

**VARIAÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS DE
PRAIAS DO LITORAL FLUMINENSE**
**SPATIAL AND SEASONAL VARIATION OF MICROPLASTICS IN SEDIMENTS FROM
BEACHES ON THE COAST OF FLUMINENSE**

Nome do autor

Igor da Costa Leônico, graduando do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário São Jose.

Orientadores

Prof. Me. Thiago de Ávila Medeiros do Centro Universitário São José.
Prof. Dr. Daniel Medina Corrêa Santos do Instituto Marés.

RESUMO

Os microplásticos são polímeros que variam de 1mm a 5mm. Podem ser divididos em microplásticos primários - produzidos pelas indústrias para fabricação de outros produtos - e microplásticos secundários - resultantes da fragmentação, em função da degradação, de macrolásticos por meio da exposição ao ambiente. O descarte irregular desses polímeros e sua alta capacidade de dispersão e resistência à decomposição apresentam riscos à biodiversidade marinha, devido à capacidade de acumular contaminantes e ao risco da ingestão direta ou indireta, indicando risco de bioacumulação em diversos níveis tróficos. Este trabalho teve como objetivo analisar a presença de microplásticos em sedimentos de praias do litoral fluminense. Foram feitas coletas em testemunhos de 10cm a 20cm de sedimento das praias de Abraão em Ilha Grande, Tubiacanga na Ilha do Governador e Aquarius em Cabo Frio. Os sedimentos passaram em peneiras de 5mm e 1mm e secos em estufas. Foram retirados 100g dos sedimentos para a triagem manual dos microplásticos com auxílio de lupas binoculares. Foram encontrados fragmentos de microplástico e fibras das cores brancas, azuis, vermelhas e pretas. Os resultados mostraram que Abraão e Aquarius apresentaram a maior ocorrência de microplásticos, sem diferenças estatísticas durante o inverno. O turismo pode ser o principal fator para Abraão na presença desses polímeros, já Aquarius, por ser uma praia oceânica e apresentar uma alta energia, apresenta uma grande influência do mar. Já no verão, com o advento da chuva, Tubiacanga foi a única região a apresentar diferenças estatísticas ao comparar as duas estações, pois recebe influência de diversos rios que desaguam ao entorno. Sendo assim, a distribuição de microplásticos no litoral fluminense apresenta uma variação que pode ser explicada por fatores locais e é possível que esteja diretamente ligada à energia de praia e à influência do turismo, pois ele está correlacionado com impacto na praia.

Palavras-chave: praias, polímeros e fragmentos.

ABSTRACT

Microplastics are polymers ranging from 1mm to 5mm. They can be divided into primary microplastics – produced by industries to manufacture other products – and secondary microplastics – resulting from the fragmentation, due to degradation, of macroplastics due to exposure to the environment. The irregular disposal of these polymers and their high dispersion capacity and resistance to decomposition pose risks to marine biodiversity, due to their ability to accumulate contaminants and the risk of direct or indirect ingestion, indicating the risk of bioaccumulation at different trophic levels. The objective of this work is to analyze the presence of microplastics in sediments on coastal beaches in Rio de Janeiro. Form braids in 10cm to 20cm cores of sediment from the beaches of Abraão on Ilha Grande, Tubiacanga on Ilha do Governador and Aquarius in Cabo Frio. The sediments pass through 5mm and 1mm diameter sieves and dry in ovens. 100g of two sediments were removed for manual screening of two microplastics using binocular magnifying glasses. Fragments of microplastic and fibers of white, blue, red and brown cores were found. The results will show that Abraão and Aquarius have the highest occurrence of microplastics, with no statistical differences during winter. Tourism could be the main factor for Abraão in the presence of these polymers, since Aquarius, as it is an oceanic beach and has high energy, has a great influence from the sea. You will not see, like the advent of the river, Tubiacanga was the only region to present statistical differences when comparing the two seasons, as it is influenced by several rivers that drain the surrounding area. Thus, the distribution of microplastics on the coast of Rio de Janeiro presents a variation that can be explained by local factors and possibly be directly linked to the energy of the beaches and the influence of tourism, as it is correlated with the impact of the beaches.

Keywords: beaches, polymers and fragments.

INTRODUÇÃO

O lixo marinho é definido como resíduos sólidos, exceto os orgânicos, que sejam produzidos pelos seres humanos e que tenham sido introduzidos em meios marinhos por intermédio de rios, redes de esgoto, drenagens ou vento (Pfuetzenreuter; Vieira, 2022). Além disso, atividades pesqueiras, turísticas e industriais também podem contribuir para esse problema (Costa; Rangel, 2023). Esses tipos de resíduos colaboram substancialmente para a poluição marinha, resultando em impactos à biota, impactos visuais à praia e impactos econômicos, como a pesca e o turismo (Rosa; Widmer, 2019).

Sendo assim, o descarte de resíduos sólidos tem se tornado um dos meios mais importantes para a poluição marinha, implicando na qualidade dos ambientes costeiros, principalmente as praias urbanas, já que apresentam uma frequência intensa de usuários, o que gera também um impacto social (Costa; Rangel, 2023).

O plástico é considerado o principal resíduo sólido marinho, pois corresponde a 90% do lixo superficial oceânico, e estima-se que, até 2050, terá mais plásticos do que peixes nos oceanos em relação ao peso (Matias; Diógenes, 2022).

A contaminação marítima por esses tipos de resíduos pode acontecer de duas maneiras. A primeira é a destinação indevida de macroplásticos, que são aqueles que medem acima de 5mm, por meio de redes de pesca, sacolas plásticas, canudos, copos e as demais embalagens plásticas, ocasionando o aprisionamento de animais e a ingestão acidental, o que leva a danos físicos às espécies marinhas (Batista; Amado, 2023).

A outra forma de contaminação é através dos microplásticos, que são aqueles que medem de 1mm a 5mm, pois, por sua grande capacidade de dispersão e sua resistência à decomposição, apresentam risco à biodiversidade marinha, já que têm um alto potencial de fixação de contaminantes e há o risco de ingestão acidental de forma direta ou indireta através do consumo de organismo já contaminados por esses resíduos, caracterizando um indício de bioacumulação nos diversos níveis tróficos (Batista; Amado, 2023).

Além disso, os microplásticos causam impacto meiofauna, ocupando seus espaços e afetando no tipo de alimento disponível, o que influencia na quantidade e nos

grupos presentes dessa fauna nos interstícios dos sedimentos de praia (Avelino; Silva, 2024).

Com isso, os impactos nocivos e prejudiciais desses materiais são transmitidos por toda a cadeia alimentar, alcançando os seres humanos, que são os consumidores finais desses organismos marinhos (Fernandes, 2018). Além disso, os plásticos podem servir como base de sustentação para dispersão de espécies não nativas e de microorganismos, podendo colocar em risco o meio em que se concentram (Pereira, 2014).

