

## O MERGULHO AUTÔNOMO COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DA POLUIÇÃO MARINHA: UM ESTUDO NA BAÍA DA ILHA GRANDE (RIO DE JANEIRO, BRASIL)

**Luiza Amaro Pessoa**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UERJ),  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
[luizapessoacd@gmail.com](mailto:luizapessoacd@gmail.com)

**Thiago Gonçalves Pereira**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Geografia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
[thiagopereira.uerj@gmail.com](mailto:thiagopereira.uerj@gmail.com)

**Eduardo Godoy Aires de Souza**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Paraty, RJ, Brasil  
[eduardo.souza@icmbio.gov.br](mailto:eduardo.souza@icmbio.gov.br)

### RESUMO

A poluição marinha é uma questão cotidiana, frequentemente abordada em diversos meios de comunicação e debatida por muitos países. O presente trabalho teve como principal objetivo identificar, contabilizar e classificar os resíduos sólidos na Baía da Ilha Grande, além de discutir sua relação com os diferentes usos do ambiente marinho, com foco especial nas atividades de turismo e pesca. Os distintos usos da lâmina d'água se refletem na paisagem submersa, e essas modificações foram observadas, catalogadas e analisadas. A coleta de dados foi realizada por mergulhadores autônomos, utilizando a metodologia do Reef Check. Os resultados mostraram maior quantidade de resíduos nos mergulhos realizados na parte abrigada, indicando tendência de maior uso dessas áreas para turismo e algumas modalidades de pesca. Em contraste, os ambientes expostos apresentaram menor quantidade de resíduos, em sua maioria oriunda de atividades pesqueiras. Além dos dados numéricos, a participação dos mergulhadores autônomos foi extremamente positiva, enriquecendo a inserção social em projetos de conservação, especialmente em unidades de conservação de proteção integral.

**Palavras-chave:** Conservação marinha. Mergulho autônomo. Unidades de conservação. Poluição marinha. Impacto ambiental.

### AUTONOMOUS DIVING AS A TOOL FOR MARINE POLLUTION ANALYSIS: A STUDY IN THE ILHA GRANDE BAY (RIO DE JANEIRO, BRAZIL)

### ABSTRACT

Marine pollution is an everyday issue, often covered in the media and debated across many countries. The primary objective of this study was to identify, account for, and classify solid waste in Ilha Grande Bay, and to discuss its relationship with various uses of the marine environment, with a special focus on tourism and fishing activities. The different uses of the water surface are reflected in the underwater landscape. These changes were observed, cataloged, and analyzed. Data collection was carried out by scuba divers using the Reef Check methodology. The results showed a greater amount of waste found during dives in the sheltered part, indicating a tendency to use these areas more for tourism and some types of fishing, with general waste and waste from fishing activities. In contrast, the exposed environments produced less waste, most of which came from fishing activities. In addition to the numerical data obtained, scuba divers' participation was highly positive, enriching social inclusion in conservation projects, especially in strictly protected conservation units.

**Keywords:** Marine Conservation. Scuba Diving. Conservation Units. Marine Pollution. Environmental Impact.

## INTRODUÇÃO

A zona costeira pode ser compreendida como a área que abrange as terras litorâneas e as águas mais rasas do mar. Nesse ambiente, diversas relações de trocas mútuas de matéria e energia podem ser observadas, resultando em alta importância ecológica e econômica, por ser uma área onde ocorre a base da cadeia alimentar marinha e diversos usos econômicos do ecossistema (Cunha, 2012; Barbier, 2014; Ellison, 2015).

Ao considerar o padrão de vida atual da sociedade moderna, nota-se que as questões atreladas aos seres humanos, tanto de maneira individual quanto de forma sistêmica, a partir de uma perspectiva socioambiental e do modelo econômico vigente, tornam o estilo de vida contemporâneo um dos principais responsáveis pela degradação dos ambientes marinhos. Esse comportamento pode estar associado ao aumento do consumo de descartáveis, que, por sua vez, leva ao crescimento da necessidade de produção, com o objetivo de suprir demandas cada vez maiores, configurando um mecanismo de retroalimentação.

Apesar de a prática não ser plenamente eficaz, políticas públicas ligadas ao suprimento da demanda de alta produção e alto descarte já foram criadas. Em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), cujo artigo 3º é focado na disposição final adequada dos materiais já utilizados, direcionando normas específicas com o objetivo de minimizar impactos relacionados ao descarte inadequado, como questões que envolvem saúde pública e ambiental, além de outros diversos impactos gerados pelo descarte equivocado desses materiais. Todas as condições de análise dos ambientes convergem para uma necessidade: a disposição final ambientalmente adequada.

O debate sobre o assunto é longo e pautado em discussões diversas, não só sobre a origem desses resíduos, mas também sobre o aumento desenfreado da produção e a falta de tratamento no momento de destinar os materiais para processos após a utilização. Na prática, a forma mais visível de compreender que o cenário se tornou de extrema importância se dá ao observar a imensa quantidade de resíduos cujo tempo de decomposição na natureza e reposição das matérias-primas não acompanha o ritmo de produção, resultando em uma conta negativa (Ferreira, 2011). Não apenas o negativo das observações visuais, mas também o negativo dos impactos que remetem à perda de qualidade de vida humana e de outros seres vivos, oriunda da interferência antrópica nos ambientes naturais.

Pesquisas sobre o monitoramento de detritos marinhos têm adquirido crescente importância científica, não apenas para entender os impactos desses resíduos sobre os organismos marinhos, mas também para avaliar os danos aos ecossistemas oceânicos em curto e médio prazos, incluindo suas implicações nas mudanças climáticas (Anastácio, 2023; Walker; Fequet, 2023). Esse problema global é evidenciado pela estimativa de que cerca de 8 milhões de itens são despejados diariamente nos oceanos (PNUMA, 2005). Em 2019, a produção global de plásticos alcançou aproximadamente 368 milhões de toneladas, com expectativa de aumento caso não sejam implementadas medidas efetivas para a redução do lixo marinho (Plastics Europe, 2020).

O lixo marinho, conforme descrito por Rogers (2000), refere-se a qualquer resíduo sólido de origem antropogênica lançado ao mar, proveniente de fontes tanto continentais quanto marítimas, como esgoto, resíduos de pesca, navegação e plataformas de petróleo (Miller e Mair, 2003; Allison et al., 2024; Xie et al., 2024). Independentemente de sua origem, os impactos ambientais, sociais e econômicos do lixo marinho são amplamente documentados e interconectados. Estudos demonstram consequências severas para a vida selvagem, incluindo emaranhamento e ingestão acidental de plásticos, que podem resultar em mortalidade e na introdução de poluentes químicos nas teias alimentares (Gall; Thompson, 2015; Panti et al., 2019).

