

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA
PÓS-GRADUAÇÃO EM DINÂMICA DOS OCEANOS E DA TERRA

**POLUIÇÃO POR MICROPLÁSTICO EM PRAIAS DA
BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ**

Kidian Medeiros

Niterói,
Novembro, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA
PÓS-GRADUAÇÃO EM DINÂMICA DOS OCEANOS E DA TERRA

**POLUIÇÃO POR MICROPLÁSTICO EM PRAIAS DA
BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ**

Kidian Medeiros

Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia e Geofísica Marinha, Instituto de Geociências, UFF, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Dinâmica dos Oceanos e da Terra.

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Baptista Neto

Niterói
Novembro, 2019

POLUIÇÃO POR MICROPLÁSTICO EM PRAIAS DA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ

Kidian Medeiros

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Baptista Neto

Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia Marinha, Instituto de Geociências, UFF, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Dinâmica dos Oceanos e da Terra.

Aprovada por:

BANCA EXAMINADORA:

Presidente, Prof. Dr. José Antônio Baptista Neto - UFF

Prof. Dr. Carlos Marclei Arruda Rangel - UFF

Prof. Dr. Estefan Monteiro da Fonseca – UFF

M 448p Medeiros, Kidian

Poluição por microplástico em praias da Baía da Ilha Grande, RJ. /
Kidian Medeiros. — Niterói, 2019.
73f : il. color. ; tab. ; graf

Dissertação (Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra) -
Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências,
Departamento de Geologia Marinha, Niterói, 2019.

Orientador: Professor Doutor José Antônio Baptista Neto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado a chance de poder estudar em um país onde o estudo é privilégio de poucos, por ter força de seguir melhorando como professor e crescer como pesquisador.

Aos meus pais, Marcos e Rosalina, por toda ajuda e amparo, nos momentos difíceis na hora de estudar, sem vocês não conseguiria conciliar trabalho e estudo.

Agradeço ao professor José Antônio Baptista Neto pela orientação, ajuda, paciência e por ser um exemplo de professor, um norte a seguir desde os tempos de UERJ. O senhor foi fundamental nesta estrada. Zé, você é um ser humano diferenciado. Serei eternamente grato por tudo.

Agradeço ao professor Dr. Carlos Marclei, que sempre solícito, estava disposto a me ajudar nos caminhos a seguir, nas indicações bibliográficas sobre a área estudada. Ao querido amigo de UFF, Diego Carvalho, que me ajudou em tudo, me ajudando em como ser um pesquisador melhor. Ao meu irmão de sangue e amigo, Jimmy Medeiros, que prontamente me ajudou em todas as tabelas. Meu muito obrigado. Agradeço às queridas primas Vanessa Danielli e Luciana Danielli por toda ajuda em vários momentos.

Agradeço à Suellen Teixeira que me auxiliou nestes últimos tempos e me inspirou a seguir sempre em frente, você foi uma grande inspiração de coragem e superação. Obrigado.

Posso dizer que venci um obstáculo, e que meu maior incentivo sempre foi ser um professor melhor, pois lecionar nas redes públicas do município e do estado do Rio de Janeiro é algo de extremo orgulho, pois se configura em ato de “rebeldia” e resistência num país como o Brasil.

Aos meus colegas e professores da Escola Estadual Caio Francisco Figueiredo, Escola Municipal Rodrigo Otávio e Escola Municipal Anísio Teixeira.

Aos meus professores da Universidade Federal Fluminense, pois me permitiram, um cidadão de periferia, continuar a lutar e enxergar um mundo completamente diferente do que já conhecia.

Agradeço em especial aos companheiros de classe, familiares e todos que ainda acreditam que é possível estudar e ser um professor pesquisador cada vez melhor.

Todavia, sem o incentivo do meu filho Gael Medeiros, não conseguiria chegar onde cheguei, sempre foi um combustível nesta caminhada apaixonante. Muito obrigado.

