

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E ECOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

LUIZA BARBOSA CAMINADA

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DE LIXO
MARINHO EM PRAIAS DO ESPÍRITO SANTO

VITÓRIA
2021

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

LUIZA BARBOSA CAMINADA

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DE LIXO
MARINHO EM PRAIAS DO ESPÍRITO SANTO

Orientador: Prof. Fabian Sá, Dr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental do Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

VITÓRIA
2021

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

LUIZA BARBOSA CAMINADA

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental do Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Entregue em 13 de agosto de 2021

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Fabian Sá, Dr.
(Orientador)

(Universidade Federal do Espírito Santo, UFES)

Prof. Valeria da Silva Quaresma, PhD

(Universidade Federal do Espírito Santo, UFES)

Profa. Dra. Sury Monteiro

(Universidade Federal do Pará, UFPA)

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

por

Luiza Barbosa Caminada

Submetido como requisito para a obtenção do título de

Mestre em Oceanografia Ambiental

na

Universidade Federal do Espírito Santo

Agosto de 2021

© Luiza Barbosa Caminada

Por meio deste, a autora confere ao Colegiado do Curso de Oceanografia e ao Departamento de Oceanografia e Ecologia da UFES permissão para reproduzir e distribuir cópias parciais ou totais deste documento de dissertação para fins não comerciais.

Assinatura da autora

Luiza Barbosa Caminada

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental

Universidade Federal do Espírito Santo

13 de agosto de 2021

Certificado por

Fabian Sá

Prof. Fabian Sá, Dr.

Orientador

CCHN/DOC/UFES

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e amor incondicional.

Aos meus pais, irmão e minha tia Penha pelo suporte, amor e cuidado.

Ao meu orientador Fabian, pela paciência e compreensão.

Ao Fábio, por tratar o meu trabalho como se fosse dele.

À Thais e ao Ricardo por todo seu esforço durante as coletas.

Aos meus amigos, pelo apoio moral tão importante durante esses tempos difíceis.

Às professoras Valéria e Sury por participarem da banca avaliadora.

A todos, o meu muito obrigada!

*“Consider them both, the sea and the land.
And do you not find a strange analogy
to something in yourself?”*

Herman Melville

RESUMO

Lixo marinho é definido como todo o material sólido manufaturado ou processado que entra no ambiente marinho por fonte direta ou indireta. Exemplos de ambientes que sofrem com o crescente acúmulo de resíduos antropogênicos são as praias, e estudos que analisam esse tipo de poluição são importantes para contribuir com ações de mitigação e prevenção mais efetivas. Neste contexto, este trabalho analisou a variabilidade espaço-temporal dos resíduos (macro e micro) depositados em três praias do Espírito Santo: Praia da Costa, Praia do Morro e Regência. Resíduos sólidos presentes na faixa de areia – bem como amostras de sedimento para análise de microplástico – foram coletados em três setores de cada praia, no inverno e no verão. De forma geral, mais resíduos foram coletados no verão, tanto macro quanto micro, mas não foram observadas correlações entre as concentrações de resíduos sólidos e as concentrações de microplástico. Os itens (macro) de plástico foram os mais abundantes, incluindo as bitucas de cigarro. Nos dois períodos, nas três praias: a) o CCI indicou níveis de poluição de “moderada” à “poluída”; b) microplásticos do tipo fibra predominaram; c) foram observadas diferenças espaciais nas concentrações de resíduos, sendo que na Praia da Costa e na Praia do Morro a maior fonte de deposição foi atribuída aos banhistas, enquanto que em Regência atribuiu-se a esse problema a proximidade com o Rio Doce.

Palavras-chave: lixo marinho, resíduos sólidos, microplástico, praias, Praia da Costa, Praia do Morro, Regência.

ABSTRACT

Marine litter is defined as every solid material manufactured or processed that enters the marine environment by a direct or indirect source. Examples of environments that suffer from the growing accumulation of anthropogenic waste are beaches, and studies that analyze this type of pollution are important to contribute with more effective mitigation and prevention actions. In this context, this work analyzed the spatiotemporal variability of waste (macro and micro) deposited in three beaches of Espírito Santo: Praia da Costa, Praia do Morro and Regência. Solid waste in the sand - as well as sediment samples for microplastic analysis - were collected in three sectors of each beach, during the winter and the summer. In general, more waste was collected in the summer, both macro and micro, but no correlations were observed between solid waste concentrations and microplastic concentrations. Plastic items (macro) were the most abundant, including cigarette butts. During both periods, in the three beaches: a) CCI values indicated levels of pollution from “moderate” to “polluted”; b) fiber-type microplastics predominated; c) spatial differences were observed in the concentrations of residues, with the largest source of deposition in Praia da Costa and Praia do Morro being attributed to visitors, while in Regência this problem was attributed to the proximity to the Rio Doce.

Key-words: marine litter, solid waste, microplastics, beach, Praia da Costa, Praia do Morro, Regência.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	18
2.1.1. Objetivo Principal:	18
2.1.2. Objetivos específicos:	18
3. METODOLOGIA	19
3.1. Área de Estudo	19
3.2. Métodos de Amostragem	20
3.2.1. Coleta de Resíduos Sólidos	22
3.2.2. Coleta de Resíduos de Microplástico	23
3.2.3. Perfis Topográficos	23
3.3. Análises Laboratoriais	24
3.3.1. Análise Descritiva dos Resíduos Sólidos	24
3.3.2. Análise Descritiva do Microplástico	25
3.4. Aplicação do <i>Clean Coast Index</i>	26
3.5. Análises Estatísticas	26
4. RESULTADOS	28
4.1. Perfis Topográficos	28
4.2. Categorização dos Resíduos Sólidos	28
4.3. Categorização do Microplástico por Tipo e Dimensão	35
5. DISCUSSÃO	47
5.1. Categorização dos Resíduos Sólidos	47
5.2. Categorização do Microplástico por tipo e dimensão	52
6. CONCLUSÃO	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
8. ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos pontos de coleta na Praia do Morro, em Guarapari, Praia da Costa, em Vila Velha e Regência, em Linhares.	19
Figura 2 - Desenho amostral da linha da praia indicando os transectos e suas réplicas. Os quadrados vermelhos representam os pontos onde foram coletadas amostras de sedimento para análise do microplástico. Desenho fora de escala.	21
Figura 3 – (A) Coleta manual de resíduos sólidos por método de varredura (CHESIRE et al., 2009); (B) Exemplo de amostra de resíduos sólidos coletados na praia de Regência.	23
Figura 4 – (A) Quadrate 25x25 cm utilizado para coleta de sedimento; (B) Coleta de sedimento na linha d’água do setor norte da praia de Regência.	23
Figura 5 - (A) Esquema do método de medição de perfil topográfico com balizas de Emery (Fonte: Kowsmann, 1961); (B) Medição de perfil topográfico do setor Centro da Praia do Morro.	24
Figura 6 – Filtração da solução hipersalina com auxílio da bomba a vácuo, para coleta de microplásticos.	25
Figura 7 – Exemplos de resíduos de microplástico encontrados em amostra do setor Centro da Praia do Morro (A) e setor Sul de Regência (B). Escala = 0,1 mm.	26
Figura 8 – Relação de resíduos por m ² em cada praia para as coletas de inverno (esquerda) e verão (direita).	29
Figura 9 – Relação de resíduos por m ² nos setores de cada praia para as coletas de inverno (acima) e verão (abaixo).	30
Figura 10 – Relação dos valores médios de CCI encontrados em cada praia para as coletas de inverno (esquerda) e verão (direita).	31
Figura 11 – Número de itens coletados em cada praia por categoria.	33
Figura 12 – Amostra de resíduos sólidos coletados durante o verão na Praia da Costa (A) e inverno na praia de Regência (B).	34
Figura 13 – Amostra de resíduos sólidos coletados na Praia do Morro durante o verão nos setores norte (A) e sul (B).	34
Figura 14 – Concentração média de resíduos de microplástico por praia, coletados no inverno (esquerda) e no verão (direita).	35
Figura 15 – Concentração média de resíduos de microplástico encontrados nos setores de cada praia, coletados no inverno (acima) e no verão (abaixo).	36
Figura 16 – Correlação entre as concentrações de resíduos sólidos (eixo x) e de microplástico (eixo y) encontradas nas coletas de inverno e verão na Praia da Costa.	37
Figura 17 – Correlação entre as concentrações de resíduos sólidos (eixo x) e de microplástico (eixo y) encontradas nas coletas de inverno e verão na Praia do Morro.	37
Figura 18 – Correlação entre as concentrações de resíduos sólidos (eixo x) e de microplástico (eixo y) encontradas nas coletas de inverno e verão em Regência.	38

Figura 19 – Concentração média de resíduos de microplástico encontrados nos níveis inferiores e superiores de cada setor, no inverno (acima) e no verão (abaixo).	39
Figura 20 – Relação percentual de fibras e fragmentos encontrados na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência nas coletas de inverno e verão.....	40
Figura 21 – Distribuição das cores de microplásticos por abundância.	42
Figura 22 – Microplásticos registrados em lupa microscópica, coletados no inverno (A e B) e no verão (C e D) na Praia da Costa. Setas vermelhas indicam a posição dos resíduos nas imagens. Escala = 0,1 mm.....	43
Figura 23 – Microplásticos registrados em lupa microscópica, coletados no inverno (A e B) e no verão (C e D) na Praia do Morro. Setas vermelhas indicam a posição dos resíduos nas imagens. Escala = 0,1 mm.....	44
Figura 24 – Microplásticos registrados em lupa microscópica, coletados no inverno (A e B) e no verão (C e D) em Regência. Setas vermelhas indicam a posição dos resíduos nas imagens. Escala = 0,1 mm.....	45
Figura 25 – Classes de tamanhos (em mm) de microplásticos (eixo x) coletados em relação à sua abundância (eixo y).....	46
Figura C – <i>Representação gráfica dos perfis topográficos medidos durante as coletas de resíduos no inverno (azul) e verão (vermelho) na praia de Regência.</i>	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nomenclatura, posição geográfica, características e área média dos transectos em Praia da Costa, Praia do Morro e Regência	21
Tabela 2 - Categorização dos resíduos sólidos de acordo com o material principal de sua composição	24
Tabela 3 - Classificação do índice CCI (adaptado de MARTINS, 2011)	26
Tabela 4 – Valores de resíduos/m ² encontrados em cada transecto nas coletas de inverno e verão.....	30
Tabela 5 – Valores de <i>Clean Coast Index</i> por setor durante as coletas de inverno e verão	31
Tabela 6 – Valores de Índice Geral (ANDRADE-NETO et al., 2010) por setor durante as coletas de inverno e verão	32

1. INTRODUÇÃO

Todo material sólido manufaturado ou processado que entra no ambiente marinho por fonte direta ou indireta é considerado lixo marinho (COE & ROGERS, 1997; ENGLER, 2012). Esse tipo de poluição marinha acontece principalmente por negligência e não por causas acidentais, como é o caso dos derramamentos de óleo, em sua maioria. Geralmente, os resíduos sólidos são perdidos, abandonados ou descartados no ambiente marinho por conveniência ou por mau gerenciamento. Além disso, resíduos terrestres podem ser carregados do continente para os oceanos pela ação dos ventos e das chuvas e através de corpos d'água (ASENSIO-MONTESINOS et al., 2020; AVIO et al., 2017; SANTOS et al., 2020; WILLIAMS & RANGEL-BUITRAGO, 2019). O lixo marinho é composto por resíduos orgânicos – como madeira, papel, fibras naturais e plástico – e inorgânicos – como metal, vidro, cerâmicas e concreto (ENGLER, 2012).

Atualmente, cerca de 40% da população mundial vive a menos de 100 km da costa (FIRTH et al., 2016). 16 das 28 regiões metropolitanas do Brasil estão localizadas em sua região costeira, que possui mais de 9 mil km de extensão (DINIZ et al., 2019). Isso significa que aproximadamente 18% da população brasileira vive próximo aos ambientes característicos de regiões costeiras, como as praias (NICOLODI; PETERMANN, 2010). Praias são recursos naturais explorados majoritariamente para atividades recreativas e turísticas, gerando empregos e desenvolvimento para a população local (ARAÚJO & COSTA, 2006; SILVA-CAVALCANTI et al., 2009). Devido à grande procura e ao aumento populacional essas áreas podem sofrer com o mau planejamento, causando degradação de seus recursos naturais e contaminação por resíduos sólidos e despejo de esgoto (ARAÚJO & COSTA, 2006; OIGMAN-PSZCZOL & CREED, 2007).

O plástico é o material mais encontrado em diversos estudos relacionados ao lixo marinho (GARCÉS-ORDÓÑEZ et al., 2020; IVAR DO SUL & COSTA, 2007; RIBEIRO et al., 2021; SANTOS et al., 2020; VEERASINGAM et al., 2020), e representa cerca de 80% de todos os resíduos flutuantes nos oceanos (BARNES et al., 2009; DERRAIK, 2002; UN, 2017). Sua resistência à atividade microbiana e processos de degradação, aliada ao baixo custo de produção,

maleabilidade e versatilidade fazem do plástico o maior poluidor dos oceanos nos dias atuais (BARNES et al., 2008; GREGORY, 1999). Os itens de plástico mais encontrados são embalagens de alimento, bitucas de cigarro, sacolas, calçados, isqueiros e diversos itens domésticos (GARCÉS-ORDÓÑEZ et al., 2020; IVAR DO SUL & COSTA, 2007; RIBEIRO et al., 2021; SANTOS et al., 2020; VEERASINGAM et al., 2020). Mamíferos marinhos, aves marinhas, tartarugas e peixes são os organismos mais impactados pela poluição por plástico, sendo que o estrangulamento e a ingestão são os efeitos mais ocorrentes, muitas vezes letais (AVIO et al., 2017). Além disso, resíduos plásticos flutuantes podem atuar como transportadores de espécies exóticas (DE-LA-TORRE et al., 2021; GREGORY, 2009).

Outro resíduo antropogênico amplamente encontrado em estudos sobre lixo marinho é a bituca de cigarro (ARAÚJO & COSTA, 2019; ARIZA et al., 2008; ASENSIO-MONTESINOS et al., 2020; GARCÉS-ORDÓÑEZ et al., 2020), considerada o exemplar mais comum de lixo pessoal em todo o mundo (CURTIS et al., 2017; NOVOTNY & SLAUGHTER, 2014). Todos os anos, mais de 5 trilhões de cigarros são consumidos ao redor do mundo e, devido a questões culturais, falta de conscientização ou mal planejamento, esses itens chegam ao meio ambiente de alguma forma (BARNES, 2011). Apesar de apresentarem composição sintética mista, Araújo & Costa (2019) estimam que 19% dos estudos disponíveis na literatura incluem as bitucas de cigarro na categoria “plástico” e 16% as incluem em uma categoria isolada. Independentemente de sua categorização, possuem pelo menos 150 componentes químicos altamente tóxicos e potencialmente cancerígenos (SLAUGHTER et al., 2011). Quando descartados no meio ambiente, seus componentes são liberados e lixivados, contaminando os solos e eventualmente atingindo os ambientes aquáticos.

Em 2007, Alkalay et al. desenvolveram o índice CCI (*Clean-coast index*), da tradução livre o “Índice de praia limpa”, a fim de promover a conscientização pública do estado de poluição por plástico das praias de Israel. O índice tem como objetivo fornecer uma perspectiva do estado geral médio da costa em relação ao acúmulo de resíduos plásticos, em meso e macro escala. Os cálculos baseiam-se na razão entre o número total de resíduos plásticos e a área onde foi realizada a coleta, resultando na quantidade média de plástico por metro quadrado presente na costa. Segundo os autores, a aplicação do índice facilita

o monitoramento da real situação da costa em relação ao acúmulo de plástico e permite ações preventivas e corretivas, além de permitir a comparação entre diferentes localidades. Entretanto, autores como Andrade-Neto et al. (2010) questionam a eficácia do CCI, visto que, ao levar em consideração apenas os itens de plástico, o índice poderia subestimar o real nível de poluição de uma praia. Estudos mais recentes, como os de Rangel-Buitrago et al. (2019) e Santos et al. (2020) utilizam o índice proposto por Alkalay et al. (2007) de forma adaptada, considerando todos os tipos de resíduos coletados, e não apenas os de plástico.

A longevidade dos resíduos de plástico no ambiente marinho é alvo de diversos debates e seu tempo de degradação ainda é apenas estimado, de centenas a milhares de anos (BARNES et al., 2009). Acredita-se que todo material de plástico convencional já criado ainda permaneça no ambiente, intocado ou em fragmentos (THOMPSON, 2005). Como consequência à exposição a raios ultravioleta e à abrasão física - pela ação de ondas, ventos e marés - o plástico pode se fragmentar em diversos tamanhos e formas, até assumir dimensão microscópica, onde passa a ser chamado de microplástico secundário (ALIMBA & FAGGIO, 2019; BARNES et al., 2009; THOMPSON et al., 2004). Também são considerados microplásticos, neste caso primários, os *pellets* - polímeros esféricos de 2 a 5 mm de diâmetro utilizados como matéria prima na indústria do plástico (VEDOLIN et al., 2018). Frias & Nash (2019) propuseram como definição de microplástico “qualquer partícula sólida sintética ou matriz polimérica menor que 5 mm”.

Os microplásticos estão presentes em todos os oceanos e constituem mais de 95% de todo o lixo marinho. São encontrados em superfície, na coluna d'água, em praias, no sedimento marinho e na biota (ALIMBA & FAGGIO, 2019; BARBOZA & GIMENEZ, 2015; GALGANI et al., 2015). No ambiente marinho, essas partículas podem adsorver contaminantes, como Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's) - hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH), retardantes de chama bromados (BFR), bifenilo policlorado (PCB), diclorodifeniltricloroetano (DDT) - e metais pesados (ASHTON et al., 2010; COLE et al., 2011; ENDO et al., 2005). Assim, pode haver contaminação dos organismos que confundem essas partículas com alimento (TEUTEN et al., 2009) ou que acidentalmente as ingerem durante a filtração (SANTANA et al.,

2016). Muitos desses poluentes que se aderem ao microplástico são tóxicos e bioacumulativos, podendo ser introduzidos na cadeia alimentar quando assimilados por organismos da base da cadeia trófica animal (BROWNE et al., 2013).

As praias do Brasil têm um grande potencial turístico devido às características climáticas, que permitem que os visitantes as procurem ao longo de todo o ano (SILVA-CAVALCANTI et al., 2009). Os impactos da contaminação por resíduos sólidos nos ambientes costeiros e marinhos incluem: redução do atrativo turístico com consequente redução do valor econômico, riscos à saúde humana, prejuízo para atividades pesqueiras e de navegação, e prejuízos para a biota, como ingestão, afogamentos e danos físicos (JEFTIC et al., 2009; SILVA-CAVALCANTI et al., 2009). A ação de forçantes naturais como as ondas, o vento e as marés muitas vezes transfere para o mar os resíduos descartados incorretamente nas praias (ARAÚJO & COSTA, 2006; SHEAVLY & REGISTER, 2007). Por esse motivo, estudos que analisam e classificam os resíduos sólidos dispostos em praias urbanizadas são uma ferramenta importante para monitorar o lixo marinho (POETA et al., 2016).

Estudos relacionados à poluição marinha por resíduos sólidos ainda são escassos no Espírito Santo. Ortiz (2010) monitorou quatro praias de diferentes regimes de uso e em todas elas os itens de plástico foram os mais abundantes. Em 2011, Neves et al. constataram uma relação direta entre o aporte fluvial do Rio Jucu e a quantidade de resíduos sólidos na Praia da Barrinha. Bisi Jr et al. (2011) conduziram um estudo também na Praia da Barrinha sobre a composição e distribuição do microplástico no sedimento, e a maioria do material encontrado foi relacionado com a atividade pesqueira. Caminada (2018) analisou resíduos sólidos nas praias da Ilha do Boi, no município de Vitória, e encontrou relação direta entre os resíduos depositados e o comportamento dos banhistas, sendo que bitucas de cigarro e utensílios de plástico foram os itens mais encontrados. Recentemente, Baptista Neto et al. (2019) analisaram microorganismos aderidos ao microplástico em amostras de sedimento da região estuarina da Baía de Vitória e também encontraram relação com a atividade pesqueira na região. Outro estudo sobre microplásticos em praias capixabas foi feito por Maynard et al. (2021), que constataram a presença desses resíduos na Praia das Castanheiras, em Guarapari, e na praia de Regência, em Linhares.

Neste contexto, as hipóteses que serão testadas por este trabalho são: (i) áreas mais urbanizadas apresentarão maiores concentrações de resíduos (macro e micro); (ii) devido à maior atividade turística, serão encontrados mais resíduos (macro e micro) durante o verão; (iii) haverá uma correlação positiva entre as concentrações e composição do macro e microplástico nas praias analisadas; (iv) serão observadas diferenças nas quantidades e na composição dos resíduos entre os transectos de uma mesma praia.

2. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo Principal:

- i. Caracterizar quali-quantitativamente o lixo marinho (macro e micro) - com ênfase em resíduos plásticos - acumulado no sedimento em praias do estado do Espírito Santo.

2.1.2. Objetivos específicos:

- i. Qualificar e quantificar os resíduos sólidos e os microplásticos presentes nos sedimentos praias;
- ii. Relacionar a variabilidade dos resíduos sólidos com a sazonalidade e uso das praias;
- iii. Verificar possíveis diferenças espaciais intra e inter-praias com relação ao tamanho, cor e tipo de microplástico;
- iv. Analisar a relação entre os resíduos e os microplásticos nas praias investigadas;
- v. Avaliar o estado de limpeza da costa com aplicação do *Clean Coast Index*.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

Este estudo foi realizado em três praias do estado do Espírito Santo: Regência, localizada no município de Linhares, Praia da Costa, em Vila Velha, e Praia do Morro, em Guarapari (Figura 1).

