



MARINHA DO BRASIL
INSTITUTO DE ESTUDOS DO MAR ALMIRANTE PAULO MOREIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA MARINHA

IGOR AMAURI BORGES PEREIRA

LIXO MARINHO COMO VETOR DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES
EXÓTICAS

ARRAIAL DO CABO

2025

IGOR AMAURI BORGES PEREIRA

**LIXO MARINHO COMO VETOR DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES
EXÓTICAS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Estudos do Mar
Almirante Paulo Moreira e à Universidade Federal Fluminense,
como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Biotecnologia Marinha.

Orientador: Dr. Ricardo Coutinho

Coorientadora: Dra. Luciana Altvater

ARRAIAL DO CABO

2025

Biblioteca do IEAPM

P4361 Pereira, Igor Amauri Borges
Lixo marinho como vetor de dispersão de espécies
exóticas / [por] Igor Amauri Borges Pereira.-- 2025.
48 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Ricardo Coutinho
Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Marinha) -
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
e Universidade Federal Fluminense - IEAPM/UFF, Programa
Associado de Pós-Graduação em Biotecnologia Marinha,
Arraial do Cabo, 2025.

Inclui bibliografias.

1. Bioincrustação. 2. Lixo marinho. 3. Dispersão.
I. Coutinho, Ricardo. II. Instituto de Estudos do Mar
Almirante Paulo Moreira. III. Universidade Federal
Fluminense. IV. Título.

CDD: Ed. 22 -- 660.6

IGOR AMAURI BORGES PEREIRA

**LIXO MARINHO COMO VETOR DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES
EXÓTICAS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira e a Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia Marinha.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Coutinho (Orientador)

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Prof. Dr. Flávio da Costa Fernandes (Membro Interno)

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Prof. Dr. Júlio César Monteiro (Membro Externo)

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Prof. Dr. José Eduardo Arruda Gonçalves (Membro Externo)

FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa

Dra. Luciana Vicente Resende de Messano (Suplente)

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Arraial do Cabo, 29 de julho de 2025

Dedico este trabalho ao grande amor da minha vida, à minha mãe Wânia (*in memoriam*). Sempre deixava claro para ela:

“Aqui estão os loucos. Os desajustados. Os rebeldes. Os encrequeiros. Os que fogem ao padrão. Aqueles que veem as coisas de um jeito diferente. Eles não se adaptam as regras, nem respeitam o status quo.

Você pode citá-los ou achá-los desagradáveis, glorificá-los ou desprezá-los. Mas a única coisa que você não pode fazer é ignorá-los. Porque eles mudam as coisas. Eles empurram adiante a raça humana.

E enquanto alguns vêem como loucos, nós os vemos como gênios. Porque as pessoas que são loucas o bastante para pensarem que podem mudar o mundo são as únicas que realmente pode fazê-los.”

Jack Kerouac

AGRADECIMENTOS

Desde já, dedico este trabalho e agradeço, em primeiro lugar no universo, à minha pessoa favorita que se foi tão cedo: minha eterna mãe, Wânia (*in memorian*). Te encontrarei em breve, meu grande amor!

Agradeço imensamente a Deus. Sem Ele, nada seria de mim e deste trabalho!

Aos 7 anos de idade, fui diagnosticado com um tumor e perdi mais de 70% da audição. Desde então, fui muitas vezes visto como alguém “diferente”, alguém que talvez não progredisse na vida em vários aspectos. Por tudo que passei, me considero sobrevivente. Então, agradeço profundamente aos meus pais por me mostrarem que existem outras formas de viver, que não nos devemos abrir mão de nossa essência e que cada um pode construir sua própria história. Um dia, você pode, inclusive, se tornar referência para alguém. Então, obrigado, pai (Beto) e mãe (*in memorian*), por apoiarem a minha caminhada, por serem minhas inspirações e por acreditarem em mim.

Ao ser que me tornei, agradeço à minha família, além dos meus pais, à minha avó Wilma, irmã e primas-irmãs Isabelli, Dielli e Maria Eduarda, minhas tias Ana Lúcia e Mariza, e meus sobrinhos Gabriel e Ana Júlia, por construírem e lapidarem quem sou. Serei eternamente grato. Agradeço em especial à minha avó Wilma, que ainda hoje está ao meu lado nessa luta diária. Amo vocês!

Agradeço fielmente aos meus melhores amigos de infância e escudeiros: Erlaine, Lais e Lucas Júnior. São mais de 15 anos vivenciando e mergulhando em todas as aventuras um do outro. Amo vocês!

Como parte da minha jornada, os animais e a natureza se tornaram meu refúgio, minha conexão com algo maior, que me permite esquecer ou diminuir toda a dor que sinto. Dessa forma, a Biologia me escolheu. Fui trilhando esse caminho na faculdade, sendo reconhecido e evoluindo. Assim agradeço à minha mãe científica, Cristiane Fiori, por sempre ter acreditado em mim e por mostrar o meu potencial de ir além. Amo você!

Após a faculdade, resolvi me aventurar em mais um ciclo: o mestrado. O meu gigante obrigado ao Dr. Ricardo Coutinho por ter aceitado me orientar e compartilhar comigo todo o seu conhecimento. Agradeço também à Luciana Altvater por me guiar e dedicar o seu tempo para me ensinar com tanta generosidade. Gostaria também de expressar a minha gratidão aos professores e especialistas que me acompanharam nessa trajetória.

Mais uma vez, conheci pessoas incríveis, e quero agradecer em especial à Mariana Hempel. Você se tornou minha inspiração na pesquisa e na biotecnologia marinha. Não tenho

palavras para descrever o quanto foi essencial e paciente, além de ter acompanhado toda a minha jornada no mestrado. Amo você!

Por fim, não posso deixar de agradecer aos amigos que a faculdade, os estágios e os trabalhos me trouxeram, e que permanecem comigo até hoje. Amo cada um de vocês!

Finalizo este agradecimento e, mais uma vez, dedico à minha eterna mãe, que, mesmo em outro plano, continua me dando força e apoio, fazendo com que a luz que existe em mim continue a brilhar. Obrigado. Amo você pra sempre!

RESUMO

As espécies exóticas são aquelas que foram introduzidas, de forma direta ou indireta pelas ações antrópicas, em ambientes diferentes de sua distribuição natural. Por não serem nativas, essas espécies podem causar a perda da diversidade biológica no local onde foram introduzidas, além de prejudicar a saúde humana, as atividades sociais e econômicas. Um dos vetores de introdução de espécies é o *rafting* (jangada), que consiste no transporte passivo de organismos em materiais flutuantes, como o lixo marinho. Quando à deriva nos oceanos, esses resíduos – plástico, madeira, isopor, borracha, metal, tecido, vidro, papel e lixo orgânico – podem, servir de substrato para fixação de diversos organismos, como briozoários, moluscos, crustáceos, hidrozoários, poliquetas, algas, entre outros. Neste estudo foi avaliada a presença de espécies exóticas na bioincrustação de resíduos coletados em seis praias da Região dos Lagos entre novembro e dezembro de 2022. O material coletado foi analisado no laboratório e as espécies foram identificadas ao menor taxonômico possível. Ao todo foram coletados 600 resíduos sólidos, dos quais 98 resíduos de plástico, metal e tecido com a presença de epibiontes. O plástico foi o material predominante, presente em 97% das amostras. Quanto aos organismos incrustantes foram registrados 163 espécimes, com destaque para o Filo Bryozoa, que foi o mais representativo. Em relação aos status das espécies, foram registradas 9 espécies nativas, 4 espécies criptogênicas, 7 espécies exóticas, sendo 5 estabelecidas e 2 invasoras (*Megabalanus coccopoma* e *Saccostrea* cf. *cucullata*) para o Brasil. Devido ao alto grau de degradação de alguns resíduos, não foi possível identificar todos os organismos encontrados. Os resultados indicaram que o lixo marinho pode ser um importante vetor de dispersão de espécies incrustantes, contribuindo significativamente para o transporte de espécies exóticas. A implementação de medidas mitigadoras para reduzir a quantidade de lixo presentes nas praias da Região dos Lagos mostra-se fundamental, tendo em vista o papel dos resíduos marinhos como vetores de dispersão de espécies exóticas. Tais medidas devem ser integradas a programas contínuos de Educação Ambiental, capazes de promover mudanças comportamentais e fortalecer a conscientização da população local dos visitantes. Ao limitar o aporte de substratos artificiais flutuantes no ambiente marinho, essas ações contribuem diretamente para a diminuição do processo de *rafting* biológico, reduzindo, assim, os riscos associados à introdução e ao estabelecimento de espécies exóticas nas regiões costeiras.

Palavras-chaves: Bioincrustação; lixo marinho; dispersão; vetor de transporte; espécies exóticas; praias; *rafting*.

ABSTRACT

Exotic species are those that have been introduced, directly or indirectly by anthropic actions, in environments different from their natural distribution. Because they are not native, these species can cause the loss of biological diversity in the place where they were introduced, in addition to harming human health, social and economic activities. One of the vectors for the introduction of species is rafting, which consists of the passive transport of organisms in floating materials, such as marine litter. When adrift in the oceans, these residues – plastic, wood, styrofoam, rubber, metal, fabric, glass, paper and organic waste – can serve as a substrate for the fixation of various organisms, such as bryozoans, mollusks, crustaceans, hydrozoans, polychaetes, algae, among others. In this study, the presence of exotic species in the biofouling of waste collected on six beaches in the Região dos Lagos between November and December 2022 was evaluated. The collected material was analyzed in the laboratory and the species were identified to the lowest possible taxonomic level. In all, 600 solid waste were collected, of which 98 were plastic, metal and fabric with the presence of epibionts. Plastic was the predominant material, present in 97% of the samples. As for the encrusting organisms, 163 specimens were recorded, with emphasis on the Phylum Bryozoa, which was the most representative. Regarding the status of the species, 9 native species, 4 cryptogenic species, 7 exotic species, 5 established and 2 invasive (*Megabalanus coccopoma* and *Saccostrea cf. cucullata*) were recorded for Brazil. Due to the high degree of degradation of some residues, it was not possible to identify all the organisms found. The results indicated that marine litter can be an important vector for the dispersion of encrusting species, contributing significantly to the transport of exotic species. The implementation of mitigating measures to reduce the amount of garbage present on the beaches of the Região dos Lagos is fundamental, in view of the role of marine debris as vectors for the dispersion of exotic species. Such measures should be integrated into ongoing Environmental Education programs, capable of promoting behavioral changes and strengthening the local population's awareness of visitors. By limiting the contribution of floating artificial substrates in the marine environment, these actions directly contribute to the reduction of the biological rafting process, thus reducing the risks associated with the introduction and establishment of exotic species in coastal regions.

Keywords: Biofouling; Marine litter; Dispersal; Transport vector; Species Exotics; Beaches; *Rafting*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa geográfico das praias da Região dos Lagos (RJ).

Figura 2: Mapa por satélite das praias da Região dos Lagos (RJ).

Figura 3: Praia da Vila - Saquarema (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Figura 4: Praia Grande - Arraial do Cabo (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Figura 5: Praia do Foguete – Cabo Frio (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Figura 6: Praia Rasa - Armação de Búzios (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Figura 7: Praia Mar do Norte – Rio das Ostras (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Figura 8: Praia dos Cavaleiros - Macaé (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Figura 9: Delineamento amostral.

Figura 10: Tapete com as amostras triadas.

Figura 11: Exemplo da planilha com o registro do lixo marinho da Praia do Foguete - Cabo Frio.

Figura 12: Exemplo da planilha com o registro do lixo marinho da Praia do Foguete - Cabo Frio.

Figura 13: Proporção de resíduos sólidos coletados por tipo de material nas praias amostradas.

Figura 14: Quantidade de resíduos sólidos com presença e ausência de epibiontes nas praias amostradas.

Figura 15: Quantidade de lixo coletado com e sem epibiontes, por tipo de material.

Figura 16: Flutuabilidade dos resíduos sem epibiontes coletados nas praias.

Figura 17: Flutuabilidade dos resíduos com epibiontes coletados nas praias.

Figura 18: Flutuabilidade dos itens na ausência e na presença de epibiontes da Praia da Vila e Praia Grande.

Figura 19: Flutuabilidade dos itens na ausência e na presença de epibiontes da Praia do Foguete, Praia Rasa, Praia Mar do Norte e Praia dos Cavaleiros.

Figura 20: Número de táxons por localidade.

Figura 21: Organismos degradados ou quebrados em partes.

Figura 22: Tubos de poliquetas (*Hydroides* sp.) e briozoário (*Celleporella* sp.) em simbiose com uma ostra juvenil (*Ostrea* sp.).

Figura 23: *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) – Espécie invasora encontrada na Praia da

Vila.

Figura 24: Espécies de cracas exóticas: A) *Amphibalanus improvisus*; B) *Amphibalanus amphitrite*; C) *Balanus trigonus*.

Figura 25: Espécies de moluscos exóticos: A) *Saccostrea* cf. *cucullata* (espécie invasora encontrada na Praia Rasa); B) *Perna perna*;

Figura 26: Espécie de briozoário exótico: *Catenicella contei*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de vetores e descrição.

Tabela 2: Categorias do tamanho de lixo no mar.

Tabela 3: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia da Vila, Saquarema – RJ.

Tabela 4: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia Grande, Arraial do Cabo – RJ.

Tabela 5: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia do Foguete, Cabo Frio – RJ.

Tabela 6: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia Rasa, Armação de Búzios – RJ.

Tabela 7: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia Mar do Norte, Rio das Ostras – RJ.

Tabela 8: Número de espécies por status de cada praia.

Tabela 9: Presença de táxons identificados por localidade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3. HIPÓTESE	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Área de estudo	20
4.2 Amostragem em campo.....	27
4.3 Triagem do material	28
4.4 Análises das amostras	31
5. RESULTADOS	34
6. DISCUSSÃO	54
7. CONCLUSÃO	78
8. REFERÊNCIAS	79

1. INTRODUÇÃO

A bioincrustação marinha é um processo de colonização ou crescimento de organismos invertebrados em materiais produzidos pelo homem (lixo, plataforma, cascos de navios, bóias, etc) ou materiais da própria natureza (rochas e organismos maiores) em ambientes cobertos pela água (Da Gama, Pereira & Coutinho, 2009). Esse fenômeno pode facilitar a dispersão de espécies não-nativas, que, segundo Simberloff *et al.* (2013), são aqueles organismos que foram introduzidas em um determinado ambiente fora de sua distribuição natural de forma direta e indireta por ações antrópicas. Nesse contexto, o *biofouling* atua como um vetor importante para a introdução e estabelecimento dessas espécies em novos ecossistemas marinhos, contribuindo significativamente para os impactos ecológicos associados à presença de espécies não-nativas.

As espécies consideradas exóticas podem ser divididas em quatro formas: contida, detectada, estabelecida e invasora (Lopes e Villac, 2009). A espécie exótica contida é aquela que está presente apenas em um substrato artificial controlado e fora do meio natural. A espécie considerada detectada é aquela encontrada e registrada no ambiente natural, mas sem apresentar impactos na comunidade nativa, ou seja, sem o aumento da sua abundância e dispersão. A espécie exótica quando estabelecida é aquela que consegue se dispersar para novos ambientes com ciclo de vida completo, depois de se estabelecer no novo ambiente e apresenta aumento populacional ao longo do tempo sem apresentar impactos ecológicos e socioeconômicos. Por último, a espécie invasora é quando causa impactos na comunidade de forma ecológica, ambiental, socioeconômico e no bem-estar humano, além de causar prejuízos, estar fora de sua distribuição original e afetar espécies nativas em determinadas regiões (Lopes & Villac, 2009; Xavier, 2018; Teixeira, 2022; Póvoa *et al.*, 2025).

A bioinvasão, considerada uma das maiores ameaças nos ambientes marinhos e costeiros, consiste na entrada de organismos não-nativos em um novo ambiente, seja de forma intencional ou acidental. Essa introdução é considerada um tipo de poluição biológica e um dos maiores motivos para a perda da biodiversidade, ficando atrás apenas da destruição de habitat (Klöh, 2011; IUCN, 2017). É importante ressaltar que a invasão de espécies não-nativas não ocasiona apenas a redução das espécies nativas, como geram outros impactos ecológicos, tais como, predação de espécies nativas, competição, hibridização com as espécies nativas, liberação de substâncias tóxicas, alterações nas cadeias alimentares e teias tróficas (Berman *et al.*, 1992; Huxel, 1999; Teixeira, 2022; Stanski, Boos & Pinheiro, 2022).

Essas invasões biológicas não são apenas oriundas das bioincrustações de embarcações marítimas, podendo ainda ser introduzidas e dispersas por outros vetores, como a aquicultura, transporte marítimo, lixo marinho, entre outros (Freire & Marafon, 2018) (tabela 1).

Tabela 1: Tipos de vetores e descrição.

VETORES	DESCRIÇÃO
Transportes marítimos e embarcações de recreação	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos da bioincrustação; • Água de lastro; • Pesca; • Organismos utilizados como iscas.
Plataformas	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos da bioincrustação; • Água de lastro.
Maricultura	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos soltos de forma acidental ou intencional; • Comercialização.
Aquariofilia	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos soltos de forma acidental ou intencional; • Organismos como modelo de exposição; • Descarte incorreto da água.
Pesca	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos soltos de forma acidental ou intencional; • Organismos utilizados como iscas; • Organismos presos em apetrechos de pesca.
Lixo marinho	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos transportados em materiais feito pelo homem; • <i>Rafting</i>; • Gestão inadequada; • Falta de Educação Ambiental; • Descarte incorreto do lixo.

O termo lixo marinho foi cunhado nos Estados Unidos durante a década de 70, quando a expressão “marine litter” ou “marine debris” passou a ser referenciado para definir os resíduos que estavam sendo encontrados em grandes quantidades nos ambientes marinhos (Turra *et al.*, 2020). Portanto, de acordo com a ONU, o lixo no mar é definido como todo o resíduo sólido de origem humana, seja gerado, processado, utilizado, descartado, perdido na terra ou no mar que entra no ambiente marinho, e é incluído também resíduos encontrados flutuando ou no fundo do mar (Coe & Rogers, 1997; Turra *et al.*, 2020).

Jambeck *et al.* (2015), afirmam que cerca de 80% do lixo presente no mar são oriundos das atividades terrestres, como turismo, indústrias, descarte incorreto e a gestão inadequada de entes governamentais. Enquanto 20% tem origem marinha, como as plataformas marítimas, navegação para transporte de cargas e pesca.

Os tipos de resíduos provenientes das atividades terrestres e marinhas podem persistir por um longo tempo no ambiente marinho, vindo a impactar em vários setores. Esse comportamento irá variar de acordo com as intempéries impostas das condições ambientais,

sendo elas, a exposição ao sol, a temperatura, os agentes abrasivos (areia e sal) e a força das marés e ondas (Cheshire *et al.*, 2009; Neto, Silva & Bittencourt, 2016).

A composição do lixo encontrado varia de acordo com os tamanhos (tabela 2) e é constituída de plásticos, metais, vidros, tecidos, apetrechos de pesca, bitucas de cigarros, madeira e borracha (Watkins & Brink, 2017).

Tabela 2: Categorias do tamanho de lixo no mar.

TAMANHO DE LIXO NO MAR				
NANO	MICRO	MESO	MACRO	MEGA
(< 0,1mm)	(0,1mm – 0,5cm)	(0,5cm – 2,5cm)	(2,5cm < 1m)	(> 1m)

Conforme a disponibilidade do lixo no ambiente marinho, ele pode ser denominado de *rafting* (jangada) no qual é considerado um vetor de transporte com alto potencial de dispersão das espécies não-nativas e incrustantes (Carlton & Fowler, 2018). A “jangada” de lixo marinho inclui a presença de detritos plásticos e outros materiais flutuantes, bem como madeira, isopor, borracha, metal, tecido, vidro, papel e lixo orgânico de diversos tamanhos e quando em deriva nos oceanos, se tornam moradias de organismos (Carlton *et al.*, 2017; Maia & Dutra, 2023). Os organismos que podem incrustar o lixo marinho incluem briozoários, moluscos, crustáceos (cirripédios), cnidários, poliquetas e algas (Schiesari *et al.*, 2003; Silva, Calazans & Souza, 2009; Rech, 2018). Barnes (2002) e Araújo & Costa (2003) afirmaram que o lixo começou a ser notoriamente importante no entendimento de bioinvasões marinhas a partir do ano de 1990 com a crescente globalização.

Nesse cenário, uma determinada região quando poluída pelo lixo pode facilitar a colonização e abundância de organismos exóticos, sejam em lixo de superfícies lisas ou ásperas (Prentis *et al.*, 2008; Rech *et al.*, 2020).

Esses resíduos acumulados quando dispostos em praias são carregados pelas ações das marés, ventos e ondas, ficando a deriva pelos oceanos e encalhando em outras regiões praianas (Purca & Henostroza, 2017). Esse deslocamento marinho e o período de tempo, de acordo com os autores Laist (1987) e Lewis *et al.* (2005), fazem com que esses elementos se concentrem entre as massas de água, no centro dos giros oceânicos e se movimentem junto com ventos e circulações marinhas, se transportando passivamente e fornecendo um ambiente propício para a fixação de algumas espécies. Dessa forma, o lixo marinho pode servir como um vetor de transporte, substrato, dispersão e introdução de espécies incrustantes (sejam nativas ou exóticas) para ambientes fora da sua distribuição original (Gall & Thompson, 2015; Browne *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o material flutuante por curto ou longo período no oceano, passa a ser local para o estabelecimento de larvas de um ou mais organismo. Os estrategistas ‘R’ possuem

mecanismos anatômicos afim de garantir a perpetuação da espécie, sendo estes o desenvolvimento rápido de maturação sexual, crescimento e adaptação ao substrato ou ambiente que colonizam, seu recrutamento e assentamento, por exemplo os moluscos e crustáceos (Zaiko, Minchin & Olenin, 2014). As espécies produzem também substâncias químicas do metabolismo secundário para garantir a sua adaptação no ambiente não nativo e o alimento, como forma de perpetuação, defesa e sobrevivência contra outros organismos em um mesmo material flutuante (Darrigran, 1997).

Embora as correntes oceânicas realizem a dispersão de larvas de forma natural, seja por metros ou quilômetros, elas introduzem espécies em novos ambientes. Esse fato foi observado no trabalho de Shanks *et al.* (2003), a “jangada” de lixo (*rafting*) que pode também de forma semelhante transportar organismos em estágio planctônico ou larval e bioincrustante por longa distância, como corroborado pelos trabalhos de Thiel & Haye (2006), Farrapeira (2011), Vieira *et al.* (2015), Sheets *et al.* (2016), García-Vazquez *et al.* (2018) e Corrêa (2022).

De acordo com Jackson *et al.* (1985), para que ocorra o sucesso do transporte de espécies exóticas, sejam incrustantes ou não, irá depender ao menos de dois fatores: a probabilidade de se fixar em um resíduo flutuante durante o recrutamento em estágio larval e o desenvolvimento maduro e rápido até a sua maturação sexual. A sobrevivência de organismos incrustantes é favorecida por materiais com maior durabilidade e maior capacidade de dispersão, o plástico, como exemplo (Santos, 2005).

Durante o processo de dispersão, os resíduos quando dispostos no ambiente marinho são carregados pelas correntes oceânicas, sendo elas consideradas um dos maiores vetores de dispersão de poluentes nos oceanos (Silva, Dourado & Candella, 2006). Essas correntes irão ser formadas pelo aquecimento divergente do planeta em pontos diferentes, sendo resultado dos ventos, radiação solar e massas de água.

Em suma, Coelho (2020) diz que o dinamismo das massas de água é muito alto, pois as correntes oceânicas movimentam-se em toda extensão do oceano, e irão gerar as correntes superficiais, fazendo com que o lixo marinho encontrado na água circule por todos os pontos alcançando inúmeros lugares. Além da adição de outros fatores junto às correntes como a ação dos ventos, plataformas continentais e a força de Coriolis, que irão facilitar o transporte da água e o lixo que estará inserido em sentido horário ou anti-horário.

Não obstante, os giros oceânicos (Giro Atlântico Sul, Giro Atlântico Norte, Giro Pacífico Sul, Giro Pacífico Norte e Giro Oceânico Índico) também são responsáveis por transportar a poluição marinha em todo a Terra, visto que possuem uma alta fluidez que proporcionam a mudança de forma e tamanho do movimento das águas (Coelho, 2020).

A costa da Região dos Lagos, e em especial de Arraial do Cabo, possui uma riqueza de processos oceanográficos em diversas escalas, que podem ser um importante vetor para a

chegada do lixo trazidos pelas correntes. A topografia da região é caracterizada por um declive intenso que torna a plataforma continental relativamente estreita, de modo que a isóbata dos 100 metros está localizada a 7 km da costa, expondo o seu costão rochoso (Valentin & Coutinho, 1990). Isto permite uma situação única em que existe uma proximidade entre fenômenos costeiros e de profundidade, revelando o fenômeno da ressurgência, que é a subida da corrente de água fria (ACAS - Água Central do Atlântico Sul) proveniente das Malvinas, que se desloca a nível profundo e encontra com a corrente de água quente (Corrente Nordeste) proveniente do Norte, que afloram na superfície, aumentando a biota local (Gonzalez-Rodriguez *et al.*, 1992).

Acredita-se então que, devido a esses diferentes processos oceanográficos, o lixo marinho pode ser um importante vetor de dispersão das espécies incrustantes e exóticas, alterando nesse caso a biogeografia dos organismos. Contudo, poucos estudos avaliaram a presença de organismos incrustantes no lixo marinho nessa região.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o lixo marinho encontrado arribado nas praias da Região dos Lagos como um potencial vetor de transporte de espécies exóticas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e classificar o lixo marinho coletado nas praias;
- Analisar a flutuabilidade do lixo marinho;
- Analisar a bioincrustação e identificar ao menor nível taxonômico possível as espécies exóticas encontradas no lixo marinho coletado;
- Avaliar a presença de espécies invasoras no lixo marinho.

3. HIPÓTESE

O lixo marinho encontrado nas praias da Região dos Lagos pode atuar como um vetor significativo para o transporte e a introdução de espécies exóticas, contribuindo para alterações na biodiversidade da região.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Alguns critérios foram estabelecidos para a escolha das praias, como aquelas em contato com o mar aberto, ou seja, praias que estão expostas ao oceano e recebem o lixo flutuante transportado pelas correntes oceânicas; praias que apresentam faixas arenosas que dê para realizar a coleta entre a última marca da maré até a área de restinga/dunas de areias; e a praia localizada perto de zonas urbanas, mas que tenha fluxo de turismo controlado, evitando a coleta após as atividades de limpeza locais.

Foram selecionadas seis praias da Região dos Lagos, no estado Rio de Janeiro, localizadas entre a cidade de Saquarema e a cidade de Macaé (figuras 1 e 2), sendo estas: Praia da Vila – Saquarema (Latitude: 22.934013 e Longitude: 42.501822) (figura 3), Praia Grande – Arraial do Cabo (Latitude: 22.966804 e Longitude: 42.037703) (figura 4), Praia do Foguete – Cabo Frio (Latitude: 22.9260735 e Longitude: 42.037691) (figura 5), Praia Rasa – Búzios (Latitude: 22.736532 e Longitude: 41.957677) (figura 6), Praia Mar do Norte – Rio das Ostras (Latitude: 22.4514029 e Longitude: 41.8555204) (figura 7) e Praia dos Cavaleiros – Macaé (Latitude: 22.4492099 e Longitude: 41.8547642) (figura 8).