RESUMO

Corpos hídricos, como mares e rios, recebem cada vez mais poluentes sólidos como detritos plásticos diariamente. O crescente acúmulo de poluentes ambientais é o reflexo de uma sociedade pós-moderna que elegeu o plástico, como um importante elemento central para seu uso comum ou na indústria, contudo seu descarte se tornou grave problema ambiental, principalmente em ambientes costeiros. A poluição por plásticos em zonas costeiras é preocupante devido a fragmentação de macrolásticos (>5mm) em microplásticos (< 5mm) aumentando, assim, a facilidade de deslocamento destes detritos plásticos com a ação de ventos e mares. Estes microplásticos conseguem chegar em pontos, cada vez mais distantes de suas fontes poluidoras colocando, desta forma, ambientes “mais preservados” em risco. A Baía da Ilha Grande (Rio de Janeiro) é considerada um ambiente de recente ocupação urbana e possuiu, ainda, muitos ambientes costeiros sem habitantes, além de ser uma área de intensa ação de turistas e com grande potencial neste setor, por isso a pesquisa buscou, através de pesquisa de campo, avaliar as condições ambientais de cinco praias através do acúmulo de microplásticos nestes ambientes. Este trabalho visa contextualizar o quantitativo de microplásticos coletados com seus contextos sociais e políticos locais para uma maior compreensão da transformação desta baía. As praias selecionadas foram Anil, Grande, Brava e Vila Histórica de Mambucaba (todas em Angra dos Reis) e São Gonçalo (Paraty). Estas praias estão em pontos estratégicos da Baía da Ilha Grande e juntas apresentam transformações socioambientais nesta extremidade do Estado do Rio de Janeiro. As concentrações de microplásticos variaram de 0 até 22 partículas por m² das praias. Isopor, fibras e fragmentos foram responsáveis por 126 partículas de microplásticos, não foi encontrado nenhum pellet nas praias selecionadas. Os isopores (poliestireno) representando 54% do total de detritos, seguido de fragmentos (34,1%) e Fibras (11,9%).

Palavras-chave: Microplásticos, Baía da Ilha Grande, poluição.

ABSTRACT

Water bodies, like oceans and rivers, receive more and more solid pollutants such as plastic waste everyday. The increasing number of environmental pollutants is the result of a post-modern society which has elected plastic as an important central element for its everyday use or industrial. However its disposal has become a serious environmental problem, mainly in coastal areas. Plastic pollution in coastal areas is preoccupying due to the fragmentation of macroplastics (>5mm) into microplastics (< 5mm), thus increasing the displacement of these plastic waste with the action of winds and sea. These microplastics might arrive even farther from their polluting sources, offering risks to more preserved areas. The Baía da Ilha Grande (Ilha Grande Bay) in Rio de Janeiro is considered a recent urban occupation region and possesses several coastal areas with no inhabitants, this region also receives a great number of tourists and presents relevant potential in this sector. Therefore this research aimed at evaluating the environmental conditions of five beaches in relation to the accumulation of microplastics, through field research. This paper aims to contextualize the quantity of microplastics collected with their local social and political contexts for a better understanding of the transformation of this bay. The selected beaches were Anil, Grande, Brava and Vila Histórica de Mambucaba (in Angra dos Reis) and São Gonçalo (in Paraty). These beaches are in strategic points of the Baía da Ilha Grande (Ilha grande Bay) and present social-environmental transformations in this extremity of Rio de Janeiro State. The concentrations of microplastics vary from 0 to 22 particles per m² of the beaches. Styrofoam, fibers and fragments were responsible for 126 particles of microplastics. No pellet was found. Styrofoam (polystyrene) represented 54% of the total waste, followed by fragments (34,1%) and fibers (11,9%).

Key words: microplastics, Ilha Grande Bay, pollution

ÍNDICE	1
1– REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
1.1.- Microplásticos	5
1.2– Fontes de microplásticos	7
1.3– Microplásticos nos oceanos	9
1.4 - Plástico como problema global	13
1.4.1 - Degradação do plástico	17
1.5 - Polímeros Sintéticos	18
2 - ÁREA DE ESTUDO	21
2.1 – Características gerais	21
2.2 – A (micro) Baía da Ribeira	23
2.3 – Praia do Anil	25
2.4 – Praia Grande	27
2.5 – Praia Brava	29
2.6 – Praia de Vila Histórica de Mambucaba	31
2.7 – Praia de São Gonçalo	33
3– METODOLOGIA E MATERIAIS	37
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 – Ocorrência e distribuição de microplásticos nas praias analisadas 40	
4.2 – Coletas realizadas no inverno (2017) e verão (2018)	45
4.2.1 – Pluviosidade e influencia das ondas e marés	47
4.3 Resultado por categorias de Microplástico	48
4.4- Resultado por Praias	50
4.4.1- Praia do Anil	50
4.4.3- Praia Brava	55
4.4.4- Praia de Vila Histórica de Mambucaba	57