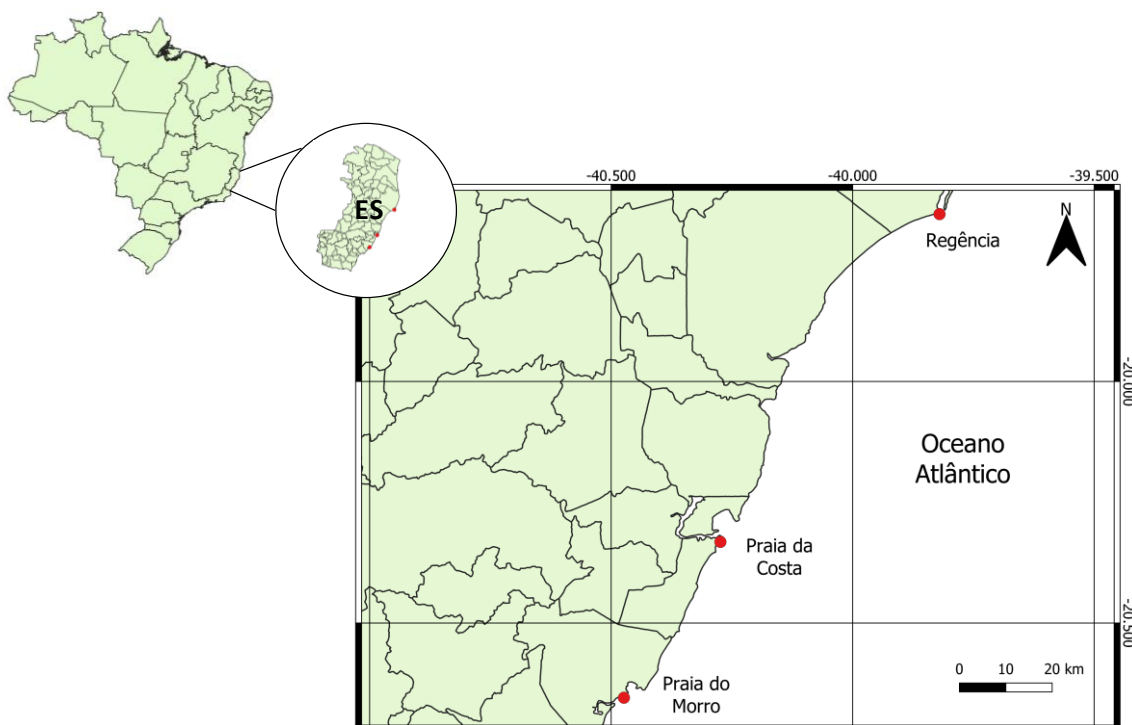


Figura 1 – Localização dos pontos de coleta na Praia do Morro, em Guarapari, Praia da Costa, em Vila Velha e Regência, em Linhares.

Regência é uma região estuarina localizada nas adjacências do Rio Doce, no litoral norte do Espírito Santo. Possui uma área urbanizada de aproximadamente 300 casas, com cerca de 1200 residentes. A economia da região se baseia na pesca artesanal e no turismo (MAYNARD et al., 2021). A praia de Regência está inserida na Reserva Biológica de Comboios, criada em 1984 com o objetivo principal de proteger as desovas de Tartaruga Gigante (*Dermochelys coriacea*) (ICMBio, 2018). Possui aproximadamente 37 km de extensão e é, segundo Albino (1999), uma praia intermediária, com terraços de baixa-mar, cúspides e bancos transversais. Os ventos predominantes na região são de nordeste (NE), com entradas ocasionais de ventos de sudeste (SE) e sul (S).

A Praia da Costa localiza-se no município de Vila Velha. Possui aproximadamente 3 km de extensão e está delimitada ao norte pela Pedra da Baleia e ao sul pela Praia de Itapuã. É uma praia altamente urbanizada, com diversas construções domiciliares e comerciais próximas de sua orla, voltados principalmente para os segmentos sociais de alta renda (HOLZ, 2019). Possui alta frequência de banhistas ao longo de todo o ano, além de ser uma região muito procurada para a prática de esportes como canoa havaiana, vôlei de praia, futebol americano, futevôlei, kitesurf, entre outros (ARAUJO et al., 2013).

Já a Praia do Morro está localizada no município de Guarapari, no setor Centro-Sul do estado do Espírito Santo, e é integrante do Programa Turístico Estadual Rota do Sol. É uma praia de enseada situada entre dois promontórios rochosos, com extensão de aproximadamente 3 km e orientação NE-SW e que sofre influência do estuário do Canal de Guarapari, que desemboca adjacente ao setor sudoeste da praia (OLIVEIRA & ALBINO, 2014). Possui alta energia de ondas, provenientes de S/SE em situações de tempestade – alturas médias entre 1,5 e 3 m – e E/NE em situações de tempo bom – alturas médias de 1,5 m –. Segundo Oliveira & Albino (2014), a Praia do Morro apresenta homogeneidade no estado dissipativo em condições de tempestade, e estado morfológico intermediário em situações de tempo bom. É uma das praias capixabas mais importantes economicamente devido à sua alta demanda turística durante os meses de verão.

3.2. Métodos de Amostragem

O desenho amostral para a coleta dos resíduos (macro e micro) seguiu metodologia adaptada de Ryan et al. (2019) (Figura 2). Para melhor entendimento, o termo “resíduo” foi utilizado nesse trabalho para designar todo o material coletado, tanto os de macro dimensões – denominados resíduos sólidos - quanto os de microdimensões – denominados microplásticos. Cada praia foi dividida em setores (sul, centro e norte) e, com o auxílio de uma trena e bandeiras de marcação de área, três transectos foram dispostos em cada setor perpendiculares à linha d’água. O limite inferior do transecto foi demarcado pela linha d’água e o limite superior por uma barreira sólida, natural (vegetação) ou

artificial (construção). Para se obter um n amostral significativo, cada transecto foi definido com três réplicas de 2 m de largura, com espaçamento de 1 m entre elas.

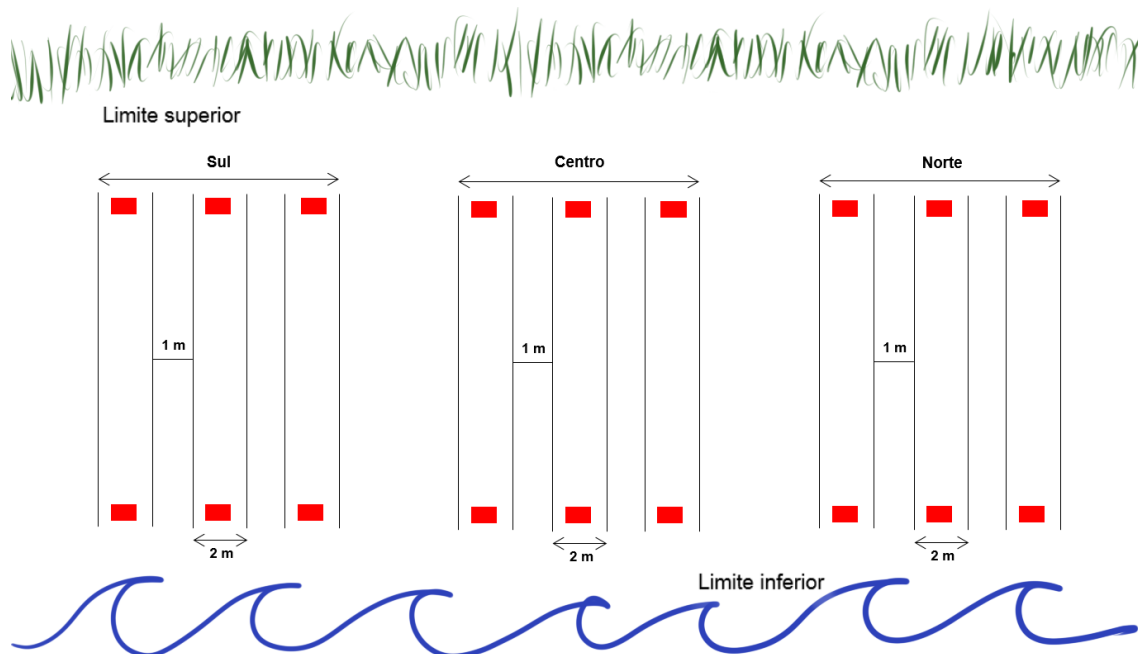


Figura 2 - Desenho amostral da linha da praia indicando os transectos e suas réplicas. Os quadrados vermelhos representam os pontos onde foram coletadas amostras de sedimento para análise do microplástico. Desenho fora de escala.

Informações como coordenadas geográficas, nomenclatura, área total e demais características de cada transecto encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Nomenclatura, posição geográfica, características e área média dos transectos em Praia da Costa, Praia do Morro e Regência

Transecto		Coordenadas geográficas		Descrição	Área	
		Latitude	Longitude		Inverno	Verão
Praia da Costa	Sul	-20.3525	-40.283611	Trecho de área exposta, próximo ao início da Praia de Itaparica e em frente à Ilha de Pituã	86,4 m ²	92 m ²
	Centro	-20.340555	-40.283333	Trecho de área exposta da praia	116 m ²	108 m ²
	Norte	-20.331666	-40.275	Trecho de área exposta, próximo à área de recreação, quiosques e barracas de artesanatos	120 m ²	106 m ²
Praia do Morro	Sul	-20.658333	-40.493611	Trecho próximo à vegetação e a uma escada de acesso	40,7 m ²	90,1 m ²
	Centro	-20.653055	-40.485277	Trecho de área exposta, próximo a quiosques e a uma escada de acesso	40 m ²	76 m ²

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

	Norte	-20.653888	-40.473888	Trecho com estreita faixa de areia	24 m ²	48 m ²
Regência	Sul	-19.653888	-39.830277	Trecho de área exposta, com restinga como limite superior	92 m ²	57 m ²
	Centro	-19.653055	-39.824722	Trecho próximo ao acesso de pedestres, na área mais frequentada pelos banhistas	62 m ²	42 m ²
	Norte	-19.653055	-39.82	Trecho próximo à desembocadura do Rio Doce, com ampla vegetação	96 m ²	42,8 m ²

Foram realizadas coletas referentes ao período de inverno, nos dias 21, 22 e 24 de julho de 2020 em Praia do Morro, Regência e Praia da Costa, respectivamente, e período de verão nos dias 23, 24 e 25 de fevereiro de 2021. Devido à longa extensão da praia de Regência e à dificuldade de acesso de carro, optou-se por realizar as coletas a pé, sendo que os setores foram limitados à área próxima à vila de moradores e à entrada de pedestres, ao invés de ser considerada toda a extensão da praia como foi feito na Praia da Costa e na Praia do Morro.

3.2.1. Coleta de Resíduos Sólidos

Para a análise dos resíduos sólidos foi aplicado método de observação visual, que consiste na coleta manual de todos os resíduos sólidos visíveis a olho nu que estejam dentro da área delimitada pelo transecto (CHESIRE *et al.*, 2009). Os resíduos foram armazenados em sacos plásticos identificados com o nome do transecto, e levados ao laboratório para triagem (Figura 3).

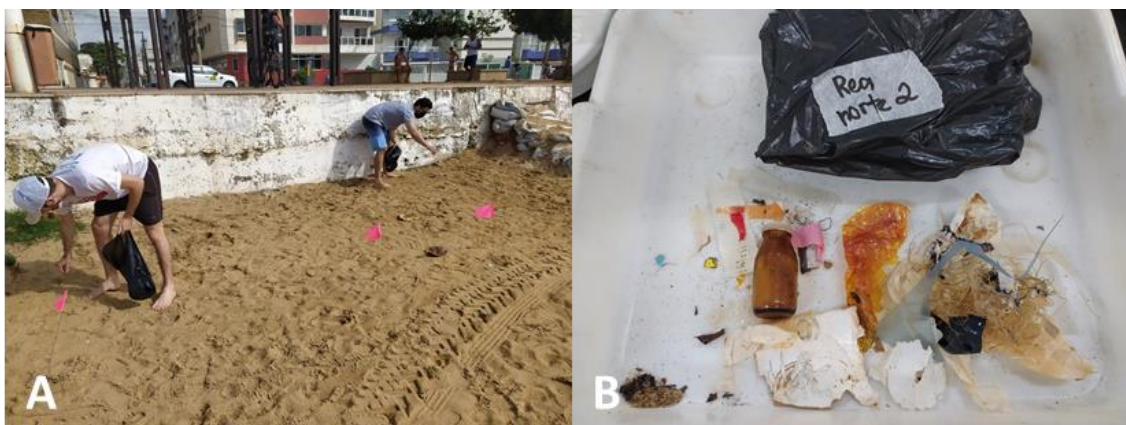


Figura 3 – (A) Coleta manual de resíduos sólidos por método de varredura (CHESIRE et al., 2009); (B) Exemplo de amostra de resíduos sólidos coletados na praia de Regência.

3.2.2. Coleta de Resíduos de Microplástico

Para a análise de microplásticos, foi utilizada metodologia adaptada de Martins (2011). Quadrates de 25x25 cm (Figura 4A) foram dispostos em dois pontos por réplica: um na linha d'água e um no limite superior da praia (Figura 2). O sedimento superficial (~2 cm) foi coletado com o auxílio de uma espátula e armazenado em embalagens descartáveis de alumínio - identificadas com o nome do transecto -, e levados ao laboratório para análise (Figura 4B).



Figura 4 – (A) Quadrante 25x25 cm utilizado para coleta de sedimento; (B) Coleta de sedimento na linha d'água do setor norte da praia de Regência.

3.2.3. Perfis Topográficos

Concomitantemente às coletas de resíduos e sedimento, foram realizadas medidas do perfil transversal de cada transecto através do método de balizas, proposto por Emery (1961), para registrar o aspecto topográfico da praia no momento da coleta. Foram utilizadas duas balizas, de 1,5 m cada, dispostas em uma linha reta transversal à linha d'água (Figura 5A). As balizas foram posicionadas em seções, desde o nível superior da praia até o ponto de refluxo máximo das ondas, de forma a acompanhar a inclinação do terreno e as variações da topografia. Fez-se a leitura da diferença de altura entre as balizas, fazendo-se coincidir o topo da baliza mais alta com a linha do horizonte, para o referencial horizontal. A distância entre as balizas foi medida com o auxílio de uma trena (Figura 5B).

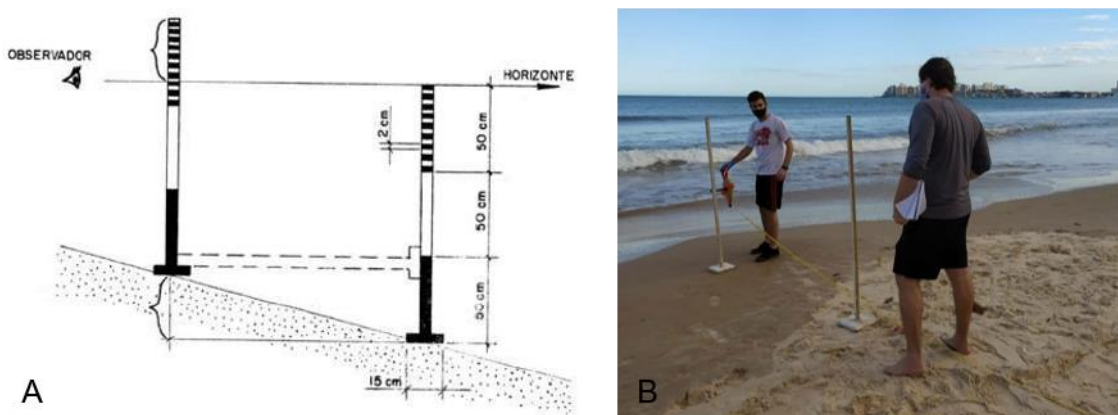


Figura 5 - (A) Esquema do método de medição de perfil topográfico com balizas de Emery (Fonte: Kowsmann, 1961); (B) Medição de perfil topográfico do setor Centro da Praia do Morro.

3.3. Análises Laboratoriais

3.3.1. Análise Descritiva dos Resíduos Sólidos

Em laboratório, os resíduos foram contados e categorizados de acordo com o material principal de sua composição (plástico, papel, madeira, etc.) (Tabela 2). O total de resíduos em cada transecto foi obtido a partir de uma média simples entre as quantidades encontradas nas três réplicas.

Tabela 2 - Categorização dos resíduos sólidos de acordo com o material principal de sua composição

Categoria	Itens encontrados
Borracha	Fragmentos, elásticos, entre outros.
Plástico	Bitucas de cigarro, garrafas, tampinhas, canudos, sacolas, utensílios descartáveis, embalagens de alimentos, entre outros.
Papel	Guardanapos, embalagens, panfletos, jornal, nota fiscal.
Madeira	Palitos de picolé, palitos de fósforo, pedaços de madeira.
Isopor	Fragmentos de embalagens, bandejas de alimentos.
Vidro	Fragmentos de garrafas.
Metal	Tampinhas de cerveja, latas, embalagens de papel alumínio, anéis de latinha, entre outros.
Tecido	Cordas, lã, fragmentos de linha, borrachinhas de cabelo.

Outros	Velas, bituca de cigarro, calçados, fio de nylon, algodão, carvão, entre outros.
--------	--

3.3.2. Análise Descritiva do Microplástico

Para as análises do microplástico, o sedimento foi depositado em um balde de alumínio de 5L, onde foi inserida uma solução hipersalina de NaCl em água destilada [140 g/L], seguindo metodologia de Martins (2011). A mistura foi agitada manualmente por aproximadamente 5 minutos e colocada em repouso por 2 minutos, permitindo que o material plástico flutuasse na superfície da água. Posterior à agitação, toda a água presente na mistura foi transferida manualmente para um Becker de 1L, enquanto o sedimento decantado foi descartado. Em seguida, filtrou-se o conteúdo no Becker com auxílio de uma bomba à vácuo, utilizando-se filtros de fibra de vidro com poros de 1,2 μm (Figura 6). Os filtros foram então colocados em Placas de Petri, cobertos com papel alumínio e deixados para secar em estufa a 35 °C, por um período de 48 a 72h.



Figura 6 – Filtração da solução hipersalina com auxílio da bomba a vácuo, para coleta de microplásticos.

Após a secagem, cada filtro foi analisado com lupa eletrônica com câmera acoplada *Moticam Pro 252A*. Com o auxílio do software *Motic Images Plus 3.0*, foi possível obter imagens dos resíduos de microplástico encontrados nos filtros, bem como medir o tamanho de cada resíduo (Figura 7). Os microplásticos foram categorizados visualmente de acordo com sua coloração, tamanho e tipo (fibra

ou fragmento). A análise dos tamanhos foi feita a partir da categorização dos resíduos em 11 classes, com intervalo de 0,5 mm.

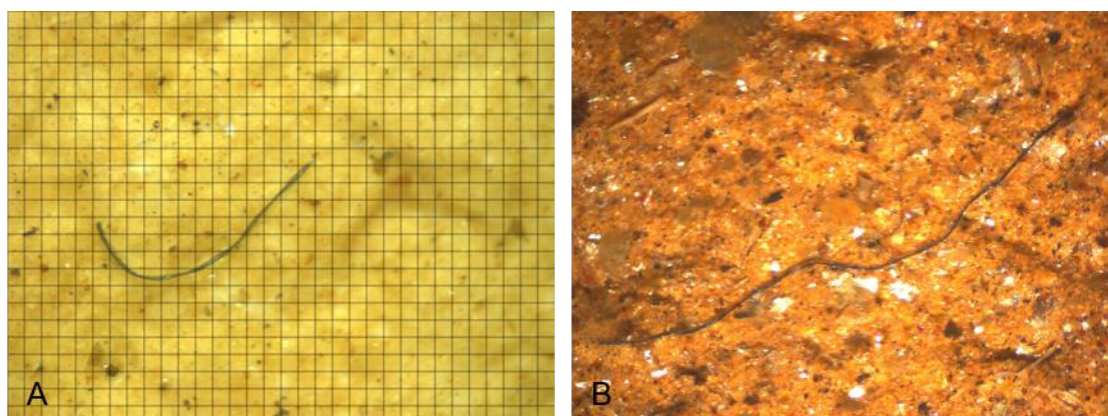


Figura 7 – Exemplos de resíduos de microplástico encontrados em amostra do setor Centro da Praia do Morro (A) e setor Sul de Regência (B). Escala = 0,1 mm.

3.4. Aplicação do *Clean Coast Index*

Para a aplicação do CCI, foram considerados apenas os resíduos de plástico superiores a 5 mm de diâmetro (MARTINS, 2011), incluindo as bitucas de cigarro. O índice foi calculado em cada praia e em cada setor, e classificado de acordo com as classes indicadas na Tabela 3. O cálculo aplicado está representado na equação abaixo:

$$CCI = \frac{n^{\circ} \text{ de itens de plástico em } n \text{ transectos}}{n \times 2(m) \times \text{largura média da praia}} \times K$$

Onde:

- K = 20; coeficiente utilizado para conveniência de interpretação;
- n = número de transectos.

Tabela 3 - Classificação do índice CCI (adaptado de MARTINS, 2011)

Índice qualitativo	Muito limpa	Limpa	Poluição Moderada	Poluída	Muito Poluída
CCI	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	20+

3.5. Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram efetuadas no software RStudio. A normalidade da distribuição dos resíduos amostrados foi verificada utilizando-se o Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk (n = 54). Em seguida, foi aplicada

Transformação de Box-Cox para transformar os dados não-normais e permitir a aplicação de métodos paramétricos padrão. Foi aplicada ANOVA entre os dados das três praias e entre os dados de cada praia, para se averiguar possíveis diferenças significativas entre as amostras. Também foram aplicados testes de coeficiente de correlação de Pearson para medir possíveis relações estatísticas entre as concentrações de resíduos e as concentrações de microplástico em cada praia. Por último, foi aplicado Teste de Tukey para definir onde residiam essas diferenças.