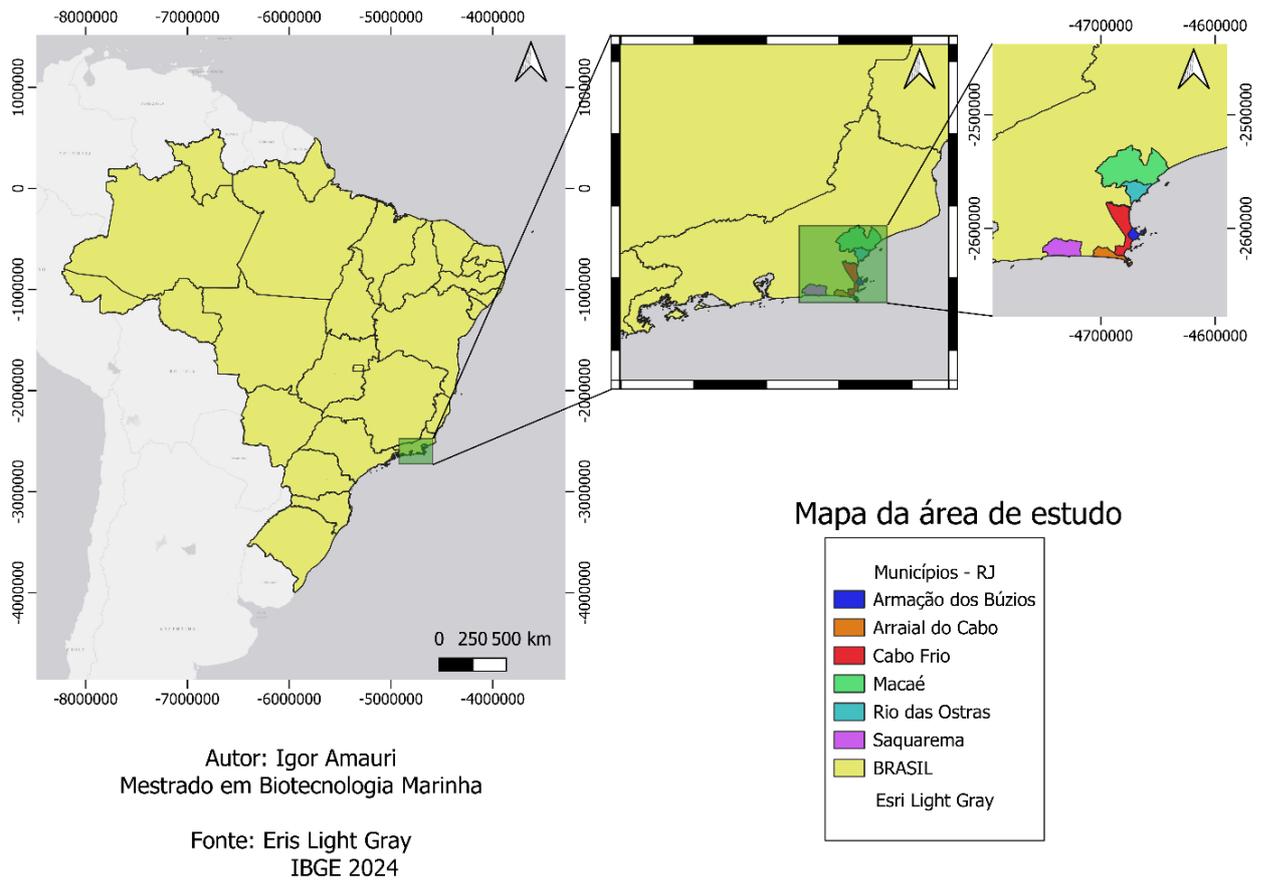


Figura 1: Mapa geográfico das praias da Região dos Lagos (RJ).
Fonte: QGIS 3.34.9

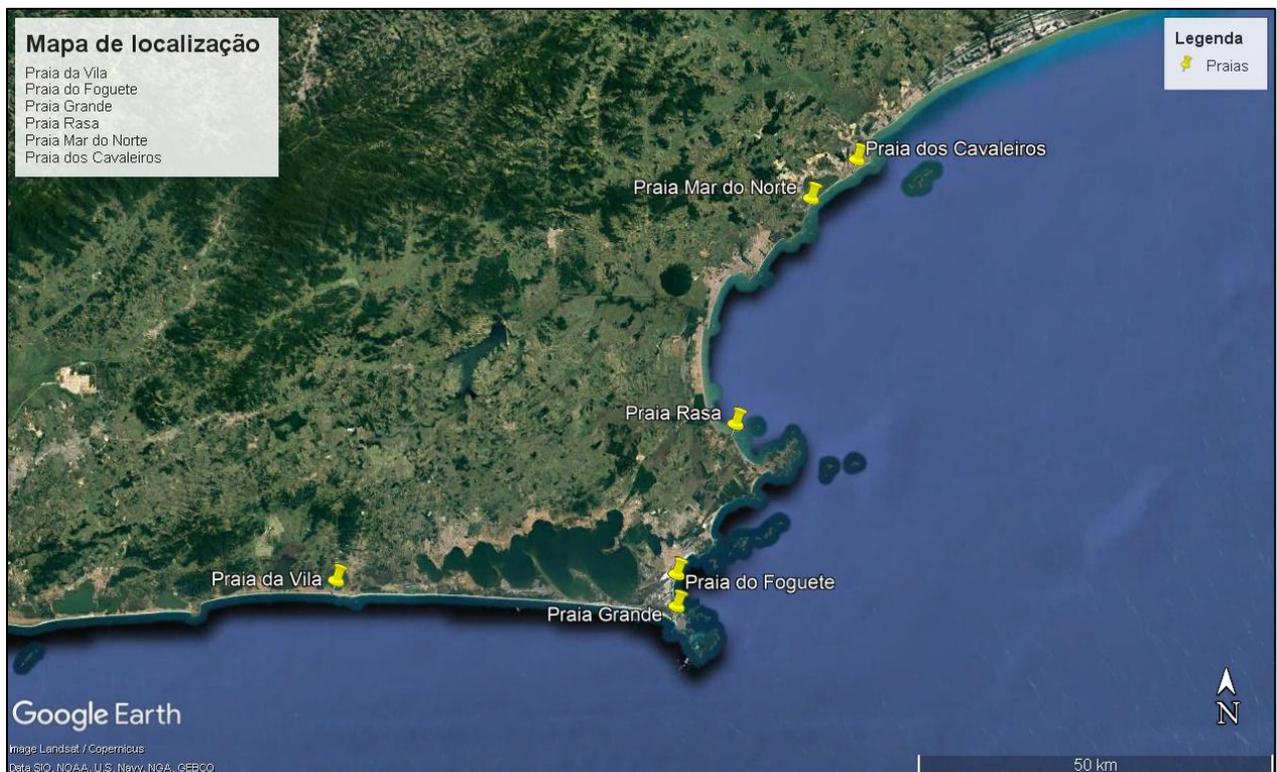


Figura 2: Mapa por satélite das praias da Região dos Lagos (RJ).
Fonte: Google Earth Pro.



Figura 3: Praia da Vila - Saquarema (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Fonte (A): *Google Earth Pro.*

Fonte (B): Laís Naval.



Figura 4: Praia Grande - Arraial do Cabo (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Fonte (A): *Google Earth Pro.*

Fonte (B): Luciana Altvater.

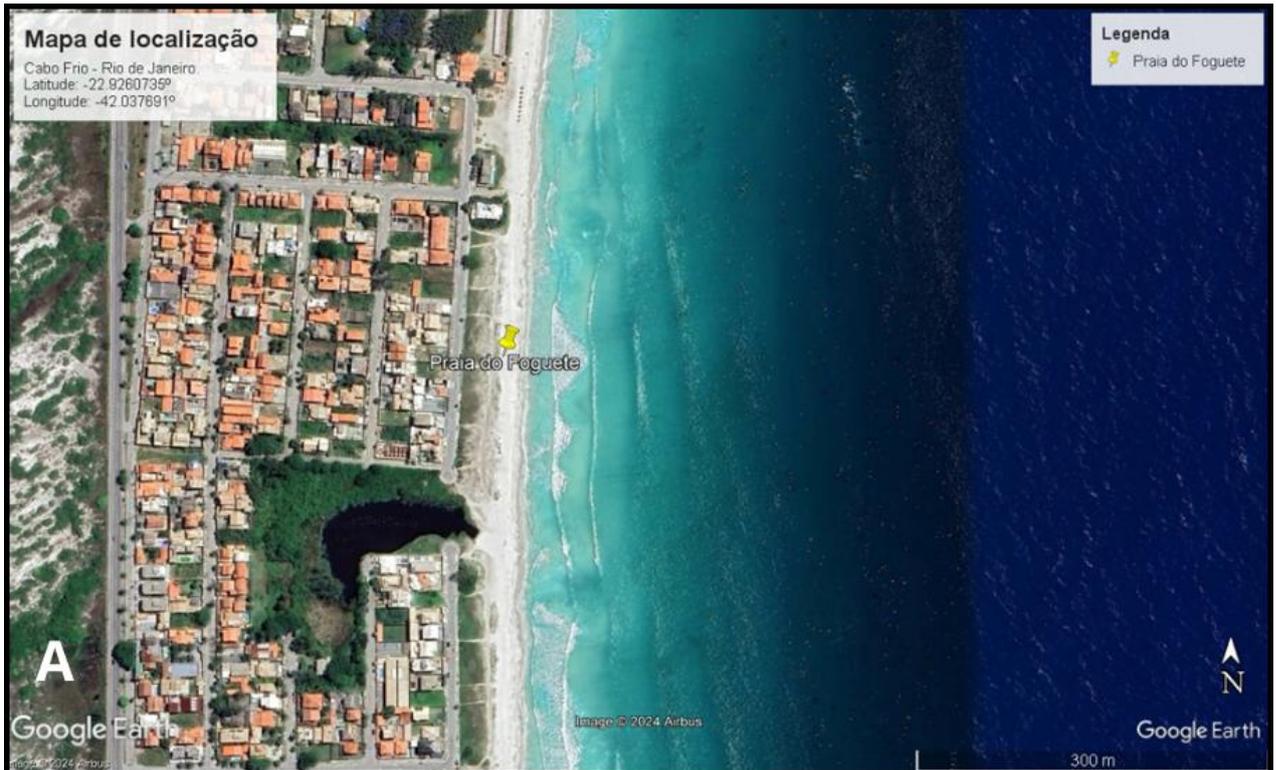


Figura 5: Praia do Foguete – Cabo Frio (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Fonte (A): *Google Earth Pro.*

Fonte (B): Laís Naval.



Figura 6: Praia Rasa - Armação de Búzios (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Fonte (A): *Google Earth Pro.*

Fonte (B): Laís Naval.

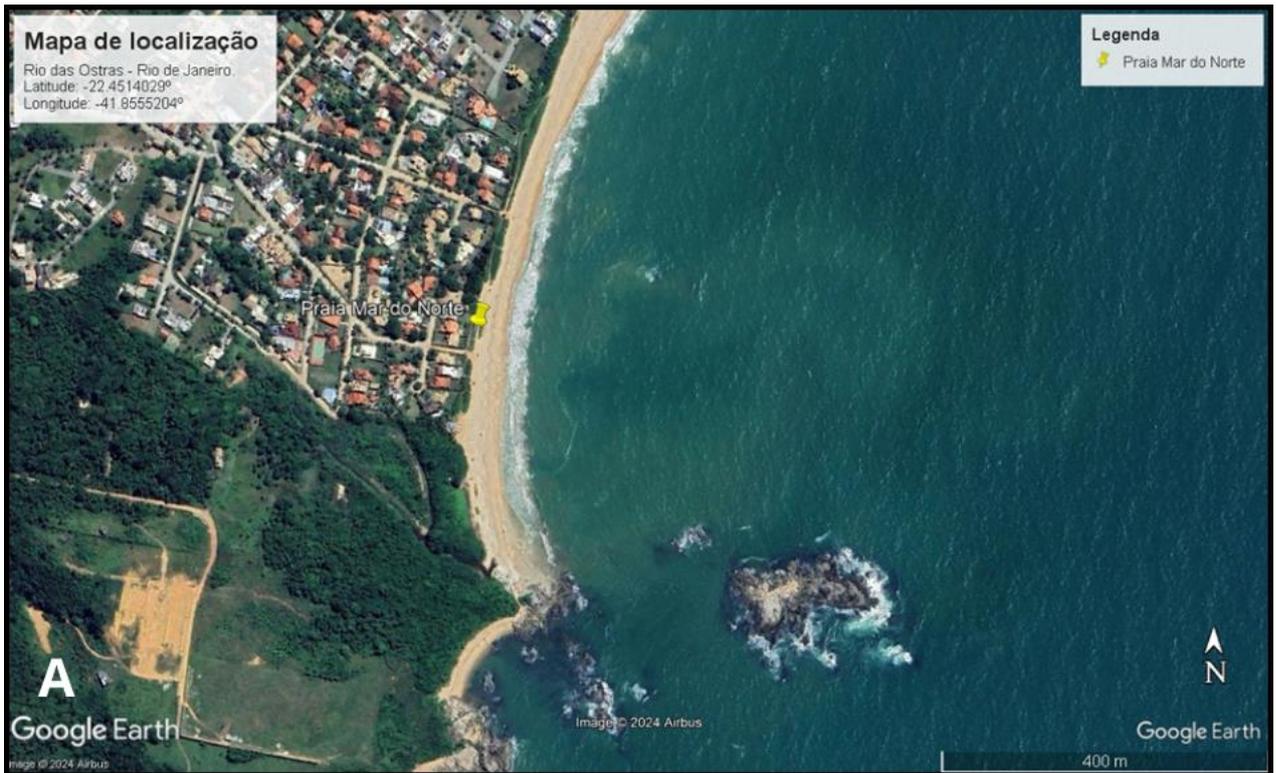


Figura 7: Praia Mar do Norte – Rio das Ostras (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Fonte (A): *Google Earth Pro.*

Fonte (B): Láis Naval.



Figura 8: Praia dos Cavaleiros - Macaé (Rio de Janeiro): mapa geográfico (A) e vista da praia (B).

Fonte (A): *Google Earth Pro.*

Fonte (B): Laís Naval.

4.2 Amostragem em campo

As coletas foram realizadas entre o mês de novembro e dezembro de 2022. A área de amostragem foi delimitada entre a linha da última maré alta e o início da vegetação e/ou dunas ou final da praia (figura 9). Em cada praia amostrada, foram coletados 100 itens de lixo flutuante com luvas de proteção para evitar ferimentos.

Foi definido um tempo máximo de busca por 30 minutos. Caso esse tempo expirasse, era contabilizada apenas a quantidade de lixo encontrada. Da mesma maneira, quando o número

amostral atingia a quantidade de 100 itens, a coleta era encerrada.

Foi coletado apenas o lixo inorgânico, ou seja, material que não tem origem biológica, como plástico, metal, vidro, papel, madeira processada e tecido. Além disso, materiais de higiene pessoal ou itens sanitários (como máscaras, papel higiênico, fraldas, absorvente íntimo, etc), lixos enterrados na areia e bitucas de cigarro não foram coletados. Também não foram coletados itens menores do que 2,5 cm (centímetros) (diâmetro de uma tampa de garrafa pet) e itens muito grandes que não pudessem ser carregados.

Ao final do campo todas as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos de lixo (20 litros) devidamente identificados com etiquetas indicando o local de coleta. As amostras foram levadas para o Laboratório de Recursos Marinhos (LAREMAR) do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), localizado em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

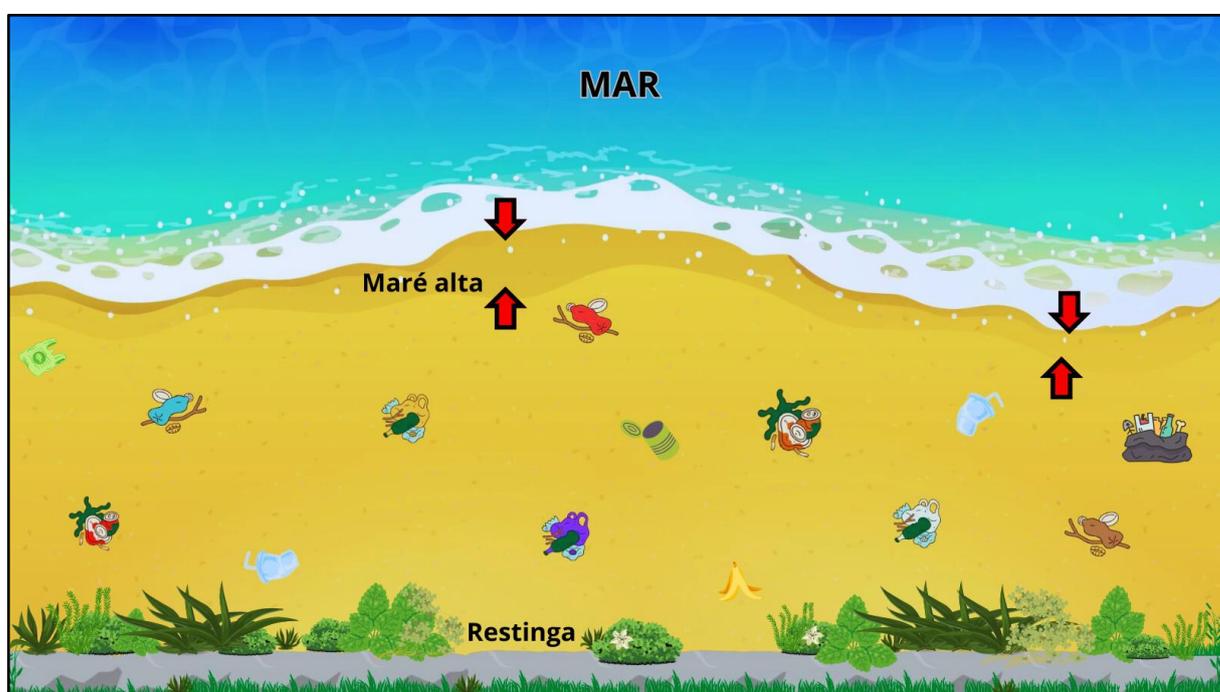


Figura 9: Delineamento amostral.
Fonte: Igor Amauri.

4.3 Triagem do material

No LAREMAR, uma lona foi posta e feita uma grade para organizar as amostras (figura 10). As amostras coletadas foram classificadas em categorias de acordo com:

1. **Tipo de material do qual o lixo era feito:** plástico (isopor), papel, metal, vidro, madeira processada, tecidos e outros que não foi possível identificar o material.
2. **Presença ou não de epibiontes:** as amostras foram separadas entre aqueles com presença ou ausência de organismos incrustantes e colocadas na lona de acordo com

o tipo de material do lixo.

3. **Flutuabilidade (flutua ou afunda):** em um balde com volume de 20 litros da água do mar, o material era afundado, segurado por 03 segundos ou até que todo o ar tenha saído do material e solto para verificar se flutuava ou afundava.



Figura 10: Tapete com as amostras triadas.

Após a triagem das amostras, os resultados obtidos foram registrados em uma planilha (figuras 11 e 12) com categoria do material, tipo de lixo e tamanho, também adicionando a localidade e o tempo de coleta.

Epibiont Data Table (Step 9)

Beach Name, City, and Country: Praia do Foguete, Cabo Frio, Brazil
 Coordinator Name (email): Ricardo Coutinho - RCOUTINHOSA@YAHOO.COM
 Group Member Names: Lais, Ricardo, José Eduardo, Jager, Naisa,
 Victória, Ruan, Sidney, Ana Paula, Esthefison, Amanda, Jani, Isabel
 Search Time: 7 min Date: 15/12/2022

Object	Category	Litter Type	Length (cm)
Object 1	Plastic	Bottle	21
1	Plastic	SACOLA PLASTICA (PT) PLASTIC BAG (EN)	20 cm
2	Plastic	SACOLA PLASTICA (PT) PLASTIC BAG (EN)	24 cm
3	Plastic	PEDAÇO DE POTE (PT) BOWL (PIECE) (EN)	14 cm
4	Plastic	CABO DE GUARDA-CHUVA UMBRELLA HANDLE (EN)	13 cm
5	Plastic	PEDAÇO DE POTE (PT) BOWL (PIECE) (EN)	13 cm
6	Plastic	TAMPA (PT) CAP (EN)	4 cm
7	Plastic	TAMPA (PT) CAP (EN)	3 cm
8	Plastic	BRINQUEDO (PT) (TOY) (EN)	7,5 cm
9	Plastic	PIECE OF PLASTIC CONTAINER	2 cm
10	Plastic	PEDAÇO DE POTE (PT) BOWL (PIECE) (EN)	8 cm

Figura 11: Exemplo da planilha com o registro do lixo marinho da Praia do Foguete - Cabo Frio.

Litter Data Table (Step 6)

Beach Name, City, and Country: Praia do Foguete, Cabo Frio, Brazil

Coordinator Name (email): Ricardo Coutinho - RCOUTINHO@YAHOO.COM

Group Member Names: Lucas Ricardo, José Eduardo, Igor, Nádia, Victoria, Ruan, Sidney, Ana Paula, Estheyson, Amanda, Jami, Isabel

Search Time: 7 min Date: 15/12/2022

	ITEMS WITHOUT EPIBIONTS		ITEMS WITH EPIBIONTS		Total items
	# Float	# Sink	# Float	# Sink	
Plastics*	67	4	17	4	92
Metals	0	4	0	1	5
Paper	0	0	0	0	0
Glass	0	1	0	0	1
Fabric	0	0	0	0	0
Processed Wood**	4	0	0	0	4
Other***	0	0	0	0	0
Total	71	9	17	5	102
Mega-Litter (Include any observations)	↓. wood processed				

(*) Styrofoam or polystyrene is included in the category of plastics and rubber.

(**) Processed wood is all wood that has any signs that it has been manipulated by humans. For example, natural trunks or branches are not to be used unless they have saw marks or human cuts on them.

(***) Any items that you cannot identify and/or that don't fit the descriptions of the other litter types

Figura 12: Exemplo da planilha com o registro do lixo marinho da Praia do Foguete - Cabo Frio.

Os materiais que não continham a presença de epibiontes não foram analisados. Já o material que continha a presença dos organismos incrustantes foram separados e armazenados em um recipiente com identificação do nome da praia.

Toda a metodologia de coleta e análise do lixo marinho foi realizada com base no Programa Ocean Travelers do Smithsonian Institute, EUA.

4.4 Análises das amostras

Os epibiontes separados foram analisados no Laboratório de Coleção Científica do IEAPM sendo manipuladas com o auxílio de pinças e pincéis, depois acondicionados em

ependorfes conservados em álcool 70% e registrados a categoria do material em que estava incrustado. Esse modelo foi seguido para todas as praias coletadas.

Para evitar a degradação do organismo na sua retirada do lixo, as amostras que possuíam organismos, tiveram o seu material recortado e armazenado nos sacos de ziplock. Algumas amostras não precisaram ser conservadas, pois eram carapaças ou parte/resquício de organismos, como alguns integrantes do Filo Annelida, Filo Mollusca, Filo Bryozoa e Filo Arthropoda, Subfilo Crustacea.

Com o auxílio de microscópio estereoscópico e óptico para uma melhor visualização e identificação, os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível com auxílio de especialistas dos grupos, sendo Dr. Júlio Monteiro (Mollusca, Annelida e Crustacea (Cirripedia)), Dra. Luciana Altvater (Cnidaria e Bryozoa) e Dr. José Eduardo Arruda Gonçalves (Rhodophyta, Chlorophyta e Ochrophyta), os que mais contribuíram para a identificação dos organismos. É importante ressaltar que não foi possível identificar todos os organismos ao nível de gênero/espécie, pois em algumas amostras o material não estava bem preservado devido às intempéries ou pela ausência de algumas estruturas importantes para a taxonomia de alguns grupos. Nesses casos, a identificação foi feita a nível de Filo, Classe, Família ou Ordem.

Após a identificação, as espécies foram classificadas de acordo com a origem (Categorias genéricas) e com status de introdução (Categorias específicas para espécies exóticas) utilizando os critérios descritos por Lopes e Villac (2009), em se tratando de espécies exóticas.

Categorias genéricas:

Nativa: quando a espécie habita sua região original;

Criptogênica: quando a espécie não foi determinada se é nativa ou não nativa (introduzida);

Exótica: quando a espécie habita fora de sua região de origem.

Categorias específicas para espécies exóticas:

Contida: é aquela que está presente apenas em um substrato artificial controlado e fora do meio natural;

Detectada: é a espécie encontrada e registrada no ambiente natural, mas sem apresentar impactos na comunidade nativa, ou seja, sem o aumento da sua abundância e dispersão;

Estabelecida: é quando uma espécie introduzida se torna comum, com ciclo de vida completo na natureza e evidências de aumento populacional ao longo do tempo, seja em uma região pequena ou grande, sem apresentar efeitos ecológicos ou socioeconômicos evidentes;

Invasora: quando a espécie estabelecida possui uma distribuição geográfica ou número de indivíduos que afeta a capacidade de sobrevivência de outras espécies em uma ampla área ou

em uma região restrita e apresentando impactos e prejuízos para as atividades econômicas e na saúde pública.

Para contemplar os dados dos status das espécies e o local de origem, foram realizadas buscas nas literaturas pertinentes e pesquisas bibliográficas dos últimos 10 anos abordando sobre as espécies exóticas do ambiente marinho. Essas informações subsidiaram a identificação, categorização e análise das espécies exóticas registradas nas amostras, especialmente quanto ao seu histórico de introdução, área de distribuição e impactos ecológicos já reportados. Os dados obtidos foram aplicados nas tabelas de espécies e utilizados como base para a discussão dos potenciais vetores de transporte, das rotas de dispersão e da relevância ecológica dos organismos observados. As fontes de literaturas e bancos de dados pesquisados foram: Instituto Hórus (<https://bd.institutohorus.org.br/especies>), Google Scholar (<https://scholar.google.com/>), Researchgate (<https://www.researchgate.net/>), World Register of Marine Species (WORMS) (<https://www.marinespecies.org/index.php>), World Register of Introduced Marine Species (WRIMS) (<https://www.marinespecies.org/introduced/index.php>), Plataforma Brasileira de Bioinvasão (<https://www.bioinvasaobrasil.org.br/index.php>), AlgaeBase (<https://www.algaebase.org/>), National Exotic Marine and Estuarine Species Information System (NEMESIS) (<https://invasions.si.edu/nemesis/>), Aquatic Invasions (<https://aquaticinvasions.arphahub.com/>) e Ocean Biodiversity Information System (OBIS) (<https://obis.org/>).

As palavras-chaves buscadas para as fontes e bancos de dados, especialmente epibiontes encontrados em lixo marinho foram: “espécie exótica”, “espécie invasora”, “rafting”, “biofouling”, “vetores de transportes”, “jangadas”, “resíduos flutuantes”, “lixo marinho”, “epibiontes em plástico”, “epibiontes em tecido”, “epibiontes em metal”, “cracas/cirrípedes”, “briozoários”, “hidrozoários”, “moluscos”, “algas”, “poliquetas”, “serpulídeos/poliquetas” e “foraminíferos”. Os trabalhos selecionados seguiram com os critérios da pesquisa, sendo: o lixo marinho como vetor de transporte de espécies exóticas, impacto causado pelas espécies exóticas e já invasoras no ambiente marinho e dispersão de espécies através do *rafting* (lixo).

Após estas informações, os dados foram desmembrados em formas de gráficos e tabelas para uma melhor compreensão e discussão dos resultados.

5. RESULTADOS

No total foram coletados 600 itens de lixo marinho nas seis praias amostradas neste estudo. Dentre os materiais coletados (figura 13), o plástico se destacou como o predominante em todas as praias (559 itens), sendo as maiores porcentagens registradas na Praia Rasa (99%) e a menor na Praia dos Cavaleiros (84%). Em segundo lugar, o metal foi o material mais encontrado (20 itens), com destaque para a Praia dos Cavaleiros (12%). Vale ressaltar, no entanto, que na Praia Grande e na Praia Rasa não foi encontrado metal. O terceiro material, a madeira processada (10 itens), foi encontrada em três praias: Praia da Vila (3%), Praia Mar do Norte (3%) e Praia do Foguete (4%). O quarto material, o papel (5 itens), foi encontrado na Praia dos Cavaleiros (4%) e Praia Grande (1%), representando 5% do total. O tecido (4 itens) foi o quinto material encontrado nas praias, Mar do Norte (2%), Vila (1%) e Rasa (1%). Por fim, o vidro foi encontrado apenas na Praia do Foguete (1%) e o material não identificado apenas na Praia Grande (1%).

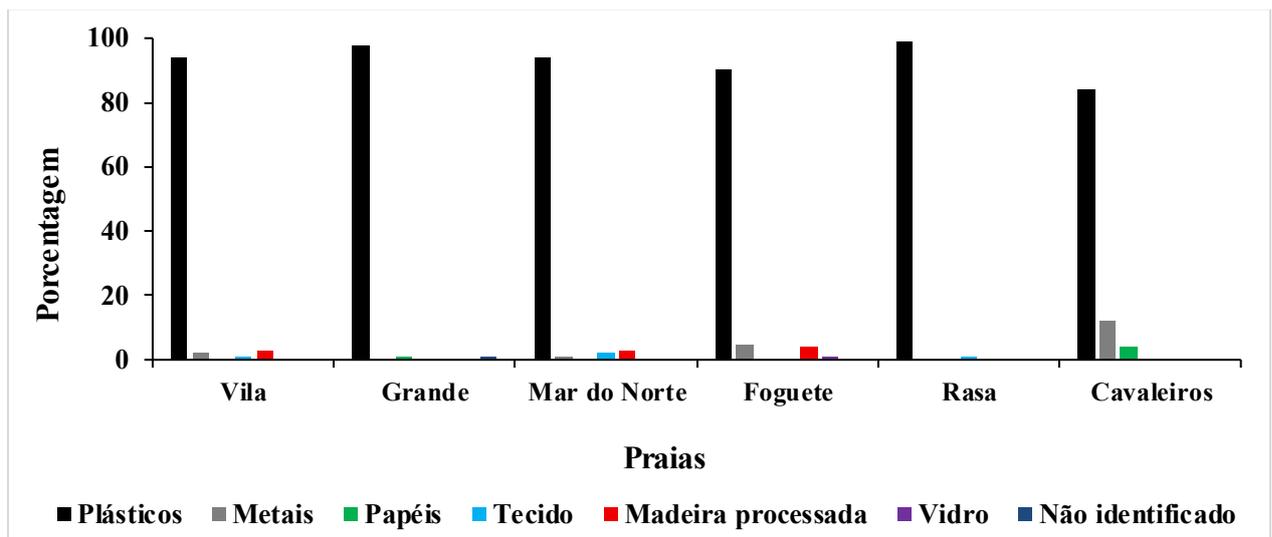


Figura 13: Proporção de resíduos sólidos coletados por tipo de material nas praias amostradas.

A praia que atingiu o número máximo de itens ($N= 100$) em menor tempo foi a Praia dos Cavaleiros (5 minutos) e a praia com o maior tempo de coleta foi a Praia Grande atingindo o número máximo de lixo em 17 minutos. As demais praias, Praia da Vila com 12 minutos, Praia Mar do Norte com 14 minutos, Praia Rasa em 9 minutos e a Praia do Foguete em 7 minutos.

Após a categorização por tipo do material, os itens foram classificados com base na presença e ausência de epibiontes (figura 14). Foi registrada a presença de epibiontes apenas nas categorias plástico, metal e tecido, nas demais categorias não foram encontrados epibiontes.

O total de itens com epibiontes foi de 98. Na Praia dos Cavaleiros não foi observado a presença de itens com epibiontes. Dentre as praias que foram coletados lixo com epibiontes, a Praia Rasa se destacou com o maior número de itens com epibiontes (51), enquanto a Praia da

Vila apresentou o menor número (6).

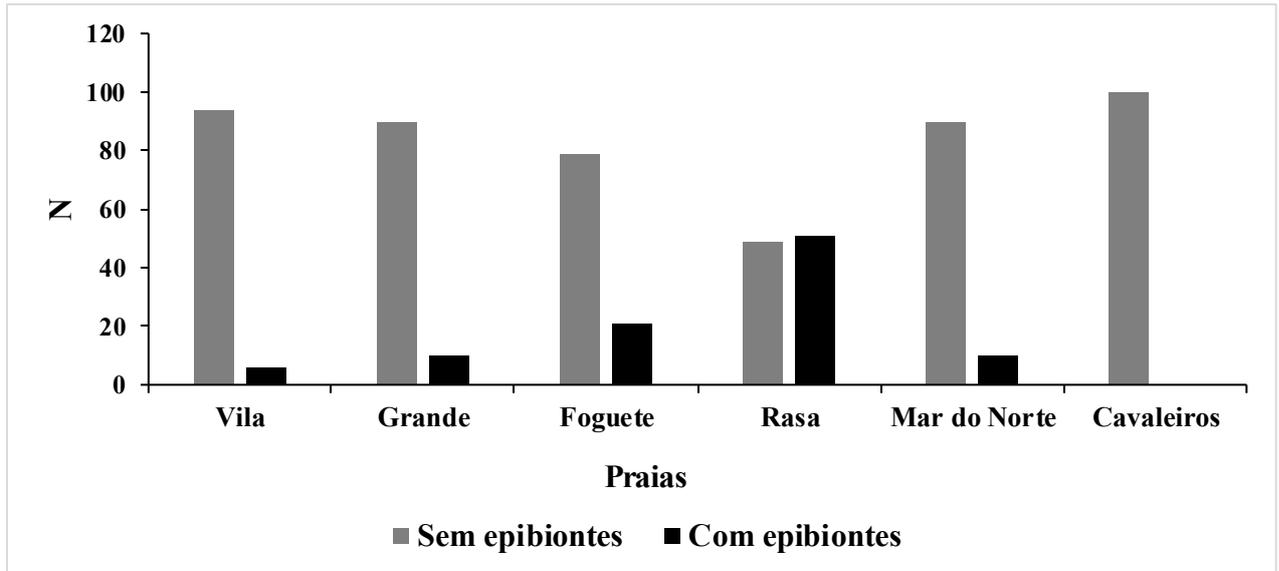


Figura 14: Quantidade de resíduos sólidos com presença e ausência de epibiontes nas praias amostradas.

