

**UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**ANÁLISE TEMPORAL DAS COMUNIDADES DE METAZOÁRIOS
PARASITAS DE VERMELHAS (LUTJANIDAE) DE IMPORTÂNCIA
COMERCIAL DO NORDESTE DO BRASIL**

JANAINA FREITAS FREIRE

**Aracaju
Agosto – 2024**

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**ANÁLISE TEMPORAL DAS COMUNIDADES DE METAZOÁRIOS
PARASITAS DE VERMELHAS (LUTJANIDAE) DE IMPORTÂNCIA
COMERCIAL DO NORDESTE DO BRASIL**

Tese de Doutorado submetido à banca
examinadora como requisito para a obtenção do
título de Doutora em Saúde e Ambiente, na área
de concentração Saúde e Ambiente

Profa. Dra. Cláudia Moura de Melo
Prof. Dr. Ricardo Massato Takemoto
Orientadores

Aracaju
Agosto – 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

F866a Freire, Janaina Freitas
Análise temporal das comunidades de metazoários parasitas de vermelhas (Lutjanidae) de importância comercial do nordeste do Brasil/ Janaina Freitas Freire; orientação [de] Prof.^a Dr. ^a Cláudia Moura de Melo, Prof. Dr. Ricardo Massato Takemoto – Aracaju/ SE: UNIT, 2025.

71 f.il; 30 cm

Tese (Doutorado em Saúde e Ambiente) – Universidade Tiradentes 2025

1.Infracomunidades 2. Comunidades parasitárias 3. Variação temporal 4. Lutjanidae I. Freire, Janaina Freitas II. Melo, Cláudia Moura de (orient.). III. Takamoto, Ricardo Massato (orient.) IV. Universidade Tiradentes. I. Título.

CDU: 616.993

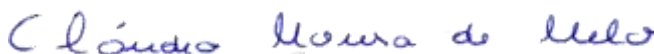
Gislene Maria S. Dias CRB-5/1410

**ANÁLISE TEMPORAL DAS COMUNIDADES DE METAZOÁRIOS PARASITAS DE
VERMELHAS (LUTJANIDAE) DE IMPORTÂNCIA COMERCIAL DO NORDESTE
DO BRASIL**

JANAÍNA FREITAS FREIRE

Tese de Doutorado submetido à banca examinadora como requisito para a obtenção do título de Doutora em Saúde e Ambiente, na área de concentração Saúde e Ambiente.

Aprovada por:



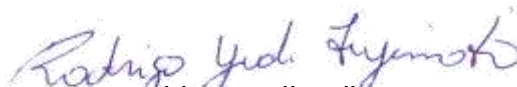
Profa. Dra. Cláudia Moura de Melo
Orientadora



Prof. Dr. Ricardo Massato Takemoto
Orientador



Prof. Dr. Luiz Eduardo Rolando Tavares
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul



Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto
EMBRAPA – Tabuleiros Costeiros



Profa. Dra. Verónica de Lourdes Sierpe Jeraldo
Universidade Tiradentes



Prof. Dr. Rubens Riscalá Madi
Universidade Tiradentes

Aracaju
Agosto - 2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minhas irmãs e ao meu esposo. Vocês sempre foram meus incentivadores e nunca mediram esforços para me verem doutora.

EPÍGRAFE

“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

- Guimarães Rosa

AGRADECIMENTOS

Aqui primeiramente expresso a minha profunda gratidão à Deus, pois Ele me sustentou durante toda a minha caminhada. Mesmo quando eu estive fraca e descrente, Deus me amparou em todos os momentos. Muitas vezes, foi ali na capelinha da Unit, que eu recebi suas palavras de conforto, aquelas que eu tanto precisava para me manter firme. Obrigada Deus, foram muitas lutas, desafios incontáveis, questões financeiras, e uma mente carente de cuidado, mas até aqui o Senhor me sustentou. Gratidão!

Deixo aqui meu agradecimento, mais que especial, à minha família. Vocês foram meu maior suporte, meus incentivadores. Meu esposo, meus pais, as minhas irmãs, as pessoas que sempre me motivaram, que entenderam as minhas ausências, e os longos períodos de renúncias. Vocês são minha base, meu TUDO. Muito obrigada. AMO VOCÊS!

Em especial agradeço ao meu esposo Diogo, esse sabe o quão sofrido foi todo esse processo, o quanto me senti solitária, insegura e muitas vezes abandonada. É amor, você sim me viu derramar rios de lágrimas, e foi você quem as enxugou todas as vezes. Graças a Deus, eu tive ao meu lado alguém como você, que sempre me incentivou, que foi suporte, que me arrastou para longe e me possibilitou viver outras experiências, pois se fosse por mim eu nada teria vivido. Sempre com uma preocupação demasiada em nunca me distanciar minimamente do laboratório, e continuamente pensando “vão achar que...!?”. É, eu só posso agradecê-lo por cada momento, hoje sei o quão tudo isso foi importante, para não dizer necessário. Muito obrigada pela parceria, amor e todo o cuidado sempre.

Gratidão aos meus orientadores Profa. Dra. Cláudia Moura de Melo e Dr. Ricardo Massato Takemoto, por toda ajuda e compreensão. Em especial, gostaria de agradecer ao prof. Ricardo, por ter aceitado a orientação e contribuído com o meu trabalho. Gratidão por ter me recebido em seu laboratório, por ter parado suas atividades para me auxiliar na identificação dos parasitas. Tudo isso foi pessoalmente muito especial, pois eu jamais havia saído do meu laboratório antes.

Aproveito para deixar a minha eterna gratidão ao meu orientador de sempre, o Dr. Rubens Riscala Madi. Ele que me abriu as portas do universo científico e da ictioparasitologia lá em 2015, e que também que esteve junto nesse processo de doutoramento. Agradecê-lo aqui é mais que necessário, pois o senhor não só contribuiu na elaboração desta tese, mais esteve presente em toda a minha formação. Por tudo, sou imensamente grata.

Agradeço também a professora Dra. Verónica de Lourdes Sierpe Jeraldo, que contribuiu em todas as minhas bancas, e sempre esteve por perto. Foram anos difíceis, alguns ainda agravados por uma pandemia, mas teve também muita dedicação para elaboração dessa tese, e não teria sido possível sem a colaboração de todos vocês. Obrigada.

A minha aluna de iniciação Victória Peres deixo o meu agradecimento, pois foi ela quem dividiu a bancada comigo em uma fase difícil e crucial desta tese. Muito obrigada por ter sido tão atenciosa e compreensiva.

Ao amigo e parceiro Dr. André Mota Alves, deixo aqui o meu mais sincero e genuíno agradecimento. Obrigada, você é parte integral dessa tese, me auxiliou demais, mesmo à distância. Sou muito feliz em tê-lo em minha vida e jornada acadêmica, você fez a diferença. Sempre parceiro, dedicado e prestativo. Você meu amigo, é um profissional ímpar, que merece estar onde quiser, tanto pela bagagem de conhecimento, quanto pela humanidade. Lembro com muito carinho de você me ensinando técnicas na bancada do laboratório desde o primeiro dia em que cheguei, sempre muito solícito, disposto a me ajudar, a disseminar aquilo que havia aprendido. Meu muito obrigada, você faz parte de TUDO isso.

Ao querido amigo Galileu Ribeiro Santos, obrigada. Sua presença e apoio foram um verdadeiro presente de Deus. Obrigada por ter estado ao meu lado em uma das fases mais difíceis, desafiadoras e importantes da minha vida. Não apenas como um colega de turma, mais sim como um parceiro, amigo e cúmplice. Sempre fiz questão de ressaltar a sua importância durante todos esses anos de pós-graduação, e sou feliz por isso. Mas foi aqui, no curso de doutorado que nós nos fizemos mais amigos, para os momentos de alegria, de tristeza e também de dificuldade. Sempre estivemos de mãos dadas, sendo amigos, família, e suporte um para o outro. Então, aqui expresso minha mais profunda gratidão a você um amigo que é extraordinário, cuja presença e apoio foram verdadeiramente inestimáveis ao longo desta jornada.

Agradeço a Dra. Jeisikailany dos Santos Peixoto Oliveira por todo incentivo, ajuda, e palavras de carinho em TODOS os momentos compartilhados. Sei o quanto você foi e ainda é parceira todo tempo. Você é muito especial, um verdadeiro presente que Deus colocou em minha vida!

Agradeço aos colegas de laboratório (LBT e LDIP) pelos cafés e pelas boas risadas durante esse período. Agradeço o colega Elias dos Santos Oliveira por ter sido uma verdadeira ponte entre seu amigo pescador e eu. Muitíssimo obrigada.

Minha eterna gratidão a Dra. Atsler Luana Lehun e Dra. Lidiany Doreto Cavalcanti, que me receberam de braços em Maringá e que me deram todo suporte com as análises estatísticas. Muito obrigada por contribuírem e me auxiliarem a visualizar melhor os dados da minha tese.

Ao colega de instituição Me. Pedro Ellison Santos, muito obrigada por disponibilizar um pouco do seu tempo para me ajudar com a RDA.

Agradeço a Universidade Tiradentes e ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa por disponibilizar toda estrutura necessária para elaboração e conclusão dessa tese.

Por fim, e não menos importante, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1. Variação Temporal em Comunidades Parasitárias	16
3.2 Impactos ambientais causados ao ecossistema aquático	18
3.3 Parasitas como Indicadores	21
3.4 Peixes da família Lutjanidae	23
3.5. Pesca e importância dos lutjanídeos no Nordeste do Brasil	24
3.6. Parasitas de Lutjanidae	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 <i>Amostragem de hospedeiros e parasitas</i>	30
4.2 <i>Análise de dados</i>	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6. CONCLUSÃO	54
7. REFERÊNCIAS	55

RESUMO

A região nordeste do Brasil abriga uma grande diversidade de ecossistemas marinhos e é conhecida por suas populações de peixes de importância comercial. Dentre eles estão os Lutjanidae, são peixes marinhos demersais que geralmente habitam recifes de corais, além de regiões de estuários. Esses peixes, conhecidos como pargos ou vermelhas, são de relevância para a pesca comercial ao longo da costa nordeste do Brasil desde a década de 1950. Nos últimos anos, os estudos parasitológicos com hospedeiros lutjanídeos tiveram um aumento, entretanto poucos abordam sobre os efeitos temporais na estrutura e composição das comunidades parasitárias dos peixes desta família. Portanto, os processos que geram essas variações ainda são desconhecidos. O presente estudo teve como objetivo verificar mudanças na estrutura e composição parasitária de peixes Lutjanidae provenientes do litoral nordeste do Brasil entre 2015 e 2023. A fauna parasitária foi caracterizada por meio de índices epidemiológicos e ecológicos. Foram calculados descritores das infracomunidades: abundância, riqueza, diversidade de espécies, índice de Shannon, equitabilidade Pielou e Dominância de Berger-Parker. Para avaliar as diferenças na relação peso e comprimento dos indivíduos entre os períodos, utilizou-se a análise de covariância (ANCOVA). Para detectar as diferenças na comunidade parasitária entre os períodos foi realizada análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA). Para determinar as espécies de parasitas representativas em cada período amostral utilizou-se a análise de espécies indicadoras (IndVal). Foram analisados dois conjuntos de dados de peixes adquiridos em períodos de amostragem distintos, onde o período P1 corresponde às aquisições de 2015 a 2019, e P2 à amostragem de 2021 a 2023. Nos 262 peixes examinados foram identificadas 32 espécies de parasitas, sendo 29 no período 1 e oito no período 2. No geral os conjuntos de dados apresentaram endoparasitas e ectoparasitas pertencentes a: Acanthocephala, Copepoda, Cestoda, Trematoda, Isopoda, Monogenea e Nematoda. No período 1 foram coletados parasitas pertencentes a todos os grupos mencionados, já no período 2 foram coletados apenas Copepoda, Isopoda e Nematoda. O período 1 apresentou uma maior diversidade e riqueza parasitária. Neste estudo foi observada uma relação significativa entre o tamanho e o peso dos hospedeiros em resposta aos períodos. A fauna diferiu entre os diferentes períodos e as mudanças temporais na estrutura e composição das comunidades parasitárias desses lutjanídeos podem estar relacionadas às diferenças temporais e características relacionadas ao hospedeiro, como o tamanho corporal e maturidade. Os resultados obtidos ressaltam a complexidade sobre as flutuações temporais e espaciais nas comunidades de metazoários parasitas e os fatores que as influenciam, tais como: habitat, tamanho corporal, maturidade e dieta do hospedeiro.

Palavras chave: Infracomunidades, comunidades parasitárias, variação temporal, lutjanidae

ABSTRACT

The northeastern region of Brazil is home to a great diversity of marine ecosystems and is known for its commercially important fish populations. Among these are the Lutjanidae, demersal marine fish that generally inhabit coral reefs, as well as estuarine regions. These fish, known as snappers or red snappers, have been important for commercial fishing along the northeastern coast of Brazil since the 1950s. In recent years, parasitological studies with lutjanid hosts have increased, however few address the temporal effects on the structure and composition of parasite of communities fish of this family. Therefore, the processes that generate these variations are still unknown. The present study aimed to verify changes in the structure and parasite composition of Lutjanidae fish from the northeastern coast of Brazil between 2015 and 2023. The parasite fauna was characterized by means of epidemiological and ecological indices. The following infracommunity descriptors were calculated: abundance, richness, species diversity, Shannon index, Pielou equitability and Berger-Parker dominance. To evaluate the differences in the weight and length ratio of individuals between periods, analysis of covariance (ANCOVA) was used. To detect the differences in the parasite community between periods, multivariate permutational analysis of variance (PERMANOVA) was performed. To determine the representative parasite species in each sampling period, indicator species analysis (IndVal) was used. Two datasets of fish acquired in different sampling periods were analyzed, where period P1 corresponds to the acquisitions from 2015 to 2019, and P2 to the sampling from 2021 to 2023. In the 262 fish examined, 32 species of parasites were identified, 29 in period 1 and eight in period 2. In general, the datasets presented endoparasites and ectoparasites belonging to: Acanthocephala, Copepoda, Cestoda, Trematoda, Isopoda, Monogenea and Nematoda. In period 1, parasites belonging to all the mentioned groups were collected, while in period 2 only Copepoda, Isopoda and Nematoda were collected. Period 1 presented greater parasite diversity and richness. In this study, a significant relationship was observed between the size and weight of the hosts in response to the periods. The fauna differed between the different periods and the temporal changes in the structure and composition of the parasitic communities of these snappers may be related to the temporal differences and host-related characteristics, such as body size and maturity. The results obtained highlight the complexity of the temporal and spatial fluctuations in the communities of metazoan parasites and the factors that influence them, such as: habitat, body size, maturity and host diet.

Keywords: Infracommunities; parasitic communities; temporal variation; lutjanidae

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos possuem papel vital na manutenção da vida no planeta. Apesar da sua importância na saúde global, esses ambientes frequentemente sofrem com impactos ambientais. As principais perturbações ambientais de origem antropogênica que afetam os ecossistemas marinhos e de água doce incluem: descarga de esgotos, nutrientes e materiais provenientes da terra, derramamentos de petróleo bruto, metais pesados e resíduos plásticos. As atividades humanas têm impacto direto e indireto sobre ambientes aquáticos, e afetam uma diversidade de organismos, mesmo em locais distantes. A diversidade parasitária em populações de peixes está ligada ao grau de diversidade do ambiente, o que a torna uma “espécie” de monitor para detecção de alterações na biodiversidade (CRAIN *et al.*, 2009; HADER *et al.*, 2020).

Para que se estabeleça uma relação parasita-hospedeiro, é necessário que os filtros de encontro sejam acessíveis, ou que envolvam uma probabilidade de contato, influenciada por fatores como o comportamento e a biodiversidade. Além disso, os filtros de compatibilidade também precisam estar abertos, ou que estejam relacionados com a probabilidade de coexistência, dependendo dos mecanismos de defesa e dos recursos disponíveis. O estágio dessa relação dependerá, portanto, da abertura ou fechamento desses filtros, e essa dinâmica pode ser influenciada por diversos fatores, sejam eles de natureza biológica, ecológica ou de origem antropogênica (COMBS, 2005).

O impacto do tempo na estrutura e composição das comunidades e infracomunidades de parasitas que infectam populações de peixes está ganhando destaque na ictioparasitologia. Isso se deve à complexidade das interações entre parasitas, peixes hospedeiros e fatores ambientais em ecossistemas tropicais. A dinâmica dessas comunidades de parasitas é fortemente influenciada por fatores temporais, sazonais, ambientais e antropogênicos (PELEGRINI *et al.*, 2022; VIDAL-MARTINEZ *et al.*, 2022)

A literatura tem apontado um avanço no que diz respeito aos estudos acerca dos parasitas que infectam populações de peixes, inclusive da família Lutjanidae, entretanto poucos estudos investigam como a fauna parasitária de lutjanídeos se comporta ao longo do tempo (VILLALBA-VASQUEZ 2022). No Brasil, até o momento, nenhum estudo buscou investigar variações temporais nas comunidades e

infracomunidades parasitárias de lutjanídeos obtidos da pesca artesanal ao longo do nordeste do país. Diante do exposto este estudo teve como objetivo verificar possíveis mudanças na estrutura e composição parasitária de vermelhas (LUTJANIDAE), provenientes do litoral nordeste no período de amostragem de 2015 a 2023. Ainda o estudo aborda a necessidade de buscar entender as interações entre os parasitas, os peixes hospedeiros e o ambiente, considerando a relevância comercial e ecológica dos peixes da família Lutjanidae para a região.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar mudanças na estrutura e composição parasitária de peixes (Lutjanidae), provenientes do litoral nordeste amostrados em dois momentos no período de 2015 a 2023

2.2 Específicos

- Identificar os táxons indicadores de cada período amostrado
- Caracterizar a fauna parasitária de peixes Lutjanidae amostrados nos dois períodos por meio de índices epidemiológicos e ecológicos
- Avaliar a estrutura e composição da fauna de endo e ectoparasitas de hospedeiros Lutjanidae amostrados em dois períodos
- Avaliar as comunidades parasitárias dos peixes amostrados nos diferentes períodos
- Analisar mudanças na relação peso-comprimento dos hospedeiros em diferentes períodos

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3. 1. Variação Temporal em Comunidades Parasitárias

A complexa relação entre hospedeiros e seus parasitas em seus ambientes tem sido amplamente enfatizada nos trabalhos científicos por razões que abrangem aspectos ecológicos, evolutivos, econômicos e de saúde pública. Essas interações são dinâmicas e podem variar ao longo do tempo, destacando a necessidade contínua de investigação para compreender melhor a ecologia e a biodiversidade. Isso é especialmente necessário em regiões tropicais e entre hospedeiros de grande relevância para a conservação da natureza. A compreensão dessas dinâmicas é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo ambiental e conservação, afim de garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e a saúde pública global (NEGREIROS *et al.*, 2019).