4. RESULTADOS

4.1. Perfis Topográficos

De forma geral, os perfis topográficos da Praia do Morro e de Regência apresentaram diferenças morfológicas entre as medições de verão e inverno, e a Praia da Costa apresentou perfis mais homogêneos durante os dois períodos (ver Anexo – Figuras A-C). A Praia do Morro apresentou extensão média emersa aproximada de 17,45 m no inverno e 35,7 m no verão, e altura média de 2 m no inverno e 1,88 m no verão. Verificou-se variação topográfica nos três transectos, com maior variabilidade das extensões horizontais, que foram maiores no verão. Os três setores apresentaram uma feição mais acrescional no verão e tendência erosiva no inverno. Os perfis na Praia da Costa apresentaram pouca variabilidade topográfica entre os dois períodos. As diferenças de altura não foram expressivas entre os setores, e apenas o setor Sul se destacou ao apresentar menores extensões em ambos os períodos. Em média, a Praia da Costa apresentou extensão emersa de 53,7 m no inverno e 51 m no verão, e altura média de 2,8 m e 3,2 m no inverno e no verão, respectivamente. Ao contrário do que foi observado na Praia do Morro, a praia de Regência apresentou maiores alturas e extensões de perfil emerso durante o inverno nos três setores da praia. Foi possível observar uma tendência erosiva nos perfis de verão dos setores Sul e Centro, e tendência acrescional durante o inverno. Os setores Sul e Norte apresentaram extensões e alturas semelhantes nos dois períodos de coleta. A altura média e a extensão emersa média da praia de Regência no inverno foi 3,4 m e 41,7 m, respectivamente. Já no verão, a altura média e a extensão média foram de 2,3 m e 23,6 m, respectivamente.

4.2. Categorização dos Resíduos Sólidos

Ao todo foram coletados 1035 resíduos, sendo 395 no inverno e 640 no verão (ver Anexo – Tabela A), e os resultados da ANOVA indicaram diferenças significativas na concentração total de resíduos entre os dois períodos ($p = 3,34e-08$). Entretanto, comparando-se as três praias no mesmo período, não houve diferenças significativas na concentração de resíduos coletados (Figura 8).

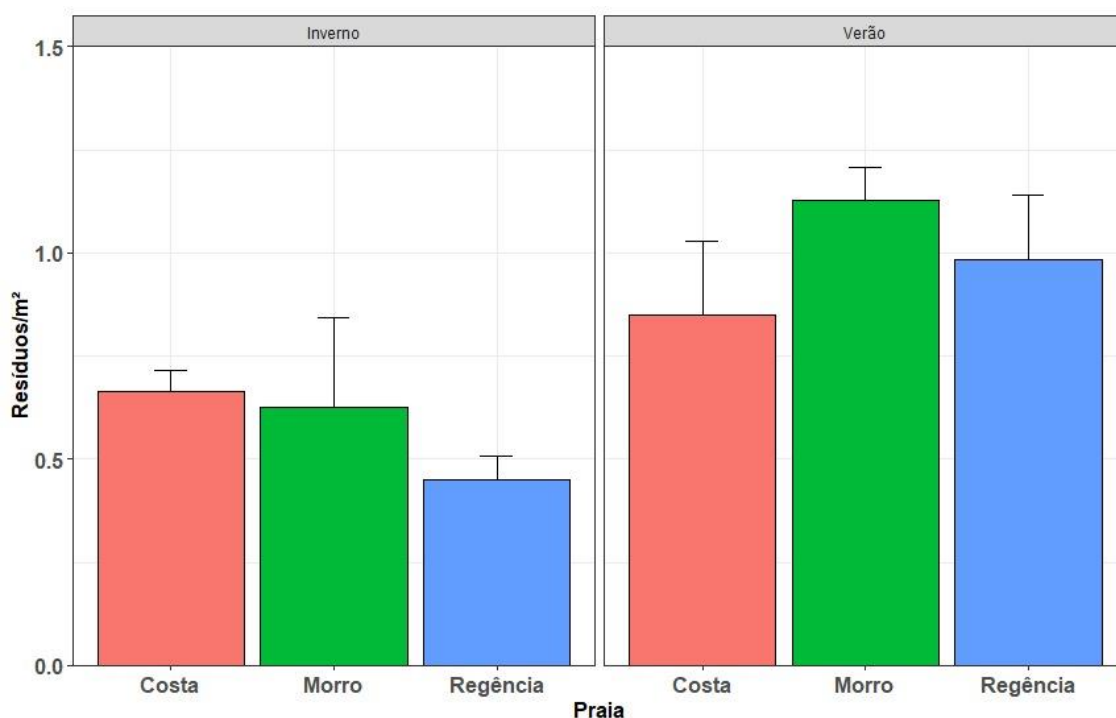


Figura 8 – Relação de resíduos por m² em cada praia para as coletas de inverno (esquerda) e verão (direita).

Em relação à concentração de resíduos sólidos por setor de cada praia (Figura 9), no inverno apenas a Praia do Morro apresentou diferenças significativas, sendo o setor Sul o mais representativo. Já durante o verão, o resultado se inverteu, e a Praia do Morro foi a única que não apresentou diferenças significativas entre as concentrações de resíduos em cada setor. Comparando-se os resultados entre as duas coletas, é possível observar um aumento na concentração de resíduos no verão, com exceção do setor Centro da Praia da Costa, e do setor Sul da Praia do Morro e de Regência. Também é possível observar que a distribuição das concentrações variou entre os períodos. Durante o inverno, o setor Sul da Praia do Morro se destacou, mas no verão os valores ficaram mais homogêneos entre os setores. Já na Praia da Costa e em Regência, a concentração no setor Norte foi a mais representativa durante o verão, se destacando em relação aos demais setores.

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

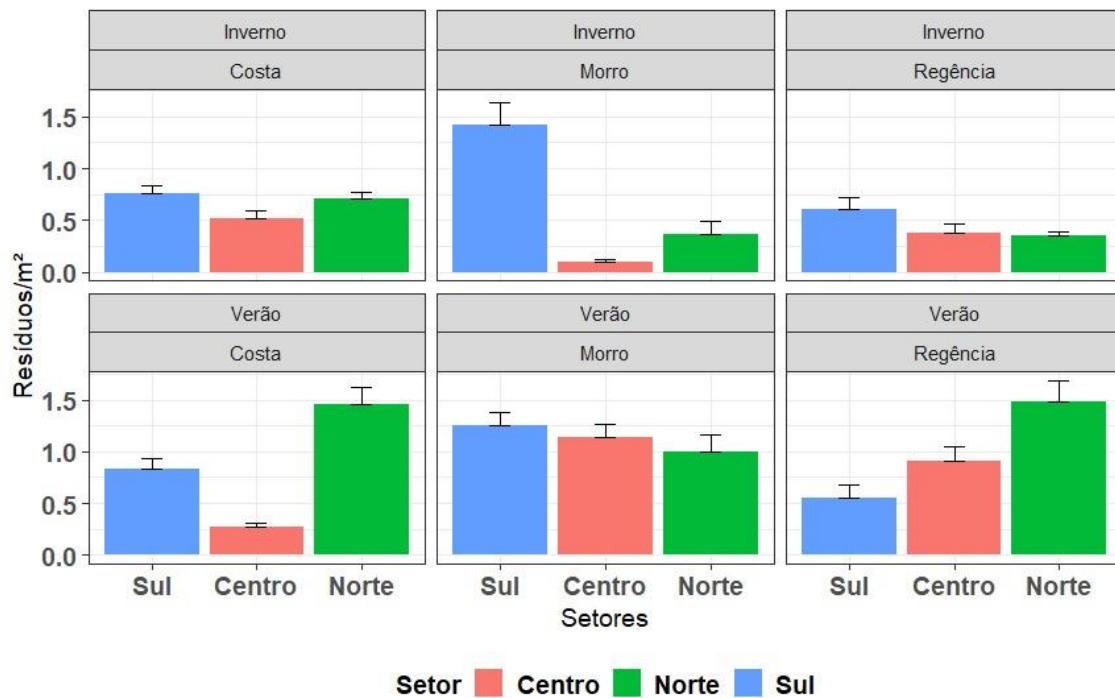


Figura 9 – Relação de resíduos por m² nos setores de cada praia para as coletas de inverno (acima) e verão (abaixo).

Resultados mais detalhados de concentração de resíduos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de resíduos/m² encontrados em cada transecto nas coletas de inverno e verão

Praia	Resíduos/m ²											
	Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
	Sul	Centro	Norte	Média	Sul	Centro	Norte	Média	Sul	Centro	Norte	Média
Inverno	0,76	0,51	0,71	0,66	1,42	0,09	0,36	0,62	0,61	0,38	0,35	0,44
Verão	0,83	0,27	1,45	0,85	1,25	1,13	1,00	1,13	0,55	0,91	1,48	0,98

A partir dos resultados de concentração de resíduos, foi possível calcular os valores de CCI de cada praia (Figura 10).

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

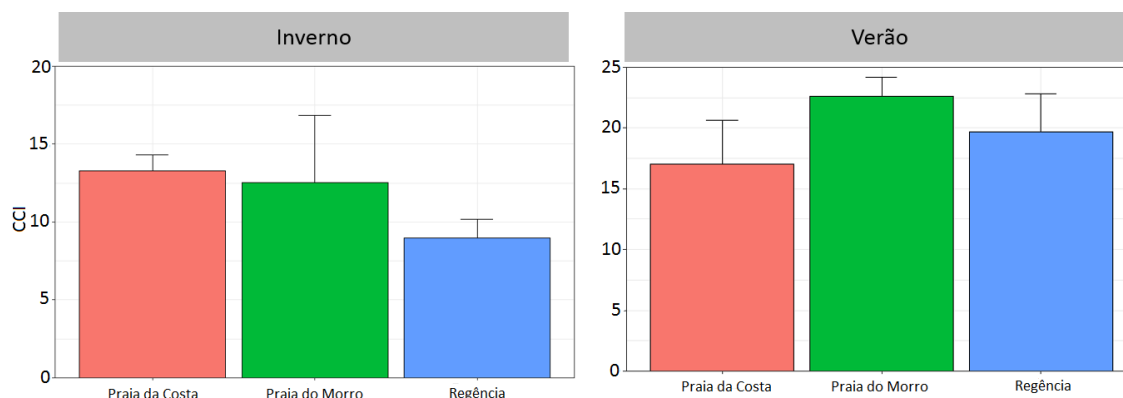


Figura 10 – Relação dos valores médios de CCI encontrados em cada praia para as coletas de inverno (esquerda) e verão (direita).

No inverno, a Praia do Morro e Regência apresentaram nível de poluição moderado, com CCI médio de 9,2 e 8,2, respectivamente. Na Praia da Costa, o CCI médio encontrado nesse período foi de 10,2, classificando essa praia como poluída. Já no verão, os índices se agravaram nas três praias. Praia do Morro e Regência passaram a ser classificadas como poluídas, com CCI de 16,6 e 11,7, respectivamente, e a Praia da Costa permaneceu com classificação “poluída”, mas com CCI de 12,8. Resultados mais detalhados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores de *Clean Coast Index* por setor durante as coletas de inverno e verão

Praia	<i>Clean Coast Index</i>								
	Praia da Costa			Praia do Morro			Regência		
	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte
Inverno	9,9	8,0	12,7	21,9	1,2	4,4	11,7	6,6	6,4
Verão	12,1	3,7	22,7	18,1	17,5	14,2	9,4	10,0	15,6

A fim de comparação, seguindo metodologia de Andrade-Neto et al. (2010), foram calculados índices de poluição levando-se em consideração todos os itens coletados, não apenas os de plástico. Nesse caso, a Praia da Costa e a Praia do Morro foram classificadas como poluídas no inverno, com Índice Geral (IG) médio de 13,3 e 12,5, respectivamente, e Regência permaneceu com classificação “moderada” (IG = 9,0). No verão, a Praia do Morro apresentou classificação “muito poluída” (IG = 22,6), sendo que Praia da Costa e Regência continuaram sendo com classificação “poluída” (IG de 17,0 e 19,7,

respectivamente), assim como ocorreu quando calculado o CCI. Os resultados mais detalhados encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores de Índice Geral (ANDRADE-NETO et al., 2010) por setor durante as coletas de inverno e verão

Praia	Índice Geral								
	Praia da Costa			Praia do Morro			Regência		
	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte	Sul	Centro	Norte
Inverno	15,3	10,2	14,3	28,5	1,8	7,2	12,2	7,6	7,1
Verão	16,6	5,4	29,0	25,1	22,6	20,0	11,1	18,3	29,6

Na Figura 11 é possível observar as diferentes categorias de resíduos sólidos coletados. Os itens de plástico foram os mais abundantes em todas as praias para ambos os períodos (ver Anexos – Tabelas B e C). As bitucas de cigarro foram os itens mais encontrados na Praia da Costa no verão (Figura 12-A) e na Praia do Morro nos dois períodos de coleta. Esses itens foram inseridos na categoria “Plástico” seguindo o que foi proposto Araújo & Costa em 2019, que estimaram que a maioria dos estudos sobre lixo marinho consideram as bitucas de cigarro como sendo compostas principalmente por plástico. Na Praia da Costa, no inverno, os fragmentos de plástico superaram as bitucas, representando mais de 40% de todo o material coletado. Em Regência, na coleta de inverno, o plástico representou mais de 92% de todo o material coletado, sendo que os itens mais abundantes foram embalagens de alimentos e garrafas PET (Figura 12-B). Nessa praia, itens de isopor também foram representativos (32%) durante o verão.

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

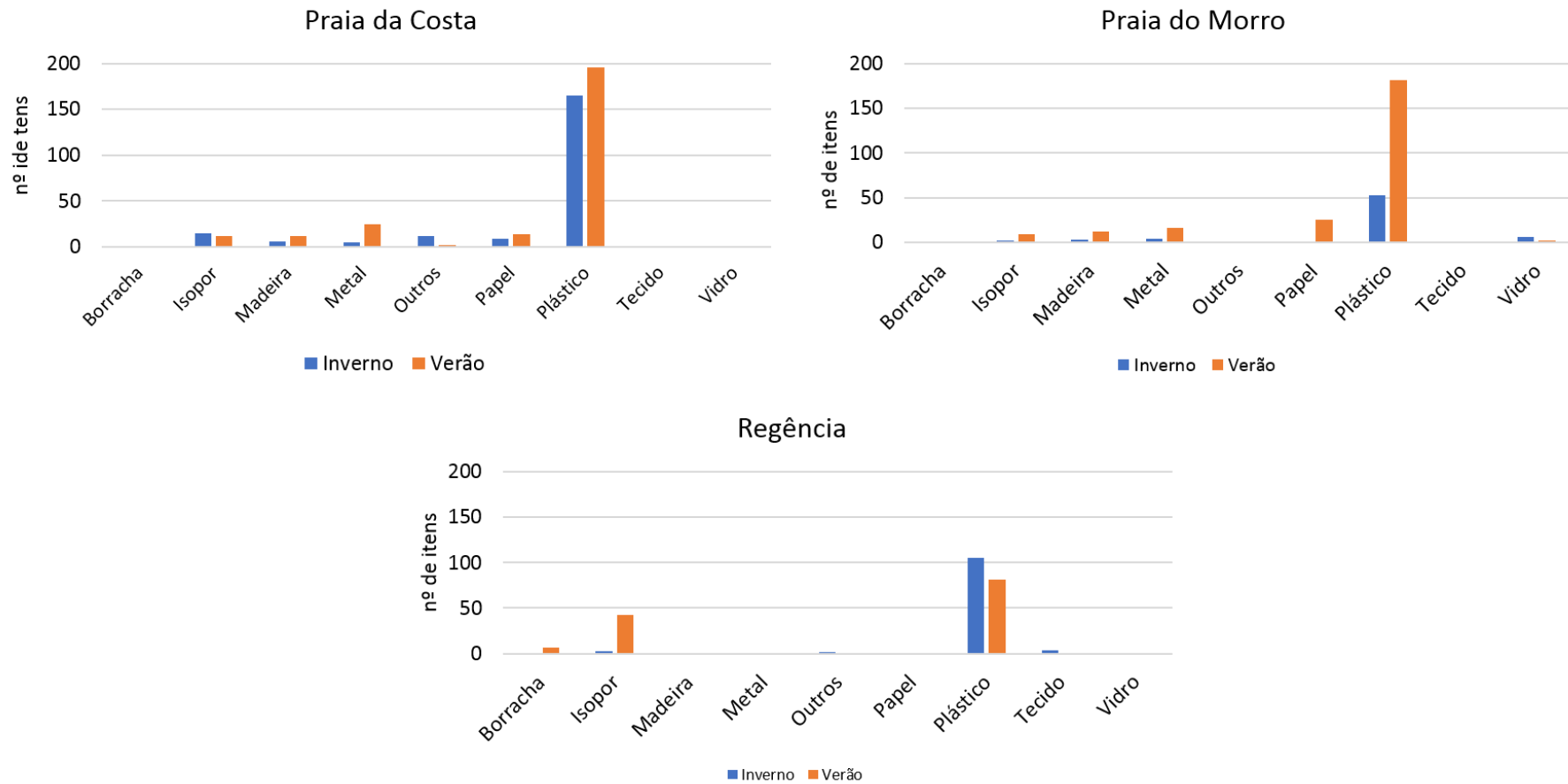


Figura 11 – Número de itens coletados em cada praia por categoria.

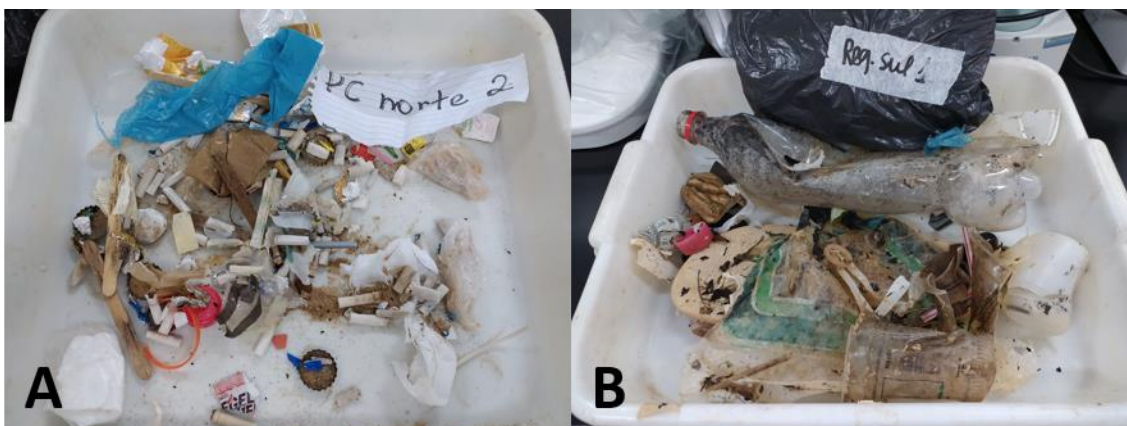


Figura 12 – Amostra de resíduos sólidos coletados durante o verão na Praia da Costa (A) e inverno na praia de Regência (B).

Também foi possível observar diferenças entre os itens de plástico coletados nas três praias. Na Praia da Costa e Praia do Morro, os fragmentos de plástico foram abundantes, chegando a representar 30% do total coletado nessa última na coleta de inverno. No verão, além dos fragmentos representaram 16% de todo o material coletado, outros itens de plástico como canudos, embalagens de canudos, tampinhas, embalagens de bala e colheres descartáveis também foram amplamente encontrados na Praia do Morro (Figura 13). Em Regência, os fragmentos de plástico corresponderam a 62% (inverno) e 33% (verão) de todo o material coletado, mas itens como copos descartáveis, garrafas PET e tampinhas também foram abundantes.

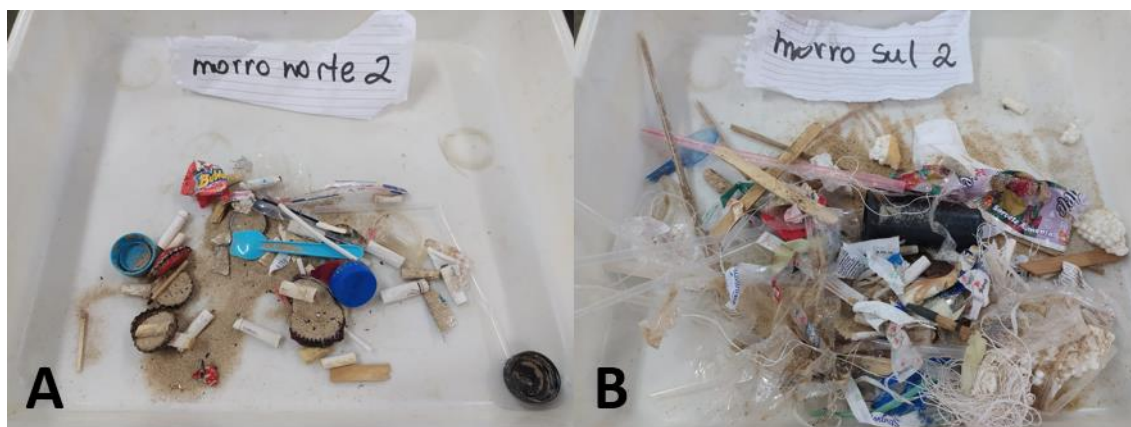


Figura 13 – Amostra de resíduos sólidos coletados na Praia do Morro durante o verão nos setores norte (A) e sul (B).

4.3. Categorização do Microplástico por Tipo e Dimensão

De forma geral, foram encontradas diferenças significativas na quantidade de microplásticos coletados nas três praias em ambos os períodos (Figura 14). Verificaram-se, durante o inverno, concentração média de 1042 MP/m² na Praia da Costa, 728 MP/m² na Praia do Morro e 548 MP/m² em Regência. Já no verão, os valores médios da concentração de microplástico foram de 1845 MP/m², 1043 MP/m² e 795 MP/m² na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, respectivamente.