O turismo, embora seja uma importante atividade econômica, também pode ser considerado um vetor preocupante de poluição ambiental (UN Environment, 2017). Seus impactos incluem benefícios, como o desenvolvimento local e a geração de renda, mas também consequências negativas quando o planejamento não incorpora a conservação ambiental. A intensa interferência antrópica compromete a integridade dos ecossistemas e prejudica modalidades de turismo que dependem diretamente da conservação ambiental, como a observação da natureza (Archer; Cooper, 2002). Portanto, o desenvolvimento excessivo e mal planejado do turismo pode degradar tanto o ambiente físico quanto os destinos turísticos mais populares. Isso reforça a crescente necessidade de um turismo sustentável, especialmente em áreas protegidas, visando maximizar os benefícios da atividade e minimizar os impactos adversos (IUCN, 2019).

Em relação à fauna marinha, as formas de interferência relacionadas ao aumento da presença do lixo marinho são numerosas. Detritos flutuantes promovem a dispersão de espécies invasoras e a deposição de lixo no fundo do mar cria uma ameaça contínua e cumulativa sobre os ecossistemas aquáticos, podendo aprisionar pequenos animais em garrafas ou em emaranhados plásticos, por exemplo (Lewis et al., 2005; Woodall et al., 2014). A confusão na alimentação também pode ser considerada um processo comum e, ao ingerir esses materiais, diversos problemas são gerados nas espécies. Ao ficarem presos em determinados materiais, os animais podem ter dificuldades para fugir de predadores, modificando ciclos naturais da cadeia alimentar, ou ser impedidos de voltar à superfície, no caso de espécies que precisam retornar para respirar (Araújo; Costa, 2003).

Uma das formas de observação desses materiais é a partir das atividades de mergulho, que possuem grande potencial para a educação ambiental e também como ferramenta de obtenção de dados para pesquisas (Sciutteri et al., 2024). A prática do mergulho permite trazer ao debate a presença e a relevância de impactos gerados por atividades realizadas na superfície da água, que reverberam em alterações na paisagem submersa. Embora não façam parte do cotidiano por não estarem visíveis, tais mudanças influenciam significativamente a dinâmica dos ecossistemas marinhos e costeiros.

Dialogando sobre a temática a partir da beleza paisagística da Costa Verde, localizada na região sul fluminense do estado do Rio de Janeiro, destaca-se o turismo como uma das principais atividades na área (Creed et al., 2007). Paraty e Ilha Grande, reconhecidas como patrimônios da humanidade pela UNESCO, exemplificam o valor cultural e natural da região. Nesse contexto, o presente estudo objetivou identificar, contabilizar e classificar os resíduos sólidos na Baía da Ilha Grande, com foco nas ilhas da Estação Ecológica de Tamoios e proximidades, discutindo a relação entre os diferentes usos do ambiente marinho e seus impactos.

## METODOLOGIA

A metodologia implementada segue o escopo da denominada pesquisa-ação, realizada quando existe uma ação participativa de pessoas envolvidas, baseada em projetos de ação social ou na solução de problemas coletivos (Araújo, 2021). A pesquisa-ação não trata apenas de critérios fundamentados em ensinamentos metodológicos, mas também do amadurecimento do “sentir e fazer” dos participantes, estabelecendo relações entre o conhecimento, a ação e a realidade do território em que estão inseridos (Baldissera, 2001).

Para a pesquisa, foram utilizados dados obtidos a partir do monitoramento Reef Check Costão, tendo como base a metodologia Reef Check proposta por Ferreira (2018), com modificações para contemplar demandas locais, recortando-se a análise para os impactos gerados pelo lixo marinho, classificados como lixo geral e lixo de pesca. Como lixo de pesca, foram catalogados materiais como zangarilho, redes, anzóis e demais apetrechos utilizados em atividades pesqueiras. Já o lixo geral é composto por todos os outros artefatos encontrados que não têm relação direta com a pesca. Para compreender melhor a classificação, ver a Tabela 1. A composição dos materiais pode ser um indicador para entender se foram despejados de forma direta ou indireta, podendo indicar o impacto das atividades que ocorrem em relação aos diferentes usos do ambiente marinho e costeiro. A acumulação tende a ocorrer de forma diferenciada, a partir de variáveis como força dos ventos, regimes de marés, tipos de uso e morfologia do litoral (Neto, 2008).

Tabela 1 - Caracterização dos materiais

| <b>CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS ENCONTRADOS</b> |  |
|---|--|
| LIXO GERAL                                      | Garrafa pet, latas, canudos, demais materiais que não possuem relação com a atividade pesqueira. |
| LIXO DE PESCA                                   | Linha de pesca, anzol, zangarilho e demais apetrechos de pesca.                                  |

Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

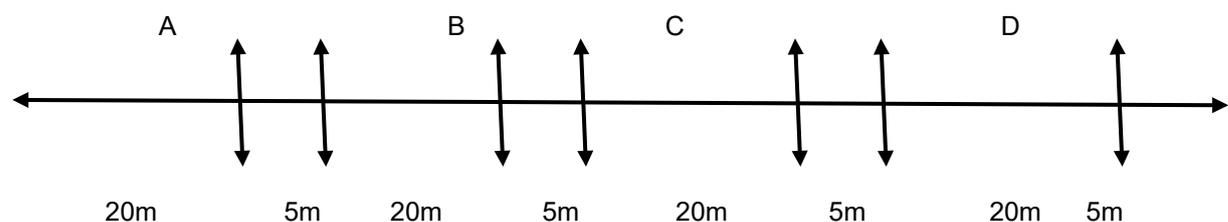
O Reef Check trabalha com uma metodologia cujo principal objetivo é a construção da ciência cidadã, na qual pessoas que não frequentam espaços acadêmicos podem ser inseridas no movimento de fazer ciência (Sciutteri et al., 2024). No presente estudo, especificamente, a comunidade de mergulhadores da região participou de todos os processos de coleta de dados, com diversas contribuições fundamentais, além de trazer suas percepções ambientais (Ferreira; Maida, 2018). O monitoramento contemplou dados sobre a fauna e flora marinhas, além da análise dos impactos existentes, principalmente a presença de resíduos encontrados durante os mergulhos.

No total, 19 pessoas participaram das campanhas: servidores públicos do ICMBio, Ibama, Inea, Fiperj e Cnen, além de estudantes universitários, proprietários de centros de mergulho (Canto do Ilé e Aquamaster Centro de Mergulho) e funcionários da empresa Eletronuclear (Godoy; Lamego, 2022).

A trena de 100 metros foi dividida em quatro transectos de 20 metros cada, separados por intervalos de 5 metros, totalizando quatro transectos por análise. Para a análise dos resíduos, os materiais encontrados foram somados entre todos os transectos (A, B, C e D). Os transectos eram posicionados paralelamente aos costões das ilhas em cada mergulho. Após o posicionamento, as duplas de mergulhadores se organizavam conforme seus objetivos de análise e iniciavam o mergulho, percorrendo o transecto e registrando as informações observadas. Os mergulhos duravam cerca de 40 a 50 minutos, dependendo das condições do mar (Figura 1).