A figura 15 mostra o número de resíduos com e sem epibiontes, destacando que o plástico foi o material predominante em todas as praias do estudo. Dos 98 resíduos com epibiontes, o plástico foi o material predominante em todas as praias do estudo, totalizando 95 itens, o que representa 97% do total. Os 3% restantes foram compostos por outros materiais, como o metal representado por alumínio e ferro, com 2 itens (2%), e o tecido, com 1 item (1%) (figura 15). Dos 502 resíduos sem epibiontes encontrados, 464 itens eram plástico. Em seguida, o metal foi o segundo mais representativo, com 18 itens, enquanto o vidro e o material não identificado foram os menos representados, com apenas 1 item cada.

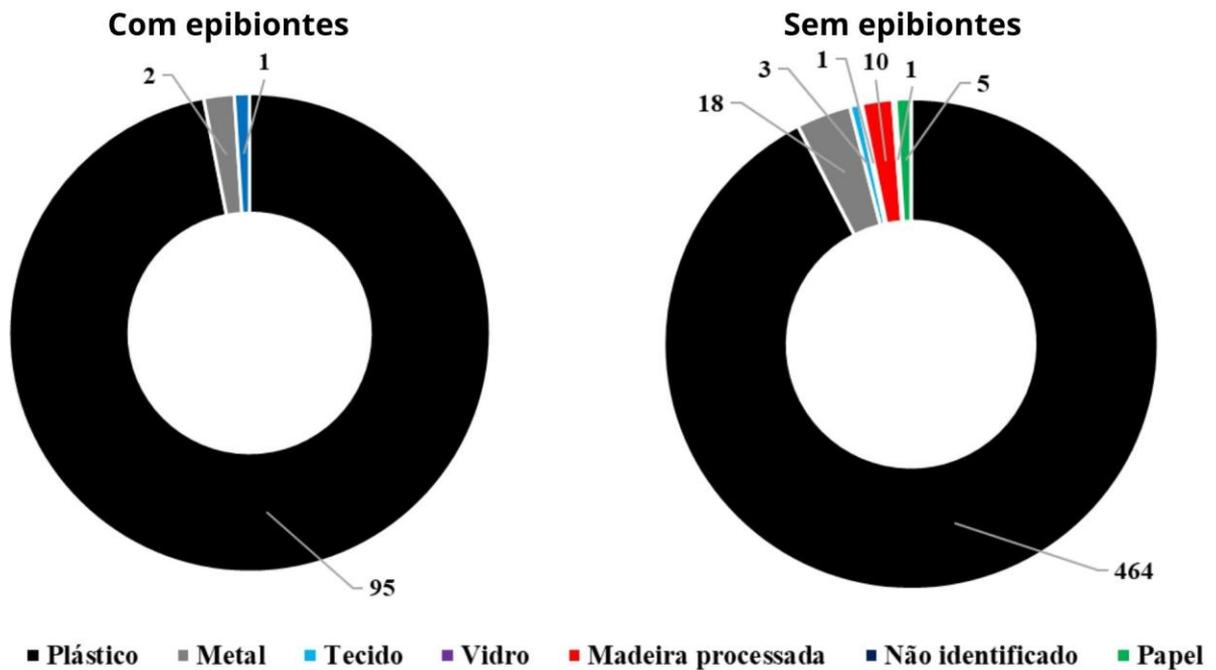


Figura 15: Quantidade de lixo coletado com e sem epibiontes, por tipo de material.

Em relação à flutuabilidade, a grande maioria dos itens coletados apresentou flutuabilidade positiva (396 itens, o que representa 66% do total de itens coletados). A Praia Mar do Norte foi o local com maior quantidade de itens sem epibiontes que apresentaram flutuabilidade positiva (84 itens), enquanto a Praia Rasa apresentou a menor quantidade (37 itens) como mostra a figura 16. A Praia dos Cavaleiros apresentou o maior número de itens sem epibiontes com flutuabilidade negativa (35 itens), enquanto a Praia Mar do Norte apresentou o menor número (6 itens).

Em relação ao lixo com epibiontes, a Praia Rasa apresentou a maior quantidade (23 itens), enquanto a Praia da Vila apresentou o menor número (4 itens). Quanto aos resíduos com epibiontes que afundaram, a maior quantidade foi encontrada na Praia Rasa (28 itens), e a menor quantidade na Praia Mar do Norte (1 item) (figura 17). Vale destacar que na Praia dos Cavaleiros não foi registrado nenhum epibionte.

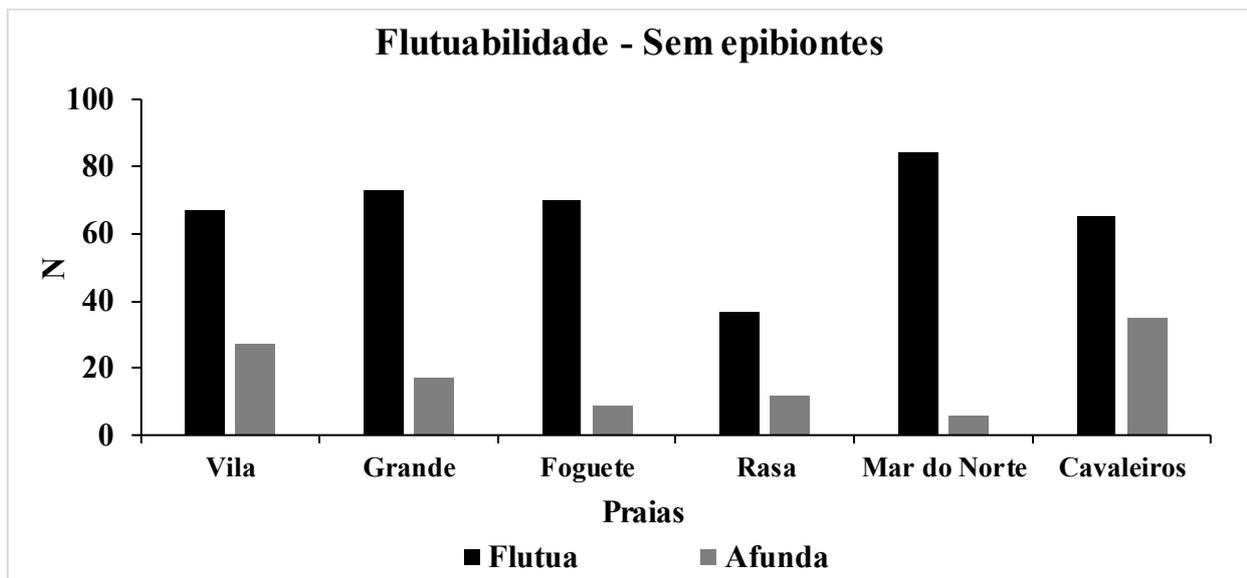


Figura 16: Flutuabilidade dos resíduos sem epibiontes coletados nas praias.

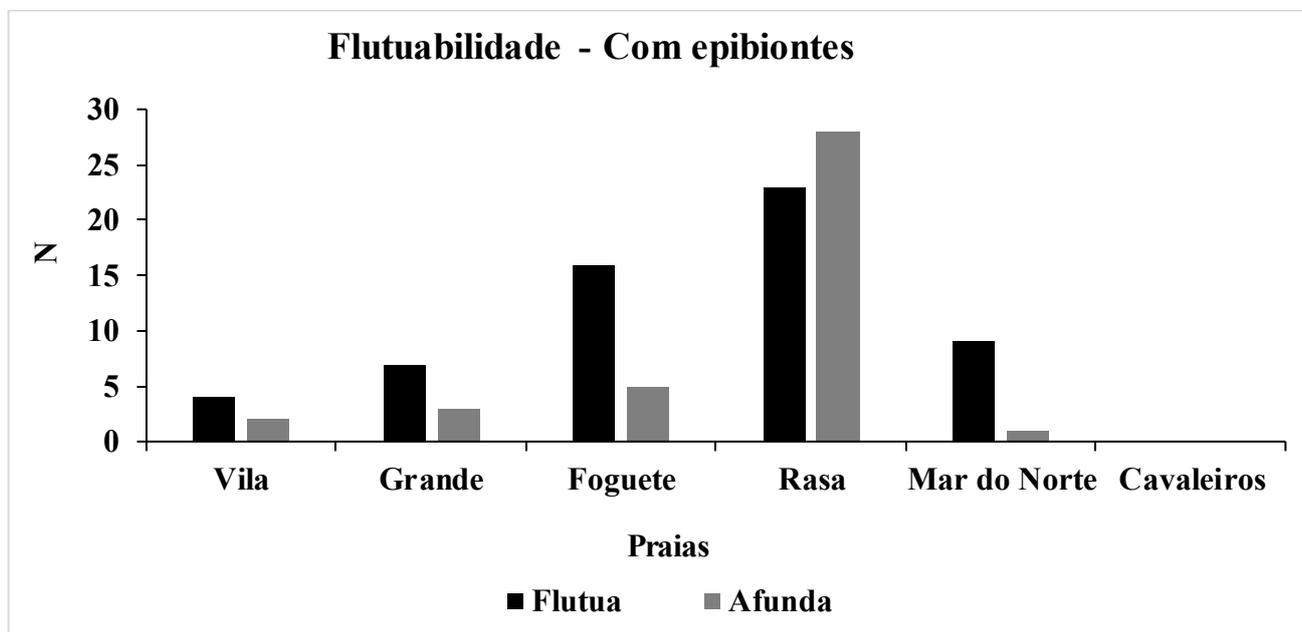


Figura 17: Flutuabilidade dos resíduos com epibiontes coletados nas praias.

De modo geral, as praias que apresentaram a maior diversidade de materiais foram a Praia da Vila e a Praia do Foguete, com 4 tipos (figura 18). Em seguida, a Praia Grande, Praia Mar do Norte e Praia dos Cavaleiros, com 3 tipos (figura 18 e 19). Por último, a Praia Rasa registrou apenas 2 tipos (plástico e tecido) (figura 19). Destaca-se que o plástico foi o material predominante, encontrado em todas as praias, enquanto o vidro e os itens não identificados foram os menos representados, sendo coletados, respectivamente, na Praia do Foguete e Praia Grande.

Em todas as praias amostradas, os resíduos plásticos foram predominantes, especialmente entre os itens com flutuabilidade positiva e na ausência de epibiontes. A Praia Mar do Norte apresentou o maior número de resíduos flutuantes sem bioincrustação (80 itens),

enquanto a Praia Rasa se destacou pela maior ocorrência de itens com epibiontes (51 no total), principalmente associados à flutuabilidade negativa (figura 19). A presença de epibiontes foi geralmente baixa, com exceção da Praia do Foguete, Praia Rasa e Praia Mar do Norte, onde se observou a maior diversidade de materiais incrustados, incluindo plástico, metal e tecido (figura 19). Os metais foram encontrados com maior frequência em flutuabilidade negativa, especialmente na Praia dos Cavaleiros. Já os itens com flutuabilidade positiva e epibiontes foram menos comuns em todas as praias (figuras 18 e 19). Esses resultados sugerem que a presença de epibiontes tende a alterar a flutuabilidade dos resíduos favorecendo sua permanência submersa.

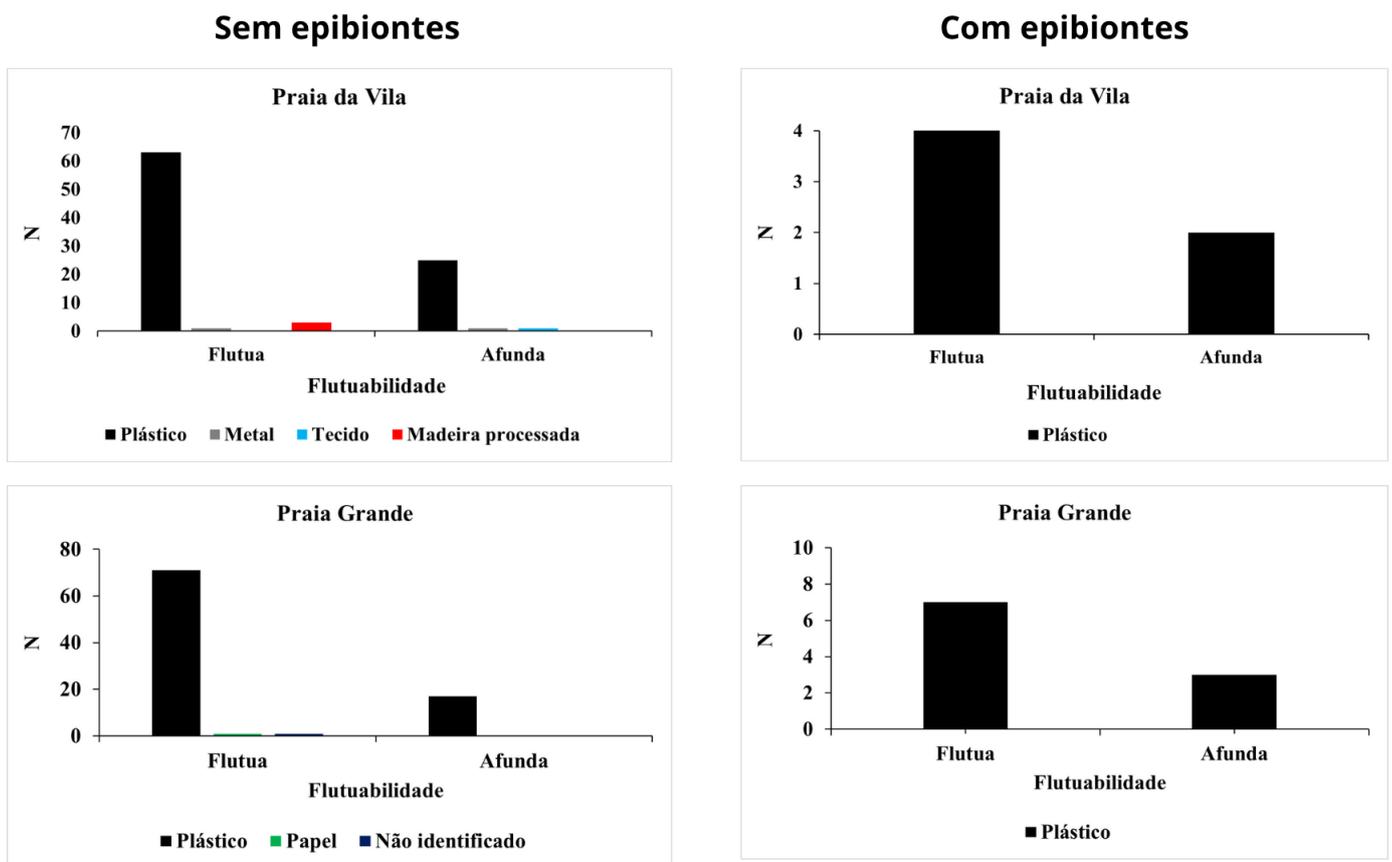


Figura 18: Flutuabilidade dos itens na ausência e na presença de epibiontes da Praia da Vila e Praia Grande.

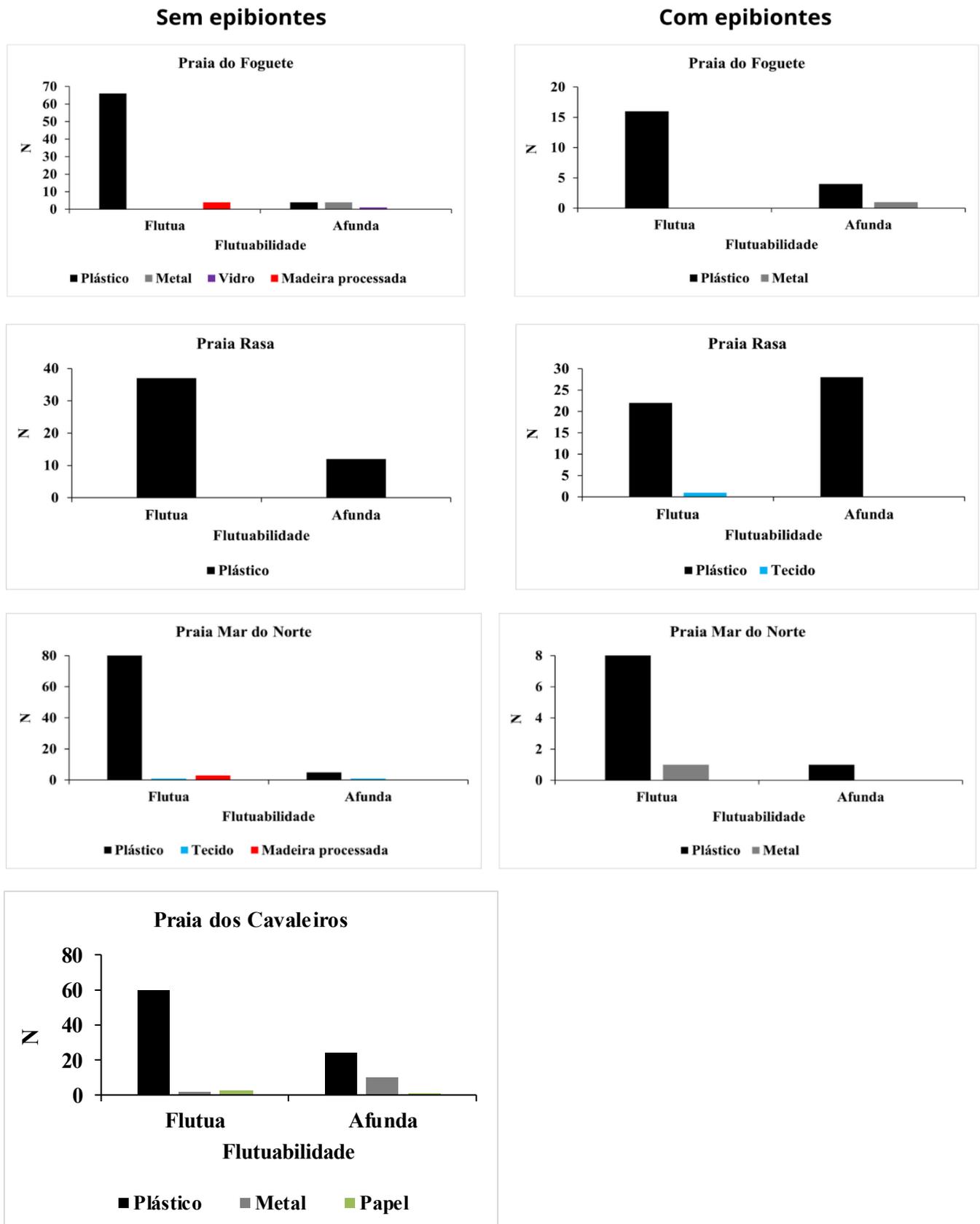


Figura 19: Flutuabilidade dos itens na ausência e na presença de epibiontes da Praia do Foguete, Praia Rasa, Praia Mar do Norte e Praia dos Cavaleiros.

Ao todo foram identificados 98 resíduos com epibiontes, sendo identificados um total de 163 espécimes de epibiontes. Os espécimes encontrados pertencem a 9 Filos: Annelida (14), Arthropoda (17), Bryozoa (80), Cnidaria (12), Foraminifera (1), Mollusca (27), Rhodophyta

(algas vermelhas) (10), Chlorophyta (algas verdes) (1) e Ochrophyta (algas marrons) (1).

A Praia Grande apresentou maior diversidade, com oito filós registrados (tabela 4) e a Praia da Vila apresentou menor diversidade de filós registrados, com 4 (tabela 3), enquanto a Praia dos Cavaleiros não apresentou nenhum táxon (figura 20). O Filo Bryozoa foi o mais representativo, com maior abundância na Praia Rasa (tabela 6), onde foram encontrados 48 espécimes, seguido pelo Filo Mollusca, com 15 espécimes, também na Praia Rasa (tabela 6; figura 20). E o segundo mais representativo do Filo Bryozoa seguido do Filo Mollusca, foi Praia do Foguete com 13 e 8 espécimes, respectivamente (tabela 5). Em contraste, o Filo Foraminífera foi o menos representado, com apenas um espécime encontrado na Praia Mar do Norte (tabela 7; figura 20). O segundo menos representado foram os representantes das algas verdes (Filo Chlorophyta) e algas marrons (Filo Ochrophyta), ambas com um espécime cada na Praia Grande (tabela 4; figura 20).

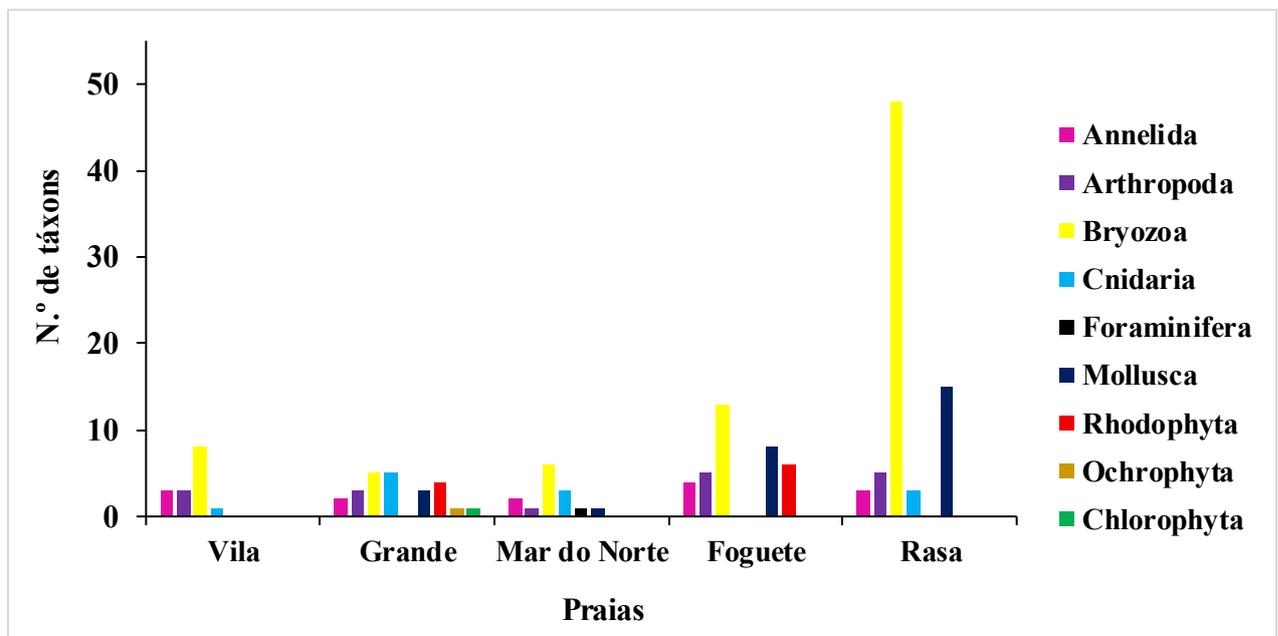


Figura 20: Número de táxons por localidade.

Tabela 3: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia da Vila - Saquarema.

Filo	Táxon	Tipo de material	N.º de itens	Status		Origem
				Genérico	Específico	
Bryozoa	<i>Conopeum</i> sp.	Plástico	4	N/A	N/A	D
Arthropoda	<i>Megabalanus</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Arthropoda	<i>Megabalanus coccopoma</i> (Darwin, 1854)	Plástico	1	Exótica	Invasora	Pacífico
Cnidaria	Hydrozoa	Plástico	1	N/A	N/A	D
Annelida	<i>Hydroides</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Biflustra</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Bugula</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D

Siglas: N/A (Não aplicado); D (Desconhecida).

Tabela 4: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia Grande - Arraial do Cabo.

Filo	Táxon	Tipo de material	N.º de itens	Status		Origem
				Genérico	Específico	
Annelida	<i>Hydroides</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Arthropoda	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	Plástico	2	Exótica	Estabelecida	Indo-Pacífico
Cnidaria	Hydrozoa	Plástico	5	N/A	N/A	D
Rhodophyta	<i>Hypnea</i> sp.	Plástico	1	Nativa	N/A	Atlântico
Arthropoda	Thecostraca	Plástico	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Jellyella</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Electra</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Biflustra</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Amathia</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Rhodophyta	<i>Jania</i> sp.	Plástico	1	Nativa	N/A	Atlântico
Chlorophyta	<i>Ulva</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Rhodophyta	Gelidiales	Plástico	1	N/A	N/A	D
Rhodophyta	Ceramiales	Plástico	1	N/A	N/A	D
Ochrophyta	Ectocarpales	Plástico	1	N/A	N/A	D
Mollusca	<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758).	Plástico	1	Exótica	Estabelecida	Atlântico e Índico
Mollusca	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	Plástico	1	Criptogênica	N/A	Ártico
Mollusca	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adam, 1854)	Plástico	1	Criptogênica	N/A	Atlântico

Siglas: N/A (Não aplicado); D (Desconhecida).

Tabela 5: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia do Foguete - Cabo Frio.

Filo	Táxon	Tipo de material	N.º de itens	Status		Origem
				Genérico	Específico	
Annelida	<i>Hydroides</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Membranipora</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Arthropoda	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	Plástico	1	Exótica	Estabelecida	D
Arthropoda	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	Plástico	2	Exótica	Estabelecida	Indo-Pacífico
Arthropoda	<i>Balanus trigonus</i> Darwin, 1854	Plástico	1	Exótica	Estabelecida	Indo-Pacífico
Rhodophyta	<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambroon, 1880	Plástico	1	Nativa	N/A	Atlântico
Rhodophyta	<i>Jania</i> sp.	Plástico	4	Nativa	N/A	Atlântico
Bryozoa	<i>Jellyella</i> sp.	Plástico	5	N/A	N/A	D
Arthropoda	<i>Microeuraphia rhizophorae</i> (Oliveira, 1940)	Plástico	1	Nativa	N/A	Atlântico
Bryozoa	<i>Biflustra</i> sp.	Plástico	5	N/A	N/A	D
Mollusca	<i>Astiris lunata</i> (Say, 1826)	Plástico	1	Nativa	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Ostrea</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Rhodophyta	<i>Polysiphonia</i> sp.	Alumínio	1	Nativa	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adam, 1854)	Alumínio	1	Criptogênica	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Musculus lateralis</i> (Say, 1822)	Alumínio	1	Nativa	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Modiolus</i> sp.	Alumínio	1	N/A	N/A	D
Annelida	<i>Hydroides</i> sp.	Alumínio	1	N/A	N/A	D

Mollusca	<i>Ostrea sp.</i>	Alumínio	1	N/A	N/A	D
Mollusca	<i>Lunarca ovalis</i> (Bruguière, 1789)	Alumínio	1	Nativa	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Asaphis deflorata</i> (Linnaeus, 1758)	Alumínio	1	Nativa	N/A	Atlântico

Siglas: N/A (Não aplicado); D (Desconhecida).

Tabela 6: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia Rasa - Búzios.

Filo	Táxon	Tipo de material	N.º de itens	Status		Origem
				Genérico	Específico	
Arthropoda	<i>Amphibalanus eburneus</i> (Gould, 1841)	Plástico	1	Criptogênica	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Musculus lateralis</i> (Say, 1822)	Plástico	1	Nativa	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adams, 1854)	Plástico	1	Criptogênica	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Anadara</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Annelida	<i>Hydroides</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Mollusca	<i>Ostrea</i> sp.	Plástico	9	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Biflustra</i> sp.	Plástico	12	N/A	N/A	D
Mollusca	<i>Crassostrea</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	Atlântico
Mollusca	<i>Saccostrea</i> cf. <i>cucullata</i> (Born, 1778)	Plástico	1	Exótica	Invasora	Indo-Pacífico
Bryozoa	<i>Catenicella</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Parasmittina</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Conopeum</i> sp.	Plástico	3	N/A	N/A	D
Cnidaria	Hydrozoa	Plástico	3	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Catenicella contei</i> (Audouin, 1826)	Plástico	1	Exótica	Estabelecida	D
Arthropoda	<i>Amphibalanus</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Arthropoda	<i>Balanus trigonus</i> Darwin, 1854	Plástico	2	Exótica	Estabelecida	Indo-Pacífico
Bryozoa	<i>Lepraliomorpha</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Jellyella</i> sp.	Plástico	4	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Arbopercula</i> sp.	Plástico	4	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Membranipora</i> sp.	Plástico	13	N/A	N/A	D

Bryozoa	<i>Celleporella</i> sp.	Tecido	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Aetea sica</i> (Couch, 1844)	Tecido	1	Criptogênica	N/A	Atlântico
Bryozoa	<i>Amathia</i> sp.	Tecido	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Catenicella</i> sp.	Tecido	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Membranipora</i> sp.	Tecido	1	N/A	N/A	D

Siglas: N/A (Não aplicado); D (Desconhecida).

Tabela 7: Epibiontes encontrados no lixo coletado na Praia Mar do Norte - Rio das Ostras.

Filo	Táxon	Tipo de material	N.º de itens	Status		Origem
				Genérico	Específico	
Mollusca	Chamidae	Ferro	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Celleporella</i> sp.	Ferro	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Biflustra</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Foraminífera	Foraminífera	Plástico	1	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Arbopercula</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Annelida	<i>Hydroides</i> sp.	Plástico	2	N/A	N/A	D
Cnidaria	Hydrozoa	Plástico	3	N/A	N/A	D
Bryozoa	<i>Conopeum</i> sp.	Plástico	1	N/A	N/A	D
Arthropoda	Thecostraca	Plástico	1	N/A	N/A	D

Siglas: N/A (Não aplicado); D (Desconhecida).