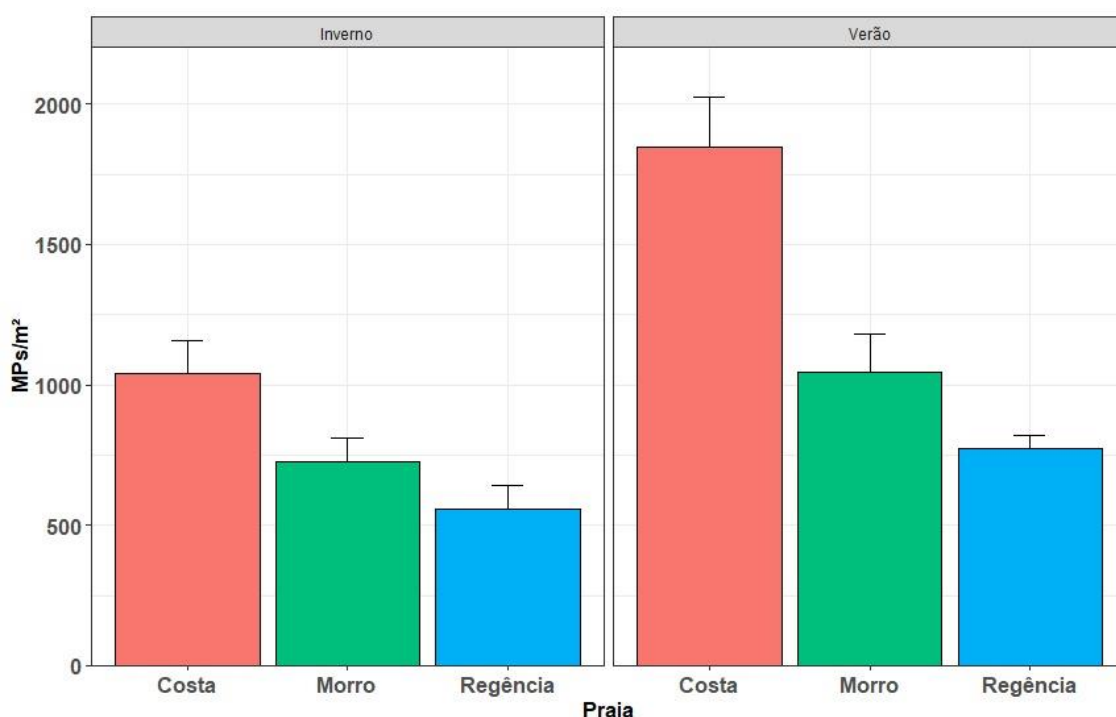


Figura 14 – Concentração média de resíduos de microplástico por praia, coletados no inverno (esquerda) e no verão (direita).

No inverno, foram encontradas diferenças significativas entre os setores Sul, Centro e Norte nas três praias, sendo que o setor mais representativo na Praia da Costa foi o Norte e na Praia do Morro e em Regência foi o Centro. No verão, apenas a Praia do Morro apresentou diferenças significativas na concentração de microplásticos, com o setor Centro sendo o mais representativo (Figura 15).

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

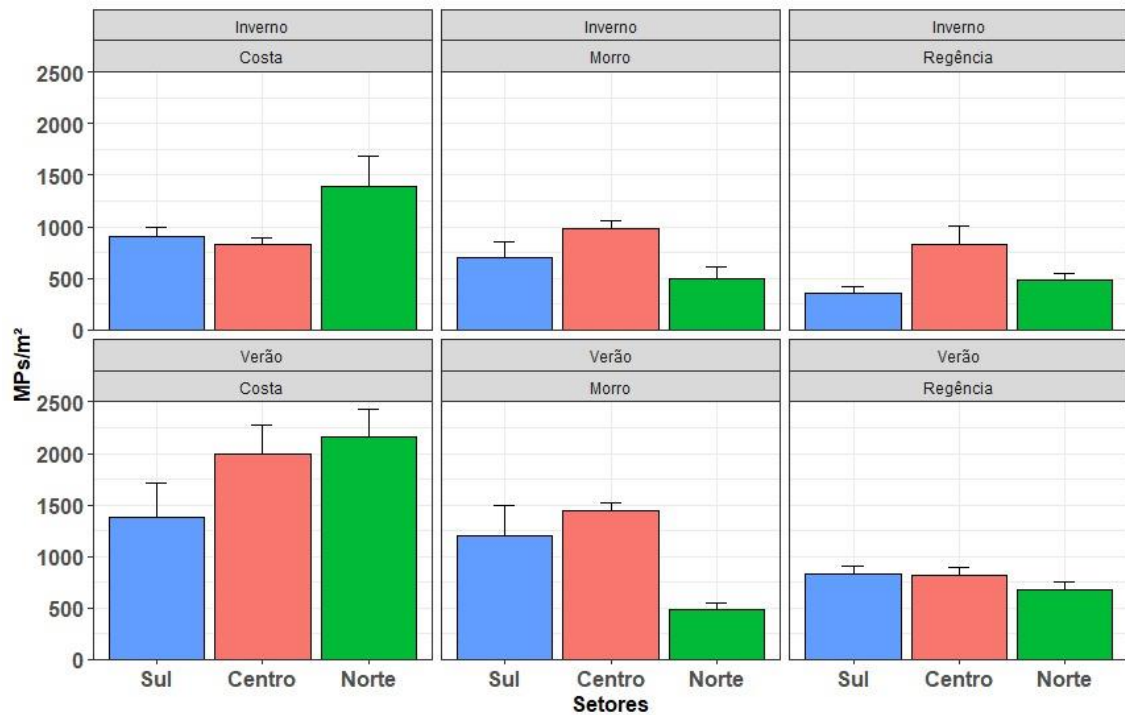


Figura 15 – Concentração média de resíduos de microplástico encontrados nos setores de cada praia, coletados no inverno (acima) e no verão (abaixo).

Nas Figuras 16 a 18, observam-se os gráficos de correlação entre os valores de resíduos/m² e MP/m² em cada praia, para as coletas de inverno e verão. É possível observar que não houve correlação entre as concentrações de resíduos sólidos e microplástico em nenhuma praia.

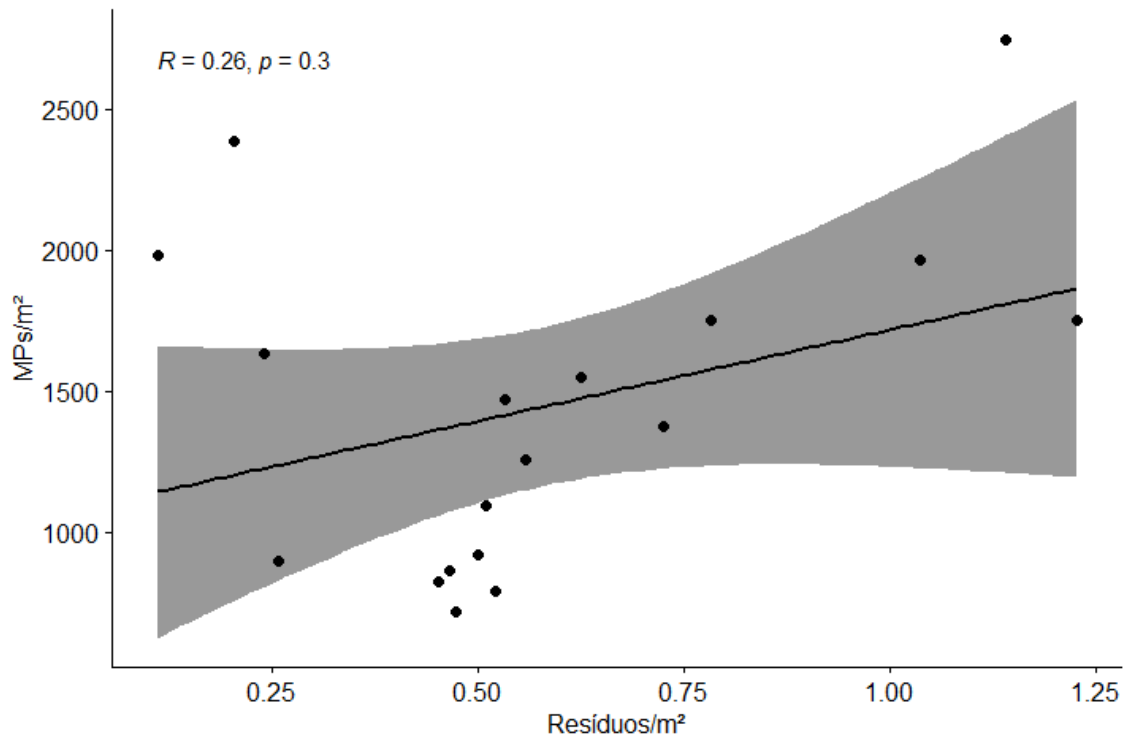


Figura 16 – Correlação entre as concentrações de resíduos sólidos (eixo x) e de microplástico (eixo y) encontradas nas coletas de inverno e verão na Praia da Costa.

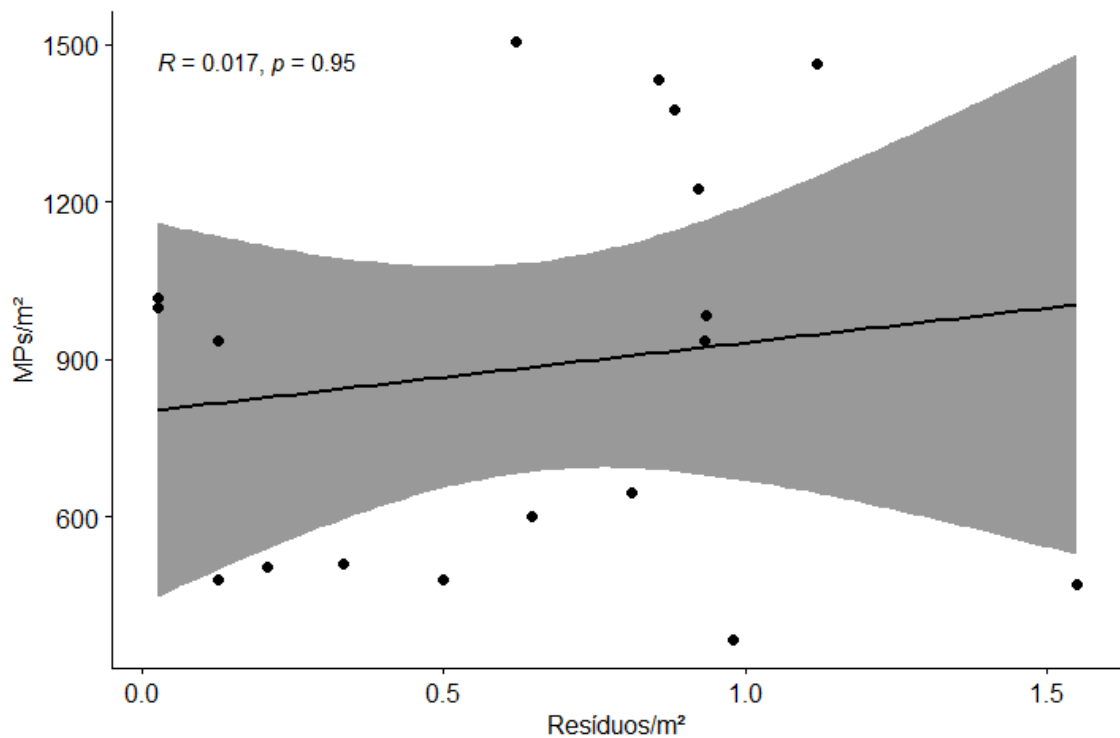


Figura 17 – Correlação entre as concentrações de resíduos sólidos (eixo x) e de microplástico (eixo y) encontradas nas coletas de inverno e verão na Praia do Morro.

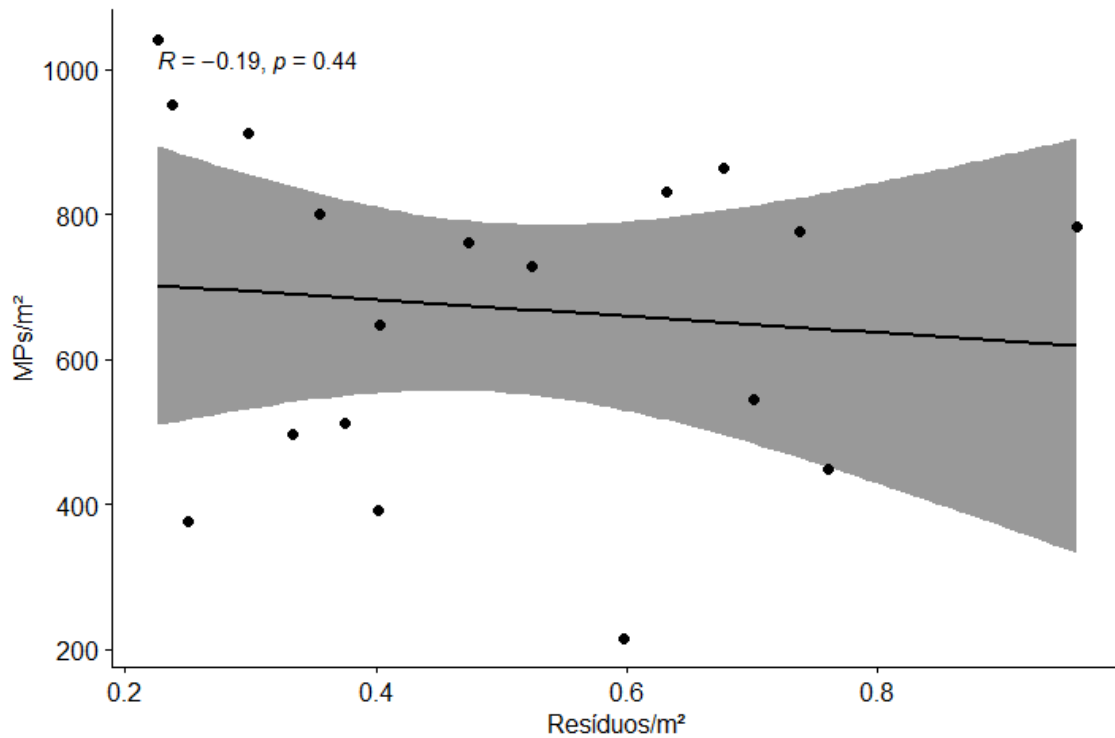


Figura 18 – Correlação entre as concentrações de resíduos sólidos (eixo x) e de microplástico (eixo y) encontradas nas coletas de inverno e verão em Regência.

Em relação aos níveis inferiores e superiores de cada transecto, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações de microplástico encontradas em cada praia, tanto no inverno quanto no verão (Figura 19).

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

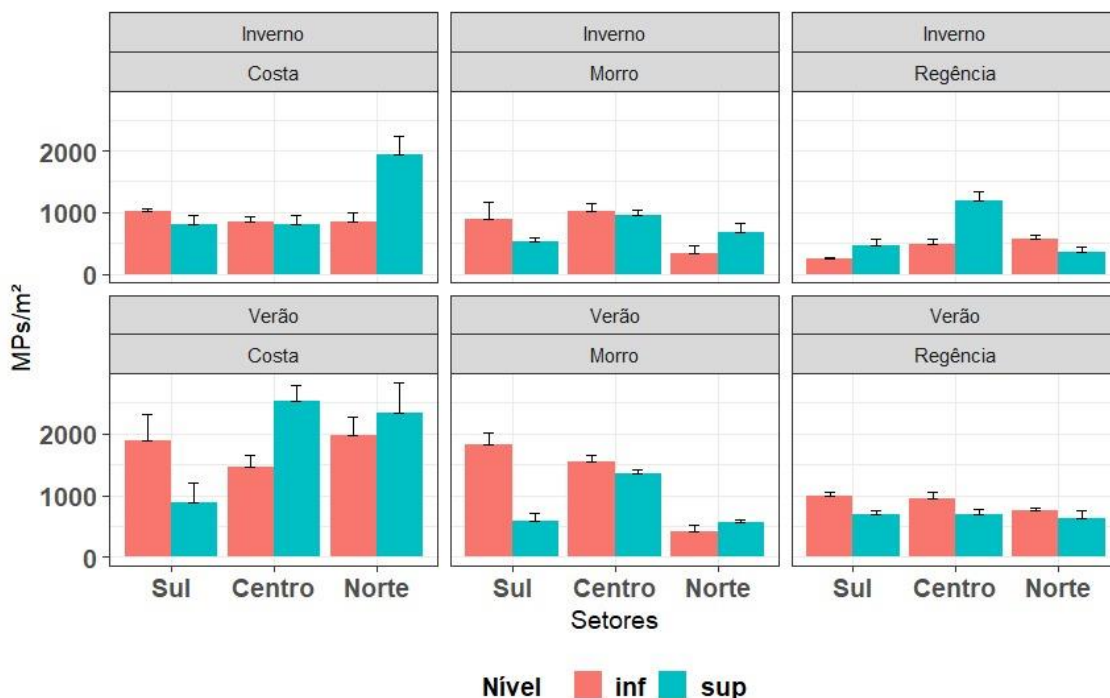


Figura 19 – Concentração média de resíduos de microplástico encontrados nos níveis inferiores e superiores de cada setor, no inverno (acima) e no verão (abaixo).

As fibras predominaram em todas as praias em relação aos fragmentos em ambos os níveis, tanto no inverno quanto no verão (Figura 20). Observa-se que as maiores porcentagens de fragmentos foram encontradas nos níveis superiores de cada setor, também nos dois períodos. Na Praia do Morro, no verão, as fibras corresponderam a 100% do microplástico coletado no nível inferior dos setores Centro e Norte. Em Regência, também no verão, as fibras corresponderam a 100% dos microplásticos coletados no setor Norte.

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

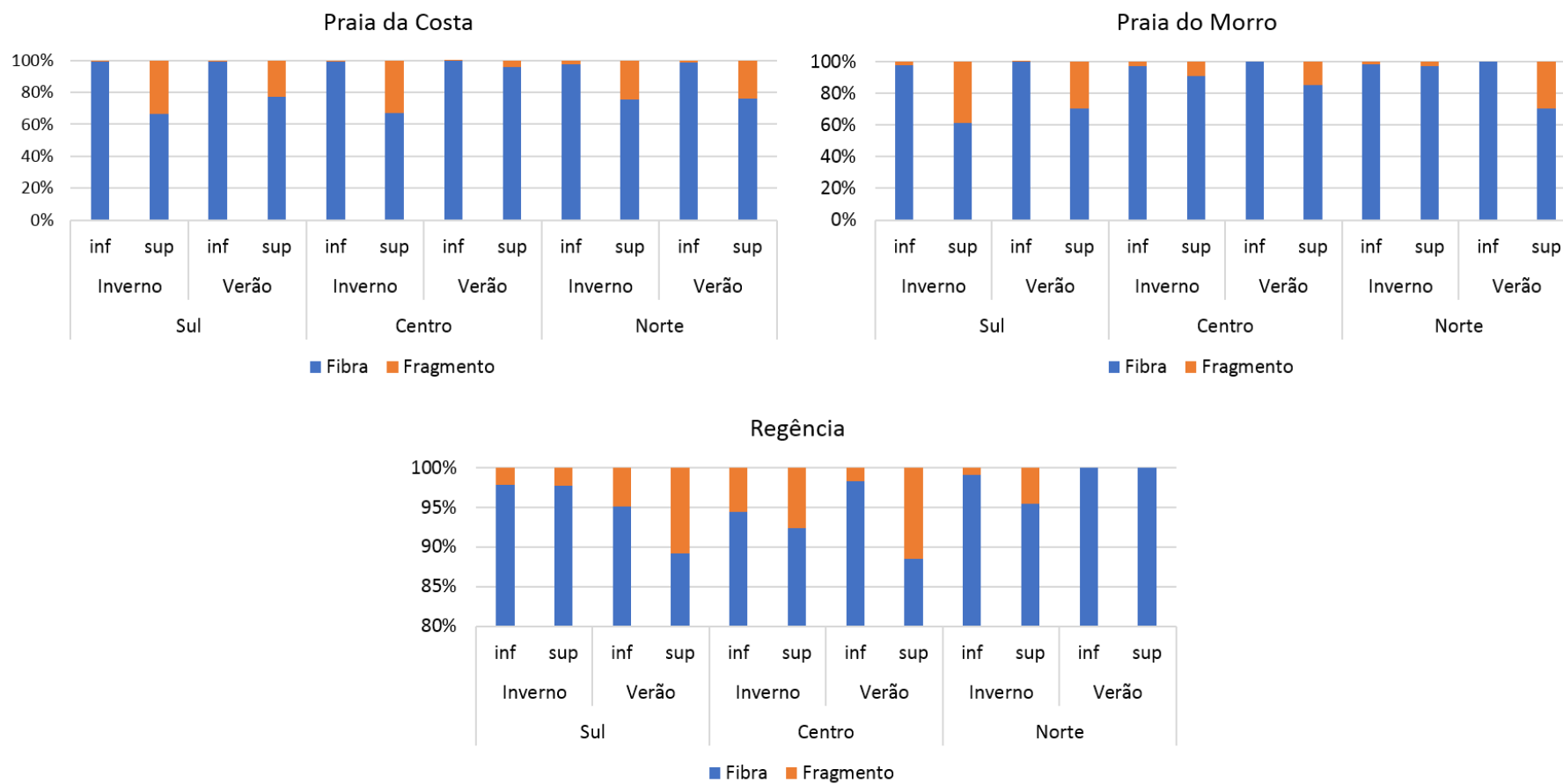


Figura 20 – Relação percentual de fibras e fragmentos encontrados na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência nas coletas de inverno e verão.

