serosa, however, the others were located on the serosa of the organs and/or free in the celomatic cavity. Except for *Hysterothylacium deardorffoverstreetorum*, the parasitism by larvae of *Pseudoterranova* sp., *Raphidascaris* sp. and *Contracaecum* sp. in the mesentery, liver serosa and coelomic cavity was also reported in *Cynoscion guatucupa* in Rio de Janeiro (Fontenelle et al., 2013) Human anisakiosis occurs mainly in regions near the coast and is more frequent in countries where fish consumption occurs in the form of raw, undercooked, cold-smoked, improperly salted and chilled products (Nawa et al., 2005). The disease is characterized as gastric, intestinal and ectopic (Montoro et al., 1997). Humans that accidentally consume alive parasites can suffer diarrhea, vomiting and acute abdominal pain (Knoff et al., 2007). However, even the ingestion of fish with dead anisakids can cause allergic reactions in sensitive people (Alonso et al., 1999) The anisakids reported in this study were found in mesentery, serosa of the liver, stomach, intestine and free in the celomatic cavity. Although they have not been found in musculature, the risks to public health cannot be ruled out, mainly due to the immunogenic characteristics of these parasites, in addition, the migration of larvae to the musculature of live or dead fish may occur moments after capture or when fish are subjected to long periods of storage in boats or markets (Fontenelle et al., 2013).

The cestodes of the order Trypanorhyncha have no zoonotic potential. However, larvae present in fish musculature can lead to the production of toxins, causing allergic reaction in intolerant people (De São Clemente et al., 1995). In addition, the presence of this parasite affects the aesthetics of the fish, which can lead to rejection by the consumer (Júnior, 2010). The information about parasitism by these cestodes in fishes of the Brazilian tropical coast is scarce and directed to only one or few species (Palm, 1997).

Dias et al. (2010) emphasize the importance of the professionals involved in health surveillance, as well as the prior knowledge of fishermen and final consumers about the parasites of fish with zoonotic potential, as well as the prevention and implementation of health education programs.

The richness and diversity of parasites found in this study is like to other studies in Brazil. Parasites were found associated with macroscopic and histological alterations, which may impact *P. maculatus*, *O. chrysurus* and *L. synagris*, fish of commercial importance in the northeast region of Brazil. In addition, parasites of public health

importance were identified, which highlights the need to implement health education actions to prevent infection by parasites with zoonotic potential from fish consumption. Histopathology has been shown to be an important tool to diagnose the impacts of the parasite-host relationship, a fundamental knowledge for the conservation of the fish and the ecosystems in which they live.

Acknowledgment

This study was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brazil (CAPES) (Finance Code 001).

References

- Alonso, A., Moreno-Ancillo, A., Daschner, A., López-Serrano, M.C., 1999. Dietary assessment in five cases of allergic reactions due to gastroallergic anisakiasis. *Allergy Eur. J. Allergy Clin. Immunol.* 54, 517–520. <https://doi.org/10.1034/j.1398-9995.1999.00046.x>
- Alves, André Mota. Metazoários parasitos e registro de espécies com potencial zoonótico em pescados da família lutjanidae do Nordeste brasileiro. / André Mota Alves; Orientação [de] Profa. Dra. Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo. – Aracaju: UNIT, 2017. 44p.; il.
- Amarante, C.F., Tassinari, W., Luque, J.L., Pereira, M.J., 2016. Parasitic abundance and its determinants in fishes from Brazil: an eco-epidemiological approach. *Brazilian J. Vet. Parasitol. Jaboticabal* 25, 196–201. <https://doi.org/10.1038/ncomms7168>
- Barros, L.A., Filho, J.M., Oliveira, R.L. De, 2006. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Rev. Bras. Ciências Veterinária* 13, 55–57. <https://doi.org/http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rbcv.2014.267>
- BRAICOVICH, Paola E., LUQUE, José L. and TIMI, Juan T., 2012. Geographical patterns of parasite infracommunities in the rough scad, *Trachurus lathami* Nichols, in the Southwestern Atlantic Ocean. *J. Parasitol.* 98(4), 768–777. <https://doi.org/10.1645/ge-2950.1>.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W., 1997. Parasitology meets Ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.* 83, 575–583.
- Cardoso, L., Lacerda, A.C.F., Gonçalves, E.L.T., Bonfim, C.N.C., Cadorin, D.I., Oliveira, R.L.M., Martins, M.L., 2018. Spotted goatfish *Pseudupeneus maculatus* (Osteichthyes: Mullidae) and its gill metazoan parasites from the Coast of Pernambuco, Northeast Brazil. *Brazilian J. Biol.* 78, 414–420. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.166631>
- Cavalcanti, E.T.S., Nascimento, W.S., Takemoto, R.M., Alves, L.C., Chellappa, S., 2013. Ocorrência de crustáceos ectoparasitos no peixe ariocó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) nas águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amaz.* 3, 94–99.