Estudos que investigam o efeito do tempo na estrutura e composição de comunidades e infracomunidades de parasitas em populações de peixes têm ganhado cada vez mais espaço dentro da ictioparasitologia. A dinâmica das comunidades de parasitas é influenciada por fatores sazonais, ambientais, antropogênicos e a compreensão desses padrões é fundamental para o entendimento da ecologia dos ecossistemas aquáticos e da saúde das populações de peixes (LEHUN *et al.*, 2022; LIMA *et al.*, 2022; VIOLANTE-GONZÁLEZ *et al.*, 2023; VIVANCO-ARANDA *et al.*, 2023).

Nos trópicos, as variações na estrutura e composição de espécies das comunidades de parasitas de peixes marinhos ao longo do tempo ainda são pouco reportadas. Villalba-Vasquez *et al.* (2018) em estudo sobre as comunidades de parasitas de peixes marinhos nos trópicos, em populações de *Parapsettus panamensis* na costa centro-sul do Pacífico do México observaram que a riqueza de espécies de parasitas variou significativamente ao longo do tempo e entre os locais de amostragem. Além disso, foram avaliados os padrões de dominância das comunidades e infracomunidades de *P. panamensis*, as quais apresentaram baixa riqueza, diversidade e dominância de espécies ao longo do tempo e dos locais. Isso sugere que a composição das comunidades de parasitas não é estática e pode ser influenciada por fatores variados. Estudos realizados em populações de peixes selvagens, revelaram variações significativas ao longo do tempo nas comunidades e infracomunidades de parasitas, e na diversidade de espécies. Essas variações

temporais nas comunidades de parasitas são interessantes porque demonstram como as interações entre os hospedeiros e seus parasitas são, além de destacarem sua complexidade e a necessidade de monitoramento (VILLALBA-VÁSQUEZ *et al.*, 2018; GALLEGOS-NAVARRO *et al.*, 2018).

Gallegos-Navarro *et al.* (2018) realizaram um estudo analisando os fatores bióticos e abióticos responsáveis pela variação temporal e espacial nas comunidades de parasitas metazoários do peixe *Caranx caballus* durante um período de nove anos. O trabalho abrangeu amostras dos peixes ao longo da costa centro-sul do Pacífico do México. Nesse estudo foi coletado um total de 32 espécies de parasitas pertencentes a diferentes grupos taxonômicos. No entanto, a riqueza de espécies de parasitas varia significativamente ao longo do tempo e do espaço. As comunidades de parasitas que infectam o peixe *C. caballus* exibiram padrões semelhantes em diferentes locais e períodos de amostragem. Esses padrões incluíam um baixo número de espécies, baixa diversidade e a dominância de uma única espécie de parasita. Entre esses fatores, destacam-se características do hospedeiro, como comportamento alimentar e tamanho corporal, a presença de diferentes espécies de parasitas e possíveis variações na disponibilidade de presas infectadas entre os locais de amostragem. Esses fatores são apontados como determinantes cruciais da estrutura da comunidade parasitária e da composição de espécies.

Um estudo realizado na costa norte da Austrália avaliou a variabilidade espaço-temporal nas comunidades de parasitárias da corvina *Protonibea diacanthus*, uma espécie de peixe marinho tropical de importância comercial. Os resultados obtidos demonstraram que as assembleias de parasitas nos quatro locais avaliados foram diferentes, assim como também apresentaram diferenças entre as estações. As assembleias de parasitas em uma região mais próxima à costa permaneceram distintas tanto espacial quanto temporalmente. Os resultados do estudo enfatizaram a utilidade dos parasitas para esclarecer a estrutura populacional das espécies hospedeiras, além de reforçar a importância de considerar a variabilidade espacial e temporal nas análises de discriminação de estoques pesqueiros (PORTER *et al.*, 2023)

3.2 Impactos ambientais causados ao ecossistema aquático

O ecossistema aquático é um dos mais importantes do planeta, uma vez que desempenha papel fundamental para a sobrevivência de inúmeras formas de vida. Esse ambiente abrange tanto ecossistemas marinhos como dulcícolas. Os ambientes marinhos por sua vez recobrem mais de 71% da superfície da Terra e são compostos por oceanos, estuários, recifes de coral e ecossistemas costeiros. Embora o ecossistema aquático seja essencial para a vida, muitos impactos têm frequentemente acometido o ambiente. As zonas de interface entre os ecossistemas terrestres e marinhos desempenham um papel crucial na saúde global de nossos mares e oceanos. (CRAIN *et al.*, 2009; HADER *et al.*, 2020).

As mudanças climáticas têm impactado de maneira severa os ecossistemas aquáticos, especialmente os estuários, que são particularmente vulneráveis. Pois esses ecossistemas enfrentam alterações significativas em suas condições físico-químicas devido às mudanças nos fluxos dos rios, salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, nível do mar e na conectividade entre habitats. Além disso, são considerados um dos habitats mais suscetíveis às oscilações de temperatura. Mesmo porque a temperatura da água é mais afetada em áreas rasas, onde o contato com o ar e a energia solar é maior, resultando em maior variabilidade térmica. Alguns dos gradientes de temperatura mais acentuados ocorrem verticalmente na zona entremarés, onde os organismos estão cada vez mais expostos ao ar. A distribuição dos impactos climáticos não é uniforme, variando entre estuários, habitats e regiões biogeográficas (BYERS *et al.*, 2020; WHITFIELD *et al.*, 2024).

As mudanças climáticas, manifestadas por meio de ondas de calor cada vez mais intensas, também têm impactado profundamente as regiões costeiras, colocando importantes espécies sob pressão. Smith *et al.* (2024) sugerem que fatores como a intensidade acumulativa das ondas de calor, a temperatura absoluta e a localização da área de distribuição das espécies são decisivas para a proporção do impacto. Seus achados indicam que muitos ecossistemas costeiros estão perdendo espécies fundamentais, o que pode resultar no comprometimento da biodiversidade, bem como de sua função ecológica e da prestação de serviços ecossistêmicos. Isso reforça a necessidade de compreender a relação entre elevações de temperatura e espécies para prever impactos futuros e desenvolver estratégias de gestão e adaptação mais eficazes. Pozio (2020) reforça que o as mudanças climáticas e o impacto da

globalização exacerbam as alterações ambientais, influenciando os parâmetros bióticos e abióticos dos ecossistemas e, conseqüentemente, os padrões epidemiológicos dos parasitas.

As alterações climáticas também impõem desafios significativos às espécies de peixes comerciais. Sharifian *et al.* (2024) determinaram a temperatura como o fator principal que influencia a distribuição de espécies de peixes comercialmente importantes como *Acanthopagrus latus*, *Planiliza klunzingeri* e *Pomadasys kaakan*. Com o aumento da temperatura os autores previram que as espécies preferirão águas mais profundas. As projeções realizadas mostraram modificações na adequação do habitat entre as espécies, indicando diferentes sensibilidades às mudanças climáticas. Os impactos negativos previstos incluem a redução e alteração dos habitats adequados e a migração das espécies para latitudes mais elevadas.

Hader *et al.* (2020) discutiram cinco fontes de poluição antropogênica que acometem os ecossistemas marinhos e de água doce. As principais fontes mencionadas foram esgotos, nutrientes e materiais terrígenos, petróleo bruto, metais pesados e resíduos plásticos (Figura 1). Neste estudo os autores mostraram que as atividades antropogênicas terrestres têm repercussões em ambientes de água doce e marinhos, ao mesmo tempo que detalham os efeitos diretos e indiretos que esses poluentes têm sobre uma série de organismos aquáticos, mesmo quando a fonte poluente está distante da região impactada. Isto acontece porque o mar e a atmosfera são sistemas de transporte eficazes, veiculando um número considerável de substâncias sob a forma de diversos produtos químicos, esgotos, etc., mesmo para áreas mais remotas.



Figura 1. Principais exemplos das fontes de poluição antropogênica causadas aos ecossistemas aquáticos, tais como: origem, dispersantes e viabilidade de controle e mitigação, segundo Hader *et al.*, (2020).
Fonte: Elaborado pela autora.

Os ecossistemas aquáticos são afetados pela maioria dos poluentes de fontes antropogênicas e o óleo é um dos poluentes mais encontrados (HADER *et al.*, 2020; THANIGAIVEL *et al.*, 2023). No ambiente marinho essa poluição tem sido repetidamente relatada, sendo proveniente de derramamentos acidentais, intencionais, operações de transferência de navio, tráfego marítimo, mas parece estar ligada principalmente as rotas marítimas (WAN *et al.*, 2022). Já é sabido que essa poluição traz prejuízos ao ecossistema e as atividades socioeconômicas costeiras (DISNER, TORRES 2020; EL-MAGD *et al.*, 2020). Embora descargas acidentais desse tipo de material tenham diminuído consideravelmente (BURGHERR, 2007; FARRINGTON 2013), o Brasil é visto como um dos países mais vulneráveis aos impactos ecológicos, socioeconômicos e de saúde causados pela poluição por petróleo, já que o tráfego marítimo aumentou (MUSK, 2012; TOURNADRE, 2014; EUZEBIO *et al.*, 2019; LOURENÇO *et al.*, 2020; PENA *et al.*, 2020; SOARES, 2020; FERNANDES *et al.*, 2022; RODRIGUES *et al.*, 2023). No país o caso mais recente reportado pela mídia e também pela literatura, foi o surgimento de petróleo bruto no final de agosto de 2019, que expôs cerca mil locais e uma abrangência estimada de 3.000 km da costa

nordeste e sudeste. Foram removidas aproximadamente cinco mil toneladas de resíduos oleados de praias, manguezais e recifes de coral (LOURENÇO *et al.*, 2020), esse derramamento tem sido tratado como o principal, o mais extenso e severo já registrado na história do Brasil (SOARES *et al.*, 2020).

A intensidade dos efeitos causados por substâncias como o petróleo no ambiente depende principalmente do tipo de petróleo derramado, das condições meteorológicas e oceanográficas do ecossistema atingido e dos métodos de mitigação (FABREGAS *et al.*, 1984; DEVIDS, 2008). Esse óleo se propaga ou dispersa de maneira rápida na água devido à ação do vento e das correntes marítimas, as frações de baixo peso molecular evaporam, mas alguns componentes expõem diversas comunidades (invertebrados, peixes, aves) a estresse crônico ou agudo (FABREGAS *et al.*, 1984). Autores como Soares *et al.* (2020) ressaltaram ainda a importância da realização de pesquisas que visem monitorar ou investigar os possíveis efeitos da contaminação em diferentes níveis biológicos de organização, como espécies, comunidades e níveis de ecossistema.

3.3 Parasitas como Indicadores

O grau de diversidade biológica tem sido uma ferramenta utilizada com frequência como um indicativo da saúde do ecossistema (SURES *et al.*, 2017). A literatura aponta que qualquer mudança ou distúrbio no ambiente é refletido em parâmetros como a diversidade. O que pode e tem sido aplicado para análises à biodiversidade das comunidades parasitárias. A diversidade parasitária em populações de peixes está ligada ao grau de diversidade do ambiente, o que a torna uma “espécie” de monitor para detecção de alterações na biodiversidade (D’AMELIO & GERASI, 1997; GELNAR *et al.*, 1997)

Mudanças em populações e comunidades de parasitas tem sido alvo de análises, especialmente no que diz respeito à poluição ambiental. Esse enfoque no uso potencial de parasitas como indicadores de poluição ambiental e as interações com seus hospedeiros tem sido relatada (LAFFERTY, 1997; SURES *et al.*, 2004; SURES *et al.*, 2006; NACHEV; SURES 2016; SURES *et al.*, 2017). Por isso, estudos tem reforçado a importância de considerar os parasitas não apenas como ameaça à saúde de seus hospedeiros, mas também como organismos responsivos com valor de bioindicação aplicado em um contexto de saúde ambiental (Figura 2) (SURES,

2008; VIDAL-MARTÍNEZ et al., 2010; NACHEV, SURES 2016; SURES et al., 2017; VIDAL-MARTÍNEZ et al., 2019). Aliado a isso, Dufrêne e Legendre (1997) elaboraram uma metodologia para identificar espécies indicadoras, assumindo que, para uma espécie ser uma indicadora apropriada de um determinado tipo de alvo, seja ele um tipo de habitat, estado de saúde ambiental ou comunidade, a maioria de suas ocorrências deve estar concentrada no tipo alvo, além de estar presente com certa frequência. Esse método é o índice IndVal (Indicator Value), uma métrica usada para identificar essas espécies que caracterizam grupos de locais específicos, combinando a abundância relativa de uma espécie com sua frequência relativa de ocorrência. Esse índice visa auxiliar a conferir significado ecológico às classificações e comparações de diferentes agrupamentos.



Figura 2. Infográfico ilustra a interdependência entre saúde dos ecossistemas, saúde animal e a saúde humana. A saúde dessas três esferas está intrinsecamente ligada, enfatizando a importância da abordagem One Health ou Saúde Única para a compreensão de questões possuem relação com o todo.

Fonte: Adaptado de Food Safety Brazil.

Parasitas de organismos aquáticos como os peixes, podem ser usados como bioindicadores de impacto ambiental, porque suas comunidades são menos complexas e potencialmente sensíveis do que as de organismos bentônicos de vida livre. Essa sensibilidade a perturbações ambientais e a poluentes faz com que muitos táxons de parasitas sejam indicadores úteis de saúde ambiental e impacto antrópico. Além disso, sua taxonomia e ciclo de vida são relativamente bem conhecidas e podem ser mais facilmente amostrados nos hospedeiros. Dessa forma, estudos tem utilizado parasitas como ferramenta de bioindicação e documentado mudanças em aspectos da fauna parasitária demonstrando que a poluição tem efeitos sobre as populações e comunidades de parasitárias (VIDAL-MARTÍNEZ *et al.*, 2010; PALM *et al.*, 2011; SURES *et al.*, 2017; VIDAL-MARTÍNEZ *et al.*, 2019).

CENTERO-CHALÉ *et al.*, (2015) determinaram os efeitos potenciais dos contaminantes nas comunidades de helmintos de peixes chatos, provenientes do derramamento acidental de óleo no que ocorreu em Campeche Sound, no Golfo do México em outubro de 2007. Onde foi observado que a presença e concentração de hidrocarbonetos e metais pesados teve um efeito negativo na estrutura da comunidade de helmintos logo após o derramamento.

3.4 Peixes da família Lutjanidae

Lutjanídeos são peixes ósseos que podem ser localizados em várias regiões de todo o mundo, principalmente em mares tropicais e subtropicais, como Austrália, Pacífico Sul, África, América do Norte, América do Sul (BEGOSSI *et al.*, 2011).

Os representantes da família Lutjanidae são peixes marinhos demersais, que geralmente habitam recifes de corais. Podem ser tratados como predadores generalistas cujos hábitos alimentares noturnos ou crepusculares, que economizam energia em períodos diurnos. No geral Lutjanidae é uma família de peixes que é composta por espécies de médio a grande porte (FROESE, PAULY, 2024). Esses peixes possuem uma alimentação majoritariamente carnívora, e alimentam-se principalmente de outros peixes, moluscos e crustáceos (CLARO; LINDEMAN 2008); MARTÍNEZ-JUÁREZ *et al.*, 2024). Possuem uma preferência alimentar principalmente por peixes menores e pequenos invertebrados como crustáceos e devido a sua

natureza predatória de topo, acabam por desempenhar o controle ecológico de outras populações em recifes (ALLEN, 1985; FONSECA, 2009; FROESE, PAULY, 2024).

As fêmeas desses peixes geralmente desovam uma grande quantidade de ovos durante o período reprodutivo. As formas jovens após nascerem e se desenvolverem, preferem águas mais rasas para se alimentar, sendo que em alguns casos conseguem alcançar rios e estuários, atingindo a maturidade (ALLEN, 1985; CAVALCANTE et al., 2012). Os ambientes como recifes, estuários e zonas úmidas costeiras são interligados, e fornecem uma enorme variedade de fontes de alimento para as diferentes espécies de vermelhas. Várias espécies de lutjanídeos percorrem esses ambientes costeiros ao longo de sua ontogenia. No geral, os peixes maiores ocupam quase exclusivamente locais mais expostos, longe dos recifes, em águas relativamente profundas, formando cardumes maiores. Por outro lado, os peixes menores ocorrem principalmente em locais mais protegidos e rasos, onde formam cardumes pequenos ou se unem a cardumes heteroespecíficos, permanecendo próximos ao substrato em recifes (VALENZUELA et al., 2021).

Na costa brasileira, existem 15 espécies de Lutjanidae, conhecidos popularmente como vermelhas ou pargos. Essas estão distribuídas ao longo da costa, entre elas *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu*, *Lutjanus purpureus*, *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus*, *Lutjanus vivanus* e *Rhomboplites aurorubens*. Lutjanidae é uma família de suma relevância para a pesca, pois esses peixes são procurados por pescadores artesanais sendo esta família uma importante fonte de renda e de subsistência nos trópicos, em virtude da excelente qualidade nutricional de sua carne (PREVIEIRO et al., 2011; CAVALCANTE et al., 2012; CAVALCANTI et al., 2013; SOUZA et al., 2013; MORAIS et al., 2014; FROESE, PAULY, 2020). Assim apresentam grande importância alimentar, econômica e ecológica com boas perspectivas para piscicultura marinha (MORAIS et al., 2014).

3.5. Pesca e importância dos lutjanídeos no Nordeste do Brasil

O Brasil é um país que possui um território extenso, sendo 10.959 km de costa oceânica com potencial para o desenvolvimento da aquicultura. O que tem sido confirmado segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), já que a aquicultura brasileira tem se destacado em termos de produção e exportação (FAO, 2020).