A Figura 21 representa as porcentagens de microplásticos encontrados nas cores azul, preto e transparente, mais comumente observadas na literatura (CASTRO et al., 2020). Outras cores como vermelho, verde-água, cinza e laranja também foram encontradas e agrupadas na categoria “outros” (resultados detalhados encontram-se nas Tabelas D e E dos Anexos). Na Praia da Costa, itens transparentes predominaram nos níveis superiores dos setores Centro e Norte no inverno (Figura 22-A e B), e Sul e Centro no verão (Figura 22-C e D). Os de cor preta também foram bem representativos, sendo a maioria coletada nos níveis inferiores dos setores Sul no verão, e Centro e Norte no inverno. Na Praia do Morro, no inverno, microplásticos da cor preta predominaram no nível inferior dos três setores (Figura 23-A e B). Já no verão, não foi observado um padrão de distribuição das cores, sendo que preto, transparente e cinza – inserida na categoria “outros” – predominaram entre os diferentes níveis e setores (Figura 23-C e D). Na Figura 25 é possível observar exemplos desses microrresíduos coletados no inverno no nível superior do setor Sul (Figura 24-A) e no nível superior do setor Norte (Figura 24-B), onde as cores preto e transparente predominaram, respectivamente. Também é possível observar um exemplo de fibra na cor preta (Figura 24-C), coletada no verão no nível inferior do setor Centro, e um exemplo de fibra transparente coletada no nível superior do setor Norte nesse mesmo período (Figura 24-D).

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

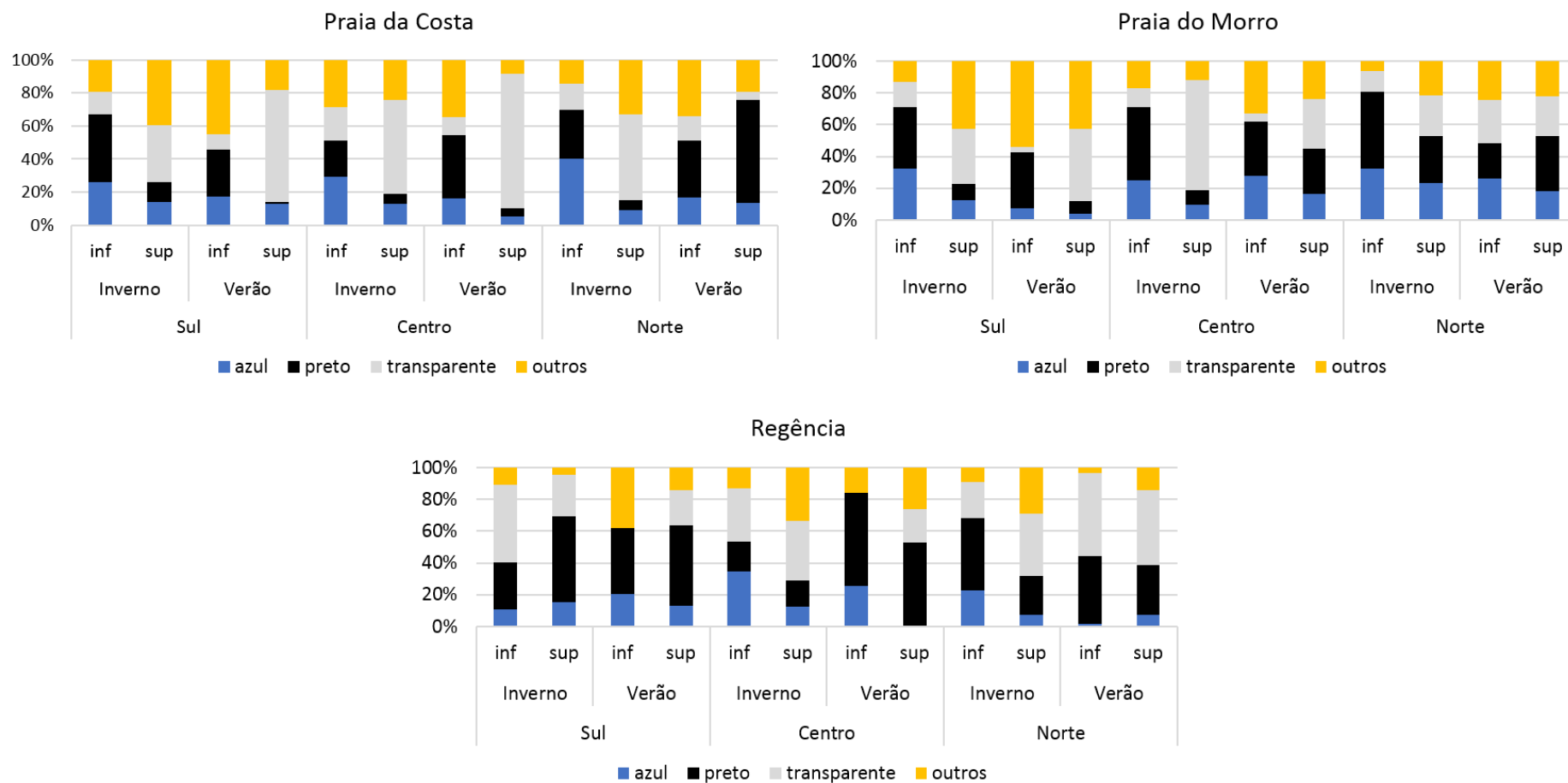


Figura 21 – Distribuição percentual de microplásticos nas cores azul, preto, transparente e “outros”.

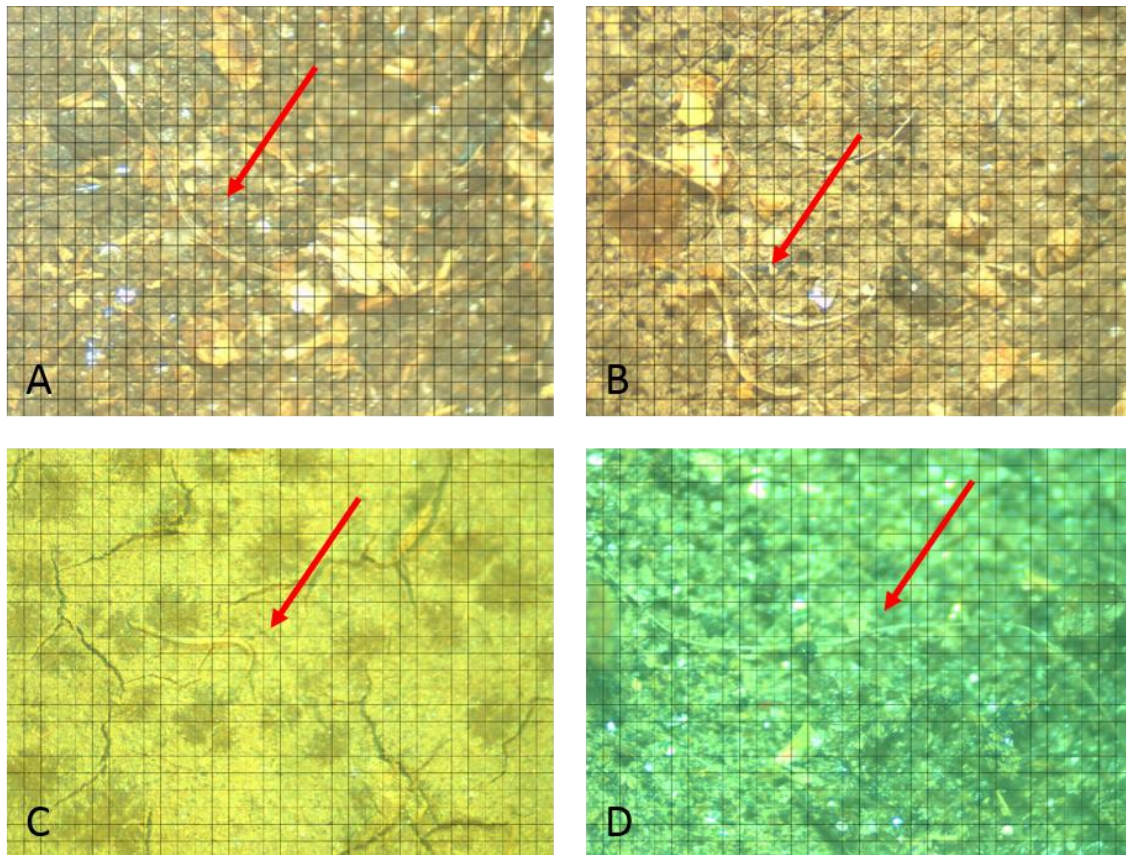


Figura 22 – Microplásticos registrados em lupa microscópica, coletados no inverno (A e B) e no verão (C e D) na Praia da Costa. Setas vermelhas indicam a posição dos resíduos nas imagens. Escala = 0,1 mm.

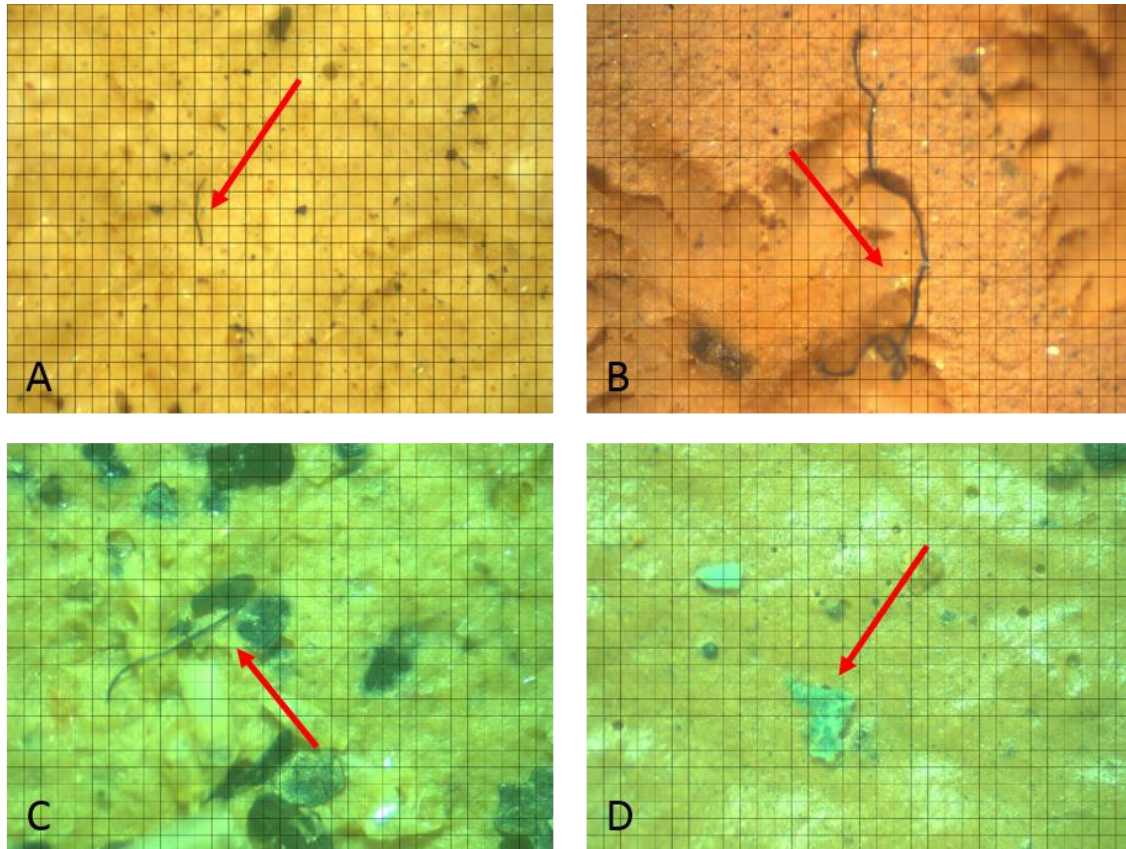


Figura 23 – Microplásticos registrados em lupa microscópica, coletados no inverno (A e B) e no verão (C e D) na Praia do Morro. Setas vermelhas indicam a posição dos resíduos nas imagens. Escala = 0,1 mm.

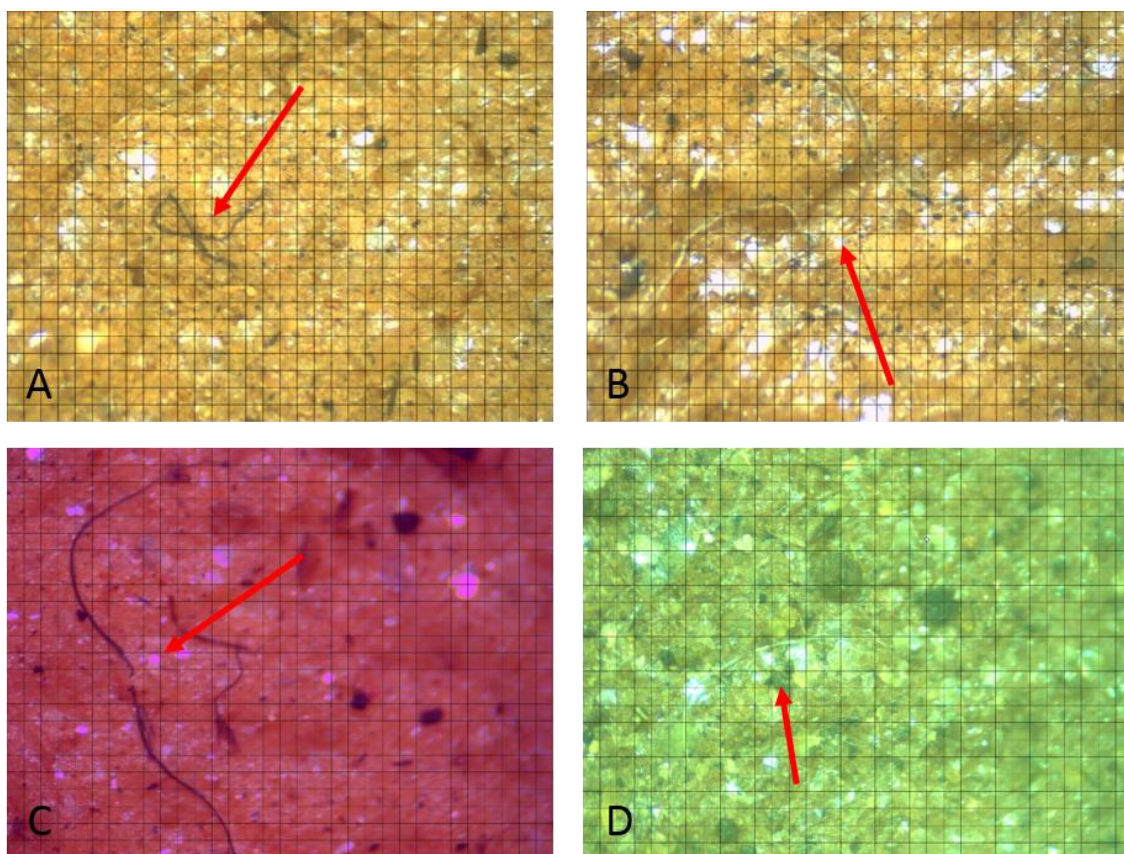


Figura 24 – Microplásticos registrados em lupa microscópica, coletados no inverno (A e B) e no verão (C e D) em Regência. Setas vermelhas indicam a posição dos resíduos nas imagens. Escala = 0,1 mm.

As classes de tamanhos de microplásticos coletados estão representadas na Figura 25. De forma geral, as mais representativas foram as de 0 a 2 mm, nas três praias e em ambos os períodos. Na Praia da Costa, as classes 0-0,5 e 1-1,5 predominaram nos setores Sul e Centro, respectivamente, tanto no inverno quanto no verão. No setor Norte, a classe 1,5-2 predominou no inverno e a classe 0-0,5 predominou no verão. Já na Praia do Morro, a classe 1-1,5 predominou nos três setores durante o inverno e a classe 0,5-1 predominou no verão, também nos três setores. No caso de Regência, a classe 0,5-1 predominou no setor Sul nos dois períodos de coleta. No setor Centro, a classe mais representativa passou de 1-1,5 no inverno para 0,5-1 no verão. Já no setor Norte, a classe 0,5-1 predominou no inverno e a 1,5-2 no verão. As classes de 4,0-4,5 mm e 4,5-5,0 mm foram as menos encontradas nas três praias, em ambas as coletas. Exemplos com dimensões maiores que 5 mm foram encontrados, mas a abundância dessa classe não chegou a ultrapassar 5% em nenhuma amostragem.

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

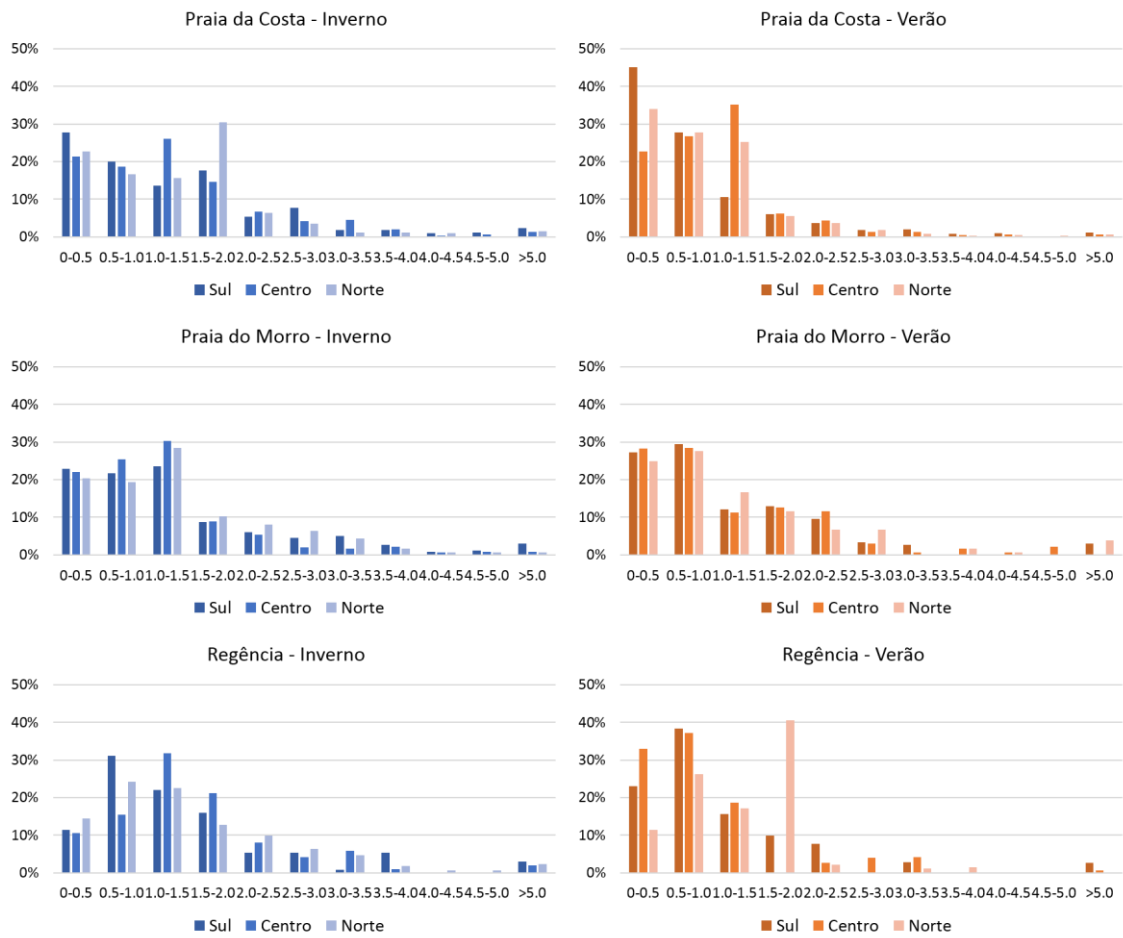


Figura 25 – Classes de tamanhos (em mm) de microplásticos (eixo x) coletados em relação à sua abundância (eixo y).

5. DISCUSSÃO

5.1. Categorização dos Resíduos Sólidos

Os resultados referentes ao acúmulo sazonal de resíduos condizem com diversos outros estudos encontrados na literatura. Autores como Andrades et al. (2016), Araújo & Costa (2006), Ariza et al. (2008), Corbin & Singh (1993), Oigman-Pszczol & Creed (2007) e Perez et al. (2018) associam o acúmulo de resíduos sólidos encontrados nas praias com a sazonalidade e, conseqüentemente, com a frequência de banhistas. O aumento na concentração média de resíduos no verão em relação ao inverno foi de 28%, 80% e 119% na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, respectivamente. Entretanto, apesar de no geral mais resíduos terem sido coletados no verão, não foram observadas diferenças significativas entre as coletas de inverno e verão em uma mesma praia.

A Praia da Costa está localizada em uma região populosa, urbanizada, conhecida por receber banhistas o ano inteiro, principalmente da população local (JABOR et al., 2017). Tendo em vista que a área emersa da praia foi similar entre os perfis de inverno e verão, pode-se inferir que o aumento de 28% na concentração de resíduos sólidos respondeu à uma maior concentração de banhistas durante o verão. Mesmo sem apresentar diferenças significativas, o aumento na concentração de resíduos sólidos durante o verão reflete a maior frequência de banhistas esperada para essa época do ano.

Assim como na Praia da Costa, na Praia do Morro o aumento expressivo de resíduos encontrados no verão está diretamente relacionado com o aumento da população nesse período. Trata-se de uma praia muito importante para a economia do estado do Espírito Santo, visto que a demanda turística no verão chega a superar em 400% o número de residentes fixos da região (IBGE, 2010). Um aumento de 80% na concentração de resíduos coletados no verão em relação ao inverno responde à essa ocupação turística. Mesmo com um aumento do perfil emerso da praia no verão em relação ao inverno, a concentração de resíduos aumentou porque a quantidade de resíduos coletados, ou seja, número

de itens, durante o verão superou em 251% a quantidade de resíduos coletados no inverno.