A trena de 100 metros era dividida em quatro transectos de 20 metros, com intervalos de 5 metros entre eles. Para a análise dos dados de resíduos, os materiais encontrados foram somados em todos os transectos (A, B, C e D) (Figura 1).

Figura 1 - Esquema de separação das trenas com seus respectivos transectos



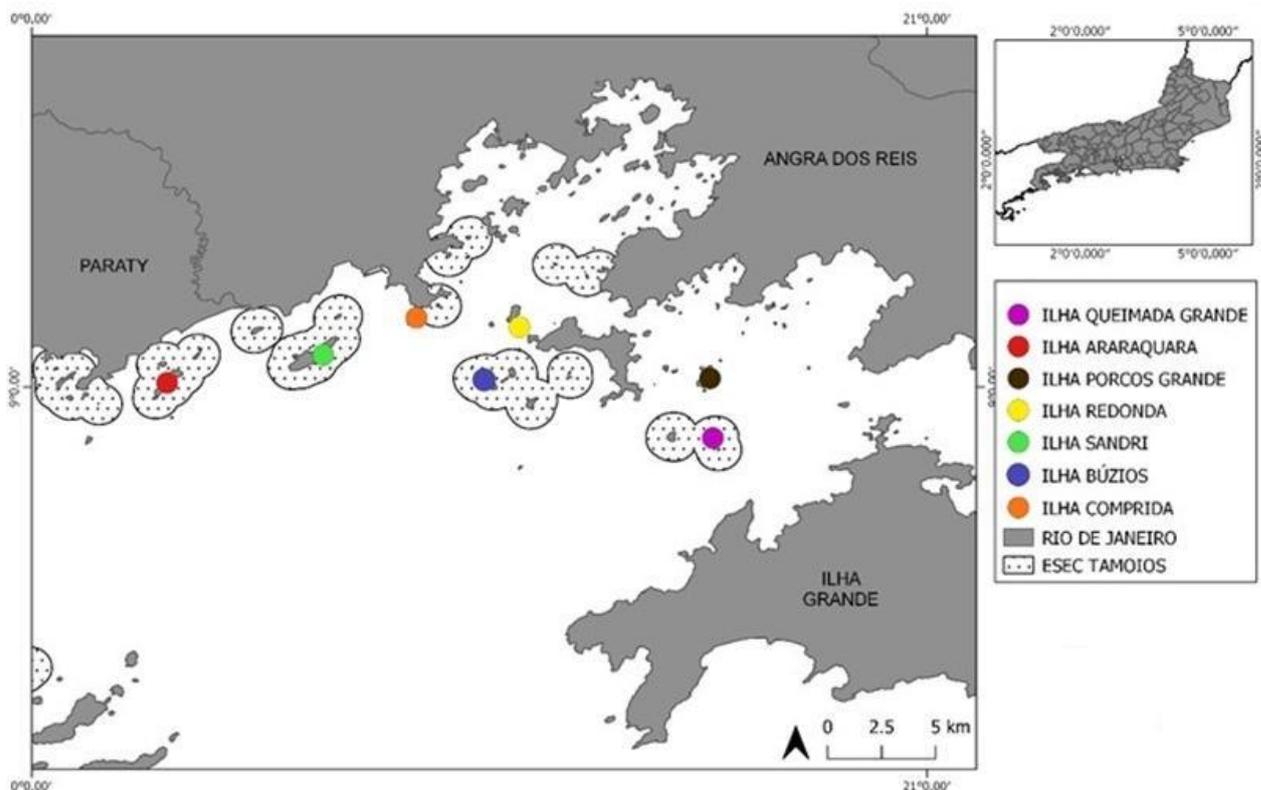
Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

Após o retorno à embarcação, as informações anotadas durante os mergulhos eram transcritas para planilhas em papel, que posteriormente alimentavam bancos de dados no Excel, gerando gráficos de compilação que permitiam uma visualização mais fácil das informações obtidas. No retorno aos barcos, após a transcrição para o papel, as informações nas pranchetas eram apagadas, para que pudessem ser reutilizadas.

A escolha de ilhas como foco no presente estudo é particularmente relevante, devido à complexidade dos sistemas insulares, que apresentam alta biodiversidade e endemismo. Essas características tornam as ilhas pontos estratégicos para o estudo de impactos ambientais, proporcionando oportunidade de análise aprofundada das interações humanas e de seus usos, essencial para o desenvolvimento de estratégias de gestão ambiental mais eficazes. Os locais dos mergulhos foram selecionados conforme critérios como necessidade de dados de determinadas ilhas e proximidade, facilitando a logística de campo, conforme ilustrado na Figura 2.

A área de estudo está localizada na Baía da Ilha Grande, incluindo tanto as ilhas dentro dos limites da Estação Ecológica de Tamoios quanto as situadas fora desses limites, em sua Zona de Amortecimento (Tabela 2). Com o objetivo de contribuir para a conservação das áreas nos aspectos naturais, sociais e econômicos, a ESEC Tamoios foi criada em 1990 (Decreto Federal nº 98.864/1990). Formada por 29 ilhas, lajes e rochedos e seus respectivos entornos marinhos (raio de 1 km), totalizando 5,46% de toda a Baía, a unidade de conservação tem por objetivo proteger integralmente suas ilhas e ecossistemas, viabilizando a realização de pesquisa e monitoramento dos ambientes insulares e marinhos da região (ICMBio, 2017).

Figura 2 - Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. Mapa de localização da área de estudo



Fonte: IBGE. Elaboração: Autores, 2024.

Tabela 2 - Nome das ilhas, localizações e suas coordenadas

| <i>REEF CHECK</i> – RESÍDUOS SÓLIDOS |                |                                |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|
| <b>2018 – AMBIENTES ABRIGADOS</b>    |                |                                |
| Ilha                                 | Localização    | Coordenadas                    |
| Queimada grande                      | Dentro da ESEC | 23°05`06.8" S<br>44°18`44.8" W |
| Porcos grande                        | Fora da ESEC   | 23°03`33.1" S<br>44°19`05.7" W |
| Búzios                               | Dentro da ESEC | 23°03`27.4" S<br>44°25`05.6" W |
| Redonda                              | Fora da ESEC   | 23°02`04.5" S<br>44°23`58.7" W |
| <b>2019 – AMBIENTES EXPOSTOS</b>     |                |                                |
| Araraquara                           | Dentro da ESEC | 23°3'45.94"S<br>44°33'39.38"W  |

|          |                |                               |
|----------|----------------|-------------------------------|
| Comprida | Fora da ESEC   | 23°1'54.80"S<br>44°26'48.26"W |
| Sandri   | Dentro da ESEC | 23°3'7.42"S<br>44°29'50.13"W  |

Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

As saídas de campo foram realizadas durante as quatro estações do ano (pré-chuvoso, chuvoso, pós-chuvoso e seco), com o objetivo de produzir dados passíveis de comparação, de acordo com as variações de análise escolhidas para compor a discussão e a organização dos resultados, conforme a Tabela 3. É importante ressaltar que o regime pluviométrico para ambientes tropicais e subtropicais é definido pela sazonalidade estabelecida por período chuvoso e seco. Assim, em consonância com a divisão para ambientes temperados (primavera, verão, outono e inverno), ajustou-se o delineamento amostral com estações definidas de acordo com o regime de chuvas para a região (primavera = pré-chuvoso; verão = chuvoso; outono = pós-chuvoso; inverno = seco) (Tabela 3).