Devido ao estado de degradação ou fragmentação, como pode ser observado na figura 21, alguns foram identificados a nível de Filo ou Classe apenas. No entanto, foram identificadas 22 espécimes ao nível de espécie, pertencentes aos filos Mollusca, Arthropoda (Crustacea), Bryozoa e Rhodophyta. Também foi observado o crescimento de alguns organismos sobre outros, como mostrado na figura 22.

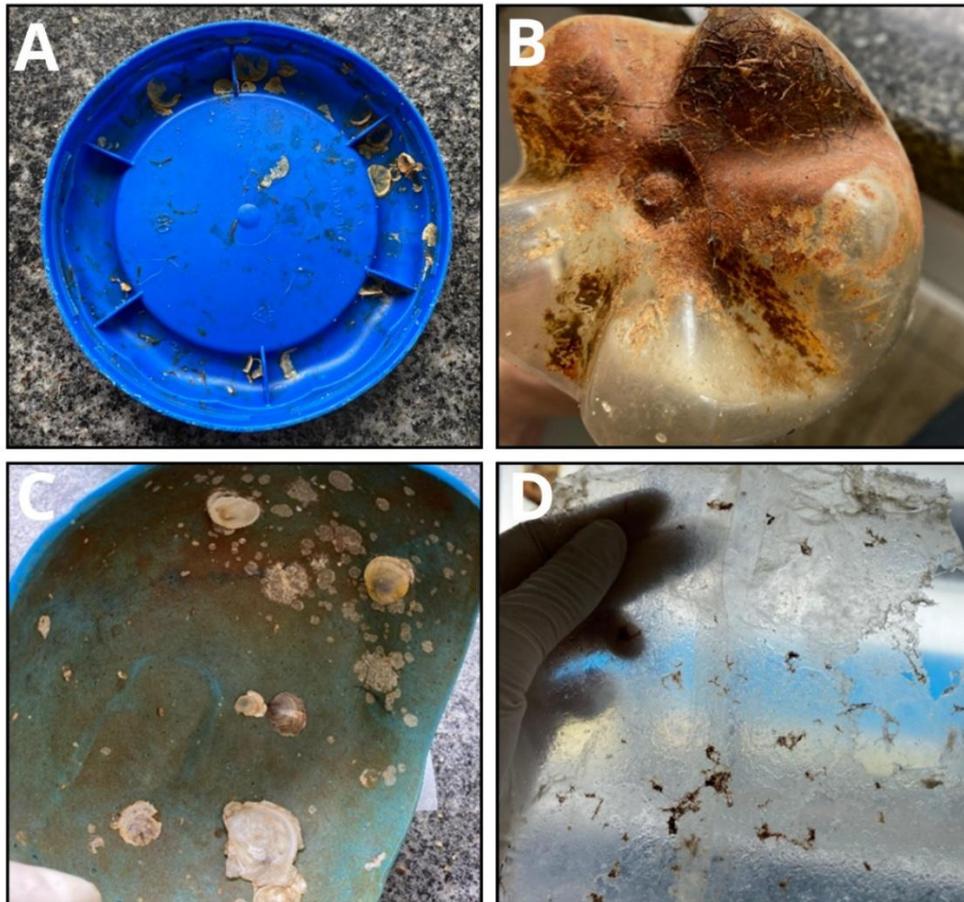


Figura 21: Organismos degradados ou quebrados em partes.



Figura 22: Tubos de poliqueta (*Hydroides* sp.) e briozoário (*Celleporella* sp.) em simbiose com uma ostra juvenil (*Ostrea* sp.).

Quanto aos status das espécies identificadas no lixo coletados nas praias, a Praia da Vila apresentou 1 Exótica (1 Invasora); a Praia Grande apresentou 2 Nativas, 2 Criptogênicas e 2 Exóticas (2 Estabelecida); a Praia do Foguete apresentou 8 Nativas, 1 Criptogênica e 3 Exóticas (3 Estabelecidas); e a Praia Rasa apresentou 1 Nativa, 3 Criptogênicas e 3 Exóticas (2 Estabelecidas e 1 Invasora) (tabela 8). Na Praia Mar do Norte não foi possível identificar nenhum organismos até espécie e, portanto, classificar quanto ao status. Por fim, na Praia dos Cavaleiros não foi encontrado nenhum epibionte. Não foi possível classificar os status de alguns indivíduos devido à dificuldade de identificação ao menor nível taxonômico, pois se encontravam desgastados (Tabelas 3 – 7).

Das espécies exóticas identificadas, quatro são cirripédios, dois moluscos e um briozóario (figuras 23 – 26). A tabela 9 mostra a presença dos indivíduos identificados por localidade (tabela 9).

Tabela 8: Número de espécies por status de cada praia.

STATUS	Vila	Grande	Foguete	Rasa
Nativa	-	2	8	1
Criptogênica	-	2	1	3
Exótica - Detectada	-	-	-	-
Exótica - Estabelecida	-	2	3	2
Exótica - Invasora	1	-	-	1



Figura 23: *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) – Espécie invasora encontrada na Praia da Vila.

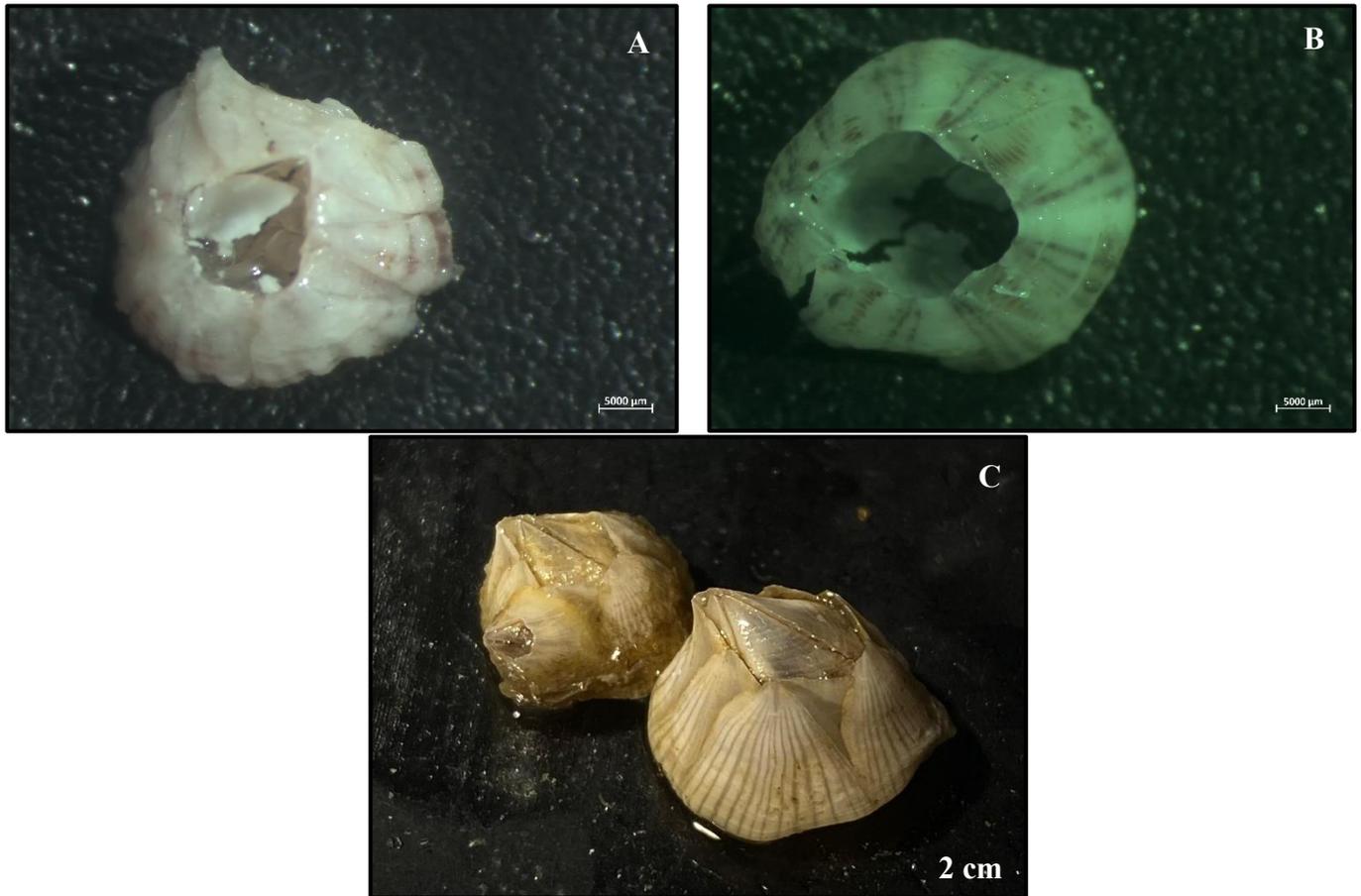


Figura 24: Espécies de cracas exóticas: A) *Amphibalanus improvisus*; B) *Amphibalanus amphitrite*; C) *Balanus trigonus*.

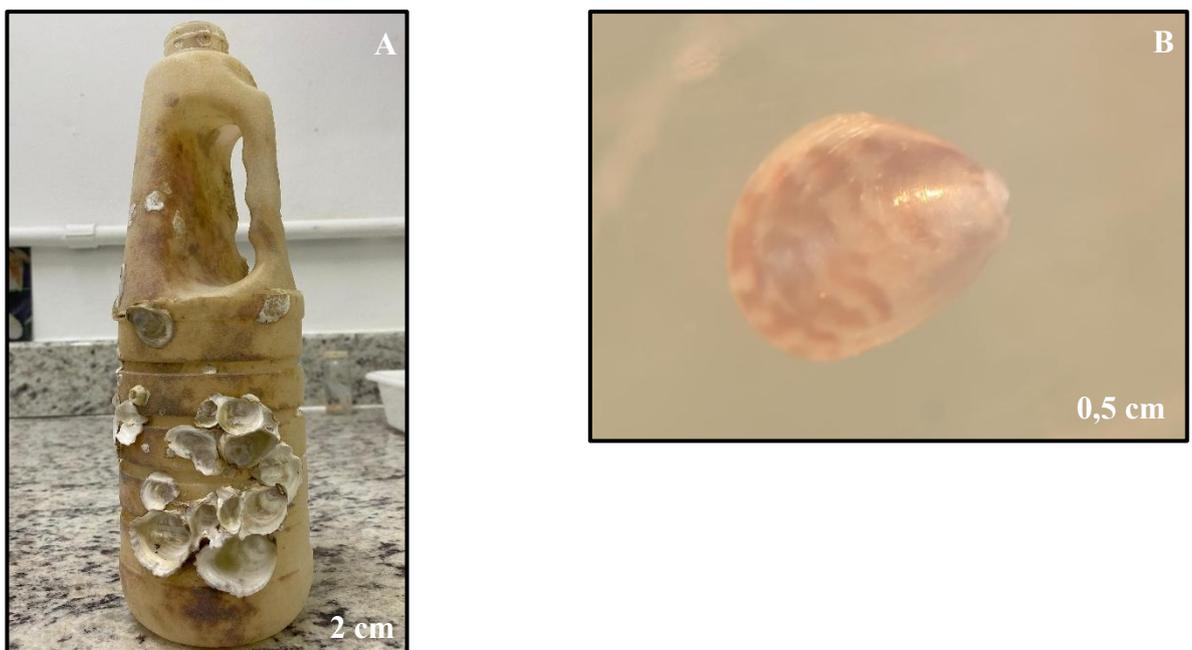


Figura 25: Espécies de moluscos exóticos: A) *Saccostrea* cf. *cucullata* (espécie invasora encontrada na Praia Rasa); B) *Perna perna*.

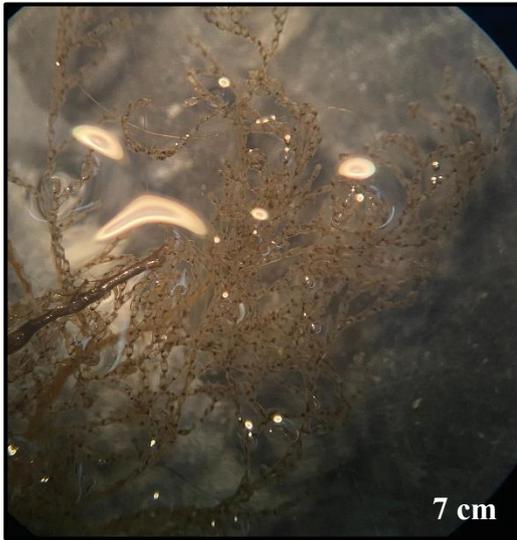


Figura 26: Espécie de briozoário exótico: *Catenicella contei*.

Tabela 9: Presença de táxons identificados por localidade.

Táxons	Vila	Grande	Foguete	Rasa	Mar do Norte	N.º de ocorrência nas praias
Filo Bryozoa (14)						
<i>Conopeum</i> sp.	X			X	X	3
<i>Biflustra</i> sp.	X	X	X	X	X	5
<i>Bugula</i> sp.	X					1
<i>Jellyella</i> sp.		X	X	X		3
<i>Electra</i> sp.		X				1
<i>Amathia</i> sp.		X		X		2
<i>Membranipora</i> sp.			X	X		2
<i>Parasmittina</i> sp.				X		1
Lepraliomorpha sp.				X		1
<i>Arbopercula</i> sp.				X	X	2
<i>Celleporella</i> sp.				X	X	2
<i>Catenicella</i> sp.				X		1
<i>Catenicella contei</i>				X		1
<i>Aetea sica</i>				X		1
N.º de táxons por praia:	3	4	3	12	4	
Filo Mollusca (13)						
Família Chamidae					X	1
<i>Anadara</i> sp.				X		1
<i>Crassostrea</i> sp.				X		1
<i>Saccostrea</i> cf. <i>cucullata</i>				X		1
<i>Ostrea</i> sp.			X	X		2
<i>Modiolus</i> sp.			X			1
<i>Perna perna</i>		X				1
<i>Hiatella arctica</i>		X				1
<i>Sphenia fragilis</i>		X	X	X		3
<i>Musculus lateralis</i>			X	X		2
<i>Lunarca ovalis</i>			X			1
<i>Asaphis deflorata</i>			X			1
<i>Astyris lunata</i>			X			1
N.º de táxons por praia:	-	2	7	6	1	
Filo Arthropoda – Crustacea (9)						
Subclasse Thecostraca		X			X	2
<i>Balanus trigonus</i>			X	X		2
<i>Amphibalanus</i> sp.				X		1
<i>Amphibalanus amphitrite</i>		X	X			2
<i>Amphibalanus improvisus</i>			X			2
<i>Amphibalanus eburneus</i>				X		1
<i>Megabalanus</i> sp.	X					1
<i>Megabalanus coccopoma</i>	X					1
<i>Microeuraphia rhizophorae</i>			X			1
N.º de táxons por praia:	2	2	4	3	1	
Filo Annelida (1)						
<i>Hydroides</i> sp.	X	X	X	X	X	5
N.º de táxons por praia:	1	1	1	1	1	
Filo Cnidaria (1)						
Classe Hydrozoa	X	X		X	X	4
N.º por praia:	1	1	-	1	1	
Filo Foraminifera (1)						
					X	1
N.º de táxons por praia:	-	-	-	-	1	

Filo Rhodophyta (6)					
Ordem Gelidiales		X			1
Ordem Ceramiales		X			1
<i>Hypnea</i> sp.		X			1
<i>Jania</i> sp.		X	X		2
<i>Polysiphonia</i> sp.			X		1
<i>Herposiphonia secunda</i>			X		1
N.º de táxons por praia:	-	4	3	-	-
Filo Chlorophyta (1)					
<i>Ulva</i> sp.		X			1
N.º de táxons por praia:	-	1	-	-	-
Filo Ochrophyta (1)					
Ordem Ectocarpales		X			1
N.º de táxons por praia:	-	1	-	-	-

6. DISCUSSÃO

O Brasil destaca-se entre os países com maior concentração de lixo marinho do mundo, com resíduos distribuídos ao longo dos seus 11.500 km de costa, especialmente nos ecossistemas costeiros e nas praias (Turra *et al.*, 2020). Essa concentração de lixo marinho é resultante de múltiplos fatores, tanto internos quanto externos, incluindo ventos, correntes, deposição nos recursos hídricos, entre outros (Póvoa *et al.*, 2025).

Nas praias analisadas neste estudo, a presença de lixo marinho na areia é atribuída predominantemente das atividades antrópicas. No entanto, sua dispersão e acúmulo ao longo da faixa costeira resultam na interação entre fatores naturais, como ventos, marés e correntes marinhas, e antrópicos, especialmente devido à proximidade com zonas urbanas e à exposição direta ao mar aberto.

A maioria do lixo encontrado no presente estudo apresentava característica de desgaste, o que pode ser resultante das intempéries climáticas, dinâmica das ondas, correntes marinhas e do tempo de exposição e deposição no ambiente costeiro (Nelms *et al.*, 2017). Desse modo, a quantidade de itens depositados nas praias pode estar associado a duas fontes distintas: fonte de lixo local e fonte de lixo não local. A primeira está relacionada ao descarte de resíduos por moradores ou frequentadores da região, sendo mais evidente em praias com maior presença urbana, como é o caso da Praia dos Cavaleiros. Nessa localidade, observou-se a ausência de epibiontes no lixo coletado, o que pode estar relacionado ao curto tempo de permanência do lixo no ambiente marinho. No entanto, esse fator, isoladamente, não permite afirmar que a principal fonte de lixo seja local, nem que o menor tempo de coleta tenha relação direta com a ausência de epibiontes. A segunda fonte (não local) está relacionada ao transporte de resíduos por processos hidrodinâmicos, como a ação de correntes marinhas, ondas e ventos, que contribuem para o acúmulo de materiais oriundos de outras regiões. Essa dinâmica foi abordada em estudos anteriores como o de Farias (2014), Madureira *et al.* (2017), Stelmack *et al.* (2018) e Brito & Rocha (2023).

Nesse estudo, o tipo de material mais abundante entre os resíduos marinhos encontrados nas praias, tanto nas amostras com presença de epibiontes quanto nas sem epibiontes, foi o plástico. A alta durabilidade e resistência desse material explicam sua predominância nos oceanos, tornando-o um substrato favorável para espécies incrustantes e funcionando como vetor de dispersão dessas espécies através do *rafting* (Schneider *et al.*, 2018; Abelouah *et al.*, 2024). Essa abundância de plástico está diretamente relacionada à produção exarcebada para suprir a demanda da globalização, aliada ao uso massivo dos produtos descartáveis pela sociedade contemporânea. Por estas razões, o plástico é atualmente considerado um problema ambiental em escala global (Galgani *et al.*, 2015; Gall & Thompson, 2015; Kiessling *et al.*, 2015; Neto, Silva & Bittencourt, 2016). Essa durabilidade faz com que o plástico permaneça por longos

períodos no ambiente aquático e, mesmo quando fragmentado em microplásticos ou nanoplásticos, continua a causar impactos em diversos níveis das cadeias tróficas. Além disso, devido à sua flutuabilidade, esses fragmentos podem ser amplamente dispersos pelas correntes marinhas e pelos ventos, acarretando consequências em todo o ambiente marinho (Jambeck *et al.*, 2015; MMA, 2019; Turra *et al.*, 2020; PEMALM, 2021).

Outrossim, o plástico possui características como baixa degradabilidade, leveza, flutuação prolongada (que pode se estender de semanas a anos), menor custo de produção e composição química favorável à adesão biológica (Póvoa *et al.*, 2025). Esses fatores tornam o plástico um meio eficiente para colonização por epibiontes e para a dispersão por longas distâncias no ambiente marinho. Esses fatores não apenas contribuem para a persistência do plástico nos ecossistemas aquáticos, mas também reforçam seu papel na dinâmica ecológica e no processo de bioinvasão de espécies. Diversos estudos têm discutido esses aspectos, destacando o papel do plástico como substrato móvel e persistente nos oceanos, sendo corroborados nos trabalhos de Aliani & Molcard (2003), Barnes *et al.* (2004), Barnes & Milner (2005), Farrapeira (2011), Vieira *et al.* (2015), Gil & Pfaller (2016), Gündoğdu, Çevik & Karaca (2017), Finger (2018), García-Gómez, Garrigós & Garrigós (2021), Subías-Baratau *et al.* (2022).

Embora o plástico seja o principal tipo de resíduo marinho encontrado neste estudo e o mais discutido na literatura, outros tipos de materiais também foram registrados no presente estudo, como tecidos (ex.: bermudas), metais (alumínio e ferro) e outros resíduos sólidos, tais como madeira processada, papéis e vidro. Esses materiais, embora menos abundantes, também atuam como vetores potenciais na dispersão de organismos incrustantes. Estudos apontam que a presença de bioincrustantes não está restrita apenas ao plástico, podendo ser observada em diversos substratos artificiais encontrados à deriva no ambiente marinho. A escolha do substrato pode estar relacionada ao sucesso de recrutamento e estabelecimento das espécies como moluscos e crustáceos (cracas), influenciando sua capacidade de propagação, especialmente quando esses materiais permanecem por longos períodos flutuando no ambiente marinho (Breves & Skinner, 2014; Calder *et al.*, 2014; Vieira *et al.*, 2015; Sheets *et al.*, 2016; Carlton *et al.*, 2017; McCuller & Carlton; 2018; Miller *et al.*, 2018; Rech, Pichs & García-Vazquez, 2018; Shabani, Nasrolahi & Thiel, 2019; Simkanin *et al.*, 2019; Póvoa, Skinner & Araújo, 2021; Póvoa, *et al.*, 2022; Brito & Rocha, 2023; Abelouah *et al.*, 2024; Póvoa *et al.*, 2025).

A disposição e o comportamento do lixo marinho encontrado nas praias analisadas revelam padrões importantes relacionados à flutuabilidade dos tipos de materiais no ambiente marinho. Como demonstrado nos resultados, o tipo de material influencia diretamente sua capacidade de flutuar, sendo o plástico o material mais abundante em todas as amostras. Sua elevada frequência se deu tanto nas amostras com ausência de epibiontes, quanto naquelas colonizadas por organismos incrustantes, o que reforça a versatilidade desse material em termos

de persistência e dispersão no ambiente. A exceção foi observada na Praia Rasa, onde a presença significativa de bioincrustação levou a flutuabilidade negativa de plásticos que, de outra forma, apresentariam flutuabilidade positiva.

Essa variação observada corrobora com Kooi *et al.* (2017), que afirmam que a flutuabilidade dos plásticos é dependente direto da composição, tamanho e da densidade dos polímeros. A heterogeneidade entre os tipos de polímeros, composição química e coloração nos plásticos afeta a maneira como esses resíduos interagem com o meio marinho, por exemplo, os polímeros polietileno e polipropileno possuem densidades inferiores à da água do mar, o que favorece sua flutuação, enquanto materiais como o poliéster e poliamida, com densidade maior, tendem naturalmente a afundar (Subías-Baratau *et al.*, 2022; Póvoa *et al.*, 2025). No entanto, os plásticos inicialmente flutuantes podem perder essa característica quando colonizados por epibiontes, os quais aumentam sua massa e densidade, reduzindo ou eliminando sua capacidade de flutuação e afundando-os. Um exemplo são as cracas que ao se fixarem em estruturas, sejam fixas ou flutuantes no ambiente marinho, podem comprometer a durabilidade do material ao induzir os processos de fragilização e desgaste. Além disso, o aumento da sua abundância contribui para o aumento de peso dessas estruturas, afundando-os (Severino & Resgalla, 2005),

Além da composição do material, diversos fatores ambientais também influenciam a flutuabilidade dos resíduos no mar. Entre eles, destacam-se a temperatura da água, o hidrodinamismo local (como fluxos e correntes), o regime de ventos, a radiação ultravioleta que contribui para a biodegradação, a biogeografia do ambiente, do tamanho e do tipo de polímero presente nos resíduos (Subías-Baratau *et al.*, 2022; Rellán *et al.*, 2023). Tais fatores revelam a complexidade envolvida na permanência e no transporte de resíduos marinhos, que não podem ser compreendidos apenas sob a ótica físico-química, mas também por meio da interação com processos biológicos e ecológicos (Rech *et al.*, 2018; Póvoa *et al.*, 2022).

Sebille *et al.* (2020), caracterizam vários estudos como limitados e focados em resíduos plásticos flutuantes negligenciando outros tipos de materiais (vidro, papel, tecido, metal e madeira processada). Essa tendência ocorre porque o plástico, além de ser o resíduo mais abundante nos oceanos, é também aquele que mais capta a atenção pública e representa impactos significativos no ambiente marinho. No entanto, essa ênfase pode restringir a compreensão ampla da dinâmica dos resíduos sólidos nos oceanos. Os dados deste estudo indicam que, embora o plástico seja conhecido como o principal vetor de dispersão e colonização biológica, outros materiais também podem atuar como vetores importantes, especialmente quando permanecem à deriva por longos períodos. Em uma lata de refrigerante (alumínio), por exemplo, coletada na Praia do Foguete neste estudo, foram encontrados oito táxons incrustantes. Da mesma forma que uma bermuda de tecido coletado na Praia Rasa apresentou cinco táxons aderidos, demonstrando que diferentes tipos de resíduos sólidos, mesmo em menor abundância,

podem favorecer a bioincrustação e participar ativamente da dinâmica ecológica costeira, podendo promover eventos de bioinvasão. Logo, é mensurada que as zonas urbanas são consideradas *hotspots* de bioinvasão, devido aos portos náuticos e marinas receberem embarcações que transitam em vários locais e são carregados de epibiontes pertencentes ao *fouling* (Póvoa *et al.*, 2025).

A relação entre a flutuabilidade e o tipo de material está, portanto, associada não apenas às características intrínsecas das partículas durante o seu processo de produção industrial, mas também aos processos subsequentes que ocorrem após sua entrada nos oceanos. Uma vez no ambiente marinho, o resíduo sofre a ação de fatores ambientais e biológicos que alteram suas propriedades originais. A bioincrustação e o intemperismo são exemplos desses processos, os quais têm papel decisivo no destino desses materiais no ecossistema costeiro (Schoener & Rowe, 1970; Zettler *et al.*, 2013; Sebille *et al.*, 2020).

Essas observações reforçam a importância de uma abordagem multidisciplinar no estudo de resíduos marinhos, combinando os aspectos químicos, físicos e biológicos para uma melhor compreensão da dinâmica dos materiais no ambiente costeiro. Compreender tais processos é crucial para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes no combate à poluição marinha. Adicionalmente, estudos indicam que o acúmulo de resíduos no ambiente marinho favorece o aumento da colonização por epibiontes, sobretudo em contextos caracterizados pela ausência de estratégias eficazes de mitigação e monitoramento ambiental (Silva, 2018; Rumbold, García & Pon, 2020; Pinheiro, 2022; Póvoa *et al.*, 2025).

No presente estudo, foram encontrados epibiontes no lixo marinho coletado em cinco das seis praias analisadas. A Praia Rasa, localizada em Armação de Búzios (RJ), destacou-se por apresentar não apenas a maior quantidade de lixo com a presença de epibiontes, mas também o maior número de espécimes incrustantes. Por outro lado, a Praia dos Cavaleiros em Macaé (RJ) foi a única em que não se registrou a presença de epibiontes no lixo coletado. Isso provavelmente está relacionado à dinâmica específica de cada local. A Praia dos Cavaleiros, por ser mais urbana, tende a receber resíduos majoritariamente de origem local e, possivelmente por essa razão, é limpa com maior frequência por órgãos públicos. É importante destacar que os dados representam apenas um único dia de coleta ao longo do ano, o que pode não refletir completamente o padrão geral de ocorrência de epibiontes nessas praias. Conforme evidenciado por Jagiello *et al.* (2024), os epibiontes podem se estabelecer sobre o lixo marinho, utilizando-o não apenas como meio de dispersão, mas também como um micro-habitat que fornece condições favoráveis para o forrageamento, abrigo e proteção contra os predadores e competidores.

Os grupos taxonômicos registrados neste estudo, associados ao lixo marinho, incluem briozoários, moluscos, crustáceos, poliquetas, hidrozoários, algas e foraminíferos, totalizando em 163 espécimes. Essa diversidade confirma com os achados de Póvoa *et al.* 2021, Kannan *et al.*

2023, De-la-Torre *et al.* 2023 e Póvoa *et al.*, 2025, que também identificaram esses mesmos grupos como epibiontes associados ao lixo flutuante. Assim, este estudo reforça as evidências de que o lixo marinho funciona como substrato eficaz para a colonização de uma ampla gama de epibiontes, atuando como potencial vetor de transporte e dispersão desses organismos para regiões não-nativas (Subías-Baratau *et al.*, 2022; Petracco *et al.*, 2023).

Os filós encontrados neste trabalho possuem desenvolvimento que envolvem estabelecimento larval, competência e recrutamento, características comuns entre epibiontes sésseis, como moluscos, poliquetas, cirripédios, briozoários e hidrozoários (Kiessling *et al.*, 2015; Pinochet *et al.*, 2019). Segundo Da Gama, Pereira e Coutinho (2009), as larvas planctotrófica desses organismos tendem a se dispersar por longas distâncias, podendo adiar seu assentamento até encontrarem um substrato ideal. Em contrapartida, larvas que possuem reservas energéticas no vitelo, como as lecitotróficas, tendem a se dispersar de forma restrita em tempo e distância, limitada pela energia disponível.

Alguns representantes dos filós amostrados podem ser consideradas espécies exóticas na Região dos Lagos (Brasil). Neste estudo, foram identificadas sete espécies exóticas, sendo duas espécies invasoras: a craca *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854), encontrada em um item de plástico na Praia da Vila, em Saquarema (RJ), e o bivalve *Saccostrea cf. cucullata* (Born, 1778), encontrado em um frasco plástico na Praia Rasa, em Búzios (RJ). Menciona-se que alguns táxons, cuja identificação ao menor nível taxonômico não foi possível, podem ser espécies invasoras.

O Filo Bryozoa foi o grupo taxonômico predominante no lixo marinho coletado, com 80 espécimes, embora não tenha sido possível identificar todos, devido ao desgaste estrutural e morfológico. Esse filo é o mais frequente quando relacionado ao lixo antropogênico flutuante, principalmente em plásticos (Mghili *et al.*, 2023).