A praia de Regência, por outro lado, está localizada em uma área de reserva biológica pouco urbanizada (Projeto TAMAR-IBAMA, 2002), e os materiais encontrados durante as coletas refletem a influência do Rio Doce sobre a região. Estudos como os de Araújo & Costa (2006) e Guerranti et al. (2017) consideram os rios como tendo grande influência no acúmulo de resíduos em ambientes praias, corroborando com os resultados encontrados. A ausência dos resíduos comumente encontrados nas praias urbanizadas, como as bitucas de cigarro, consolida a influência do Rio Doce no acúmulo de resíduos nessa região. O aumento de 119% na concentração (itens/m²) de resíduos do inverno pro verão, mesmo quando diferenças significativas não foram observadas, pode ser explicado pela diminuição da área emersa da praia, que variou na escala de 10 metros de uma coleta para outra. Uma área menor no verão pode ter causado o aumento da concentração de resíduos durante esse período.

Apesar de ser a praia menos urbanizada entre as três regiões estudadas, Regência apresentou maior concentração de resíduos do que a Praia da Costa durante o verão, refutando a hipótese (i) proposta nesse estudo. Além disso, a hipótese (ii) também foi refutada, tendo em vista que maiores concentrações de resíduos durante o verão não estão necessariamente relacionadas apenas à frequência de banhistas, e fatores como o aporte fluvial podem influenciar diretamente na presença de resíduos no ambiente praias, como observado em Regência.

As diferentes quantidades de bitucas encontradas em cada praia corroboram o que foi sugerido sobre as principais fontes de resíduos na Praia da Costa e na Praia do Morro serem os frequentadores, e em Regência ser o Rio Doce. A deposição desses resíduos nas praias é determinada por fatores como incidência de ventos, correntes, aportes fluviais, falta de conscientização ambiental e baixa eficiência nas atividades de limpeza urbana. Apesar de a quantidade de bitucas encontradas em uma praia não estar necessariamente relacionada à quantidade de cigarros consumidos *in situ* (ARAÚJO & COSTA, 2019), a presença dessas bitucas no meio ambiente é, impreterivelmente, consequência do comportamento humano e de como o cigarro está inserido em nossa sociedade. Além disso, foi observado que a maior parte das bitucas

aparentava ter sido descartada recentemente e, considerando que o filtro do cigarro possui degradação muito lenta (BARNES, 2011), pode-se inferir que o vento e a ação das ondas transportam as bitucas mais antigas para o mar ou para outras áreas, ou até mesmo as enterra na areia.

Araújo & Costa (2019) sugerem que, quanto mais tempo a bituca permanece no ambiente, mais danos ela pode causar à biota. Bom et al. (2020), em estudo sobre a percepção dos usuários de praias em relação ao acúmulo de resíduos, constataram que cerca de 80% dos banhistas não consideram as bitucas de cigarro como um resíduo, o que reflete a falta de conscientização da população em relação à ameaça ambiental que esses itens representam. Tendo em vista que uma única bituca pode contaminar mais de 1000 L de água (GREEN et al., 2014) e que sua degradação é lenta, independente das condições do ambiente (BONANOMI et al., 2015), ações de conscientização e de mitigação são essenciais para controlar esse problema sem precedentes.

Outros resultados corroboram o que foi proposto por Araújo & Costa (2006) de que além da frequência de banhistas, fontes externas também são potenciais fatores que podem influenciar no acúmulo de resíduos nas praias. Na Praia da Costa, o setor norte está localizado próximo a quiosques e uma feira de produtos artesanais. Os itens coletados neste transecto correspondem a aqueles geralmente consumidos nesse tipo de ambiente, como palitos de picolé, tampinhas de cerveja, bitucas de cigarro, guardanapos, embalagens de alimento, entre outros. Na Praia do Morro, a proximidade com o estuário do Canal de Guarapari poderia explicar o maior acúmulo de resíduos no setor Sul. Por outro lado, o que foi coletado corresponde a itens frequentemente utilizados por banhistas, como canudos, talheres descartáveis, palitos de picolé, fragmentos de isopor, bitucas de cigarro e embalagens de alimentos. Sendo assim, o maior acúmulo de resíduos no setor Sul pode estar associado à incidência de ventos e ondas predominantemente de E/NE (OLIVEIRA & ALBINO, 2014). Nesse caso, essas forçantes poderiam ser as responsáveis por transportar os resíduos e confiná-los na porção mais ao sul da praia, principalmente os itens leves (ARAÚJO & COSTA, 2007, ARAÚJO & COSTA, 2019) como os fragmentos de plástico e isopor, e as bitucas de cigarro, amplamente encontrados nesse trabalho.

Em Regência, o setor Norte se destacou na coleta de verão, e foi possível observar em campo que os resíduos coletados eram provavelmente utilizados em atividades domésticas, como embalagens de remédio, potes de plástico, itens de borracha, fragmentos de roupa e embalagens de alimentos, o que pode estar relacionado com a proximidade da praia de Regência - principalmente o setor Norte - à desembocadura do Rio Doce. 230 municípios localizam-se nas imediações da bacia hidrográfica do Rio Doce (LOSEKANN et al., 2020), e o descarte inadequado de resíduos, bem como o mau planejamento urbano ao longo de seu percurso, faz com que o Rio Doce seja uma fonte direta de poluição na praia de Regência. Os diferentes resultados da composição e das quantidades de resíduos coletados entre os transectos de uma mesma praia corroboram a hipótese (iv) sugerida nesse trabalho.

A relação de itens/m² não foi diretamente proporcional aos valores da quantidade total de resíduos em cada praia, o que pode ser explicado pelas diferentes áreas dos transectos – inclusive as variações da área de um mesmo transecto no inverno e no verão – e pela distribuição não normalizada das quantidades de resíduos coletados. Como observado na coleta de inverno, mais itens foram encontrados no setor Sul da Praia da Costa (66 itens) do que no da Praia do Morro (58 itens), mas a concentração de resíduos na Praia do Morro (1,42 itens/m²) superou a da Praia da Costa (0,76 itens/m²). Isso pode ter ocorrido porque, mesmo que a quantidade de itens tenha sido similar entre as duas praias, o perfil da Praia do Morro apresentou extensão de praia emersa aproximadamente duas vezes menor do que a Praia da Costa, causando uma maior concentração de resíduos na primeira em relação à segunda. Situação semelhante ocorreu no verão, onde 154 itens foram coletados no setor Norte da Praia da Costa e a concentração encontrada foi de 1,45 itens/m², sendo que em Regência, 63 itens foram coletados, mas a concentração foi de 1,48 itens/m². Novamente, a maior concentração de resíduos foi encontrada em Regência, que apresentou extensão de praia emersa cerca de duas vezes menor do que a Praia da Costa.

Os resultados obtidos com a aplicação do *Clean Coast Index* sugerem que esse índice pode subestimar a gravidade do acúmulo de resíduos sólidos em praias, apesar de o plástico ter sido o material mais encontrado durante as coletas. Andrade-Neto et al. (2010) também obtiveram resultados semelhantes

num estudo feito na Costa dos Coqueiros, no litoral norte da Bahia, em que foram feitas comparações entre o Índice Geral, abrangendo todos os resíduos coletados, e o CCI, que é exclusivo para os itens de plástico. Os autores sugerem que o *Clean Coast Index* pode não ser confiável para representar o nível de poluição de uma praia, principalmente quando há fontes significativas de outros materiais.

Fazendo-se uma comparação dos valores do Índice Geral e do CCI obtidos nesse estudo, o CCI se mostrou eficiente em classificar o nível de poluição das praias, com exceção da Praia do Morro. Isso pode ser explicado pelo fato de que, apesar de os itens de plástico terem sido maioria nessa praia, outras categorias também se destacaram, como papel, madeira e isopor. Portanto, o índice proposto por Alkalay et al. (2007) pode ser considerado um bom parâmetro para indicar o nível de poluição de uma praia, mas não deve ser a única ferramenta utilizada. Estudos sobre resíduos sólidos em ambientes marinhos como os de Carvalho-Souza & Tinôco (2011), Corbin & Singh (1993), Derraik (2002), Rangel-Buitrago et al. (2017) e Williams et al. (2016) encontraram itens de plástico em maior abundância, mas resíduos de vidro, borracha, papel, entre outros também foram documentados em quantidades expressivas. Sendo assim, essas matérias não podem ser negligenciadas e todo resíduo antropogênico encontrado na natureza deve ser considerado e avaliado.

A predominância de resíduos de plástico em todas as coletas reflete sua ampla utilização pela sociedade. Andrades et al. (2016) associam a origem dos resíduos de plástico nos oceanos com materiais que as pessoas utilizam no cotidiano, como as embalagens de alimentos e os utensílios descartáveis, sendo esses considerados a maior ameaça ambiental existente. Isso pôde ser observado na coleta de inverno em Regência, onde as embalagens de alimentos e os itens descartáveis representaram cerca de 16% de todo o material coletado. É importante destacar que esses itens eram caracteristicamente de uso cotidiano, e não necessariamente foram consumidos *in situ*, o que corrobora o que foi proposto anteriormente sobre a influência do Rio Doce em relação ao acúmulo de resíduos nessa praia.

Outro aspecto observado durante as coletas foi a abundância dos fragmentos de plástico em todas as praias. Esses itens são frações de antigos resíduos de plástico, fragmentados devido à ação mecânica das ondas e do

vento, exposição ao sol e tempo de residência no ambiente (COLE et al., 2011). Em um estudo feito a partir de simulações em laboratório, Chubarenko et al. (2020) sugeriram que os itens de plástico são mais facilmente fragmentados em praias refletivas, que caracteristicamente tendem a apresentar perfis com declives acentuados (ALBINO, 1999; CALLIARI et al., 2003), mas os resultados encontrados em campo não foram condizentes com essa afirmação. A maior abundância relativa dos fragmentos de plástico (30%) foi encontrada no setor Sul de Regência durante o inverno, cujo declive de 4,14% não foi o mais acentuado dentre as medições. Isso pode ser explicado pelo fato de que a velocidade de deposição de resíduos, tanto por ação humana ou por fontes externas, é maior do que a velocidade com que as forças ambientais atuam fragmentando os resíduos. Por isso, no setor sul da Praia do Morro na coleta de inverno, onde foi observado o maior declive (9,6%), os fragmentos de plástico representaram 24% do material coletado, mas as bitucas de cigarro foram mais abundantes (34%).

5.2. Categorização do Microplástico por tipo e dimensão

Os valores encontrados para concentração média de microplástico, desde 548 MP/m² (Regência no inverno) até 1845 MP/m² (Praia da Costa no verão) são muito superiores aos registrados por Maynard et al. (2021), que coletou amostras de microplástico presentes no sedimento de 6 praias da costa brasileira, incluindo Regência, onde foi encontrada uma relação de 16 MP/m². Em 2020, Alvarez-Zeferino et al. encontraram concentrações de 31,7 - 545,8 MP/m² em praias mexicanas. Segundo Hidalgo-Ruz & Thiel (2012), essa variabilidade de resultados pode estar relacionada com as diferentes variantes que atuam no acúmulo de resíduos nas praias, incluindo a metodologia empregada em cada estudo. Maynard et al. (2021), por exemplo, executaram apenas uma coleta pontual em uma área total de 2,5 m², o que pode ter causado uma subestimação dos dados. Além disso, é possível observar que não foram encontrados microplásticos do tipo fibra nas amostras de Maynard et al. (2021), mas esses foram os tipos mais abundantes no presente estudo. Já no caso de Alvarez-Zeferino et al. (2020), apenas os microplásticos maiores que 0,5 mm foram

considerados, o que também pode ter causado subestimação da presença de microplásticos nas praias estudadas. Entretanto, vale ressaltar que praias, por mais urbanizadas que sejam, são ambientes naturais e que qualquer indício de poluição antropogênica, por menor que seja, deve ser avaliado e contido.

Estudos como os de Alvarez-Zeferino et al. (2020) e Castro et al. (2020) sugerem que as forçantes que mais influenciam na deposição de microplásticos no sedimento praias é a ação das ondas e do vento. Martins (2011) verificou maior acúmulo de resíduos ao longo da linha de maré, associando esse fato à orientação da praia e à ação das ondas. Entretanto, resultados distintos foram observados no presente estudo, visto que não foram encontradas diferenças significativas entre as concentrações de microplástico nos níveis inferiores e superiores. Outros autores, como Gregory (2009), sugerem que o maior acúmulo de resíduos se dá em praias com perfis menos acentuados, mas sem levar em consideração as variantes externas. Essa relação foi observada em todas as praias nos dois períodos de coleta, com exceção de Regência no inverno, onde a maior concentração – além dos maiores tamanhos – de MPs foi encontrada no setor Centro, que apresentou o maior declive (7,54%).

Portanto, deduz-se que fontes externas sejam as principais responsáveis pelo acúmulo de microplástico nas praias do Espírito Santo, sendo que perfis menos acentuados possibilitam que os resíduos permaneçam depositados no sedimento. Entretanto, não é possível descartar a hipótese de que a ação das ondas age diretamente na deposição e remoção do microplástico, e estudos mais detalhados se fazem necessários para avaliar o padrão de deposição de resíduos de microplástico em maiores profundidades na coluna de sedimento. Para que a caracterização seja mais efetiva, sugere-se que sejam coletadas amostras de sedimentos em pontos mais diversos – como na ante-praia e na coluna d'água –, bem como que seja feito um acompanhamento dos eventos meteoceanográficos, antes, durante e depois das atividades de campo.

Estatisticamente, não foram encontradas correlações entre as concentrações de resíduos sólidos e as concentrações de microplástico em nenhuma das praias, refutando a hipótese (iii) proposta nesse estudo. Autores como Baptista Neto et al., 2019; Carvalho & Baptista Neto, 2016; Castro et al., 2020; Olivatto et al., 2019 associam os microplásticos encontrados em praias com a fragmentação de resíduos maiores presentes no ambiente. Entretanto,

relações inversamente proporcionais entre as duas concentrações podem ser explicadas pelo fato de que forçantes hidrodinâmicas podem também dissipar o microplástico no sedimento, hipótese que também foi proposta por Castro et al. (2020) num estudo feito no Embaiamento de Itaipú, no Rio de Janeiro. Os chamados microplásticos primários – pellets e microesferas – não foram observados em nenhuma das amostras, assim como estudos feitos por Figueiredo & Vianna (2018) e Olivatto et al. (2019) na Baía de Guanabara – RJ. Carvalho & Baptista Neto (2016) encontraram grandes quantidades de microplásticos primários no sedimento, mas nesse caso a região de estudo estava próxima a um grande pólo industrial. Portanto, mesmo que a presença de microplásticos nas praias esteja relacionada à abrasão de resíduos maiores, concentrações baixas de MPs podem estar relacionadas com as forçantes hidrodinâmicas da praia, que atuam dissipando esses resíduos.

Os microplásticos foram classificados como fibra ou fragmento, sendo as fibras possivelmente originadas de redes de pesca ou de produtos têxteis (RYAN et al., 2019; WANG et al., 2017) e os fragmentos originados do fracionamento de resíduos maiores (BAPTISTA NETO et al., 2019; CARVALHO & BAPTISTA NETO, 2016; CASTRO et al., 2020; OLIVATTO et al., 2019). As fibras representando a grande maioria dos microplásticos encontrados vai de acordo com estudos como o de Abidli et al. (2018) e Castro et al. (2020). Segundo os autores, as fibras sintéticas correspondem ao principal tipo de microplástico presente no ambiente marinho porque elas são derivadas de corpos de drenagem municipal. Em Vila Velha, por exemplo, apenas 59% do esgoto é coletado (SNIS, 2019), e existem vários pontos de despejado direto na Praia da Costa. Nos casos da Praia do Morro e da praia de Regência, a alta presença do microplástico do tipo fibra pode ser explicada pela influência direta do Canal de Guarapari e do Rio Doce, respectivamente, apesar de que atividades de pesca também podem ser responsáveis pela deposição desse tipo de resíduo nessas praias (CASTRO et al., 2020). Por outro lado, existem estudos que documentam a contaminação de microplástico através do ar (DRIS et al., 2016), o que serviria para explicar as maiores abundâncias de fragmentos que foram encontradas nos níveis superiores dos transectos. Os fragmentos, sendo eles originados da quebra de resíduos maiores, seriam depositados nos níveis mais altos da praia, próximo às fontes de origem desses resíduos.

As cores de microplástico mais observadas nas três praias foram azul, preto e transparente, padrão comum a diversos outros estudos em diferentes regiões do mundo (LOTS et al., 2017; MISIC et al., 2019; NOR & OBBARD, 2014; STOLTE et al., 2015; SYAKTI et al., 2018; ZHAO et al., 2015). As cores são um importante fator de discussão porque podem sugerir há quanto tempo o resíduo está exposto às intempéries do ambiente, sendo que cores amarronzadas estão relacionadas a um maior tempo de exposição (CASTRO et al., 2020). Apenas a coleta de inverno em Regência apresentou abundâncias expressivas de microplásticos marrons, o que pode sugerir que as praias estudadas possuem um alto dinamismo e alta taxa de deposição de resíduos mais recentes. Somado a isso, isso pode ser um indicativo de que o Rio Doce pode ser responsável por transportar microplásticos por longas distâncias, ao ponto de que os resíduos perdem sua cor original ao serem depositados na praia, apresentando coloração amarronzada.

Devido às dimensões semelhantes ao sedimento e a alguns organismos planctônicos, uma vez na praia, os microplásticos ficam biodisponíveis a uma grande variedade de organismos, como os detritívoros e planctívoros da base da cadeia trófica (WRIGHT et al., 2013). Uma vez ingeridos, esses resíduos podem causar abrasões e bloqueios internos. Há também o fator toxicológico dos microplásticos, causado pela lixiviação de seus componentes potencialmente contaminantes, como monômeros e aditivos. Uma vez liberados no ambiente, segundo Wright et al. (2013), esses constituintes podem causar disfunção endócrina e carcinogênese na biota. Além disso, diversos estudos (BAKIR et al., 2012; BAKIR et al., 2014; BARLETTA et al., 2019; WRIGHT et al., 2013) abordam a capacidade que os microplásticos possuem de concentrar em sua estrutura os poluentes orgânicos persistentes, conhecidos como POPs, e transportá-los pelos diferentes ambientes, podendo causar também bioacumulação e biomagnificação ao longo da cadeia trófica.

Em relação às classes de tamanhos, alguns estudos sugerem que regiões de maior energia apresentam resíduos de menores dimensões, devido a maior ação de ondas e correntes causar a fragmentação dos resíduos (COOPER & CORCORAN, 2010; ZBYSZEWSKI & CORCORAN, 2011; ZETTLER et al., 2013;). Por outro lado, estudos como Kooi et al. (2016), Kooi et al. (2017) e Besseling et al. (2017) sugerem que as classes menores estão mais suscetíveis

às ações de dispersão pelo vento. Do inverno (mais energia) pro verão (menos energia), as classes de tamanho mais representativas diminuíram ou permaneceram iguais, com exceção do setor Norte de Regência, cuja classe mais abundante passou de 0,5-1 para 1,5-2. Além disso, foi observado que as classes maiores (de 3,0 a >5,0 mm) foram mais abundantes no inverno do que no verão, em todas as praias. Portanto, pode-se inferir que a influência das forças hidrodinâmicas em dispersar os resíduos menores é mais significativa do que sua capacidade de fragmentação, corroborando os resultados obtidos por Kooi & Koelmans (2019).

6. CONCLUSÃO

O plástico foi a categoria mais encontrada em todas as praias, sendo que as bitucas de cigarro, inseridas nessa categoria, apresentaram abundância expressiva em praias cuja presença de banhistas é mais expressiva. Tendo em vista que esses itens estão diretamente relacionados com o comportamento humano, e ainda considerando os riscos de contaminação ambiental, nota-se a importância de ações de mitigação e conscientização para resolver a problemática do descarte indevido de bitucas de cigarro no meio ambiente.

As praias mostraram-se mais poluídas no verão do que no inverno, conforme as análises de CCI, com exceção da Praia da Costa, que foi classificada como poluída nos dois períodos. Tal fato está diretamente relacionado com os diferentes regimes de uso, principalmente devido aos tipos de resíduos encontrados, típicos de usuários que buscam estes ambientes para atividades de recreação. A exceção pode ser verificada na praia de Regência, onde a proximidade com o Rio Doce contribui diretamente na presença dos resíduos na região, típicos de utilização doméstica.

Esses resultados se mostraram eficientes em classificar os níveis de poluição nessas praias, visto que os itens de plástico foram os mais abundantes em todas elas. Entretanto, tendo em vista que itens de outras categorias – como isopor e papel – foram documentados em quantidades expressivas, sugere-se que o CCI não seja a única ferramenta utilizada em estudos referentes ao acúmulo de resíduos em praias, para que não haja subestimação de dados.

Além das variações sazonais, também foram observadas variações espaciais dentro de uma mesma praia, influenciadas pela ação antropogênica na Praia da Costa e na Praia do Morro e pelo aporte fluvial em Regência. Somado a isso, também foram observadas influências de forçantes físicas no acúmulo e transporte de resíduos sólidos, principalmente os mais leves. Tais forçantes também foram consideradas importantes no que diz respeito à fragmentação de resíduos sólidos, visto que fragmentos de plástico foram encontrados em quantidades expressivas em todas as amostras.

As concentrações de microplástico encontradas neste trabalho foram consideravelmente maiores do que outros estudos presentes na literatura, visto que as diferentes metodologias utilizadas podem subestimar os dados. Somado

a isso, a concentração de resíduos sólidos (itens/m²) não refletiu na concentração de microplásticos (MP/m²), o que pode estar relacionado à exportação ou acúmulo de microplásticos por forçantes hidrodinâmicas, como por exemplo a transferência de resíduos para a antepraia.

As fibras foram os tipos de microplástico mais encontrados, sendo esses resultados associados à influência dos corpos de drenagem municipal, que transportam esses itens para os ambientes costeiros e marinhos. As cores que mais predominaram foram as mesmas nas três praias em ambos os períodos, indicando que essas regiões sofrem influência da mesma fonte de resíduos. Itens marrons foram mais observados em Regência, fato associado à proximidade com a bacia do Rio Doce e, conseqüentemente, ao maior tempo de exposição às interpéries do ambiente.