4.4.5- Praia de São Gonçalo	57
4.5 - Resultado por cores de Microplásticos	58
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
6 – REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Área de realização da pesquisa, numeração das praias.....	4
Figura 2 - Mapa da Baía da Ilha Grande – praias	25
Figura 3 - Imagem de satélite – Praia do Anil	26
Figura 4 - Praia do Anil (A) ponto 2. Praia do Anil (B) ponto 1.	27
Figura 5 - Imagem de satélite. Praia Grande	28
Figura 6 - Praia Grande	29
Figura 7 - Imagem de satélite. Praia Brava	30
Figura 8 - Praia Brava	31
Figura 9 - Limpeza pública em Praia Brava (A). Linha de Maré alta em Praia Brava (B)	31
Figura 10 - Imagem de satélite. Vila Histórica de Mambucaba.	32
Figura 11 - Lixo na praia de Vila Histórica de Mambucaba (A). Coleta de Microplásticos (B).	33
Figura 12 – Imagem de satélite. Praia de São Gonçalo.	34
Figura 13 – Rio da Praia de São Gonçalo (A). Parte deserta da Praia de São Gonçalo (B).	34
Figura 14 - Comerciantes fazendo a limpeza da (A). Banhistas na praia de São Gonçalo (B).	36
Figura 15 – (A) Coleta de microplásticos por m ² , (B) Microscópio, LAGEMAR-UFF.....	38
Figura 16 – Metodologia – coleta até decantação.....	39
Figura 17 – Quantidade de microplásticos por estação do ano	41
Figura 18 – Poliestireno na praia Grande (A). Poliestireno na praia Brava (B)...	42
Figura 19 - Coleta de microplástico em Vila Histórica de Mambucaba	46
Figura 20 – Percentual de microplásticos divididos por categoria	48
Figura 21 – Microplástico fibra encontrada no ponto 1, praia do Anil	49
Figura 22 – Poliestireno em fragmentação (A). Imagem de um poliestireno (B).....	49
Figura 23 – Saída de esgoto na praia do Anil	51
Figura 24 – Amostras de microplásticos poliestireno (A) e (B)	52

Figura 25 – Microplásticos fragmento (E) e (F).....	53
Figura 26- Microplástico fibra	53
Figura 27 – Microplástico – Fibra	54
Figura 28 - Boia de proteção liberando microplástico secundário	54
Figura 29 – Microplástico poliestireno (A). Coleta na praia Grande (B) ponto 2	55
Figura 30 – Lixo e matéria orgânica na praia Brava (A). Material de pesca liberando microplástico secundário	56
Figura 31 – Microplástico fragmento azul (A) transparente (B)	57
Figura 32 – Microplástico fragmento (filme) (A), azul (B)	58
Figura 33 –Microplásticos coletados na Baía da Ilha Grande por cores	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Praias selecionadas para análise	24
Tabela 2 - Análise do quantitativo de microplásticos por estação	43
Tabela 3 - Microplásticos coletados – campo inverno/2017	45
Tabela 4 - Microplásticos coletados – campo verão/2018	46
Tabela 5 – Corantes e metais em plásticos (CADORE et. al. 2008)	59
Tabela 6 – Microplásticos – quantitativo por cores, praias, pontos de coleta, nas estações verão e inverno	61
Tabela 7 – Variação de partículas de microplásticos por praias em diferentes partes do mundo	62
Tabela 8 –Comparação entre totais de microplásticos coletados na Baía de Guanabara (CARVALHO, 2016) e Baía da Ilha Grande (MEDEIROS, 2019) ..	63
Tabela 9 – Comparação da média de microplásticos entre a Baía de Guanabara (CARVALHO, 2016) e Baía da Ilha Grande (MEDEIROS, 2019).....	64

*“A natureza pode suprir todas as
necessidades do homem, menos a
ganância.”*

Mahatma Gandhi

INTRODUÇÃO

A presença de uma nova lógica de ocupação territorial vem ocorrendo desde a Primeira Revolução Industrial (século XVIII), e vem se expandindo ao longo do tempo, entre nações, que investiram, especificamente, na indústria como motriz desenvolvimentista no plano econômico. Nos séculos posteriores, houve uma combinação de técnicas produtivas e evolução do sistema produtivo que, gradualmente, culminou em níveis técnicos avançados, nos quais promoveram profundas alterações espaciais e nas paisagens. Contudo, este sistema produtivo trouxe um grave problema deste novo modelo: o descarte de resíduos industriais e materiais utilizados por essa nova sociedade urbana-industrializada (BARNES et. al.2009).

Nesta perspectiva, o processo de transformação espacial redefiniu espaços funcionais produtivos, hábitos, costumes e principalmente um consumo que sempre foi definido pela capacidade produtiva e interesses econômicos, minimizando a preocupação com um desequilíbrio ecológico, latente em pleno desenvolvimento industrial e urbano. A cidade como conhecemos “nasceu” em Londres, mas se expandiu por todo o globo terrestre, levando, por todos os cantos, as mazelas de uma sociedade altamente produtiva e pouco preocupada com os desequilíbrios ambientais e teve, recentemente, o plástico como principal expoente dessa triste realidade, principalmente na segunda metade do último século (ISLAM e TANAKA, 2004).