Ao fazer um recorte estadual, a produção de resíduos sólidos do Estado do Rio de Janeiro é significativa, levando à alteração de sua paisagem natural (Alves et al., 2020). Os ambientes marinhos fluminenses sofrem com a interferência de atividades urbanas, como, por exemplo, a Baía de Guanabara, que tem influência direta de diversos municípios, os quais apresentam um saneamento básico ineficiente, resultando no despejo de resíduos sólidos nesse estuário, principalmente o plástico, através dos rios que desaguam no entorno (d'Oliveira, 2020).

Além disso, o estado sofre impactos através de atividades mercantis, industriais, pesqueiras e turísticas, como no sul do Rio de Janeiro, na Baía de Ilha Grande, localizada no município de Angra dos Reis (De Souza, 2021). Pois, com o crescimento do turismo e do fluxo de embarcações e com atividades das indústrias petrolíferas na região, leva a problemas socioambientais atreladas ao lixo, causando um desequilíbrio nos ambientes marinhos e costeiros e risco à saúde humana e às atividades econômicas (Macedo et al., 2019). Assim como na região dos lagos, localizada no litoral leste fluminense, que sofre interferência direta de atividades turísticas e pesqueiras, gerando impacto na região (Luz, 2022).

Em consequência desses atos, além dos problemas ambientais, há o risco de contração de doenças, através do contato com a água e alimento contaminados, e problemas socioeconômicos, como o impacto no turismo, prejudicando economicamente quem vive dessa atividade (Filho et al., 2020).

Além do turismo, há o impacto na vida dos pescadores artesanais, já que a poluição marinha leva a morte de animais marinhos e, por consequência, há a redução no pescado (Leon; et al., 2020). Isso acarreta em impactos severos na renda familiar

desses trabalhadores, já que, em diversas ocasiões, essa atividade é a única forma deles gerarem receita (Veiverberg; Pires; Bergamin, 2021).

A poluição marinha por plástico tem se tornado cada vez mais protagonista entre os problemas ambientais, enquanto a produção, o uso e o descarte do plástico aumentam cada vez mais, gerando risco ao meio ambiente e à saúde humana (Figueira, 2022). Com isso, cabe dizer que os oceanos são de suma importância econômica e cultural, pois fornecem matéria-prima para o desenvolvimento industrial e servem como meio de subsistência e alimentação para aqueles que vivem em comunidades costeiras (Barradas, 2020). Com isso, mostra-se a necessidade da conservação, garantindo o uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos. Para isso, há a necessidade de melhorar a eficácia das políticas públicas já existentes através da integração dessas políticas públicas, unificação das estruturas governamentais e engajamento das partes interessadas (Gonçalves, 2021). Sendo assim, torna-se cada vez mais necessárias pesquisas voltadas à temática da poluição marinha, principalmente por resíduos plásticos.

Em vista disso, o objetivo geral deste trabalho é analisar a presença de microplásticos em sedimentos do litoral fluminense. Para isso, os objetivos específicos foram avaliar a quantificação dos microplásticos e a sua variação sazonal.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Poluição

Contaminação e poluição são expressões que levam a confusão em suas definições. A contaminação é a acumulação de substâncias químicas ou resíduos introduzidos de maneira natural ou de forma antropogênica, que podem ou não causar prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana (Ministério do Meio Ambiente, 2020) e ela pode ter origem física, química ou biológica (Brasil, 1997).

Já a poluição é a degradação do meio ambiente por meio de práticas que, de forma direta ou indireta, podem lesar a saúde pública, criar conjunturas que impactem questões

sociais e econômicas, afetar a biodiversidade, comprometer condições sanitárias e estéticas do ambiente e realizar descartes irregulares de acordo com os padrões ambientais estabelecidos (Brasil, 1981).

Há diversos tipos de poluição, a exemplo: da poluição dos solos, poluição do ar e poluição dos recursos hídricos, como rios, lagos e mares, por exemplo (Vianna, 2015). Entretanto, como a praia é o objeto de estudo deste trabalho, a poluição marinha, que está compreendida na poluição hídrica, é a mais importante a ser abordada. Ela é definida por qualquer tipo de introdução de energia ou substância no ambiente marinho de forma antropogênica, que possa causar danos à vida e aos recursos naturais desse ecossistema (Noone et al., 2013). A poluição marinha pode ocorrer de diversas maneiras, como através de navios, de alijamentos e da exploração do mar, mas a principal fonte para esse tipo de poluição é de origem terrestre, que é responsável pelo despejo de metais, poluentes orgânicos e resíduos sólidos no mar (Cunha, 2018).

Plástico

Os plásticos são definidos como polímeros produzidos a partir de um processo químico chamado de polimerização, derivados, em sua maioria, do petróleo e podem ser divididos em três grandes grupos, os quais são eles: os termofixos, que são aqueles polímeros mais rígidos e que não podem ser moldados após seu aquecimento, podendo ocasionar sua decomposição em temperaturas muito altas; os elastômeros, que são aqueles que possuem caráter elástico, a exemplo das borrachas; e os termoplásticos que, ao contrário dos termofixos, ao serem aquecidos, eles podem ser moldados, pois possuem a capacidade de derreter ou amolecer (Amorim, 2018).

Os principais tipos de plástico encontrados são o Politereftalato de Etila (PET), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Policloreto de Vinila (PVC), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polipropileno (PP) e o Poliestireno (PS) (Caraschi; Leão, 2002).

Além disso, os plásticos podem ser classificados quanto ao seu tamanho, como em macroplásticos (> 5mm) e microplásticos (1mm < x > 5mm) como já definido anteriormente por Batista e Amado (2023). Entretanto, os microplásticos também

apresentam suas subdivisões, como microplásticos primários e microplásticos secundários (Sáenz-Arias et al., 2023).

Os microplásticos primários são aqueles produzidos pela indústria para a fabricação de outros produtos, como na produção de cosméticos, produtos de higiene pessoal, na indústria farmacêutica e química, além de serem usados como matéria-prima, a exemplo dos pellets, na indústria do plástico (Montagner et al., 2021). Já os microplásticos secundários são aqueles fragmentados dos macroplásticos por meio da exposição ao ambiente e outros tipos de pressões até adquirir o tamanho que caracteriza um microplástico (Montagner et al., 2021).

Praia

Praia é o espaço, o qual é inundado e exposto pelas águas de forma periódica, somado à faixa adjacente de materiais detriticos até o ponto onde se inicia outro tipo de ecossistema (Scherer, 2013).

