



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PARASITOLOGIA



Luana Cristina da Silva Benicio

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES DE METAZOÁRIOS PARASITOS
EM PEIXES CLUPEIFORMES (ACTINOPTERYGII) DO LITORAL DO
RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Belo Horizonte – MG
2024

Luana Cristina da Silva Benicio

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES DE METAZOÁRIOS PARASITOS EM PEIXES
CLUPEIFORMES (ACTINOPTERYGII) DO LITORAL DO RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Parasitologia.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Bisaggio Pereira

Coorientador: Dr. Fabiano Paschoal de Oliveira

Belo Horizonte – MG

2024

043

Benicio, Luana Cristina da Silva.

Ecologia das comunidades de metazoários parasitos em peixes Clupeiformes (Actinopterygii) do litoral do Rio de Janeiro, Brasil [manuscrito] / Luana Cristina da Silva Benicio. – 2024.

54 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Bisaggio Pereira. Coorientador: Dr. Fabiano Paschoal de Oliveira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Parasitologia.

1. Parasitologia. 2. Peixes /parasitologia. 3. Interações Hospedeiro-Parasita. I. Pereira, Felipe Bisaggio. II. Oliveira, Fabiano Paschoal de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 576.88/.89



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

TÍTULO: "Ecologia das comunidades de metazoários parasitos em peixes Clupeiformes (Actinopterygii), do litoral do Rio de Janeiro, Brasil"

ALUNA: LUANA CRISTINA DA SILVA BENICIO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: HELMINTOLOGIA

DISSERTAÇÃO: 466/2024/04

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia **vinte e um de agosto de 2024**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes doutores:

Luiz Eduardo Roland Tavares

UFMS

Ricardo Massato Takemoto

UEM

Fabiano Paschoal de Oliveira - Coorientador

UERJ

Felipe Bisaggio Pereira - Orientador

UFMG

Belo Horizonte, 21 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Bisaggio Pereira, Professor do Magistério Superior**, em 02/09/2024, às 09:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Eduardo Roland Tavares, Usuário Externo**, em 02/09/2024, às 11:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Massato Takemoto, Usuário Externo**, em 03/09/2024, às 16:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiano Paschoal de Oliveira, Usuário Externo**, em 10/10/2024, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3404765** e o código CRC **5A50949B**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Mônica e Ismail, que me deram todo suporte para que nunca me deixasse faltar nada nesta jornada. Sem vocês, nada disso seria possível. Agradeço a minha namorada, por estar comigo nestes anos, em que nem sempre pude estar presente, mas que sempre esteve disposta a me escutar, me aconselhar e por nunca soltar minha mão.

Aos meus amigos Daniel, Rafael, Carlos, Larigol e Lis, obrigada por fazer do mestrado um ambiente mais leve e divertido. Por estarmos juntos nas matérias complicadas e nos momentos de exaustão. Ao meu amigo João, agradeço pela parceria e por não me deixar sentir só enquanto estava longe de casa. Você sempre foi um grande exemplo de pessoa e cientista. Um amigo pra vida toda.

A professora Deborah, por ter uma didática impecável. Com certeza aprendi muito com suas aulas. A secretária do curso, em especial, Sumara e Sibebe, por todo o suporte e por estarem sempre a disposição para resolver quaisquer problemas.

A meus orientadores Professor Dr Felipe Bisaggio e Dr Fabiano Paschoal, tenho muita gratidão pelos ensinamentos e parceria. Obrigada pelo apoio nos momentos difíceis e pela paciência quando tive dificuldades. Vocês foram de suma importância para que eu pudesse concluir o mestrado e, principalmente, continuar trabalhando com tanto entusiasmo.

Foi um imenso prazer ter feito parte do Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Minas Gerais. A CAPES pelos dezesseis meses de bolsa, assim, sendo possível minha permanência no programa.

RESUMO

O litoral brasileiro é rico em recursos hídricos e se estende por mais de 8.500 km. A Baía de Sepetiba, localizada no estado do Rio de Janeiro, apresenta um importante ecossistema aquático para o país. No Brasil, a fauna parasitária de peixes clupeídeos é pouco conhecida, além disso, estudos referentes aos aspectos ecológicos de parasitos desses peixes geralmente estão restritos a uma espécie de hospedeiro. Portanto, o presente trabalho avaliou, de forma comparativa, a estrutura das comunidades de metazoários parasitos de 5 espécies de peixes clupeídeos que apresentam importância econômica, sendo *Brevoortia pectinata*, *Anchoa tricolor*, *Anchoa marinii*, *Harengula clupeola* e *B. aurea*, para uma abordagem ecológica ampla e robusta. Para isso, foram coletados 100 espécimes de *B. pectinata*, sendo estes submetidos a análises parasitológicas. Adicionalmente, foram obtidos bancos de dados das comunidades de parasitos de *A. tricolor* (n = 103), *A. marinii* (n = 95), *B. aurea* (n = 42) e *H. clupeola* (n = 35), da mesma localidade. Os peixes foram pesados, medidos e diferenciados de acordo com o sexo. Para caracterizar as comunidades componentes de parasitos foram estimados descritores populacionais (prevalência, abundância e abundância média) e comunitários (status comunitário, frequência de dominância, diversidade pelo índice de Brillouin [HB] e riqueza). Foram analisadas diferenças na prevalência e abundância por espécie de parasito, diversidade e riqueza de parasitos entre hospedeiros machos e fêmeas coespecíficos e entre as comunidades parasitárias componentes. A similaridade entre as comunidades parasitárias foi estimada qualitativamente pelo índice de Jaccard e quantitativamente pela distância de Bray-Curtis e posterior análise de agrupamento e de escalonamento espacial multidimensional. Com a finalidade de avaliar se a estrutura da comunidade de parasitos pode ser utilizada como identificadora da população de hospedeiros, foi realizada análise de discriminante canônica com base na abundância e prevalência. As análises fatoriais apontaram a espécie dos hospedeiros com maior domínio sobre os indicadores parasitológicos. Os parasitos apresentaram distribuição agregada, com poucas exceções. As comunidades parasitárias foram compostas, em sua maioria, por estágios adultos, representando espécies centrais e secundárias. Nos resultados de ANOSIM, mostrou que a comunidade de *B. aurea* estava mais próxima de *A. tricolor*. Porém, os testes NMDS e análise de cluster, mostraram maior similaridade entre as comunidades de *B. Aurea* e *B. pectinata*. As comunidades parasitárias no presente estudo foram caracterizadas por baixa diversidade, baixa uniformidade e alta dominância. Grande parte dos táxons de parasitos ocorreram em apenas uma espécie de peixe (especialistas), e poucos parasitos ocorreram em mais de um hospedeiro (generalista). Além de fornecer os primeiros dados parasitológicos relativos *B. pectinata*, o presente estudo contribuiu para o conhecimento das relações parasito-hospedeiro na região, fornecendo dados importantes para estudos futuros.

Palavra-chave: clupeiformes; ecologia parasitária; Brasil; peixe marinho; região neotropical.

ABSTRACT

The Brazilian coastline is rich in water resources and extends for more than 8,500 km. Sepetiba Bay, located in the state of Rio de Janeiro, presents an important aquatic ecosystem for the country. In Brazil, the parasitic fauna of clupeid fish is little known, in addition, studies regarding the ecological aspects of parasites in these fish are generally restricted to one host species. Therefore, the present work evaluated, in a comparative way, the structure of metazoan parasite communities of 5 species of clupeid fish that are economically important, namely *Brevoortia pectinata*, *Anchoa tricolor*, *Anchoa marinii*, *Harengula clupeola* and *B. aurea*, for an ecological approach. wide and robust. For this, 100 specimens of *B. pectinata* were collected, which were subjected to parasitological analysis. Additionally, databases of parasite communities of *A. tricolor* (n = 103), *A. marinii* (n = 95), *B. aurea* (n = 42) and *H. clupeola* (n = 35) were obtained from the same locality. The fish were weighed, measured and differentiated according to sex. To characterize the parasite communities, population (prevalence, abundance and average abundance) and community descriptors (community status, dominance frequency, diversity by Brillouin index [HB] and richness) were estimated. Differences in prevalence and abundance per parasite species, diversity and richness of parasites between conspecific male and female hosts and between component parasite communities were analyzed. The similarity between parasitic communities was estimated qualitatively by the Jaccard index and quantitatively by the Bray-Curtis distance and subsequent cluster analysis and multidimensional spatial scaling. In order to evaluate whether the structure of the parasite community can be used to identify the host population, a canonical discriminant analysis was performed based on abundance and prevalence. Factor analyzes indicated the host species with greater dominance over parasitological indicators. The parasites presented an aggregated distribution, with few exceptions. The parasitic communities were mostly composed of adult stages, representing central and secondary species. In the ANOSIM results, it showed that the *B. aurea* community was closer to *A. tricolor*. However, NMDS tests and cluster analysis showed greater similarity between the *B. Aurea* and *B. pectinata* communities. The parasite communities in the present study were characterized by low diversity, low uniformity and high dominance. Most parasite taxa occurred in just one species of fish (specialists), and few parasites occurred in more than one host (generalist). In addition to providing the first parasitological data regarding *B. pectinata*, the present study contributed to the knowledge of parasite-host relationships in the region, providing important data for future studies.

Key word: clupeiformes; parasite ecology; Brazil; marine fish; neotropical region.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Tabela 1. Dados dos hospedeiros utilizados no estudo, de acordo com cada espécie de peixe.

Tabela 2. Sítio de infecção, prevalência (P), abundância média (AM) seguindo de desvio padrão, frequência de dominância (Fd) e índice de discrepância (D) e status comunitário dos parasitos.

Tabela 3. Riqueza de espécies, diversidade (HB), equitabilidade (J') e dominância (d) para cada comunidade componente de parasitos, de acordo com as espécies hospedeiras analisadas no presente estudo.

Tabela 4. Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) com 10.000 permutações, para similaridades qualitativas (Jaccard) e quantitativas (Bray-Curtis).

Figura 1. Área amostral do presente estudo na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Figura 2. Espécies de peixes amostradas no estudo

Figura 3. Análise de agrupamento (A) e de escalonamento multidimensional (B), com base nas matrizes de similaridade de Bray-Curtis ranqueadas.

Figura 4. Análise de agrupamento (A) e de escalonamento multidimensional (B), com base nas matrizes de similaridade de Jaccard ranqueadas.

Figura 5. Análise de discriminante canônica com base nas abundâncias parasitárias.

Figura 6. Análise de discriminante canônica com base nas prevalências parasitárias.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Litoral do Brasil e a Baía de Sepetiba	10
1.2	Ecologia das comunidades parasitárias em peixes	10
1.3	Peixes da Ordem Clupeiformes e estudos parasitológicos relacionados	12
1.4	Hospedeiros	14
2	JUSTIFICATIVA	15
3	OBJETIVOS	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	Área de estudo	16
4.2	Coleta dos hospedeiros e parasitos	17
4.3	Triagem e processamento dos parasitos	17
4.4	Descritores ecológicos	18
4.5	Análises de dados	19
5	RESULTADOS	21
5.1	Características do hospedeiro e suas relações com indicadores parasitológicos.....	21
5.2	Aspectos gerais das comunidades de parasitos	21
5.3	Comparação entre componentes das comunidades parasitárias de cada espécie hospedeira	22
6	DISCUSSÃO	34
7	CONCLUSÕES	40
8	REFERÊNCIAS.....	41
9	PRODUÇÕES CIENTÍFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 Litoral do Brasil e a Baía de Sepetiba

O litoral do Brasil é rico em recursos hídricos, possuindo grande diversidade de ambientes aquáticos e de recursos renováveis, e se estendendo por mais de 8.500 km. Ao longo dessa extensão, lagunas e baías possuem importante papel do ponto de vista biológico, atuando como locais de desova e abrigo para muitas espécies de peixes (Araújo et al. 1998). Por se tratar de um ambiente costeiro, a Baía de Sepetiba, localizada no estado do Rio de Janeiro, abriga o maior número de espécies de peixes, quando comparada a outras regiões litorâneas do Sudeste Brasileiro, representando assim um dos ecossistemas aquáticos mais importantes do país, e apresentando grande área para criação de peixes e crustáceos (Isaac et al. 2006). A Baía de Sepetiba também é uma área de intensa exploração pesqueira por ser um local com ictiofauna diversa, sendo que esta pesca movimentava a economia local, uma vez que os peixes representam importante fonte de proteína animal para a população humana (Costa 2020). Em contrapartida, tanto a pesca artesanal quanto a industrial podem reduzir a abundância e riqueza de pescados, principalmente aqueles restritos a regiões costeiras, podendo reduzir a capacidade das espécies de responderem às mudanças ambientais, reduzir a população ou excluir espécies menos adaptadas, reduzir o tamanho corporal médio, e a sobrevivência dos ovos, entre outros problemas em diversas escalas (Verba et al. 2020).

1.2 Ecologia das comunidades parasitárias em peixes

A definição de parasitismo pode variar intrinsecamente de acordo com cada fonte bibliográfica. Todavia, entende-se como parasitismo a relação ecológica em que um ser se beneficia em detrimento de outro que é prejudicado, sendo que o parasito depende metabolicamente e obrigatoriamente de seu hospedeiro (Begon e Townsend 2021). É assumido que todos os metazoários de vida livre apresentam ao menos uma espécie de parasito (Poulin e Morand 2000). Fatores ecológicos e evolutivos são importantes para o entendimento da diversificação dos parasitos e dessa relação ecológica. Tal evolução vem ocorrendo há milhares de anos, tanto em relação aos parasitos quanto em relação aos seus hospedeiros e, assim, em um estudo de comunidades parasitárias é notório encontrar grupos taxonômicos de parasitos intimamente

relacionados ocorrendo em diferentes hospedeiros simpátricos (Marcogliese 2004). Essas comunidades de parasitos podem apresentar informações importantes tanto acerca de seus hospedeiros quanto dos ecossistemas em que elas estão inseridas, por isso abordagens ecossistêmicas incluindo a comunidade de parasitos e as populações de hospedeiros como partes integrantes de uma teia ecológica intrincada, são de extrema importância para o melhor entendimento ecológico e, em última análise, manejo e conservação da biodiversidade local (Janovy et al. 1992).

Segundo Malta (1984), os peixes são os vertebrados com a maior quantidade de táxons de parasitos, uma das explicações é o fato dos peixes serem alguns dos organismos mais antigos da terra, além do ambiente aquático em que vivem ser um grande facilitador de transmissão e dispersão de parasitos. Os peixes apresentam fauna parasitária própria e rica com um modo de vida particular, sendo estes parasitos importantes como componentes da biodiversidade dos ecossistemas e por vários táxons apresentarem potencial papel zoonótico (Marcogliese 2004).