A pesca industrial na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) Nordeste do Brasil pode ser dividida em segmentos, como a pesca industrial costeira, que agrupa suas capturas sobre a plataforma continental, ilhas e bancos oceânicos, tendo como espécie-alvo principal a lagosta. E a pesca industrial oceânica, cujas embarcações operam nessa zona e em águas adjacentes (CASTELLO, 2010).

A captura de organismos marinhos no Nordeste é realizada, principalmente, pela pesca artesanal, praticada com tecnologia tradicional e com uma mínima autonomia de navegação. Essa modalidade de pesca é importante para a identidade cultural e segurança alimentar das populações humanas das zonas costeiras (SANTOS *et al.*, 2018). As profundidades de atuação da frota artesanal da região Nordeste não ultrapassam, em sua maioria, 250 metros, explorando espécies demersais da família Lutjanidae, além daquelas de hábitos pelágicos. O peso dessas espécies, somado, representaram cerca de 40,6% dos desembarques na região (LESSA *et al.* 2003; ARAUJO *et al.* 1996; BARROS *et al.* 1996).

Os peixes como os da família Lutjanidae representam parte significativa do valor total das capturas na modalidade artesanal, característica a predominante da pesca no nordeste do Brasil (CAVALCANTE *et al.*, 2012). Tais pescados corresponderam a 46% do total das capturas das principais espécies-alvo em peso, os outros 54% corresponde a captura de espécies pelágicas (FRÉDOU; FERREIRA, 2005). Entre os recursos pesqueiros mais explorados, destacam-se as seguintes espécies: *Lutjanus analis* (cioba), *Lutjanus jocu* (dentão), e *Lutjanus vivanus*, além daquelas de hábitos pelágicos, como os atuns e outros, que em regiões tropicais e subtropicais são consideradas importantes recursos, em virtude do seu valor de mercado. Isso se deve ao sabor de suas carnes, fazendo com que esses peixes atinjam um valor comercial relativamente alto. O peso dessas espécies, somado, representaram cerca de 40,6% dos desembarques na região (ARAUJO *et al.*, 1996; BARROS *et al.*, 1996; LESSA *et al.*, 2003).

Desde a década de 1950, várias espécies de pargos têm ganhado crescente importância na pesca comercial ao longo da costa nordeste do Brasil. No estado de Sergipe, são frequentemente desembarcadas sete espécies de pargos, que incluem *L. analis* (Cuvier, 1828), *L. alexandrei* (Moura e Lindeman, 2007), *L. jocu* (Bloch e Schneider, 1801), *L. synagris* (Linnaeus, 1758), *L. vivanus* (Cuvier, 1828), *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), *Rhomboplites aurorubens* (Cuvier, 1829) (REZENDE *et al.*, 2003; SOUZA *et al.*, 2014, MESSIAS *et al.*, 2019) (Figura 3).

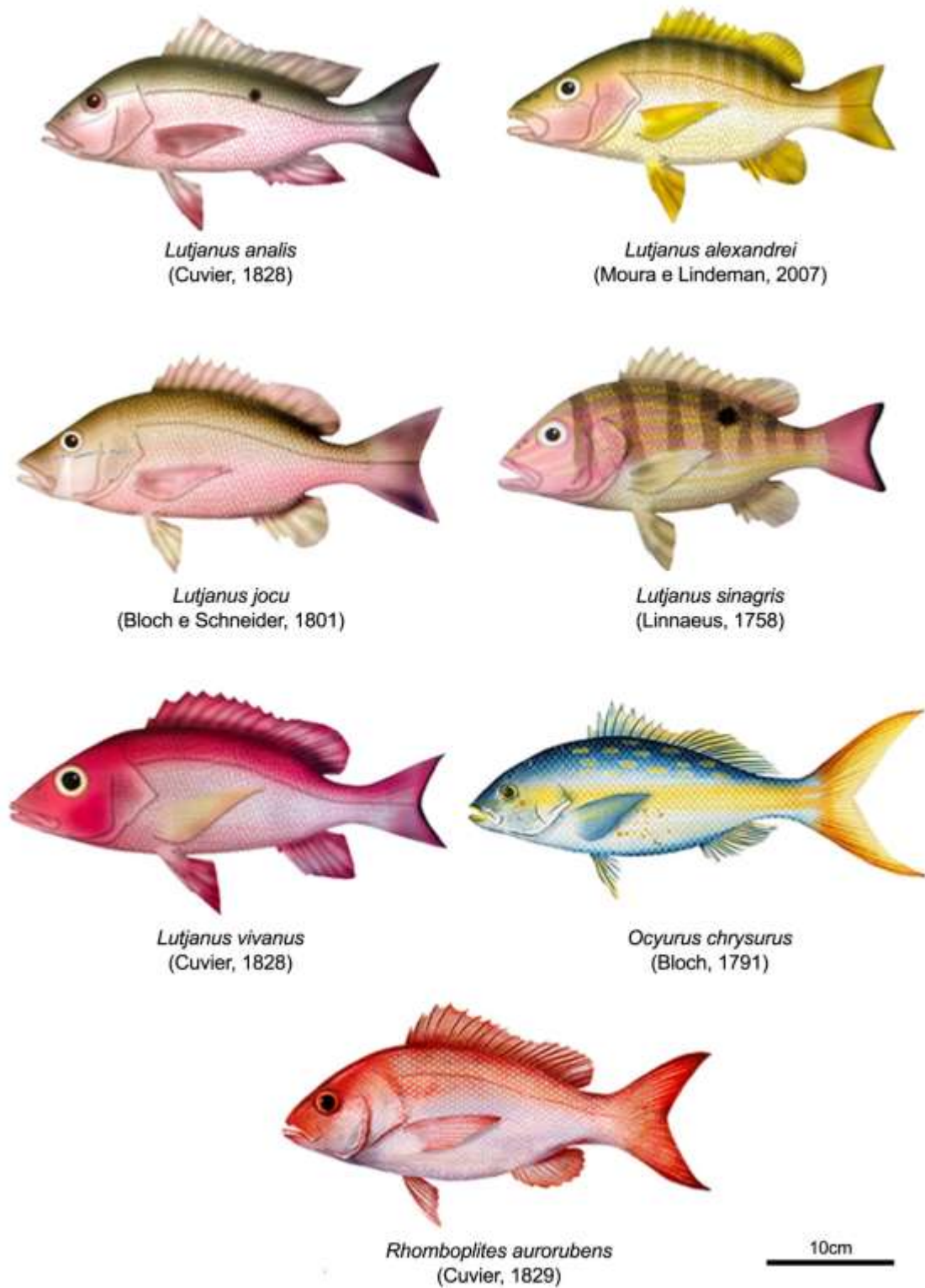


Figura 3. Principais espécies de peixes pertencentes a família Lutjanidae desembarcadas no litoral de Sergipe, Brasil.

Fonte: Adaptado de Szpilman, (2000)

3.6. Parasitas de Lutjanidae

No mundo, muitas pesquisas para conhecimento acerca dos parasitas que ocorrem em peixes da família Lutjanidae têm sido realizadas. Em estudo realizado analisando peixes de três famílias na Nova Caledônia, entre elas lutjanídeos, Justine *et al.* (2012) coletaram um total de 18 espécies entre os gêneros *Aprion*, *Etelis*, *Lutjanus*, *Macolor*, *Pristipomoides*. Parasitando esses peixes, foram encontrados Cestódeos Trypanorhyncha da família Lacistorhynchidae, das espécies *Callitetrarhynchus gracilis* e *Floriceps minacanthus*. Para nematódeos, os autores coletaram um total de 8 famílias desses parasitas, entre elas Anisakidae, que foram encontradas em formas larvais e adultas.

TAVARES-DIAS e OLIVEIRA (2024) conduziram uma revisão abrangente da distribuição geográfica global, dos padrões de distribuição e das interações parasita-hospedeiro de *Cymothoa* spp. em peixes marinhos ao redor do mundo. A análise detalhada revelou que esses parasitas estão associados a 84 espécies de peixes teleósteos pertencentes a 35 famílias e 20 ordens. Entretanto eles são predominantemente coletados na cavidade bucal dos hospedeiros, incluindo peixes selvagens, com uma ocorrência bastante significativa nas famílias Carangidae e Lutjanidae. A distribuição geográfica das espécies de *Cymothoa* se mostraram mais sensíveis à especificidade do hospedeiro e também às variações de temperatura do ambiente.

FAJER-ÁVILA *et al.* (2021) realizaram um estudo que teve como objetivo a criação de uma lista abrangente e atualizada dos parasitas que infectam os lutjanídeos, na região do Caribe (CAR), Golfo do México (GOM) e Pacífico Mexicano. O trabalho investigou a compilação de registros publicados e não publicados de diferentes tipos de helmintos, incluindo monogenéticos, digenéticos, cestódeos, acantocéfalos e nematódeos. Onde um total de 171 táxons de helmintos foram identificados em 26 espécies hospedeiras de pargos no CAR, GOM e MP. Esses helmintos foram categorizados em diferentes grupos, incluindo 80 digenéticos, 27 monogenéticos, 11 cestódeos, 11 acantocéfalos e 42 nematódeos. Entre os helmintos identificados, os digenéticos *Stephanostomus caseus*, *Hamacreadius mutabile*, muitos helicópteros e *Siphodera viniledwardsii*, o monogenético *Euryhaliotrema tubocirrus*, bem como larvas de nematódeos das famílias Cucullanidae e Philometridae, foram os mais frequentemente relatados. Além disso, observou-se que

o pargo *Lutjanus griseus* foi o hospedeiro de maior diversidade, abrigando 72 espécies diferentes de helmintos.

No México, MONTROYA-MENDOZA *et al.* (2014) conduziram estudos com *Ocyurus chrysurus*, uma espécie de lutjanídeo, nos quais identificaram, entre outros parasitas, dois anisakídeos dos gêneros *Hysterothylacium* e *Contracaecum*. Beveridge *et al.* (2014) realizaram análises parasitológicas cujo objetivo era avaliar a diversidade de cestódeos da ordem Trypanorhyncha em peixes de recifes de corais na Austrália e Nova Caledônia, os peixes analisados incluíram lutjanídeos, alguns dos resultados foram o registro de *C. gracilis* em *Lutjanus carponotatus*; *Pseudobothrium dipsacum* em *L. gibbus* e *C. gracilis* e *Pseudolacistorhynchus heroniensis* em *L. vitta*.

No Nordeste do Brasil, diversos estudos foram realizados com espécies de peixes da família Lutjanidae. Esses trabalhos reportaram a fauna e ocorrência de parasitas em espécies como *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu*, *Lutjanus purpureus*, *Lutjanus synagris*, *Lutjanus vivanus*, *Ocyurus chrysurus* e *Rhomboplites aurorubens*. No Rio Grande do Norte, um trabalho realizado por CAVALCANTI *et al.* (2010) relatou a primeira ocorrência do nematódeo *Philometra* sp. no hospedeiro *L. synagris* coletado nas águas costeiras da região. Em outro estudo, CAVALCANTI *et al.* (2013) documentaram a ocorrência de endoparasitas com potencial zoonótico em *L. purpureus*, onde foram coletados nematódeos, cestódeos e acantocéfalos, sendo que os nematódeos corresponderam a 96,83% da amostra total. HERMIDA *et al.* (2014) estudaram a fauna, diversidade e níveis de infecção parasitária de *L. analis* capturados no litoral de Alagoas. O estudo apontou uma baixa diversidade parasitária e baixos níveis de infecção, encontrando apenas a espécie de ectoparasita *Rocinela signata*, larvas de cestódeos da ordem Trypanorhyncha, e larvas de nematódeos da família Anisakidae, *Hysterothylacium* sp. A abundância de larvas de *Trypanorhyncha* gen. sp. esteve positivamente correlacionada com o tamanho do hospedeiro, sugerindo que essas larvas tendem a se acumular no peixe conforme aumenta o seu comprimento.

Além disso, outros estudos realizados na região registraram a ocorrência de larvas de cestódeos da ordem Trypanorhyncha, como *Floriceps* sp., *Pseudogrillotia* sp. e *Oncomegas* sp. A fauna de Anisakidae e Raphidascarididae também foi descrita em peixes da região, incluindo *Raphidascaris (Ichthyascaris)* sp. e *Hysterothylacium* sp. em *L. vivanus*, Terranova sp. em *O. chrysurus* e *L. jocu*, e *Goezia* sp. em *L. analis*, ampliando a distribuição geográfica dessas espécies de parasitas. Além disso, foi

registrada pela primeira vez no Brasil a ocorrência do nematódeo *Dichelyne* (*Dichelyne*) *bonacii* em dois novos hospedeiros lutjanídeos. Esses estudos também apresentaram novos registros de crustáceos da ordem Isopoda, pertencentes às famílias Aegidae, Cymothoidae e Corallanidae, com três espécies diferentes identificadas: *Rocinela signata*, *Cymothoa excisa* e *Excorallana richardsoni*, sendo essas ocorrências novas no Estado de Sergipe (ALVES *et al.*, 2019a; ALVES *et al.*, 2019b; ALVES *et al.*, 2019c; ALVES *et al.*, 2020).

A literatura demonstra um crescimento dos estudos que abordam sobre os parasitas que infectam diversas espécies de peixes da família Lutjanidae, entretanto é possível observar que esses estudos frequentemente abordam temáticas como: fauna parasitária, novos registros de espécies e distribuição geográfica, estudos de cunho taxonômicos, ocorrência de parasitas de interesse para saúde humana, entre outros (CAVALCANTI *et al.*, 2010; CAVALCANTI *et al.*, (2013); HERMIDA *et al.*, 2014; ALVES *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2020; FAJER-ÁVILA *et al.*, 2021; MONTOYA MENDOZA *et al.*, 2014; FAJER-ÁVILA *et al.*, 2021 entre outros). Assim como em outras populações de peixes marinhos, em Lutjanidae ainda são escassos os estudos investigam como a fauna parasitária se comporta ao longo do tempo (VILLALBA-VASQUEZ 2022). No Brasil, até o momento, nenhum estudo buscou investigar variações temporais nas comunidades e infracomunidades parasitárias de peixes lutjanídeos de importância comercial do Nordeste.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostragem de hospedeiros e parasitas

A aquisição dos hospedeiros ocorreu em dois períodos distintos, onde o período 1 corresponde as aquisições dos peixes de 2015 a 2019, e o período 2 as aquisições de 2021 a 2023 (Figura 4). Em ambos os períodos a obtenção do material biológico foi realizada diretamente de pescadores artesanais, do Terminal Pesqueiro Público ou nos mercados municipais de Aracaju, Sergipe. Os peixes adquiridos pertencem as espécies de *Lutjanus analis* (n= 185) e *Lutjanus vivanus* (n= 77) (Figura 5), oriundos de pesca artesanal ocorrida entre os estados da Bahia (litoral norte) e o Rio Grande do Norte. Os pescados adquiridos foram acondicionados em caixas térmicas e transportados para o Laboratório de Biologia Tropical (LBT) do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP), Aracaju, SE.



Figura 4. Infográfico ilustrando os períodos distintos de amostragem dos peixes da família Lutjanidae.

Elaborado pela autora.

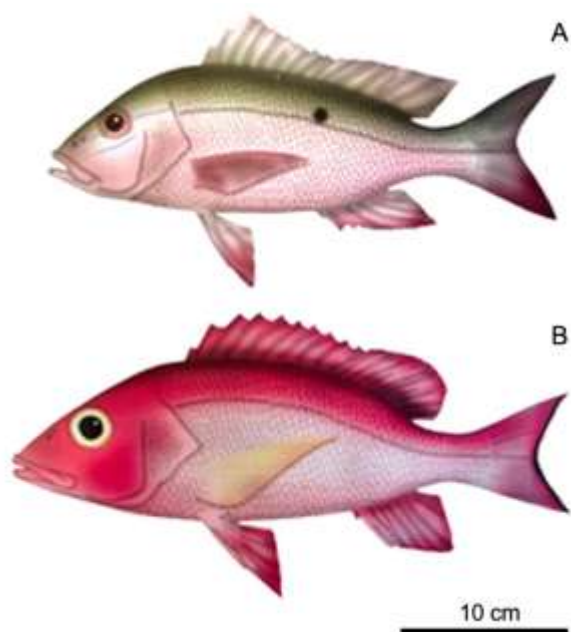


Figura 5. Espécies pertencentes a família Lutjanidae utilizadas neste estudo: A. *Lutjanus analis*; B. *Lutjanus vivanus*.
Fonte: Adaptado de Szpilman, (2000).

Em laboratório os peixes foram identificados ao nível de espécie com auxílio de chave de identificação específica para família (ALLEN, 1985). Posteriormente foram aferidos os dados biométricos, tais como comprimento padrão e o comprimento total (centímetros), e a peso corporal (gramas) (Figura 6) (EIRAS *et al.*, 2006).

Após a coleta de dados biométricos, os exemplares de peixes foram submetidos a análise macroscópica em busca de ectoparasitas, presentes no tegumento, narinas e boca. Em seguida, foram necropsiados por meio de uma incisão longitudinal na região ventral do peixe, que vai da cloaca a cabeça, expondo toda a cavidade visceral, para averiguar possíveis infecções em sua cavidade e órgãos. Cada órgão foi individualizado em placas de petri para análise em microscópico estereoscópico. Após esse processo, os peixes foram identificados quanto ao sexo por meio do exame das gônadas, quando possível (YOUSUF; KHURSHID, 2008).



Figura 6. Coleta de dados biométricos de espécime de *Lutjanus vivanus* proveniente do litoral nordeste do Brasil. Sergipe.

Os parasitas encontrados foram coletados com auxílio de um estilete e pinça de ponta fina, isolados e fixados em álcool 70% para posterior identificação das espécies. Para identificação taxonômica dos parasitas, foram realizados procedimentos específicos tais como a preparação e confecção de lâminas, processos de clarificação e coloração de acordo com a necessidade do espécime.

- *Procedimentos para identificação de endoparasitas*

Tremátodeos e cestódeos foram comprimidos entre lâminas, corados em carmim clorídrico ou tricrômico, e montados em bálsamo do Canadá.