As praias podem ser classificadas de acordo com sua morfodinâmica, ou seja, de acordo com a energia de onda e declividade (Mallmann et al., 2014).

Essa classificação é dividida em reflexiva, dissipativa e intermediária (Elliff et al., 2013). A reflexiva se caracteriza por sua alta declividade ($> 10^\circ$), com ondas menores que 1 m e com arrebentações ascendentes, sendo constituídas de sedimentos grossos, enquanto a dissipativa apresenta sua declividade baixa (1° a 2°), com ondas acima de 2,5 m e com arrebentações deslizantes, sendo constituídas de sedimentos finos (Holanda et al., 2020).

Já a intermediária engloba as praias que estão entre as reflexivas e dissipativas e são divididas em quatro subcategorias, que são: o Banco e Cava longitudinal, que apresenta a largura da cava longitudinal reduzida em decorrência do movimento do banco submerso em direção à praia; o Banco e Praia Rítmicas, que apresenta ondas que dissipam no banco, criando feições rítmicas em forma de cúspides; o Banco Transversal e Corrente de Retorno, que apresenta cúspides separadas por correntes de retorno profundos, ocorrendo em praias de sedimentos finos e médios e com ondas de altura

média; e o Terraço de Baixa-mar, que apresenta uma costa íngreme ligada ao nível de baixa-mar (maré baixa) por meio de um terraço plano, apresentando sedimentos médios e finos (Holanda et al., 2020).

Maré

A maré é definida pela influência da força gravitacional do sol e da lua, o que faz com que haja uma variação em períodos do nível da água marítima, apresentando uma amplitude maior quando há lua cheia ou lua nova, a chamada maré de sizígia, e uma amplitude menor quando há lua minguante e crescente, a chamada maré de quadratura (Silva, 2006). Essa amplitude pode ser classificada em: micromarés, que são aquelas que apresentam amplitudes menores que 2 m; mesomarés, que apresentam amplitudes entre 2 m e 4 m; e macromarés, que têm amplitudes acima de 4m (Silva, 2006).

Além disso, é possível classificar as marés de praias de acordo com sua frequência, como: maré diurna, que é quando há apenas uma maré alta e uma baixa no dia; semidiurnas, que é quando há duas marés altas e duas baixas no dia; maré semidiurna mista, que é quando há marés altas consecutivas de tamanhos diferentes (Castro; Huber, 2012).

Baseado nas informações acima como frequência de maré e morfodinâmica praial, o litoral brasileiro, com exceção do Rio Grande do Sul, apresenta a frequência de maré semidiurna (Pereira; Rocha; Fernandez, 2008). Assim como apresenta as diversas formas morfodinâmicas de praias, a exemplo do Rio de Janeiro, que apresenta praias reflexivas, dissipativas e intermediárias (Soares, 2013).

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado nas regiões de Ilha Grande – Angra dos Reis, Ilha do Governador – Rio de Janeiro e Aquarius – Cabo Frio, ambos no estado do Rio de Janeiro (Figura 1).

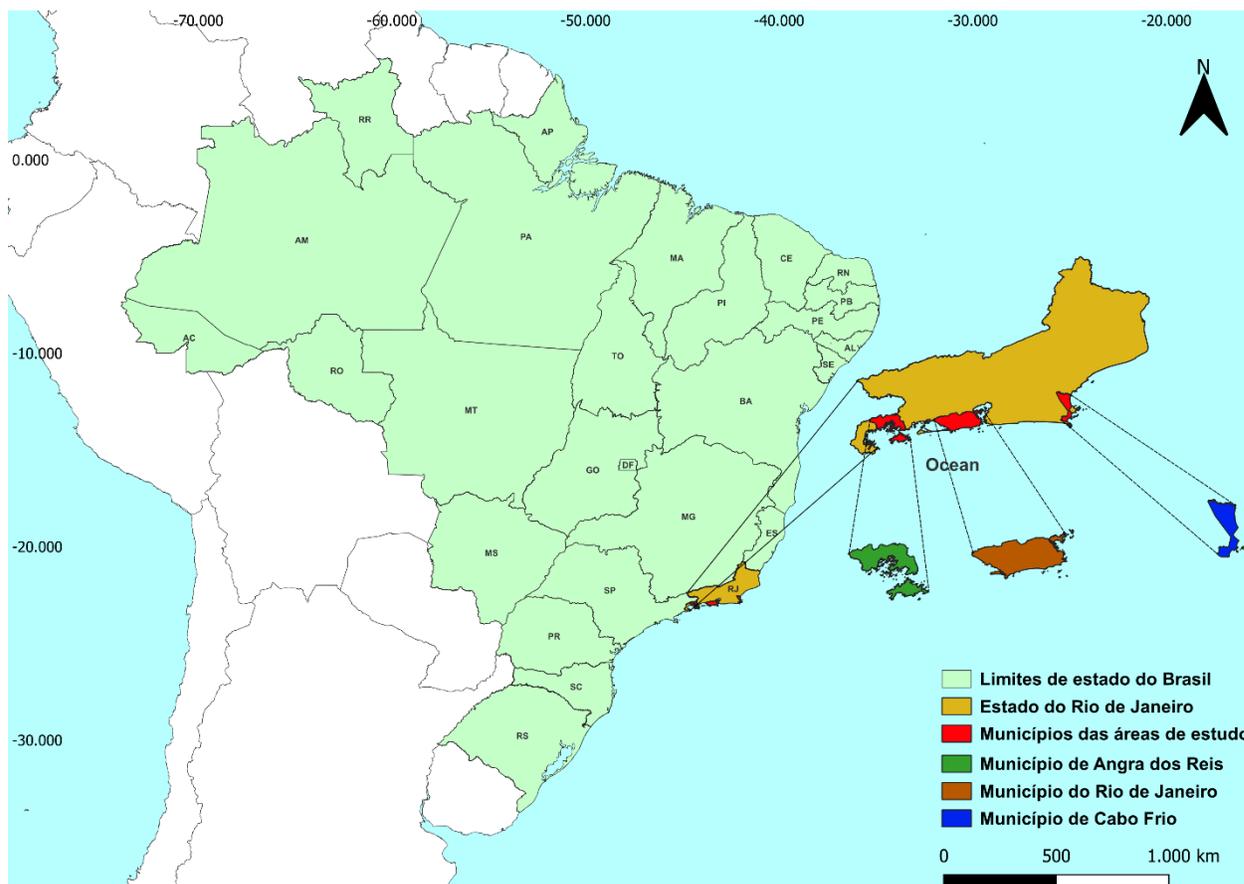


Figura1. Mapa dos municípios das áreas de estudo.