Estudos sobre a diversidade de parasitos em peixes vêm crescendo ao longo dos anos, principalmente pelo fato desses vertebrados apresentarem grande importância no setor econômico e alimentício (Begossi et al. 2019). Não menos importante, estudar a fauna de parasitos de peixes de interesse econômico, primariamente, permite identificar espécies que apresentam potencial zoonótico, tendo assim seu papel também voltado para saúde pública (Luque et al 2011). Knoff et al. (2013) destacam que os principais causadores de zoonoses em humanos são famílias da classe Trematoda, sendo estes clinostomídeos, heterofiídeos e opistorquídeos, também cestóides como difilobotrídeos e espécies de nematóides anisaquídeos, gnatostomatídeos e eustrongilídeos. O amplo conhecimento da fauna parasitária de peixes permite maior compreensão sobre os padrões biológicos e ecológicos de tais organismos, destacando a importância dos estudos ecológicos e taxonômicos (Hechinger e Lafferty 2005; Jézéquel et al. 2020). Além disso, o uso de parasitos como bioindicadores em diversos contextos tem se mostrado muito útil ecologicamente (Silva et al. 2022). Peixes como hospedeiros podem influenciar a estrutura de sua comunidade de parasitos como, por exemplo, pela composição de sua dieta, sexo, comportamento e características morfofisiológicas. Por outro lado, os parasitos também podem influenciar as populações de peixes hospedeiros, interferindo em seu sucesso reprodutivo e sobrevivência (Poulin 1999; Marcogliese 2004). Há pelo menos dois componentes principais, complementares e devem ser analisadas em conjunto para se definir uma comunidade parasitária: o componente ecológico, que se baseia na

probabilidade de encontro entre o hospedeiro e os parasitos, e o componente filogenético, voltado para a capacidade do parasito de se estabelecer fisiologicamente em seu hospedeiro (Janovy et al. 1992).

No reino animal, o agrupamento social é observado em diversos táxons e apresenta benefícios vantajosos, como reduzir riscos de predação e encontro com os predadores, além de maior eficiência na procura de alimento (Boland 2003; Cvikel et al. 2014; Santos et al. 2016; Paijmans et al. 2019). Com os peixes não é diferente, o agrupamento social, denominado cardume, é observado em uma variedade de ecossistemas aquáticos, apresentando tamanhos menores até cardumes altamente densos (Croft et al. 2003; Weber et al. 2009). Os peixes podem apresentar cardumes de espécies mistas e, segundo Paijmans (2019), é frequentemente relatado nos sistemas aquáticos, destacando custo-benefício em comum, a partir das diferenças fenotípicas, fisiológicas e comportamentais entre as espécies.

Fatores biológicos e hábitos dos hospedeiros como alimentação e formação de cardumes mistos, influenciam diretamente a comunidade de parasitos (Santoro et al. 2020). Trabalhos relatam a redução do parasitismo nesses tipos de cardumes, onde os peixes infectados, sem privação de alimento, passam mais tempo fora do que dentro do cardume (Barber et al. 1995), ou podem formar cardumes ainda maiores do que dos peixes não infectados (Poulin e FitzGerald 1989). Além disso, os peixes não infectados podem evitar cardumes de peixes infectados, por conta de uma possível mudança de comportamento nos indivíduos parasitados (Dugatkin et al. 1994; Barber et al. 1998).

1.3 Peixes da Ordem Clupeiformes e estudos parasitológicos relacionados

A ordem Clupeiformes apresenta grande diversidade de espécies de importância ecológica e comercial. Em sua maioria se alimentam de plâncton, por sua vez apresentando longos filamentos branquiais, às vezes em grande quantidade, que servem como um filtro (Nelson et al. 2016). Wang et al. (2022) recentemente revisaram a ordem Clupeiformes com base em novos dados moleculares, propondo assim dez famílias: Alosidae, Chirocentridae, Clupeidae, Denticipitidae; Dorosomatidae, Dussumieriidae, Engraulidae, Ehiravidae, Pristigasteridae e Spratelloididae. Algumas destas famílias ocorrem no litoral brasileiro, sendo elas Alosidae, Clupeidae, Engraulidae, Dorosomatidae e Pristigasteridae (Menezes et al. 2003). É importante destacar neste contexto, que diversas

espécies pertencentes às famílias Alosidae, Clupeidae e Engraulidae, ocorrem na Baía de Sepetiba (Araújo et al. 1998).

No Brasil, a fauna parasitária de peixes clupeídeos é pouco conhecida. Estudos referentes aos aspectos ecológicos desses parasitos foram realizados por Luque et al. (2000), Tavares et al. (2004), Moreira et al. (2015), Chaves e Paschoal (2020), Benicio et al. (2022) e Silva et al. (2022). Diversas espécies de Clupeiformes apresentam importância econômica como recurso pesqueiro, com destaque para *Anchoa tricolor* (Spix & Agassiz, 1829), *Harengula clupeola* (Cuvier, 1829) e *Brevoortia* spp. (Froese e Pauly 2024). Todavia, apesar desta importância e da alta diversidade de espécies, como dito anteriormente, estudos parasitológicos considerando Clupeiformes como hospedeiros ainda são escassos no Brasil. A maioria desses estudos é de origem taxonômica, e foram realizados por Vaz e Pereira (1930), Kohn e Bührnheim (1964), Travassos et al. (1967), Feijó et al. (1979), Wallet e Kohn (1987), Fabio (1988) e Fernandes e Goulart (1989), com descrições e registros de trematódeos digenéticos; Kohn e Santos (1988) e Santos e Kohn (1992) para monogenéticos; Rodrigues et al. (1990) e Palm (1997) para cestódeos; Feijó et al. (1979) e Vicente et al. (1985) para nematoides; Montú (1980) e Monfort et al. (2009) para isópodes e Amado e Falavigna (1996) para copépodes. Quanto aos estudos ecológicos, geralmente estes estão restritos a uma espécie de hospedeiro com abordagens ecológicas limitadas, sendo eles realizados por Luque et al. (2000), Tavares et al. (2004), Moreira et al. (2015), Chaves e Paschoal (2021) e Benicio et al. (2022) sobre a fauna parasitária de *H. clupeola*, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), *Brevoortia aurea* (Spix e Agassiz, 1829), *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818) e *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829). Recentemente, Silva et al. (2022) em uma abordagem ecológica mais ampla, demonstrou o potencial das comunidades de parasitos serem utilizadas como identificadores de diferentes populações de peixes Clupeiformes, porém tal abordagem ainda é muito pouco conhecida. É neste contexto que a presente proposta se encaixa, sendo que a fauna parasitária do clupeídeo *Brevoortia pectinata* (Jenyns, 1842) será estudada pela primeira vez e a estrutura das comunidades parasitárias deste peixe e das espécies simpátricas *A. tricolor*, *Anchoa marinii* Hildebrand, 1943, *H. clupeola* e *B. aurea* serão comparadas e relacionadas às características dos respectivos hospedeiros e ambiente, para avaliar se a estrutura de cada comunidade poderá identificar as populações hospedeiras, e quais as explicações para os padrões observados.

1.4 Hospedeiros

Os peixes do gênero *Brevoortia* Gill 1861, comumente conhecidos como menhadens, savelhas ou saracas, fazem parte da família Alosidae, formada por seis espécies, sendo duas abundantes na América Latina (Pozzobon et al. 2021; Wang et al. 2022). São peixes de águas costeiras de hábitos migratórios, formam grandes cardumes e são dependentes de regiões estuarinas para o desenvolvimento dos juvenis (Whitehead 1985; Nelson et al. 2016). São encontradas pelas porções ocidentais temperadas e subtropicais do Atlântico Norte e Sul (Whitehead 1985). Espécies como *B. pectinata* e *B. aurea*, ocorrem no oeste do Atlântico Sul, entre o Rio de Janeiro, Brasil, e Bahia Blanca, Argentina (Froese e Pauly 2024). Os adultos são filtradores, alimentando-se de plânctons, apresentando hábito de formar cardumes grandes e densos (Sánchez 1989; Carvalho-Filho 1999). As savelhas apresentam papéis importantes na indústria pesqueira, tanto na pesca artesanal como em escala industrial, principalmente no Atlântico Norte onde, anualmente, são capturadas toneladas desses organismos (Lorenzo et al. 2015; FAO 2018; Biolé et al. 2020). Espécies do gênero *Brevoortia* também tem importante papel na teia trófica marinha, estando na cadeia alimentar de diversos organismos de níveis tróficos superiores, fazendo parte da dieta de peixes como linguados do gênero *Paralichthys* Girard, 1858 e o tubarão de nariz largo, *Notorynchus cepedianus* (Péron, 1807) (Rivera Prisco et al. 2001; Norbis e Galli 2004; Cazorla e Forte 2005; De Wysiecki et al. 2018).

A falsa sardinha, *H. clupeiola*, é um peixe clupeiforme da família Dorosomatidae (Wang et al. 2022). Distribui-se da Flórida, EUA até São Paulo, Brasil (Figueiredo e Menezes 1978). É um peixe pelágico com distribuição ampla em áreas costeiras (Cervigón et al. 1993). É um predador noturno e planctonófago, cuja dieta inclui copépodes, larvas de crustáceos menores e peixes (Sierra 1988; Ortaz et al. 1996). A sardinha é considerada um dos principais itens alimentares da dieta do Tubarão-martelo-liso *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) (Bornatowski et al. 2007). Além disso, *H. clupeiola* está relacionado com a pesca de isca viva, para ser utilizado na captura de peixes maiores (Zeineddine et al. 2022), e por sua importância econômica e alimentícia para muitas comunidades costeiras, devido à sua alta abundância (Apoliano et al. 2019).

As manjubas, *A. tricolor* e *A. marinii*, fazem parte da família Engraulidae, apresentando uma ampla distribuição geográfica em águas tropicais e subtropicais da América, e sendo um dos principais componentes do ecossistema marinho da América do Sul (McGowan e Berry 1983; Whitehead et al. 1988). Segundo Silva e Araújo (2000), as manjubas são abundantes em ambientes

costeiros, como a Baía de Sepetiba, nas zonas mais externas dessa baía com maior influência do mar aberto, devido a maior salinidade e menor temperatura. Estes peixes formam cardumes grandes, tendo considerável importância econômica e alimentar, além de ecológica, atuando como importantes contribuintes para o fluxo de energia ao longo da cadeia alimentar, fazendo parte da dieta de diversos peixes comercialmente importantes e de aves ictiófagas, e por ser um dos maiores consumidores de zooplâncton entre os peixes (Carvalho 1950; Baird e Ulanowicz 1989; Taylor e Rand 2003).

2 JUSTIFICATIVA

Os parasitos de peixes representam uma parte importante do ecossistema marinho, podendo assim influenciar a estrutura da população de hospedeiros e auxiliar na avaliação dos aspectos inerentes ao ambiente. Ainda, diversas espécies de metazoários parasitos em peixes explorados comercialmente, podem representar caráter patogênico ao hospedeiro ou mesmo zoonótico aos consumidores humanos. É notório que a ictiofauna da Baía de Sepetiba é rica, assim como deve ser sua fauna de parasitos. Os peixes da ordem Clupeiformes são altamente diversos nessa região e apresentam grande importância econômica. Todavia, o conhecimento acerca dos parasitos em Clupeiformes é ainda relativamente incipiente, sobretudo em abordagens ecológicas complexas e amplas. Tal situação é ilustrada pelo fato de *B. pectinata* possuir fauna de parasitos ainda desconhecida, a qual será avaliada neste trabalho. Adicionalmente, bancos de dados das comunidades parasitárias dos peixes simpátricos *B. pectinata*, *A. tricolor*, *A. marinii*, *H. clupeiola* e *B. aurea* serão incluídos e avaliados para uma abordagem ecológica ampla e robusta. Cabe destacar que, apesar da fauna parasitária de *A. marinii* ter sido estudada, nenhum artigo científico foi publicado sobre o assunto, bem como este será o primeiro estudo parasitológico utilizando *B. pectinata* como hospedeiro. Assim, será possível comparar todas as estruturas das comunidades de parasitos de todos os peixes indicados anteriormente, a fim de preencher lacunas no conhecimento ecológico acerca destes organismos, destacando assim a importância da biodiversidade parasitária nos ecossistemas como indicadora de comunidades de hospedeiros e possivelmente revelando possíveis agentes com potencial zoonótico. Uma vez que estes peixes ocorrem em cardumes mistos, poderemos investigar se cada espécie apresenta sua própria estrutura comunitária, ou se esta estrutura é mais semelhante entre hospedeiros taxonomicamente mais próximos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar de forma comparativa a estrutura da comunidade de metazoários parasitos em *A. tricolor*, *A. marinii*, *H. clupeola*, *B. aurea* e *B. pectinata*, coletados da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil.

3.2 Objetivos específicos

- 1) Realizar a identificação taxonômica mais precisa possível dos parasitos de *A. tricolor*, *A. marinii*, *H. clupeola*, *B. pectinata* e *B. aurea*.
- 2) Avaliar a estrutura das comunidades componentes de metazoários parasitos, de acordo com cada espécie de hospedeiro, através da estimativa de descritores ecológicos populacionais (prevalência, agregação parasitária, abundância e abundância média) e comunitários (status comunitário, diversidade, uniformidade, dominância e riqueza);
- 3) Avaliar possíveis influências de características dos hospedeiros (espécie, sexo, comprimento total, peso corporal) na estrutura da comunidade de parasitos, bem como possíveis diferenças nessas características entre as espécies de hospedeiro;
- 4) Comparar as comunidades componentes de parasitos entre as espécies de hospedeiro com base nos descritores populacionais (se pertinente) e comunitários;
- 5) Estimar a similaridade qualitativa e quantitativa das comunidades de parasitos entre as espécies de hospedeiros e utilizar análise de discriminante para verificar se as comunidades de parasitos podem ser utilizadas como indicadoras das populações de hospedeiros.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A Baía de Sepetiba (22°58'08,2" S 43°49'23,1"W), é uma lagoa estuarina com regimes de micromarés, apresentando aproximadamente 519 km² de área, e representa importante ecossistema marinho no estado do Rio de Janeiro, Brasil (Araújo et al. 2017). Este estuário abriga mais de 97 espécies de peixes, várias das quais com importância econômica para a pesca (Araújo et al. 1998; 2017). Apesar de sua importância ecológica, evidenciada pelo número de espécies encontradas no

local, a Baía de Sepetiba tem sofrido impactos crescentes nos últimos 50 anos devido à intensificação da urbanização e industrialização, o que resulta em descarte inadequado de esgoto, além de intensa degradação de bancos de areia e vegetação para construções imobiliárias e fábricas (Araújo et al. 2017).

4.2 Coleta dos hospedeiros e parasitos

Os espécimes de *B. pectinata* foram comprados mortos, porém frescos, de pescadores locais licenciados em 2022, totalizando 100 indivíduos. Após a obtenção dos peixes, estes foram mantidos em caixas térmicas com gelo, levados ao laboratório e submetidos imediatamente a análises parasitológicas. Adicionalmente, foram obtidos bancos de dados das comunidades de parasitos de *A. tricolor* (n = 103), *A. marinii* (n = 95), *B. aurea* (n = 42) e *H. clupeiola* (n = 35), coletados também na Baía de Sepetiba em 2001, 2006, 2021 e 1998, respectivamente, gentilmente cedidos pelo Prof. Dr. José Luis Luque da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Inicialmente os peixes foram identificados segundo Figueiredo e Menezes (1978), sendo a nomenclatura e classificação dos mesmos, atualizadas de acordo com Froese e Pauly (2024). Os dados relacionados ao comprimento padrão e número de indivíduos por sexo, de cada espécie de peixe utilizada no presente estudo, estão apresentados na Tabela 1.