Tabela 3 - Meses e estações do ano da realização dos trabalhos de campo

| Mês/Dias               | Estação               |
|------------------------|-----------------------|
| Novembro 2017/ 17 e 18 | Primavera/Pré-chuvoso |
| Março 2018/ 3 e 4      | Verão/Chuvoso         |
| Mai 2018/ 14 e 15      | Outono/Pós-chuvoso    |
| Julho 2018/ 20 e 21    | Inverso/Seco          |
| Fevereiro 2019/ 5 e 6  | Verão/Chuvoso         |
| Mai 2019/ 16 e 17      | Outono/Pós-chuvoso    |
| Julho 2019/ 9 e 10     | Inverno/Seco          |
| Outubro 2019/ 25 e 26  | Primavera/Pré-chuvoso |

Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

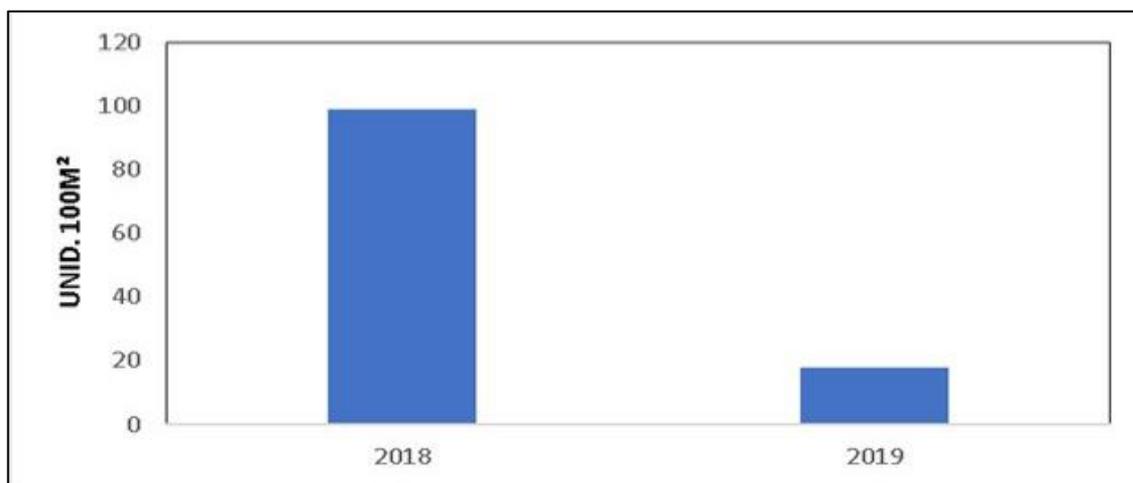
As análises estatísticas Teste F e Teste t foram utilizadas para avaliar a hipótese nula sobre o acúmulo de resíduos entre costões abrigados e expostos (escala espacial) e entre a sazonalidade pluviométrica dos períodos seco e chuvoso (escala temporal), por meio do software R (R Core Team, 2020). Destaca-se que o teste F tem como intenção avaliar se as diferenças entre as variâncias dos grupos são ou não significativas (homoscedasticidade/heteroscedasticidade). Quanto ao teste t, a intenção é avaliar se a diferença observada entre as médias é grande o suficiente para corroborar ou refutar a hipótese nula no teste de hipóteses (Borcard et al., 2011). Ressalta-se que, nas matrizes, foram considerados os resíduos em escala geral junto com os apetrechos de pesca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam número maior de objetos encontrados na parte abrigada (99 unidades) em comparação com a parte exposta (18 unidades). Esses dados sugerem tendência de maior uso dessas áreas, seja por turismo, seja por atividade de pesca. Em grande parte, isso se deve ao maior conforto de permanência em ambientes mais tranquilos, considerando que as áreas abrigadas apresentam

menor movimentação de ondas e ventos, tornando o local propício para ancoragem (Figura 3). Um estudo sobre Angra dos Reis, publicado em 2018, aponta que mais de 90% dos ônibus de turismo (excursionistas) que entram na cidade levam visitantes cujo objetivo é o passeio de escuna, com duração aproximada de cinco horas, visitando ilhas da Baía da Ilha Grande, uma das modalidades mais acessíveis e procuradas (Lopes; Freitas, 2018).

Figura 3 - Total de resíduos encontrados nos mergulhos (2018/ área abrigada e 2019/ área exposta)



Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

A Tabela 4 apresenta as unidades de resíduos, suas respectivas categorias e localização. Há diferença perceptível nos materiais encontrados quando se comparam as áreas abrigadas (2018) e expostas (2019). As áreas abrigadas apresentam número maior de resíduos classificados como lixo geral, enquanto, nas áreas expostas, predomina o lixo de pesca. A pesca inclui diferentes modalidades, cujas distinções decorrem da forma como a atividade é pensada, estruturada e executada, com inserções no meio natural e extração de recursos baseadas em diversas filosofias econômicas, sociais e históricas. No Brasil, é uma atividade amplamente praticada, considerando a extensa costa (Haimovici, 1997).

Tabela 4 - Dados do total de resíduos obtidos em cada campo e suas respectivas categorizações