A Primeira região, que é a Ilha Grande, é a terceira maior ilha brasileira e está localizada no município de Angra dos reis no litoral sul fluminense (Silva et al., 2020). Ela é uma importante região para a preservação do ambiente marinho, pois possui quatro categorias de unidades de conservação, as quais são: o Parque Estadual da Ilha Grande; a Reserva Biológica da Praia Sul; a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro; e a Área de Proteção Ambiental dos Tamoios (Chueiri; Fortunato, 2021).

O local apresenta recursos naturais que agregam valor ao ecoturismo, sendo uma das principais atividades que fomentam a economia local, como as Áreas Protegidas,

flora e fauna, formações geológicas, pontos panorâmicos, rios, cachoeiras e praias (Casemiro; Simões; Moraes, 2023).

A Vila do Abraão é o local da Ilha Grande com maior infraestrutura, possuindo a maior parte dos hotéis e serviços, já que é o local por onde os turistas chegam (Oliveira; Silva, Drach, 2021). Sua praia possui uma dimensão de 1,2 km e é a porta de entrada para a Ilha, recebendo um alto movimento de embarcações, mercadorias e passageiros (Macedo et al., 2017).

Já a segunda área de estudo, sendo uma região importante para economia e o local de chegada para o município do Rio de Janeiro através do Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim, a Ilha do Governador é uma região administrativa, pertencente ao município carioca localizada no oeste da Baía de Guanabara (Virgilo; Dionísio; Menezes, 2011). Além disso, a localidade é um cerne de atividades industriais, comerciais e militares, como a Shell, Petrobrás, Shopping, supermercados e bases militares (Fialho; Brandão, 2000).

E por fim, a terceira região. Cabo Frio é um município do Rio de Janeiro localizado no litoral leste fluminense (Rodrigues, 2021). Assim como toda a região dos lagos, a qual o município faz parte, a economia do local se caracteriza basicamente do turismo e, principalmente, da pesca industrial, porém havendo também, em escala menor, a pesca artesanal, sendo o terceiro porto pesqueiro mais importante do estado (Luz, 2022).

O trabalho foi realizado em uma praia de cada região citada acima: Praia de Abraão, em Ilha Grande, Praia de Tubiacanga, na Ilha do Governador e Praia de Aquarius em Cabo Frio.

Método

A metodologia usada nesta pesquisa foi fundamentada e adaptada do método utilizado no trabalho de Schneider e Maffessoni (2021).

O primeiro passo foi a realização das coletas das amostras, que foram feitas em duas estações do ano, uma seca e a outra úmida, ou seja, uma coleta no inverno e outra no verão em cada uma das áreas estudadas. As datas das coletas foram escolhidas

estrategicamente nas marés de sizígia por apresentar uma maior amplitude de maré com os horários previstos das coletas no início da baixa-mar.

Para a realização das coletas, foram escolhidos pontos aleatórios dentro de até cinco transectos de até 100 m. Além disso, foram sorteados pontos perpendiculares aos transectos para definir as alturas das faixas de areia em que as coletas foram feitas. Com o uso de um testemunho de até 20 cm de comprimento, as amostras dos sedimentos de praia foram coletadas dentro de um quadrat de 3 m² nos pontos escolhidos para a análise da presença de microplástico. As amostras foram devidamente identificadas com local, data e ponto da coleta. O número de transecto e o seu tamanho e o número de pontos escolhidos variam conforme a extensão e a feição morfológica praial.

A primeira coleta foi realizada na praia de Tubiacanga na Ilha do Governador no dia 03/08/2023 na estação de inverno. Para esta campanha, foram retirados 10 testemunhos, sendo dois quadrats (Q) em pontos aleatórios por transecto (T) e cinco transectos ao todo, um a cada 50 m.

A segunda campanha de inverno foi realizada na praia de Abraão em Ilha Grande, Angra dos Reis no dia 18/08/2023. Nesta atividade, foram dois transectos ao todo, onde um sofria maior influência das embarcações (T1) e outro sofria menor (T2). Foram quatro testemunhos coletados, sendo três quadrats no T1 e um quadrat no T2, sempre sendo um a cada 100 m e escolhidos de forma aleatória.

A última campanha de inverno foi realizada na praia de Aquarius em Cabo Frio no dia 16/09/2023. Foram oito testemunhos coletados ao longo de um transecto em pontos aleatórios com um quadrat a cada 100 m.

Já no verão, a primeira coleta foi realizada na praia de Tubiacanga na Ilha do Governador no dia 29/01/2024. Para esta campanha foram retirados oito testemunhos, sendo até dois quadrats em pontos aleatórios por transecto e cinco transectos ao todo, um a cada 50 m.

Já a segunda campanha de verão foi realizada na praia de Abraão em Ilha Grande, Angra dos Reis no dia 21/02/2024. Nesta atividade, foram dois transectos ao todo, sendo cinco quadrats no T1 e três quadrats no T2, sendo um quadrat a cada 100 m e escolhidos de forma aleatória.

A última campanha foi realizada na praia de Aquarius em Cabo Frio no dia 11/03/2024. Foram oito testemunhos coletados ao longo de um transecto em pontos aleatórios com um quadrat a cada 100 m.

Após as coletas, o segundo passo foi o tratamento das amostras no laboratório. Primeiramente, as amostras nos testemunhos foram devidamente peneiradas em peneiras granulométricas com malhas de 1mm e 5mm, com a de maior granulometria sobreposta a menor. No primeiro momento, os sedimentos foram postos dentro da peneira de 5mm e, com a utilização de água destilada como auxílio, a peneiração foi realizada e todo material que ficou entre as duas peneiras foram separados e secos em uma estufa a 40°C durante cerca de uma semana.

Em seguida, foram separados até 100g das amostras secas para a triagem manual de potenciais microplásticos a serem encontrados nas amostras. Para essa atividade, foram utilizadas Placas de Petri, pinças de aço e lupas binoculares. Os sedimentos eram colocados em uma Placa de Petri e, com o auxílio da lupa e da pinça, a triagem era feita. Os microplásticos encontrados foram separados em outras Placas de Petri identificadas com o local, data de coleta e número de resíduos plásticos encontrados na amostra.

E por fim, foi feita a análise dos dados. Primeiramente, os resultados foram planilhados e quantificados. Em seguida, foi calculada a densidade de microplásticos em cada amostra, obtida pela razão entre o número de microplásticos encontrados e o peso da amostra para que se tenha a mediana da densidade. E por último, foram feitos os testes estatísticos de Kruskal-Wallis para verificar se há uma variação na quantidade de microplásticos entre as áreas estudadas dentro de uma mesma estação e de Mann-Whitney para verificar se há uma variação sazonal (inverno e verão) na presença desses resíduos dentro de uma mesma área e comparando essa variação entre as áreas de estudo.