Os nematódeos coletados foram clarificados com ácido láctico e lactofenol para melhor visualização das estruturas internas. A análise morfológica dos parasitas em suas formas larvais foi realizada com base na observação de estruturas do trato

gastrointestinal, tais como: ventrículo, ceco intestinal, presença ou não de apêndice ventricular, posição do poro excretor, presença ou ausência do dente cefálico, da morfologia da região posterior (caudal) (BICUDO *et al.*, 2005; CORTÉS *et al.*, 2009; FELIZARDO *et al.*, 2009; SAAD *et al.*, 2012; JABBAR *et al.*, 2012; FONSECA *et al.*, 2016).

Espécimes pertencentes ao filo Acanthocephala foram clarificados em ácido láctico ou lactofenol para uma melhor visualização da região anterior, especialmente dos espinhos da probóscide. Alguns acantocéfalos foram comprimidos entre lâminas, corados em carmim clorídrico, desidratados em série alcoólica, e em seguida clarificados em salicilato de metila por 24h e por fim montados em bálsamo do Canadá (AMIN, 1984; 1985; 1998).

- *Procedimentos para identificação de ectoparasitas*

Os parasitas do grupo Monogenea passaram pelo processo de clarificação, sendo montados entre lâminas utilizando meio de Grey & Wess ou Hoyer, para facilitar o estudo das estruturas esclerotizadas do haptor e do complexo copulatório, visto que essas características são as mais utilizadas na identificação dos monogenéticos.

Após o processamento do material, foi necessário observar em cada espécime as características e estruturas de relevância para taxonomia de cada grupo e comparadas com chaves de identificação, guias de referência e literatura específica (AMIN, 1998, BRUSCAE IVERSON 1985, EIRAS *et al.*, 2006, THATCHER, 2006).

4.2 Análise de dados

Considerando que modificações naturais ou antropogênicas nos ecossistemas podem modificar os parâmetros de infecção em populações de peixes, a fauna pode sofrer alterações ao longo dos anos. Portanto, para garantir que o número amostral de hospedeiros foi suficiente para representar a comunidade de parasitas e justificar a execução das análises deste trabalho, foram realizadas curvas de acúmulo de espécies com 100 randomizações para ambos os períodos descritos (OKSANEN *et al.*, 2016).

Para caracterizar a estrutura e composição da fauna parasitária de ambos os períodos foram calculados os índices descritos por Bush *et al.* (1997). Tais como

prevalência (P=%), intensidade (I), intensidade média (IM), abundância e abundância média (AM). As análises epidemiológicas e os parâmetros de infecção foram utilizando as respectivas equações:

- **Prevalência** = (N° de peixes parasitados / N° de peixes examinados) x 100
- **Intensidade média** = N° total de parasitas de uma determinada espécie/ N° de hospedeiros infectados por esta espécie parasita.
- **Abundância média**= N° total de parasitas/N° total de peixes examinados

As comunidades de parasitas foram analisadas nos níveis componente e infracomunidade (HOLMES; PRICE, 1986). A comunidade componente é definida como todas as espécies de metazoários parasitas em uma amostra de hospedeiros da mesma espécie, e a infracomunidade como todas as espécies em um hospedeiro individual (BUSH *et al.*, 1997).

No nível da comunidade componente, a riqueza de espécies foi descrita pelo número total de espécies de parasitas coletados dos hospedeiros amostrados.

R= Número total de espécies parasitas

Para mensurar a diversidade das comunidades, foi realizado o cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') que leva em consideração o efeito de espécies comuns e abundantes dentro da comunidade componente (KREBS, 1989). O índice foi estimado utilizando equação abaixo:

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

Foram calculadas as medidas de Equitabilidade de Pielou (J') para comparar com os valores de diversidade de Shannon-Wiener com a distribuição das espécies observadas.

$$J = H' / \log N$$

Para determinar a dominância numérica, foi utilizado o índice de Berger Parker que expressa a proporção da amostra total em relação às espécies mais abundantes. O cálculo foi obtido através da seguinte equação:

$$D = N_{\max} / N_t$$

Para avaliar se os indivíduos peixes amostrados em ambos os períodos apresentaram diferenças na relação peso-comprimento, foi utilizada a Análise de Covariância (ANCOVA). Utilizamos as variáveis peso e comprimento padrão como variável resposta e covariável no modelo, respectivamente. Na ANCOVA, testou-se o pressuposto de paralelismo por meio da interação entre os períodos e o comprimento (GARCÍA-BERTHO; MORENO-AMICH, 1993).

Para investigar se a composição da comunidade parasitária difere entre os períodos, primeiramente foi realizado o Teste de Homogeneidade de Dispersão Multivariada (PERMDISP) para avaliar a homoscedasticidade entre os períodos 1 e 2. Para detectar diferenças significativas na comunidade parasitária entre os períodos foi realizada uma análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA), com 999 permutações, e utilizado o teste F para testar a significância das diferenças entre os grupos de dados multivariados (ANDERSON, 2005). Para determinar as espécies de parasitas representativas em cada período amostral, utilizou-se a análise de espécies indicadoras (IndVal) (DUFRENE; LEGENDRE, 1997).

Para avaliar possíveis diferenças na relação peso e comprimento dos indivíduos entre os períodos de amostragem, utilizou-se a análise de covariância (ANCOVA), sendo o peso e o comprimento dos indivíduos utilizados como variável resposta e covariável no modelo, respectivamente, e o período utilizado como fator fixo. Na análise de covariância (ANCOVA) foi testada a suposição de paralelismo (inclinação homogênea) da ANCOVA padrão através da interação entre período e comprimento.

Com o objetivo de verificar quais variáveis estão mais relacionadas às possíveis mudanças nos parâmetros de infecção entre os períodos, foi realizada a análise de redundância (RDA).

As análises foram realizadas utilizando-se o software R (R CORE TEAM, 2023), utilizando a função Specaccum do pacote Vegan 2.5-7 para a confecção da curva de acúmulo de espécie, o pacote Vegan, para a PERMANOVA e teste F e o pacote

Indispecies para a determinação do IndVal. A análise de redundância foi realizada com auxílio do software Past 4.03 (HAMMER *et al.*, 2001). Em todas as análises inferenciais foi adotado o nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função das semelhanças biológicas apresentadas pelas duas espécies de lutjanídeos estudadas, as análises foram realizadas ao nível de família, não se aplicando a individualização das espécies.

Foram analisados um total de 262 espécimes de Lutjanidae, dos quais 134 foram amostrados no período 1 e 128 no período 2 (Tabela 1). Ao todo foram coletados um total de 2.334 parasitas, dos quais 2.060 foram coletados de peixes amostrados no período 1 e 274 no período 2. Neste estudo foram coletados um total de 19 espécies de endoparasitas pertencentes a: Acanthocephala, Cestoda, Nematoda e Trematoda. Quando avaliadas em relação a riqueza parasitária de ectoparasitas, foram coletadas 18 espécies pertencentes aos grupos: Monogenea, Copepoda e Isopoda.

No primeiro período de amostragem foram encontradas 16 espécies de endoparasitos e 13 de ectoparasitos, sendo a maior parte da comunidade parasitária composta por espécies endoparasitas. Diferentemente, o segundo período amostral apresentou uma predominância por ectoparasitas, pois obteve uma riqueza de cinco espécies; três de Copepoda, duas de Isopoda e apenas três de endoparasitas, todas Nematoda (Figura 7).

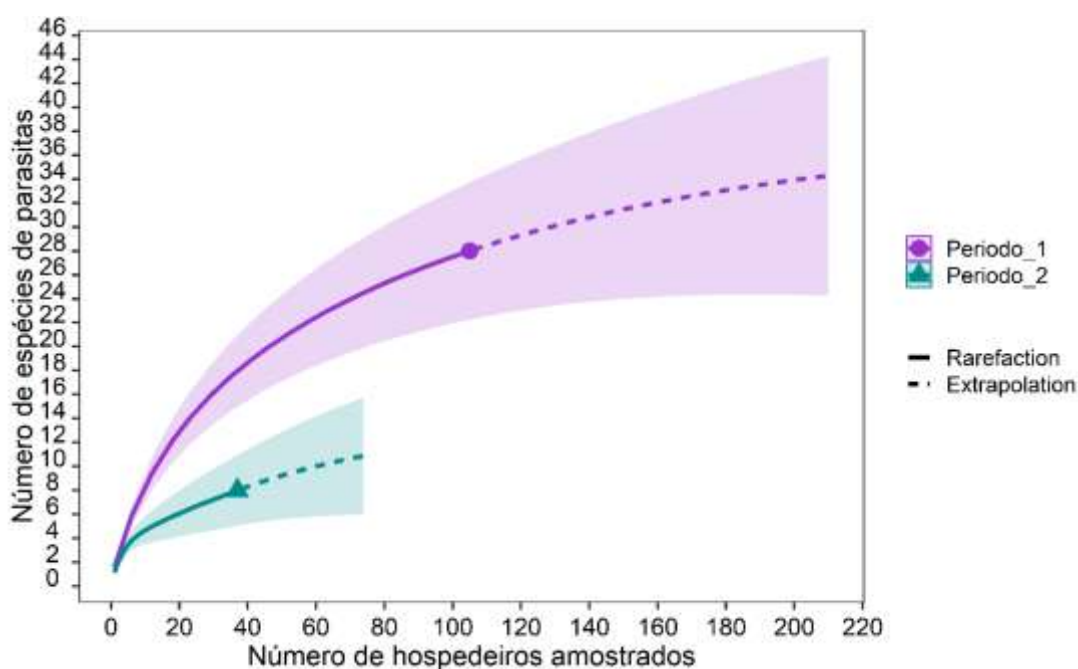


Figura 7. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de metazoários parasitas de Lutjanidae provenientes da pesca artesanal no litoral Nordeste do Brasil. (período 1: 2015–2019 e período 2: 2021–2023).

No geral os hospedeiros analisados apresentaram comprimento médio abaixo de 24 centímetros e obtiveram uma média de peso corporal inferior a 230 gramas. Quando avaliados por período de amostragem foi observado que os espécimes apresentaram média de comprimento e peso distintos nos diferentes períodos amostrados. As maiores médias de corresponderam aos peixes analisados no período 1 (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio padrão dos Dados biométricos de peixes Lutjanidae adquiridos de pescadores artesanais do litoral nordeste do Brasil em dois períodos de amostragem (Período 1: 2015–2019 e Período 2: 2021–2023).

	Período 1			Período 2		
	N	Comprimento (em cm)	Peso (em g)	N	Comprimento (em cm)	Peso (em g)
Parasitados	100	31,00 (±4,98)	402,31(±248,95)	37	15,44 (±3,82)	40,75 (±65,11)
Não Parasitados	34	30,51(±5,10)	397,65 (±242,95)	91	15,64 (±3,90)	44,19 (±72,11)
Total	134	30,95 (±4,95)	402,76 (±230,22)	128	14,64 (±3,90)	44,19 (±72,11)

Dos parasitas encontrados neste estudo, o filo Acanthocephala apresentou uma riqueza de quatro espécies sendo elas: *Rhadinorhynchus pristis*, *Serrasentis sagittifer*, *Dollfusentis chandleri* e *Gorgorhynchoides lintoni* (Figura 8). A classe Copepoda apresentou uma riqueza de nove espécies, com os seguintes espécimes coletados: *Caligus* sp., *Lernaeolophus sultanus*, *Lernanthropus kroyeri*, *Hatschekia albirubra*, *Hatschekia* sp. 1, *Hatschekia* sp. 2, *Hatschekia* sp., *Ergasilus* sp. e *Parabrachiella lata* (Figura 9). Na classe Cestoda, foram identificadas duas espécies: *Floriceps* sp. e *Pseudogrillotia* sp. (Figura 10). Da subclasse Digenea, foi coletada apenas a espécie *Siphodera vinaledwardsii* (Figura 11). Na ordem Isopoda, foram obtidas três espécies: *Gnathia* sp., *Rocinela signata* e *Cymothoa excisa* (Figura 12). A classe Monogenea contou com duas espécies coletadas: *Microcotyloides incisa* (Figura 13) e *Monogenea* sp. Por fim, o filo Nematoda apresentou uma riqueza de 11 espécies, incluindo *Anisakis* sp., *Cucullanus pedroi*, *Dichelyne (Dichelyne) bonacii*, *Pseudoterranova* sp., *Hysterothylacium* sp., *Terranova* sp., *Phillometra spiriformis*, *Contracaecum* sp., *Goezia* sp. e *Raphidascaris (Ichthyascaris)* sp. (Figura 14).

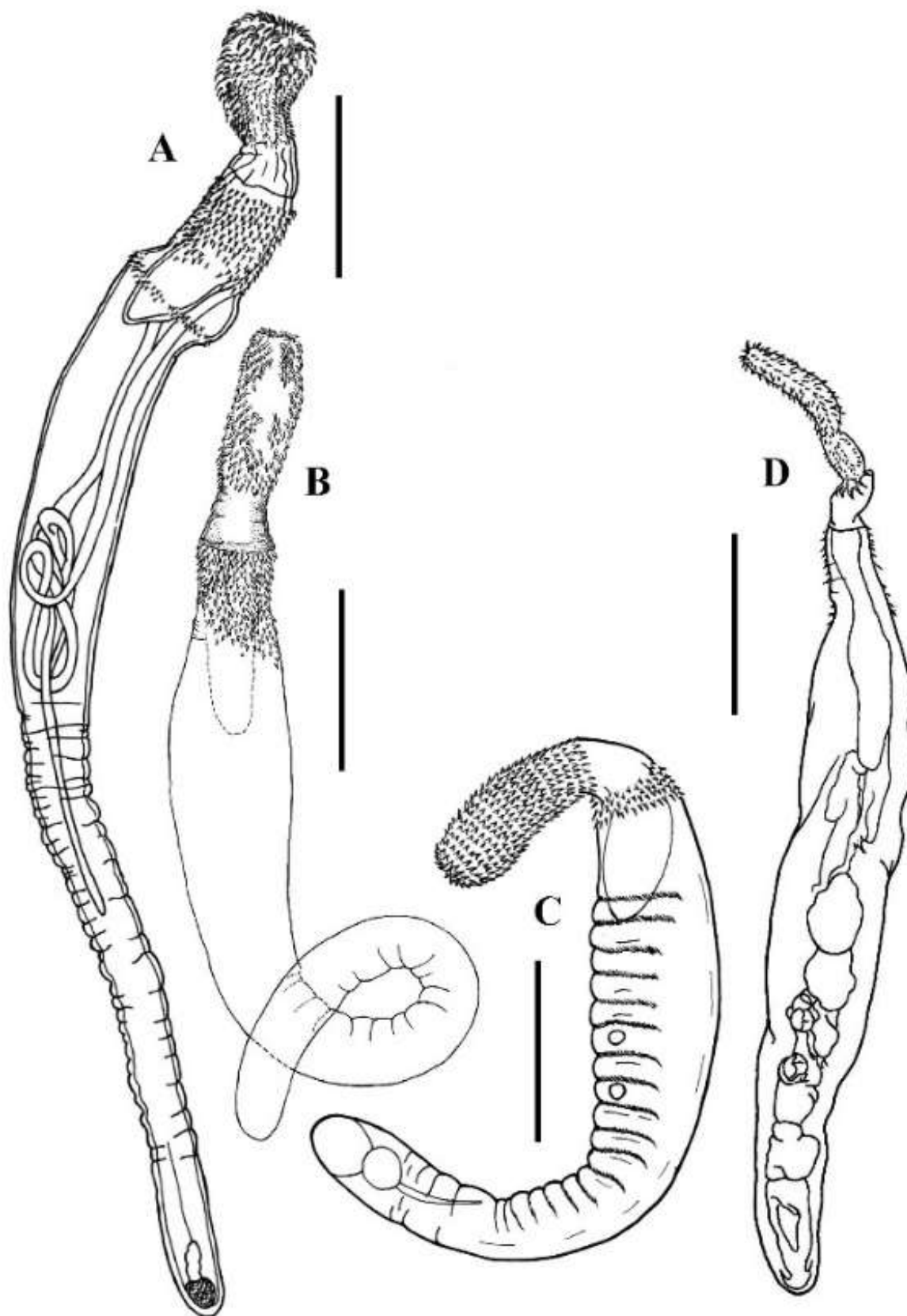


Figura 8. Parasitas Acanthocephala coletados de peixes Lutjanidae, no litoral nordeste do Brasil no período 1 (2015 a 2019). A - *Gorgorhynchoides lintoni*, escala:0,5mm; B - *Rhadinorhynchus pristis*, escala:1mm; C - *Serrasentis sagittifer*, escala: 1mm; D - *Dollfusentis chandleri*, escala: 0,5mm

Fonte: Elaborado por André Mota Alves

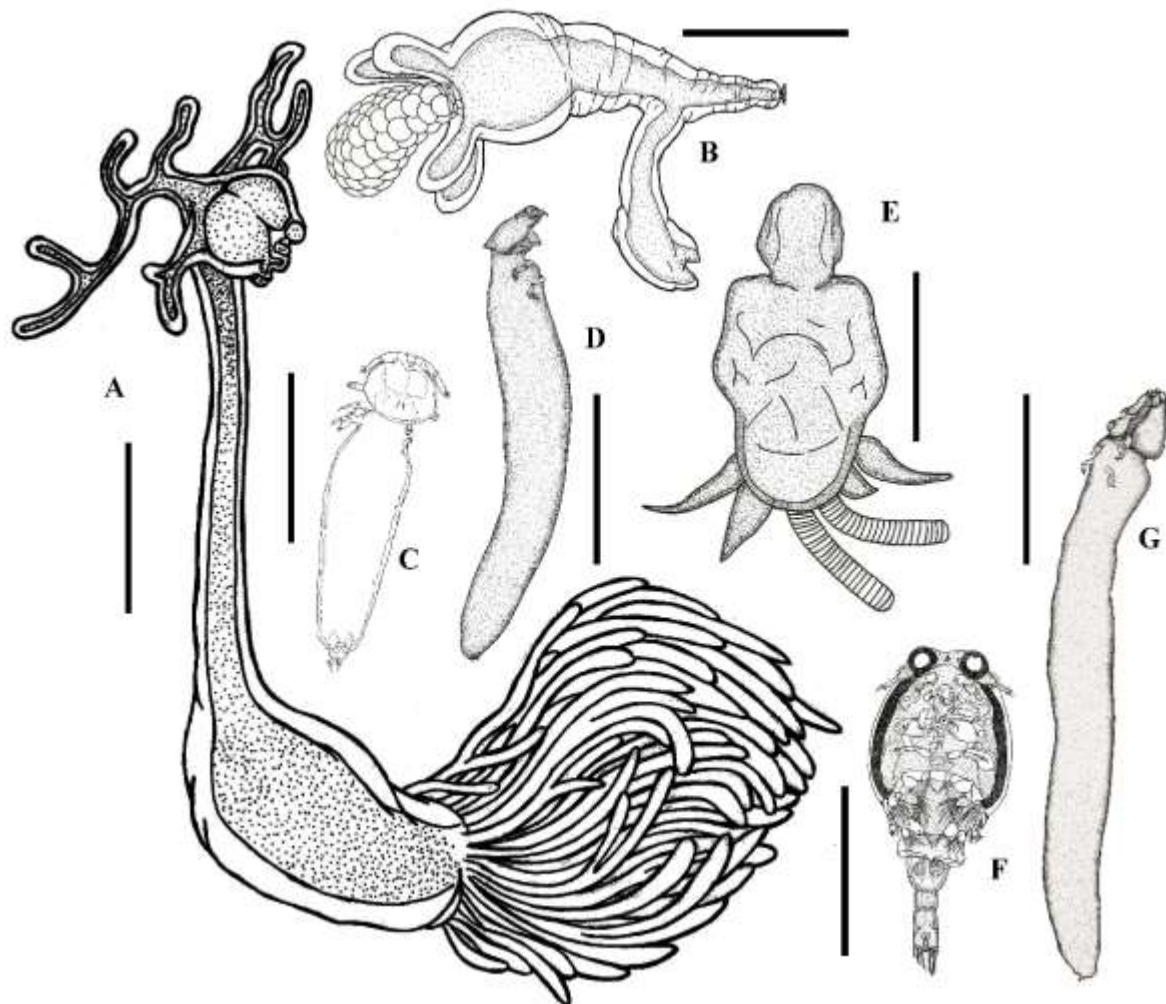


Figura 9. Copepodas coletados de Lutjanidae do litoral nordeste do Brasil. A - *Lernaolophus sultanus*, escala: 20mm B - *Parabrachiella lata*, escala:1mm; C - *Hatschekia albirubra*, escala:0,5mm; D - *Hatschekia* sp. 1, escala:1mm; E - *Lernanthropus kroyeri*, escala: 2,5mm; F - *Caligus* sp., escala:0,3mm; G - *Hatschekia* sp. 2, escala: 0,5mm.