Destaca-se a dimensão do impacto dessas sociedades pós-modernas no meio natural, sob o viés analítico do acúmulo de poluentes em ambientes naturais e severas consequências aos seres humanos. Uma categoria do plástico que vem ganhando relevância no meio acadêmico é o “microplástico”, que mesmo sendo difícil de observar a olho nu, representa essa sociedade em crise produtiva e de descarte de seus materiais. Há um crescimento quanto ao estudo de microplásticos em muitos ambientes, marinhos ou terrestres, que resulta de uma sociedade repleta deste polímero sintético desenvolvido pelo homem (MARTINEZ, et. al, 2009).

Neste sentido, o aumento da produção de plásticos tem seu crescimento vertiginoso a partir da segunda metade do último século, criando muitos produtos de uso único no cotidiano, de uma sociedade programada pela “praticidade” e o

descarte destas materias sem algum critério racional. O plástico é barato, flexível em formato, cor e tamanho (MARTELO et. al., 2012), portanto se tornou em pouco tempo referência para a Indústria que se expandia para a periferia capitalista, contudo, este modelo produtivo, nasce da lógica estadunidense de produção em larga escala e descarte de materiais como embalagens, latas, sacolas e outros materiais, plásticos ou não, que contribuíram de forma intensa para grave problema da poluição marinha (MOORE et. al., 2001).

O modelo de vida, determinado no último século, deu relevância ao uso do plástico no sistema produtivo, contudo seu descarte se tornou grave problema, já que uma grande parcela é jogada em rios e mares. A maioria dos resíduos plásticos, em diferentes tamanhos, se transformam em corpos que boiam em um único oceano global o qual se desmembra em mares (DERRAIK, 2002). Essa possibilidade de uma poluição global estende este problema a todas as nações, mesmo as distantes das zonas marítimas, pois a poluição não respeita os limites políticos forjados pelos homens.

A poluição marinha tem recebido importância nas últimas décadas, todavia havia uma maior ênfase sobre os macroplásticos (partículas de plástico superiores a 5 mm), deixando, assim, uma lacuna quando se trata da pesquisa de partículas de plásticos inferiores a 5 mm – microplástico - mesmo esta carência tendo diminuído nos últimos anos, com a apresentação de muitos estudos sobre tal tema (ANDRADY, 2011).

As zonas de praias recebem quantidades relevantes de poluentes a todo momento, portanto, o plástico se tornou o vilão de uma sociedade capitalista que o elegeu como importante matéria prima devido a sua praticidade e baixo custo. Este caótico cenário de descarte de materiais e considerável aumento da produção, desde a década de 70, intensificaram o acúmulo de poluentes, principalmente o plástico (MOORE,2008).

É preciso pensar o plástico como referência de uma sociedade capitalista em crise ambiental e civilizatória (SANTOS et. al., 2008), pois vive um desequilíbrio latente em seus ecossistemas e relativa diminuição de recursos básicos de sobrevivência, como água potável e solo fértil, e seus acessos por parte de população, principalmente a mais pobre.

A crise Ambiental é fruto do modelo produtivo capitalista, que não privilegia a manutenção de recursos naturais gerando, como consequência, uma crise

civilizatória já que aumenta ainda mais a diferença entre pessoas e sua ligação com a natureza (SANTOS et. al., 2008).

O objeto dessa dissertação tem como foco o tema de acúmulo de microplásticos na Baía da Ilha Grande, no sul do estado fluminense, situada entre as maiores metrópoles nacionais – Rio de Janeiro e São Paulo. O presente trabalho visa analisar o acúmulo de microplásticos em ambientes costeiros, para isso, no primeiro momento, há o debate acerca do conceito de microplásticos e outros relacionados ao tema. Em um segundo momento, são expostos os dados empíricos sobre o recorte espacial selecionado, a Baía da Ilha Grande. Por fim, no terceiro momento, são expostos, de forma sucinta, reflexões baseadas nos dados empíricos do segundo momento sob o viés teórico tecido no primeiro momento.

Pauta-se a análise da transformação histórica e socioeconômica para uma compreensão relevante dos impactos ambientais nesta região de importância natural e social, principalmente por ter vocação turística, portanto, analisar este recorte espacial suscita um maior debate em escalas maiores da problemática, que se tornaram os microplásticos no Brasil e no mundo.