A metodologia aplicada neste estudo se mostrou eficaz com relação ao baixo custo de aplicação, comparada por exemplo aos monitoramentos feitos em mar aberto. Entretanto, ao longo do trabalho, percebeu-se a necessidade de se aplicar amostragens periódicas ao longo de um intervalo de tempo mais amplo. Somado a isso, também se fazem necessárias amostragens mais abrangentes em relação à área da praia, onde sejam coletadas amostras na ante-praia e na região submersa. Outro ponto a se considerar, é que este estudo foi realizado durante a pandemia da Covid-19, que pode ter reduzido o número de frequentadores das praias e, conseqüentemente, subestimado os dados de resíduos antropogênicos encontrados nesse ambiente.

Apesar disso, os resultados obtidos neste e em outros estudos de mesma natureza, são essenciais para a tomada de decisão e a aplicação de políticas públicas eficazes, para que o acúmulo de resíduos antropogênicos deixe de ser um problema ambiental tão grande.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDLI, S.; ANTUNES, J. C.; FERREIRA, J. L.; LAHBIB, Y.; SOBRAL, P.; MENIF, N. T. E. 2018. Microplastics in sediments from the littoral zone of the north Tunisian coast (Mediterranean Sea). **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 205: 1-9.

ALBINO, J. Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação – ES. 1999. 175 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociência da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1999.

ALIMBA, C. G. & FAGGIO, C. 2019. Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. **Environmental Toxicology and Pharmacology** 68 (2): 61–74.

ALKALAY, R.; PASTERNAK, G.; ZASK, A. 2007. Clean-coast index - A new approach for beach cleanliness assessment. **Ocean and Coastal Management** 50 (5–6): 352–362.

ALVAREZ-ZEFERINO, J. C., OJEDA-BENÍTEZ, S., CRUZ-SALAS, A. A., MARTÍNEZ-SALVADOR, C., VÁZQUEZ-MORILLAS, A. 2020. Microplastics in Mexican beaches. **Resources, Conservation and Recycling** 155.

ANDRADE-NETO, G. F.; BORIO, C.; OLIVEIRA, A. 2010. O Clean Coast Index é um bom índice para indicar a poluição por lixo marinho? – Estudo de caso na Costa dos Coqueiros, BA. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2010 Rio Grande (RS)**, 17 a 21 de maio de 2010.

ANDRADES, R.; MARTINS, A. S.; FARDIM, L. M.; FERREIRA, J. S.; SANTOS, R. G. 2016. Origin of marine debris is related to disposable packs of ultra-processed food. **Marine Pollution Bulletin** 109 (1): 192-195.

ARAUJO, C. C. V. De; ROSA, D. D. M.; FERNANDES, J. M. 2013. Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. **Biotemas**, 21 (4): 73–80.

ARAÚJO, M. C. B. de & COSTA, M. F. da. 2006. The significance of solid wastes with land-based sources for a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 1 (1): 28–34.

ARAÚJO, M. C. B. de & COSTA, M. F. da. 2007. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Waste Management** 27: 833–839.

ARAÚJO, M. C. B. de & COSTA, M. F. da. 2019. A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. **Environmental Research** 172: 137-149.

ARIZA, E.; JIMÉNEZ, J. A.; SARDÁ, R. 2008. Seasonal evolution of beach waste and litter during the bathing season on the Catalan coast. **Waste Management** 28: 2604-2613.

ASENSIO-MONTESINOS, F.; ANFUSO, G.; RAMÍREZ, M. O.; SMOLKA, R.; SANABRIA, J. G.; ENRÍQUEZ, A. F.; ARENAS, P.; BEDOYA, A. M. 2020. Beach litter composition and distribution on the Atlantic coast of Cádiz (SW Spain). **Regional Studies in Marine Science** 34, 101050.

ASHTON, K.; HOLMES, L.; TURNER, A. 2010. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin** 60 (11): 2050–2055.

AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F. 2017. Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. **Marine Environmental Research** 128: 2-11.

BAKIR, A.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C. 2012. Competitive sorption of persistent organic pollutants onto microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin** 64: 2782–2789.

BAKIR, A.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C. 2014. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 140: 14-21.

BAPTISTA NETO, J. A., CARVALHO, D. G., MEDEIROS, K., DRABINSKI, T. L., MELO, G. V., SILVA, R. C. O., SILVA, D. C. P., BATISTA, L. S., DIAS, G. T. M., FONSECA, E. M., SANTOS FILHO, J. R. 2019. The impact of sediment dumping sites on the concentrations of microplastic in the inner continental shelf of Rio de Janeiro/Brazil. **Marine Pollution Bulletin** 149, 110558. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110558>.

BARBOZA, L. G. A. & GIMENEZ, B. C. G. 2015. Microplastics in the marine environment: Current trends and future perspectives. **Marine Pollution Bulletin** 97 (1–2): 5–12.

BARLETTA, M.; LIMA, A. R. A.; COSTA, M. F. 2019. Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. **Science of the Total Environment** 651: 1199–1218.

BARNES, D. K. A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C.; BARLAZ, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** 364 (1526): 1985–1998.

BARNES, R. L. 2011. Regulating the disposal of cigarette butts as toxic hazardous waste. **Tobacco Control** 20 (1): i45-i48.

Besseling, E.; Quik, J. T. K.; Sun, M.; Koelmans, A. A. 2017. Fate of Nano- and Microplastic in Freshwater Systems: A Modeling Study. **Environ. Pollut.** 220: 540–548.

BISI JUNIOR, R. C.; BISSOLI, L. B.; COUTINHO, M. S.; EGGERTH, M. K. P.; FREITAS, A. C. T.; GONÇALVES, J. G.; MARTINS, T. R.; PERASSOLI, F.; QUARESMA, V. S.; ROSSONI, L. M.; SALVIATO, J. T. 2011. Avaliação quali-quantitativa e espacial de microplásticos ao longo da Praia da Barrinha , Vila Velha (ES). **XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XIV COLACMAR**.

BONANOMI, G.; INCERTI, G.; CESARANO, G.; GAGLIONE, S. A.; LANZOTTI,

V. 2015. CB decomposition and associated chemical changes assessed by ¹³C CPMAS NMR. PLoS One. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117393>.

BROWNE, M. A. et al. 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. **Current Biology** 23 (23): 2388–2392.

CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO Jr, E. 2003. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Rev. bras. oceanogr.** 51 (único): 63-78.

CARVALHO, D. G., BAPTISTA NETO, J. A. 2016. Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. **Ocean Coast Management** 128: 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.009>.

CARVALHO-SOUZA, G. F.; TINÔCO, M. S. 2011. Avaliação do Lixo Marinho em Costões Rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management** 11 (1): 135-143. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa, Portugal.

CASTRO, R. O., SILVA, M. L. da, MARQUES, M. R. C. de ARAÚJO, F. V. 2020. Spatio-temporal evaluation of macro, meso and microplastics in surface waters, bottom and beach sediments of two embayments in Niterói, RJ, Brazil. **Marine Pollution Bulletin** 160: 111537. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111537>.

CHESHIRE, A. C.; ADLER, E.; BARBIÈRE, J.; COHEN, Y.; EVANS, S.; JARAYABHAND, S.; JEFTIC, L.; JUNG, R. T.; KINSEY, S.; KUSUI, E. T.; LAVINE, I.; MANYARA, P.; OOSTERBAAN, L.; PEREIRA, M. A.; SHEAVLY, S.; TKALIN, A.; VARADARAJAN, S.; WENNEKER, B.; WESTPHALEN, G. UNEP/IOC. 2009. Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. **UNEP Regional Seas Reports and Studies**, Nº. 186; IOC Technical Series Nº. 83, 120 p.

CHUBARENKO, I.; EFIMOVA, I.; BAGAEVA, M.; BAGAEV, A.; ISACHENKO, I. 2020. On mechanical fragmentation of single-use plastics in the sea swash zone

with different types of bottom sediments: Insights from laboratory experiments.

Marine Pollution Bulletin 150, January 2020, 110726.

COE, J. M. & ROGERS, D. B. 1997. Marine Debris: sources, impacts and solutions. **New York: Springer-Verlag**, p. 432.

COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. **Marine Pollution Bulletin** 62 (12): 2588–2597.

CORBIN, C. J. & SINGH, J. G. 1993. Marine Debris Contamination of Beaches in St. Lucia and Dominica. **Marine Pollution Bulletin** 26 (6): 325-328.

COOPER, D. A. & CORCORAN, P. L. 2010. Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai. Hawaii. **Mar. Pollut. Bull.** 60 (5): 650–654.

CURTIS, C.; NOVOTNY, T. E.; LEE, K.; FREIBERG, M.; MCLAUGHLIN, I. 2017. Tobacco industry responsibility for butts: a Model Tobacco Waste Act. **Tob. Control** 26, 113–117.

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. 2021. Marine macroinvertebrates inhabiting plastic litter in Peru. **Marine Pollution Bulletin** 167, 112296.

DERRAIK, J. G. B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin** 44 (9): 842–52.

DINIZ, C.; CORTINHAS, L.; NERINO, G.; RODRIGUES, J.; SADECK, L.; ADAMI, M.; SOUZA-FILHO, P. 2019. Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. **Remote Sensing** 11 (7), p. 808.

DRIS, R., GASPERI, J., SAAD, M., MIRANDE, C., TASSIN, B. 2016. Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment? **Marine Pollution Bulletin** 104 (1–2): 290–293.

ENGLER, R. E. 2012. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. **Environmental Science and Technology** 46 (22): 12302–12315.

ENDO, S.; TAKIZAWA, R.; OKUDA, K.; TAKADA, H.; CHIBA, K.; KANEHIRO, H.; OGI, H.; YAMASHITA, R.; DATE, T. 2005. Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences. **Marine Pollution Bulletin** 50 (10): 1103–1114.

EMERY, K.O., 1961. Simple method of measuring beach profiles. **Limnology and Oceanography**, 6: 90-93.

FIGUEIREDO, G. M. & VIANNA, T. M. P. 2018. Suspended microplastics in a highly polluted bay: abundance, size, and availability for mesozooplankton. **Marine Pollution Bulletin** 135: 256–265.

FIRTH, L. B.; KNIGHTS, A. M.; THOMPSON, R. C.; MIESZKOWSKA, N.; BRIDGER, D.; EVANS, A.; MOORE, P. J.; O'CONNOR, N. E.; SHEEHAN, E. V.; HAWKINS, S. J. 2016. Ocean sprawl: challenges and opportunities for biodiversity management in a changing world. In: DALE, A. C.; SMITH, I. P.; HUGHES, R. N.; HUGHES, D. J. (Eds.). **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**. Boca Raton: CRC Press, 189–262.

FRIAS, J. P. G. L. & NASH, R. 2019. Microplastics: Finding a consensus on the definition. **Marine Pollution Bulletin** 138:145–147.

GALGANI, F.; HANKE, G.; MAES, T. Global distribution, composition and abundance of marine litter. Chapter 2. pp 29 – 56. In: BERGMANN, M., GUTOW, L., KLAGES, M. (Eds.), **Marine Anthropogenic Litter**. Published by Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht, London. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>.

GARCÉS-ORDÓÑEZ, O.; DÍAZ, L. F. E.; CARDOSO, R. P.; MUNIZ, M. C. 2020. The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. **Marine Pollution Bulletin** 160, 111558.

GREEN, A. L. R.; PUTSCHEW, A.; NEHLS, T. 2014. Littered CB as a source of nicotine in urban waters. **J. Hydrol.** 519: 3466–3474.

GREGORY, M. R. 1999. Plastics and South Pacific island shores: Environmental implications. **Ocean and Coastal Management** 42 (6–7): 603–615.

GREGORY, M. R., 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, 364: 2013-2025 (doi: 10.1098/rstb.2008.0265).

GUERRANTI, C.; CANNAS, S.; SCOPETANI, C.; FASTELLI, P.; CINCINELLI, A.; RENZI, M. 2017. Plastic litter in aquatic environments of Maremma Regional Park (Tyrrhenian Sea, Italy): Contribution by the Ombrone river and levels in marine sediments. **Marine Pollution Bulletin** 117: 366–370.

HIDALGO-RUZ, V. & THIEL, M. 2013. Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. **Mar. Environ. Res.** 87-88: 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.02.015>.

HOLZ, S. A verticalização na orla da Praia da Costa, Vila Velha/ES: 1980 a 2010. 2019. **Simpósio Nacional de Geografia Urbana, XVI SINPURB**. Universidade Federal do Espírito Santo, UFES.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2000: agregados preliminares**. Espírito Santo, 2010.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de manejo da Reserva Biológica de Comboios**, 2018. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/Plano_de_Manejo_da_Rebio_de_Comboios.pdf>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

IVAR DO SUL, J. A. & COSTA, M. F. 2007. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where

do we go from here? **Marine Pollution Bulletin** 54 (8): 1087–1104.

JABOR, P.; CUPERTINO, W.; ALEIXO, J.; DOS ANJOS, S. R.; MUEHE, D; ALBINO, J. 2017. Caracterização preliminar das ocorrências de acidentes com banhistas nas praias oceânicas urbanizadas no município de Vila Velha, ES. **Revista Brasileira de Geografia Física** 10 (5): 1481-1495.

JEFTIC, L., SHEAVLY, S., ADLER, E., MEITH, N. 2009. Marine Litter: A Global Challenge Marine Litter : A Global Challenge. [s.l: s.n.].

KOOI, M.; REISSER, J.; SLAT, B.; FERRARI, F. F.; SCHMID, M. S.; CUNSOLO, S.; BRAMBINI, R.; NOBLE, K.; SIRKS, L.-A.; LINDERS, T. E. W.; SCHOENEICH-ARGENT, R. I.; KOELMANS, A. A. 2016. The Effect of Particle Properties on the Depth Profile of Buoyant Plastics in the Ocean. **Sci. Rep.** 6, 33882.

KOOI, M.; VAN NES, E. H.; SCHEFFER, M.; KOELMANS, A. A. Ups and Downs in the Ocean: Effects of Biofouling on the Vertical Transport of Microplastics. *Environ.* 2017. **Sci. Technol.** 51 (14): 7963–7971.

KOOI, M. & KOELMANS, A. A. 2019. Simplifying Microplastic via Continuous Probability Distributions for Size, Shape, and Density. **Environmental Science & Technology Letters** 2019 6 (9): 551-557. DOI: 10.1021/acs.estlett.9b00379.

KOWSMANN, R., 1970. Variações de curto e longo prazo de um perfil da praia de Copacabana, Rio de Janeiro. **Publicação do Instituto de Pesquisas da Marinha**, Rio de Janeiro, 39: 16p.

LOSEKANN, C.; DIAS, T. H.; CAMARGO, A. V. M. 2020. The Rio Doce mining disaster: legal framing in the Brazilian justice system. **The Extractive Industries and Society** 7: 199–208.

LOTS, F. A. E., BEHRENS, P., VIJVER, M. G., HORTON, A. A., BOSKER, T. 2017. A large-scale investigation of microplastic contamination: abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment. **Marine Pollution Bulletin** 123 (1–2): 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.057>.

MARTINS, J. V. F. 2011. Caracterização de Resíduos Plásticos na Costa Portuguesa – Será um Microproblema? Dissertação de Mestrado, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa – Portugal.

MAYNARD, I. F. N et al., 2021. Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. **Science of the Total Environment** 771 (2021) 144777.

MISIC, C., COVAZZI HARRIAGUE, A., FERRARI, M. 2019. Hydrodynamic forcing and sand permeability influence the distribution of anthropogenic microparticles in beach sediment. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 106429. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106429>.

NEVES, R. C.; SANTOS, L. A. S.; OLIVEIRA, K. S. S.; NOGUEIRA, I. C. M.; LOUREIRO, D. V.; FRANCO, T.; FARIAS, P. M.; BOURGUINON, S. N.; CATABRIGA, G. M.; BONI, G. C.; QUARESMA, V. S. 2011. Análise Qualitativa da Distribuição de Lixo na Praia da Barrinha (Vila Velha - ES). Revista de Gestão Costeira Integrada - **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, 11 (1): 57-64. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa, Portugal.

NICOLODI, J. L. & PETERMANN, R. M. 2010. Potential vulnerability of the Brazilian coastal zone in its environmental, social, and technological aspects. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5 (2): 12–32.

NOR, N. H. M. & OBBARD, J. P. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. **Mar. Pollut. Bull.** 79: 278–283. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.025>.

NOVOTNY, T. E. & SLAUGHTER, E., 2014. Tobacco product waste: an environmental approach to reduce tobacco consumption. **Curr. Environ. Health Rpt** 1: 208–216.

OIGMAN-PSZCZOL, S. S. & CREED, J. C. 2007. Quantification and classification of marine litter on beaches along Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Coastal Research**, 23 (2): 421–428. West Palm Beach (Florida),

ISSN 0749-0208.

OLIVATTO, G. P., MARTINS, M. C. T., MONTAGNER, C. C., HENRY, T. B., CARRERA, R. S. 2019. Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Marine Pollution Bulletin** 139: 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.042>.

OLIVEIRA, L. A. K. & ALBINO, J. 2014. Mobilidade e erosão da Enseada da Praia do Morro, Guarapari - ES, em diferentes escalas de tempo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 15 (1).

ORTIZ, L. C. Resíduos Sólidos em praias do Espírito Santo sob diferentes regimes de uso. 2010. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Programa de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo. p. 69.

POETA, G.; CONTI, L.; MALAVASI, M.; BATTISTI, C.; ACOSTA, A. T. R. 2016. Beach litter occurrence in sandy littorals: The potential role of urban areas, rivers and beach users in central Italy. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 181: 231-237.

PROJETO TAMAR-IBAMA. Plano de Desenvolvimento Integrado e Sustentável para as Comunidades do Entorno da Reserva Biológica de Comboios. Vitória: [s.n.], 2002. 60 p.

RANGEL-BUITRAGO, N.; WILLIAMS, A.; ANFUSO, G.; ARIAS, M.; GRACIA C, A. 2017. Magnitudes, sources, and management of beach litter along the Atlantico department coastline, Caribbean coast of Colombia. **Ocean & Coastal Management** 138: 142-157.

RANGEL-BUITRAGO, N.; MENDOZA, A. V.; GRACIA C, A.; MANTILLA-BARBOSA, E.; ARANA, V. A.; TRILLERAS, J.; ARROYO-OLARTE, H. 2019. Litter impacts on cleanliness and environmental status of Atlantico department beaches, Colombian Caribbean coast. **Ocean & Coastal Management** 179, 104835.

REES, G. & POND, K. 1995. Marine Litter Monitoring Programmes - A Review of Methods with Special Reference to National Surveys. **Marine Pollution Bulletin**, 30 (2): 103-108.

RIBEIRO, V. V.; PINTO, M. A. S.; MESQUITA, R. K. B.; MOREIRA, L. B.; COSTA, M. F.; CASTRO, I. B. 2021. Marine litter on a highly urbanized beach at Southeast Brazil: A contribution to the development of litter monitoring programs. **Marine Pollution Bulletin** 163, 111978.

RYAN, P. G.; TURRA, A.; KERSHAW, P. J. **GESAMP 2019** - Guidelines for the monitoring & assessment of plastic litter in the ocean Reports & Studies 99 (editors Kershaw, P.J., Turra, A. and Galgani, F.).

SANTANA, M. F. M.; ASCER, L. G.; CUSTÓDIO, M. R.; MOREIRA, F. T.; TURRA, A. 2016. Microplastic contamination in natural mussel beds from a Brazilian urbanized coastal region: Rapid evaluation through bioassessment. **Marine Pollution Bulletin** 106 (1–2): 183–189.

SANTOS, A. A.; NOBRE, F. S. De M.; RIBEIRO, F.; NILIN, J. 2020. Initial beach litter survey in a conservation unit (Santa Isabel Biological Reserve, Sergipe) from northeast Brazil. **Marine Pollution Bulletin** 153, 111015.

SHEAVLY, S. B. & REGISTER, K. M. 2007. Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions. **J Polym Environ** 15: 301–305.

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; BARBOSA DE ARAÚJO, M. C.; FERREIRA Da COSTA, M. 2009. Plastic litter on an urban beach - A case study in Brazil. **Waste Management and Research** 27 (1): 93–97.

SLAUGHTER, E.; GERSBERG, R. M.; WATANABE, K.; RUDOLPH, J.; STRANSKY, C.; NOVOTNY, T. E. 2011. Toxicity of CB, and their chemical components, to marine and freshwater fish. **Tob. Control** 20 (1), i25–i29.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2019. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. 190 p.

STOLTE, A., FORSTER, S., GERDTS, G., SCHUBERT, H. 2015. Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. **Mar. Pollut. Bull.** 99 (1–2): 216–229. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.022>.

SYAKTI, A. D., HIDAYATI, N. V., JAYA, Y. V., SIREGAR, S., YUDE, H., SUHENDY, R., ASIA, L., WONGWAH-CHUNG, P., DOUMENQ, P. 2018. Simultaneous grading of microplastic size sampling in the Small Islands of Bintan water, Indonesia. **Mar. Pollut. Bull.** 137: 593–600. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.005>.

TEUTEN, E. L. et al. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** 364 (1526): 2027–2045.

THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S. J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D.; RUSSELL, A. E. 2004. Lost at Sea: Where Is All the Plastic? **Science** 304 (5672): 838.

THOMPSON, R. 2005. New Directions in Plastic Debris. **Science** 310 (5751): 1117b-1117b.

UN – UNITED NATIONS. Ocean Fact Sheet Package. **The Ocean Conference**, New York, 5-9 June 2017.

VEDOLIN, M. C.; TEOFILO, C. Y. S.; TURRA, A.; FIGUEIRA, R. C. L. 2018. Spatial variability in the concentrations of metals in beached microplastics. **Marine Pollution Bulletin** 129 (2): 487–493.