RESULTADOS

Quantificação

Após as coletas e o tratamento das amostras, foi possível fazer a análise quanto a quantificação da presença de microplásticos nas áreas estudadas. Os microplásticos foram divididos nas formas de fragmentos, fibras azuis, fibras pretas, fibras brancas e fibras vermelhas.

Os números de cada tipo de microplásticos encontrados nas áreas de estudo nas devidas estações do ano estão expressos no Quadro 1.

Na campanha de inverno de Tubiacanga, foi possível perceber que os itens microplásticos mais encontrados foram nas formas de fragmentos, totalizando 27 desses microplásticos. Além disso, nesta triagem, foram encontrados 34 itens de microplásticos totais. Nesta campanha, a ocorrência de microplástico apresentou uma frequência relativa de 80% das amostras com microplásticos e uma mediana da densidade de 0,03 MPs/g de sedimento.

Na campanha de inverno, em Abraão, foi possível averiguar que a maior parte dos microplásticos encontrados foi na forma de fibras azuis, tendo 43 dessas fibras triadas. Entretanto, foi encontrada uma quantidade significativa de fragmentos, correspondendo a 13 microplásticos nesse formato, e teve uma totalidade de 68 resíduos de microplásticos encontrados. Nesta atividade, a ocorrência de microplástico apresentou uma frequência relativa de 100% das amostras com microplásticos e uma mediana da densidade de 0,14 MPs/g de sedimento, sendo a maior da estação de inverno.

A última campanha de inverno foi realizada na praia de Aquarius, nela, destacou-se o número de fibras brancas presentes, somando 64 dessas fibras e com um total de 90 microplásticos encontrados. Nesta triagem, a ocorrência de microplástico apresentou uma frequência relativa de 100% das amostras com microplásticos e apresentou uma mediana da densidade de 0,12 MPs/g de sedimento.

Já na primeira campanha de verão, em Tubiacanga, destacou-se o número de microplásticos encontrados na forma de fragmento, que somados resultam em 113. Além disso, esta campanha obteve um número de 222 itens de microplásticos totais encontrados. Nesta campanha, a ocorrência de microplástico apresentou uma frequência relativa de 100% das amostras com microplásticos e uma mediana da densidade de 0,21 MPs/g de sedimento, sendo a maior da estação de verão.

Na segunda campanha de verão, que foi realizada na praia de Abraão, o número de fibras brancas presentes foi o tipo de microplástico que apresentou a maior relevância, com 88 dessas fibras encontradas e apresentou uma totalidade de 118 itens de microplásticos encontrados. Nesta campanha, a ocorrência de microplástico apresentou uma frequência relativa de 100% das amostras com microplásticos e uma mediana da densidade de 0,16 MPs/g de sedimento.

E na última campanha da estação de verão, em Aquarius, destacou-se, entre os demais, o número de fibras brancas, com um total de 46 dessas fibras e, além disso, apresentou-se um número de 64 microplásticos totais encontrados. Nesta campanha, a ocorrência de microplástico teve uma frequência relativa de 100% das amostras com microplástico e uma mediana da densidade de 0,09 MPs/g de sedimento.

Quadro 1. Número de microplásticos encontrados nas áreas de estudo nas estações de inverno e verão.

Local	Estação	Nº de Fragmentos	Nº de Fibras Azuis	Nº de Fibras Pretas	Nº de Fibras Brancas	Nº de Fibras Vermelhas
Tubiacanga	Inverno	27	6	0	0	1
Tubiacanga	Verão	113	17	23	61	8
Abraão	Inverno	13	43	4	8	0
Abraão	Verão	5	13	8	88	4
Aquarius	Inverno	6	12	5	64	3
Aquarius	Verão	2	10	6	46	0

Variação espacial e sazonal

Ao fazer a comparação da presença de microplásticos entre as áreas de estudo, para o inverno, o teste de Kruskal-Wallis mostrou que há diferença entre os locais ($H_{(2)} = 9,05$; $p = 0,01$). O pós-hoc de Dunn mostrou que não há diferenças na presença de microplásticos entre Abraão e Aquarius, mas que há diferença dessas praias com Tubiacanga, com esta apresentando uma menor presença desses polímeros (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação dos valores de p entre as áreas na campanha de inverno.

group 1	group 2	R-mean	std err	z-stat	R-crit	p-value
Tubiacanga	Abraão	8,175	3,831884	2,133415	7,510354	0,032891
Tubiacanga	Aquarius	8,425	3,072342	2,742208	6,02168	0,006103
Abraão	Aquarius	0,25	3,966377	0,06303	7,773955	0,949743

Já para o verão, o teste Krskal-Wallis mostrou que há diferenças entre os locais ($H_{(2)} = 7,36$; $p = 0,02$). O pós-hoc de Dunn mostrou que há diferenças na presença de microplásticos entre Tubiacanga e Aquarius, mas não há diferença entre os demais locais (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação dos valores de p entre as áreas na campanha de verão.

group 1	group 2	R-mean	std err	z-stat	R-crit	p-value
Tubiacanga	Abraão	4,6875	3,523215	1,330461	6,905374	0,183366
Tubiacanga	Aquarius	9,5625	3,523215	2,71414	6,905374	0,006645
Abraão	Aquarius	4,875	3,523215	1,383679	6,905374	0,166457

Ao fazer a comparação da presença de microplásticos entre as estações, em Tubiacanga, o teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença na presença de microplásticos nessa praia entre as estações de inverno e verão ($U = 2$; $p < 0,01$). A estação de verão apresentou uma maior presença de microplásticos em relação ao inverno (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação da presença de microplástico na praia de Tubiacanga entre as estações de inverno e verão.

	Inverno	Verão
U	78	2
p-exact	0,0000914	0,000183

Na praia de Abraão, o teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença na presença de microplásticos entre as estações de inverno e verão ($U = 15$; $p > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação da presença de microplástico na praia de Abraão entre as estações de inverno e verão.

	Inverno	Verão
U	17	15
p-exact	0,466667	0,933333

Já em Aquarius, o teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença na presença de microplásticos nessa praia entre as estações de inverno e verão ($U = 19$; $p = > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação da presença de microplástico na praia de Aquarius entre as estações de inverno e verão.

	Inverno	Verão
U	19	45
p-exact	0,097436	0,194872

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que as praias vão apresentar diferenças entre si e entre as estações, mas cada região tem sua peculiaridade. O rápido crescimento populacional e o aumento da urbanização é inerente ao crescimento de produção de resíduos sólidos, inclusive o despejo incontrolado de microplásticos (Miranda, 2023). A distribuição de microplásticos em ecossistemas marinhos é afetada principalmente pela sua aproximação com as fontes poluidoras, porém os microplásticos de baixa densidade podem ser transportados pela ação dos ventos, ondas, correntes e fluxo de embarcações, os quais carregam esses resíduos a maiores distâncias (Olivatto et al., 2018).