Fonte: Elaborado por André Mota Alves

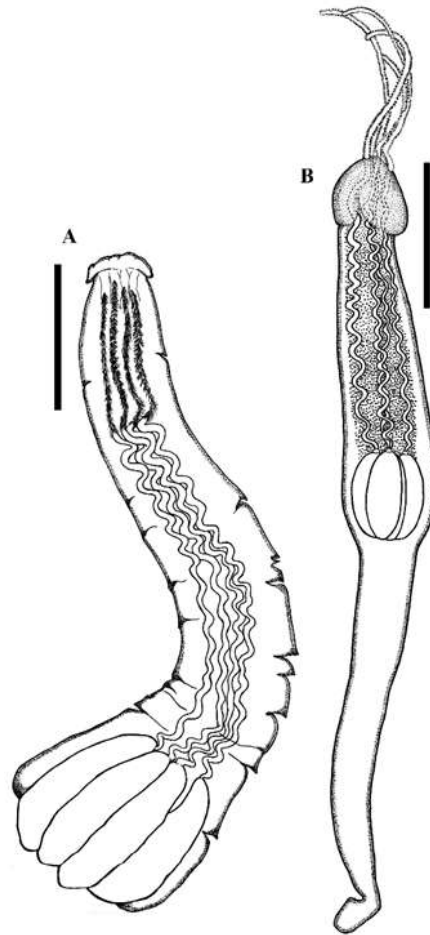


Figura 10. Cestódeos da ordem Trypanorhyncha coletados de Lutjanidae, no litoral nordeste do Brasil. A - *Floriceps* sp; B - *Pseudogrillotia* sp. Escala: 0,5mm.
Fonte: Elaborado por André Mota Alves

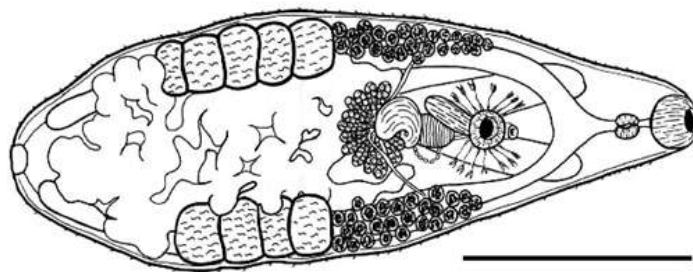


Figura 11. *Siphodera vinaledwardsii*, trematódeo digenético coletado de Lutjanidae no litoral nordeste do Brasil. Escala: 0,5mm.
Fonte: Elaborado por André Mota Alves

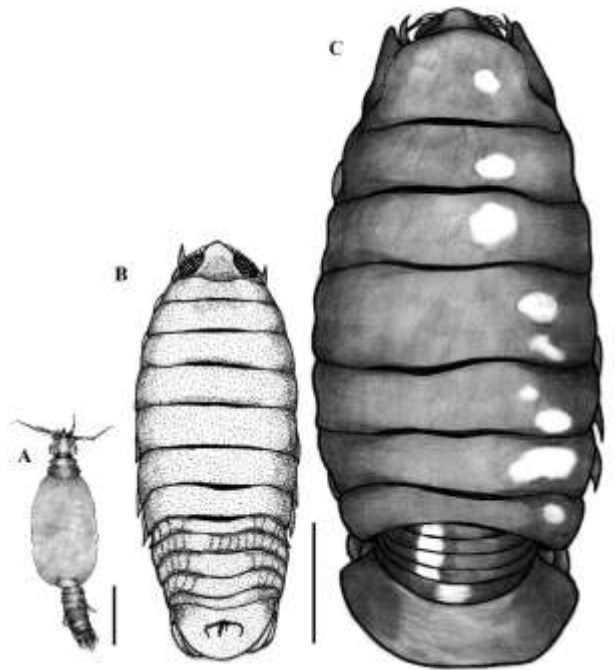


Figura 12. Isopodas coletados de Lutjanidae do litoral nordeste do Brasil. A - *Gnathia* sp.; escala: 0,2mm; B - *Rocinela signata*, escala: 0,7mm; D - *Cymothoa excisa*, escala: 1mm.
Fonte: Elaborado por André Mota Alves

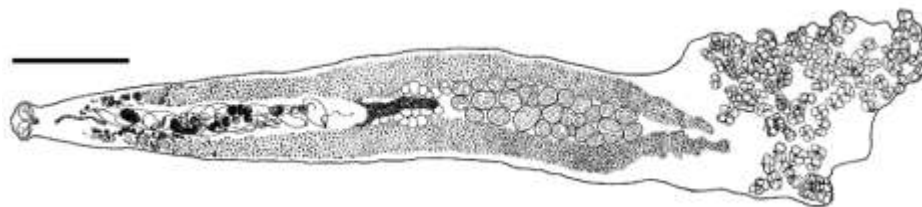


Figura 13. *Microcotyloides incisa*. Monogenea coletado de exemplares de Lutjanidae do litoral nordeste do Brasil. Escala:3mm
Fonte: Elaborado por André Mota Alves

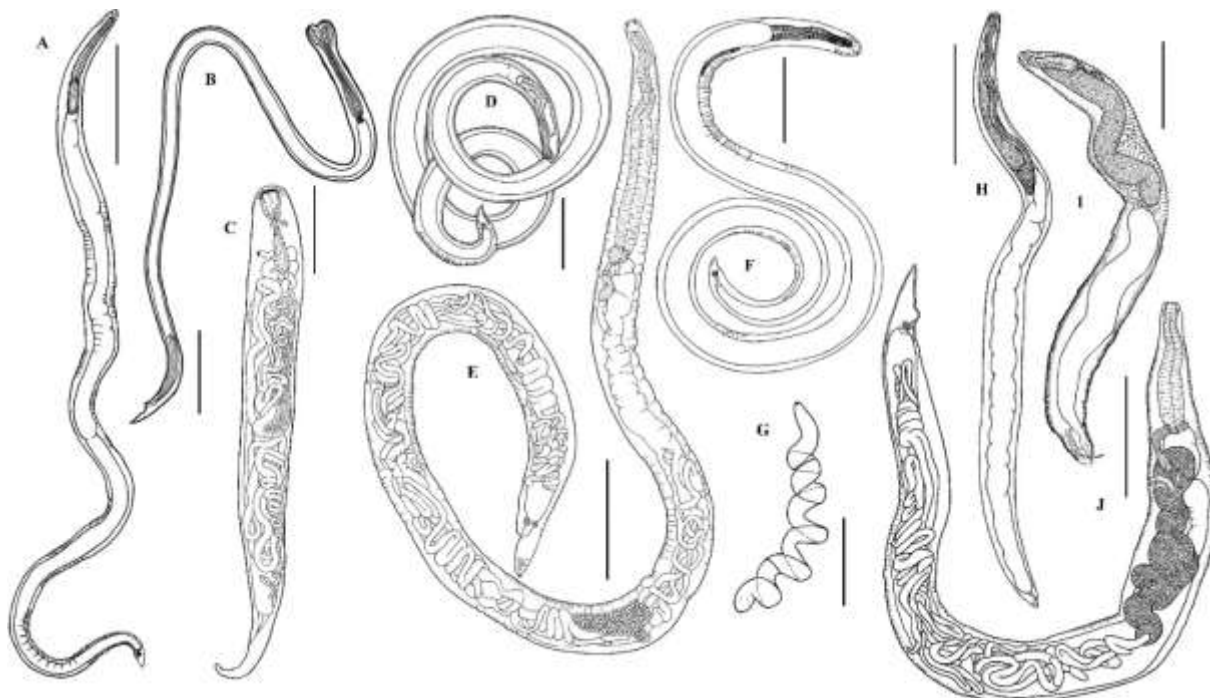


Figura 14. Nematódeos coletados de Lutjanidae no litoral nordeste do Brasil. A - larva de *Anisakis* sp., escala: 5mm; B - adulto de *Cucullanus pedroi*, escala:1mm; C - adulto de *Dichelyne* (*Dichelyne*) *bonacii*, escala:1mm; D - larva de *Pseudoterranova* sp., escala:3mm; E - adulto de *Hysterothylacium* sp., escala:3mm; F - larva de *Terranova* sp., escala: 3mm; G - *Phillometra spiriformis*, escala:0,5mm; H - larva de *Contracaecum* sp., escala:5mm; I - adulto de *Goezia* sp., escala:1mm; J- adulto de *Raphidascaris* (*Ichthyascaris*) sp., escala:1mm

Fonte: Elaborado por André Mota Alves

Na análise de covariância (ANCOVA) realizada com os dados de peso e comprimento dos peixes, foi identificado um efeito significativo do período amostral na relação entre essas variáveis. De maneira específica, os indivíduos coletados no primeiro período (P1) apresentaram maior peso e comprimento quando comparados aos espécimes coletados no Período 2 (Figura 15). Isso indica que o período de coleta influenciou significativamente os dados biométricos dos hospedeiros, resultando em valores superiores no Período 1.

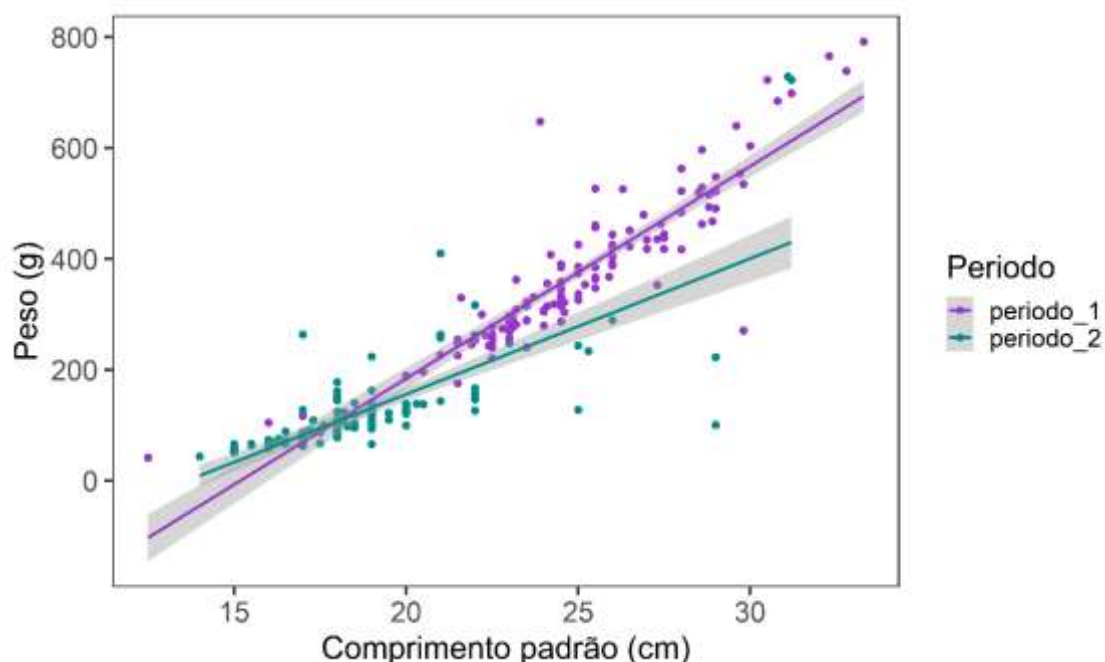


Figura 15. Relação peso-comprimento de peixes Lutjanidae provenientes da pesca artesanal no litoral Nordeste do Brasil. (Período 1: 2015–2019 e Período 2: 2021–2023).

A relação peso-comprimento aqui estudada, pode estar relacionada a mudanças sazonais nas condições ambientais e do habitat que o hospedeiro vive, como por exemplo, a disponibilidade de alimento, preferências por determinadas presas, que impactam diretamente o seu crescimento, saúde e a consequentemente sua fauna parasitária (VALENZUELA *et al.*, 2021). Os resultados aqui apresentados evidenciaram uma relação entre o comprimento e peso dos hospedeiros em relação ao período de amostragem (Figura 15). É de consenso geral que o tamanho e o peso do hospedeiro desempenham um papel significativo na influência de sua suscetibilidade à infecção por parasitas. Isso deve ao fato de que o tamanho do corpo do hospedeiro reflete a quantidade de recursos disponíveis, como a área de habitat, os nutrientes e a energia, que podem ser explorados pelo parasita (DOWNS *et al.*, 2019; MARCOGLIESE *et al.*, 2016). No presente trabalho, os peixes amostrados no período 1 apresentaram maiores intensidades de infecção por parasitas, principalmente em estágios larvais de vários grupos taxonômicos. Estudos como o de Madi e Silva (2005), ao estudar peixes piscívoros, identificaram uma correlação positiva significativa entre a intensidade de infecção, o comprimento total e o peso em *Hoplias malabaricus*, *Rhamdia quelen* e *Salminus hilarii*, sugerindo que peixes maiores enfrentam um menor risco de predação por aves, os hospedeiros definitivos, resultando em um acúmulo mais elevado de larvas de nematódeos devido à predação

contínua de peixes menores. Os autores observaram que o parasitismo de nematódeos, como por exemplo *Contracaecum* sp., ocorreu apenas em peixes com mais de 20 cm de comprimento, enquanto os peixes não infectados apresentaram uma média inferior a 17 cm.

Neste estudo foram encontrados um total de 29 espécies de parasitas: no período 1 e oito no período 2. No geral os conjuntos de dados apresentaram endoparasitas e ectoparasitas pertencentes a: Acanthocephala, Copepoda, Cestoda, Trematoda, Isopoda, Monogenea e Nematoda. No período 1 foram coletados parasitas pertencentes a todos os grupos mencionados, já no período 2 foram coletados parasitas dos grupos Copepoda, Isopoda e Nematoda (Figura 16). Do total de espécies coletadas, algumas aparecem infectando os peixes em ambos os períodos, esses compartilharam apenas *Hatschekia* sp., *Parabrachiella lutiani*, *Cymothoa excisa*, *Rocinela signata* e *Anisakis* sp. No período 1 *Anisakis* sp. foi a espécie dominante e a mais prevalente. No período 2 a espécie dominante foi *Ergasilus* sp. e apresentou também a maior prevalência de infecção (Tabela 2).

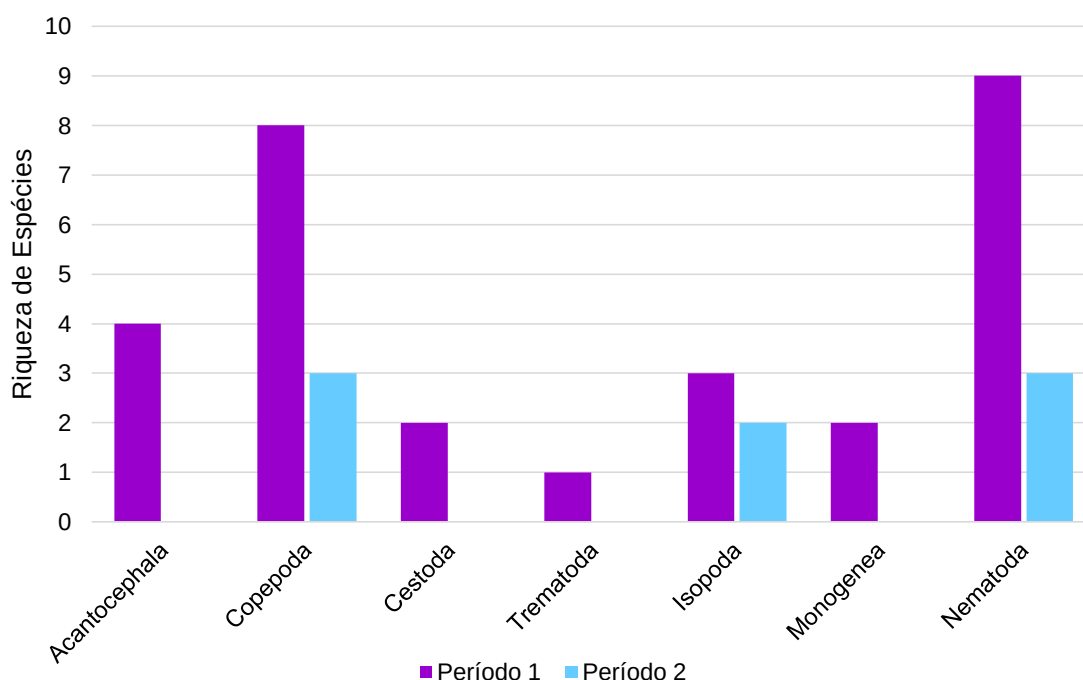


Figura 16. Riqueza de espécies das comunidades parasitárias de peixes Lutjanidae adquiridos em dois períodos de amostragem (período 1: 2015–2019 e período 2: 2021–2023). Número de espécies de parasitas coletados por grupo.