4.3 Triagem e processamento dos parasitos

No laboratório os peixes foram mensurados a partir do comprimento total (cm), pesados (g) e tiveram sexo definido com base no desenvolvimento das gônadas. Estes então foram necropsiados por incisão longitudinal ventral, para retirada do trato digestório completo, o qual foi individualizado em esôfago, estômago, cecos intestinais, intestino anterior e posterior em placas de Petri contendo solução salina. Nadadeiras, narinas, boca, olhos, opérculos, brânquias e cavidade corporal também foram analisados para presença de parasitos. Essas análises foram realizadas com auxílio de estereomicroscópio. Todos os parasitos foram triados, fixados e acondicionados de acordo com as recomendações de Eiras et al. (2006). Foram considerados todos os táxons de parasitos metazoários (Crustacea, Monogenea, Trematoda, Cestoda, Nematoda e Acanthocephala), sendo estes processados para identificação morfológica utilizando microscopia de luz, segundo Eiras et al. (2006). A identificação taxonômica dos parasitos (até menor nível possível) foi feita

levando em consideração chaves taxonômicas de referência para cada táxon (Khalil et al. 1994; Moravec 1998; Gibson et al. 2002; Boxshall e Halsey 2004; Jones et al. 2005; Anderson et al. 2009; Amin 2013; Cohen et al. 2013), sendo identificações específicas e atualizações da classificação sistemática baseadas em artigos científicos pertinentes a cada caso. Ao menos um espécime de cada táxon encontrado foi fixado e acondicionado em etanol 98–100%, caso fosse necessária análise molecular para identificação taxonômica e ou para estudos futuros.

Todos os parasitos encontrados foram depositados em coleções taxonômicas de referência como a Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz, Coleção de Crustacea do Museu Nacional do Rio de Janeiro e Coleção Carcinológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Este estudo está cadastrado no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob número AE72D18.

4.4 Descritores ecológicos

A terminologia relacionada à ecologia parasitária segue a proposta de Bush et al. (1997), os seguintes descritores populacionais parasitológicos, foram estimados:

- Prevalência: número de hospedeiros infectados / número de hospedeiros analisados.
- Abundância: número de parasitos encontrados por hospedeiro infectado ou não.
- Abundância média (AM): número total de parasitos encontrados / número total de hospedeiros analisados.

A dispersão das espécies de parasitos nas populações de hospedeiros foi estimada de acordo com o índice de discrepância (ID) proposto por Poulin (1993).

Também foram estimados os seguintes descritores comunitários parasitológicos: status comunitário (espécie rara se $AM < 0,2$; espécie satélite se $0,2 < AM < 0,6$, espécie secundária se $0,6 < AM < 2,0$ e espécie central se $AM > 2,0$), frequência de dominância (% de infracomunidades onde uma determinada espécie é numericamente dominante), diversidade de infracomunidade estimada pelo índice de Brillouin (HB), uniformidade de infracomunidade estimada pelo índice de Piellou (J'), dominância estimada pelo índice de Berger-Parker (d) e riqueza de espécies (Bush et al. 1997; Zander et al. 2000; Magurran 2004).

4.5 Análises de dados

Primeiramente, os dados das variáveis quantitativas a serem utilizadas como resposta em testes estatísticos inferenciais (peso e comprimento dos hospedeiros; abundância, HB e riqueza de parasitos), foram submetidos a teste de normalidade dos dados (Shapiro-Wilk), e homocedasticidade (Hartley) de acordo com cada grupo de comparação, para escolha do tipo de metodologia estatística inferencial, se paramétrica ou não (Zar 2014).

Nas análises a seguir foram utilizados modelos multivariados (de regressão linear ou generalizados), visando uma análise fatorial. Para a escolha dos modelos mais adequados, foram avaliadas a normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (teste de Levene) dos resíduos, homogeneidade das matrizes de covariância para modelos multivariados (teste de Box), bem como utilizamos o método “stewise” em ambos os sentidos para verificar quais variáveis preditoras deveriam de fato ser mantidas ou não no modelo (Dohoo et al. 2003; Zar 2014). A estatística inferencial para estimativa de p-valor, utilizada nos modelos multivariados, foi o Lambda de Wilks, uma vez que o número de hospedeiros para cada espécie de peixe foi diferente e com base no teste de Box (Zar 2014; Gower et al. 2014). Previamente a essas análises, foi verificado se havia correlação entre as variáveis preditas (dependentes), utilizando a correlação de Spearman, pois este é um pressuposto para realização de uma análise fatorial adequada (Zar 2014; Gower et al. 2014).

Com a finalidade de verificar possíveis influências do peso, comprimento, sexo e espécie de hospedeiro, sob suas respectivas faunas parasitárias, foram realizadas as análises descritas a seguir, baseadas em modelos lineares (de regressão e ou generalizados). Para cada variável quantitativa predita (HB, J', d e riqueza de parasitos) foi construído um modelo incluindo as variáveis preditoras (peso, comprimento, sexo e espécie de hospedeiro), com e sem interação entre essas variáveis. A escolha do modelo e estatística inferencial mais adequadas foram realizadas como descrito no parágrafo anterior (Dohoo et al. 2003; Zar et al. 2014; Gowler et al. 2014).

Foram também avaliadas diferenças na diversidade e riqueza entre as comunidades parasitárias componentes de *H. clupeola*, *A. tricolor*, *A. marinii*, *B. aurea* e *B. pectinata*, utilizando o teste de Kruskal-Wallis seguido por pós-teste de Dunn (Zar 2014). Em caso de ocorrência de espécies de parasitos comuns às comunidades parasitárias de *H. clupeola*, *A. tricolor*, *A. marinii*, *B. aurea* e *B. pectinata*, diferenças em suas abundâncias foram testadas conforme descrito anteriormente quando houve mais de dois grupos de comparação e o teste de Mann-Whitney

quando houve dois grupos de comparação; as diferenças entre as prevalências foram testadas pelo teste de Qui-quadrado, e quando houve comparação entre mais de dois grupos o valor de p foi corrigido pelo método de Bonferroni (Zar 2014).

A similaridade entre as comunidades parasitárias foi estimada qualitativamente pelo índice de Jaccard e quantitativamente pela distância de Bray-Curtis (Magurran 2004). Diferenças entre as similaridades estimadas, utilizando a espécie de hospedeiro como fator, foram avaliadas pela análise de similaridades (ANOSIM), com 10.000 permutações, a qual foi baseada nas matrizes de similaridade ranqueadas, geradas pelo índice de Jaccard e distância de Bray-Curtis (Magurran 2004). As matrizes de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis também foram utilizadas para realização de análise de agrupamento (cluster, com teste de SIMPROF utilizando 10.000 permutações) e de escalonamento multidimensional (MDS) (Magurran 2004), com a finalidade de verificar visualmente as proximidades e distâncias entre as infracomunidades parasitárias de acordo com as espécies de hospedeiros. Por fim, com a finalidade de avaliar se a estrutura da comunidade de parasitos poderia ser utilizada como identificadora da população de hospedeiros, foi realizada análise de discriminante canônica (ADC) com base na abundância (transformada por $\log[x+1]$) e prevalência (transformada por logit) (Zar 2014; Bose 2009; Warton & Hui 2011; Gower et al. 2014). O método de “stepwise” em ambas as direções, utilizando como métrica a distância de Mahalanobis foi empregado para verificar quais táxons de parasitos poderiam ser utilizados como discriminantes das populações de hospedeiros; o teste de Box foi usado para avaliar a igualdade das matrizes de covariância do modelo multivariado (com significância de $p < 0,001$), o lambda de Wilks foi usado como estatística de teste para os modelos multivariados, e as funções discriminantes lineares de Fisher foram utilizadas para classificar os táxons de parasitos responsáveis pela identidade de cada população de hospedeiro (Bose 2009; Gower et al. 2014).

Todas as análises estatísticas propostas anteriormente, foram realizadas no programa R (R Core Team 2021) com implementação dos pacotes Vegan e FuzzyQ (Oksanen 2020; Škrabánek et al. 2021), e no programa Primer6 (Clarke e Gorley 2006), sempre considerando o nível de significância de $p < 0.05$ e consequente nível de confiança de 95%, a não ser quando indicado de maneira diferente. Valores de média estão acompanhados de ± 1 desvio padrão e a amplitude entre parênteses ou colchetes.

5 RESULTADOS

5.1 Características do hospedeiro e suas relações com indicadores parasitológicos

A correlação de Spearman indicou relação forte e significativa entre as variáveis preditas parasitológicas, HB, J', d e riqueza, sendo que todos os p-valores tendem a zero ($p < 0,001$) e o ρ de Spearman foi positivo e acima de 0,80, exceto da qual esteve negativamente associada às outras variáveis, exibindo ρ variando entre -0,18 e 0,40. O teste de Box dos modelos multivariados indicou a não igualdade entre as matrizes de covariância ($p < 0,001$). Assim como o teste de Levene não indicou homogeneidade das variâncias para HB, J', d e riqueza ($p < 0,001$). Portanto, a estatística de teste considerada para todos os modelos foi o Lambda de Wilks. Dessa forma, as análises fatoriais indicaram que, entre características do hospedeiro (sexo, comprimento, peso e espécie de hospedeiro), apenas a espécie de peixe exerceu influência sobre os indicadores parasitológicos (HB, J', d e riqueza) ($p < 0,001$), descartando-se assim todas as outras características do hospedeiro dos modelos.

5.2 Aspectos gerais das comunidades de parasitos

A comunidade parasitária considerando as cinco espécies de peixes foi composta por 32 táxons, dos quais 17 são endoparasitos pertencentes à Cestoda, Digenea, Nematoda e Acanthocephala, incluindo as fases larvais e adultas. Além disso, 15 ectoparasitos pertencentes à Monogenea, Copepoda, Isopoda e Hirudinea foram encontrados na fase adulta. Abundância e prevalência total do parasitismo foram $32,2 \pm 58,9$ (0–539) e 91,7%, respectivamente. Os parasitos tendem a uma distribuição agregada dentro das suas populações hospedeiras (D médio = 0,814). Porém, os digenéticos *Myosaccium ecaude* Montgomery, 1957 infectando *H. clupeiola* e Digenea gen. et sp. M3 infectando *A. marinii* apresentaram distribuição uniforme ($D = 0,494$ e 0583, respectivamente). De maneira similar, os monogenéticos *Mazocraeoides georgei* Price, 1936 ($D = 0,515$) e *Kuhnia* sp. ($D = 0,537$) e o copépode *Nothobomolochus cresseyi* Timi & Sardella, 1997 ($D = 0,561$), infestando *B. pectinata*, também apresentaram distribuições uniformes.

As comunidades componentes de parasitos de *B. pectinata* e *B. aurea* foram dominadas pelo monogenético *Ma. georgei* sendo a espécie central em ambos os peixes, e o monogenético *Kuhnia* sp. foi a espécie central apenas em *B. pectinata*. O copépode *No. cresseyi* infestando *B. pectinata* se apresentou como espécie secundária. Na comunidade de *H. clupeiola*, o digenético *My.*

ecaude apresentou-se como espécie central. O digenético *Parahemiurus merus* Linton, 1910, foi espécie secundária nos peixes *A. tricolor* e *H. clupeola*. A comunidade componente de parasitos de *A. marinii*, apresentou a metacercária Digenea gen. et sp. M3, como espécie central. Os demais táxons de parasitos foram menos prevalentes e abundantes, sendo classificados como espécies satélites ou raras. Os valores médios de abundância geral, HB, J', d e riqueza de cada comunidade parasitária componente, de acordo com a espécie hospedeira, são fornecidos na Tabela 3.

5.3 Comparação entre componentes das comunidades parasitárias de cada espécie hospedeira

As prevalências das comunidades componentes de parasitos de cada espécie de hospedeiro foram consideravelmente altas, sendo *B. pectinata*, *H. clupeola* e *A. marinii* com 100% de prevalência parasitária, *A. tricolor* com 85% e *B. aurea* com 83%. A abundância total dos parasitos não se manteve contrastante entre as espécies de peixes, sendo que o valor observado na comunidade parasitária de *A. marinii* foi muito superior quando comparado a outras espécies de peixe (Tabela 3). A comunidade de parasitos com a segunda maior abundância foi a de *B. pectinata*, seguida pela abundância da comunidade de parasitos de *B. aurea* (Tabela 2). A abundância da comunidade de parasitos de *A. tricolor* foi a que apresentou acentuadamente menor valor (Tabela 3).

A comunidade componente de parasitos mais rica, diversa e uniforme foi a encontrada em *B. pectinata* e, conseqüentemente, àquela com a segunda menor dominância (Tabela 3). *H. clupeola* e *B. aurea* apresentaram comunidades de parasitos com valores intermediários de riqueza, enquanto que àquelas de *A. tricolor* e *A. marinii* apresentaram os menores valores (Tabela 3). De maneira interessante, a diversidade das comunidades de parasitos de todos os peixes, exceto *B. pectinata*, foram similares (Tabela 3). A comunidade com maior dominância foi a de *A. marinii*, a qual obteve valores similares para este indicador, em relação às comunidades parasitárias de *H. clupeola* e *B. aurea*. Em resumo, os padrões de riqueza, diversidade, uniformidade e dominância de acordo com cada espécie de hospedeiro foram estocásticos de maneira geral (Tabela 3).

Nenhum parasito foi encontrado parasitando todas as cinco espécies de peixe. Todavia, o digenético *Pa. merus* infectou quatro das cinco espécies de hospedeiros analisadas. As abundâncias de *Pa. merus* se apresentaram geralmente baixas, enquanto que suas prevalências variaram de baixas a médias (Tabela 2). Quando comparadas estatisticamente, prevalência e abundância de *Pa.*

merus foram significativamente menores em *B. pectinata* ($p < 0,001$ e $p < 0,004$, respectivamente; veja a Tabela 2 para os valores detalhados). Entre as quatro espécies de hospedeiros, *Pa. merus* apresentou dominância apenas em algumas infracomunidades de parasitos de *A. tricolor* (Tabela 2).

Dois helmintos foram encontrados parasitando três hospedeiros, estágios larvais de *Hysterothylacium* sp. e *Ma. georgei*. Todavia, as prevalências e abundâncias de *Hysterothylacium* sp. foram muito baixas, impedindo análises estatísticas confiáveis. Por outro lado, *Ma. georgei* que ocorreu em *B. aurea*, *B. pectinata* e *H. clupeola* apresentou tanto prevalências quanto abundâncias significativamente diferentes em todos os hospedeiros envolvidos (p -valor sempre menor de 0,001; veja também a Tabela 2 para valores detalhados).

Por fim, larvas de *Anisakis* sp. e o digenético adulto *My. ecaude* ocorreram em dois hospedeiros diferentes. *Anisakis* sp. infectou *B. aurea* e *B. pectinata*, porém suas prevalências e abundâncias não diferiram entre estes hospedeiros ($p = 0,03$ e $p = 0,5$, respectivamente). Já prevalência e abundância de *My. ecaude* foram bem maiores em *H. clupeola* do que em *B. pectinata* ($p < 0,001$ em ambos os casos), as duas espécies de peixes em que esse parasito ocorreu.