As colônias de briozoários se fixam e crescem sobre substratos, naturais ou artificiais, formando estruturas semelhantes a tapetes, o que favorece seu transporte por longas distâncias nos oceanos. Esse grupo se destaca pela diversidade de espécies, muitas das quais podem ser consideradas exóticas e invasoras quando introduzidas em novos ambientes, seja por meio do *rafting* no lixo marinho ou de outros vetores de transporte (Mghili *et al.*, 2022). Essa introdução pode impactar negativamente a biodiversidade local, reduzindo a presença de espécies nativas e afetando aspectos socioeconômicos, como o turismo e a pesca (Thiel & Gutow, 2005a; Farrapeira, 2011; McCann *et al.*, 2015; Vieira *et al.*, 2015). Tais impactos reforçam a importância de compreender os mecanismos de dispersão e colonização dessas espécies, especialmente no contexto do aumento do lixo plástico nos oceanos.

Neste trabalho, foi possível identificar alguns briozoários devido ao bom estado de preservação dos espécimes analisados. Os briozoários encontrados foram: *Conopeum sp.*,

Biflustra sp., *Bugula* sp., *Jellyella* sp., *Electra* sp., *Membranipora* sp., *Parasmittina* sp., *Lepraliomorpha* sp., *Arbopercula* sp., *Celleporella* sp., *Catenicella* sp., *Amathia* sp., *Aetea sica* (Couch, 1844) e *Catenicella contei* (Audouin, 1826). Ressalta-se que, não foi possível identificar alguns gêneros encontrados nesse estudo a nível de espécie devido a má preservação do material e à ausência de algumas estruturas diagnósticas. Por isso, a discussão foi conduzida em nível de gênero para esses casos.

O briozoário *Conopeum* foi encontrado incrustado em resíduos de plásticos em três praias analisadas no estudo: Praia da Vila, Praia Rasa e Praia Mar do Norte. Este grupo pertence à Família Electridae e atualmente possui 19 espécies reconhecidas, todas com ampla distribuição geográfica (cosmopolita). As espécies desse gênero são típicas de ambientes marinhos, embora também sejam encontradas em regiões estuarinas e de águas salobras. Apesar de sua ampla distribuição, este grupo possui poucos estudos na literatura (Alvarenga, 2009; Heyse, 2012).

O *Conopeum* forma colônia in crustante tanto em substratos biológicos (conchas de moluscos) quanto artificiais (placas de PVC), o que corrobora com os achados deste estudo, visto que espécimes foram encontrados incrustados em itens plásticos no trabalho de Crooks, Chang & Ruiz (2010). Além disso, Carlton *et al.* (2018) registraram a espécie *Conopeum nakanosum* Grischenko, Dick e Mawatari, 2007 incrustada em resíduos do tsunami do Japão. No Brasil, a espécie *C. reticulum* foi registrada em detritos flutuantes por Farrapeira (2011). No presente trabalho, não foi possível a identificação em espécie devido ao desgaste dos espécimes. Desde então, o Brasil apresenta registro de duas espécies desse gênero na costa brasileira: *Conopeum reticulum* (Linnaeus, 1767) a *Conopeum commensale* Kirkpatrick & Metzelaar, 1922, conforme uma listagem elaborada por Barbosa (1970), que identificou briozoários fósseis no Brasil. O país apresenta uma espécie exótica: *Conopeum loki* Almeida, Souza & Vieira, 2017, oriunda da China (Ramalho, 2006; Almeida, 2018).

O briozoário *Biflustra* foi encontrado na Praia da Vila, Praia do Foguete, Praia Rasa e Praia Mar do Norte, incrustado em resíduos plásticos. Este grupo pertence à Família Membraniporidae, que possui cerca de 53 espécies descritas, todas de colônias incrustantes e encontradas em ambiente marinho, com distribuição cosmopolita. No Brasil, são registradas duas espécies exóticas, ambas com origem da China, a *Biflustra irregulata* (Liu, 1991) e *Biflustra okadai* Almeida, Souza & Vieira, 2017 (Vieira, 2008; Vieira, 2016; Almeida, 2018; Larré, 2020).

O gênero *Biflustra* já foi encontrado em lixo marinho, inclusive incrustado em detritos plásticos provenientes do tsunami de 2011. Isso reforça sua capacidade de utilizar substratos artificiais como vetores de dispersão a longas distâncias, por meio do *rafting* em resíduos flutuantes (Carlton *et al.*, 2017; McCuller & Carlton, 2018). No Brasil, duas espécies desse gênero, *Biflustra arborescens* (Canu & Bassler, 1928) e *Biflustra savartii* (Audouin, 1826) já

foram registradas em resíduos marinhos, o que corrobora com os dados deste estudo, visto que foram encontradas em detritos plásticos (Farrapeira, 2011).

O briozoário *Jellyella* foi encontrado em resíduos plásticos em três praias: Praia Grande, Praia do Foguete e Praia Rasa. Este gênero compreende apenas duas espécies registradas para o Brasil: *Jellyella tuberculata* (Bosc, 1802) e *Jellyella brasiliensis* Vieira, Almeida & Winston (2016), ambas com ocorrência em regiões quentes e tropicais (Vieira, 2008; Silva, 2020). Não foi possível identificar a espécie devido ao seu desgaste morfológico. Outras espécies já registradas em lixo flutuante no Brasil, como *Jellyella eburnea* (Hincks, 1891), considerada criptogênica (Farrapeira, 2011).

Ambas espécies apresentam colônias incrustantes e foram encontradas em substratos naturais e artificiais, incluindo materiais antropogênicos flutuantes e plásticos, por meio do *rafting* (Farrapeira, 2011; Almeida, 2018; Silva, 2020; García-Gomez *et al.*, 2021). Esses registros corroboram com os dados do presente estudo, visto que foram encontrados como bioincrustantes em resíduos plásticos. Além disso, estudos de Vieira *et al.* (2016), Almeida (2018) e Larré (2020), apontam que este gênero pode atuar como epibionte de outros organismos, como algas e conchas de moluscos. Entretanto, esse gênero carece de informações quanto ao seu impacto para a biodiversidade brasileira, sendo conhecidos apenas registros que indicam o uso do lixo marinho como vetor de transporte para a sua dispersão.

O gênero *Electra* foi registrado apenas na Praia Grande, como bioincrustante de itens plásticos. Este gênero se encontra distribuído em todos os oceanos, e conta com aproximadamente 33 espécies descritas para o mundo. Três delas são registradas no Brasil: *Electra tenella* (Hincks, 1880), *Electra bellula* (Hincks, 1881) *Electra hastingsae* Marcus, 1938. Todas estas apresentam características de colônias incrustantes e já foram registradas como epibiontes de algas, hidrozoários, cracas e moluscos. Além da bioincrustação em substratos naturais e artificiais, também foram encontradas em resíduos antropogênicos, plásticos e em cascos de navios (Vieira, 2008; Farrapeira, 2011; Heyse, 2012; Vieira *et al.* 2016). Dessa forma, o estudo corrobora com a literatura, já que os organismos foram encontrados incrustados em plásticos, indicando o lixo marinho como possível vetor de transporte e dispersão (Ramalho, 2006).

O briozoário *Membranipora* foi coletado na Praia do Foguete e Praia Rasa, em materiais de plástico e tecido. Este gênero pertence à Família Membraniporidae, composta por organismos coloniais que formam colônias incrustantes e possuem ampla distribuição em ambientes marinhos, sendo originária do Pacífico. Muitas espécies desse gênero ainda são pouco conhecidas, e algumas foram descritas recentemente. Isso levou a criação de uma nova categoria taxonômica dentro da Família Membraniporidae. A espécie mais conhecida e estudada atualmente é a *Membranipora membranacea* (Linnaeus, 1767), registrada como incrustante em

plástico e em algas, conforme estudos de Aliane & Molcard (2003), García-Gómez *et al.* (2021) e Pohs (2021), além de ser uma espécie considerada invasora para o Brasil. Uma outra espécie para esse gênero foi registrado no Brasil em resíduos antropogênicos flutuantes, a *Membranipora tenuis* Desor, 1848, citada por Farrapeira (2011) e considerada como exótica (Vieira, 2008; Almeida, 2018; Pohs, 2021; Xavier, 2022).

No entanto, há poucos registros de espécies de *Membranipora* no Brasil que confirmem sua presença em lixo marinho como vetor de dispersão. Entretanto, faz-se necessário estudos para validar tal hipótese e continuar monitorando, a fim de compreender melhor seus impactos ecológicos.

O briozoário *Parasmittina* foi encontrado apenas na Praia Rasa, em um único material plástico (cano de PVC). Este gênero possui aproximadamente 90 espécies descritas no mundo, tendo seis delas relatadas para o Brasil, incluindo uma considerada endêmica, *Parasmittina ligulata* (Ridley, 1881). Todas as espécies do gênero são caracterizadas por colônias incrustantes, ocorrendo em substratos naturais e artificiais, além de atuarem como epibiontes de algas, corais e conchas de moluscos (Vieira, 2008; Almeida, 2018; Larré, 2020; Xavier, 2022). Dessa forma, o presente estudo corrobora com os trabalhos de Canning-Clode *et al.* (2013) e Almeida (2018), nos quais indivíduos das espécies *Parasmittina ligulata* (Ridley, 1881) e *Parasmittina protecta* (Thornely, 1905) foram encontrados em itens de PVC. Embora a identificação precisa da espécie não tenha sido possível devido ao desgaste morfológico dos espécimes, observa-se que o gênero possui espécies com potencial para se dispersar por meio de resíduos marinhos. Adicionalmente, Farrapeira (2011) já tinha registrado a presença da espécie *Parasmittina trispinosa* (Johnston, 1838) em detritos antropogênicos flutuantes. Apesar disso, ainda não foi possível informar o impacto desse gênero na costa brasileira através do lixo marinho.

O briozoário da ordem Lepraliomorpha foi coletado apenas na Praia Rasa, incrustado em garrafas PET. Não foi possível a identificação da espécie por conta do desgaste morfológico e estrutural. Este grupo apresenta diversas espécies, porém há controvérsias quanto à isso, pois o número pode variar conforme novos estudos taxonômicos e avanços da biotecnologia molecular, como apontado por Ramalho *et al.* (2011). Por exemplo, Vieira, Winston & Migotto (2008) classificaram 87 espécies desse gênero como recentes para o Brasil, sendo necessária a revisão taxonômica de 22 delas. Ainda que Lepraliomorpha tenha sido registrada com ocorrência em Maceió, conforme o estudo de Vieira (2008), o autor reforça a necessidade de mais pesquisas para o entendimento da taxonomia e da distribuição desse grupo.

O mesmo se aplica para *Celleporella* sp., cujos indivíduos foram registrados em resíduos plásticos nas praias, Rasa e Mar do Norte. Sugere-se que esse gênero é novo para a literatura, sendo necessário mais pesquisas e estudos moleculares, para obter dados taxonômicos mais precisos, além de compreender sua capacidade de dispersão por *rafting* em longas

distâncias (McCuller & Carlton, 2018). Até o momento, apenas uma espécie foi registrada para o mundo: *Celleporella hyalina* (Linnaeus, 1767), conhecida como bioincrustante de detritos marinhos — especialmente os oriundos do Tsunami de 2011 — e habitante de regiões frias, como o Ártico, com registros também no Oceano Atlântico (McCuller & Carlton, 2018).

O briozoário *Arbopercula* sp. foi registrado em duas praias, Praia Rasa e Praia Mar do Norte, com bioincrustação em itens plásticos. Não foi possível identificar a espécie devido ao desgaste morfológico. Este grupo é representado por espécies introduzidas no Atlântico, sendo sua diversidade originalmente conhecida para os oceanos Pacífico e Índico, de acordo com a literatura. Assim, algumas espécies desse gênero apresentam distribuição restrita, enquanto outras são amplamente distribuídas (Miranda, 2018). Algumas espécies podem aumentar sua abundância em plásticos flutuantes, conseguindo se expandir e dispersar por longas distâncias, favorecendo sua introdução em ambientes não nativos (Coe & Rogers, 1997; Miranda, 2018), como a *A. tenella* que apresenta capacidade de dispersão por *rafting* em substratos artificiais (madeira e plástico), como já registrado nos Estados Unidos (Xavier *et al.*, 2023). Dessa forma, os achados do presente estudo corroboram com a literatura, uma vez que indivíduos desse gênero foram encontrados aderidos a plásticos.

O briozoário *Bugula* sp. foi encontrado em um resíduo plástico na Praia da Vila. Com 50 espécies aproximadamente descritas no mundo, 11 espécies são encontradas no Brasil e as mais discutidas e registradas são *Bugula brasiliensis* (D'Orbigny, 1839) e *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758), sendo a *B. brasiliensis* classificada como nativa e a *B. neritina* classificada como estabelecida (Ramalho, 2006; Vieira, 2008). Este gênero possui alguns representantes que apresentam uma ampla gama de metabólitos secundários com diferentes propriedades, incluindo efeitos citotóxicos, antibióticos (*Bugula neritina* (Linnaeus, 1758) como promissora de compostos anti-câncer), antivirais e anti-incrustantes, (Ramalho, 2006; Almeida, 2018).

As colônias de *Bugula* que ocorrem no Brasil apresentam grande diversidade e podem ser encontradas tanto em substratos naturais quanto artificiais. Além disso, essas colônias atuam como epibiontes, fixando-se sobre algas, conchas de moluscos, hidrozoários e outros briozoários. Elas também são representantes do *fouling* e à dispersão por *rafting* (Vieira, 2008; Heyse, 2012; Ramalhosa *et al.*, 2017; Miranda, 2018).

Este gênero *Bugula*, com origem no Oceano Pacífico, apresenta distribuição cosmopolita. Em várias regiões do mundo, as espécies desse gênero são caracterizadas como espécies invasoras, pois apresentam impactos negativos (socioeconômicos) em portos náuticos, entupindo canos de sistema de resfriamento das embarcações e usinas, além de contribuir significativamente para o *fouling* crescendo sobre superfícies de píers e cascos de embarcações (Ramalho, 2006; Póvoa *et al.*, 2025). O gênero apresenta ampla distribuição, sendo exótico em várias zonas portuárias devido à sua elevada tolerância a variações de salinidade e oxigênio,

características que, somada ao rápido crescimento e a capacidade de sobrepor-se em outros organismos, favorece seu potencial invasor (Heyse, 2012; Miranda, 2018). Essas características tornam espécies como *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758), uma das mais abundante da bioincrustação e a *Bugula stolonifera* Ryland, 1960, altamente tolerante em ambientes poluídos. Ambas as espécies, *B. neritina* e *B. stolonifera*, podem colonizar substratos tanto naturais quanto artificiais e disputar por recursos físicos e químicos com outras espécies nativas.

Algumas espécies foram classificadas com o status de criptogênicas. No entanto, análises de dados moleculares posteriores permitiram identificá-las como espécies exóticas (Fehlauer-Ale *et al.*, 2014). Com o tempo, essas espécies se estabeleceram e passaram a ser consideradas invasoras, pois começaram a causar impactos significativos, especialmente em zonas portuárias. Essa mudança de status foi motivada pela descoberta de novas espécies de *Bugula* em águas brasileiras, inicialmente também categorizadas como criptogênicas por não apresentarem efeitos negativos evidentes. Contudo, com a disseminação dessas espécies ao longo da costa e em portos náuticos, os impactos se tornaram mais evidentes, levando à reclassificação do gênero como invasor (Vieira, Fehlauer-Ale & Winston, 2012).

Algumas espécies desse gênero podem utilizar o *rafting* para sua dispersão em ambientes não nativos, pois apresentam registros em detritos plásticos e outros resíduos antropogênicos, como exposto no trabalho de Farrapeira (2011), Carlton *et al.* (2018) e Póvoa *et al.* (2025). E no Brasil apenas *B. neritina*, *B. dentata* e *B. flabellata* tem registros sobre plásticos através do *rafting*. Dessa forma, podemos corroborar com o atual estudo, devido sua bioincrustação no plástico.

O gênero *Catenicella* conta com cerca de 61 espécies descritas, porém apenas três ocorrem no Brasil: *Catenicella contei* (Audouin, 1826), *Catenicella uberrima* (Harmer, 1957) e *Catenicella elegans* Busk, 1852 (Silva, 2020). Algumas dessas espécies já foram encontradas em substratos artificiais no oceano e em lixo marinho, como observado nesse estudo, corroborando os estudos de Ramalho *et al.* (2014) e McCuller & Carlton (2018). Essas espécies vivem associados a outros organismos como poríferos e algas, favorecendo sua fixação e dispersão no ambiente marinho (Ramalho, 2006; McCuller & Carlton, 2018).

A espécie *Catenicella contei* (Audouin, 1826) identificada no presente estudo, é um briozoário com potencial para ser transportado por longas distâncias, especialmente por meio de substratos flutuantes. Atualmente, encontra-se estabelecida no Brasil, com o primeiro registro confirmado no Rio de Janeiro, por Ramalho *et al.* (2014). Vale destacar que estudos de Farrapeira (2011) e Miranda (2018) indicam que a *Catenicella contei* pertence ao *fouling* de cascos de embarcações, plataformas marítimas e detritos marinhos.

Em seguida, a *Aetea sica* (Couch, 1844) é uma espécie que apresenta distribuição geográfica ampla, ocorrendo em diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil. Inclusive,

existem outras espécies do gênero *Aetea* que possuem semelhanças morfológicas significativas, o que pode dificultar uma identificação precisa e comprometer a determinação das relações filogenéticas, especialmente devido à escassez de estudos detalhados sobre sua origem (Vieira, 2008). *Aetea sica* é uma espécie com biogeografia complexa e sua classificação como criptogênica reflete a incerteza sobre sua origem geográfica (Simma-Krieg, 1969), porém o estudo de Farrapeira (2011) sugere que essa espécie tem origem do Atlântico Ocidental.

Aetea sica (Couch, 1844) é um briozoário comum da bioincrustação que atua como um vetor relevante para dispersão em ambientes marinhos dessa espécie. Essa espécie tem sido encontrada em lixo marinho, principalmente em detritos abiogênicos, como nos plásticos e tecidos, conforme evidenciado nos trabalhos de Farrapeira (2011) e Subías-Baratau *et al.* (2022). No atual estudo, este briozoário foi observado sobre tecido, juntamente com outros briozoários, como os gêneros *Catenicella* sp., *Celleporela* sp. e *Amathia* sp. Essa associação pode ser explicada pelo fato de que a *Aetea sica* é um organismo epibionte, com capacidade de colonizar outros briozoários. Vieira (2008), por exemplo, registrou sua ocorrência sobre as colônias de *Amathia* sp., destacando esse comportamento como uma estratégia comum da espécie.

O gênero *Amathia* conta com cerca de 71 espécies já descritas, e no Brasil, de acordo com Vieira *et al.* (2008), foram relatadas quatro espécies, sendo elas: *Amathia brasiliensis* Busk, 1886, *Amathia convoluta* (Lamarck, 1816), *Amathia distans* Busk, 1886 e *Amathia vidovici* (Heller, 1867). No presente trabalho, foram encontrados espécimes de *Amathia* na Praia Grande e na Praia Rasa, no entanto, não foi possível identificar em nível de espécie por conta da fragmentação. As espécies do gênero *Amathia* são representativas das comunidades da bioincrustação em regiões portuárias e já foram registradas aderidas em resíduos de pesca e outros tipos de lixo marinho. É considerado como um organismo epibionte comum de hidrozoários, briozoários e esponjas, conforme o relato de Heyse (2009). Vale ressaltar que a espécie *Amathia verticillata* (delle Chiaje, 1822) é comum tanto em substratos naturais quanto artificiais, além da presença em lixo marinho (plástico), sendo chamada de “caroneira” dos oceanos e considerada exótica no Brasil, ocorrendo desde Santa Catarina até o Rio Grande do Norte (Miranda, Almeida & Vieira, 2018; García-Gómez *et al.*, 2021).

De modo geral, os briozoários dos gêneros *Arbopercula*, *Bugula* e *Lepraliomorpha* ainda carecem de informações específicas sobre sua ocorrência em lixo marinho, assim como os impactos causados por sua dispersão por *rafting* na costa brasileira.

O segundo táxon predominante no lixo marinho coletado, foi o Filo Mollusca, com 27 espécimes. A maioria foi possível identificar em níveis de gênero e espécie, e um em família, por apresentar estágio juvenil sugerindo uma colonização recente, como encontrado no trabalho de Póvoa *et al.* (2025).

Alguns moluscos são considerados invasores desde o período de transporte do tráfico

transatlântico de africanos escravizados, por conta do seu processo de bioincrustação em cascos de navios. A primeira espécie introduzida para esse período é o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Souza *et al.*, 2004; Penaforte, 2014), inclusive encontrado no presente estudo aderido em fibras plástica coletado na Praia Grande.

Os autores Cornelius (1992), Ávila *et al.* (2009) e Miller *et al.* (2018), afirmam que alguns moluscos apresentam desenvolvimento direto e larvas lecitotróficas, por isso, a abundância desses organismos em ambientes não-nativos está associado ao *rafting* como um dos vetores de transporte para dispersão. Conforme já discutido anteriormente, os detritos flutuantes apresentam dispersão relativamente lenta, influenciada pelas ações dos ventos e das correntes oceânicas. Esse tempo prolongado à deriva favorece a colonização por moluscos, permitindo que esses organismos se fixem nos substratos, adaptem-se ao novo ambiente, alcancem rapidamente a maturidade sexual e completem seu ciclo reprodutivo (Kießling *et al.*, 2015; Póvoa *et al.*, 2025). Além disso, as interações bioquímicas dos moluscos com o substrato aumentam sua resistência às condições adversas do ambiente marinho, tornando o transporte por *rafting* mais eficaz. E a sobrevivência dependerá de fatores químicos, físicos e biológicos, como salinidade, temperatura, habitat, competição e predação (Simkanin *et al.*, 2019).

Neste estudo foram encontrados espécimes de moluscos nos resíduos coletados em quatro praias. Na Praia Grande foram registrados os bivalves *Perna perna* (Linnaeus, 1758), *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767) e *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854). Na Praia do Foguete, o gastrópode *Astyris lunata* (Say, 1826) e os bivalves *Ostrea* sp., *Modiolus* sp., *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854), *Musculus lateralis* (Say, 1822), *Lunarca ovalis* (Bruguière, 1789) e *Asaphis deflorata* (Linnaeus, 1758). Na Praia Rasa foram encontrados indivíduos de *Anadara* sp., *Ostrea* sp., *Crassostrea* sp., *Saccostrea* cf. *cucullata* (Born, 1778), *Musculus lateralis* (Say, 1822) e *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854). Por fim, na Praia Mar do Norte foram registrados indivíduos da Família Chamidae.

O bivalve *Perna perna* (Linnaeus, 1758), como mencionado anteriormente, foi encontrado em fibras plásticas (cordas) na Praia Grande. Esta espécie é reconhecida como estabelecida para o Brasil. Denominado como mexilhão-marrom e famoso por ser um organismo sésil, generalista e tolerar grandes variações ambientais, além de ser um filtrador em potencial e bioindicador de metais e patógenos presentes na água. Outra característica relevante da espécie, é a sua importância ecológica como espécie-engenheira e estruturadora de comunidades de costão rochoso, com distribuição ampla por toda a costa brasileira. É encontrada em diversas zonas marinhas e costeiras, servindo assim como alimento para diversos organismos, bem como para populações tradicionais e ribeirinhas (Watywarawan, 2025).

O mexilhão *P. perna* é considerado invasor em diversos locais, como o Caribe, o Golfo do México, Venezuela e Mar Mediterrâneo (Schwindt *et al.*, 2020). No Nordeste do Brasil,

apresenta status de invasor, uma vez que compete com espécies nativas por habitat e alimento (Lima & Passos, 2021). Dessa forma, pode causar impactos significativos, alterando a estrutura de comunidades marinhas nativas e gerando prejuízos econômicos, como o alto custo de manutenção de embarcações e portos náuticos. O *P. perna* é considerado um grande representante do *fouling* e do *rafting*, pois são introduzidas de forma não intencional por meio da água de lastro, cascos de navios e resíduos antropogênicos, como exposto por Póvoa *et al.* (2025). Até então, o Brasil não apresenta registros de sua ocorrência em lixo marinho (Leão *et al.*, 2011; Watywarawan, 2025). Assim, o presente estudo corrobora os achados de Póvoa *et al.* (2025), ao identificar a presença da espécie incrustada em plásticos (fibras de cordas).

O molusco *Hiatella arctica*, encontrado em fibra plástica na Praia Grande, foi considerado uma espécie criptogênica para o Brasil. Apesar de ser um bivalve de ampla distribuição, sua ocorrência é mais comum em zonas mais frias, como o Ártico. Além disso, a espécie é apontada como dominante sobre os organismos epibiontes em regiões frias, onde a ausência de outros organismos resistentes às baixas temperaturas reduz a competição por recursos. Fora dessas regiões, sua abundância tende a diminuir (Veillard *et al.*, 2023).

Até o momento, no entanto, não há informações sobre impactos negativos da *Hiatella arctica* na biodiversidade brasileira, visto que já foi registrada em Arraial do Cabo (Batista, Granthom-Costa & Coutinho, 2020). Segundo Khalaman (2005), esse bivalve é considerado um organismo associado a bioincrustação, podendo apresentar diferentes estratégias de tolerância em ambientes perturbados. Por exemplo, Teichert *et al.* (2021) demonstraram que a *H. arctica* é uma eficiente filtradora de microplásticos, tendo sido testada em ambientes contaminados para avaliar sua tolerância à poluição em água e sedimentos.

O gastrópode *Astyris lunata*, encontrado em sacola plástica, é uma espécie com ampla distribuição nos oceanos desde o período Cenozóico e por apresentar registros de coletas que remontam a cerca de 162 anos (Trott, 2004). Essa espécie é considerada nativa para o Brasil, com ocorrência no Oceano Atlântico, desde o Ceará até Santa Catarina (Coltro *et al.*, 2024). Por ser um organismo da epifauna, está associado a algas vermelhas (Rhodophyta) como epibionte, conforme relatado nos estudos de Queiroz & Dias (2014) e Colares *et al.* (2021). Por apresentar baixa abundância nas coletas, pode ser uma espécie de ocorrência ocasional, cuja dispersão ocorre junto com as algas marinhas (Longo *et al.*, 2014).

Aos gêneros *Ostrea* sp. e *Crassostrea* sp. e a espécie *Saccostrea* cf. *cucullata* foram encontrados incrustados em diversos itens plásticos em duas praias: Praia do Foguete e Praia Rasa. O quantitativo de espécies descritas para esses gêneros pode variar ao longo do tempo, em razão do avanço das tecnologias de análise genética (molecular) e morfológica. Sendo assim, foi proposta a divisão do gênero *Ostrea* sp. em outros gêneros, como *Crassostrea* sp. e *Saccostrea* sp. (Lazoski *et al.*, 2011).

Em suma, as ostras são encontradas em todas as regiões do mundo e são amplamente reconhecidas, do ponto de vista biológico, por atuarem como bioindicadoras, devido ao seu processo de filtração, que reflete a qualidade da água, além de servirem de alimento para vários organismos. Do ponto de vista econômico, são amplamente consumidas pela população humana e representam um importante recurso para pesca e indústrias de aquicultura (Salvi *et al.*, 2022). Por outro lado, as ostras utilizam o *rafting* como um vetor de dispersão e podem se fixar em resíduos plásticos, os quais funcionam como substrato para sua colonização, como registrado por Carlton & Fowler (2018), Petracco *et al.* (2023) e Póvoa *et al.* (2025).

No Brasil, o gênero *Saccostrea* é considerado exótico em nosso litoral, sendo oriundo do Oceano Indo-Pacífico (Lam & Morton, 2006) e das costas Sul e Leste da África (Haupt, 2009). Este gênero vem trazendo indignações aos pescadores e pesquisadores devido seu impacto sob as ostras do gênero *Crassostrea* e também aos ecossistemas costeiros (ICMBio, 2024). Alguns estudos mencionam que a *Saccostrea* apresenta espécies invasoras no Mediterrâneo e Mar do Caribe (Lohan *et al.*, 2015). No Brasil, a primeira ocorrência foi registrada em 2014 no município de Bertioga, São Paulo (Galvão *et al.*, 2017). A espécie com grande potencial invasor é a *Saccostrea cucullata* (Born, 1778) e foi encontrada em frasco plástico no presente estudo na Praia Rasa. Essa espécie apresenta registros do Rio de Janeiro até Santa Catarina, introduzida aqui por meio de larvas presentes na água de lastro, em incrustações nos cascos de embarcações, estruturas artificiais e lixo marinho (plásticos) (Amaral *et al.*, 2020; García-Gomez *et al.*, 2021; Póvoa *et al.*, 2022; Póvoa *et al.*, 2025).

O gênero *Crassostrea* inclui duas espécies nativas do Brasil, *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) (endêmica da costa brasileira) e *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), além de uma espécie exótica, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (Amaral, 2010).

A *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) foi introduzida no Brasil na década de 70 com fins comerciais, por apresentar grande relevância econômica para as “indústrias alimentícias” (Silva, 2015; Serra, 2019). Esta ostra é originária do Indo-Pacífico, ocorrendo apenas em costão rochoso e é a espécie mais cultivada no mundo inteiro. No Brasil essa espécie é cultivada em larga escala na Região Sul através da aquicultura (Amaral, 2010; Mattos, Costa & Buenos, 2014). Contudo, essa espécie é uma potente invasora em ambientes não nativos, com registros de dispersão por *rafting* sobre lixo marinho flutuante, conforme descrito por Rech *et al.* (2018) e García-Gómez *et al.* (2021).

A espécie *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854), coletada nas praias Grande, Foguete e Rasa, é um bivalve com hábito de escavar e viver em espaços livres, como fendas formadas por outros organismos, como ostras e outros moluscos (Rios, 2009). Esta espécie foi encontrada em buracos presentes em resíduos plásticos e metálicos (alumínio), aderida a outros moluscos, o que sugere sua dispersão por meio do lixo marinho, atuando como vetor de

transporte. Isso está relacionado à sua ecologia: vive presa por bissos em espaços deixados por outros moluscos (Vale *et al.*, 2020) e, inclusive, foi observada aderida aos bissos do mexilhão *Perna perna*, na Praia Grande. No Brasil, ela já foi registrada incrustada em cascos de embarcações no Rio Grande do Norte (Farrapeira *et al.*, 2010).

Estima-se que a espécie é oriunda entre dois oceanos, Pacífico e Atlântico. Porém, devido à incerteza sobre sua origem, a espécie é considerada criptogênica. No Brasil, há registros do Ceará a Santa Catarina e sem evidências de impactos ambientais negativos (Passos *et al.*, 2024).