VEERASINGAM, S.; AL-KHAYAT. J. A.; ABOOBACKER, V. M.; HAMZA, S.; VETHAMONY, P. 2020. Sources, spatial distribution and characteristics of marine litter along the west coast of Qatar. **Marine Pollution Bulletin** 159, 111478.

WANG, J., PENG, J., TAN, Z., GAO, Y., ZHAN, Z., CHEN, Q., CAI, L. 2017. Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals.

Chemosphere 171: 248–258.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.12.074>.

WILLIAMS, A. T. & RANGEL-BUITRAGO, N. 2019. Marine Litter: Solutions for a Major Environmental Problem. **Journal of Coastal Research** 35 (3): 648–663.

WILLIAMS, A. T.; RANDERSON, P.; GIACOMO, C. Di; ANFUSO, G.; MACIAS, A.; PERALES, J. A. 2016. Distribution of beach litter along the coastline of Cádiz, Spain. **Marine Pollution Bulletin** 107: 77–87.

WRIGHT, S. L., THOMPSON, R. C., GALLOWAY, T. S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environ. Pollut.** 178: 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.

ZBYSZEWSKI, M. & CORCORAN, P. L. 2011. Distribution and degradation of fresh waterplastic particles along the beaches of Lake Huron, Canada. **Water Air Soil Pollut.** 220: 365–372.

Zettler, E. R.; Mincer, T. J.; Amaral-Zettler, L. A. 2013. Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. **Environ. Sci. Technol.** 47 (13): 7137–7146.

ZHAO, S., ZHU, L., LI, D. 2015. Microplastic in three urban estuaries, China. **Environ. Pollut.** 206: 597–604. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.08.027>.

8. ANEXOS

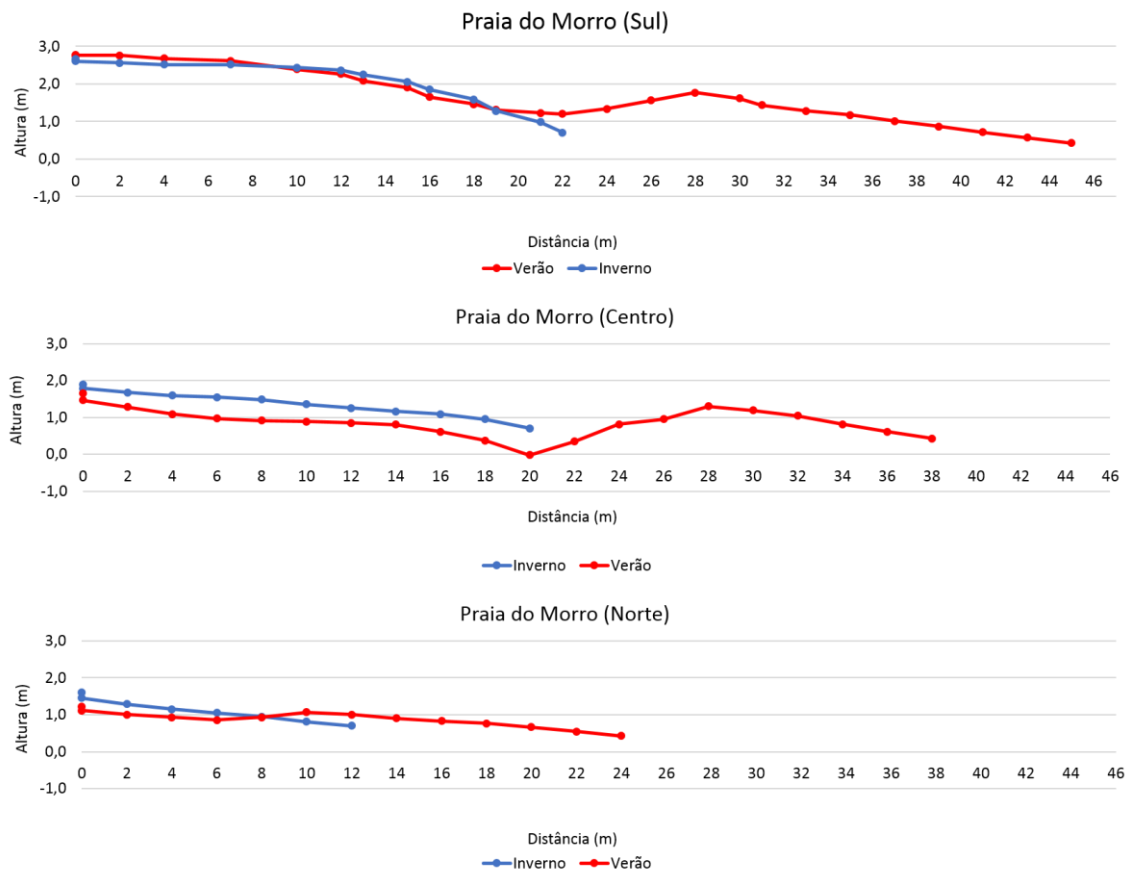


Figura A – Representação gráfica dos perfis topográficos medidos durante as coletas de resíduos no inverno (azul) e verão (vermelho) na Praia do Morro.

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

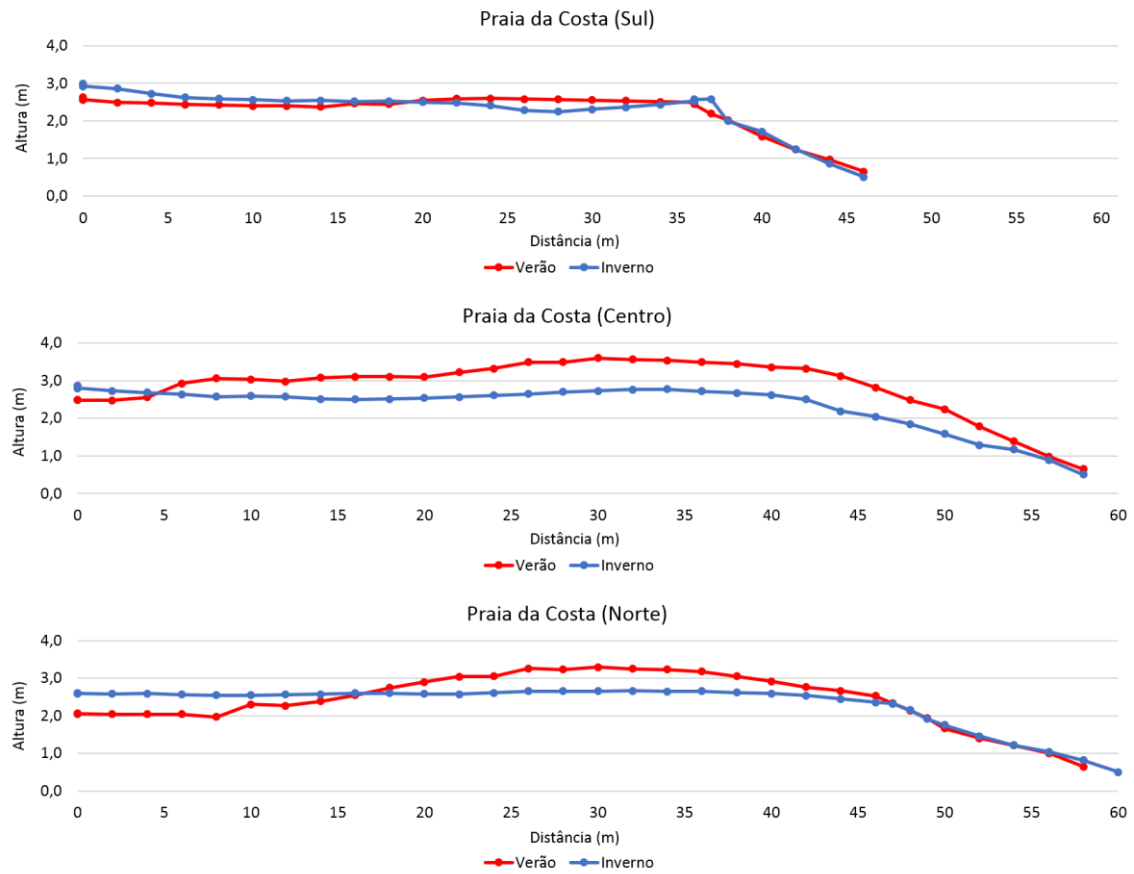


Figura B – Representação gráfica dos perfis topográficos medidos durante as coletas de resíduos no inverno (azul) e verão (vermelho) na Praia da Costa.

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

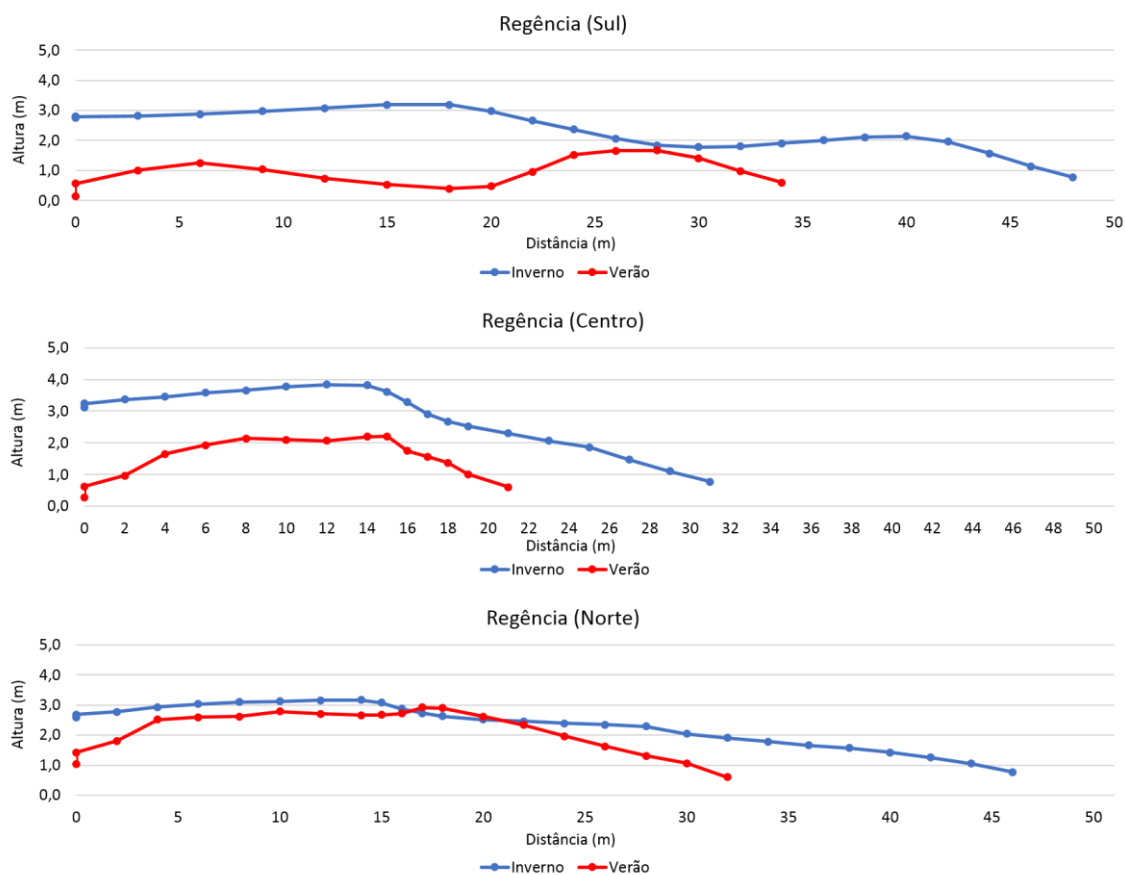


Figura C26 – Representação gráfica dos perfis topográficos medidos durante as coletas de resíduos no inverno (azul) e verão (vermelho) na praia de Regência.

Tabela A - Total de resíduos coletados em cada transecto nas coletas de inverno e verão

Praia	Quantidade de resíduos coletados											
	Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
	Sul	Centro	Norte	TOTAL	Sul	Centro	Norte	TOTAL	Sul	Centro	Norte	TOTAL
Inverno	66	59	86	211	58	4	9	70	56	24	34	114
Verão	76	29	154	259	113	86	48	247	32	38	63	133

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela B – Média de itens por setor encontrados na coleta de inverno na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, continuação

Categoria	Item	INVERNO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Outros	Corda	0,7	0,3	0,3	1,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,7	0,0	0,7
Outros	Couro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Fita Cetin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3
Outros	Máscara cirúrgica	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Resto Construção	10,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Outros	Rolha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Canudo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Confete	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Embalagem Papel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Guardanapo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Papel	5,0	1,7	1,7	8,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3
Papel	Papelão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Sachê sal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Apito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Batom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Bexiga	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	0,0	0,0	0,7
Plástico	Bituca	17,7	20,3	28,3	66,3	23,7	0,7	2,0	26,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Canudo	0,3	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,3	0,0	1,0
Plástico	Chinelo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
Plástico	Colher Plástico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Copo Plástico	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	1,3	3,0	8,0
Plástico	Cotonete	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Embalagem Bala	1,0	1,0	0,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	1,3	0,7	5,3
Plástico	Embalagem canudo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Embalagem Plástica	1,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,0	0,3	1,0	3,3	1,3	0,0	4,7
Plástico	Embalagem Sorvete	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela B – Média de itens por setor encontrados na coleta de inverno na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, continuação

Categoria	Item	INVERNO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Plástico	Eppendorf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Esponja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
Plástico	Fibra/Linha	0,7	0,3	2,0	3,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,3	0,3	0,0	0,7
Plástico	Fio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
Plástico	Fita adesiva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fita Crepe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fita isolante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
Plástico	Fragmento Plástico	20,7	21,3	43,3	85,3	17,0	1,3	2,7	21,0	34,7	13,7	22,7	71,0
Plástico	Garfo descartável	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Garrafa PET	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	3,3	4,3
Plástico	Isqueiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
Plástico	Lacre de Pet	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Mangueira de gás	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Miçanga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Nylon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Plástico	Palito Pirulito	0,0	0,7	0,3	1,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,7
Plástico	Pote	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Sachê maionese	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Saquinho zip-lock	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Selo de bebida	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Tampa de caneta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Tampa de copo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Tampinha Plástica	0,7	0,7	0,0	1,3	0,7	0,0	0,0	0,7	4,0	1,3	0,7	6,0
Plástico	Terço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tecido	Tecido	0,0	0,7	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,3	1,7	0,7	1,3	3,7
Vidro	Embalagem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3

Tabela B – Média de itens por setor encontrados na coleta de inverno na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, continuação

Categoria	Item	INVERNO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Vidro	Pote	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vidro	Vidro	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,3	0,3

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela C – Média de itens por setor encontrados na coleta de verão na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência

Categoria	Item	VERÃO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Borracha	Borracha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Borracha	Elástico Borracha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Borracha	Fragmento Borracha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	1,3	4,7	6,0
Isopor	Isopor	2,3	4,7	4,3	11,3	6,7	1,0	1,3	9,0	5,0	15,0	23,0	43,0
Madeira	Fósforo	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0	0,0	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Madeira	Palito Churrasco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Madeira	Palito Picolé	2,0	1,0	7,0	10,0	4,0	2,0	2,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Madeira	Palito de dente	0,0	0,0	0,7	0,7	0,7	1,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Madeira	Resto Madeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Anel de latinha	4,3	0,0	1,7	6,0	0,7	1,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Cabo Aço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Chave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Embalagem Alumínio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Ferro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Fio de Aço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Metal	Fio Arame	1,0	0,0	0,3	1,3	0,0	1,0	0,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Fragmento Alumínio	1,0	2,3	5,0	8,3	2,0	2,0	0,7	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Lacre Metal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Lata de cerveja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Metal	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Tampinha Metal	3,3	0,0	5,0	8,3	0,3	2,0	5,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Metal	Zíper	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Algodão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Band-aid	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Carvão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela C – Média de itens por setor encontrados na coleta de verão na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, continuação

Categoria	Item	VERÃO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Outros	Chiclete	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Corda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Couro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Fita Cetin	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
Outros	Máscara cirúrgica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3
Outros	Resto Construção	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros	Rolha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Canudo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Confete	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Embalagem Papel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Papel	Guardanapo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Papel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3
Papel	Papelão	0,0	0,0	1,0	1,0	1,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Papel	Sachê sal	4,7	0,3	7,7	12,7	12,7	7,7	1,0	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Apito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Batom	0,0	0,0	0,3	0,3	1,7	1,0	0,0	2,7	0,3	0,0	0,0	0,3
Plástico	Bexiga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Plástico	Bituca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Canudo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Chinelo	36,7	10,0	75,3	122,0	29,7	36,0	17,7	83,3	0,0	0,0	0,3	0,3
Plástico	Colher Plástico	1,0	0,0	0,7	1,7	9,0	2,0	0,7	11,7	0,3	0,3	0,3	1,0
Plástico	Copo Plástico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Plástico	Cotonete	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,7	1,0	3,7	0,0	0,0	0,3	0,3
Plástico	Embalagem Bala	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	1,0	1,3
Plástico	Embalagem canudo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	1,3	2,0

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela C – Média de itens por setor encontrados na coleta de verão na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, continuação

Categoria	Item	VERÃO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Plástico	Embalagem Plástica	0,3	0,0	2,3	2,7	1,3	0,0	0,7	2,0	0,7	0,0	1,3	2,0
Plástico	Embalagem Sorvete	0,0	0,0	1,0	1,0	0,7	0,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Eppendorf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,7
Plástico	Esponja	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fibra/Linha	0,0	0,7	2,3	3,0	3,7	3,0	0,0	6,7	1,0	0,3	2,0	3,3
Plástico	Fio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fita adesiva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fita Crepe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fita isolante	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Fragmento Plástico	16,3	8,0	34,7	59,0	21,7	12,0	7,0	40,7	15,0	14,0	15,3	44,3
Plástico	Garfo descartável	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Garrafa PET	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	1,3
Plástico	Isqueiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Plástico	Lacre de Pet	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,3	0,3	0,7	0,0	0,7	0,7	1,3
Plástico	Mangueira de gás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Miçanga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Nylon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Palito Pirulito	0,3	0,0	0,7	1,0	0,0	0,7	1,0	1,7	0,3	0,7	0,3	1,3
Plástico	Pote	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	3,0	4,3
Plástico	Sachê maionese	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Saquinho zip-lock	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Selo de bebida	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Tampa de caneta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Plástico	Tampa de copo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Plástico	Tampinha Plástica	0,3	1,3	1,3	3,0	1,7	1,7	1,3	4,7	6,7	3,3	4,0	14,0

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela C – Média de itens por setor encontrados na coleta de verão na Praia da Costa, Praia do Morro e Regência, continuação

Categoria	Item	VERÃO											
		Praia da Costa				Praia do Morro				Regência			
		Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total	Sul	Centro	Norte	Total
Plástico	Terço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tecido	Tecido	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Vidro	Embalagem	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vidro	Pote	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7
Vidro	Vidro	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,7	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela D – Distribuição percentual das cores dos microplásticos coletados no inverno

Cor	INVERNO																	
	Praia da Costa						Praia do Morro						Regência					
	Sul		Centro		Norte		Sul		Centro		Norte		Sul		Centro		Norte	
	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup
amarelo	0	5%	1%	3%	0%	3%	0%	3%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	2%
azul	26%	14%	29%	13%	40%	9%	32%	12%	25%	10%	32%	23%	11%	15%	34%	12%	22%	8%
branco	0	3%	1%	0%	0%	4%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
cinza	7%	1%	14%	0%	4%	0%	5%	0%	8%	1%	3%	9%	0%	1%	0%	5%	2%	12%
laranja	2%	1%	1%	1%	0%	1%	2%	5%	2%	1%	0%	0%	2%	0%	0%	8%	0%	8%
lilás	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
marrom	3%	4%	4%	1%	5%	1%	2%	1%	4%	2%	0%	3%	4%	2%	9%	14%	6%	6%
preto	41%	12%	22%	6%	30%	6%	39%	10%	46%	9%	48%	30%	30%	54%	19%	17%	46%	24%
rosa	0%	1%	1%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
roxo	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
transparente	14%	34%	20%	57%	16%	52%	16%	35%	12%	70%	13%	26%	49%	26%	33%	38%	22%	39%
verde	1%	3%	0%	3%	1%	5%	2%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
verde-água	1%	9%	1%	9%	0%	8%	1%	19%	0%	1%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	2%
vermelho	6%	13%	6%	8%	4%	9%	2%	4%	3%	4%	0%	8%	0%	1%	3%	1%	2%	0%

Variabilidade Espaço-Temporal de Lixo Marinho em Praias do Espírito Santo

Tabela E – Distribuição percentual das cores dos microplásticos coletados no verão

INVERNO																			
Cor	Praia da Costa						Praia do Morro						Regência						
	Sul		Centro		Norte		Sul		Centro		Norte		Sul		Centro		Norte		
	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	
amarelo	0%	1%	0%	1%	0%	2%	0%	4%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
azul	17%	13%	16%	5%	17%	14%	7%	4%	28%	17%	26%	18%	21%	13%	25%	0%	1%	7%	
branco	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
cinza	33%	0%	26%	0%	20%	0%	40%	11%	29%	3%	9%	0%	34%	9%	10%	7%	3%	8%	
laranja	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	4%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	8%	1%	4%	
lilás	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
marrom	7%	0%	3%	0%	8%	0%	0%	2%	2%	3%	4%	3%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	
preto	29%	1%	38%	5%	35%	5%	35%	8%	34%	28%	22%	35%	41%	50%	59%	53%	43%	31%	
rosa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
roxo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
transparente	9%	68%	11%	82%	15%	62%	4%	45%	5%	32%	27%	25%	0%	22%	0%	21%	52%	47%	
verde	0%	4%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
verde-água	0%	5%	0%	3%	1%	6%	3%	16%	0%	7%	0%	8%	0%	5%	6%	0%	0%	0%	0%
vermelho	5%	8%	5%	3%	5%	6%	11%	4%	2%	7%	12%	9%	4%	0%	0%	5%	0%	2%	