A ANOSIM indicou de maneira geral baixa similaridade entre as infracomunidades de parasitos de acordo com a espécie hospedeira, tanto para dados quantitativos quanto para dados qualitativos (R global = 0,82 e 0,81, respectivamente; $p < 0,001$ em ambos os casos). Porém, as infracomunidades dos pares *H. clupeola* e *A. tricolor*, *B. aurea* e *A. tricolor* e *B. aurea* e *B. pectinata* foram mais similares entre si, respectivamente. Por outro lado, as infracomunidades dos parasitos de *H. clupeola* e *A. marinii* foram bastante dissimilares entre si e, por sua vez, também bastante dissimilares das comunidades de parasitos em *B. aurea* e *B. pectinata*. Os resultados detalhados das comparações pareadas usando ANOSIM estão apresentados na Tabela 4, sendo que todas estas comparações foram estatisticamente significativas.

Resultados concordantes aos de ANOSIM foram demonstrados graficamente pelas análises de agrupamento e NMDS, as quais indicaram agrupamento das infracomunidades de parasitos de acordo com cada espécie de hospedeiro e uma maior proximidade entre as infracomunidades de parasitos de *B. aurea* e *B. pectinata* quando comparado aos outros hospedeiros, sendo que estas tendências foram mais claras quantitativamente (similaridade de Bray-Curtis) do que qualitativamente (similaridade de Jaccard) (Figs 3, 4).

A ADC baseada na abundância dos parasitos apontaram 12 táxons como identificadores das populações hospedeiras ($p < 0,001$ de lambda de Wilks). O teste de Box indicou não igualdade das matrizes de covariância ($p < 0,001$). O modelo utilizou quatro funções canônicas na análise, a correlação canônica da função 1 foi de 0,94 (autovalor = 7,77), da função 2 foi de 0,93 (autovalor = 6,1), da função 3 foi de 0,83 (autovalor = 2,9) e da função 4 foi de 0,61 (autovalor = 0,59), sendo que as funções 3 e 4 não forma estatisticamente significativas ($p > 0,16$ de lambda de Wilks), porém as funções 1 e 2 foram ($p < 0,02$ de lambda de Wilks). De acordo com a função discriminante linear de Fisher, Digenea gen. et sp. M1, *Kuhnia* sp., *Ma. georgei* e *No. cresseyi* foram altamente correlacionados com a população de *B. pectinata*; *Mazocraeoides opisthonema* (Cuvier, 1829) e *My. ecaude* foram altamente correlacionados com *H. clupeola*; apenas o parasito *Pseudoterranova* sp. foi correlacionado com a população de *B. aurea*; Digenea gen. et sp. M2, *Ergasilus* sp., hemiurídeo não identificado e *Pa. merus* foram altamente correlacionados à população de *A. tricolor*; apenas o Digenea gen. et sp. M3 foi correlacionado com a população de *A. marinii* (Figura 5). A sensibilidade e a precisão da ADC utilizando as abundâncias dos parasitos foram de 94,3% e 90,7% respectivamente.

A CDA baseada na prevalência dos parasitos apontou 14 táxons como identificadores das populações hospedeiras ($p < 0,001$ de lambda de Wilks). O teste de Box também indicou não igualdade das matrizes de covariância ($p < 0,001$). O modelo utilizou também 4 funções de correlação canônica, a correlação canônica da função 1 foi de 0,95 (autovalor = 9,79), e da função 2 foi de 0,90 (autovalor = 4,01), a da função 3 foi de 0,75 (autovalor = 1,28) e o da função 4 foi de 0,65 (autovalor = 0,71), sendo as funções 1 e 2 significativas ($p < 0,005$ de lambda de Wilks) e as funções 3 e 4 não significativas ($p > 0,25$ de lambda de Wilks). De acordo com a função discriminante linear de Fisher, *Anisakis* sp., *Caligus itacurussensis* Luque & Cezar, 2000, *Kuhnia* sp. *Ma. georgei* e *No. cresseyi* foram altamente correlacionados com a população de *B. pectinata*; *Ma. opisthonema* e *My. ecaude* foram altamente correlacionados com a população de *H. clupeola*; Hirudinea gen. et sp. e *Procamallanus* sp. foram correlacionados com a população de *B. aurea*; Digenea gen. et sp. M2, *Ergasilus* sp., Hemiuridae gen. et sp. e *Scolex pleuronectis* Muller, 1788 foram correlacionados com a população de *A. tricolor*; apenas Monogenea gen. et sp. foi responsável por identificar a população de *A. marinii* (Figura 6). A sensibilidade e a precisão da ADC utilizando as prevalências dos parasitos foram de 85,3% e 86,0%, respectivamente.

Tabela 1. Dados dos hospedeiros utilizados no estudo, de acordo com cada espécie de peixe. As medições foram dadas como médias seguidas por \pm um desvio padrão e o intervalo entre parênteses.

Hospedeiro	Comprimento total (cm)	Indivíduo por sexo
<i>Brevoortia pectinata</i>	27,43 \pm 3,58 (33,5 - 20)	47 F 53 M (n=100)
<i>Harengula clupeola</i>	20,32 \pm 1,51 (23 - 18)	15 F 20 M (n = 35)
<i>Brevoortia aurea</i>	29,55 \pm 2,39 (38 - 23)	17 F 25 M (n = 42)
<i>Anchoa tricolor</i>	11,12 \pm 0,86 (13,40 - 9,40)	38 F 65 M (n = 103)
<i>Anchoa marinii</i>	9,83 \pm 0,69 (11,5 - 7,6)	41 F 54 M (n = 95)

Tabela 2. Sítio de infecção, prevalência (P), abundância média (AM) seguindo de um desvio padrão, frequência de dominância (Fd), índice de discrepância (D) e status comunitário dos parasitos encontrados nas espécies *Brevoortia pectinata*, *Brevoortia aurea*, *Anchoa tricolor*, *Anchoa marinii* e *Harengula clupeiola* na Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Parasitos	S.I.	<i>Brevoortia pectinata</i>				<i>Brevoortia aurea</i>				<i>Anchoa tricolor</i>				<i>Anchoa marinii</i>				<i>Harengula clupeiola</i>			
		P(%)	AM±DP	Fd	D	P(%)	AM ±DP	Fd	D	P(%)	AM ±DP	Fd	D	P(%)	AM ±DP	Fd	D	P(%)	AM ±DP	Fd	D
DIGENEA																					
Digenea gen. et sp. M1	Intestino	11	0,38±1,39 ^I	1	0,924	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Digenea gen. et sp. M2 (metacercária)	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	17	0,27±0,74 ^I	1	0,867	-	-	-	-	-	-	-	-
Digenea gen. et sp. M3 (metacercária)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	73,43±94,90 [*]	100	0,583	-	-	-	-
<i>Myosaccium ecaude</i>	Estômago	10	0,12±0,40 ^{II}	-	0,906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	10,28±11,42 [*]	85	0,494
<i>Parahemiurus merus</i>	Estômago	10	0,14±0,47 ^{II}	-	0,912	-	-	-	-	23	0,9±2,36 ^{**}	16	0,865	33	0,45±0,75 ^I	-	0,725	37	0,6±0,97 ^{**}	-	0,709
<i>Rhipidocotyle</i> sp. (metacercária)	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	13	0,15±0,43 ^I	2	0,871	1	0,01 ± 0,10 ^{II}	-	0,979	-	-	-	-
Hemiurid not identified (metacercária)	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	34	0,59±1,09 ^I	17	0,775	-	-	-	-	-	-	-	-
CESTODA																					
<i>Scolex pleuronectis</i>	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0,20±0,54 ^I	5	0,867	-	-	-	-	-	-	-	-
ACANTHOCEPHALA																					
<i>Polymorphus</i> sp. (cystacanth)	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01±0,13 ^{II}	1	0,971	-	-	-	-	-	-	-	-
HIRUDINEA																					
Hirudinea gen. et sp.	Brânquias	-	-	-	-	4	0,04±0,21 ^{II}	2	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piscicolidae gen. et sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01±0,13 ^{II}	-	0,971	-	-	-	-	-	-	-	-
MONOGENEA																					
<i>Cribomazocraes travassosi</i>	Brânquias	19	0,34±0,92 ^I	-	0,866	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,08±0,28 ^{II}	-	0,889
<i>Kuhnia</i> sp.	Brânquias	86	11,25±11,39 ⁷	30	0,537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mazocraeoides georgei</i>	Brânquias	94	21,30±22,32 ⁷	65	0,515	76	15,19±43,57 ⁷	80	0,767	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,02±0,16 ^{II}	-	0,944
<i>Mazocraeoides opisthonema</i>	Brânquias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0,51±1,24 ^I	5,7	0,83
Monogenea gen. et sp.	Brânquias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0,22±0,56 ^I	-	0,865	-	-	-	-

NEMATODA																				
<i>Anisakis</i> sp. (larva)	Intestino	5	0,1±0,8 ^{II}	1	0,962	9	0,16±0,58 ^{II}	-	0,907	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	Intestino	14	0,33±1,11 ^I	-	0,905	9	0,42±1,56 ^I	2	0,907	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)	Intestino	1	0,01±0,1 ^I	-	0,98	-	-	-	-	2	0,04±0,32 ^{II}	1	0,969	8	0,13±0,53 ^{II}	-	0,929	-	-	
<i>Procamallanus</i> sp.	Intestino	-	-	-	-	9	0,09±0,29 ^{II}	2	0,884	-	-	-	-	1	0,01±0,10 ^{II}	-	0,979	-	-	
<i>Pseudoterranova</i> sp. (larva)	Intestino	-	-	-	-	9	0,19±0,80 ^I	2	0,919	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Raphidascaris atlanticus</i>	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,02±0,16 ^{II}	-	0,944
<i>Raphidascaris</i> sp. (larva)	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01±0,10 ^{II}	-	0,979	-	-	-	
<i>Terranova</i> sp. (larva)	Intestino	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,01±0,09 ^{II}	-	0,981	-	-	-	-	-	-	-	
COPEPODA																				
<i>Caligus itacurussensis</i>	Brânquias	5	0,05±0,21 ^{II}	-	0,941	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,02±0,14 ^{II}	-	0,969	-	-	
<i>Caligus haemulonis</i>	Brânquias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,03±0,17 ^{II}	-	0,958	-	-	
<i>Colobomatus</i> sp.	Crânio	1	0,02±0,2 ^{II}	-	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ergasilus</i> sp.	Brânquias	-	-	-	-	-	-	-	22	1,18±5,74 ^{**}	20	0,907	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nothobomolochus cresseyi</i>	Brânquias	64	1,72±1,85 ^{**}	3	0,561	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01±0,10 ^{II}	-	0,979	-	-	-	
<i>Neobomolochus elongatus</i>	Brânquias	4	0,04±0,19 ^{II}	-	0,951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Parashiinoa bakeri</i>	Narina	2	0,03±0,22 ^{II}	-	0,974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ISOPODA																				
<i>Olencira praegustator</i>	Superfície	4	0,04±0,19 ^{II}	-	0,951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Espécies centrais (*); espécies secundárias (**); espécies satélites (I); espécies raras (II)

Tabela 3. Riqueza de espécies, diversidade (HB), equitabilidade (J') e dominância (d) para cada comunidade componente de parasitos, de acordo com as espécies hospedeiras analisadas no presente estudo. As medidas são dadas como médias seguidas por um desvio padrão e a amplitude entre parênteses. As diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os valores das células na mesma coluna são indicadas por diferentes letras sobrescritas.

Hospedeiros	Abundância	Riqueza	HB	J'	d
<i>B. pectinata</i>	35,53 ± 28,52 (2-152)	4,30 ± 1,37 ^c (2-10)	0,77 ± 0,30 ^b (0,09-1,51)	0,58 ± 0,17 ^b (0,14-0,94)	0,69 ± 0,15 ^b (0,38-1)
<i>B. aurea</i>	16,9 ± 43,73 (0-271)	1,19 ± 0,77 ^a (0-3)	0,10 ± 0,18 ^a (0-0,69)	0,18 ± 0,33 ^a (0-1)	0,80 ± 0,37 ^a (0-1)
<i>A. tricolor</i>	3,35 ± 6,18 (0-57)	0,86 ± 0,88 ^b (0-3)	0,08 ± 0,17 ^a (0-0,68)	0,17 ± 0,34 ^a (0-1)	0,51 ± 0,45 ^b (0-1)
<i>A. marinii</i>	73,3 ± 95,10 (2-539)	0,67 ± 0,76 ^b (1-4)	0,08 ± 0,11 ^a (0-0,48)	0,14 ± 0,21 ^a (0-0,97)	0,96 ± 0,06 ^a (0,60-1)
<i>H. clupeola</i>	11,52 ± 11,73 (1-57)	1,65 ± 0,53 ^a (1-3)	0,19 ± 0,18 ^a (0-0,55)	0,40 ± 0,38 ^c (0-1)	0,86 ± 0,15 ^a (0,50-1)

Tabela 4. Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) com 10.000 permutações, para similaridades qualitativas (Jaccard) e quantitativas (Bray-Curtis), estimadas em nível da infracomunidade e considerando espécies de peixes como fatores. Nível de significância é $p < 0,05$.