A espécie *Musculus lateralis* (Say, 1822), encontrada na Praia do Foguete e Praia Rasa, foi identificada em resíduos de plástico e metal. Segundo Santos (2017), sugere que a sua presença no lixo flutuante pode estar associada a algas e outros moluscos, pois se trata de uma espécie epibionte frequentemente encontrada nestes substratos. *M. lateralis* também foi registrada no Rio Grande do Norte, incrustada em cascos de embarcações (Farrapeira *et al.*, 2010). Acredita-se que a espécie é nativa dos Estados Unidos e, por não apresentar nenhum risco ambiental e se desenvolver normalmente no Brasil, é considerada uma espécie nativa (Pimpão, 2004; Silva, 2014; Santos, 2017; Passos *et al.*, 2024).

O bivalve *Modiolus* sp. (Família Mytilidae) foi encontrado em uma amostra de metal (alumínio) na Praia do Foguete. No Brasil, a espécie *Modiolus americanus* (Leach, 1815) é amplamente distribuída e considerada nativa da região costeira do Nordeste, na Bahia (Coltro *et al.*, 2024). Apesar de seu potencial como organismo incrustante, ainda há carência de pesquisas sobre espécies exóticas desse gênero no Brasil (Silveira *et al.*, 2006; Casares *et al.*, 2024).

Neste estudo, não foi possível identificar as espécies com precisão, porque se tratavam de organismos juvenis e de recente colonização, conforme relatado por Póvoa *et al.* (2025). Os trabalhos de Miller *et al.* (2018) e Simkanin *et al.* (2019) registraram espécies do gênero associadas em resíduos marinhos, o que reforça a hipótese de que esse gênero utiliza o *rafting* em lixo flutuante como modelo de dispersão.

O gênero *Anadara* apresenta algumas espécies que trazem impactos relacionados à bioinvasão, afetando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Tsirintanis *et al.*, 2022). Esse gênero é representativo na comunidade de bioincrustação (epibionte de outros organismos, estruturas artificiais e resíduos plásticos), conforme evidenciado nos estudos de Mayoma *et al.* (2020) e Costa *et al.* (2022). Além disso, é considerado um bivalve invasor de determinadas regiões, como no Mar Adriático e Mar Mediterrâneo com a espécie *Anadara transversa*, devido à competição com espécies nativas (Lodola *et al.*, 2011; Nerlović *et al.*, 2018). Enquanto no Brasil sugere-se que o gênero seja criptogênico, possivelmente exótico, há registros de espécies como *Anadara chemnitzii* (Philippi, 1851), *Anadara brasiliensis* (Lamarck, 1819) e *Anadara notabilis* (Roding, 1798). E estas apresentam importância ecológica e econômica, pois auxiliam

na formação do substrato marinho, integram a cadeia alimentar da fauna marinha e são consumidas por populações humanas (Rocha & Matthews-Cascon, 2014; Casares *et al.*, 2024).

A espécie *Lunarca ovalis* (Bruguière, 1789), encontrada no resíduo de alumínio (lata de refrigerante) na Praia do Foguete, é nativa do Brasil, com origem no Oceano Atlântico, e já foi registrada em sambaquis brasileiros (Gernet & Birckolz, 2011). Ela ocorre em vários tipos de substratos, sejam naturais ou artificiais, além de ser viver como epibionte de outros organismos (Bumbeer *et al.*, 2016).

Por último, foi identificada a espécie *Asaphis deflorata* (Linnaeus, 1758), encontrada aderida no metal coletado na Praia do Foguete. Trata-se de um organismo nativo da costa brasileira até o Caribe, encontrado em costões rochosos e servindo como recurso pesqueiro para o consumo humano e isca de peixe (Berg & Alatalo, 1985). Além disso, Saputri *et al.* (2020) demonstraram que essa espécie é altamente eficaz na filtração de microplásticos presentes na água, o que a torna um potencial bioindicador de qualidade ambiental.

De modo geral, os moluscos, *Perna perna*, *Hiatella arctica*, *Astyris lunata*, *Sphenia fragilis*, *Musculus lateralis*, *Anadara*, *Lunarca ovalis* e *Asaphis deflorata*, ainda carecem de informações específicas sobre sua ocorrência em lixo marinho, assim como sobre os impactos causados por sua dispersão por *rafting* na costa brasileira.

O terceiro táxon mais abundante foi o subfilo Crustacea, representado por 17 espécimes, todos do grupo de cirripédios. Alguns indivíduos não foram possíveis de identificar em nível de gênero ou espécie por apresentar deterioração e desgaste em sua estrutura, como Thecostraca encontrada na Praia Grande e na Praia Mar do Norte.

Espécies desses grupos são bastante adaptadas ao transporte por *rafting* em detritos flutuantes, devido à sua tolerância fisiológica e distribuição cosmopolita, facilitada pelas correntes oceânicas (Barnes *et al.*, 2004; Thiel & Gutow, 2005a; 2005b; Póvoa *et al.*, 2025). Com essa adaptação, as cracas têm preferências aos itens plásticos, nos quais se assentam facilmente e permanecem por longos períodos no ambiente marinho (Heng-Xiang Li *et al.*, 2016; Petracco *et al.*, 2023). Além disso, os cirripédios são encontrados ao longo de toda a costa brasileira, associados aos resíduos sólidos (Skinner *et al.*, 2016).

No presente estudo, foram encontrados *Megabalanus* sp. e *Megabalanus coccopoma*, na Praia da Vila; a espécie *Amphibalanus amphitrite* na Praia Grande; *Amphibalanus amphitrite*, *Amphibalanus improvisus*, *Balanus trigonus* e *Microeuraphia rhizophorae* na Praia do Foguete; e por último, *Amphibalanus eburneus*, *Balanus trigonus* e *Amphibalanus* sp. na Praia Rasa. Todas as cracas citadas acima foram encontradas incrustadas em material plástico, conforme relatado por Farrapeira (2011), Heng-Xiang Li *et al.* (2016), Miralles *et al.* (2018), Shabani *et al.* (2019), García-Gomez *et al.* (2021) e Póvoa *et al.* (2025).

O gênero *Megabalanus* se destaca pela carapaça resistente, tamanho e facilidade de

incrustar substratos naturais e artificiais, incluindo moluscos e outros cirrípedes (Young, 1994; D’Almeida, 2017). No Brasil, ocorrem três representantes do gênero em costão rochoso, sendo eles: *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) (Invasora), *Megabalanus vesiculosus* (Darwin, 1854) (Nativa) e *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758) (Invasora) (D’Almeida, 2017). Alguns indivíduos não foram possíveis de identificar em nível de espécie devido ao estágio juvenil e outros com desgaste em sua estrutura.

A espécie *M. coccopoma* encontrada em frasco plástico, é considerado o cirrípede mais abundante e distribuído por toda a costa brasileira (Young, 1995). Essa distribuição se estende pelas zonas portuárias, costões rochosos e estruturas feitas pelo homem, graças ao estágio larval que é adaptado à dispersão em correntes marinhas e o rápido assentamento nos substratos, favorecendo a colonização (Severino & Resgalla, 2005).

A *Megabalanus coccopoma* é um organismo epibionte oportunista de moluscos, incrustantes de substratos naturais e artificiais (Young, 1987; Newman & McConnaughey, 1987). Nativa do Pacífico Oriental, foi registrada pela primeira vez no Brasil na Baía de Zimbros, no estado de Santa Catarina em 1961 (Darwin, 1854; Laguna, 1990; Klôh, 2011) e, posteriormente, na Baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro em 1970 (Young, 1994). Além disso, há registro de coleta da espécie na Barra de Guaratiba e Ponta do Recreio em 1953 e 1954. No entanto, Young (1994) afirma que essa espécie tenha colonizado a costa brasileira entre a década de 30 e 40 (Reis, 2017).

Introduzida por água de lastro e incrustação em cascos de navios nos anos 1970 (Lacombe & Monteiro, 1974; Lacombe, 1977; Lacombe & Rangel, 1978; Silveira *et al.*, 2006), é atualmente considerada uma espécie potencialmente invasora no Brasil, com sucesso em várias regiões (Crickenberger & Moran, 2013; D’Almeida, 2017; Zenni *et al.*, 2024; Casares *et al.*, 2024; Póvoa *et al.*, 2025). Suas vantagens competitivas, como crescimento rápido e tolerância às variações de salinidade, temperatura e substrato, facilitam sua colonização em larga escala (Klôh, 2011; D’Almeida, 2017). Segundo Farrapeira *et al.* (2007), é o cirrípede mais apto ao *rafting* em estruturas artificiais, principalmente em áreas antropizadas (Newman & McConnaughey, 1987). Seus impactos biológicos e econômicos incluem competição por espaço e recursos, redução da biodiversidade local ao excluir as espécies nativas, alteração da estrutura de comunidades bentônicas, afeta os setores da economia com o aumento de custos com limpeza e manutenção de navios e portos e diminui os recursos pesqueiros (Lopes, 2009; Leão, 2011; Zenni *et al.*, 2024).

Quanto ao gênero *Amphibalanus*, foram registradas quatro espécies em resíduos plásticos, sendo eles: *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) (Estabelecida), *Amphibalanus eburneus* (Gould, 1841) (Exótica), *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) (Exótica) e *Amphibalanus* sp.. Essa última não foi possível identificar em nível de espécie por estar em

estágio juvenil, porém se enquadra também como um representante da bioincrustação e o uso de resíduo plástico como vetor de transporte. Todas as espécies citadas foram introduzidas no Brasil e apresentam facilidade de incrustar em detritos marinhos como já discutido acima (Klôh, 2011; Reis, 2017; Shabani *et al.*, 2019).

Amphibalanus amphitrite (Darwin, 1854), apesar de estabelecida no Brasil (Kassuga *et al.*, 2020), ainda é considerada uma espécie invasora no sul do país e em outras partes do Oceano Atlântico, como no norte da Espanha (Miralles *et al.*, 2018; García-Gómez *et al.*, 2021; Stanski *et al.*, 2022; Póvoa *et al.*, 2025). É altamente adaptável em quaisquer tipos de substratos e está associada ao lixo marinho em escala global, sendo um forte vetor de dispersão em todas as regiões marinhas (García-Gómez *et al.*, 2021; Póvoa *et al.*, 2022; Póvoa *et al.*, 2025).

Em relação às espécies *Amphibalanus eburneus* (Gould, 1841) e *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854), ainda há carência de estudos quanto ao seu impacto no Brasil. Ambas foram encontrados incrustados em resíduos plásticos, como registrado por Póvoa *et al.* (2022) e Póvoa *et al.* (2025). Também são potenciais espécies invasoras em outros locais, como no Noroeste do Pacífico (Young, 1995; Klôh, 2011; García-Gómez *et al.*, 2021).

A espécie *Balanus trigonus* Darwin, 1854, é atualmente estabelecida no Brasil, onde foi registrada pela primeira vez em 1897 no Rio Grande do Sul. Na Baía de Guanabara há registros anteriores a década de 50, com relatos em 1941, como incrustante de embarcações e madeiras processadas (Oliveira, 1941; Reis, 2017). No sul do país essa espécie tem sido considerada invasora (Stanski *et al.*, 2022). Registros em resíduos plásticos sugerem que utiliza lixo marinho como vetor de transporte e colonização rápida (Carlton *et al.*, 2011; Póvoa *et al.*, 2025).

Por último, a espécie *Microeuraphia rhizophorae* (De Oliveira, 1940) foi identificada em garrafas PET apenas na Praia do Foguete. Endêmica do Atlântico e nativa do Brasil, com origem na Baía de Guanabara (RJ) (Young, 1993; Reis, 2017), já foi registrada em detritos marinhos trazidos pela maré (Oliveira, 1941). Isso sugere que tais detritos podem funcionar como vetores desse organismo para outras regiões (Ross, 1968).

No presente estudo foram encontrados poliquetas do Filo Annelida – Classe Polychaeta. Os poliquetas em si são diversos nos ambientes marinhos e costeiros e encontram-se associados a outros organismos bentônicos, tais como moluscos, briozoários e hidrozoários (Álvarez, 2019). Esses anelídeos possuem uma grande importância ecológica, pois são considerados bioindicadores ambientais para diversas fontes de poluição, além de serem fonte de alimentos para muitos organismos marinhos (Amaral & Nonato, 1981; Schwan, 2013).

Os poliquetas encontrados são pertencentes ao gênero *Hydroides*, Família Serpulidae. Não foi possível identificar os espécimes de Polychaeta em nível de espécie por apresentarem estágios iniciais e juvenis, além de apresentar colonização recente, como encontrado no estudo de Póvoa *et al.* (2025).

Os serpulídeos estão divididos em 50 gêneros com cerca de 600 espécies, sendo registrada no Brasil, 20 gêneros e 46 espécies. Destas, 9 têm na costa brasileira como localidade-tipo (Keppel *et al.*, 2019; Rodrigues, 2020; Lima, 2020). Amaral e Nonato (1981) afirmam que os serpulídeos possuem glândulas secretoras que produzem o carbonato de cálcio para a construção de tubos calcificados incrustados em diversos substratos e onde permanecem durante sua vida.

O gênero *Hydroides* sp. com aproximadamente 100 espécies descritas, é o maior gênero da família. As espécies possuem tamanhos variados de 500 µm até 25 cm, são consideradas sésseis, tubícolas e filtradoras (Bastida-Zavala, 2009).

Sugere-se que, ao se analisar a poluição marinha por lixo (*rafting*), podemos encontrar poliquetas de algumas famílias, como a *Hydroides* em resíduos de plástico e metal, deste estudo. Segundo Bastida-Zavala & ten Hove (2002), Carrerette (2010) e Schwan *et al.* (2015), o gênero *Hydroides* possui o hábito de incrustar em substratos naturais (algas, conchas e briozoários) e artificiais (cascos de embarcações e resíduos sólidos), logo é inferido a bioincrustação em detritos flutuantes nos oceanos, já que alguns desses resíduos podem ser provenientes de ecossistemas de costão rochoso (Rodrigues, 2020). Dessa forma, algumas espécies de *Hydroides* já foram registradas em resíduos marinhos (material plástico e metais), sendo elas: *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873), *Hydroides elegans* (Haswell, 1883), *Hydroides ezoensis* Okuda 1934 e *Hydroides sanctaecrucis* (Krøyer e Mörch, 1863) (Farrapeira, 2011; Kiessling *et al.* 2015; Bumbeer e Rocha, 2016; Campbell *et al.*, 2017; Miller *et al.*, 2018; Simkanin *et al.*, 2019; García-Gómez *et al.*, 2021; Rodrigues, 2020; Póvoa *et al.*, 2022; Póvoa *et al.*, 2025). No Brasil, a primeira espécie registrada foi a *H. gairacensis* Augener, 1934 na Região Sul (Schwan *et al.*, 2015; Schwindt *et al.*, 2020; Corrêa, 2022).

O presente estudo registrou o gênero *Hydroides* sp. em todas as praias aderido em resíduos de plásticos e metais. Várias espécies apresentam grandes impactos negativos tanto no Brasil quanto em outras regiões como na Austrália, Norte do Pacífico e Mediterrâneo. Esses organismos impactam os ecossistemas por competirem por recursos como espaço, oxigênio e alimento com espécies nativas. Além disso, são capazes de modificar o ambiente em níveis físico, químico e biológico. Tais modificações incluem a alteração química da água, bioturbação, mortalidade massiva de organismos nativos, degradação do habitat natural e aumento do *fouling* (Keppel *et al.*, 2019; Teixeira, 2022; Tsirintanis *et al.*, 2022).

Ressalta-se que espécies desse gênero promovem mudanças significativas nos ambientes não nativos, afetando a diversidade e as funções ecológicas locais de forma a favorecer seu estabelecimento (Bumbeer & Rocha, 2016). Elas são encontradas em zonas portuárias ao redor do mundo, ocasionando prejuízos sociais e econômicos consideráveis, como o aumento dos custos de manutenção portuária e a redução do desempenho de embarcações

(Lima, 2020; Rodrigues, 2020). Outro fator que reforça seu potencial invasor é a alta tolerância a ambientes com elevadas concentrações de salinidade (até 35%) (Ananias, 2016).

Quanto ao Filo Cnidaria, foram encontrados 12 hidrozoários, porém não foi possível a sua identificação devido à ausência dos hidrantes, que são estruturas importantes para a taxonomia do grupo. Os cnidários, em geral, possuem aproximadamente 13.500 espécies descritas no mundo. Neste filo, encontram-se os hidrozoários (Classe Hydrozoa), que é o grupo monofilético com a maior riqueza de espécies descritas dentre os cnidários, cerca de 3.465 (Schuchert, 1998; Schuchert, 2011; Miranda *et al.*, 2011). Em 2002, Migotto *et al.* (2002) publicaram um registro de 347 espécies de hidrozoários para a costa brasileira e, mais de 10 anos depois desse registro, foi publicada uma nova lista de hidrozoários que ocorrem no Brasil com 391 espécies por Oliveira *et al.* (2016). No Brasil, só a região Sudeste apresenta cerca de 270 espécies (Marques *et al.*, 2003). Estima-se que o Brasil atualmente possua cerca 550 espécies já registradas na costa, somando os trabalhos de Amaral *et al.* (2007), Bardi (2011), Miranda *et al.* (2011), Nascimento (2016), Oliveira *et al.* (2016) e Mendonça *et al.* (2022).

É mencionado que as subclasses Leptothecata e Anthoathecata são os grupos com maior número de espécies descritas (Bardi, 2011; Miranda *et al.*, 2011). Essa classe, por obter uma taxonomia complexa e também pela carência de informações, de acordo com Collins (2009) vem crescendo gradativamente os estudos com base em dados genéticos.

Neste trabalho, os hidrozoários foram registrados incrustados em resíduos de plásticos e tecidos. Estudos de Bardi (2011), Shabani *et al.* (2019), Subías-Baratau *et al.* (2022) e Solloway *et al.* (2024) corroboram que os hidróides podem colonizar os resíduos marinhos, substratos naturais e artificiais. Sua distribuição pode ser difundida passivamente de duas formas: o transporte em estruturas artificiais ou naturais e pelas correntes oceânicas, permitindo sua dispersão por longas distâncias (Bardi, 2011; Kiessling *et al.*, 2015; Mendonça *et al.*, 2021).

Esses organismos são generalistas, sésseis e epibiontes, apresentando grande capacidade de adaptação e sobrevivência prolongada à deriva. Essas características podem estar relacionada à reprodução assexuada por clonagem ou ao assentamento de plânulas/estágios larvais, que originam colônias capazes de competir por espaço e se dispersar por meio do *rafting* (Migotto *et al.*, 2001; Bardi, 2011; Kiessling *et al.*, 2015; Mendonça *et al.*, 2021).

Algumas espécies de hidrozoários são consideradas invasoras, tanto para o Brasil quanto em outros países. Mesmo em ambientes poluídos, algumas conseguem sobreviver, tolerando as modificações abruptas de fatores químicas e físicas, como: *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771), *Garveia franciscana* (Torrey, 1902) (endêmica do Brasil), *Craspedacusta sowerbii* (Lankester, 1880), *Gonionemus vertens* (A. Agassiz, 1862), *Salacia tetracythara* (Lamouroux, 1816), *Blackfordia virginica* (Mayer, 1910) e *Cladonema radiatum* (Dujardin, 1843) (Gili & Hughes, 1995; García-Gómez *et al.*, 2021; Calder *et al.*, 2022; Mendonça *et al.*,

2022).

O Filo Rhodophyta contou com a presença de 10 espécimes. As algas apresentam uma vasta importância econômica, devido seus extratos naturais para as indústrias, e ecológica, por seu papel no meio ambiente. Elas são importantes formadores de substratos em determinadas regiões, permitindo a associação com outras espécies, como no caso de *Hypnea* que pode atuar como epífitas de outras algas. No entanto, algumas espécies são invasoras e influenciam na formação dos ambientes e na exclusão de espécies nativas, competindo por espaço. As algas podem se dispersar por meio da maricultura, água de lastro ou pelo *rafting*, funcionando como vetor de transporte. Após o seu processo de dispersão, podem se assentar e crescer sobre os organismos, além de outros materiais naturais e artificiais, como observado neste estudo, em resíduos de plástico e alumínio (lata). Algumas espécies de algas são consideradas incrustantes, especialmente aquelas pertencentes ao grupo das algas calcárias (Moura, 2000; Creed, Pires & Figueiredo, 2007; Nunes *et al.*, 2008; Silva, 2010; Széchy, 2015; Araújo *et al.*, 2019; Simkanin *et al.*, 2019).

No estudo, foram identificados: os gêneros *Hypnea* sp. e *Jania* sp., além de espécimes das ordens Gelidiales e Ceramiales na Praia Grande. Já na Praia do Foguete, foram registrados espécimes dos gêneros *Jania* sp. e *Polysiphonia* sp., espécie *Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambrohn, 1880. Todas são algas vermelhas e componentes importantes na comunidade bêntica dos oceanos, sendo distribuídas em ambientes costeiros e marinhos (Guimarães, 2011).

Os gêneros *Hypnea* sp. e *Jania* sp. possuem uma ampla distribuição em todos os oceanos e são encontrados em toda a costa brasileira, sendo considerados nativos. Ambos apresentam propriedades biotecnológicas importantes para o comércio (Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2020). Esses gêneros possuem características que os levam a viver associados a outros organismos e substratos naturais, atuando como epibiontes (Watywarawan, 2018).

Diante do exposto, não foram encontrados trabalhos que afirmem com exatidão sua incrustação em lixo marinho. Assim, são necessárias mais coletas e análises para confirmar a hipótese de que esses organismos podem utilizar o lixo marinho como vetor de transporte, possibilitando sua migração por longas distâncias.

Quanto ao gênero *Polysiphonia*, pode-se considerá-lo nativo no Brasil, devido à sua distribuição já registrada há alguns anos (Yoneshigue-Braga, 1971; 1972a; 1972b). Algumas espécies desse gênero são incrustantes de moluscos e outras algas. Contudo, foi registrado, no estudo de García-Gomez *et al.* (2021), que esse gênero pode incrustar detritos plásticos e utilizá-los como vetor de dispersão. Isso corrobora com o presente estudo, visto que o gênero foi encontrado em resíduos plásticos e apresenta duas espécies potencialmente invasoras em outras localidades como Argentina e Chile, onde foram identificadas em cascos de embarcações, são elas: *Polysiphonia harveyi* Bailey, 1848 e *Polysiphonia morrowii* Harvey, 1857. Diante disso, é

importante considerar uma maior atenção quanto ao conhecimento sobre esse gênero, identificando as espécies que podem estar se aproveitando do lixo marinho como vetor de transporte.

Por último, dentro deste grupo, destaca-se a espécie *Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn, 1880, encontrada em resíduos plásticos das amostras. Essa espécie é conhecida por ser epibionte de outros organismos e amplamente distribuída pelos oceanos, sendo considerada uma bioindicadora da qualidade ambiental da água (Barros, 2013). Vale ressaltar que não foram encontrados trabalhos que afirmem sua incrustação em resíduos antropogênicos, sendo necessárias mais coletas e análises para confirmar a hipótese de que pode utilizar o lixo marinho como vetor de transporte, devido à carência de informações disponíveis. É inferido também que o gênero *Herposiphonia* e esta espécie (*H. secunda*) foi descoberta recentemente no Nordeste do Brasil, em 2012. Entretanto, ainda há poucos estudos voltados à sua ocorrência na nossa costa (Silva & Fujii, 2012).

Alguns espécimes coletados na Praia Grande, identificados apenas ao nível de ordem e encontrados em resíduos plásticos, não puderam ser classificados em níveis taxonômicos mais específicos (gênero ou espécie) devido ao desgaste. A ordem Ceramiales compreende cerca de 100 gêneros. No presente estudo, foi registrado o gênero *Polysiphonia*, na Praia do Foguete, bem como a espécie *Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn, 1880. Essa ordem possui registros de bioincrustação em detritos plásticos no arquipélago de Svalbard, o que corrobora com os achados deste trabalho (Silva & Fujii, 2012; Weslawski & Kotwicki, 2018).

A ordem Gelidiales compreende cerca de 16 gêneros e é formada por macroalgas de alta relevância econômica, devido à produção de ágar de excelente qualidade. No entanto, o Brasil carece de informações ou estudos sobre os representantes dessa ordem, sendo necessário um levantamento de dados sobre sua ocorrência na costa brasileira e uma melhor compreensão de sua distribuição (Souza, 2017). Apesar disso, o trabalho de Iha (2014) informa que há registros dos representantes dessa ordem desde a década de 90. Contudo, várias espécies ainda não possuem taxonomia esclarecida e apresentam lacunas quanto à sua distribuição. Assim, é importante compreender seu papel na bioincrustação em lixo marinho, como potencial vetor de transporte, uma vez que foi registrada, neste estudo, em cordas de fibra plástica. Desde então, não há outros registro das espécies dessa ordem em resíduos marinhos.

A ordem Ectocarpales é pertencente ao filo Ochrophyta, é conhecida por incluir as algas marrons e filamentosas, com distribuição no mundo todo, exceto na Antártida. Atualmente, essa ordem apresenta cerca de 761 espécies (Mungioli, 2017). Este grupo é considerado primitivo e de evolução recente, tendo a *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye, 1819 como espécie-tipo. Essa alga é caracterizada como incrustante (Charrier *et al.*, 2007; Coelho *et al.*, 2020). Neste estudo, espécimes dessa ordem foram encontrados em cordas de fibra plástica na Praia Grande,

confirmando sua associação com o lixo marinho como vetor de transporte. O grupo também foi registrado em resíduos plásticos em estudos de Weslawski & Kotwicki (2018) e Shabani *et al.* (2019).

Na Praia Grande, também foi registrado o gênero *Ulva* sp., pertencente ao filo Chlorophyta, conhecido como o grupo das algas verdes. Este gênero é considerado cosmopolita, presente em ambientes marinhos e estuarinos, e pode habitar variados tipos de substratos, tanto naturais quanto artificiais. *Ulva* compreende cerca de 407 espécies, das quais 84 são consideradas aceitas taxonomicamente (Carneiro, 2021).

As espécies do gênero *Ulva* sp. podem ser consideradas nativas do Brasil, dada sua ampla distribuição pela costa brasileira. Entretanto, em outras regiões, como no Japão, algumas espécies são consideradas exóticas, devido ao fenômeno da “maré verde” causado por *Ulva ohnoi* Hiraoka & S.Shimada, 2004 e *Ulva aragoensis* (Bliding) Maggs em Krupnik *et al.* 2018, conforme Carneiro (2021).

Este gênero ainda carece de estudo sobre seus impactos em ambientes não-nativos e sobre os mecanismos de dispersão via lixo marinho. A *Ulva* sp. coletada em resíduos plásticos na Praia Grande corrobora os achados de Shabani *et al.* (2019) e Póvoa *et al.* (2025), que registraram sua incrustação em detritos plásticos no Golfo Pérsico e em resíduos flutuantes no Brasil, respectivamente.

De forma geral, os filos Chlorophyta e Ochrophyta incluem espécies com potencial impacto em regiões não nativas, pois, quando altamente concentradas, liberam toxinas químicas que podem causar eutrofização e tornar o ambiente hipóxico (Tsirintanis *et al.*, 2022).

Por fim, temos o grupo taxonômico menos representado em todas as amostras, com apenas um organismo: o filo Foraminifera. Esses organismos se alimentam primariamente de algas e bactérias. No presente estudo, indivíduos foram encontrados fixados em material plástico (copo), semelhante ao observado nos estudos de Finger (2018), Miller *et al.* (2018) e Subías-Baratau *et al.* (2022).

Winston *et al.* (1997) identificaram a primeira espécie de foraminífero fixada em plástico à deriva, *Acervulina* sp., o que indica que esse filo possui características incrustantes, por se fixar em estruturas desenvolvidas pelo homem. Quanto à sua dispersão, o trabalho de Finger (2018) relatou o primeiro caso de dispersão a longa distância de foraminíferos em objetos flutuantes, encontrando 17 espécies. Assim, podemos presumir que os foraminíferos são capazes de realizar o processo de *rafting* como um vetor de transporte. No entanto, não é possível afirmar conclusivamente se esses organismos sejam invasores, tanto no Brasil quanto em outros países (Miller *et al.*, 2018).

Neste trabalho, foi registrada a presença de *Bugula* sp., *Perna perna*, *Balanus trigonus* e *Megabalanus coccopoma* incrustadas em resíduos plásticos nas praias do Rio de Janeiro,

possivelmente representando um dos primeiros registros desse tipo de ocorrência no estado.

No presente estudo, os espécimes de *Lepraliomorpha* sp., *Arbopercula* sp., *Anadara* sp., *Celleporella* sp., *Electra* sp., *Hypnea* sp., *Jania* sp., *Membranipora* sp., *Modiolus* sp. e *Polysiphonia* sp., e as espécies *Astyris lunata*, *Asaphis deflorata*, *Hiatella arctica*, *Herposiphonia secunda*, *Lunarca ovalis*, *Musculus lateralis* e *Sphenia fragilis* não possuem registros de interação ou bioincrustação em lixo marinho para a costa brasileira. Algumas não apresentam registros de bioincrustação em lixo marinho para o mundo, mas são encontradas em cascos de embarcações ou água de lastro (*Astyris lunata*, *Asaphis deflorata*, *Hiatella arctica*, *Herposiphonia secunda*, *Lunarca ovalis*, *Musculus lateralis*, *Sphenia fragilis*, *Hypnea* sp., *Jania* sp.). É plausível que esses organismos representem os primeiros registros como epibiontes em lixo marinho no Brasil. A bioincrustação em lixo marinho é um fenômeno relativamente recente e pouco estudado, especialmente em regiões tropicais, como a costa brasileira. Portanto, a ausência de registros anteriores não significa, necessariamente, a ausência de ocorrência.

Embora não haja relatos anteriores da incrustação dessas espécies em lixo marinho na costa brasileira, os resultados desse estudo mostram que esses substratos podem agir como vetores de dispersão dessas espécies. A escassez de dados destaca a necessidade de mais pesquisas sobre a bioincrustação em lixo marinho e sobre a dinâmica de dispersão de espécies marinhas associadas a esses resíduos.

Por fim, a crescente abundância de resíduos sólidos no ambiente marinho, especialmente quando exarcebada em diferentes regiões, causa sérios impactos ambientais, econômicos e sociais. Diante disso, torna-se fundamental o monitoramento contínuo desses resíduos e o conhecimento detalhado de sua origem, afim de compreender seus efeitos sobre a comunidade, como a facilitação da bioinvasão e o aumento da presença de espécies exóticas em ambientes não-nativos. Para enfrentar esse cenário, é indispensável promover a Educação Ambiental de forma acessível e igualitária, implementar ações de manejo e medidas mitigadoras eficazes, além de fortalecer a articulação entre os órgãos públicos, setor privado e sociedade civil. Somente por meio de uma abordagem integrada será possível reduzir os danos causados pelo lixo marinho e proteger a biodiversidade costeira e oceânica.