Com isso, a presença de microplástico pode estar relacionada com a hidrodinâmica da praia, pois praias com alta energia favorecem a no transporte de sedimentos e de outros pequenos resíduos como os microplásticos (Schneider, 2018). Além disso, o turismo também é uma condição para a presença desses polímeros, já que está relacionado com impacto nas praias (Maia et al., 2023).

A praia de Abraão possui uma dinâmica baixa, pois está inserida na Baía de Ilha Grande voltada para o continente e “de costas” para o oceano (Silva et al., 2020). Entretanto, essa praia recebe influência direta do turismo, o que ocasiona numa maior atividade de embarcações na região, assim como atividades relacionadas a restaurantes (Macedo, 2020). Então é possível que a maior fonte dos microplásticos presentes nessa região seja via terrestre, pois sua característica geomorfológica cria uma barreira que dificulta a chegada desses polímeros via oceano.

Ao se referir às praias de Cabo Frio, além de terem influência do turismo, se caracterizam por uma alta energia, já que são praias oceânicas. Sendo assim, a praia de Aquarius, por possuir essas características, mais resíduos são levados e trazidos por influência do oceano, podendo haver mais microplásticos por fontes oceânicas e um maior número na forma de fibras ao de fragmentos ao comparar com Abraão, pois há um maior desgaste desses plásticos por ter uma energia maior.

A Baía de Guanabara é um estuário que apresenta uma gestão deficiente de resíduos sólidos e recebe uma carga de efluentes sanitários tratados de forma ineficiente, o que faz com que seja uma possível fonte de escoamento de microplásticos por intermédio da drenagem urbana, além da região receber influência de atividades industriais, portuárias e pesqueiras (Silva et al., 2023). A praia de Tubiacanga está localizada no fundo da Baía de Guanabara, o que faz ter uma baixa energia (Viana, 2011), além de não possuir influência do turismo. Entretanto, essa praia, por sua localização, recebe influência de diversos rios dos municípios de Nilópolis, São João de Meriti, Belford Roxo e Duque de Caxias que não apresentam um saneamento básico eficiente, com destaques aos rios Iguaçu e Sarapuí, o que leva uma grande quantidade de lixo para a região (Britto, 2003). Dessa maneira, por possuir essas características, foi a praia que apresentou o maior número de microplásticos na forma de fragmentos, entretanto foi que apresentou a menor quantidade em números totais na estação de inverno.

Ao comparar a presença de microplásticos entre as estações de inverno e verão em Tubiacanga, a estatística mostra que houve um aumento significativo no número de microplásticos presentes nessa praia no verão. Diferente do inverno, que é uma estação seca, o verão é característico pela quantidade e pela força das chuvas (Dereczynski; Oliveira; Machado, 2009). Dessa forma, por ter influência de diversos rios, a incidência

de chuvas pode ter ocasionado um aumento considerável no número de microplásticos em Tubiacanga, especialmente de fragmentos, que possivelmente foram carregados por esses rios até chegarem nos sedimentos.

Ademais, a praia de Aquarius não apresentou uma diferença estatística de uma estação para a outra, tendo o número total de microplásticos quase igual, o que mostra que possivelmente as chuvas não interferiram na presença de microplástico na região. Assim como a praia de Abraão, que estatisticamente não houve diferença em relação ao inverno, possuindo um valor de mediana da densidade próximo nas duas estações. Entretanto, a única praia que não houve aumento na mediana da densidade foi a praia de Aquarius, o que mostra que as praias que estão inseridas em uma baía teve um maior acúmulo de microplásticos com o advento da chuva, principalmente Tubiacanga por estar no fundo da baía e sofrer influência de um maior número de rios, o que explica também a diferença no número de microplásticos encontrados em cada praia ao serem comparadas durante a estação do verão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que, com a metodologia aplicada por este trabalho, foi possível verificar que as praias do litoral fluminense apresentam microplásticos em seus sedimentos. Além disso, foi possível entender que cada praia tem suas particularidades na deposição desses resíduos e que o período do ano também pode influenciar na chegada deles.

Tubiacanga foi a praia que apresentou o maior aumento de microplásticos no verão em comparação ao inverno, pois, por ser um local que apresenta a maior quantidade de rios que os desaguam, o aumento da incidência de chuvas favoreceu o acúmulo desses resíduos. Já Abraão, o fator que mais favoreceu foi o turismo, assim como Aquarius, apesar também da influência do oceano.

Então, é possível que a distribuição de microplásticos nos sedimentos de praia do litoral fluminense esteja diretamente ligada à energia de praia e ao turismo, já que ele está relacionado ao impacto na praia.

Sendo assim, é necessário que haja um maior investimento em pesquisas voltadas para essa temática e há também a necessidade de a academia junto ao poder público criarem ferramentas para implementação de políticas públicas eficientes. Além disso, é necessário um investimento em educação ambiental na base e no engajamento da sociedade civil para que haja a formação de indivíduos mais conscientizados e com capacidade de cobrar o poder público para que esse problema seja mitigado.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. C.; FIGUEIREDO, A. L. A. de; LOPES, T. S.; MARCHIORI, J. J. de P.; GARRIDO, F. de S. R. G.; ALMEIDA, F. S. de. Degradação do rio Paraíba do Sul no Município de Três Rios: causas e consequências. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 248–259, 2020. DOI: 10.18378/rbga.v14i2.7555. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/7555>. Acesso em: 19 mar. 2024.

AMORIM, Laudenor. Evaluation of virgin polypropylene and recycled polyethylene composites reinforced with sisal fibers for applications in automotive parts. 2018. Dissertação de Mestrado.

AVELINO, Danielle Ferreira Gomes; DA SILVA, Adriana Maria Cunha. Composição da meiofauna intersticial e contaminação por microplástico na praia arenosa de Maracápe, litoral sul de Pernambuco, Brasil. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 4, p. e5699-e5699, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.4-224. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/5699s/index.php/clcs/article/view/5699>. Acesso em: 19 jun 2024.

BARRADAS, Juliana Imenis. Os oceanos como instrumento de Educação Ambiental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 2, p. 24–33, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i2.2717. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/2717>. Acesso em: 20 mar. 2024.

BRASIL, LEI FEDERAL no 6.938, de 31 de agosto de 1981, Política Nacional do Meio Ambiente, Art. 3o, III.

BRASIL. Portaria SVS/MS no. 326, de 30 de julho de 1997. Regulamento Técnico sobre as Condições Higienicosanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 ago. 1997. Seção 1.