Comparação emparelhada	Similaridade Jaccard		Similaridade de Bray-Curts	
	Estatística R	P	Estatística R	p
<i>A. tricolor</i> - <i>A. marinii</i>	0,721	<0,001	0,748	<0,001
<i>B. aurea</i> - <i>A. tricolor</i>	0,515	<0,001	0,515	<0,001
<i>B. aurea</i> - <i>A. marinii</i>	0,989	<0,001	0,989	<0,001
<i>B. pectinata</i> - <i>A. tricolor</i>	0,763	<0,001	0,764	<0,001
<i>B. pectinata</i> - <i>A. marinii</i>	0,983	<0,001	0,984	<0,001
<i>B. pectinata</i> - <i>B. aurea</i>	0,607	<0,001	0,553	<0,001
<i>B. pectinata</i> - <i>H. clupeola</i>	0,950	<0,001	0,967	<0,001
<i>H. clupeola</i> - <i>A. tricolor</i>	0,447	<0,001	0,465	<0,001
<i>H. clupeola</i> - <i>A. marinii</i>	0,972	<0,001	1,00	<0,001
<i>H. clupeola</i> - <i>B. aurea</i>	0,936	<0,001	0,948	<0,001

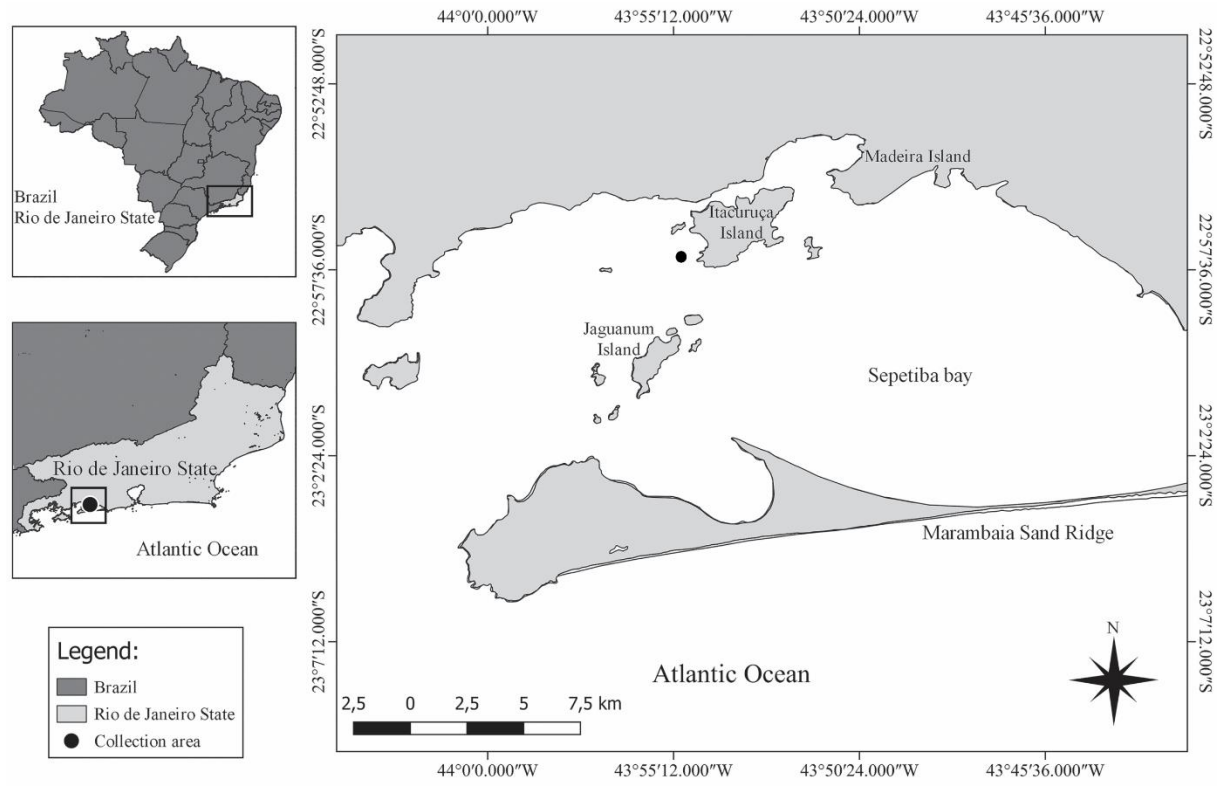


Figura 1. Área amostral do presente estudo na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

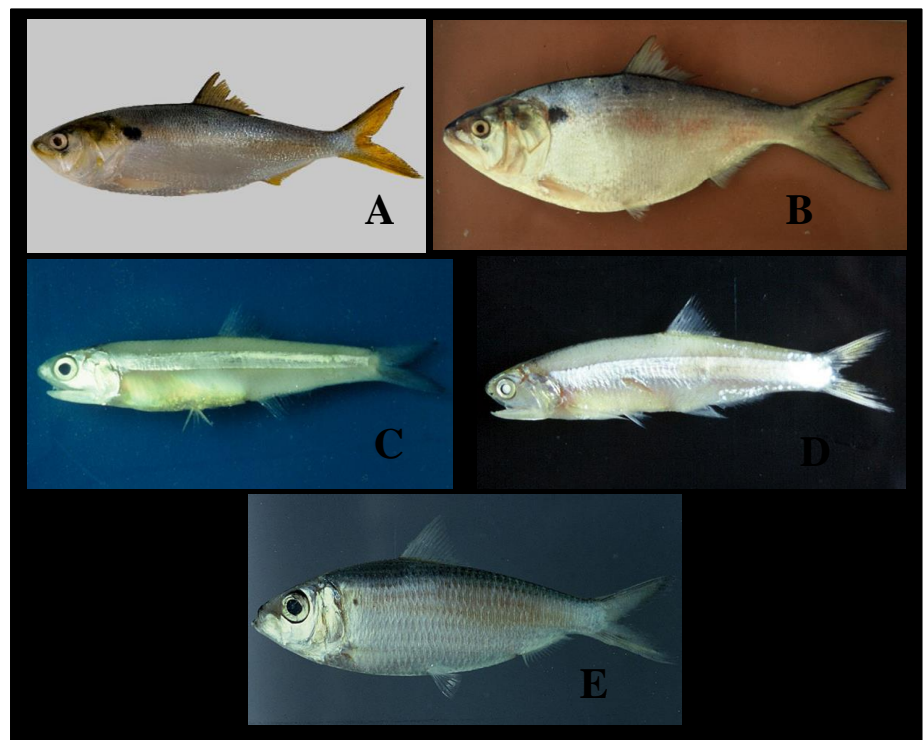


Figura 2. Espécies de peixes amostradas no estudo *Brevoortia pectinata* (A), *Brevoortia aurea* (B), *Anchoa tricolor* (C), *Anchoa marinii* (D) e *Harengula clupeiola* (E).

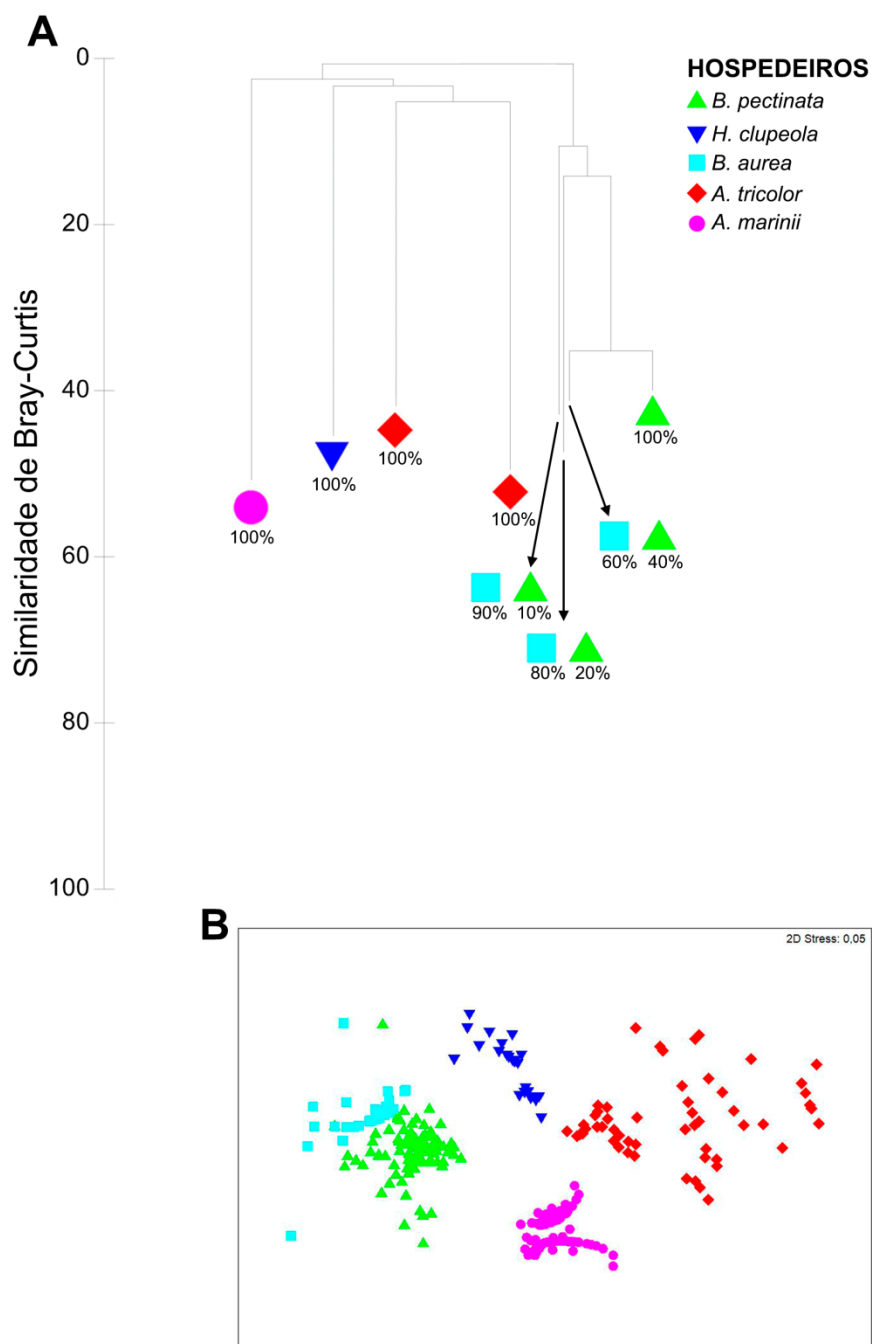


Figura 3. Análise de agrupamento (A) e de escalonamento multidimensional (B), com base nas matrizes de similaridade de Bray-Curtis ranqueadas, utilizando espécies de hospedeiros como

fator. Em (A) são mostrados apenas os cladogramas significativos pelo teste de SIMPROF (10.000 permutações), os valores numéricos indicam a porcentagem de infracomunidades de cada hospedeiro que compõem os cladogramas.

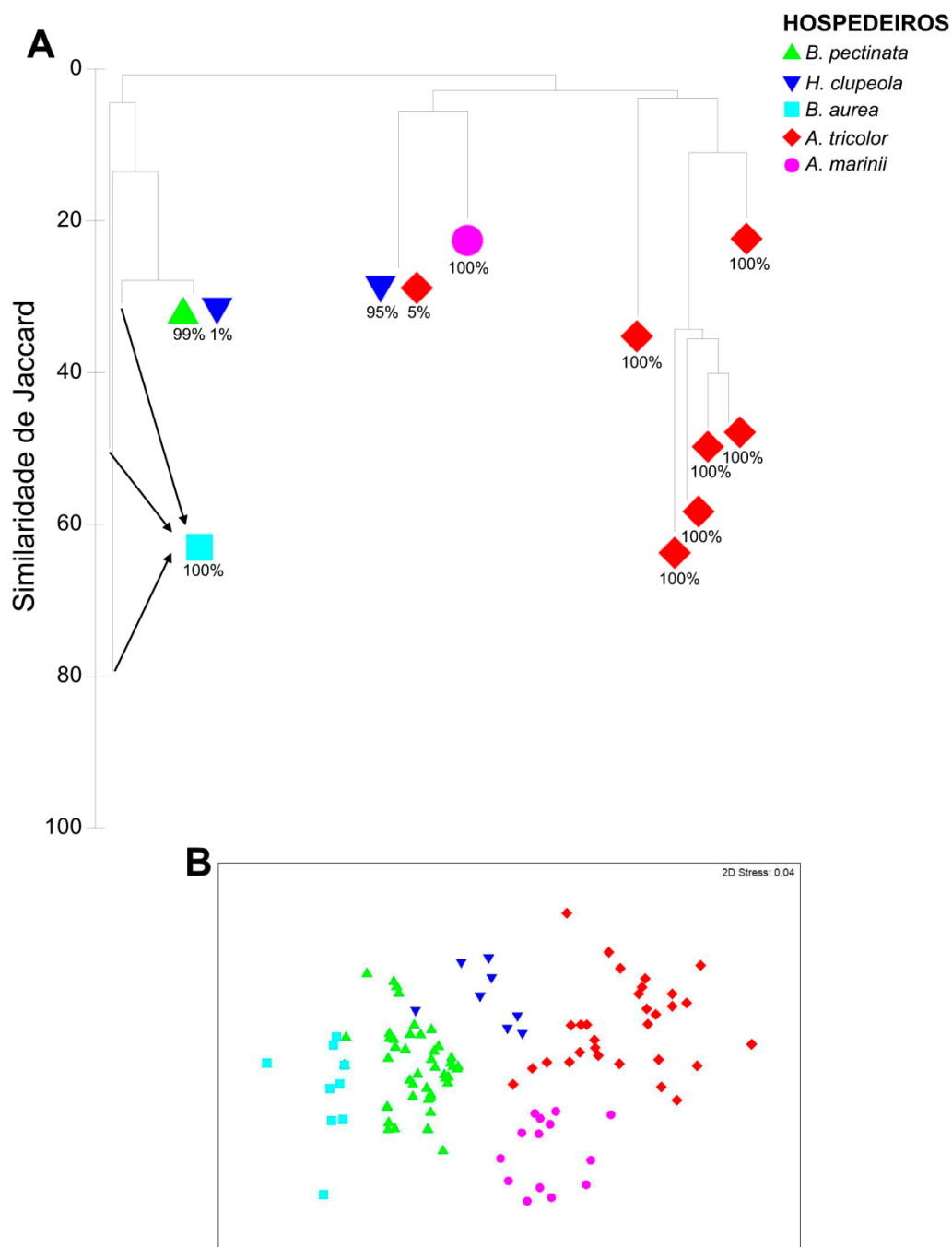
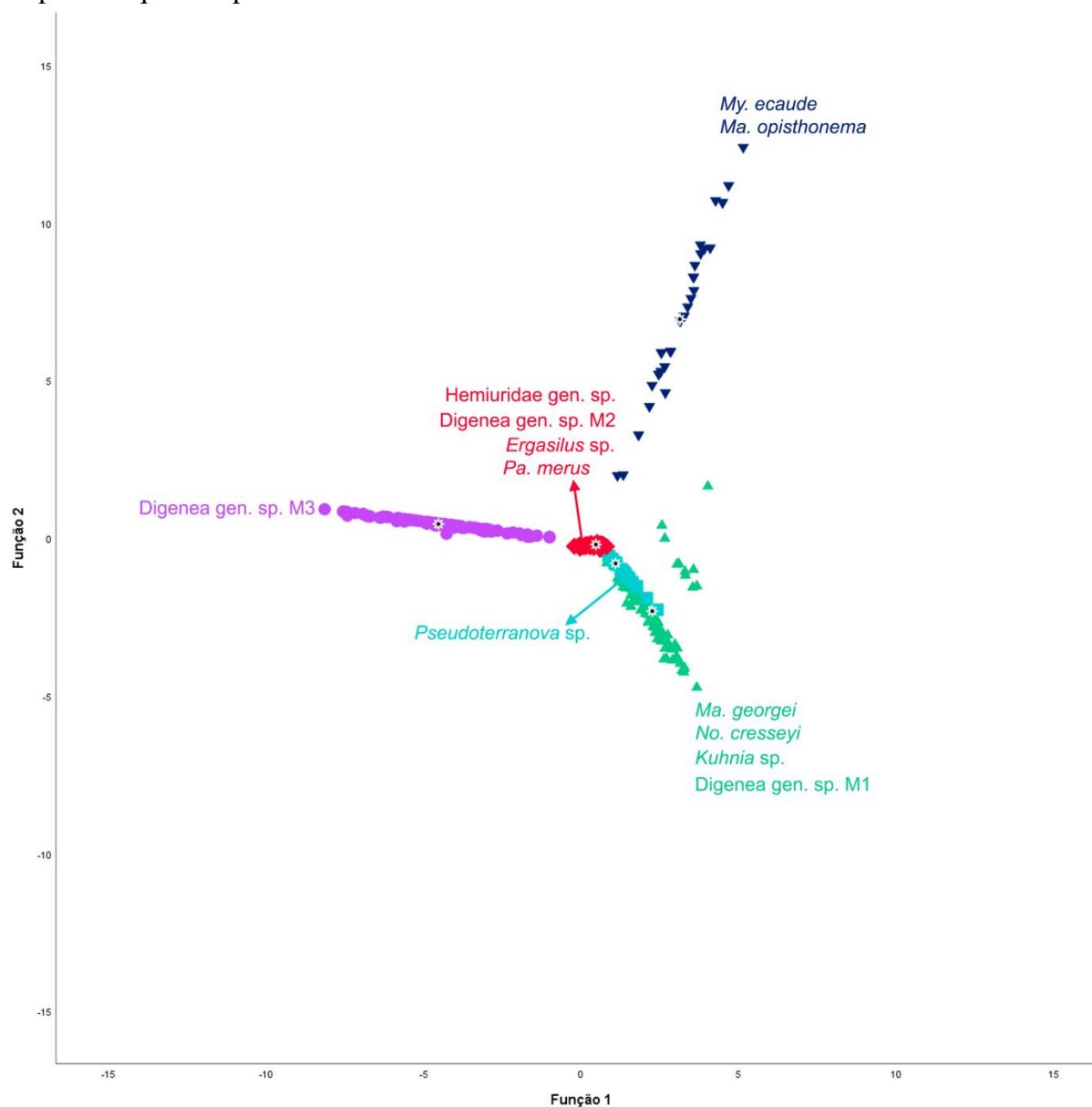


Figura 4. Análise de agrupamento (A) e de escalonamento multidimensional (B), com base nas matrizes de similaridade de Jaccard ranqueadas, utilizando espécies de hospedeiros como fator.