Tabela 2. Espécies de parasitos, índices parasitológicos das infrapopulações de lutjanídeos adquiridos de pescadores artesanais nos períodos (Período 1: 2015–2019 e Período 2: 2021–2023) no litoral Nordeste do Brasil.

Parasitas	Prevalência (%)		Intensidade Média		Abundância Média	
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Acanthocephala						
<i>Serrasentis sagittifer</i>	5,22	0	9,43 (±13,56)	0	0,49 (±3,74)	0
<i>Rhadinorhynchus pristis</i>	10,45	0	12,93 (±20,56)	0	1,35 (±7,73)	0
<i>Dollfusentis chandleri</i>	0,75	0	1,00	0	0,01 (±0,09)	0
<i>Gorgorhynchoides lintoni</i>	1,49	0	7,50 (3,50)	0	0,11 (±1,00)	0
Copepoda						
<i>Caligus</i> sp.	5,22	0	1,29 (±0,70)	0	0,07 (±0,33)	0
<i>Lernaeolophus sultanus</i>	2,24	0	1,00	0	0,03 (±0,15)	0
<i>Lernanthropus kroyeri</i>	8,96	0	2,33 (±1,43)	0	0,26 (±0,79)	0
<i>Hatschekia albirubra</i>	2,24	0	5,33 (±2,49)	0	0,15 (±0,87)	0
<i>Hatschekia</i> sp. 1	0,75	0	35,00	0	0,26 (±3,01)	0
<i>Hatschekia</i> sp. 2	2,24	0	2,00	0	0,04 (±0,30)	0
<i>Hatschekia</i> sp. 3	5,97	0,78	9,00 (±15,91)	5,00	0,54 (±4,43)	0,04 (±0,44)
<i>Ergasilus</i> sp.	0	9,38	0	10,83 (±11,71)	0	1,02 (±4,78)
<i>Parabrachiella lata</i>	1,49	0,78	1,00	1,00	0,01 (±0,12)	0,01 (±0,09)
Cestoda						
<i>Floriceps</i> sp.	1,49	0	1,00	0	0,01 (±0,12)	0
<i>Pseudogrillotia</i> sp.	2,24	0	1,00	0	0,02 (±0,15)	0
Trematoda						
<i>Siphodera vinaledwardsii</i>	4,48	0	5,53 (±3,73)	0	0,24 (±1,36)	0
Isopoda						
<i>Rocinela signata</i>	1,49	0,78	1,00	1,00	0,01 (±0,12)	0,01 (±0,09)
<i>Cymothoa excisa</i>	0,75	10,94	2,00	1,17(±0,37)	0,01 (±0,17)	0,11 (±0,36)
<i>Gnathia</i> sp.	0,75	0	1,00	0	0,01 (±0,09)	0
Monogenea						
<i>Microcotyloides incisa</i>	1,49	0	2,50 (±0,50)	0	0,04 (±0,31)	0
Monogenea sp.	5,97	0	2,00 (±0,87)	0	0,12 (±0,52)	0
Nematoda						
<i>Anisakis</i> sp.	51,49	8,59	22,36 (±26,63)	9,64 (±9,34)	11,51 (±22,14)	0,83 (±3,86)
<i>Contracaecum</i> sp.	0	2,34	0	5,33 (±3,09)	0	0,13 (±0,94)
<i>Goezia</i> sp.	0,75	0	3,00	0	0,02 (±0,26)	0
<i>Dichelyne</i> (D.) <i>bonacii</i>	0,75	0	3,00	0	0,02 (±0,26)	0
<i>Philometra spiriformis</i>	0,75	0	3,00	0	0,02 (±0,26)	0
<i>Philometra</i> sp.	0,75	0	3,00	0	0,02 (±0,26)	0
<i>Terranova</i> sp.	0,75	0	1,00	0	0,01 (±0,09)	0
<i>Pseudoterranova</i> sp.	0,75	0	1,00	0	0,01 (±0,09)	0

<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,75	0	1,00	0	0,01 ($\pm 0,09$)	0
<i>Cucullanus pedroi</i>	0	0,78	0	1,00	0	0,01 ($\pm 0,09$)
<i>Raphidascaris (Ichthyascaris)</i> sp.	2,24	0	1,00	0	0,03 ($\pm 0,17$)	0

As comunidades parasitárias dos Lutjanidae analisados nos diferentes períodos exibiram padrões distintos nos níveis componente e infracomunidade: onde foi obtida uma alta riqueza e maior diversidade de espécies no primeiro período de amostragem, diferentemente do que foi notado no período 2. Esse cenário distinto também está refletido no índice de Dominância de Berger-Parker. Sugerindo que a comunidade parasitária é altamente dominada por uma única espécie, enquanto as outras demais têm uma abundância mais baixa em comparação com a espécie dominante (Tabela 3).

Tabela 3. Descritores das comunidades e infracomunidades de peixes Lutjanidae adquiridos de pescadores artesanais do Nordeste do Brasil nos períodos (Período 1: 2015–2019 e Período 2: 2021–2023).

Descritores	Período 1	Período 2
Prevalência de Infecção	74,62%	28,90%
Intensidade Média	20,60 ($\pm 27,75$)	7,41 ($\pm 9,66$)
Abundância Média	15,37 ($\pm 25,58$)	2,14 ($\pm 6,15$)
Riqueza de Espécies	1,25 ($\pm 1,16$)	0,33 ($\pm 0,56$)
Diversidade de Shannon-Wiener	0,16 ($\pm 0,33$)	0,01 ($\pm 0,10$)
Equitabilidade de Pielou	0,30 ($\pm 0,35$)	0,02 ($\pm 0,12$)
Dominância Berger-Parker	0,79	0,47

A análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA), realizada para detectar diferenças significativas na comunidade entre os períodos estudados, apresentou diferenças nas infracomunidades parasitárias (PERMANOVA: $F=0,001$; $p < 0,05$). Os resultados da comparação das comunidades de metazoários parasitas de Lutjanidae em diferentes períodos amostrais evidenciaram uma mudança na estrutura e composição da sua fauna parasitária ao longo do tempo. Observou-se que o período 1 apresentou comunidades e infracomunidades com maiores prevalências, abundâncias, riqueza e, consequentemente, uma maior diversidade. No segundo período de amostragem, as comunidades apresentaram parâmetros de infecção baixos e a fauna diferiu na estrutura e composição (Tabela 3). Os peixes analisados, cujo período de amostragem ocorreu de 2015 a 2019, apresentaram uma composição de espécies bastante diversificada, onde foram coletados parasitas de sete grupos

taxonômicos, o que inclui táxons com ciclos de vida monoxenos e heteroxenos. Esse cenário sugere a presença de uma maior variedade de outros organismos no ecossistema, visto que os parasitas que possuem ciclos de vida complexos contam com interações tróficas envolvendo diversos hospedeiros, vertebrados ou invertebrados, para sua transmissão. Assim, a presença de determinados parasitas em um ecossistema indica a presença de outros hospedeiros intermediários, paratênicos ou hospedeiros definitivos e as condições propícias para a continuidade dos ciclos de vida (LOKER; HOFKIN, 2015). Aliado a isso, é importante salientar que diferentes organismos podem ter seu comportamento influenciado por infecções parasitárias, fator que pode ser determinante para mudanças na estrutura das comunidades (POULIN, 2010).

As diferenças observadas no segundo período de amostragem podem estar relacionadas com o tamanho dos hospedeiros. O nicho trófico é um fator relevante que pode não só influenciar a composição de infracomunidades e comunidades parasitárias, como também é capaz de explicar quais espécies de parasitas podem coexistir em determinadas populações hospedeiras (ZANDER 2003). Estudos como o de Galegos-Navarro *et al.* (2018) também reportaram que as variações identificadas nas composições das infracomunidades ao longo do tempo, poderiam estar associadas às variações na prevalência e/ou abundância de outros táxons no ambiente. Sokolov *et al.* (2024), ao investigarem a composição e a estrutura das comunidades de parasitas do salmão rosa na Baía de Kandalaksha, no Mar Branco, confirmaram um aumento expressivo na abundância média de larvas de nematódeos do gênero *Anisakis* sp. em 2021, em comparação com o período da década de 1990 ao início da década de 2000. Porter *et al.* (2023) investigaram a variabilidade espacial e temporal nas comunidades de parasitas da corvina-pintada-preta (*Protonibea diacanthus*) e examinaram sua estrutura populacional na costa da Austrália. Ao longo do tempo, foi comprovado que as comunidades de parasitas nos quatro locais analisados apresentaram diferenças. Além disso, notou-se que as assembleias de parasitas em locais mais próximos à costa permaneceram distintas em escalas espaciais e temporais. Net *et al.* (2024) estudaram diferenças espaciais e sazonais de infecções por endoparasitas e dieta do hospedeiro *Geophagus sveni*, nos rios São José dos Dourados e Rio Tietê. Os autores verificaram diferenças espaciais observadas para a abundância média e prevalência. As variações sazonais dos descritores parasitários ocorreram para o nematódeo na região do Rio Tietê. As

variações temporais observadas na dieta dos peixes estavam relacionadas às diferenças na abundância de recursos entre os períodos seco e chuvoso.

É importante destacar que no segundo semestre de 2019 grandes quantidades de petróleo bruto atingiram o litoral brasileiro, especialmente a região nordeste. Embora este trabalho não traga evidências do impacto causado na fauna parasitária e/ou em seus hospedeiros, não se pode descartar que esse incidente contribuiu de alguma maneira para a alteração da composição do ecossistema marinho da região como um todo (SOARES *et al.*, 2021), influenciando inclusive os ciclos de interação parasita-hospedeiro. Estudos abordam o que a poluição ambiental afeta as populações e comunidades de parasitas, tanto diretamente como através de efeitos nos hospedeiros intermediários e definitivos. O impacto a longo prazo de um derrame de petróleo nas comunidades de invertebrados bentônicos ou pelágicos podem ter uma duração superior a dez anos (VIDAL-MARTINEZ *et al.*, 2019; PEREZ-DEL-OMO *et al.*, 2022).

Na análise de espécies indicadoras, o (IndVal) sinalizou cinco espécies de parasitas como indicadoras em resposta aos períodos de amostragem, das quais *Anisakis* sp. ($P=0,001$) e *Rhadinorhyncus pristis* ($P=0,004$) foram as espécies indicadoras no primeiro período de amostragem (P1). Diferentemente, o segundo período (P2) teve como espécies indicadoras *Ergasilus* sp. ($P=0,001$) *Cymothoa excisa* ($P=0,001$) e *Contracaecum* sp. ($P=0,017$). O índice enfatiza o grau de importância desses táxons para as comunidades em um dado momento. Assim, o resultado do IndVal para o segundo período de amostragem e tamanho dos hospedeiros permite supor que os peixes foram pescados em regiões estuarinas, uma vez que a maioria das espécies da família Ergasilidae são dulcícolas. Além disso, o fato de os peixes da família Lutjanidae poderem habitar regiões de estuário e apresentarem também como indicadora uma espécie de parasita que é possivelmente de água doce, reforça a possibilidade de sua presença nesses ambientes. Autores como Allen (1985) e Fonseca (2009) destacam comportamentos dos lutjanídeos, salientando que os peixes jovens, após o nascimento e desenvolvimento mais inicial, preferem águas mais rasas para alimentação, frequentemente atingindo zonas de estuários e rios.

Dos conjuntos de dados amostrados em ambos os períodos foi observado que a espécie *C. excisa* esteve infectando apenas peixes considerados jovens, visto que o comprimento médio dos hospedeiros infectados por esta espécie esteve em torno

de 13,67 ($\pm 1,58$) centímetros (Figura 17). Embora este resultado não seja suportado por uma significância estatística, não se descarta uma possível preferência do parasita por hospedeiros mais jovens. Cook e Munguia (2013) ressaltaram a importância da dinâmica populacional e a evolução das características da história de vida em relação ao processo de infecção do hospedeiro, demonstrando que os cimotoídeos desenvolveram mecanismos de detecção para a localização do hospedeiro, utilizando sinais visuais e químicos para este fim. Esse mecanismo de detecção sugere que *C. excisa* é capaz de avaliar o ambiente e reconhecer a presença de um potencial hospedeiro, tornando essa capacidade fundamental para a sua sobrevivência, uma vez que lhes permite ampliar a chance de encontro, ao mesmo tempo que reduz o seu gasto energético.



Figura 17. *Cymothoa excisa* coletados de peixes Lutjanidae provenientes da pesca ao longo do litoral nordeste do Brasil. A: *C. excisa* no sítio de infecção do seu hospedeiro; B: *C. excisa* coletados nos sítios de infecção como a boca e brânquia.

Fonte: Elaborado pela autora

Além das estratégias mencionadas, Cook e Munguia (2013) também determinaram a janela de infecção que restringe o comportamento de busca por hospedeiros. Dessa forma, pode-se destacar que *C. excisa* infectou lutjanídeos mais jovens em virtude da sua estreita janela de infecção (sete dias). As restrições associadas à busca de hospedeiros adultos envolvem um investimento de tempo limitado para o encontro. Espécies parasitas que buscam hospedeiros na fase juvenil

utilizam os hospedeiros como abrigo, fonte de recursos energéticos e, em alguns casos, para reprodução. Além disso, a estratégia da busca de hospedeiros jovens é comum entre a maioria dos organismos que são ectoparasitas (POULIN 2009, 2011).

Trilles *et al.* (2012) comprovaram que o Cymothoidae *Anilocra pamacentri* apresentou uma maior possibilidade de se fixar em peixes *Chromic nitida* de comprimento menor do que ao maior, como os resultados aqui relatados. O trabalho Vigneshwaran *et al.* (2019) avaliou o estado de saúde de *Parastromateus niger* sob a infecção de parasitas Cymothoidae. Os autores observaram uma relação entre o comprimento do cimotoídeo e seu hospedeiro, sugerindo que os parasitas ocorrem uma vez e crescem de maneira conjunta com seu hospedeiro. No entanto, os peixes parasitados tiveram uma diminuição significativa no peso, diferentemente dos não infectados do mesmo comprimento. Quando avaliaram a relação comprimento-peso entre hospedeiro infectado e não infectado foram obtidas variações estatisticamente significativas, indicando que o estado de saúde dos peixes não infectados era ainda superior ao dos peixes infectados, atribuindo a uma menor eficiência alimentar dos hospedeiros, afetando consequentemente a condição de saúde e sua posterior sobrevivência.

Os resultados obtidos na análise de redundância sugerem que os peixes Lutjanidae analisados no período de 2015 a 2019 (P1) estão mais associados a características como a maturidade do hospedeiro, o que explica a diferença no tamanho, visto que se observou uma forte relação dessa variável com a fauna parasitária (Figura 18). Além disso, variáveis como comprimento dos hospedeiros e o sexo também mostram uma relação clara na variabilidade de táxons dos parasitas, demonstrando a complexidade da interação entre fatores. O comprimento do hospedeiro é frequentemente apontado como um dos principais determinantes da abundância e diversidade de parasitas, sugerindo que espécies hospedeiras maiores podem oferecer maior área espacial para ectoparasitas, facilitando o contacto com fases infecciosas e acomodando um maior número de parasitas individuais do que hospedeiros menores (POULIN; JUSTINE, 2008).

A análise de redundância (RDA) permite evidenciar quais as principais variáveis que mais influenciaram a fauna de parasitas de peixes Lutjanidae, das quais se destacam a maturidade sexual dos peixes (jovem ou adulto) e o período de amostragem. Pode-se observar ainda que o período 1 e os hospedeiros considerados adultos estão diretamente relacionados às variáveis dependentes, ou seja, a infecção

por diversos grupos taxonômicos de parasitas. Além disso, a RDA ressalta o sexo dos hospedeiros como um fator relevante nesse estudo, embora a força dessa relação não seja tão intensa, quando comparada com as demais variáveis. Foi possível notar que alguns táxons infectam mais peixes machos, devido talvez às diferenças comportamentais (alimentar) entre machos e fêmeas e no metabolismo entre os sexos.

A maturidade sexual e o comprimento dos hospedeiros foram variáveis correlacionadas e desempenham papéis cruciais na dinâmica parasitária, sugerindo que hospedeiros mais maduros apresentam distintos padrões de infecção. Estudos recentes como de Lehun *et al.* (2023) indicam que a posição dos peixes na cadeia alimentar e seu tamanho corporal são preditores significativos da presença e diversidade de parasitas. O que indica que peixes de maior porte e em posições tróficas mais elevadas desempenham papéis fundamentais na transmissão e manutenção de endoparasitas em ecossistemas aquáticos.

No geral os helmintos são transmitidos via cadeia trófica, o que favorece o aumento de suas cargas parasitárias com a idade e ou tamanho dos hospedeiros. Isso resulta em padrões acumulativos de espécies e abundância de parasitas à medida que os peixes vão aumentando o seu tamanho. No entanto, Cantatore e Timi (2015) reforçam a necessidade de levar em consideração o tamanho dos peixes, especialmente quando as comparações ocorrerem entre locais de amostragem distintos. Aliado a isso, evidências como as de D'Bastiani *et al.* (2020) destacam que tanto o tamanho do corpo quanto a taxonomia do hospedeiro exercem uma influência significativa sobre a interação parasita hospedeiro. Nesse estudo os autores utilizaram modelos teóricos para investigar a influência da neutralidade, taxonomia e tamanho do corpo do hospedeiro na estrutura das redes de interação entre anuros e parasitas. Em seus achados, além de destacarem a relevância tamanho do corpo do hospedeiro, também evidenciaram que as inundações sazonais podem facilitar novas associações de espécies, salientando então, a importância do contexto ambiental na configuração das redes hospedeiro-parasita.