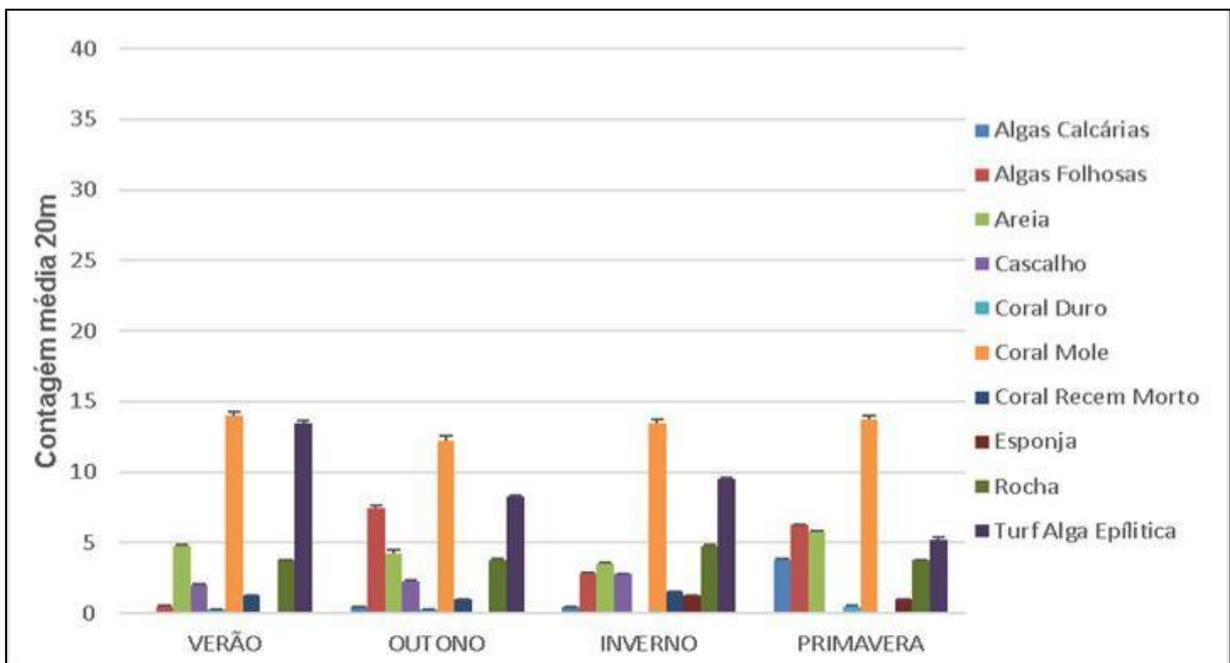
| RESÍDUOS - 2018  |              |          |             |          |               |           |                 |          |
|------------------|--------------|----------|-------------|----------|---------------|-----------|-----------------|----------|
|                  | ILHA REDONDA |          | ILHA BÚZIOS |          | PORCOS GRANDE |           | QUEIMADA GRANDE |          |
|                  | GERAL        | PESCA    | GERAL       | PESCA    | GERAL         | PESCA     | GERAL           | PESCA    |
| <b>VERÃO</b>     | 10           | 0        | 3           | 1        | 11            | 0         | 2               | 2        |
| <b>PRIMAVERA</b> | 6            | 4        | 2           | 3        | 0             | 7         | 2               | 0        |
| <b>OUTONO</b>    | 5            | 0        | 4           | 1        | 4             | 3         | 2               | 3        |
| <b>INVERNO</b>   | 6            | 3        | 3           | 1        | 5             | 2         | 1               | 3        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>27</b>    | <b>7</b> | <b>12</b>   | <b>6</b> | <b>20</b>     | <b>12</b> | <b>7</b>        | <b>8</b> |
| RESÍDUOS 2019    |              |          |             |          |               |           |                 |          |
|                  | ARARAQUARA   |          | COMPRIDA    |          | SANDRI        |           |                 |          |

|                  | GERAL    | PESCA    | GERAL    | PESCA    | GERAL    | PESCA    |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>VERÃO</b>     | 1        | 0        | 3        | 1        | 0        | 0        |
| <b>PRIMAVERA</b> | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 2        |
| <b>OUTONO</b>    | 0        | 2        | 0        | 3        | 1        | 2        |
| <b>INVERNO</b>   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>1</b> | <b>4</b> |

Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

O monitoramento foi dividido em várias fases, incluindo a análise das características bióticas e abióticas dos costões onde os mergulhos foram realizados. Ao estudar o substrato, observou-se maior diversidade nas áreas abrigadas, voltadas para o continente (Figura 4).

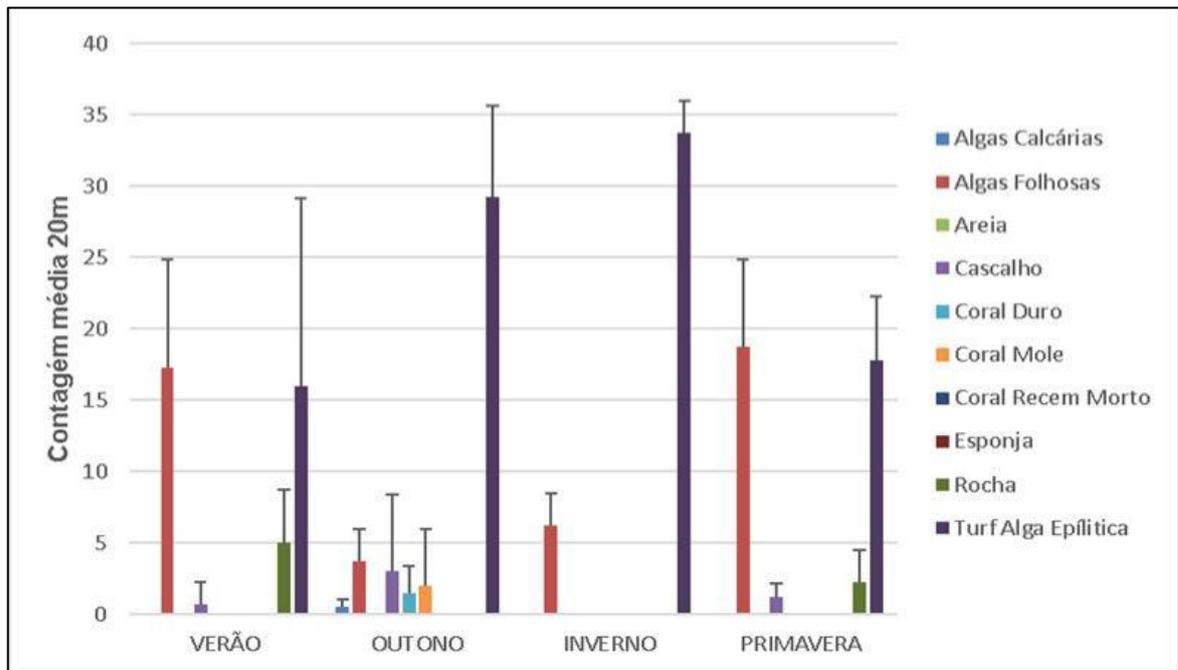
Figura 4 - Gráfico da composição do substrato da Ilha Búzios (área abrigada)



Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

Ao analisar o substrato das áreas expostas, observa-se a predominância de algumas categorias, enquanto outras não foram registradas. A categoria turf de algas epilíticas e as algas folhosas aparecem em maior quantidade, por serem mais resistentes às ondas e conseguirem se manter em áreas hidrodinamicamente mais movimentadas. A ausência de registros das demais categorias sugere menor complexidade de substrato (Figura 5).