- Costa, G., MacKenzie, K., 1994. Histopathology of *Goussia clupearum* (Protozoa: Apicomplexa: Coccidia) in some marine fish from Scottish waters. *Dis. Aquat. Organ.* 18, 195–202. <https://doi.org/10.3354/dao018195>
- De São Clemente, S.C., De Lima, F.C., Uchoa, C.M., 1995. Parasitos de *Balistes vetula* (L.) e sua importância na inspeção do pescado 2, 39–41.
- Dias, F. E., São Clemente, S.C., Knoff, M., 2010. Nematoides anisquídeos e cestoides Trypanorhyncha de importância em saúde pública em *Aluterus monoceros* (Linnaeus, 1758) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Veterinária* 19, 94–97. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612010000200005>
- Dubin, R.E., 1982. Behavioral interactions between Caribbean reef fish and eels (Muraenidae and Ophichthidae). *Copeia* 1982, 229. <https://doi.org/10.2307/1444307>
- Feist, S.W., Longshaw, M., 2008. Histopathology of fish parasite infections - Importance for populations. *J. Fish Biol.* 73, 2143–2160. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02060.x>
- Fontenelle, G., Knoff, M., Felizardo, N.N., Lopes, L.M.S., São Clemente, S.C. de, 2013. Nematodes of zoonotic importance in *Cynoscion guatucupa* (Pisces) in the state of Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Parasitol. Veterinária* 22, 281–284. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013005000019>
- Frédou, T., Ferreira, B.P., 2005. Bathymetric trends of northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): implications for the reef fishery dynamic. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 48, 787–800. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000600015>
- Goldberg, S.R., Bursey, C.R., Kraus, F., 2016. Helminths of 13 species of microhylid frogs (Anura: Microhylidae) from Papua New Guinea. *J. Nat. Hist.* 50, 2005–2020. <https://doi.org/10.1080/00222933.2016.1190416>.
- Hermida, M., Carvalho, B.F.L., Cruz, C., Saraiva, A. 2014. Parasites of the Mutton Snapper *Lutjanus analis* (Perciformes: Lutjanidae) in Alagoas, Brazil. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 241-243. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612014023>
- Hudson, P., Rizzoli, A., Grenfell, B., Heesterbeek, H., Dobson, A., 2002. The ecology of wildlife disease. Oxford University Press.

- Johnson, L.L., Stehr, C.M., Olson, O.P., Myers, M.S., Pierce, S.M., Wigren, C.A., McCain, B.B., Varanasi, U., 1993. Chemical contaminants and hepatic lesions in winter flounder (*Pleuronectes americanus*) from the Northeast Coast of the United States. *Environ. Sci. Technol.* 27, 2759–2771. <https://doi.org/10.1021/es00049a015>
- Júnior, A.C.S., 2010. Parasitismo por cestoides da ordem Trypanorhynca na musculatura de *Plagioscion squamosissimus* – pescada branca (Perciforme: Scianidae), comercializados em Macapá, AP. *Ciência Anim. Bras.* 11, 738–742. <https://doi.org/10.5216/cab.v11i3.8495>
- Kadlec, D., Simková, A., Jarkoskvý, J., Gelnar, M., 2003. Parasite communities of freshwater fish under flood conditions. *Parasitol. Res.* 89, 272–283. <https://doi.org/10.1007/s00436-002-0740-2>
- Kharat, D.S.S., Pimple, N.S., 2011. Histopathological Studies of Monogenean Parasite Diplozoan *Paradoxum* (Nordmann, 1832) in the Gills of Fresh Water Fish *Osteobrama Vigorsii* (Sykes) from Nira River, Bhor District, (Maharashtra). *India. Indian J. Appl. Res.* 3, 550–552. <https://doi.org/10.15373/2249555X/NOV2013/172>
- Knoff, M., Carmona, S., Gonçalves, M., Del Giudice, C., Do Espírito Santo, R., Gomes, D., 2007. Anisakidae parasitos de congrio-rosa, *Genypterus brasiliensis* Regan, 1903 comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil de interesse na saúde pública. *Parasitol. Latinoam.* 62. <https://doi.org/10.4067/S0717-77122007000200005>
- Kubitza, F., 1999. Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados, 3rd ed. Degaspari, Piracicaba, SP.
- Loureiro, S.N., Videira, M.N., Giarrizzo, T., 2012. Interação hospedeiro-parasita entre a sardinha *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) e o isópode parasita *Livoneca desterroensis* (Isopoda, Cymothoidae) em um estuário do norte do Brasil. *Rev Pan-Amaz Saude* 3, 25–31. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232012000200004>
- Luque, J., 2004. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. *Rev. Bras. Parasitol. Veterinária* 13, 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2011.10.015>