BRITTO, Ana Lucia. Implantação de Infra-Estrutura de Saneamento na Região Metropolitana do Rio De Janeiro. Uma Avaliação das Ações do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, v. 5, n. 1, p. 63-77, 2003.

CARASCHI, José Cláudio; LEÃO, Alcides Lopes. Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 24, p. 1599-1602, 2002.

CASTRO, Peter; HUBER, Michael E. **Biologia marinha**. AMGH Editora, 2012.

CHUEIRI, D. M. A.; FORTUNATO, R. A. Turismo e esgoto domésticos na Ilha Grande (RJ): uma análise exploratória nas praias de Abraão e Aventureiro. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 14, n. 1, 2021. DOI: 10.34024/rbecotur.2021.v14.10463. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/10463>. Acesso em: 24 mar. 2024.

COSTA, Marcelo; RANGEL, Carlos Marclei Arruda. ESTUDO SAZONAL DA POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS NAS PRAIAS DAS ÁGUAS E DE JACUECANGA, ANGRA DOS REIS, RIO DE JANEIRO, BRASIL. **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, v. 13, n. 1, 2023. Disponível em: <http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/index>. Acesso em: 19 mar. 2024.

CUNHA, Leandro Custódio da. Poluição marinha por plásticos: uma questão de direito internacional. 2018. Tese de Doutorado.

D'OLIVEIRA, Patrick Moraes Souza et al. Potencial poluidor da disposição final de resíduos sólidos nas águas da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara-RJ. 2020. Dissertação de Mestrado.

DA SILVA BATISTA, Kamila Amanda; AMADO, Enelise Marcelle. Impactos da poluição marinha por microplásticos em anêmonas do mar: estado da arte e perspectivas futuras. **Editora Licuri**, p. 104-117, 2023. DOI: 10.58203/Licuri.21721. Disponível em: <https://editoralicuri.com.br/index.php/ojs/article/view/354>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DE PAULA CASEMIRO, Ítalo; SIMÕES, Bruno Francisco Teixeira; DOS SANTOS MORAES, Camila Maria. Revisitando o Ecoturismo na Ilha Grande/RJ: um Estudo de Caso. **Biodiversidade Brasileira**, v. 13, n. 1, 2023. DOI: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v13i1.2074. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/2074>. Acesso em: 24 mar. 2024.

DERECZYNSKI, Claudine Pereira; OLIVEIRA, Juliana Silva de; MACHADO, Christiane Osório. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, p. 24-38, 2009. DOI: 10.1590/S0102-77862009000100003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/CFKyTRdyn3NHXFG3hQ9DsvR/?format=html>.

Acesso em: 13 jun. 2024.

DE SEIXAS FILHO, José Teixeira et al. Análise socioambiental da poluição por esgoto da Baía de Guanabara do Rio de Janeiro. **Revista Valore**, v. 5, p. 5022, 2020. DOI: 10.22408/reva502020345e-5022. Disponível em:

<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/345>. Acesso em: 20 mar. 2024.

DE SOUZA, Ariadne Marra et al. Metal concentrations in marine sediments of the Rio de Janeiro Coast (Brazil): A proposal to establish new acceptable levels of contamination. **Marine Pollution Bulletin**, v. 165, p. 112113, 2021. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112113. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X21001478>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ELLIFF, C. I.; MOTTA, N. de S.; SCRICCO, I. M.; DE BARROS, M. O. CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA DA PRAIA DO GONZAGA, SANTOS, SÃO PAULO, BRASIL. **Cadernos de Geociências**, v. 10, n. 2, p. 133–138, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/8521>. Acesso em: 23 mar. 2024.

FERNANDES, Lucas Salles Gazeta Vieira. A implementação do objetivo do desenvolvimento sustentável 14: como mitigar a poluição marinha decorrente do lixo plástico e microplástico. 2018.

FIALHO, Edson Soares; BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Os Contrastes Térmicos na Ilha do Governador. In: **IV Simposio Brasileiro de Climatología Geográfica–IV SBCG, Rio de Janeiro/Climageo, UFRJ**. 2000.

FIGUEIRA, Luana Ximenes et al. Simulação do transporte de microplástico em zona costeira empregando a Plataforma MOHID: Estudos de caso no Estuário do Rio Macaé e na Baía de Guanabara. 2022. Dissertação de Mestrado.

GONÇALVES, Paulo Rogério. Diagnóstico, desafios e caminhos da conservação e uso sustentável das zonas costeiras e marinhas do Brasil: agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, ODS-14. 2021.

HOLANDA, T. F.; GONÇALVES, R. M.; LINO, A. P.; PEREIRA, P. S.; SOUSA, P. H. G. de O. CLASSIFICAÇÃO DAS VARIAÇÕES MORFODINÂMICAS E PROCESSOS COSTEIROS, PRAIA DO PAIVA, PE, BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i2.1796. Disponível em: <https://rbg.emnuvens.com.br/rbg/article/view/1796>. Acesso em: 23 mar. 2024.

LEON, Lucas Lopes et al. Poluição dos ecossistemas marinhos brasileiros: uma breve revisão sobre as principais fontes de impacto e a importância do monitoramento ambiental. **Unisanta BioScience**, v. 9, n. 3, p. 166-173, 2020.

LUZ, Ana Carolina Nogueira. Cenários da pesca fantasma na região de Cabo Frio e Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. 2022.

MACEDO, Andrea Viana et al. A influência da dinâmica e dos diferentes usos na distribuição e origem de microplásticos no litoral da Ilha Grande, Angra dos Reis (RJ). 2020. Dissertação de Mestrado.

MACEDO, Andrea Viana et al. Poluição por lixo nas praias de Abraão e Preta na borda setentrional-oriental da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ) e o impacto socio-ambiental. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3009-3014, 2017. DOI: 10.20396/sbgfa.v1i2017.2180. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2180>. Acesso em: 24 mar. 2024.

MACEDO, ANDREA VIANA et al. POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS EM PRAIAS DA BAÍA DA ILHA GRANDE. **Mares: revista de Geografia e Etnociências**, v. 1, n. 2, p. 53-66, 2019. DOI: 10.20396/sbgfa.v1i2017.2180. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2180>. Acesso em: 18 jun. 2024.

MAIA, D. S.; DA SILVA, G. R.; PAGANINI, P. P.; STOFFLER, R. V. Análise quali-quantitativa e espacial de poluição por microplástico ao longo da praia Tupi, Praia Grande – SP, Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 1, p. 710–724, 2023. DOI: 10.34188/bjaerv6n1-062. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/58390>. Acesso em: 12 jun. 2024.

MALLMANN, D.; PEREIRA, P.; SANTOS, F.; FAÇANHA, P. Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas. **Pesquisas em Geociências**, v. 41, n. 2, p. 169–189, 2014. DOI: 10.22456/1807-9806.78094. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/PesquisasemGeociencias/article/view/78094>. Acesso em: 23 mar. 2024.