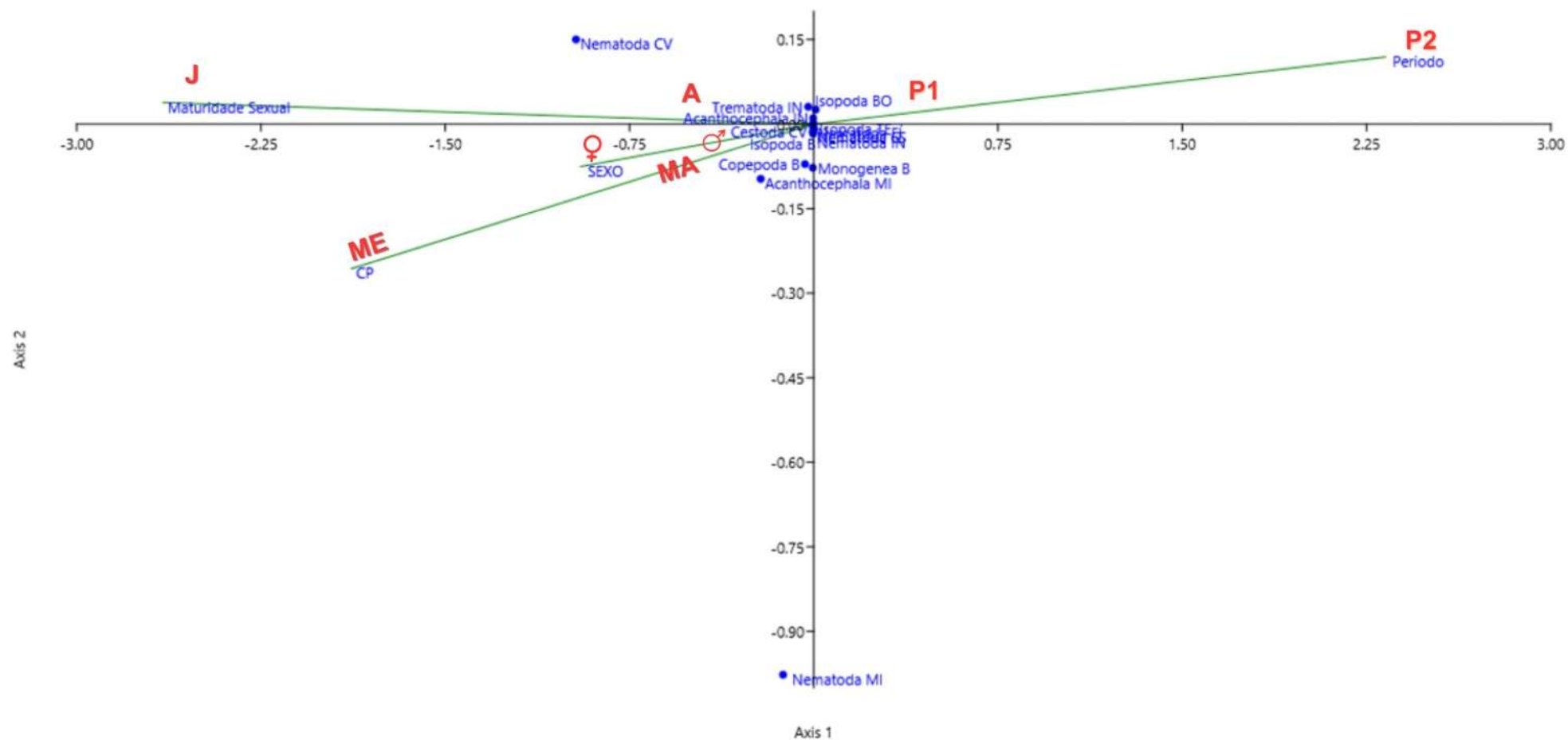


Figura 18. Análise de Redundância (RDA) ilustra a relação entre as variáveis comprimento, sexo, maturidade, período de amostragem e infecção de peixes Lutjanidae por parasitas de grupos distintos taxonômicos. Abreviações: **J**= jovem; **A** = Adulto; **Sexo**= Fêmea♀; Macho♂; **ME**=Menor; **MA**=Maior; **P1**= 2015 a 2019; **P2**=2021 a 2023.

6. CONCLUSÃO

Neste estudo foram observadas diferenças nos tamanhos corporais dos hospedeiros analisados nos diferentes períodos amostrais. Aliado a isso, foi observado que a composição de metazoários de parasitas de Lutjanidae variou consideravelmente entre os períodos estudados, embora exista compartilhamento de algumas espécies, diferenças claras nas infracomunidades parasitárias foram evidenciadas.

A análise de covariância (ANCOVA) revelou uma diferença significativa no tamanho e peso dos hospedeiros de Lutjanidae entre os dois períodos de amostragem. Além disso, os resultados também revelaram espécies de parasitas indicadoras distintas para cada período amostral. Tais como *Anisakis* sp. e *Rhadinorhyncus pristis* no período 1 e *Ergasilus* sp., *Cymothoa excisa* e *Contracaecum* sp. Essas espécies são significativas porque sugerem mudanças nas dinâmicas da comunidade de parasitas ao longo do tempo.

Por fim, a ressalva de que o isopoda *Cymothoa excisa* infectou apenas hospedeiros mais jovens, com base no comprimento médio dos peixes, é um achado importante que destaca a complexidade das interações parasita-hospedeiro em diferentes abordagens de desenvolvimento do peixe hospedeiro.

Esses resultados nos permitem enfatizar a necessidade de uma compreensão sobre as flutuações temporais e espaciais nas comunidades de metazoários parasitas e os fatores que as influenciam, abrangendo características dos hospedeiros, disponibilidade de recursos e dinâmica sazonal.

7. REFERÊNCIAS

AHMED, O. E.; ELDESOKY, A. M.; EL NADY, M. M. Evaluation of petroleum hydrocarbons and its impact on organic matters of living organisms in the northwestern Gulf of Suez, Egypt, *Petroleum Science and Technology*, 2019, 1532-2459.

ALLEN, G. R. FAO species catalog. Snappers of the world: An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis. 1985; 6(125): 208p.

ALVES, A. M.; CALASSANS, T. A. S.; FREIRE, J. F.; SOUZA, G. T. R.; TAKEMOTO, R. M.; MELO, C. M.; JERALDO, V. L. S.; MADI, R. R. First record of *Dichelyne (Dichelyne) bonacii* (Nematoda, Cucullanidae) parasitizing the intestine of two species of lutjanid fish (Perciformes, Lutjanidae) on the northeast Brazilian coast. *ANAIS DA Academia Brasileira de Ciências (ONLINE)*, 2019; (91), 0544.

ALVES, A. M.; GOMES, M. L.; SOUZA, G. T. R.; TAKEMOTO, R. M.; LIMA, F. S.; TAVARES, L. E. R.; MELO, C. M.; MADI, R. R.; JERALDO, V. L. S. Occurrence of Isopods in Two Species of Snappers (Lutjanidae) from Northeast Brazil. *Journal Of Parasitology Research (PRINT)*, 2019, 1-8.

ALVES, A. M.; RANGEL E SOUZA, G. T.; TAKEMOTO, R. M.; TAVARES, L. E. R.; MELO, C. M.; MADI, R. R.; JERALDO, V. L. S. Occurrence of larvae of trypanorhynch cestodes in snappers (Lutjanidae) from northeast Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 2018; (27) 415-419.

ALVES, A. M.; SOUZA, G. T. R.; TAKEMOTO, R. M.; MELO, C. M.; MADI, R. R.; JERALDO, V. L. S. Anisakidae Skrjabin & Karokhin, 1945 and Raphidascarididae Hartwich, 1954 nematodes in lutjanidae (pisces: perciformes) from the Brazilian Northeast Coast. *Brazilian Journal Of Biology (ONLINE)*, 2019; (80) 255-265.

AMIN, O. M. Marine Flora and Fauna of the Eastern United States Acanthocephala. *NOAA Technical Report NMFS* 1998, 135. 32p.

ANDERSON, M. Permutational multivariate analysis of variance: A computer program. Auckland, New Zealand, Department of Statistics, University of Auckland 2005.

ARAÚJO, J. F.; MENELAU, A. S.; MATTOS, S. M. G.; DZELME, I. J.; OLIVEIRA, J. C. Complexo Agro-industrial do Pescado no Nordeste do Brasil. Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) – Recife/PE; 1996.

BAGULEY J. G.; MONTAGNA P. A.; COOKSEY, C.; HYLAND, J. L. Community response of deep-sea soft-sediment metazoan meiofauna to the Deepwater Horizon blowout and oil spill. *Marine Ecology Progress Series* 2015; 528: 127-140.

BARROS, L. A. Parasitoses de peixes com potencial zoonótico. IN: SILVA-SOUZA, A. T; LIZAMA, M. A. P; TAKEMOTO, R. M. Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos. MARINGÁ: MASSONI. 404 p. 2012. pp. 125-137.

BEGOSSI, A.; SALIVONCHYK, S.V.; ARAUJO, L.G.; ANDREOLI, T.B.; CLAUZET, M.; MARTINELLI, C.M.; FERREIRA, A.G.L.; OLIVEIRA, L.E.C.; SILVANO, R.A.M. Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. *JEthnobiolEthnomed*, 2011, 7(11):1-22.

BYERS, J. E. Effects of climate change on parasites and disease in estuarine and nearshore environments. *PLoS Biology*, 2020; 18 (11), e3000743.

BICUDO, A. J. A.; TAVARES, L. E. R.; LUQUE.J. L. Larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas da cabrinha *Prionotus punctatus*(Bloch, 1793) (Osteichthyes: Triglidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 2005, 14(3):109-118.

BLASCO-COSTA, I., ROUCO, C., POULIN, R. Biogeography of parasitism in freshwater fish: spatial patterns in hot spots of infection. *Ecography*, 2015; 38:301–310. <https://doi.org/10.1111/ecog.01020>

BRANNOCK, P. M.; SHARMA, J.; BIK, H. M.; THOMAS, W. K.; HALANYCH, K. M. Spatial and temporal variation of intertidal nematodes in the northern Gulf of Mexico after the Deepwater Horizon oil spill. *Marine Environmental Research*, 2017; 130: 200–212.

BRAICOVICH, P. E.; IENO, E. N.; SÁEZ, M.; DESPOS, J.; TIMI, J. T. Assessing the role of host traits as drivers of the abundance of long-lived parasites in fish-stock assessment studies. *Journal of Fish Biology*, 2016; 89(5), 2419-2433.

BRUSCA, R.C.; IVERSON, E.W. A Guide to the Marine Isopod Crustacea of Pacific Costa Rica. *Rev Biol Trop*, 1985 33: 1-77.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *Journal of Parasitology* 1997; 83(4): 575-583.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *Journal of Parasitology* 1997; 83(4): 575-583.

CANTADORE, D. M. P.; TIMI, J. T. Marine parasites as biological tags in South American Atlantic waters, current status and perspectives. *Parasitology*. 2015;142(1):5-24. doi:10.1017/S0031182013002138

CAMPHUYSEN, C.; HEUBECK, M. Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. *Environmental Pollution*, 2001; 112(3), 443–461.

CASTELLO, J. P. O futuro da pesca da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira. *Ciência e Cultura*, 2010; 62, 3, 32-35.

CAVALCANTI, E. T. S., TAKEMOTO, R. M., ALVES, L. C., & CHELLAPPA, S. 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*, 2010; 3, 93.

CAVALCANTE, L. F. M.; OLIVEIRA, M. R.; CHELLAPPA, S. Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris* nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. *Biota Amazônia. Macapá*, 2012; 2.1, 45-50.

CAVALCANTI, E. T. S.; ALVES, L. C.; CHELLAPPA, S. Occurrence of endoparasites in the southern red snapper, *Lutjanus purpureus* (Osteichthyes: Lutjanidae) from the coastal waters of Rio Grande do Norte, Brazil. *Animal Biology Journal*. 2013; 4: 2, 129-136.

CENTENO-CHALÉ, O. A.; AGUIRRE-MACEDO, M. L.; GOLD-BOUCHOT, G.; VIDAL-MARTÍNEZ, V. M. Effects of oil spill related chemical pollution on helminth parasites in Mexican flounder *Cyclopsetta chittendeni* from the Campeche Sound, Gulf of Mexico. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2015; 119: 162–169

COOK, C., MUNGUIA, P. Sensory cues associated with host detection in a marine parasitic isopod. *Marine Biology*, 2013; (160), 867–875. <https://doi.org/10.1007/s00227-012-2140-1>

D'AMELIO, S.; GERASI, L. Evaluation of environmental deterioration by analysing fish parasite biodiversity and community structure. *Parasitologia* 1997; (39) 237-241.

DEVIDS, Camila Cantagallo. Mapeamento de sensibilidade ambiental a derramamentos de petróleo do sistema estuarino de Santos, estado de São Paulo. 2008. 87 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2008.

D'BASTIANI, E.; CAMPIÃO, K. M.; BOEGER, W. A.; ARAÚJO, S. B. L. The role of ecological opportunity in shaping host–parasite networks. *Parasitology*. 2020;147(13):1452-1460.

DISNER, G R.; TORRES, M. The environmental impacts of 2019 oil spill on the Brazilian coast: Overview. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2020; 7(15): 193-209.

DOWNS, C. J.; SCHOENLE, L. A.; HAN, B. A.; HARRISON, J. F.; MARTIN, L. B. Scaling of Host Competence. *Trends in Parasitology*, 2019.

DUFRÊNE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 1997; 67(3), 345-366.

EIRAS, J. C; TAKEMOTO, R. M; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá: Eduem, 2006. 199p

EUZEBIO, C. S.; RANGEL, G. S.; MARQUES, R. C. Derramamento de petróleo e seus impactos no ambiente e na saúde humana. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais* 2019; 52:79–98.

FABREGAS, J.; HERRERO, C.; VEIGA, M. Effectt of oil and dispersant on growth and chlorophyll a contente of the marine microalga *Tetraselmis suecica*. *Applied and Environmental Microbiology* 1984; 47(2): 445-447.

FARRINGTON, J. W. Oil Pollution in the Marine Environment I: Inputs, Big Spills, Small Spills, and Dribbles. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 2013; 55(6): 3–13.

FELIZARDO, N. N; KNOFF, M; PINTO, R. M; GOMES, D. C. Larval Anisakid nematodes of the flounder, *Paralichthysis osceles* Jordan, 1890 (Pisces: Teleostei) from Brazil. *Neotropical Helminthology*, 2009; 3(2): 57-64.

FERNANDES, G. M.; MARTINS, D. A.; DOS SANTOS, R. P.; DE SANTIAGO, I. S.; NASCIMENTO, L. S.; OLIVEIRA, A. H.; CAVALCANTE, R. M. Levels, source appointment, and ecological risk of petroleum hydrocarbons in tropical coastal ecosystems (northeast Brazil): Baseline for future monitoring programmes of an oil spill area. *Environmental Pollution*, 2022; 296, 118709.

FONSECA J. F. Estudo da Dieta do *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) e *Ocyurus chrysurus* (bloch, 1791), Teleostei: Perciformes: Lutjanidae, no Banco dos Abrolhos, Bahia, Brasil e Pesca das principais espécies de Lutjanídeos e Serranídeos na região. (Dissertação). Campos de Rio Claro: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2009.

FONSECA, M. C. G; KNOFF, M; FELIZARDO, N. N. F; DI AZEVEDO, M. I. N. D; TORRES, E. J. L; GOMES, D. C; IÑIGUEZ, A. M; SÃO CLEMENTE, S, C. Integrative taxonomy of Anisakidae and Raphidascarididae (Nematoda) in *Paralichthys patagonicus* and *Xystreurus rasile* (Pisces: Teleostei) from Brazil. *International Journal Food Microbiology*, 2016; 235: 113–124.

FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P. Bathymetric trends of Northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): Implications for the reef fishery dynamic. *Braz Arch Biol Technol* 2005,48(5):787-800.

FROESE R, PAULY D. Editores. (2021) FishBase. Publicação eletrônica da World Wide Web. Disponível em< www.fishbase.org>

FROESE R, PAULY D. Editores. (2023) FishBase. Publicação eletrônica da World Wide Web. Disponível em< www.fishbase.org>

GALLEGOS-NAVARRO, Y., VIOLANTE-GONZÁLEZ, J., MONKS, S., GARCÍA-IBÁÑEZ, S., ROJAS-HERRERA, A. A., PULIDO-FLORES, G., ROSAS-ACEVEDO, J. L. Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of green jack *Caranx caballus* (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico, *Journal of Natural History*, 2018; (52),39-40. Doi:10.1080/00222933.2018.1546914

GALLEGOS-NAVARRO, Y., VIOLANTE-GONZÁLEZ, J., MONKS, S., GARCÍA-IBÁÑEZ, S., ROJAS-HERRERA, A. A., PULIDO-FLORES, G., ROSAS-ACEVEDO, J. L. Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of green jack *Caranx caballus* (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico, *Journal of Natural History*, 2018; (52),39-40. Doi:10.1080/00222933.2018.1546914

GARCÍA-BORBOROGLU, P., BOERSMA, P. D., RUOPPOLO, V., REYES, L., REBSTOCK, G. A., GRIOT, K., DA SILVA, R. P. Chronic oil pollution harms *Magellanic penguins* in the Southwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 2006; 52(2): 193–198.

GELNAR, M; SEBELOVÁ, S.; DUSEK, L.; KOUBKOVÁ, B.; JURAJDA, P.; ZAHŘÁDKVA, S. Biodiversity of parasites in freshwater environmental in relation to pollution. *Parasitologia*, 1997; (39), 189-199.