7. CONCLUSÃO

- O presente estudo caracterizou os organismos incrustantes presentes no lixo marinho nas praias da Região dos Lagos, corroborando a hipótese de que a dispersão de espécies na região em modelo de *rafting*, pode constituir num importante vetor de transporte de longa distância trazendo espécies não-nativas para a Região dos Lagos com potencial invasor;
- O plástico presente em 97% das amostras foi o principal substrato no lixo marinho;
- Os briozoários foram os organismos mais destacados das amostras, com 80 indivíduos;
- Foram encontradas duas espécies invasoras, a craca *Megabalanus coccopoma* e o bivalve *Saccostrea cf. cucullata*;
- A *Megabalanus coccopoma*, *Balanus trigonus*, *Bugula* sp. e *Perna perna* são espécies com primeiros registros de epibionte em lixo marinho para o Rio de Janeiro (Brasil);
- Indivíduos de *Lepraliomorpha* sp., *Arbopercula* sp., *Anadara* sp., *Celleporella* sp., *Electra* sp., *Hypnea* sp., *Jania* sp., *Membranipora* sp., *Modiolus* sp. e *Polysiphonia* sp., e as espécies *Astyris lunata*, *Asaphis deflorata*, *Hiatella arctica*, *Herposiphonia secunda*, *Lunarca ovalis*, *Musculus lateralis* e *Sphenia fragilis* não possuem registros de interação ou bioincrustação em lixo marinho para a costa brasileira;
- Indivíduos de *Astyris lunata*, *Asaphis deflorata*, *Hiatella arctica*, *Herposiphonia secunda*, *Lunarca ovalis*, *Musculus lateralis*, *Sphenia fragilis*, *Hypnea* sp. e *Jania* sp. possivelmente não possuem registros de interação ou bioincrustação em lixo marinho para o mundo;
- Medidas mitigadoras para reduzir a quantidade de lixo presentes nas praias da região são necessárias e deveriam ser incentivadas por meio da Educação Ambiental, visando reduzir principalmente a chegada e permanência das espécies não-nativas pelo lixo marinho (*rafting*) na região costeira da Região dos Lagos.

8. REFERÊNCIAS

- Abelouah, M. R.; Ben-Haddad, M.; Hajji, S.; Nouj, N.; Ouhehdou, M.; Mghili, B.; De-la-Torre, G.; Costa, L. L.; Banni, M.; Ait Alla, A. **Exploring marine biofouling on anthropogenic litter in the Atlantic coastline of Morocco**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 199, 115938 p. 2024.
- Aliani, S.; Molcard, A. **Hitch-hiking on floating marine debris: macrobenthic species in the Western Mediterranean Sea**. *Hydrobiologia*, v. 503, 59 – 67 p. 2003.
- Almeida, A. C. S. **Taxonomia dos briozoários marinhos do estado da Bahia**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Recife, 515 p. 2018.
- Alvarenga, J. G. **Distribuição espacial das colônias do gênero *Conopeum* Gray, 1828, em conchas de ostras da formação jandaíra (Cretáceo Superior), Rio Grande do Norte**. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 2 p. 2009.
- Álvarez, R. I. C. **Anelídeos poliquetas associados aos costões rochosos da Baía de Sepetiba, RJ**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós Graduação em Biologia Animal, 95 p. 2019.
- Amaral, A. C. Z.; Nonato, E. F. **Anelídeos poliquetos da Costa Brasileira – Características e chave para famílias**. *Glossário*. CNPq, Brasília, 39 p. 1981.
- Amaral, F. D.; Hudson, M. M.; Steiner, A. Q.; Ramos, C. A. C. **Corals and calcified hydroids of the Manuel Luiz Marine State Park (State of Maranhão, Northeast Brazil)**. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 3. 10 p. 2007.
- Amaral, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) do Atlântico oeste**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia. 99 p. 2010.
- Amaral, V. S.; Simone, L. R. L.; Tâmega, F. T. S.; Barbieri, E.; Calazans, S. H.; Coutinho, R.; Spotorno-Oliveira, P. **New records of the non-indigenous oyster *Saccostrea cucullata* (Bivalvia: Ostreidae) from the southeast and south Brazilian coast**. *Regional Studies in Marine Science*, v. 33. 6 p. 2020.
- Ananias, C. D. N. **Diversidade de Serpulidae (Annelida, Polychaeta) entre as regiões Sul e Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 96 p. 2016.
- Andersen, M. C.; Adams, H.; Hope, B.; Powell, M. **Risk assessment for invasive species**. *Risk Analysis*, v. 24, n. 4, 787 – 793 p. 2004.
- Araújo, M. C. B.; Costa, M. F. **Lixo no ambiente marinho**. *Ciências Hoje*, v. 32, n. 191, 64 – 67 p. 2003.
- Araújo, C. F.; Batista, A. C.; Gama, B. A. P.; Assis, P. S. **A efetividade do anti-incrustante de algas vermelhas para reduzir o impacto do *Limnoperna fortunei* – Mexilhão dourado. A review***. Contribuição técnica ao 74º Congresso Anual da ABM – Internacional, 10 p. 2019.
- Ávila, S. P.; Silva, C. M.; Schiebel, R.; Cecca, F.; Backeljau, T.; Martins, A. M. F. **How did they get here? The biogeography of the marine molluscs of the Azores**. *Bulletin de la Société Géologique de France, Paris, França*, v. 180, n. 4, 295 – 307 p. 2009.

- Barbosa, M. M. **Lista dos Bryozoa recentes e fósseis do Brasil**. Publicações, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 23 p. 1970.
- Bardi, J. **Comunidades de hidrozoários (Cnidaria) estuarinos do sudeste e sul do Brasil**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 197 p. 2011.
- Barnes, D. K. A. **Invasions by marine life on debris**. *Nature*, v. 416, 808-809 p. 2002.
- Barnes, D. K. A.; Warren, N. L.; Webb, K.; Phalan, B.; Reid, K. **Polar pedunculate barnacles piggy-back on pycnogona, penguins, pinniped seals and plastic**. *Marine Ecology Progress Series*, v. 284, 305 – 310 p. 2004.
- Barnes, D. K. A.; Milner, P. **Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean**. *Marine Biology*, v. 146, 815 – 825 p. 2005.
- Barros, N. C. G. **Algas marinhas bentônicas como bioindicadoras da qualidade ambiental em área recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil**. Tese de Doutorado em Oceanografia – Universidade Federal de Pernambuco, 118 p. 2013.
- Bastida-Zavala, J. R.; Hove, H. A. ten. **Revision of Hydroides gunnerus, 1768 (Polychaeta: Serpulidae) from the Western Atlantic Region**. *Beaufortia, Bulletin Zoological Museum*, v. 52, n. 9. 78 p. 2002.
- Bastida-Zavala, J. R. **Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América tropical**. Edition: 1, Chapter: 43, Publisher: Universidad Autónoma de Nuevo León, 521 – 554 p. 2009.
- Batista, D.; Granthom-Costa, L. V.; Coutinho, R. **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação**. Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, 407 p. 2020.
- Berg, C. J.; Alatalo, P. **Biology of the tropical bivalve *Asaphis deflorata* (Linné, 1758)**. *Bulletin of Marine Science*, 37(3): 827 – 838 p. 1985.
- Berman, J.; Lambert, W.; Buttrick, M.; Dufresne, M. **Recent invasions of the Gulf of Maine: three contrasting ecological histories**. *Conservation Biology*, v. 6, n. 3. 435 – 441 p. 1992.
- Breves, A.; Skinner, L. F. **First record of the vermetid *Petalconchus varians* (d'Orbigny, 1841) on floating marine debris at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil**. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, Lisboa, Portugal, v. 14, n. 1, 159 – 161 p. 2014.
- Brito, E. K.; Rocha, J. A. M. R. **Perturbações antrópicas e poluição por lixo marinho no Litoral Sul de Aracaju: Comportamento social e ações públicas como fatores de degradação ambiental**. *Arq. Ciências do Mar, Fortaleza*, 56(2): 15 p. 2023.
- Browne, M. A.; Underwood, A. J.; Chapman, M. G.; Williams, R.; Thompson, R. C.; Van Franeker, J. A. **Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts**. *The Royal Society*, 10 p. 2015.
- Bumber, J.; Rocha, R. M. **Invading the natural marine substrates: a case study with invertebrates in South Brazil**. *Zoologia*, 7 p. 2016.
- Bumber, J.; Cattani, A. P.; Chierigatti, N. B.; Rocha, R. M. D. **Biodiversity of benthic macroinvertebrates on hard substrates in the Currais Marine Protected Area, in southern Brazil**. *Biota Neotropica*, 16(4). 14 p. 2016.

Calder, D. R.; Choong, H. H. C.; Carlton, J. T.; Chapman, J. W.; Miller, J. A.; Geller, J. **Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) from Japanese tsunami marine debris washing ashore in the northwestern United States.** *Aquatic Invasion*, v. 9, n. 4, 425 – 440 p. 2014.

Calder, D. R.; Carlton, J. T.; Keith, I.; Ashton, G. V.; Larson, K.; Ruiz, G. M.; Herrera, E.; Golfin, G. **Biofouling hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) from a Tropical Eastern Pacific Island, with remarks on their biogeography.** *Journal of Natural History*, v. 56, 565 – 606 p. 2022.

Campbell, M. L.; King, S.; Hepenstall, L. D.; Van Gool, E.; Martin, R.; Hewitt, C. L. **Aquaculture and urban marine structures facilitate native and non-indigenous species transfer through generation and accumulation of marine debris.** *Mar. Pollut. Bull.* (123), 304 – 3012 p. 2017.

Cancino, J. M.; Hughes, R. N. **The effect of water flow on growth and reproduction of *Celleporella hyalina* (L.) (Bryozoa: Cheilostomata).** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Amsterdam, 112: 109-130 p. 1987.

Carlton, J. T.; Newman, W. A.; Pitombo, F. B. **Barnacle Invasions: Introduced, Cryptogenic, and Range Expanding Cirripedia of North and South America.** B. S. Galil *et al.* (eds.), *In the Wrong Place – Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts, Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology* 6, 159 – 213 p. 2011.

Carlton, J. T.; Chapman, J. W.; Geller, J. B.; Miller, J. A.; Carlton, D. A.; McCuller, M. I.; Treneman, N. C.; Steves, B. P.; Ruiz, G. M. **Tsunami-driven rafting: Transoceanic species dispersal and implications for marine biogeography.** *Science*, New York, v. 357, n. 6358, 1402 – 1406 p. 2017.

Carlton, J. T.; Fowler, A. E. **Ocean rafting and marine debris: A broader vector menu requires a greater appetite for invasion biology research support.** *Aquatic Invasions*, v. 13, n. 1, 11 – 15 p. 2018.

Carlton, J. T.; Chapman, J. W.; Geller, J. B.; Miller, J. A.; Ruiz, G. M.; Carlton, D. A.; McCuller, M. I.; Treneman, N. C.; Steves, B. P.; Breitenstein, R. A.; Lewis, R.; Bilderback, D.; Bilderback, D.; Haga, T.; Harris, L. H. **Ecological and biological studies of ocean rafting: Japanese tsunami marine debris in North American and the Hawaiian Islands.** *Aquatic Invasions*, v. 13, n. 1. 1 – 9 p. 2018.

Carneiro, V. A. R. **Estudos moleculares e morfológicos do gênero *Ulva* l. (Ulvales, Chlorophyta) no sudeste do Brasil.** Dissertação (mestrado) da Universidade de São Paulo, 195 p. 2021.

Carrerette, O. **Polychaeta de substratos consolidados artificiais e naturais da Baía de Sepetiba, RJ - Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia)) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. 89 p. 2010.

Casares, F. A.; Creed, J. C. Oigman-Pszczol, S. S. **Plataforma Brasileira de Bioinvasão – Bioinvasão Brasil.** Instituto Brasileiro de Biodiversidade, Rio de Janeiro – RJ. www.bioinvasaobrasil.org.br . Acesso em 20/05/2025.

Castro, L. R.; Santos, W. J. P.; Barros, M. R. F.; Bezerra, A. M.; Herrmann, M.; Chagas, R. A. **Estabilização conquiométrica em moluscos: estudo de caso com *Sphenia fragilis* (H. Adams & A. Adams, 1854) (Bivalvia, Myidae).** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, 9 p. 2021.

- Charrier, B.; Coelho, S. M.; Le Bail, A.; Tonon, T.; Michel, G.; Potin, P.; Kloareg, B.; Boyen, C.; Peters, A. F.; Cock, J. M. **Development and physiology of the brown alga *Ectocarpus siliculosus*: two centuries of research.** *New Phytologist*, v. 177, 319 – 332 p. 2007.
- Cheshire, A.; Cohen, Y.; Jung, R.; Kinsey, S. **UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter.** UNEP Regional Seas Reports and Studies. n. 186. 132 p. 2009.
- Coe, J. M.; Rogers, D. B. **Marine Debris: Sources, impacts and solutions.** Springer series in environmental management. 440 p. 1997.
- Coelho, S. C. S. **Origem, distribuição e composição do lixo proveniente de correntes oceânicas em duas praias isoladas de Arraial do Cabo – RJ.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 83 p. 2020.
- Colares, R.; Machado, T.; Patel, F. M.; Brunelli, N. S.; Viana, L. C.; Martins, R.; Longo, P. A. S.; Cascaes, M. F. **Rede ecológica dos gastrópodes associados ao banco de algas da Praia da Ribanceira, Santa Catarina, Brasil.** *Oecologia Australis*, v. 25, n. 1. 47 – 58 p. 2021.
- Collins, A. G. **Recent insights into cnidarian phylogeny.** *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences*, 38, 139 – 149 p. 2009.
- Coltro, J. Jr.; Heise, J. R.; Coltro, M. V.; Ignatti, M. O. O.; Uhle, M. S.; Crabos, O. **Conquiliologistas do Brasil.** <https://conchasbrasil.org.br/> (Acessado em 2024).
- Cornelius, P. F. S. **The Azores hydroid fauna and its origin, with discussion of rafting and medusa suppression.** *Arquipélago. Life and Earth Sciences*, v. 10, 75 – 99 p. 1992.
- Côrrea, T. R. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental e potencial bioinvasão.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 61 p. 2022.
- Costa, L. L. C.; Fanini, L.; Ben-Haddad, M.; Pinna, M.; Zalmon, I. R. **Marine litter impact on sandy beach fauna: A review to obtain an indication of where research should contribute more.** *Microplastics*, v. 1, 554 – 571 p. 2022.
- Creed, J. C.; Pires, D. O.; Figueiredo, M. A. O. **Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande.** Brasília, DF: MMA/SBF, v. 1, 416 p. 2007.
- Crickenberger, S.; Moran, A. **Rapid range shift in an introduced tropical marine invertebrate.** *PLoS ONE* 8 (10), 8 p. 2013.
- Crooks, J. A.; Chang, A. L.; Ruiz, G. M. **Aquatic pollution increases the relative success of invasive species.** *Biological Invasions*, v. 13, n. 1, 165 – 176 p. 2010.
- D’Almeida, R. S. P. **Fecundidade de três espécies simpátricas de *Megabalanus* (Crustacea – Cirripedia) no litoral do estado do Rio de Janeiro.** Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e Terra, Universidade Federal Fluminense, 62 p. 2017.

Da Gama, B. A. P.; Pereira, R. C.; Coutinho, R. Bioincrustação marinha. *In*: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (orgs.) **Biologia Marinha**. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 2ª ed., 299 – 318 p. 2009.

Darrigran, G. A. **Invasores en la Cuenca del Plata**. CienciaHoy (Revista de Divulgación y Tecnológica de la Asociación CiênciaHoy), v. 7, n. 38. 1 - 6 p. 1997.

Darwin, C. **A Monograph on the Sub-Class Cirripedia with Figures of All the Species. The Balanidae, (or Sessile Cirripedia); the Verrucidae**. The Ray Society, London, 1854. <https://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F339.2&pageseq=1&viewtype=text>

De-la-Torre, G. E.; Dioses-Salinas, D. C.; Pérez-Baca, B. L.; Cumpa, L. A. M.; Pizarro-Ortega, C. I.; Torres, F. G.; Gonzales, K. N.; Santillán, L. **Marine macroinvertebrates inhabiting plastic litter in Peru**. Marine Pollution Bulletin, Elsevier, v. 167, 10 p. 2021.

De-la-Torre, G. E.; Romero Arribasplata, M. B.; Lucas Roman, V. A.; Póvoa, A. A.; Walker, T. R. **Marine litter colonization: Methodological challenges and recommendations**. Front. Mar. Sci. 16 p. 2023.

Denley, D.; Metaxas, A. **Recovery capacity of the invasive colonial bryozoan *Membranipora membranacea* from damage: effects of temperature, location, and magnitude of damage**. Mar. Biol. v. 162: 1769 – 1778 p. 2015.

Dutra, K. A. A.; Maia, R. C. **Caracterização dos microplásticos encontrados na zona entremarés do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil**. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v. 55, n. 2. 160 – 172 p. 2023.

Farias, S. C. G. **Acúmulo de deposição de lixo em ambientes costeiros: A praia oceânica de Piratininga – Niterói**. Geo UERJ (Publicações), Rio de Janeiro, v. 2, n. 25, 276 – 296 p. 2014.

Farrapeira, C. M. R.; Melo, A. V. O. M.; Barbosa, D. F.; Silva, K. M. E. **Ship hull fouling in the Port of Recife, Pernambuco**. Brazilian Journal of Oceanography, São Paulo, SP, Brasil, v. 55, n. 3, 207 – 221 p. 2007.

Farrapeira, C. M. R.; Ferreira, G. F. S.; Tenório, D. O. **Intra-regional transportation of a tugboat fouling community between the ports of Recife and Natal, Northeast Brazil**. Braz. J. Oceanogr. 58 (3), 1 – 14 p. 2010.

Farrapeira, C. M. R. **Invertebrados macrobentônicos detectados na costa brasileira transportados por resíduos flutuantes sólidos abiogênicos**. Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 11, n. 1, 85 – 96 p. 2011.

Fehlauer-Ale, K. H.; Mackie, J. A.; Lim-Fong, G. E.; Ale, E.; Pie, M. R.; Waeschenbach, A. **Cryptic species in the cosmopolitan *Bugula neritina* complex (Bryozoa, Cheilostomata)**. Zoologica Scripta, v. 43, 193–205 p. 2014. DOI: 10.1111/zsc.12042

Finger, K. L. **Tsunami-generated rafting of foraminifera across the North Pacific Ocean**. Aquatic Invasions, v. 13, n. 1, 17 – 30 p. 2018.

Freire, C. G.; Marafon, A. T. **Espécies de moluscos invasores nos ecossistemas aquáticos brasileiros e seu impacto no meio ambiente**. InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 13, n. 1. 2 – 16 p. 2018.

- Galgani, F.; Hanke, G.; Maes, T. **Global distribution, composition and abundance of marine litter**. *Marine Anthropogenic Litter*, 29–56 p. 2015.
- Gall, S. C.; Thompson, R. C. **The impact of debris on marine life**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 92. 170 – 179 p. 2015.
- Galvão, M. S. N.; Alves, P. M. F.; Hilsdorf, A. W. **First record of the *Saccostrea* oyster in Bertioga, São Paulo, Brazil**. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 43 (4): 638 - 645 p. 2017.
- García-Vazquez, E.; Cani, A.; Diem, A.; Ferreira, C.; Geldhof, R.; Marquez, L.; Molloy, E.; Perché, S. **Leave no traces – Beached marine litter shelters both invasive and native species**. *Marine Pollution Bulletin, Elsevier*, v. 131, 314 – 322 p. 2018.
- García-Gómez, J. C; Garrigós, M.; Garrigós, J. **Plastic as a vector of dispersion for Marine Species with invasive potential. A review**. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 9, 28 p. 2021.
- Gernet, M. V.; Birckolz, C. J. **Fauna malacológica em dois sambaquis do litoral do Estado do Paraná, Brasil**. *Revista Biotemas*, 24(3): 39 – 49 p. 2011.
- Gil, M. A.; Pfaller, J. B. **Oceanic barnacles acts as foundation species on plastic debris: implications for marine dispersal**. *Scientific Reports*, v. 6, 7 p. 2016.
- Gili, J. M.; Hughes, R. G. **The ecology of marine benthic hydroids**. *Annual Review of Oceanography and Marine Biology*, v. 33, 351 – 426 p. 1995.
- Gonzalez-Rodriguez, E.; Valentin, J. L.; André, D. L.; Jacob, S. A. **Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil): comparison of biomass and primary production responses**. *Journal of Plankton Research*, v. 14, n. 2, 289 – 306 p. 1992.
- Guimarães, N. R. **Diversidade do Gênero *Hypnea* (Gigartinales, Rhodophyta) do Estado de São Paulo baseada em marcadores moleculares e morfologia**. *Dissertação – Universidade de São Paulo*. 102 p. 2011.
- Gündoğdu, S.; Çevik, C.; Karaca, S. **Fouling assemblage of benthic plastic debris collected from Mersin Bay, NE Levantine coast of Turkey**. *Marine Pollution Bulletin, Elsevier*, v. 124, n. 1. 147 – 154 p. 2017.
- Haupt, T. M. **History and status of oyster exploitation and culture in South Africa, and the role of oysters as vectors for marine alien species**. *Dissertação de Mestrado. University of Cape Town*. 95 p. 2009.
- Heng-Xiang, L.; Orihuela, B.; Zhu, M.; Rittschof, D. **Recyclable plastics as substrata for settlement and growth of bryozoans *Bugula neritina* and barnacles *Amphibalanus amphitrite***. *Environmental Pollution, Elsevier*, v. 218, 973 – 980 p. 2016.
- Heyse, H. L. **Taxonomia e distribuição de briozoários marinhos do litoral do Paraná**. *Monografia de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba*. 2009.
- Heyse, H. L. **Briozoários como bioindicadores de qualidade ambiental na Baía da Babitonga, Santa Catarina**. *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná*, 113 p. 2012.

- Huxel, G. R. **Rapid displacement of native species by invasive species: effects of hybridization.** *Biological Conservation*, v. 89. 143 – 152 p. 1999.
- ICMBio. **Diagnóstico da bioinvasão da ostra exótica (*Saccostrea cucullata*) no Litoral Centro-Sul de São Paulo e Norte do Paraná: situação atual e perspectivas de atuação em rede.** São Paulo, Brasil. 30 p. 2024.
- Iha, C. **Diversidade de Gelidiales (Rhodophyta) baseada em marcadores moleculares e estudos morfoanatômicos para região Sudeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 210 p. 2014.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). **100 de lãs Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo.** 11 p. 2012. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126-Es.pdf>
- Jackson, J. B. C.; Winston, J. E.; Coates, A. G. **Niche breadth, geographic range, and extinction of Caribbean reef-associated Cheilostome Bryozoa and Scleractinia.** In: ICRC 1985, “Proceedings of the Fifth International Coral Reefs Congress, Tahiti, May to June, 1985”, 151 - 158 p. 1985.
- Jagiello, Z.; Dylewski, L.; Skulzin, M. **The plastic homes of hermit crabs in the Anthropocene.** *Science of the Total Environment*, v. 913. 6 p. 2024.
- Jambeck, J. R.; Geyer, R.; Wilcox, C.; Siegler, T. R.; Perryman, M.; Andrady, A.; Law, K. L. **Plastic waste inputs from land into the ocean.** *Science*, v. 347, 768- 771 p. 2015.
- Kannan, G.; Mghili, B.; Di Martino, E.; Sanchez-Vidal, A.; Figuerola, B. **Increasing risk of invasions by organisms on marine debris in the Southeast coast of India.** *Mar. Pollut. Bull.* v. 195. 10 p. 2023.
- Kassuga, A. D.; Costa, T. M. M.; Matos, M. C. O.; Silva-Ferreira, T. C. G.; Monteiro, J. C. **Capítulo 10: Cirripédios e decapódas (Arthropoda: Crustacea). Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação.** Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, 240 – 263 p. 2020.
- Keppel, E.; Keith, I.; Ruiz, G. M.; Carlton, J. T. **New records of native and non-indigenous polychaetes (Annelida: Polychaeta) in the Galapagos Islands.** *Aquatic Invasions*, v. 14, n. 1. 59 – 84 p. 2019.
- Khalaman, V. V. **Testing the hypothesis of tolerance strategies in *Hiatella arctica* L. (Mollusca: Bivalvia).** *Helgol Mar Res* 59: 187 – 195 p. 2005.
- Kiessling, T.; Gutow, L.; Thiel, M. **Marine litter as a habitat and dispersal vector.** In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer, Berlin, 141 – 181 p. 2015.
- Klôh, A. S. **Tolerância fisiológica do bivalve *Mytella charruana*, dos cirripédios *Amphibalanus reticulatus*, *Fistulobalanus citerosum* e *Megabalanus coccopoma* e potencial invasor.** Dissertação (mestrado) da Universidade Federal do Paraná, 60 p. 2011.
- Kooi, M.; Van Nes, E. H.; Scheffer, M.; Koelmans, A. A. **Ups and Downs in the Ocean: effects of biofouling on vertical transport of microplastics.** *Environmental Science & Technology*, v. 51, n. 14, 7963 - 7971 p. 2017.

- Lacombe, D. **Cirripédios da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, RJ (Brasil)**. Publicações Inst. Pesqui. Mar. 109: 1-13 p. 1977.
- Lacombe, D.; Monteiro, W. **Balanídeos como indicadores de poluição na Baía de Guanabara**. Rev. Bras. Biol. 34 (4): 633-644 p. 1974.
- Lacombe, D.; Rangel, E. F. **Cirripédios de Arraial do Cabo, Cabo Frio. Rio de Janeiro**. Publicações Inst. Pesqui. Mar. 129: 1-12 p. 1978.
- Laguna, J. E. **Shore barnacles (Cirripedia, Thoracica) and a revision of their provincialism and transition zones in the tropical eastern Pacific**. Bull. Mar. Sci. 46 (2): 406 – 424 p. 1990.
- Laist, D. W. **Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment**. Marine Pollution Bulletin, v. 18. 319 – 326 p. 1987.
- Lam, C; Morton, B. **Análise morfológica e de DNA mitocondrial de ostras rochosas do Indo-Pacífico Ocidental (Ostreidae: espécies de Saccostrea)**. Journal of Molluscan Studies, v. 72, ed. 3, 10 p. 2006.
- Larré, I. R. N. M. **Estudo taxonômico dos briozoários da Bacia Potiguar, Brasil**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Recife, 188 p. 2020.
- Lazoski, C.; Gusmão, J.; Boudry, P.; Solé-Cava, A. M. **Phylogeny and phylogeography of Atlantic oyster species: evolutionary history, limited genetic connectivity and isolation by distance**. Marine Ecology Progress Series. V. 426. 197 – 212 p. 2011.
- Leão, T. C. C.; Almeida, W. R.; Dechoum, M. S.; Ziller, S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE. 99 p. 2011.
- Lewis, P. N.; Riddle, M. J.; Smith, S. D. A. **Assisted passage or passive drift: A comparison of alternative transport mechanisms for non-indigenous coastal species into the Southern Ocean**. Antarctic Science, v. 17, n. 2. 183 - 191 p. 2005.
- Lima, I. C. B. **Nem só de opérculos vivem os Serpulidae Rafinesque, 1815 (Annelida): Diversidade na costa brasileira e discussão de novos caracteres morfológicos para a sistemática do grupo**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 235 p. 2020.
- Lima, L. L. C.; Passos, F. D. **Marine bioinvasions: bivalve molluscs introduced in northeast Brazil**. DIVERSITAS JOURNAL. Santana do Ipanema/AL. vol. 6, n. 1, 21 p. 2021.
- Lodola, A.; Savini, D.; Mazziotti, C.; Occhipinti-Ambrogi, A. **First record of *Anadara transversa* (Say, 1822) (Bivalvia: Arcidae) in Sardinian Waters (Nwtyrrhenian Sea)**. Biol. Mar. Mediterr., v. 18 (1). 256 – 257 p. 2011.
- Lohan, K. M. P.; Hill-Spanik, K. M.; Torchin, M. E.; Strong, E. E.; Fleischer, R. C.; Ruiz, G. M. **Molecular phylogenetics reveals first record and invasion of *Saccostrea* species in the Caribbean**. Marine Biology, v. 162. 957 – 968 p. 2015.

Longo, P. A. S.; Fernandes, M. C.; Leite, F. P. P.; Passos, F. D. **Gastropoda (Mollusca) associated to *Sargassum* sp. beds in São Sebastião Channel – São Paulo, Brazil.** Biota Neotropica, v. 14, n. 4. 10 p. 2014.

Lopes, R. M.; Villac, M. C. Métodos In: Rubens M. Lopes (ed.). **Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Cap. 2, 19 – 28 p. 2009.

Madureira, E. A. L.; Silva, A. L. C.; Macedo, A. V.; Gralato, J. C. A. **Análise da composição, distribuição e origem do lixo nas praias oceânicas de Dois Rios e Lopes Mendes na Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ).** No livro: Os desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, 3015 – 3020 p. 2017.

Marques, A. C.; Morandini, A. C.; Migotto, A. E. **Synopsis of knowledge on Cnidaria Medusozoa from Brazil.** Biota Neotropica, 3(2), 1-18 p. 2003.

Mattos, B. O.; Costa, R. L.; Bueno, G. W. **Processo de rastreabilidade e certificação do cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*): a primeira fazenda de ostras certificada no Brasil.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v. 5, n. 2, 123-131 p. 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179.6858.2014.002.0012>

Mayoma B. S.; Sørensen C.; Shashoua Y.; Khan F. R. **Microplastics in beach sediments and cockles (*Anadara antiquata*) along the Tanzanian coastline.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 105 (4), 513 - 521 p. 2020.

McCann, L.; Keith, I.; Carlton, J. T.; Ruiz, G. M.; Dawson, T. P.; Collins, K. **First record of the non-native bryozoan *Amathia* (= *Zoobotryon*) verticillata (delle Chiaje, 1822) (Ctenostomata) in the Galápagos Islands.** BioInvasions Records, v. 4, n. 4, 255 – 260 p. 2015.