Figura 5 - Gráfico de comparação da Ilha Sandri (área exposta)

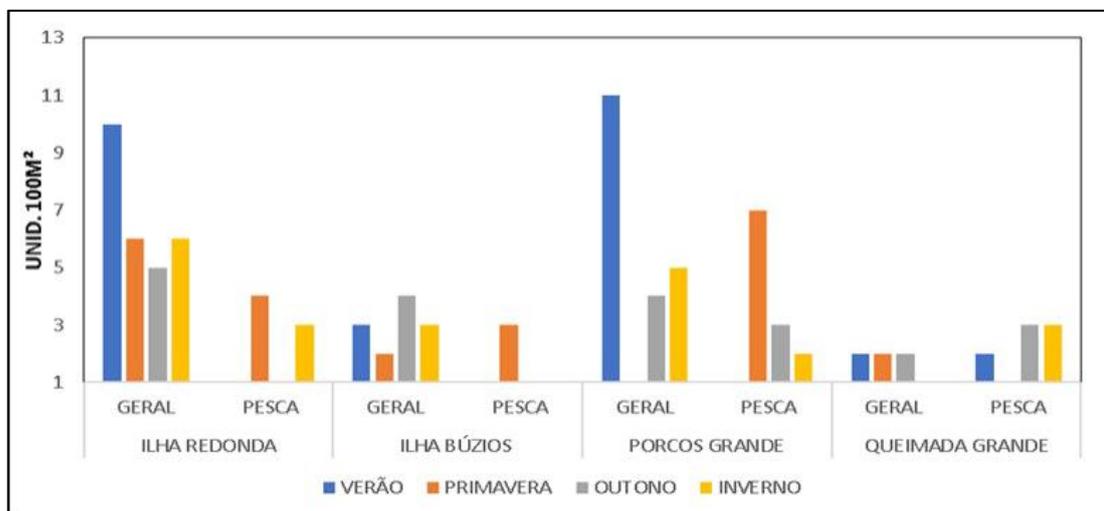


Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

Quando interpretados para entender os usos da lâmina d'água e seus respectivos impactos, os dados indicam que um substrato com maior complexidade, como nas áreas abrigadas, tende a criar mais habitats e compor uma paisagem mais atrativa para atividades turísticas e algumas modalidades de pesca.

Apesar de frequentemente negligenciados, a má gestão e o ordenamento inadequado do uso desses ambientes ampliam os impactos. Fatores geomorfológicos, hidrodinâmicos e humanos influenciam de forma significativa o transporte e a acumulação dos materiais; por esse motivo, a acumulação pode ser estável em alguns pontos, mas crescente em outros. Em áreas costeiras com profundidade inferior a 40 metros, a acumulação tende a ser maior do que em áreas mais profundas (Katsanevakis; Maravelias, 2008). A análise dos dados revela maior uso nas áreas abrigadas, resultando em maior número de resíduos encontrados durante os mergulhos (Figura 6).

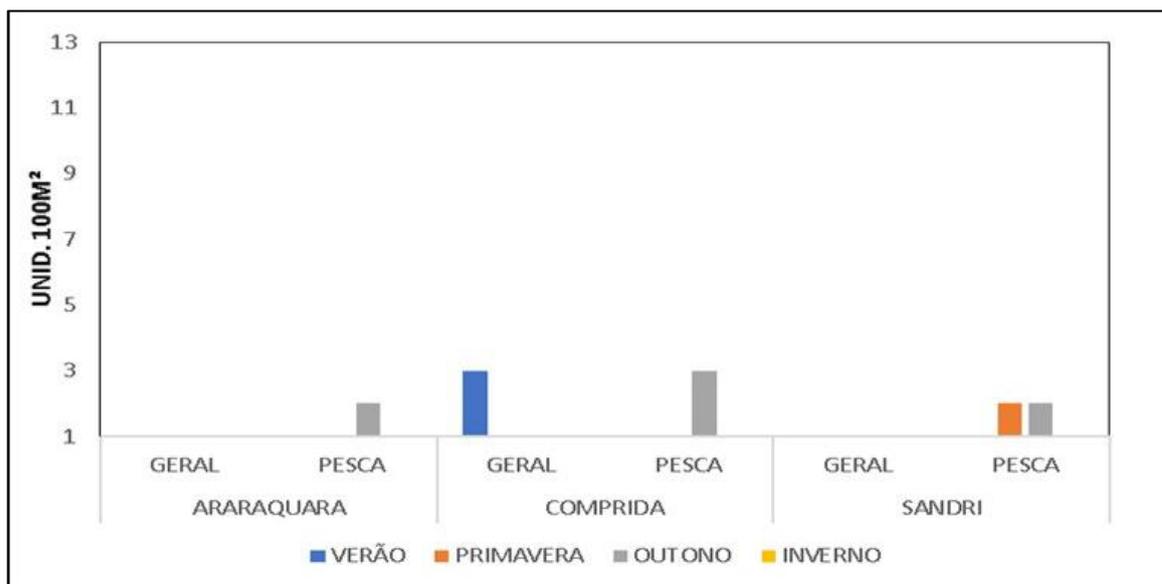
Figura 6 - Dados obtidos nos campos realizados em 2018 (área abrigada)



Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

Duas explicações plausíveis para o número reduzido de materiais encontrados nas áreas expostas são: a menor utilização da lâmina d'água por questões de conforto e a maior movimentação hidrodinâmica, que pode transportar os materiais para outras localidades. O desconforto reduz a utilização da área por embarcações de turismo, enquanto as áreas expostas tendem a ser mais usadas para atividades pesqueiras. Quanto à agitação marítima, correntes mais vigorosas, tanto de maré quanto induzidas por ondas, dificultam a permanência dos resíduos nas áreas expostas, podendo deslocá-los para áreas abrigadas, de menor energia hidrodinâmica e, portanto, menor capacidade de transporte (Figura 7).

Figura 7 - Dados obtidos nos campos realizados em 2019 (área exposta)



Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

O teste de hipóteses considerou a comparação da escala espacial (costões abrigados e expostos) com a escala temporal (períodos pré-chuvoso, chuvoso, pós-chuvoso e seco) e suas combinações (Tabela 5).

Tabela 5 - Teste de hipóteses comparando as variáveis espaciais (costões abrigados e expostos) com as variáveis temporais (seco e chuvoso) por meio do Teste F e T

| HIPÓTESES   | Teste T (p<0,05) | Teste F     |
|---|------------------|-------------|
| Verão Abrigado x Verão Exposto  | 0,035784695      | 0,483723873 |
| Primavera Abrigado x Primavera Exposto                                  | 0,041871454      | 0,057414045 |
| Outono Abrigado x Outono Exposto  | 0,003742602      | 0,519853399 |
| Inverno Abrigado x Inverno Exposto                                      | 0,004496799      | 0           |
| Costões Abrigados (2018) x Costões Expostos (2019)                      | 0,011886464      | 0,141737965 |
| Chuvoso Abrigado (Primavera + Verão) x Seco Abrigado (Outono + Inverno) | 0,263002711      | 0,104677582 |
| Chuvoso Exposto (Primavera + Verão) x Seco Exposto (Outono + Inverno)   | 0,348209933      | 0,836479248 |

---

|   |                    |             |
|---|--------------------|-------------|
| <b>Chuvoso Abrigado (Primavera + Verão) x Chuvoso Exposto (Primavera + Verão)</b> | <b>0,002799109</b> | 0,063427853 |
| <b>Seco Abrigado (Outono + Inverno) x Seco Exposto (Outono + Inverno)</b>         | <b>0,000169877</b> | 0,763067678 |

---

Fonte e elaboração: Os autores, 2024.