Em (A) são mostrados apenas os clados significativos pelo teste de SIMPROF (10.000 permutações), os valores numéricos indicam a porcentagem de infracomunidades de cada hospedeiro que compõem os clados.



LEGENDA

- ▼ *B. pectinata*
- ▼ *H. clupeola*
- *B. aurea*
- ◆ *A. tricolor*
- *A. marinii*
- * Centróide de grupo

Figura 5. Análise de discriminante canônica com base nas abundâncias parasitárias, utilizando espécies de hospedeiros como fator. Os táxons de parasitos responsáveis por discriminar cada população de hospedeiro, de acordo com a função discriminante linear de Fisher, estão indicados.

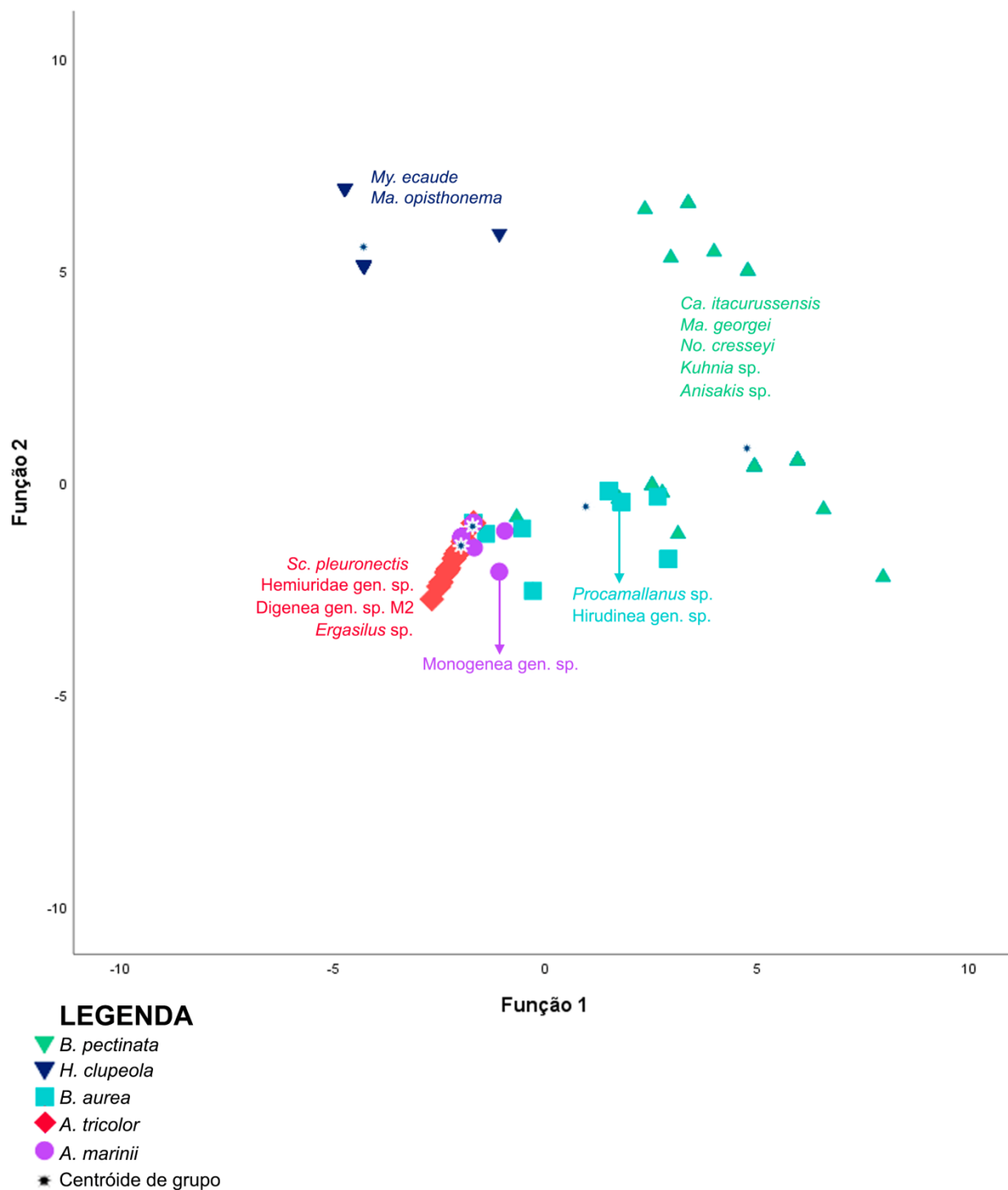


Figura 6. Análise de discriminante canônica com base nas prevalências parasitárias, utilizando espécies de hospedeiros como fator. Os táxons de parasitos responsáveis por discriminar cada população de hospedeiro, de acordo com a função discriminante linear de Fisher, estão indicados.

6 DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo detalhado sobre a estrutura da comunidade de parasitos de *B. pectinata*, conseqüentemente, todos os quatorze táxons de parasitos encontrados aqui representam novos registros para este hospedeiro, sendo eles: os nematóides *Anisakis* sp., *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp.; os trematódeos digenéticos *My. ecaude* e *Pa. merus*; os monogenéticos *Kuhnia* sp., *Ma. georgei* e *Cribomazocraes travassosi* Santos e Kohn, 1992; os copépodes *Ca. itacurussensis*, *No. cresseyi*, *Neobomolochus elongatus* Cressey, 1981 e *Parashiinoa bakeri* (Cressey & Cressey, 1986); o isopoda *Olencira praegustator* (Latrobe, 1802). Estes resultados representam uma importante contribuição para o conhecimento sobre a fauna parasitária de *B. pectinata*, espécie que faz parte de uma ordem com grande interesse comercial (Nelson et al. 2016).

Tavares (2006), em sua tese de doutorado, realizou um estudo da composição e estrutura da comunidade de metazoários parasitos de *Anchoa marinii*, porém, nenhum artigo científico a respeito deste trabalho específico foi publicado. Assim, este também é o primeiro estudo detalhado sobre a comunidade de metazoários parasitos de *A. marinii*, em uma abordagem comparativa. Cabe destacar, que utilizamos os mesmos dados sobre a fauna parasitária de *A. marinii*, sendo cedidos pelo Prof. Dr. Luque. A comunidade de parasitos deste hospedeiro foi composta por dez espécies, sendo os digenéticos *Pa. merus* e *Rhipidocotyle* sp., os nematóides *Hysterothylacium* sp., *Procamallanus* sp. e *Raphidascaaris* sp. e os copépodes *Ca. itacurussensis*, *Caligus haemulonis* Kroyer, 1863 e *No. cresseyi*. Em relação aos demais hospedeiros, *B. aurea*, *A. tricolor* e *H. clupeola*, já existem artigos científicos publicados sobre suas faunas parasitárias, realizados por Tavares et al. (2004), Tavares et al. (2005) e Luque et al. (2000), respectivamente.

Diversos fatores podem influenciar a composição da fauna parasitária em peixes marinhos, podendo eles estarem relacionados à características biológicas dos parasitos como, por exemplo, morfologia (principalmente de órgãos preenseis de ectoparasitos) e ciclo de vida, que inclui formas de transmissão (Poulin 2006; Poulin e Kamiya 2015), bem como características biológicas e ecológicas relacionada ao hospedeiro como, por exemplo, sexo, comprimento do corpo, hábitos alimentares, padrões migratórios, densidade populacional, idade e história de vida (Esch et al. 1990; George–Nascimento & Marin 1992; González et al. 2001). Ao analisar possíveis influências que os fatores dos hospedeiros poderiam exercer em suas respectivas comunidades parasitárias, apenas a espécie de peixe se apresentou como um fator importante relacionado a riqueza,

diversidade, uniformidade e dominância. Essa influência pode certamente está relacionada a características da história de vida intrínsecas à cada espécie de hospedeiro como, por exemplo, a composição da dieta que são determinantes para a transmissão de helmintos endoparasitos e as características morfológicas dos sítios de infecção onde os ectoparasitos estão aderidos, fato que também reflete questões de especificidade ectoparasito-hospedeiro (Anderson & Gordon 1982; Pacala e Dobson 1988; Esch et al. 1990; Lafferty et al. 2008). Resultados similares foram encontrados por Silva et al. (2022) em comunidades de parasitos de diferentes espécies de Clupeiformes.

As comunidades parasitárias foram compostas, em sua maioria, por estágios adultos, representando espécies centrais e secundárias (ou seja, com maior abundância), com exceção de *A. marinii*. Já os estágios larvais apareceram como espécies satélites ou raras. Muitos destes parasitos apresentam ciclo de vida indireto, com transmissão mediada pela cadeia trófica, como é o caso dos digenéticos, nematóides e cestóides (Lafferty et al. 2008; Lafferty 2013). Dessa forma, é plausível afirmar que os peixes analisados neste trabalho, estão dispostos em níveis tróficos intermediários, atuando como hospedeiros definitivos, intermediários e ou paratênicos na Baía de Sepetiba, destacando mais uma vez a importância do papel ecológico que estes organismos possuem no ecossistema local. *Anchoa tricolor*, *A. marinii*, *B. aurea* e *B. pectinata* se alimentam de plâncton e pequenos crustáceos (Sierra 1988; Sánchez 1989; Ortaz et al. 1996; Taylor e Rand, 2003), enquanto *H. clupeiola* tem alimentação similar, porém, incluindo peixes menores (Sierra, 1988; Ortaz et al. 1996). A alimentação particular desta última pode refletir em sua comunidade de parasitos, onde neste caso, não houve a presença de endoparasitos em estágios larvais, sugerindo que este peixe atua como hospedeiro definitivo para as espécies de helmintos endoparasitos encontrados. *Brevoortia pectinata* e *B. aurea* são predados por linguados do gênero *Paralichthys* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) e pelo tubarão de nariz largo, *Notorynchus cepedianus* (Elasmobranchii: Hexanchidae), e as anchovas são predadas por peixes maiores como a guaivira *Oligoplites saliens* (Bloch, 1793) (Carangiformes: Carangidae) (Winik et al. 2007), o que pode explicar a transmissão por cadeia trófica dos endoparasitos em fases larvais que foram encontrados neles. Cabe destacar que *A. marinii* parece ser muito importante na transmissão da metacercária de morfotipo M3 (Digenea gen. et sp. M3), pois este parasito foi exclusivo deste peixe apresentando 100% de prevalência e abundâncias muito altas.

Quanto aos ectoparasitos, a transmissão ocorre de maneira direta, de hospedeiro para hospedeiro, uma vez que estes parasitos são monoxenos (Esch et al. 1990). Esta transmissão é bastante facilitada pelo hábito desses peixes formarem grandes cardumes (Guidelli 2006) e, além disso, o ambiente aquático é um grande facilitador para a transmissão de parasitos monoxênicos como monogenéticos e copépodes (Chaves e Paschoal 2020). Tais fatores podem explicar a alta abundância de ectoparasitos em organismos aquáticos e observada no presente trabalho em relação à algumas das espécies analisadas. Obviamente que, outros fatores como a especificidade parasito-hospedeiro também apresentam papel nesses padrões de infestação, o que será discutido mais adiante.

A maioria dos parasitos no presente estudo apresentou distribuição agregada, com algumas exceções, sendo elas: *Kuhnia* sp., *Ma. georgei* e *No. cresseyi* em *B. pectinata*; *My. ecaude* em *H. clupeola* e Digenea gen. et sp. M3 em *A. marinii*. A agregação parasitária é considerada muito importante ecologicamente, tanto como estratégia de preservação da população hospedeira, quanto como facilitadora do encontro entre diferentes populações de uma espécie de parasito (Poulin 1993; Poulin 2007; Poulin 2013; Begon e Townsend 2021). Porém, os fatores que levam a agregação dos parasitos não se encontram muito bem elucidados na literatura (McVinish e Lester, 2020). Matematicamente, a agregação parasitária tende a ser inversamente proporcional à abundância e prevalência, isto é, parasitos muito prevalentes e abundantes tendem a apresentar distribuição mais uniforme (Esch et al. 1990), fato que foi observado no caso das espécies de parasitos anteriormente citadas. Amarante et al. (2015) observaram que peixes com hábito de formar de cardumes apresentaram maiores níveis de agregação parasitária, também como foi observado no presente trabalho. Em escala individual, a alta agregação parasitária pode ter consequências ecológicas significativas para o hospedeiro como mortalidade daqueles altamente infectados / infestado, alta estimulação de resposta imunológica e redução do *fitness*, fertilização cruzada do parasito e aumentando a variabilidade genética dos parasitos (Poulin 2007).

Neste estudo, *B. pectinata* apresentou riqueza e diversidade bem maiores em relação às outras espécies. *Anchoa marinii* se destacou por apresentar maior abundância de parasitos no geral, provavelmente devido à alta infecção por metacercárias, fato comum em hospedeiros intermediários vertebrados de digenéticos, em que altas infecções maximizam a taxa de transmissão e a debilidade do hospedeiro (Esch et al. 2002). Comunidades de animais em geral, quando pouco diversas, tendem a ser menos uniformes e apresentam maior dominância (Begon e

Townsend 2021). Estas relações foram também observadas no presente estudo (veja os dados na Tabela 2).

Cada comunidade componente se apresentou de forma particular de acordo com cada hospedeiro, sendo possível observar essas diferenças tanto de forma qualitativa quanto quantitativa, quando levadas em consideração as análises de similaridade. Os padrões de similaridade entre as infracomunidades de parasitos de acordo com cada espécie de hospedeiro foram um tanto particulares. Os resultados de ANOSIM, todos significativos, mostraram que as comunidades parasitárias de *B. pectinata* estavam mais próximas das de *A. marinii* e *B. aurea*, do que aquelas das outras espécies de peixes. O fato da comunidade de parasitos de *B. pectinata* ter maior similaridade com as de *A. marinii* pode estar relacionado ao hábito desses peixes de formarem cardumes mistos, uma vez que esses peixes compartilham o mesmo ambiente, sendo peixes simpátricos (Araújo et al. 1998; Nelson et al. 2016). Esta premissa é reforçada pelo fato desta similaridade ter sido alavancada por copépodes ectoparasitos que ocorreram exclusivamente em *B. pectinata* e *A. marinii*, a saber, *Ca. itacurusensis* e *No. cresseyi*. Porém, cabe destacar que as prevalências e abundâncias de *No. cresseyi*, foram muito maiores em *B. pectinata*, o que pode ter relação com a especificidade entre parasito e hospedeiro.