HÄDER, D. P., BANASZAK, A. T., VILLAFANE, V. E., NARVARTE, M. A., GONZÁLEZ, R. A., HELBLING, E. W. Anthropogenic pollution of aquatic ecosystems: Emerging problems with global implications. *Science of the Total environment*, 2020; 713, 136586.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001; 4 (1), 1 -9.

HERMIDA, M.; CARVALHO, B. F. L.; CRUZ, C.; SARAIVA, A. Parasites of the mutton snapper *Lutjanus analis* (Perciformes: Lutjanidae) in Alagoas, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 2014; 23, 241-243.

HOLMES, J. C.; PRICE, P. W. Communities of parasites. In: **Community Ecology: Pattern and Process**, 1986: 187-213. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

HSIEH, T. C., MA, K. H, CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 2016, 7(12), 1451–1456.

JABBAR, A.; ASNOUSSI, A.; NORBURY, L. J.; EISENBARTH, A.; SHAMSI, S.; GASSER, R. B.; LOPATA, A. L.; BEVERIDGE, I. Larval anisakid nematodes in teleost fishes from Lizard Island, northern Great Barrier Reef, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 2012; 63: 1283–1299.

LEHUN A. L.; CAVALCANTI, L. D.; LIZAMA, M. DE LOS AP, *et al* Temporal effects and changes in the parasitic community of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae) in a floodplain. *Journal Helminthology*, 2022; 96 <https://doi.org/10.1017/S0022149X21000742>

LEHUN, A. L.; SILVA, J. O. S., MICHELAN, G.; LANSAC-TÔHA, F. M.; CAVALCANTI, L. D.; TAKEMOTO, R. M. The occurrence of trophically transmitted parasites is influenced by the trophic level and body size of the fish host. *Ecology of Freshwater Fish*, 2023; 32(3), 648-655.

LESSA, R. P., RIBEIRO, A. C., NÓBREGA, M. F. Ocorrência de peixes pelágicos nas adjacências do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Resumos do I Workshop Científico/Ambiental, Natal – RN, 2003.

LIMA, E. S., OLIVEIRA, M. S.B., TAVARES-DIAS, M. Temporal and seasonal variation of metazoan parasites in *Pimelodus ornatus* (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon River, Brazil. *Parasitology Research*, 2022; (121), 3171–3181. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07637-x>

LOKER E. S.; HOFKIN B. V. Parasites and conservation biology. In *Parasitology: A Conceptual Approach* (pp. 317-354). Garland Science, Taylor & Francis Group, 2015.

LOURENÇO, R. A.; COMBI, T.; ALEXANDRE, M. DA R., SASAKI, S. T., ZANARDI-LAMARDO, E.; YOGUI, G. T. Mysterious oil spill along Brazil's

northeast and southeast seaboard (2019–2020): Trying to find answers and filling data gaps. *Marine Pollution Bulletin*, 2020; 156, 1-6.

MACKENZIE, K. Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Marine Pollution Bulletin*, 1999; 38: 955-959.

MAGNUSON, J. T.; KHURSIGARA, A. J., ALLMON, E. B., ESBAUGH, A. J., ROBERTS, A. P. Effects of Deepwater Horizon crude oil on ocular development in two estuarine fish species, red drum (*Sciaenops ocellatus*) and sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2018; 166: 186-191.

MAGRIS, R. A.; GIARRIZZO, T. Mysterious oil spill in the Atlantic Ocean threatens marine biodiversity and local people in Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 2020; 153: 1-3.

MARCOGLIESE D. J.; LOCKE S. A, GÉLINAS M.; GENDRON A. D. Variation in parasite communities in spottail shiners (*Notropis hudsonius*) linked with precipitation. *Journal of Parasitology* 2016; (1), 27–36.

MESSIAS, M.A.; ALVES, T.I.P.; MELO, C.M.; LIMA, M.; RIVERA-REBELLA, C.; RODRIGUES, D.F.; MADI, R.R. Ethnoecology of Lutjanidae (snappers) in communities of artisanal fisheries in northeast Brazil. *Ocean and Coastal Management*, 2019, (181), 104866.

NACHEV M, SURES B. Environmental Parasitology: parasites as accumulation bioindicators in the marine environment. *J Sea Res.* 2016; 113:45–50.

Navio derrama 100 litros de óleo no mar do Porto de Santos – São Paulo. ESTADÃO, 2017. [Acessado em setembro de 2020]. Disponível em <https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,acidente-no-porto-de-santos-causa-derramamento-de-100-litros-de-oleo-no-mar,70001983271>.

NEGREIROS, L. P., FLORENTINO, A. C., PEREIRA, F. B., TAVARES-DIAS, M. Long-term temporal variation in the parasite community structure of metazoans

of *Pimelodus blochii* (Pimelodidae), a catfish from the Brazilian Amazon, *Parasitology Research*, 2019; (118), 3337–3347.

NEGREIROS, L. P., PEREIRA F. B, TAVARES-DIAS, M. TAVARES L. E. R. Community structure of metazoan parasites from *Pimelodus blochii* in two rivers of the western Brazilian Amazon: same seasonal traits, but different anthropogenic impacts. *Parasitology Research*, 2018; 117, 3791–3798. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6082-5>

PELEGRINI, L. S., LEITE, L. A. R., GIÃO, BUENO, R. M. R., SERRANO, T. D., SILVA, R.J. AZEVEDO, R. K., ABDALLAH V. D. Diversity, similarity, and host–parasite relationships in parasitic infracommunities of *Hypostomus* spp. from the Tietê-Batalha river basin, southeastern Brazil, *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 2022; 57:3, 301–313, DOI: 10.1080/01650521.2020.1870033

PENA, P. G. L.; NORTHCROSS A. L.; LIMA, M. A. G.; RÊGO, R. C. F. The crude oil spill on the Brazilian coast in 2019: the question of public health emergency. *Cadernos de Saúde Pública*, 2020; 36:1–6.

PÉREZ-DEL-OLMO, A.; RAGA, J. A.; KOSTADINOVA, N. Parasite communities in a marine fish indicate ecological recovery from the impacts of the Prestige oil-spill 12–13 years after the disaster, *Science of The Total Environment*, 2022; (847), 157354, 2022.

PÉREZ-DEL-OLMO. A., MONTERO, F. E., RAGA, J. A., FERNÁNDEZ, M., KOSTADINOVA, A. Follow-up trends of parasite community alteration in a marine fish after the prestige oil-spill: shifting baselines? *Environmental Pollution*, 2009; 157:2218.

PORTER, M., BARTON, D. P.; HEARNDEN, M.; RANDALL, J.; CROOK, D. A.; SHAMSI, S. Relationships between local variability in parasite communities of the black-spotted croaker (*Protonibea diacanthus*)(Teleostei: Sciaenidae) and host population structure and seasonality. *Scientific Reports*, 2023; 13(1), 10291.

POULIN R. Are there general laws in parasite ecology? *Parasitology*, 2007 134 (6), 763–776.

POULIN R. Character combinations, convergence and diversification in ectoparasitic arthropods. *International Journal Parasitology* 2009;(39),1165–1171.

POULIN R. The many roads to parasitism: a tale of convergence. In: Rollinson D, Hay SI (eds) *Advances in Parasitology*, vol 74. Academic Press, Burlington, pp 1–40. 2011.

POULIN, R., Can parasites really reveal environmental impacts. *Trends in Parasitology*, 2010; 26: 44–51.

POULIN, R.; JUSTINE, J.-L. Linking species abundance distributions and body size in monogenean communities. *Parasitology Research*, 2008; 103: 187–193.

POZIO, E. How globalization and climate change could affect foodborne parasites. *Experimental Parasitology*, 2020; 208, 107807.

PRAVIEIRO, M.; MINTE-VIEIRA, C. V.; FREITAS, O. M.; MOURA, R. L.; TOS, C. D. Age and growth of the dog snapper *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) in Abrolhos Bank, Northeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2011; 9(2):393-401. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252011005000024>

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REZENDE, S. M., FERREIRA, B. P., & FREDOU, T. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, 2003;11, 56-63.

RODRIGUES, F. H.; KOLYA, A.; VEIGA, V. M.; DOS SANTOS, S. F.; WIECZOREK, A.; CORRÊA, S. C. V.; REIS, F. A. Oil spill environmental

sensitivity mapping of Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 2023; 197, 115682.

SAAD, C. D. R.; VIEIRA, F. M.; LUQUE, J. L. Larvae of Anisakidae Skrjabin & Karokhin, 1945 (Nematoda, Ascaridoidea) in *Lophius gastrophysus* Miranda-Ribeiro, 1915 (Actinopterygii, Lophiidae) from the coastal zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Neotropical Helminthology*, 2012; 6(2): 159-177.

SANTOS, R. S.; MONTEIRO, E. P.; NASCIMENTO, J. C. S.; SANTOS, W. J. P., A pesca artesanal no nordeste paraense, município de Viseu- Pará. *Acta Fish*, 2018; p. 35-43.

SOARES, M. O.; TEIXEIRA, C. E. P.; BEZERRA, L. E. A.; PAIVA, S. V.; TAVARES, T. C. L.; GARCIA, T. M.; ARAÚJO, J. T.; CAMPOS, C.C.; FERREIRA, S. M. C.; MATTHEWS-CASCON H.; FROTA, A.; MONT'ALVERNE, T. C. F.; SILVA, S. T.; RABELO, E. F.; BARROSO, C.X.; FREITAS, J. E. P.; JÚNIOR, M. M.; CAMPELO, R. P. S.; SANTANA, C. S.; CARNEIRO, P. B. M.; MEIRELLES, A.J.; SANTOS, B. A.; OLIVEIRA, A. H. B.; P. HORTA, P.; CAVALCANTI, R. M. Oil spill in South Atlantic (Brazil): Environmental and governmental disaster. *Marine Policy*, 2020; 115: 1-7.

SOARES, E.C.; BISPO, M.D.; VASCONCELOS, V.C.; SOLETTI, J.I.; CARVALHO, S.H.V.; OLIVEIRA, M.J.; SANTOS, M.C.; FREIRE, E.S.; NOGUEIRA, A.S.P.; CUNHA, F.A.S.; SANDES, R.D.D.; SANTOS, R.A.R.; LEITE NETA, M.T.S.; NARAIN, N.; GARCIA, C.A.B.; COSTA, S.S.L.; SANTOS, J.C.C. Oil impact on the environment and aquatic organisms on the coasts of the states of Alagoas and Sergipe, Brazil - A preliminary evaluation. *Marine Pollution Bulletin*, 2021; 171: 112723

SOUZA, M.J.F.T., CARVALHO, B.L.F., GARCIOV-FILHO, E.B., DÉDA, M.S., FÉLIX, D.C.F. SANTOS J.C. Estatística pesqueira da costa do Estado de Sergipe e Extremo norte da Bahia 2013, Editora UFS, São Cristóvão, 2014.

SURES B. Environmental parasitology. Interactions between parasites and pollutants in the aquatic environment. *Parasite*. 2008; 15:434–8.

SURES, B., NACHEV, M., SELBACH, C., MARCOGLIESE, D. J. Parasite responses to pollution: what we know and where we go in “Environmental Parasitology.” *Parasites & Vectors*, 2017, 10:(65): 1-19.

SHARIFIAN, S.; MORTAZAVI, M.S.; MOHEBBI NOZAR, S. L. Projected habitat preferences of commercial fish under different scenarios of climate change. *scientific reports*, 2024; 14, 10177. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61008-3>

SMITH, K. E.; AUBIN, M.; BURROWS, M.T.; FILBEE-DEXTER, K.; HOBDAY, A. J.; HOLBROOK, N. J.; REI, N. G.; MOORE, P. J.; GUPTA, A. S.; THOMSEN, M.; WERNBERG, T.; WILSON, E.; SMALE, A. Global impacts of marine heatwaves on coastal foundation species. *Nature Communications*, 2024; 15,5052. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49307-9>

SZPILMAN, M. ***Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação***. Rio de Janeiro: Mauad Editora Ltda, 2000; 184-190.

TAVARES-DIAS, M.; OLIVEIRA, M. S. B. Global distribution patterns and geographic range of *Cymothoa* Fabricius, 1793 (Isopoda: Cymothoidae) associated with host fish. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2024; 96, 1.

TRILLES J. P.; RAVICHANDRAN. S.; RAMESHKUMAR, G. *Catoessa boscii* (Crustacea, Isopoda, Cymothoidae) parasitic on *Carangoides malabaricus* (Pisces, Carangidae) from India taxonomy and host-parasite relationships. *Acta Parasitol*, 2012; 57:179–189

THATCHER V. E. Amazon fish parasites. 2. ed. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers; 2006. 508p.

THANIGAIVEL, S., VICKRAM, S., DEY, N., JEYANTHI, P., SUBBAIYA, R., KIM, W., KARMEGAM, N. Ecological disturbances and abundance of anthropogenic

pollutants in the aquatic ecosystem: Critical review of impact assessment on the aquatic animals. *Chemosphere*, 2023; 313, 137475.

TOURNADRE, J. Anthropogenic pressure on the open ocean: The growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. *Geophysical Research Letters*, 2014,41:(22), 7924–7932. Doi: <https://doi.org/10.1002/2014GL061786>

VIDAL-MARTÍNEZ VM, AGUIRRE-MACEDO ML, DEL RIO-RODRÍGUEZ R, GOLD-BOUCHOT G, RENDÓN-VON OSTEN J, MIRANDA-ROSAS GA. The pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*, its symbionts and helminths as bioindicators of chemical pollution in Campeche Sound, Mexico. *Journal of Helminthology*. 2006; 80:159–74.

VIDAL-MARTÍNEZ, V.M., PECH, D., SURES, B., PURUCKER, S.T., Poulin, R., Can parasites really reveal environmental impacts. *Trends Parasitology*, 2010; 26: 44–51.

VIDAL-MARTÍNEZ, V.M., VELÁZQUEZ-ABUNADER, I., CENTENO-CHALÉ, O.A. et al. Metazoan parasite infracommunities of the dusky flounder (*Syacium papillosum*) as bioindicators of environmental conditions in the continental shelf of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasites Vectors* 2019;12, 277. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3524-6>.

VIDAL-MARTÍNEZ, V.M., VELÁZQUEZ-ABUNADER, I., CENTENO-CHALÉ, O.A. et al. Metazoan parasite infracommunities of the dusky flounder (*Syacium papillosum*) as bioindicators of environmental conditions in the continental shelf of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasites Vectors* 2019;12, 277. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3524-6>

VIDAL-MARTÍNEZ, V.M.; AGUIRRE-MACEDO, M.L.; NOREÑA-BARROSO, E.; GOLD, G. Bouchot, P.I. Caballero-Pinzón. Potential interactions between the metazoan parasites of the Mayan catfish *Ariopsis assimilis* and chemical pollution in Chetumal Bay, México, *J. Helminthol*, 2003; 73: 173-184.

VIDAL-MARTÍNEZ, V.M.; AGUIRRE-MACEDO, M.L.; SCHOLZ, T.; GONZÁLEZ-SOLÍS D.; MENDOZA-FRANCO, E. Atlas of the Helminth Parasites Of Cichlid Fishes of Mexico, Academia, Prague, 2001; p. 166.

VIGNESHWARAN, P.; RAVICHANDRAN, S.; PREMA, M. Isópode parasita *Cymothoa eremita* (Brünnich 1783) (Isopoda: Cymothoidae) afeta o crescimento de Black Pomfret *Parastromateus niger* (Bloch 1795) na costa sudeste da Índia. *Talassas* 2019; 35, 109–115 <https://doi.org/10.1007/s41208-018-0097-7>

VIGNON, M.; SASAL, P. Multiscale determinants of parasite abundance: A quantitative hierarchical approach for coral reef fishes. *International Journal for Parasitology*, 2010; 40: 443–451

VILLALBA-VASQUEZ, P. J., VIOLANTE-GONZÁLEZ, J., MONKS, S., MARINO-ROMERO, J. U., IBÁÑEZ S. G., ROJAS-HERRERA, A. A., FLORES-GARZA, R., ROSAS-GUERRERO, V. Temporal and spatial variations in the metazoan parasite communities of the Panama spadefish, *Parapsettus panamensis* (Pisces: Ehippidae), from the Pacific coast of Mexico. *Invertebrate Biology* 2018 ;(137), 339–354.

VILLALBA-VASQUEZ, P. J.; VIOLANTE-GONZÁLEZ, J.; PULIDO-FLORES, G.; MONKS, S.; ROJAS-HERRERA, A. A.; FLORES-RODRÍGUEZ, P.; CAYETANO, C. V.; ROSAS-ACEVEDO, J. L SANTOS-BUSTOS, N. G. Metazoan parasite communities of the Pacific red snapper, *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae): Interannual variations in parasite communities. *Journal of Helminthology*, 2022; (96), 44. doi:10.1017/S0022149X22000335

VOTIER, S. C., HATCHWELL, B. J., BECKERMAN, A., MCCLEERY, R. H., HUNTER, F. M., PELLATT, J., ... BIRKHEAD, T. R. Oil pollution and climate have wide-scale impacts on seabird demographics. *Ecology Letters*, 2005; 8(11), 1157–1164. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00818.x>

WAN, S., YANG, X., CHEN, X., QU, Z., AN, C., ZHANG, B., BI, H. Emerging marine pollution from container ship accidents: Risk characteristics, response

strategies, and regulation advancements. *Journal of Cleaner Production*, 2022; 376, 134266.

WHITFIELD, A. K.; GILLANDERS, B. M.; ABLE, K. W. Climate Change Effects on Fish Populations. In *Climate Change and Estuaries*, CRC Press 2024; 475-506.

YESENIA GALLEGOS-NAVARRO, JUAN VIOLANTE-GONZÁLEZ, SCOTT MONKS, SERGIO GARCÍA-IBÁÑEZ, AGUSTÍN A. ROJAS-HERRERA, GRISELDA PULIDO-FLORES & JOSÉ LUÍS ROSAS-ACEVEDO. Factors linked to temporal and spatial variation in the metazoan parasite communities of green jack *Caranx caballus* (Günther 1868) (Pisces: Carangidae) from the Pacific coast of Mexico, *Journal of Natural History*, 2018 (52), 39-40, 2573-2590, DOI: 10.1080/00222933.2018.1546914

ZANDER, C. D. Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic: II. Infracommunity. *Parasitology Research*, 2003; 93:17–29.