Cabe aqui, na introdução deste trabalho, deixar claro a necessidade de compreender a macro lógica de acúmulo de poluentes (microplásticos) em dois momentos sazonais (verão e inverno), pelo recorte espacial de cinco praias, em dois municípios do sul fluminense - Angra dos Reis e Paraty. As praias selecionadas foram: Brava, Grande, Mambucaba, Anil (Angra dos Reis) e São Gonçalo (Paraty), todas dentro da baía da Ilha Grande. A região tem vocação turística, por isso, o entendimento deste cenário se faz necessário, já que os impactos são complexos e, muitas das vezes, irreversíveis.

Compreender os microplásticos no ambiente marinho é essencial para uma gestão do espaço mais eficaz e buscar mitigar os próximos impactos. O estudo se baseia em duas coletas por praia, em um espaço de 1 metro quadrado em cada extremidade desta zona costeira, na linha de maré alta, em dois momentos anuais, verão e inverno, para uma análise mais profunda sob condições climáticas distintas.

Infelizmente, o uso destes ambientes costeiros por humanos, pode influenciar diretamente nos resultados finais, sendo, razoavelmente, difícil diferenciar qual percentual de poluentes é proveniente dos mares e qual é

proveniente pelo uso destas áreas. É preciso uma análise física e social complexa de cada praia considerando elementos que venham explicar cada resultado, para um entendimento maior destas cinco praias, já que todas fazem parte do mesmo complexo hidrodinâmico.

O objetivo deste trabalho é apresentar a concentração de microplásticos em sedimentos marinhos em praias de características peculiares da Baía da Ilha Grande de modo a contribuir com estudos de caracterização de deposição de resíduos poluentes – microplásticos, por ser um fenômeno crescente nas últimas décadas, mesmo em áreas de ocupação humana variável, como no sul do estado do Rio de Janeiro, especificamente na Baía da Ilha Grande.

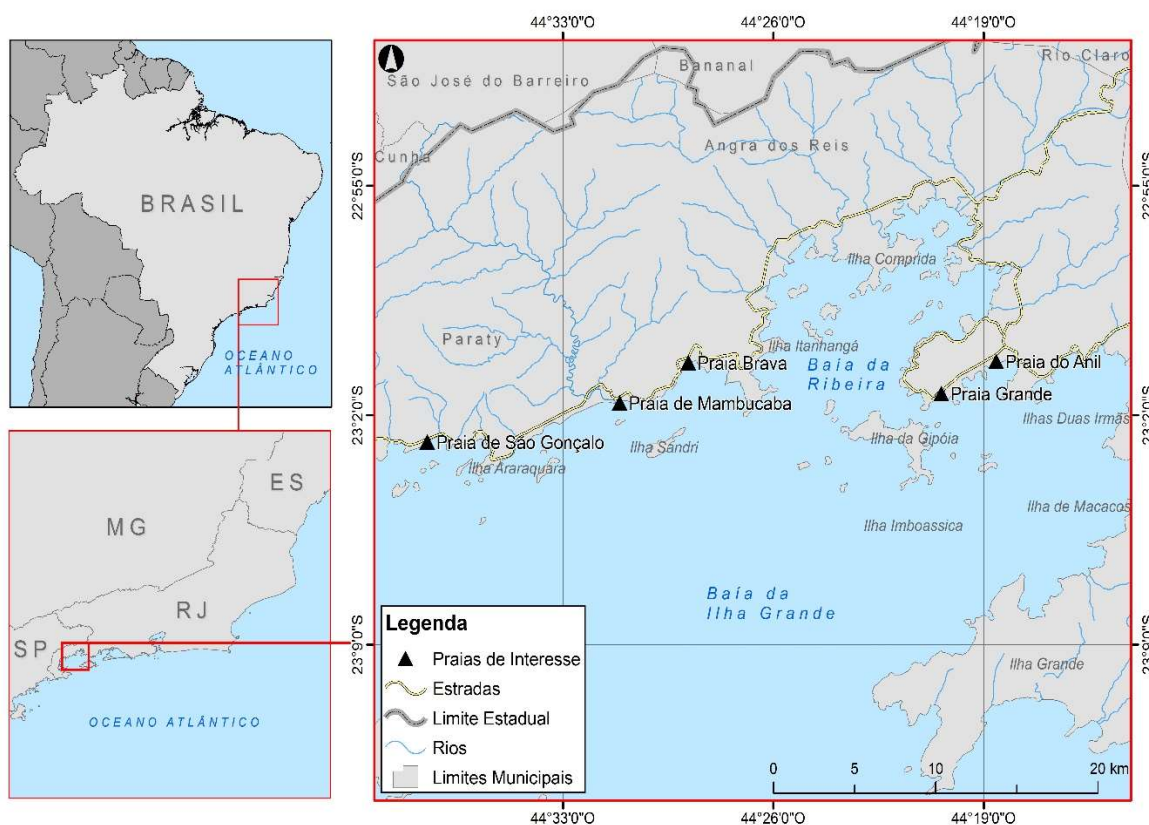


Figura 1-Área de realização da pesquisa – Numeração das praias estudadas nesta pesquisa, 1- Praia do Anil (Angra dos Reis), 2- Praia Grande (Angra dos Reis), 3 – Praia Brava (Angra dos Reis), 4 – Praia de Mambucaba (Angra dos Reis), 5- Praia de São Gonçalo (Paraty)

1– REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1.- Microplásticos

A poluição por detritos de plástico representa uma grave ameaça para a biodiversidade marinha brasileira, um problema que é acentuado pelo pouco monitoramento deste tipo de resíduo sólido no país. São considerados como microplásticos aqueles que foram produzidos em partículas micro e por isso são considerados como primários, pois seu processo de degradação e fragmentação é desnecessário ou irrelevante já que é de pequeno porte. Os plásticos, em condições naturais, sofrem, a todo momento, degradação e fragmentação em partes menores, estas têm como consequência a significativa alteração em suas propriedades químicas, fruto de reações moleculares (MANO, 2004).

A degradação do plástico é um processo de redução do peso molecular médio dos polímeros (ANDRADY, 2011), sua complexidade depende diretamente do tempo de exposição à radiação e de fatores como temperatura (MANO, 2004) e dinâmicas locais como ondas e morfologia costeira (MARTINEZ et. al. 2009).

Uma vez no oceano, o plástico não vai embora, fragmenta-se, e eventualmente decompõem-se em pedaços menores conhecidos como microplásticos, e atua como um vetor para produtos químicos, tais como Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) que podem ser transferidos na cadeia alimentar após a ingestão por organismos marinhos (RYAN, 2014). Transportados pelas correntes oceânicas, poucos lugares ao redor do mundo não foram infestados por este material. Estima-se que o impacto da poluição dos oceanos por plástico é de US\$ 13 bilhões ao ano (UNEP, 2014).

Com o aumento da busca por informações sobre os microplásticos, há um impasse quanto ao intervalo de tamanho e metodologias para definições deste conceito. Em meio a uma crescente busca de informações sobre o tema e um aumento significativo de trabalhos sobre tal, há o consenso teórico de que microplástico é uma micropartícula menor que 5 mm (ANDRADY, 2011).

A definição do termo “microplástico”, mesmo definido de forma distinta por pesquisadores, caminhou para este intervalo (>5mm) graças à Arthur et al.,

(2009) e Gregory e Andrady (2003), facilitando a definição de uma nova categoria de tamanho maior de 5 mm definida como “mesoplásticos” (GREGORY e ANDRADY, 2003). Atualmente, não há limite menor definido, embora nanopartículas (então nanoplásticos) sejam classificados, geralmente, como <100nm.

Em uma definição mais rigorosa, há o desmembramento do conceito plástico em categorias como nano, micro, meso, macro e megaplástico, mesmo isso ainda não sendo formalizado pela comunidade internacional de pesquisa. Portanto, a adoção do termo “microplástico” é consequência de uma generalização do termo de pequenas peças de plástico, com dificuldades na homogeneização de metodologias e medições precisas em meio a um período de explosão de publicações científicas sobre o tema em todo o mundo. Surge, assim, uma generalização do termo “microplástico” que é questionado por muitos quanto à sua definição e principalmente quanto ao seu intervalo, contudo, atualmente, este termo ganha mais destaque que outros intervalos definidos por alguns autores.

O termo "microplástico" foi definido de forma diferente por vários pesquisadores. Gregory & Andrady (2003) definiu microplásticos como as partículas quase não visíveis (0,06 a 0,5 mm de diâmetro), enquanto que partículas maiores do que isso foram chamados mesoplásticos.

O recente impasse quanto ao intervalo do termo microplástico expõe um cenário de avanço teórico quanto ao conceito de “microplástico”, contudo, por ser algo recentemente exposto no meio acadêmico, ainda, encontra resistência quanto a termos incomuns. A relevância do termo a ser estudado reflete um problema global, afinal a poluição por microplásticos em sistemas marinhos é motivo de preocupação por diversas razões: é uma poluição difusa e persistente; as fontes de poluição são difíceis de identificar: uma vez no ambiente, microplásticos são impossíveis de se controlar (ARTHUR et al., 2009), microplásticos podem ser ingeridos por invertebrados marinhos e incorporados no tecido (THOMPSON et al. 2004, BROWNE et al., 2008), são portadores de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) no ambiente aquático que podem ter efeitos tóxicos sobre a vida marinha (MATO et al., 2001; TEUTEN et al., 2007).