Foi notável também a maior similaridade entre as comunidades parasitárias de *B. aurea* e *B. pectinata*, fato que pode corresponder a características biológicas e filogenéticas similares entre esses hospedeiros, em que ambos são congêneres pertencentes à família Alosidae (Wang et al. 2022). Cabe destacar que quando as similaridades entre as infracomunidades de parasitos, de acordo com cada espécie de hospedeiro, foram visualizadas graficamente pelas análises de agrupamento e MDS, ficou clara a sobreposição entre as comunidades de parasitos de *B. aurea* e *B. pectinata*, e o maior distanciamento das comunidades parasitárias de *A. tricolor*. Por fim, as análises gráficas foram fundamentais uma vez que indicaram claramente ausência de sobreposição entre comunidades de parasitos de espécies de peixes, pertencentes a gêneros diferentes. Fato que reforça a teoria de Janovy et al. (1992) sobre a importância do componente filogenético na estrutura da comunidade componente de parasitos.

A transmissão de endoparasitos está associada a diversos fatores, sendo que a presença de hospedeiros susceptíveis ou disponíveis para todos os estágios de desenvolvimento é fundamental (Mackenzie e Abaunza, 1998). Nessa perspectiva, por relações filogenéticas, peixes da ordem clupeiformes podem apresentar tanto similaridades quanto diferenças na composição da dieta, em

diversos níveis. Sendo assim, esta composição da dieta por se relacionar a questões anatômicas e biológicas do hospedeiro, como anatomia bucal, estágio de vida do peixe e a própria disponibilidade de alimento naquela região (Kennish 1990; Chaves e Vendel 2008; Betancur-R et al. 2017). Por fim, por mais que peixes simpátricos estejam sujeitos a fontes de alimento similares, diferentes espécies podem explorar esses recursos de maneiras diferentes, por simples preferências de intes-presa, fato que pode ter influenciado as estruturas das comunidades de parasitos, como mostrado pelos resultados deste estudo.

Os ectoparasitos também tiveram táxons responsáveis pela identificação de alguns hospedeiros. Esses parasitos apresentam ciclo direto, onde sua transmissão é determinada principalmente por condições ambientais e biogeográficas (Sardella e Timi, 2004; Mackenzie e Abaunza, 1998). Alguns autores como Mackenzie & Abaunza (1998) e Tavares & Luque (2004) destacam estes parasitos como bons indicadores biológicos de unidades populacionais, por sua transmissão ocorrer por contato direto entre um hospedeiro infectado para um não infectado, junto ao fato da forma infectante estar presente em uma área e ausente em outra. Por mais que peixes simpátricos possam formar sobreposição de cardumes (Paijman et al. 2019), no Brasil, estudo acerca desse assunto em peixes da ordem Clupeiformes ainda são escassos, levando a uma lacuna sobre o impacto desse comportamento sobre a comunidade de metazoários parasitos destes hospedeiros. *Kuhnia* sp., *Ma. georgei* e *No. cresseyi* foram responsáveis pela identificação de população de *B. pectinata*; *Ma. georgei* apresentou maior dominância. *Kuhnia* sp. e *Ma. georgei* são espécies centrais na comunidade de *B. pectinata*. *Ma. georgei* apareceu na comunidade de *H. clupeola* como espécie rara e na comunidade de *B. aurea* foi espécie central. Importante ressaltar que, os resultados da CDA não apontaram *Ma. georgei* como espécie responsável por identificar a população de *B. aurea*, apontando espécies pouco significativas para a identificação desta população. *Ergasilus* sp. foi responsável pela identificação de população de *A. tricolor*; esse copepoda apresentou maior dominância na comunidade de parasito.

As ADCs com base nos dados quantitativos (abundância) e qualitativos (presença/ausência) discordaram pouco entre si, embora a análise dos dados quantitativos tenha discriminado graficamente as infrapopulações por hospedeiro de maneira mais clara, e análise com base nos dados qualitativos tenha indicado mais táxons de parasitos responsáveis pela identificação da população hospedeira. É interessante notar que algumas das espécies indicadas pela ADC como discriminantes de sua respectiva população hospedeiros (principalmente na análise qualitativa),

apresentou prevalências baixas (< 10%) e ou foram classificadas como espécies satélites dentro de sua comunidade componente. São os casos das larvas de *Pseudoterranova* sp., *Procamallanus* sp. e o hirudíneo não identificado parasitando *B. aurea*, e das larvas de *Anisakis* sp. e *Ca. itacurussensis* parasitando *B. pectinata*. Estes resultados podem indicar que, apesar dessas espécies não serem comuns em suas respectivas comunidades componentes, seja por especificidade parasito-hospedeiro (no caso de ectoparasitos) ou composição de dieta (no caso de endoparasitos), elas contribuíram para a identidade comunitária. Portanto, ao excluir das análises espécies com prevalências menores que 10%, como era costumeiro no passado (veja Bush et al. 1997), é possível que a comunidade parasitária perca sua identidade real. Por isso, recomendamos que todas as espécies sejam incluídas ao menos quando uma análise de discriminante for realizada.

Por outro lado, em relação aos hospedeiros aqui estudados, espécies de parasitos mais comuns e menos generalistas, como é o caso de *Pa. merus* que ocorreu em todas as comunidades componentes de parasitos, exceto aquela de *B. aurea*, ainda podem manter seu poder de discriminar populações de hospedeiros quantitativamente, como este parasito o fez com a população de *A. tricolor*. Daí a importância de se utilizar dados tanto qualitativos quanto quantitativos neste tipo de análise. Poucos parasitos ocorreram em mais de uma comunidade componente, de acordo com a espécie de hospedeiro. Por isso, a maioria se apresentou como bons indicadores de suas populações hospedeiras. Porém, o digenético *My. ecaude* esteve presente em *B. pectinata* e *H. clupeiola*, sendo responsável por discriminar a população deste último devido à prevalência e abundância muito mais altas. Outro caso similar foi em relação ao monogênico *Ma. georgei* que infestou *H. clupeiola*, *B. aurea* e *B. pectinata*, sendo altamente prevalente e abundantes nestes dois últimos, porém com ainda maiores valores em *B. pectinata*. Estes resultados só reforçam as premissas anteriormente discutidas de que o componente ecológico (na concepção de Janovy et al. 1992) da dieta de cada espécie de hospedeiro é um forte determinante na estrutura da comunidade de endoparasitos, e que o componente filogenético (também na concepção de Janovy et al. 1992) é um forte determinante na estrutura da comunidade de ectoparasitos. A ocorrência esporádica de ectoparasitos em mais de uma espécie de peixe, em um padrão enviesado, ou seja, muito presente em uma espécie e pouco presente em outras, pode ser explicado pela formação de cardumes mistos pelos Clupeiformes aqui estudados (Paijmans 2019; Santoro et al. 2020). Indícios apontam que a coevolução parasito-hospedeiro é uma força evolutiva particularmente forte entre os ectoparasitos de peixes (Lei et al. 2024). Adicionalmente, a maior

especificidade de hospedeiros por parte dos ectoparasitos como monogenéticos e copépodes em peixes, se relaciona às especializações morfológicas desses parasitos para fixação em estruturas morfológicas que podem ser exclusivas de uma espécie de hospedeiro quando comparada a outra (Cressey et al. 1983; Whittington et al. 2000).

As comunidades parasitárias no presente estudo foram caracterizadas em geral por baixas diversidades, e assim, baixas uniformidades e altas dominâncias. Grande parte dos táxons de parasitos ocorreu em apenas uma espécie de peixe, esses parasitos podem ser considerados especialistas, já os poucos parasitos que ocorreram em mais de uma espécie podem ser considerados como generalistas, de acordo com a concepção de Holmes (1990). Pela presença de poucos táxons generalistas, as infracomunidades de acordo com os hospedeiros estudados, se sobrepuseram pouco no geral, conforme observado nas análises de MDS e ADC, salvo àquelas de *B. aurea* e *B. pectinata*, nas quais compartilharam mais características comuns. A maior proximidade entre infracomunidades parasitárias de hospedeiros diferentes também se deu pela presença de *Pa. merus*, que provavelmente utiliza um hospedeiro intermediário que é frequentemente consumido por todos os peixes, exceto *B. aurea*. De acordo com Kennedy (1990), as comunidades de parasitos em peixes tendem a ser isolacionistas, fato que pode preservar a capacidade das espécies de serem boas indicadoras de suas populações hospedeiras. Por fim, foi possível observar no presente estudo que, de acordo com a concepção de Janovy et al. (1992) tanto o componente ecológico quanto o filogenético foram importantes na estruturação das comunidades componentes de parasitos.

7 CONCLUSÕES

No presente estudo podemos concluir que as comunidades parasitárias são boas indicadoras das suas populações hospedeiras, estando relacionada a fatores ecológicos e filogenéticos de cada hospedeiro, tanto para infecções por endoparasitos, pela composição da dieta, quanto para infestações por ectoparasitos, por características morfológicas.

Avaliar as comunidades de forma comparativa gerou discussões ecológicas mais robustas, o que contribuiu para o melhor conhecimento acerca dos fatores que moldam as comunidades parasitárias dos hospedeiros estudados. Além disso, o estudo pode agregar para discussões futuras sobre interações parasito-hospedeiro, principalmente da ordem Clupeiformes, a qual abrange peixes comercialmente importantes para o sudeste brasileiro.

8 REFERÊNCIAS

Amarante CFD, Tassinari WDS, Luque JL & Pereira MJS (2015) Fatores associados aos níveis de agregação parasitária em peixes do Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 24(2):174-182.

Amin OM (2013) Classification of the Acanthocephala. *Folia parasitologica* 60(4):273-305.

Anderson RM & Gordon DM (1982) Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology* 85(2):373-98.

Apoliano MLS, Soares FAA & Asano GL (2019) Caracterização da ictiofauna e da pesca artesanal na praia do Iguape, Aquiraz-Ceará. *Arquivo de Ciências do Mar: Fortaleza* 52(2):24-35.

Araújo FG, Cruz-Filho AGD, Azevêdo M CCD & Santos ACDA (1998) Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. *Revista Brasileira de Biologia* 58(3):417-430.

Araújo DF, Peres LG, Yopez S, Mulholland DS, Machado W, Tonhá M & Garnier J (2017) Assessing man-induced environmental changes in the Sepetiba Bay (Southeastern Brazil) with geochemical and satellite data. *Comptes Rendus Geoscience* 349(6-7):290-298.

Baird D & Ulanowicz RE (1989) The seasonal dynamics of the Chesapeake Bay. *Ecological Monographs* 59(4):329-364.

Barber, B., Huntingford, F. A., & Crompton, D. W. T. (1995). The effect of hunger and cestode parasitism on the shoaling decisions of small freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 47(3):524–536.

Barber I, Downey LC & Braithwaite VA (1998) Parasitism, oddity and the mechanism of shoal choice. *Journal of Fish Biology* 53:1365–1368.

Begon M & Townsend CR (2021) Ecology: from individuals to ecosystems. John Wiley & Sons.

Begossi A, Salivonchykd SV, Hallwassc G, Hanazakic N, Lopesc PFM, Silvanoc RAM, Dumaresq D & Pittock J (2019) Fish consumption on the Amazon: a review of biodiversity, hydropower and food security issues. *Brazilian Journal of Biology* 79(2):345-357.

Benicio L, Moreira J & Paschoal F (2022) Community ecology of the metazoan parasites of the Atlantic anchoveta, *Cetengraulis edentulus* (Actinopterygii: Engraulidae) from the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 3:e21034.

Betancur-R R, Wiley EO, Arratia G Acero A, Bailly N, Maiya M, Lecointre G & Ortí G (2017) Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evolutionary Biology* 17(162):1–40.

Biolé FG, Volpedo AV & Thompson GA. 2020. Length-weight and length-length relationship for three marine fish species of commercial importance from southwestern Atlantic Ocean coast. *Lat Am J Aquat* 48:506-513.

Boland, C. R. (2003). An experimental test of predator detection rates using groups of free-living emus. *Ethology* 109(3):209–222.

Bornatowski H, Costa L, Robert MDC & Pina JVD (2007) Hábitos alimentares de tubarões-martelo jovens, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica* 7(1):213-216.

Bose CK (2009) Efficiency of Canonical Discriminant Function versus Mahalanobis Distance in Differentiating Groups: Screening Ovarian Cancer in a Multivariate System Analysis Using Enzyme Markers. *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 8(1):306-315.

Boxshall GA & Halsey SH (2004) An Introduction to Copepod Diversity. London: The Ray Society, 940 p.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM & Shostak AW (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology* 83(4):575-583.

Carvalho J (1950) Engraulídeos brasileiros, do gênero *Anchoa*. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia* 1(2):43-71.

Carvalho-Filho A (1999) *Peixes: costa brasileira*. Ed. Melro Ltda: São Paulo 320p.

Cazorla AL & Forte S (2005) Food and feeding habits of flounder *Paralichthys orbignyanus* (Jenyns, 1842) in Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Hydrobiologia* 549:251-257.

Cervigón F, Cipriani R, Fischer W, Garibaldi L, Hendrickx M, Lemus AJ, Márquez R, Poutiers JM, Robaina G & Rodriguez B (1993) Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome:Italy 513p.

Chaves L & Paschoal F (2020) Community ecology of the metazoan parasites of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818) (Actinopterygii: Clupeidae) from the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 81(2):418-423.

Chaves PT & Vendel AL (2008) Study on feeding habits in estuarine fish (Teleostei) comparatively between salt marshes and mangroves in southern Brazil (Guaratuba Bay). *Revista Brasileira de Zoologia* 25(1):10–15.

Clarke KR & Gorley RN (2006) *PRIMER v6: user manual/tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, UK.

Cohen SC, Justo MCN & Kohn A (2013) *South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles*. Oficina de livros, Rio de Janeiro, 663 pp.

Costa AA (2020) Análise ecológica do modelo adotado pela legislação ambiental brasileira na conservação da ictiofauna autóctone. *Revista Brasileira de Meio Ambiente* 8(2):110-135.

Cressey RF, Collette BB, Russo JL (1983) Copepods and scombrid fishes: a study in host-parasite relationships. *Fish Bull* 81(2):227–266

Croft D, Arrowsmith B, Bielby J, Skinner K, White E, Couzin ID, ... Krause J (2003) Mechanisms underlying shoal composition in the Trinidadian guppy, *Poecilia reticulata*. *Oikos* 100(3):429–438.

Cvikel N, Egert Berg K, Levin E, Hurme , Borissov I, Boonman A, Amichai E & Yovel Y (2014) Bats aggregate to improve prey search but might be impaired when their density becomes too high. *Current Biology* 25(2):206-211.