Os resultados das análises estatísticas permitem inferir deposição significativamente maior de resíduos nos costões abrigados em comparação com os expostos, tanto pela opção de uso (turismo e pesca) mais facilitada por questões de segurança quanto pelas condições de circulação e embate de ondas, menores nessas áreas, permitindo maior deposição. Além da condição espacial, destaca-se que, na avaliação temporal, é possível observar tendências importantes: há diferença significativa de deposição entre os períodos seco e chuvoso, o que permite inferir que, durante o chuvoso, ocorre maior deposição de resíduos devido ao escoamento do aporte continental (*runoff*), inserindo resíduos sólidos de origem continental na região costeira adjacente.

A análise dos objetos encontrados aponta que a maior parte dos resíduos sólidos está relacionada a atividades humanas diretas, em especial o turismo (embalagens plásticas descartáveis, garrafas, restos de alimentos) e a pesca (linhas, redes e fragmentos de equipamentos). Esses materiais, além de evidenciarem a presença contínua e cumulativa dessas atividades, implicam riscos ecológicos relevantes. Fragmentos plásticos e microplásticos, por exemplo, podem ser ingeridos por organismos marinhos, alterando cadeias tróficas e comprometendo a saúde da fauna costeira. Já os resíduos relacionados à pesca, como linhas e redes descartadas, representam ameaça física direta, podendo provocar emalhe e ferimentos em peixes, aves e mamíferos marinhos. A presença recorrente desses objetos indica que a deposição não é apenas reflexo das condições naturais do ambiente (abrigado ou exposto), mas também da intensidade do uso humano, ressaltando a necessidade de medidas específicas de manejo.

Ao considerar os principais objetivos das atividades realizadas no ambiente marinho e as nuances que sustentam sua execução, a escolha do local envolve as questões mencionadas. Embora as características ambientais sejam cruciais para a escolha de áreas para o turismo, outras prioridades prevalecem em algumas modalidades de pesca. Os ambientes abrigados são mais utilizados por ambas as atividades, enquanto os expostos tendem a concentrar modalidades pesqueiras.

A alta interferência antrópica gera perdas consideráveis nos ambientes, prejudicando inclusive o rumo das atividades exercidas, pois utilizam cenários cuja conservação é o principal “produto” oferecido pelo serviço. Assim, o desenvolvimento excessivo e mal planejado dessas atividades afeta o ambiente físico e os destinos mais procurados (Archer; Cooper, 2002). Cresce, portanto, a necessidade de pensar um turismo e uma pesca mais sustentáveis em áreas protegidas, visando maximizar benefícios e minimizar impactos negativos (Leung et al., 2019).

Considerando os impactos ambientais associados a essas atividades econômicas, observa-se que o turismo desordenado, quando não acompanhado de práticas de gestão adequadas, amplia a geração de resíduos sólidos e a pressão sobre ecossistemas frágeis, como costões rochosos e áreas de recifes. Da mesma forma, a pesca, especialmente em ambientes abrigados, tende a intensificar o descarte de materiais, além de aumentar a sobrecarga ecológica sobre espécies-alvo e não-alvo. Essas pressões cumulativas podem comprometer os serviços ecossistêmicos ofertados por áreas marinhas protegidas, afetando a resiliência dos ambientes e reduzindo sua capacidade de sustentar economicamente as comunidades locais no longo prazo.

É relevante destacar que as atividades discutidas como potenciais fontes de impacto negativo não correspondem às práticas historicamente desenvolvidas pelas comunidades tradicionais que utilizam recursos costeiros. Essas populações mantêm formas de uso vinculadas ao conhecimento ecológico local e ao respeito aos ciclos naturais, garantindo a reprodução social, cultural e ambiental de seus territórios. As pressões ambientais evidenciadas nos resultados refletem, sobretudo, a lógica de um sistema econômico mais amplo, orientado pela intensificação da exploração e pela mercantilização dos ambientes marinhos, desconsiderando limites ecológicos e o tempo da natureza. Essa distinção é fundamental para evitar a generalização de responsabilidades e reforçar a necessidade de estratégias de manejo que reconheçam o papel dessas comunidades como aliadas na conservação.

## CONCLUSÃO

A análise dos dados coletados na Baía da Ilha Grande revelou tendências significativas na presença de resíduos sólidos, destacando a influência das atividades de turismo e pesca sobre o ambiente marinho. Os resultados demonstraram maior concentração de resíduos nas áreas abrigadas, correlacionando-se com a maior frequência de mergulhos e atividades recreativas, enquanto as áreas expostas apresentaram menor quantidade de resíduos, predominantemente oriundos de práticas pesqueiras.

A metodologia empregada, fundamentada na abordagem do Reef Check e na participação ativa de mergulhadores autônomos, mostrou-se eficaz tanto para a coleta de dados quanto para a sensibilização da comunidade sobre a poluição marinha. Contudo, algumas fragilidades foram identificadas, como a limitação temporal da coleta e a dependência da disponibilidade de mergulhadores, o que pode ter influenciado a representatividade. A ausência de monitoramento contínuo ao longo dos anos também restringe a capacidade de identificar mudanças de longo prazo.

Apesar dessas limitações, este estudo provoca reflexão importante sobre impactos pouco visíveis no cotidiano, como os resíduos presentes abaixo da lâmina d'água. Tais resíduos não apenas existem, como também alteram dinâmicas naturais, afetam habitats e interferem em questões de relevância ambiental. Assim, a análise da paisagem submersa revela-se essencial para compreender como os usos da lâmina d'água impactam o fundo marinho de maneiras distintas.

É urgente discutir a presença e o crescimento contínuo desses resíduos. Para compreender suas dinâmicas, é fundamental realizar análises contínuas e sistemáticas, com escalas temporais e espaciais adequadas, que representem as condições ambientais locais. Os dados e análises apresentados podem contribuir tanto para a gestão e o planejamento da área estudada quanto para a aplicação da metodologia em outras localidades. Isso evidencia a necessidade e as potencialidades do mergulho como ferramenta para a obtenção de dados e para a divulgação de realidades frequentemente não percebidas, inclusive por gestores de áreas protegidas.