1.2– Fontes de microplásticos

A origem do plástico no meio ambiente é causada pela ação humana e sua má gestão destes materiais no meio. A lógica de descarte destes micros poluentes segue padrões comuns por todo o mundo, podendo ser identificados em quatro grupos geradores de microplásticos.

A primeira fonte geradora de destaque é decorrente do uso das areias por banhistas, turistas e usuários que costumam frequentar praias turísticas ou não. Estas ações são mais intensas em ambientes turísticos e em locais onde não há limpeza regular destes ambientes, contudo, ainda assim, é frequente o aparecimento/depósito de micropartículas de plásticos (partes destes) como restos de produtos descartáveis como talheres, embalagens ou outros materiais ligados à prática do turismo.

O despejo de esgotos em rios, estuários e lagunas que seguem para os mares é outro relativo grupo de fonte de poluentes, pois estes são jogados constantemente e não há sequer tratamento ou impedimento de partículas microscópicas de plásticos (RYAN et. al., 2009). O descarte de poluentes em esgotos é comum em emissários urbanos que são jogados no meio do oceano, muitas das vezes, estes são fruto da limpeza comum de uso de máquina de lavar, como relatado por PIRC et. al., (2016) que mostrou o descarte de microfibras de roupas que são comumente jogados no enxague de roupas feitos por máquinas de lavar e despejo de microfibras proveniente de roupas.

Em locais de práticas de pesca se tornou comum o descarte de materiais voltados para esta atividade, sendo muito comum o surgimento de micro fragmentos de nylon decorrente da rede de pesca (Nylon), e isopor (PS) comum de matérias como redes de pesca, boias ou outros instrumentos para a atividade pesqueira. Estes materiais quando jogados no mar se fragmentam em menores partículas, sendo depositados em muitos outros ambientes costeiros.

Uma quarta fonte produtora de microplásticos, e não menos importante que as anteriores, é relacionada à indústria naval e suas atividades, pois estas, em suas atividades, acabam liberando muitos materiais plásticos em ambientes costeiros. Limpeza de barcos e cascos, desmantelamento de navios, acidentes no transporte de “pellets” (considerado microplástico primário) para outros pontos costeiros para alimentar a indústria são alguns exemplos de como o ramo

naval se tornou uma relevante fonte de inserção de partículas de plásticos menores de 5mm.

Estas fontes de microplásticos relatadas podem ser divididas em dois grandes grupos: a primária, quando há introdução direta da micropartícula de plástico, e a fonte secundária, quando há o processo de abrasão sobre o plástico e este se fragmenta em peças de dimensões menores (ANDRADY,2011). Diante deste cenário, identificar fontes destes poluentes é importante na mensuração precisa da entrada de microplástico em ambiente marinho, para, assim, identificar os “pontos quentes” de ocorrência e desenvolver políticas locais de mitigação.

Os microplásticos são partículas de plástico que entram no ambiente aquático a partir de fontes diversas, tais como abrasivos plásticos, produtos de limpeza e pellets virgens utilizados na produção de peças de plástico. Eles também podem ser oriundos da decomposição de pedaços grandes de plástico, ou de forma direta (BROWNE et al., 2007). As pequenas partículas de plástico podem ser perigosas, uma vez que elas podem entrar na cadeia alimentar dos oceanos e afetar todo o ecossistema. A dificuldade de identificar a olho nu os microplásticos é aumentada quando estes estão misturados a sedimentos como areia, assim, dificultando o discernimento dos materiais. A investigação destes poluentes no meio natural se faz relevante já que suas fontes são diversas.

A degradação do plástico nos oceanos é constante devido a hidrodinâmica, além de sofrer degradação foto-oxidativa por radiação UV, seguida de degradação térmica, física e química. O enfraquecimento do plástico o torna frágil e suscetíveis a outras degradações, como por biorganismos (SHAH et. al., 2008) intensificando o processo de crescimento de microplásticos secundários.

Os microplásticos primários são fabricados e têm tamanho microscópico, sendo geralmente decorrente de esfoliantes e cosméticos (GREGORY, 1996). Com o crescimento da “indústria da beleza”, o descarte destes materiais passou a ser mais constante na natureza e nos mares. A popularização destes produtos de higiene e beleza já são considerados como uma relevante fonte de microplásticos primários.

Produtos como creme dental, ducha/banho e esfoliantes se destacam já que são despejados em esgotos, após seu uso, e direcionados para os corpos

hídricos como rios, lagos e mares com as pequenas partículas de plásticos (VICENTE, 2018). É comum o aparecimento de resíduos microscópios decorrente de jateamento de ar (GREGORY, 1996), comumente utilizado da remoção de tintas e ferrugem em cascos de navios. O descarte deste nos mares se transformou em uma fonte considerável de microplásticos nos oceanos.