McCuller, M. I.; Carlton, J. T. **Transoceanic rafting of Bryozoa (Cyclostomata, Cheilostomata, and Ctenostomata) across the North Pacific Ocean on Japanese tsunami marine debris.** Aquatic Invasions, v. 13, n. 1, 137 – 162 p. 2018.

Mendonça, L. M. C.; Guimarães, C. R. P.; González-Duarte, M. M.; Haddad, M. A. **First record of *Salacia tetracythara* Lamouroux, 1816 (Hydrozoa, Sertulariidae) as an alien hydroid for the Atlantic Ocean.** Pap. Avulsos Zool., v. 61, 7 p. 2021.

Mendonça, L. M. C.; Guimarães, C. R. P.; Haddad, M. A. **Taxonomy and diversity of hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) of Sergipe, Northeast Brazil.** ZOOLOGIA, v. 39. 65 p. 2022.

Mghili, B.; De-la-Torre, G. E.; Analla, M.; Aksissou, M. **Marine macroinvertebrates fouled in marine anthropogenic litter in the Moroccan Mediterranean.** Mar. Pollut. Bull. v. 185. 2022.

Mghili, B.; De-la-Torre, G. E.; Aksissou, M. **Assessing the potential for the introduction and spread of alien species with marine litter.** Mar. Pollut. Bull. v. 191. 2023.

Migotto, A. E.; Marques, A. C.; Flynn, M. N. **Seasonal recruitment of hydroids (Cnidaria) on experimental panels in the São Sebastião Channel, Southeastern Brazil.** Bull. Mar. Sci. 68: 287-298 p. 2001.

- Migotto, A. E.; Marques, A. C.; Morandini, A. C.; Silveira, F. L. **Checklist of the Cnidaria Medusozoa of Brazil**. Biota Neotropica Volume 2(1). 31 p. 2022.
- Miller, J. A.; Carlton, J. T.; Chapman, J. W.; Geller, J. B.; Ruiz, G. M. **Transoceanic dispersal of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on Japanese tsunami marine debris: An approach for evaluating rafting of a coastal species at sea**. Marine Pollution Bulletin, Elsevier, v. 132, 60 – 69 p. 2018a.
- Miller, J. A.; Gillman, R.; Carlton, J. T.; Murray, C. C.; Nelson, J. C.; Otani, M.; Ruiz, G. M. **Trait-based characterization of species transported on Japanese tsunami marine debris: Effect of prior invasion history on trait distribution**. Marine Pollution Bulletin, Elsevier, v. 132, 90 – 101 p. 2018b.
- Miralles, L.; Gomez-Agenjo, M.; Rayon-Viña, F.; Gyraitè, G.; Garcia-Vazquez, E. **Alert calling in port areas: Marine Litter as possible secondary dispersal vector for hitchhiking invasive species**. Journal for Nature Conservation, Elsevier, v. 42, 12 – 18 p. 2018.
- Miranda, T. P.; Haddad, M. A.; Shimabukuro, V.; Dubiaski-Silva, J.; Marques A. C. **Hydroid fauna (Cnidaria, Hydrozoa) from the region of Bombinhas, Santa Catarina, Brazil**. Biota Neotropica, 11(3), 331-353 p. 2011.
- Miranda, A. A.; Almeida, A. C. S.; Vieira, L. M. **Non-native marine bryozoans (Bryozoa: Gymnolaemata) in Brazilian waters: Assessment, dispersal and impacts**. Marine Pollution Bulletin 130, 184 – 191 p. 2018.
- Miranda, A. A. **Briozoários do fouling: avaliação das espécies exóticas invasoras do Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, 122 p. 2018.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de combate ao lixo no mar: Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana**. Brasília, DF: MMA, 42 p. 2019.
- Moura, C. W. N. **Coralináceas com genículo do litoral do Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade São Paulo, 264 p. 2000.
- Mungioli, M. **Estudos morfológicos e moleculares de algas pardas filamentosas (Phaeophyceae) no litoral sudeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado) da Universidade de São Paulo. 154 p. 2017.
- Nascimento, L. S. **Hidrozoários planctônicos do complexo estuarino de Paranaguá – Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 118 p. 2016.
- Nelms, S. E.; Coombes, C.; Foster, L. C.; Galloway, T. S.; Godley, B. J.; Lindeque, P. K.; Witt, M. J. **Marine anthropogenic litter on British beaches: A 10-year nationwide assessment using citizen science data**. Science of the Total Environment, n. 579. 1399 – 1409 p. 2017.
- Nervolié, V.; Perié, L. Slisković, M.; Mreelié, G. J. **The invasive *Anadara transversa* (Say, 1822) (Mollusca: Bivalvia) in the biofouling community of northern Adriatic mariculture areas**. Management of Biological Invasions, v. 9, n. 3, 239 – 251 p. 2018.

Neto, S. P. S.; Silva, I. R.; Bittencourt, A. C. S. **Distribuição do lixo marinho e sua interação com a dinâmica de ondas e deriva litorânea no Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil.** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 35, n. 2, 231 – 246 p. 2016.

Newman, W. A.; McConnaughey, R. R. **A tropical eastern pacific barnacle, *Megabalanus coccopoma* (Darwin), in southern California, following El Niño 1982-83.** Pacific Science, vol. 41, 1 - 4 p. 1987.

Nunes, J. M. C.; Guimarães, S. M. P. B.; Donnangelo, A.; Farias, J.; Horta, P. A. **Aspectos taxonômicos de três espécies de coralináceas não geniculadas do litoral do Estado da Bahia, Brasil.** Rodriguésia, v. 59, n. 1, 075 – 086 p. 2008.

Oliveira, L. P. **Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 36, 1 – 31 p. 1941.

Oliveira, O. M. P.; Miranda, T. P.; Araujo, E. M.; Ayón, P.; Cedeño-Posso, C. M.; Cepeda-Mercado, A. A.; Córdova, P.; Cunha, A. F.; Genzano, G. N.; Haddad, M. A.; Mianzan, H. W.; Migotto, A. E.; Miranda, L. S.; Morandini, A. C.; Nagata, R. M.; Nascimento, K. B.; Nogueira-Jr., M.; Palma, S.; Quiñones, J.; Rodriguez, C. S.; Scarabino, F.; Schiariti, A.; Stampar, S. N.; Tronolone, V. B.; Marques, A. C. **Census of Cnidaria (Medusozoa) and Ctenophora from South American marine waters.** Zootaxa, 4194(1): 1 - 256 p. 2016.

Passos, F. D.; Batistão, A. R.; Lima, L. L. C. **Checklist of marine Bivalvia (Mollusca) from Brazil, with descriptive analyses of their bathymetric and geographical distribution.** Zootaxa 5488 (1): 94 p. 2024.

PEMALM: Plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar do Estado de São Paulo. Org: Turra, A.; Neves, A. M.; Panarelli, A. M.; Elliff, C. I.; Romanelli, M. F.; Mansor, M. T.; Andrade, M. M.; Grilli, N. M.; Cardoso, O. A.; Zanetti, R.; Scrich, V. M. Primeira edição. São Paulo: PEMALM, 72 p. 2021.

Penaforte, L. R. **Invasão do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857): Impactos, métodos de controle e estratégias de gestão adotadas.** Monografia apresentada para obtenção de título de Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 65 folhas. 2014.

Petracco, M.; Corte, G. N.; Aviz, D.; Abude, R. R. S.; Augusto, M.; Caetano, C. H. S.; Cardoso, R. S.; Cabrini, T. M. B. **Population Biology.** Brazilian Sandy Beaches. Brazilian Marine Biodiversity, Springer, Cham. 159 – 198 p. 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30746-1_6

Pimpão, D. M. **Moluscos Bivalves da plataforma externa e talude superior ao largo de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 204 p. 2004.

Pinheiro, L. M. **Contaminação por plásticos em ambiente de marisma e sua interação com o processo de bioincrustação.** Tese (Dourado) – Universidade Federal do Rio Grande. Doutorado em Oceanologia. Área de Concentração: Poluição e Ecossistemas Marinhos. 193 p. 2022.

Pinochet, J.; Urbina, J. A.; Lagos, M. E. **Marine invertebrate larvae love plastics: Habitat selection and settlement on artificial substrates.** Environmental Pollution, v. 257, 13 – 57 p. 2020.

- Pohs, J. **The effect of the differential flow speeds and kelp morphology on *Membranipora membranacea* settlement.** Fish 470, Spring, 15 p. 2021.
- Póvoa, A. A.; Skinner, L. F.; Araújo, F. V. **Fouling organisms in marine litter (rafting on abiotic substrates): A global review of literature.** Marine Pollution Bulletin, Elsevier, v. 166, 10 p. 2021.
- Póvoa, A. A.; Araújo, F. V.; Skinner, L. F. **Macroorganisms fouled in the marine anthropogenic litter (rafting) around a tropical bay in the Southwest Atlantic.** Mar. Pollut. Bull. v. 175. 2022.
- Póvoa, A. A.; Souza, L. R.; Henud, I. R.; Tavares, M. G.; Amorim, R. M.; Gomes, A. S. **Macrofouling on marine litter in a Southwest Atlantic urban tropical bay and surrounds.** Marine Pollution Bulletin, v. 211, 55 p. 2025.
- Prentis, P. J.; Wilson, J. R. U.; Dormontt, E. E.; Richardson, D. M.; Lowe, A. J. **Adaptive evolution in invasive species.** Trends in Plant Science. 6^a ed. 288 – 294 p. 2008.
- Purca, S.; Henostroza, A. **Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú.** Revista Peruana de Biología, v. 24. 6 p. 2017.
- Queiroz, R. N. M.; Dias, T. L. P. **Molluscs associated with the macroalgae of the genus *Gracilaria* (Rhodophyta): importance of algal fronds as microhabitat in a hypersaline mangrove in Northeastern Brazil.** Braz. J. Biol., v. 74, n. 3. 52 – 63 p. 2014.
- Ramalho, L. V. **Taxonomia, distribuição e introdução de espécies de briozoários marinhos (Ordens Cheilostomatida e Cyclostomata) do estado do Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 450 p. 2006.
- Ramalho, L. V.; Muricy, G.; Taylor, P. D. **Taxonomic revision of some lepraliomorph cheilostome bryozoans (Bryozoa: Lepraliomorpha) from Rio de Janeiro State, Brazil.** Journal of Natural History, v. 45, n. 13 – 14, p. 767 – 798 p. 2011.
- Ramalho, L. V.; Taylor, P. D.; Muricy, G. **New records of *Catenicella* de Blainville, 1830 (Catenicellidae: Cheilostomata: Ascophora) in Rio de Janeiro State, Brazil.** Check List 10 (1): 170 – 174 p. 2014.
- Rech, S.; Borrell Pichs, Y. J.; García-Vazquez, E. **Anthropogenic marine litter composition in coastal areas may be a predictor of potentially invasive rafting fauna.** PloS ONE, v. 13, n. 1, 22 p. 2018.
- Rech, S. **Marine plastic pollution as a vector for non-native species transport.** Programa de Doctorado: Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Química, Ambiental y Bioalimentaria, Universidad de Oviedo, 143 p. 2018.
- Rech, S.; Gusmão, J. B.; Kiessling, T.; Hidalgo-Ruz, V.; Meerhoff, E.; Gatta-Rosemary, M.; Moore, C.; deVine, R.; Thiel, M. **A desert in the ocean – Depauperate fouling communities on marine litter in the hyper oligotrophic South Pacific Subtropical Gyre.** Science of the Total Environment, 54 p. 2020.
- Reis, R. M. **Distribuição espacial de cracas (Crustacea, Cirripedia) na Baía de Guanabara com base em dados pretéritos e atuais.** Dissertação. Curso de Ciências Biológicas, Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 111 p. 2017.

Rellán, A. G.; Ares, D. V.; Brea, C. V.; López, A. F.; Bugallo, P. M. B. **Sources, sinks and transformations of plastic in our oceans: Review, management strategies and modelling.** *Science of the Total Environment*, v. 854, 15 p. 2023.

Rios, E. C. **Seashells of Brazil.** 2. ed. Rio Grande: Ed. da FURG, 492 p. 1994.

Rios, E. C. **Compendium of Brazilian Sea Shells.** Rio Grande: FURG. 676 p. 2009.

Rocha, V. P.; Matthews-Cascon, H. **Variação morfométrica de arcídeos (Mollusca: Bivalvia) da costa Norte-Nordeste do Brasil.** *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 19 (1), 10 p. 2014).

Rodrigues, A. R. **Introdução de espécies de Serpulidae Rafinesque, 1815 (Annelida): Estudo de caso na Baía de Sepetiba, RJ.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 87 p. 2020.

Ross, A. **Bredin-Archbold-Smithsonian Biological Survey of Dominica, 8: The Intertidal Balanomorpha Cirripedia.** *Proceedings of the United States National Museum*. 1968.

Rumbold, C. E.; García, G. O.; Pon, J. P. S. **Fouling assemblage of marine debris collected in a temperate South-western Atlantic coastal lagoon: A first report.** *Marine Pollution Bulletin*, n. 154. 10 p. 2020.

Salvi, D.; Al-Kandari, M.; Oliver, P. G.; Berrilli, E.; Garzia, M. **Cryptic marine diversity in the Northern Arabian Gulf: An integrative approach uncovers a new species of oyster (Bivalvia: Ostreidae), *Ostrea oleomargarita*.** *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 19 p. 2022.

Santos, I. R. **Naves flutuantes de plástico.** *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. v. 37, n. 220. 64 - 64 p. 2005.

Santos, I. R.; Baptista Neto, J. A.; Wallner-Kersanach, M. **Resíduos Sólidos.** In: Baptista Neto, J. A.; Wallner-Kersanach, M.; Patchineelam, S. M. (Coordenadores). *Poluição Marinha*, Interciência, Rio de Janeiro, 309 - 330 p. 2008.

Santos, G. M. **Taxocenose dos Bivalvia (Mollusca) em área de influência fluviais na plataforma continental de Sergipe (Nordeste: Brasil).** *Conclusão de Curso*, Universidade Federal de Sergipe, 50 p. 2017.

Saputri, D. F. I.; Daud, A.; Syah, R.; Birawida, A. B.; Amqam, H.; Russeng, S. S. **Microplastic Depuration on *Asaphis Detlorata*.** *International Journal Papier – Advance and Scientific Review*, v. 1, n. 1. 37 – 46 p. 2020.

Schiesari, L.; Zuanon, J.; Azevedo-Ramos, C.; Garcia, M.; Gordo, M.; Messias, M.; Vieira, E. M. **Macrophyte rafts as dispersal vectors for fishes and amphibians in the Lower Solimões River, Central Amazon.** *Journal of Tropical Ecology*, v. 19, n. 3. 333 - 336 p. 2003.

Schneider, F.; Parsons, S.; Clift, S.; Stolte, A.; McManus, M. C. **Collected marine litter – a growing waste challenge.** *Marine Pollution Bulletin*, n. 128, 162 – 174 p. 2018.

Schoener, A.; Rowe, G. T. **Pelagic *Sargassum* and its presence among the deep-sea benthos.** *Deep-Sea Research*, Vol. 17, 923 - 925 p. 1970.

Schuchert, P. **How many hydrozoan species are there?** Zool. Verh. Leiden 323, 31: 209 - 219 p. 1998.

Schuchert, P. **The Hydrozoa Directory (2011).** <https://bioinfo.org.uk/html/b156351.htm> (Acesso em janeiro de 2025).

Schwan, I. S. **Efeitos do cobre em tinta anti-incrustante sobre as estratégias de colonização de substrato e reprodução do poliqueta *Hydroides elegans* na região de Jurujuba, Niterói – RJ.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal. 63 p. 2013.

Schwan, I. S.; Brasil, A. C. S.; Neves, D.; Dias, G. M. **The invasive worm *Hydroides elegans* (Polychaeta – Serpulidae) in southeastern Brazil and its potential to dominate hard substrata.** Marine Biology Research, 10 p. 2015.

Schwindt, E.; Carlton, J. T.; Orensanz, J. M.; Scarabino, F.; Bortolus, A. **Past and future of the marine bioinvasions along the Southwestern Atlantic.** Aquatic Invasions, v. 15, 11 – 29 p. 2020.

Sebille, E. V.; Aliani, S.; Law, K. L.; Maximenko, N.; Alsina, J. M.; Bagaev, A. *et al.* **The physical oceanography of the transport of floating marine debris.** Environmental Research Letters. v. 15, 33 p. 2020.

Serra, L. P. **Diversidade genética de ostras do Gênero *Crassostrea* na Resex Marinha da Baía do Iguapé – BA, por meio de marcadores ISSR.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 46 p. 2019.

Severino, A; Resgalla, Jr. C. **Descrição dos estágios larvais de *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) e sua variação temporal na enseada de Itapocoroy (Santa Catarina, Brasil).** Atlântica, Rio Grande 27 (1): 5-16 p. 2005.

Shabani, F.; Nasrolahi, A.; Thiel, M. **Assemblage of encrusting organisms on floating anthropogenic debris along the northern coast of the Persian Gulf.** Environmental Pollution, Elsevier, v. 254, 10 p. 2019.

Shanks, A. L.; Brian A.; Grantham, B. A.; Carr, M. H. **Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves.** Ecological Applications, v. 13, 159 - 169 p. 2003.

Sheets, E. A.; Cohen, S.; Ruiz, G. M.; Rocha, R. M. **Investigating the widespread introduction of a tropical marine fouling species.** Ecology and Evolution, v. 6, n. 8, 2453 – 2471 p. 2016.

Silva, G. L.; Dourado, M. S.; Candella, R. N. **Estudo preliminar da climatologia da ressurgência da região de Arraial do Cabo, RJ.** Anais do XI Encontro Nacional dos Grupos PET, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 11 p. 2006.

Silva, I. B. **Algas marinhas bentônicas dos recifes e ambientes adjacentes de Maracajaú, APA dos Recifes de Corais, RN, Brasil.** Tese (Doutorado) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 377 p. 2010.

Silva, I. B.; Fujii, M. T. **The Genus *Herposiphonia* (Ceramiales, Rhodophyta) in the Coral Reefs Environmental Protection Area, Northeastern Brazil, with new records for Brazil and the Atlantic Ocean.** Brazilian Journal of Botany 35(1): 107-118 p. 2012.

Silva, A. F. **Distribuição dos moluscos bentônicos e sua relação com o sedimento na Plataforma Continental da Região Semiárida do Nordeste do Brasil.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, 96 p. 2014.

Silva, T. F. **Identidade e diversidade genética de espécies de ostras nativas no Estado de Sergipe.** Dissertação (mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, 45 p. 2015.

Silva, R. M. R. **Poluição marinha por resíduos plásticos e suas consequências ao meio ambiente.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade Pitágoras de Uberlândia, Uberlândia, 38 p. 2018.

Silva, M. V. **Briozoários da Plataforma Continental do Ceará.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, 139 p. 2020.

Silveira, N. G.; Souza, R. C. C. L.; Fernandes, F. C.; Silva, E. P. **Occurrence of *Perna perna*, *Modiolus carvalhoi* (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) and *Megabalanus coccopoma* (Crustacea, Cirripedia) off Areia Branca, Rio Grande do Norte State, Brazil.** *Biociências*, v. 14, n. 1, 89–90 p., 2006.

Simberloff, D.; Martin, J. L.; Genovesi, P.; Maris, V.; Wardle, D. A.; Aronson, J.; Courchamp, F.; Galil, B.; García-Berthou, E.; Pascal, M.; Pysek, P.; Sousa, R.; Tabacchi, E.; Vilà, M. **Impacts of biological invasions: what's what and the way forward.** *Trends in Ecology & Evolution*, v. 28, n. 1. 9 p. 2013.

Simkanin, C.; Carlton, J. T.; Steves, B.; Fofonoff, P.; Nelson, J. C.; Murray, C. C.; Ruiz, G. M. **Exploring potential establishment of marine rafting species after transoceanic long-distance dispersal.** *Global Ecology and Biogeography – A Journal of Macroecology*, v. 28, 13 p. 2019.

Simma-Krieg. B. **On the variaton and special reproduction habits of *Aetea sica* (Couch) (D).** *Zoologisches Institut der Universitat Wien, Osterreich*. 11 p. 1969.

Skinner, L. F.; Barboza, D. F.; Rocha, R. M. **Rapid assessment survey of introduced ascidians in a region with many marinas in the Southwest Atlantic Ocean.** *Braz. Manag. Biol. Invasions*, v. 7. n. 1, 13 – 20 p. 2016.

Solloway, H. A. I.; Micael, J.; Gíslason, S. **Marine litter as a vector for fouling species in Iceland.** *Ocean and Coastal Research*, v. 72, 17 p. 2024.

Souza, R. C. C. L.; Fernandes, F. C.; Silva, E. P. **Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no Mundo: um caso recente de bioinvasão.** In: Silva, J. S. V.; Souza, R. C. C. L. (Org.). *Água de Lastro e Bioinvasão*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 157 – 172 p. 2004.

Souza, R. C. C. L.; Calazans, S. H.; Silva, E. P. **Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático.** *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 61, n. 1. 35 – 41 p. 2009.

Souza, B. B. **Filogeografia de *Gelidium floridanum* e *Pterocliadiella capillacea* (Gelidiales, Rhodophyta) e espécies relacionadas no Atlântico ocidental, com ênfase no Brasil, com base em dados morfológicos e moleculares.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 84 p. 2017.

Stanski, G.; Boos, H.; Pinheiro, M. A. A. **Animais marinhos exóticos invasores no Sul do Brasil.** *Revista CEPSUL – Biodiversidade e Conservação Marinha*, v. 11, 11 p. 2022.

Stelmack, E. O.; Vieira, C. V.; Cremer, M. J.; Kroll, C. **Lixo marinho em ambientes costeiros: o caso da Praia Grande na Ilha de São Francisco do Sul/SC, Brasil.** Geosul, Florianópolis, v. 33, n. 66, 11 – 28 p. 2018.

Subías-Baratau, A.; Sanchez-Vidal, A.; Martino, E. D.; Figuerola, B. **Marine biofouling organisms on beached, buoyant and benthic plastic debris in the Catalan Sea.** Marine Pollution Bulletin, Elsevier, v. 175, 11 p. 2022.

Széchy, M. T. M. **Guia de macroalgas marinhas da área de influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Baía da Ilha Grande – Rio de Janeiro.** 1ª ed. Rio de Janeiro, 56 p. 2015.

Teichert, S.; Loder, M. G. J.; Pyko, I.; Mordek, M.; Schulbert, C.; Wisshak, M.; Laforsch, C. **Microplastic contamination of the drilling bivalve *Hiatella arctica* in Arctic rhodolith beds.** Nature Scientific reports, 12 p. 2021.

Teixeira, S. P. **Espécies marinhas invasoras no Brasil: Uma revisão de ocorrências e impactos.** Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Federal de São Paulo. 112 p. 2022.

Thiel, M.; Hinojosa, I.; Vásquez, N.; Macaya, E. **Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile).** Marine Pollution Bulletin, v. 46, n. 2, 224 – 231 p. 2003.

Thiel, M.; Gutow, L. **The ecology of rafting in the marine environment. I. The floating substrata.** Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, v. 42, 181 – 264 p. 2005a.

Thiel, M.; Gutow, L. **The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community.** Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, v. 43, 279 – 418 p. 2005b.

Thiel, M.; Haye, P. **The ecology of rafting in the marine environment. III. Biogeographical and evolutionary consequences.** Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, v. 44, 323 - 429 p. 2006.

Trott, T. J. **Cobscook Bay Inventory: A historical checklist of marine invertebrates spanning 162 years.** Northeastern Naturalist, v. 11, n. 2. 261 – 324 p. 2004.

Tsirintanis, K.; Azzurro, E.; Crocetta, F.; Dimiza, M.; Frogliá, C.; Gerovasileiou, V.; Langeneck, J.; Mancinelli, G.; Rosso, A.; Stern, N.; Triantaphyllou, M.; Tsiamis, K.; Turon, X.; Verlaque, M.; Zenetos, A.; Katsanevakis, S. **Bioinvasions impacts on biodiversity, ecosystem services, and human health in the Mediterranean Sea.** Aquatic Invasions, v. 17, 308 – 352 p. 2022.

Turra, A.; Santana, M. F. M.; Oliveira, A. L.; Barbosa, L.; Camargo, R. M.; Moreira, F.; Denadai, M. R. **Lixo nos mares: Do entendimento à solução.** São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 124 p. 2020.

Vale, A. V. P.; Santos, W. C. R.; Barros, M. R. F.; Chagas, R. A.; Herrmann, M. **Comparação de substratos artificiais na redução de bioincrustantes em um cultivo de ostras no estuário amazônico.** Revista CEPSUL: Biodiversidade e Conservação Marinha, 1 – 16 p. 2020.

Valentin, J. L.; Coutinho, R. **Modelling maximum chlorophyll in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: a preliminary approach.** Ecological Modelling, v. 52, 103–113 p. 1990.

Veillard, D.; Tremblay, R.; Sejr, M. K.; Chauvaud, L.; Cam, E.; Olivier, F. **Recruitment dynamics of *Hiatella arctica* within a high Arctic site (Young Sound Fjord, NE Greenland)**. *Polar Biology*: 46, 1275 – 1286 p. 2023.

Vieira, L. M. **Sistemática e distribuição dos briozoários marinhos do litoral de Maceió, Alagoas**. Dissertação – Universidade de São Paulo, 207 p. 2008.

Vieira, L. M. **Sistemática e distribuição dos briozoários marinhos do litoral de Maceió, Alagoas**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 207 p. 2008.

Vieira, L. M.; Migotto, A. E.; Winston, J. E. **Synopsis and annotated checklist of recent marine Bryozoa from Brazil**. *Zootaxa* 1810: 1-39 p. 2008.

Vieira, L. M.; Almeida, A. C. S.; Fehlaue-Ale, K. H.; Migotto, A. E. **Filo Bryozoa: novas perspectivas no estudo da biodiversidade marinha no Brasil**. *Informativo Sociedade Brasileira de Zoologia*, v. 113, 4 p. 2015.

Vieira, L. M.; Almeida, A. C. S.; Winston, J. E. **Taxonomy of intertidal cheilostome Bryozoa of Maceió, northeastern Brazil. Part 1: Suborders Inovicellina, Malacostegina and Thalamoporellina**. *Zootaxa*, v. 4097, n. 1, p. 59 – 83 p., 2016.

Xavier, E. A. **Bioinvasões marinhas do Brasil: composição, detecção e monitoramento de briozoários em substratos artificiais**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Recife, 124 p. 2022.

Watkins, E.; Brink, P. **The socio-economic impacts of marine litter, including the costs of policy inaction and action**. *United Nations Environment Programme*, 296 – 319 p. 2017.

Watywarawan, A. **Influência da estrutura da paisagem na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e na qualidade ambiental de dois costões rochosos do Atlântico Sul**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 124 p. 2025.

Weslawski, J. M.; Kotwicki, L. **Macro-plastic litter, a new vector for boreal species dispersal on Svalbard**. *Polish Polar Research*, v. 39, n. 1, 165 – 174 p. 2018.

Winston, J. E.; Gregory, M. R.; Stevens, L. M. **Encrusters, epibionts, and other biota associated with pelagic plastic: A review of biogeographical, environmental, and conservation issues**. In: Coe, J. M. & Rogers, D. B. (eds), *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions*. Springer, New York, NY, U.S.A., 81 – 97 p. 1997.

Xavier, L. P. D' Oliveira N. **Eco-Engenharia em área portuária e suas implicações na bioincrustação e na prevenção dos processos de bioinvasão**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Biotecnologia Marinha, 74 p. 2018.

Xavier, E. A.; Almeida, A. C. S.; Nogueira, M. M.; Vieira, L. M. **Effects of substratum type and orientation on the recruitment of bryozoans in an artificial area of the Western Atlantic**. *Biofouling*, v. 39 (7), 748 – 762 p. 2023.

Yoneshigue-Braga, Y. **Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. III. - Rhodophyta. 1. Goniotrichales, Bangiales, Compsopogonales, Nemalionales e Gelidiales**. Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, Publicação 55, 36 p. 1971.

Yoneshigue-Braga, Y. **Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. III. - Rhodophyta. 2. Cryptonemiales, Gigartinales e Rhodymeniales.** Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, Publicação 62, 39 p. 1972a.

Yoneshigue-Braga, Y. **Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. III. - Rhodophyta. 3. Ceramiales.** Instituto de Pesquisas da Marinha, Rio de Janeiro, Publicação 65, 49 p. 1972b.

Yoneshigue-Valentin, Y.; Coutinho, R.; Arruda, J. E. G.; Figueiredo, M. A. O.; Tâmega, F. T. S.; Pupo, D.; Guimaraens, M.; & Villaça, R. C. **Capítulo 4: Macroalgas (Rhodophyta, Chlorophyta e Ochorophyta) - Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação.** Arraial do Cabo: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, 96 – 125 p. 2020.

Young, P. S. **Taxonomia e distribuição da subclasse cirripédia no Atlântico Sul Ocidental.** Tese (Doutorado) – Instituto de Biociência, USP, São Paulo. 315 p. 1987.

Young, P. S. **The Verrucomorpha and Chthamaloidea from the Brazilian coast (Crustacea: Cirripedia).** Revista Brasileira de Biologia, 53(2), 255 - 267 p. 1993.

Young, P. S. **Superfamily Balanoidea Leach (Cirripedia, Balanomorpha) from the Brazilian coast.** Bolm Mus. Nac. 356: 1–3 p. 1994.

Young, P. S. **New interpretations of South American patterns of barnacle distribution.** In: Schram, F. R.; Hoeg, J. T. (eds) New frontiers in barnacle evolution. Crustacean issues. Balkema, Rotterdam, 229 – 253 p. 1995.

Zaiko, A.; Minchin, D.; Olenin, S. **“The day after tomorrow”: anatomy of an ‘r’ strategist aquatic invasion.** Aquatic Invasions, v. 9, n. 2, 145 – 155 p. 2014.

Zenni, R. D.; Brito, M. F. G.; Creed, J. C.; Antar, G. M.; Fabricante, J. R.; Silva-Forsberg, M. C.; Futada, S. M.; Macêdo, R. L.; Pelicice, F. M.; Petry, A. C.; Santos, G. S.; Santos, S. A.; Vieira, L. M.; Zequi, J. A. C. **Capítulo 2: Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil.** In: Dechoum, M.S., Junqueira, A. O. R., Orsi, M.L. (Org.). Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. 1ª Ed. São Carlos: Editora Cubo, 49-91 p. 2024.

Zettler, E. R.; Mincer, T. J.; Amaral-Zettler, L. A. **Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris.** Environ. Sci. Technol. v. 47, 7137–7146 p. 2013.