O banco de dados existente até o momento permite análises de tendências que apontam diferenças entre os locais analisados, além de oferecer novas perspectivas sobre metodologias que podem ser implementadas utilizando o mergulho. A prática revela-se uma ferramenta de grande potencial, não apenas para mostrar as condições ambientais de determinadas áreas, mas também para integrar equipes multidisciplinares de mergulhadores autônomos, envolvidos tanto no fazer científico quanto nas esferas do turismo – atividade comum na área de estudo.

Este trabalho resulta de etapas estruturadas e desenvolvidas em equipe, a partir de ideias construídas coletivamente. O contato regular com mergulhadores autônomos, muitas vezes fora de ambientes acadêmicos ou da gestão de áreas protegidas, deve ser valorizado, pois oferece diferentes perspectivas e percepções ambientais. A partir dessas potencialidades e indagações, surgiu a necessidade de analisar os usos a partir dos resíduos, originando o estudo apresentado.

## REFERÊNCIAS

- ALLISON, N. L.; DALE, A. C.; NARAYANASWAMY, B. E.; TURRELL, W. R. Investigating local trawl fishing as a source of plastic beach litter. **Marine Pollution Bulletin**, v. 205, 2024. Art. no. 116627. ISSN 0025-326X. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116627>.
- ANASTÁCIO, J.; CANDEIAS, J. M.; CABRAL, H.; DOMINGOS, I. Relationships between marine litter and type of coastal area, in Northeast Atlantic sandy beaches. **Marine Environmental Research**, v. 183, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105821>
- ARAÚJO, M.; COSTA, M. Lixo no ambiente marinho. **Ciência Hoje**, v. 32, n. 191, 2003.
- ARAÚJO DE FREITAS SILVA, A.; SARAMAGO DE OLIVEIRA, G.; BARROS ATAÍDES, F. Pesquisa-ação: princípios e fundamentos. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 2-15, 25 dez. 2021. DOI: [10.5935/2675-5483.20210004](https://doi.org/10.5935/2675-5483.20210004)
- ARCHER, B.; COOPER, C. Os impactos positivos e negativos do turismo. In: THEOBALD, W. F. (Org.). **Turismo global**. 2. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2002.
- BALDISERRA, Adelina. Pesquisa-Ação: uma metodologia do conhecer e do agir coletivo. **Sociedade em Debate**, v. 7, n. 2, p. 5-25, ago. 2001.

- BARBIER, E. B. The protective value of estuarine and coastal ecosystems. In: **Handbook on the Economics of Ecosystem Services and Biodiversity**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4337/9781781951514.00008>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- BORCARD, D., GILLET, F. and LEGENDRE, P., 2011. **Numerical ecology with R**. New York: Springer, 306 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-7976-6>.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: 2010.
- COE, J. M.; ROGERS, D. B. (Eds.). **Marine Debris: sources, impacts and solutions**. Nova York: Springer-Verlag, 2000. 431 p. ISBN 978-0387947594.
- CREED, J. C.; OLIVEIRA, A. E. S. Uma metodologia e análise de impactos ambientais. In: CREED, J. C.; PIRES, D. O.; FIGUERIEDO, M. A. O. (Orgs.). **RAP Ilha Grande: um levantamento da biodiversidade**. Brasília, DF: MMA/SBF, v. 1, 2007.
- CUNHA, I. A. Mudança ambiental na zona costeira do Brasil e novos desafios para a educação. **Revista Eletrônica PESQUISEDUCA**, v. 4, n. 8, p. 424-436, jul./dez. 2012.
- DE ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 6, n. 1, mar. 2011.
- ELLISON, J. C. Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea level rise impacts. **Wetlands Ecology and Management**, v. 23, p. 115-137, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9397-8>.
- FERREIRA, B. P.; GASPAR, A. L. B.; COXEY, M. S.; MONTEIRO, A. C. G. **Manual de Monitoramento Reef Check Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018.
- GALL, S. C.; THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine Pollution Bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>.
- GODOY, Eduardo; LAMEGO, Fernando. **MONITORAMENTO DA “SAÚDE” DOS COSTÕES ROCHOSOS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS POR MEIO DE CIÊNCIA CIDADÃ**. Anais do II Workshop da Rede Brasileira de Ciência Cidadã, 2022.
- HAIMOVICI, M. **Recursos Pesqueiros Demersais da Região Sul: Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (Revizee)**. Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), Rio de Janeiro. 81p. 1997.
- KATSANEVAKIS S.; MARAVELIAS C. D. Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. **Fish and Fisheries**, 9: 178–187. 2008
- GODOY, Eduardo; LAMEGO, Fernando. **MONITORAMENTO DA “SAÚDE” DOS COSTÕES ROCHOSOS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS POR MEIO DE CIÊNCIA CIDADÃ**. Anais do II Workshop da Rede Brasileira de Ciência Cidadã, 2022.
- ICMBio. **Relatório de gestão da Estação Ecológica de Tamoios 2016**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/Ministério do Meio Ambiente, 2017.
- LEAHY, S. **Seabirds that eat plastic and live have major health problems**. National Geographic. 2019.
- 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, p. 183-191, 2005.
- LOPES, G. C. S.; FREITAS, C. E. C. **Avaliação da pesca comercial desembarca em duas cidades localizadas no rio Solimões – Amazonas**. Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 8, n. 4, pp. 36-41, dez. 2018.
- MASCARENHAS, R. et al. Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management**, 2008.
- PANTI, C. et al. Marine litter: One of the major threats for marine mammals. Outcomes from the European Cetacean Society workshop. **Environmental Pollution**, v. 247, p. 72-79, 2019. ISSN 0269-7491. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.029>.

PLASTICS EUROPE. **Plastics – The Facts 2020: An analysis of European plastics production, demand and waste data**. 2020.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

SOMERVILLE, S. E.; MILLER, K. L.; MAIR, J. M. Assessment of the aesthetic quality of a selection of beaches in the Firth of Forth, Scotland. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 1184-1190, 2003.

SANTOS, I. R. Plásticos na dieta da vida marinha. **Ciência Hoje**, v. 39, n. 230, 2001.

UNEP. **Relatório do PNUMA mostra os perigos do lixo eletrônico despejado e comercializado ilegalmente**. 2015.

WALKER, T. R.; FEQUET, L. Current trends of unsustainable plastic production and micro(nano)plastic pollution. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 160, art. no. 116984, 2023. ISSN 0165-9936. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.116984>.

WOODALL, L. C. et al. The deep sea is a major sink for microplastic debris. **Royal Society Open Science**, v. 1, n. 4, p. 140317, 2014.

XIE, S. et al. Distribution and characteristics of microplastics in 16 benthic organisms in Haizhou Bay, China: Influence of habitat, feeding habits and trophic level. **Marine Pollution Bulletin**, v. 199, p. 115962, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115962>.

---

Recebido em: 30/10/2024

Aceito para publicação em: 03/09/2025