MATIAS, João Luis Nogueira; DIÓGENES, Beatriz Nunes. POLUIÇÃO MARINHA POR RESÍDUOS PLÁSTICOS: IDENTIFICANDO LACUNAS E DESAFIOS NA (IN) DEFINIÇÃO DE UM PROBLEMA JURÍDICO. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 17, n. 3, p. e45204-e45204, 2022. DOI: 10.5902/1981369445204. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/45204>. Acesso em: 19 mar. 2024.

Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/recuperacao-de-areas-contaminadas/ProgramaNacionaldeRecuperaodereasContaminadas.pdf>.

MIRANDA, JULIA FERNANDA DE CAMARGO TELES. **A EXPOSIÇÃO E INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS ESTÃO RELACIONADAS À URBANIZAÇÃO E GUILDA TRÓFICOS DE PEIXES? UM ESTUDO COM *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836) E *Salminus hilarii* (VALENCIENNES, 1850)**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade Paulista.

MONTAGNER, Cassiana C. et al. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química nova**, v. 44, p. 1328-1352, 2021. DOI: 10.21577/0100-4042.20170791. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/VJ58TBjHVqDZsvWLckcFbTQ/#>. Acesso em: 23 mar. 2024.

NOONE, Kevin J.; SUMAILA, Ussif Rashid; DIAZ, Robert J. Managing ocean environments in a changing climate: sustainability and economic perspectives. Newnes, 2013.

OLIVATTO, Glaucia P. et al. Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018. DOI: 10.21577/1984-6835.20180125. Disponível em: <https://rvq.s bq.org.br/pdf/v10n6a16>. Acesso em: 19 jun. 2024.

OLIVEIRA, V. de A. D. de.; SILVA, Y. C. C. da.; DRACH, P. R. C. Estudo da evolução urbana: Vila Dois Rios e Vila do Abraão, Angra dos Reis - RJ. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 14, n. 34, 2021. DOI: 10.17271/19843240143420212905. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2905. Acesso em: 24 mar. 2024.

PEREIRA, Flávia Cabral. Microplásticos no ambiente marinho: mapeamento de fontes e identificação de mecanismos de gestão para minimização da perda de pellets plásticos. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, Thiago Gonçalves; ROCHA, TB da; FERNANDEZ, Guilherme Borges. Geomorfologia e Morfodinâmica Costeira da Planície entre Cabo Frio e Arraial do Cabo-RJ. **Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia/I Encontro Latino-Americano de Geomorfologia. Belo Horizonte**, 2008.

PFUETZENREUTER, Alessandra; VIEIRA, Celso Voos. Avaliação do lixo marinho nas praias do norte da ilha de São Francisco do Sul, SC. **Revista Geama**, v. 8, n. 1, p. 4-13, 2022 Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/4204>. Acesso em: 19 mar. 2024.

RODRIGUES, Marcelo Tardelli. Concentrações de mercúrio em vertebrados marinhos de um ambiente de ressurgência no litoral do cabo frio, costa leste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2021. Tese de Doutorado.

ROSA, C.; WIDMER, W. Diagnóstico do lixo marinho e ações de educação ambiental na praia de Navegantes/SC. **Metodologias e Aprendizado**, v. 2, p. 50–56, 2019. DOI: 10.21166/metapre.v2i0.1307. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/1307>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SÁENZ-ARIAS, Sol et al. Contaminación por vertidos de aguas residuales: Una revisión de las interacciones microorganismos–microplásticos y sus posibles riesgos ambientales en aguas costeras colombianas. **Ecosistemas**, v. 32, n. 1, p. 2489-2489, 2023. DOI: 10.7818/ECOS.2489. Disponível em: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2489>. Acesso em: 23 mar. 2024.

SCHERER, Marinez. Gestão de praias no Brasil: subsídios para uma reflexão. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 13, n. 1, p. 3-13, 2013.

SCHNEIDER, Ingrid. Análise quali-quantitativa de microplásticos no sedimento arenoso de praias no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. 2018.

SCHNEIDER, Ingrid; MAFFEISSONI, Daiana. Quantificação de microplásticos em praias antropizadas e pouco antropizadas no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, v. 1, n. 1, p. 1-17, 2021. DOI: 10.32360/acmar.v54i1.43210. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/58904>. Acesso em: 29 mar. 2024.

SILVA, André Luiz Carvalho da; GRALATO, Jaciele da Costa Abreu; BRUM, Thamyres Cristine Farias; SILVESTRE, Carolina Pereira; BAPTISTA, Érika Cardoso da Silva; PINHEIRO, Ana Beatriz. DINÂMICA DE PRAIA E SUSCEPTIBILIDADE ÀS ONDAS DE TEMPESTADES NO LITORAL DA ILHA GRANDE (ANGRA DOS REIS - RJ). **Journal of Human and Environment of Tropical Bays**, n. 1, p. 9–45, 2020. DOI: 10.12957/jheotb.2020.45907. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humanandenvironment/article/view/45907>. Acesso em: 24 mar. 2024.

SILVA, José Francisco Berrêdo Reis da. Geoquímica dos sedimentos de manguezais do nordeste do Pará: o exemplo do estuário do rio marapanimnj. 2006.

SILVA, Victor Cesar Carneiro et al. Estudo das fontes de poluição por microplásticos recorrentes na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 20, n. 2023, 2023. DOI: 10.21168/rega.v20e5. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/766>. Acesso em: 19 jun. 2024.

SOARES, Júlia de Lima et al. Análise da variabilidade espaço-temporal de dados de nível ao longo do litoral brasileiro. 2013.

VEIVERBERG, Cátia Aline; PIRES, Cinthia Bonilha; BERGAMIN, Giovani Taffarel. Comercialização e processamento dos produtos da pesca artesanal na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. **Extensão Rural**, v. 28, n. 2, p. e9-e9, 2021. DOI: 10.5902/2318179666498. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/66498>. Acesso em: 20 mar. 2024.

VIANNA, Anderson Martins. Poluição ambiental, um problema de urbanização e crescimento desordenado das cidades. *Revista Sustinere*, v. 3, n. 1, p. 22-42, 2015.

VIANA, Mônica de Oliveira et al. Bioprospecção de bactérias com potencial biotecnológico para biorremediação e monitoramento de praias impactadas da Baía de Guanabara, RJ. 2011. Tese de Doutorado.

VIRGILIO, Thiago Costa; DIONÍSIO, Pamela Marcia Ferreira; MENEZES, P. M. L. Ilha do Governador: contribuição do estudo geonímico para o processo evolutivo. 2011.