- Luque, J.L., Mouillot, D., Poulin, R., 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology* 128, 671–682. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005050>
- Luque, J.L., Pereira, F.B., Alves, P. V., Oliva, M.E., Timi, J.T., 2017. Helminth parasites of South American fishes: Current status and characterization as a model for studies of biodiversity. *J. Helminthol.* 91, 150–164. <https://doi.org/10.1017/S0022149X16000717>
- Machado, M.H., Pavanelli, G.C., Takemoto, R.M., 1996. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná river. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 91, 441–448. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761996000400010>
- Mohammadi, F., Mousavi, S.M., Rezaie, A., 2012. Histopathological study of parasitic infestation of skin and gill on oscar (*Astronotus ocellatus*) and discus (*Symphysodon discus*). *AAFL Bioflux* 5, 88–93.
- Molinaro, E. M., Caputo, L. F. G., Amendoeira, M. R. R. Conceitos e métodos para a formação de técnicos em laboratórios de saúde – volume 2. Rio de Janeiro: EPSJV/IOC, 2010. 290 p.
- Montoro, A., Perteguer, M.J., Chivato, T., Laguna, R., Cuéllar, C., 1997. Recidivous acute urticaria caused by *Anisakis simplex*. *Allergy* 52, 985–991. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.1997.tb02418.x>
- Nawa, Y., Hatz, C., Blum, J., 2005. Sushi delights and parasites: The risk of fishborne and foodborne parasitic zoonoses in Asia. *Clin. Infect. Dis.* 41, 1297–1303. <https://doi.org/10.1086/496920>
- Palm, H.W., 1997. Trypanorhynch cestodes of commercial fishes from Northeast Brazilian coastal waters. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 92, 69–79. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761997000100014>
- Pavanelli, G.C., Eiras, J.C., Takemoto, R.M., 2008. Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento, 3rd ed. EDUEM, Maringa.
- Poulin, R., 1992. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. *Int. J. Parasitol.* 22, 753–758. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(92\)90124-4](https://doi.org/10.1016/0020-7519(92)90124-4)
- Poulin, R., Morand, S., 2004. Parasite biodiversity. Smithsonian Institution, Washington D.C.

- Roberts, R.J., 2012. Fish Pathology, 4th ed. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
<https://doi.org/10.1002/9781118222942>
- Schlacher, T.A., Mondon, J.A., Connolly, R.M., 2007. Estuarine fish health assessment: Evidence of wastewater impacts based on nitrogen isotopes and histopathology. *Mar. Pollut. Bull.* 54, 1762–1776.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.07.014>
- Sures, B., Nachev, M., Selbach, C., Marcogliese, D.J., 2017. Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology.' *Parasit. Vectors* 10, 65. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2001-3>
- Thatcher, V.E., Neto, J.B., 1994. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. *Rev. Bras. Med. Veterinária* 16, 111–128.
- Thomas, F., Guégan, J.-F., Renaud, F., 2009. Ecology and evolution of parasitism. Oxford University Press.
- Vasconcelos, H.C.G., Tavares-Dias, M., 2014. Influência da sazonalidade na infestação de *Ergasilus turucuyus* (Copepoda: Ergasilidae) em *Acestrorhynchus falcistrostris* e *Hemiodus unimaculatus* (Osteichthyes: Characiformes) do Reservatório Coaracy Nunes, Estado do Amapá, Brasil. *Biota Amaz.* 4, 106–110. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n1p106-110>.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A parasitofauna de *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus* e *Pseudupeneus maculatus* é constituída por uma grande diversidade de helmintos, artrópodes e protozoários, os quais podem comprometer a sanidade dos estoques pesqueiros;
- Em geral, houve influência das características dos hospedeiros sobre a abundância dos parasitos encontrados;
- *L. synagris*, *O. chrysurus* e *P. maculatus* são hospedeiros de nematódeos com potencial zoonótico, o que merece atenção dos profissionais responsáveis pela inspeção de pescado;
- Se reporta pela primeira vez, no Brasil, o digenético *Siphodera vinaldwarsii* em *Lutjanus synagris* procedente de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte;
- Se adiciona à lista de parasitos de *L. synagris* o digenético *Helicometrina nimia* em Alagoas e Pernambuco, e o nematódeo *Cucullanus* sp em Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte;
- Se adiciona à lista de parasitos de *O. chrysurus* procedentes de Pernambuco o crustáceo *Rocinela signata*, e os nematódeos *Raphidascaris* sp., *Pseudoterranova* sp. *Contracaecum* sp. e *Anisakis* sp;
- Se adiciona à lista de parasitos de *P. maculatus* procedentes de Pernambuco o crustáceo *Rocinela signata*, o nematódeo *Pseudoterranova* sp;
- É o primeiro registro do gênero *Goussia* no Nordeste do Brasil assim como para espécie *Pseudupeneus maculatus* procedente de Pernambuco;
- Foram observadas alterações anátomo-histopatológicas relacionadas com parasitismo por protozoários, helmintos e artrópodes o que denota o impacto desses parasitos na sanidade da ictiofauna;
- A histopatologia demonstrou ser uma ferramenta importante para a avaliação da sanidade de peixes parasitados.