Da Silva RD, Benicio L, Moreira J, Paschoal F & Pereira FB (2022) Parasite communities and their ecological implications: comparative approach on three sympatric clupeiform fish populations (Actinopterygii: Clupeiformes), off Rio de Janeiro, Brazil. *Parasitology Research* 121(7):1937-1949.

DE Wysiecki AM, Milessi AC, Wiff R & Jaureguizar AJ (2018) Highest catch of the vulnerable broadnose sevengill shark *Notorynchus cepedianus* in the south-west Atlantic. *Journal of Fish Biology* 92(2):543-548.

Dohoo IE, Martin W & Stryhn HE (2003) *Veterinary epidemiologic research*. Charlottetown, P.E.I.: University of Prince Edward Island: Canada 68(2005): 289-292.

Dugatkin LA, FitzGerald GJ & Lavoie J (1994) Juvenile three-spined sticklebacks avoid parasitized conspecifics. *Environmental Biology of Fishes* 39(2):215–218.

Esch GW, Barger MA & Fellis KJ (2002) The transmission of digenetic trematodes: style, elegance, complexity. *Integrative and comparative biology* 42(2): 304-312.

Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC (2006) *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª Ed. Eduem, Maringá.

Fao (2018) Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura 2018 - Cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Roma 1–210.

Figueiredo JL & Menezes NA (1978) Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). São Paulo, Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia.

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2024. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2024).

George-Nascimento M & Marin S (1992) Efecto de dos especies hospedadoras, el lobo fino austral *Arctocephalus australis* (Zimmerman) y el lobo marino común *Otaria byronia* (Blainville)(Carnivora; Otariidae), sobre la morfología y la fecundidad de *Corynosoma* sp.(Acanthocephala; Polymorphidae) en Uruguay. *Revista Chilena de Historia Natural* 65:183-193.

Gibson DI, Jones A & Bray RA (2002) *Keys to the Trematoda*, Volume 1. London: CABI Publishing, 544p.

Gower JC, Le Roux NJ & Gardner-Lubbe S (2014) The canonical analysis of distance. *Journal of classification* 31:107-128.

González M, Acuña E & Oliva ME (2001) Metazoan parasite fauna of the bigeye flounder, *Hippoglossina macrops*, from northern Chile. Influence of host age and sex. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 96:1049-1054.

Guidelli GM (2006) Comunidades parasitárias em espécies de peixes congênicas de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) Universidade Estadual de Maringá:Maringá.

Hechinger RF & Lafferty KD (2005) Host diversity begets parasite diversity: bird final hosts and trematodes in snail intermediate hosts. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272(1567):1059-1066.

Holmes JC (1990) Helminth communities in marine fishes. In: Esch G, Bush A, Aho J (eds) *Parasite communities: patterns and processes*. Chapman and Hall, New York, pp 101–130.

Isaac VJ, Martins AS, Haimovici M & Andriguetto-Filho JM (2006) A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Belém: UFPA pp 11-40.

Janovy JJ, Clopton RE, & Percival TJ. (1992). The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasite species assemblages. *The Journal of parasitology* 78(4):630-640.

Jézéquel C, Tedesco PA, Darwall W, Dias MS, Frederico FG, Hidalgo M, Hugueny B, Maldonado-Ocampo J, Martens K, Ortega H, Torrente-Vilara G, Zuanon J & Oberdorff R (2020) Freshwater fish diversity hotspots for conservation priorities in the Amazon Basin. *Conservation biology* 34(4):956-965.

Jones A, Bray RB & Gibson DI (2005) *Keys to the Trematode, Volume 2*. London:CABI Publishing.768 p.

Kennish MJ (1990) *Ecology of estuaries*. Boston, CRC Press, 391p

Khallil LF, Jones A & Bray RA (1994) *Key to the Cestodes of vertebrates* Wallingford: CAB International. 751p.

Knoff M et al. (2013) *Helminhos com potencial zoonótico*. GC PAVANELLI, RM TAKEMOTO and JC EIRAS org. *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: Eduem, pp. 17-35.

Lafferty KD, Allesina S, Arim M, Briggs CJ, De Leo G, Dobson AP, ... & Thielges DW (2008) Parasites in food webs: the ultimate missing links. *Ecology letters* 11(6); 533-546.

Lafferty KD (2013) Parasites in marine food webs. *Bull Mar Sci* 89(1):123–134.

Lei HP, Jakovlić I, Zhou S, Liu X, Yan C, Jin X, Wang B, Li WX, Wang GT & Zhang D (2024) Geography, phylogeny and host switch drive the coevolution of parasitic Gyrodactylus flatworms and their hosts. *Parasites Vectors* 17(1):42. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-06111-6>

Lorenzo MI, Defeo O, Moniri NR & Zylich K (2015) Fisheries catch statistics for Uruguay. Fisheries Centre: Working Paper 25:1-6.

Luque JL, Vinas RA, Paraguassú AR & Alves DR (2000) Metazoários Parasitos das sardinhas *Sardinella brasiliensis* e *Harengula clupeiola* (Osteichthyes, Clupeidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Universidade Rural--Serie Ciencias da Vida* 22:71-76.

Luque JL, Aguiar JC, Vieira FM, Gibson DI & Santos CP (2011). Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa* 3082(1):1–88.

Macgowan MF & Berry FH (1983) Clupeiformes: Development and relationships. In ontogeny and systematics of fishes-Ahlstrom Symposium. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, California 08-126. (Livro) N. 1.

Mackenzie K & Abaunza P (1998) Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. *Fisheries Research* 38(1):45–56.

Magurran AE (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing:Oxford.

Marcogliese DJ (2004) Parasites: small players with crucial roles in the ecological theater. *EcoHealth* 1(2):151-164.

McVinish, R., & Lester, R. J. (2020). Measuring aggregation in parasite populations. *Journal of the Royal Society Interface*, 17(165): 20190886.

Menezes NA, Buckup PA, de Figueiredo JL & de Moura RL (Eds.) (2003) Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Moravec F (1998) Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region. *Academia* 464p.

Anderson RC, Chabaud AG & Willmott S (Eds.) (2009) Keys to the nematode parasites of vertebrates: archival volume. Cabi.

Moreira J, Paschoal F, Cezar AD & Luque JL (2015) Community ecology of the metazoan parasites of Brazilian sardinella, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) (Actinopterygii: Clupeidae) from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75(3):736-741.

Nelson JS, Grande TC & Wilson MVH (2016) *Peixes do Mundo*. John Wiley & Filhos.

Norbis W & Galli O. (2004). Feeding habits of the flounder *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1842) in a shallow coastal lagoon of the southern Atlantic Ocean: Rocha, Uruguay. *Ciencias Marinas* 30(4): 619-626.

Oksanen J, Blahncet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'hara RB, Simpsom GL, Solymos P, Stevens MHH & Wagner HH (2020) *Vegan: Community Ecology Package*. R Package Version. 2.0-10. Publicação eletrônica da internet: www.vegan.r-forge.r-project.org. Acesso em 23/06/2021.

Ortiz M, Rocha ME & Posada JM (1996) Food habits of the sympatric fishes *Harengula humeralis* and *H. clupeola* (Clupeidae) in the Archipélago de Los Roques National Park, Venezuela. *Oceanographic Literature Review* 12(43): 1245.

Pacala SW & Dobson AP (1988) The relation between the number of parasites/host and host age: population dynamic causes and maximum likelihood estimation. *Parasitology* 96(1):197-210.

Paijmans KC, Booth DJ & Wong MYL (2019) Towards an ultimate explanation for mixed-species shoaling. *Fish and Fisheries* 20(5): 921-933.

Poulin R & FitzGerald G (1989) Shoaling as an anti-ectoparasite mechanism in juvenile sticklebacks (*Gasterosteus* spp.). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 24(4): 251–255.

Poulin R (1993) The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International journal for parasitology* 23(7): 937-944.

Poulin R (1999) The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? *International journal for parasitology* 29(6):903-914.

Poulin R & Morand S (2000) The diversity of parasites. *The quarterly review of biology* 75(3):277-293.

Poulin R (2006) Variation in infection parameters among populations within parasite species: intrinsic properties versus local factors. *International Journal for Parasitology* 36: 877–885.

Poulin R (2007) *Ecologia evolutiva de parasitas*, 2^a ed. Princeton, NJ:Princeton University Press.

Poulin R (2013) Explaining variability in parasite aggregation levels among host samples. *Parasitology* 140(4); 541-546.

Poulin R & Kamiya T (2015) Parasites as biological tags of fish stocks: a meta-analysis of their discriminatory power. *Parasitology*, 142(1): 145-155.

Pozzobon APB, Gonçalves PR, Anderson JD, Rocha LA, de Astarloa JMD & Di Dario F (2021) Phylogenetic relationships, genetic diversity and biogeography of menhadens, genus *Brevoortia* (Clupeiformes, Clupeidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 160:107108.

Prisco AR, De La Rosa SB & Astrarloa JMDD (2001) Feeding ecology of flatfish juveniles (Pleuronectiformes) in Mar Chiquita coastal lagoon (Buenos Aires, Argentina). *Estuaries* 24(6A):917-925.

R Development Core Team R: a language and environment for statistical computing. Austria, Vienna, 2020.

RStudio Team RStudio: integrated development environment for R. Massachusetts, USA, 2020

Sánchez MF (1989) Características morfológicas del aparato digestivo y espectro trófico de la Saraca (*Brevoortia aurea*, Clupeiformes, Pisces). *Physis* 47:21-33.

Santoro M, Iaccarino D & Bellisario B (2020) Host biological factors and geographic locality influence predictors of parasite communities in sympatric sparid fishes off the southern Italian coast. *Scientific Reports* 10(1):13283.

Santos RG, Pinheiro HT, Martins AS, Riul P, Bruno SC, Janzen FJ & Ioannou CC (2016) The anti-predator role of within-nest emergence synchrony in sea turtle hatchlings. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1834): 20160687.

Škrabánek P, Marek J & Pozdílková A (2021) Boscovich fuzzy regression line. *Mathematics*, 9(6): 685.

Sardella NH & Timi JT (2004) Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea: population and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. *Journal of Fish Biology*, 65(6):1472-1488.

Sierra LM (1988) Peculiaridades de la alimentación de la sardina de ley, *Harengula humeralis* (Cuvier, 1829), en la región oriental del Golfo de Batabano, Cuba. Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Oceanología, Habana, Cuba. No. 69(12):1-31.

Silva MA & Araújo FG (2000) Distribution and relative abundance of anchovies (*Clupeiformes-Engraulididae*) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Paraná 43(4):379-385.

Taylor JC & Rand PS (2003) Spatial overlap and distribution of anchovies (*Anchoa* spp.) and copepods in a shallow stratified estuary. *Aquatic Living Resources* 16(3):191-196.

Tavares LER, Luque JL & Bicudo AJA (2004) Metazoan parasites of Brazilian menhaden *Brevoortia aurea* (Spix & Agassiz, 1829) (Osteichthyes: Clupeidae) from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 64(3a):553-554.

Tavares LER, Luque JL & Bicudo AJA (2005) Community ecology of metazoan parasites of the anchovy *Anchoa tricolor* (Osteichthyes: Engraulidae) from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 65:533-540.

Tavares LER (2006). Composição e estrutura das comunidades de metazoários parasitos de *Aspistor luniscutis* e *Genidens barbatus* (Osteichthyes: Ariidae) e *Anchoa marinii* e *A. tricolor* (Osteichthyes: Engraulididae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Verba JT, Pennino MG, Coll M & Lopes PF (2020) Assessing drivers of tropical and subtropical marine fish collapses of Brazilian Exclusive Economic Zone. *Science of the Total Environment* 702:134940.

Wang, Q, Dizaj LP, Huang J, Sarker KK, Kevrekidis C, Reichenbacher B, ... & Li C (2022) Molecular phylogenetics of the *Clupeiformes* based on exon-capture data and a new classification of the order. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 175: 107590.

Warton DI & Hui FKC (2011) The arcsine is asinine: the analysis of proportions in ecology. *Ecology* 92(1):3-10.

Weber TC, Peña H & Jech JM (2009) Consecutive acoustic observations of an Atlantic herring school in the Northwest Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 66(6): 1270–1277.

Whittington ID, Cribb BW, Hamwood TE, Halliday JA (2000) Hostspecificity of monogenean (platyhelminth) parasites: a role for anterior adhesive areas? *Int J Parasitol* 30(3):305–320. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(00\)00006-0](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(00)00006-0)

Whitehead PJ Nelson GJ & Wongratana T (1988) *FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupecoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies, and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae.*

Whitehead PJP (1985) *FAO species catalogue, Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1-Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fish. Synop 125:303.*

Winik S, Carneiro MH & Mendonça JT (2007) Alimentação da Guaivira *Oligoplites saliens* (BLOCH, 1793) (Perciformes: Caranidae) proveniente da pesca na região de Cananéia-SP. *Sér. Relat. Téc. São Paulo*, 27, 6p.

Zander CD, Reimer LW, Barz K, Dietel G & Strohbach U (2000) Dieter et al. Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea) II. Guild communities, with special regard to snails, benthic crustaceans, and small-sized fish. *Parasitology Research* 86:359-372.

Zar JH (2014) Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River. *Biostatistical analysis. 5th Edition.*

Zeineddine GC, Barrella W, Rotundo M & Ramires M (2022) A pesca de iscas-vivas no Arquipélago de Fernando de Noronha (PE-Brasil). *Scientia Plena* 18(1):018001.

9 PRODUÇÕES CIENTÍFICAS

Resumos em anais de congressos

Benicio, Luana; Lopes, J. ; Couto, J. V. ; Paschoal, F. ; Pereira, F. B. Novos dados morfológicos de *Colobomatus belizensis* cressey & schotte, 1983 (copepoda: philichthyidae) parasito de *Haemulon plumierii* (lacepède, 1801) (actinopterygii: haemulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. in: xvii Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos, 2023, Belo Horizonte. livro de resumos, 2023.

Benicio, Luana; Couto, J. V. ; Pontes, A. J. ; Paschoal, F. ; Pereira, F. B. Primeiro registro de *Hatscekiia exigua* pearse, 1951 (copepoda: hatschekiidae) parasito de *Holocentrus adscenionis* osbeck, 1765 (actinopterygii: holocentridae) no litoral de fortaleza, estado do ceará, brasil. in: xvii Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos, 2023, Belo Horizonte. livro de resumos, 2023.

Benicio, Luana; Couto, J. V. ; Luque, J.; Paschoal, F. ; Pereira, F. B. Comunidade de metazoários parasitos em *Brevoortia pectinata* (actinopterygii: alosidae), na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. 2023. (apresentação de trabalho/congresso).

Lorena, A.; Benicio, Luana; Couto, J. V.; Pereira, F. B. Caracterização morfológica e genética de *Brevimulticaecum* sp. parasitando jacaré do pantanal *Caiman yacare* (crocodylia, alligatoridae), no município de Corumbá - Mato Grosso do Sul. 2022. (apresentação de trabalho/simpósio).

Artigos Científicos

Artigo submetido a Annals of the Brazilian Academy of Sciences intitulado “First assessment of the metazoan parasite community of the Argentine menhaden *Brevoortia pectinata* (Jenyns, 1842) (Clupeiformes: Alosidae) off Rio de Janeiro, Brazil” Luana Benicio; Fabiano Paschoal & Felipe B. Pereira. (2024).