Em recente trabalho, SUNDT et. al., 2014 demonstra relação de fragmentos de microplásticos provenientes de fibras sintéticas em águas do mar. Este material se perde/desprende quando lavados em máquinas residenciais e a água se encarrega de levar estas fibras destes materiais têxteis. No passado recente, o descarte da água doce proveniente da lavagem de roupas não era um problema, porém a partir do trabalho de Browne (2011) há uma maior preocupação quanto a isso, aumentando o debate quanto aos costumes de consumo e descarte urbano de esgoto em oceanos, frequentes por emissários submarinos.

Mesmo com dificuldade relativa de demonstrar uma contribuição matemática em quantidade em amostras ambientais, os cálculos mostram que os microplásticos primários não seriam um grande componente se comparado com os microplásticos secundários (MARTINEZ, et. al., 2009). Portanto, os criados dentro da dimensão de micropartículas (>5mm) são mais escassos que os secundários devido a constante quebra que a ação hidrodinâmica produz sobre macroplásticos, tornando, assim, o próprio mar como fundamental no crescimento destas partículas de polímeros, incluindo polietileno, polipropileno e assim por diante.

1.3– Microplásticos nos oceanos

O acúmulo de macro partículas de plásticos e microplásticos (<5mm) tem sido encontrado em oceanos de todo o mundo (ANDRADY, 2011). O consumo paradoxal de plásticos é resultado de uma gradual substituição, nas últimas décadas, de diversos materiais, como vidro, por plástico sendo uma grave ameaça (BARNES et al., 2009, THOMPSON et al., 2009).

A maioria dos polímeros é flutuante na água, formando uma superfície destes materiais em muitos locais do planeta como em giros e convergências

oceânicas (RYAN et. al. 2009), já que o acúmulo de itens plásticos como embalagens, caixas e garrafas frequentemente estão em mares abertos ou mesmo fechados (BARNES et. al., 2009).

Devido ao seu pequeno tamanho, os microplásticos podem ser facilmente ingeridos por elementos da fauna trófica, com consequências incertas no organismo humano (WRIGHT et. al.,2013), mas com muitos relatos científicos de acúmulo destes detritos em peixes, aves e outros animais marinhos.

Thompson et al. (2004) comprova a ingestão de microplásticos por crustáceos (*Orchestia Gammarelleus*) no qual eles, provavelmente, confundiram as micropartículas com alimento se tornando, assim, consumidores primários de microplásticos.

Os plásticos, enquanto polímeros artificiais, raramente são usados como substâncias puras, pois a mistura de resinas é com o intuito de maximizar a qualidade do plástico (ANDRADY e NEAL, 2009). Esses aditivos químicos são potencialmente tóxicos (como chumbo, tribufl estanho em policloreto de vinila, PVC).

Mesmo com tamanha influência dos microplásticos e organismos marinhos, ainda há uma grande incerteza quanto aos riscos ecológicos, contudo as evidências científicas de impactos locais vêm crescendo no meio acadêmico nos últimos anos. O risco de microplásticos em organismos e sistemas ecológicos atinge um patamar preocupante quando relacionados aos efeitos físico e químico. As partículas têm seu efeito físico quando a forma e o tamanho são importantes. Para efeito químico há de se considerar a área de superfície e a toxicidade intrínseca do polímero.

Quando um animal marinho ingere um microplástico significa uma possível obstrução mecânica de seu sistema digestivo, mas também há o impacto da ingestão de POPs, por seus efeitos tóxicos (ANDRADY,2011). Mesmo com o aumento de pesquisas e monitoramento de poluição plástica em partes do mundo, como em alguns estados da União Europeia e seu Marco de Estratégia Marinha (MSFD), há um aumento na demanda de relatos de impactos sobre peixes e aves marinhas, induzidos por engolir ou entrelaçar em itens plásticos ou cordas, ou evidências de microplásticos em mexilhões (BROWNE et al., 2008).

Uma forma de plástico de significativo destaque são os “pellets”, que são esférulas plásticas de até 5 mm de diâmetro e são matéria prima para a fabricação de utensílios plásticos (BAPTISTA NETO et. al., 2006). Os plásticos se tornaram a maior parte do lixo marinho em todo o mundo, mesmo com resultados pouco comprovados. Isto atesta que é possível encontrar “pellets” em áreas bem distantes das zonas produtoras destes detritos, mesmo em ambientes “preservados” e completamente distantes de zonas industriais (IVAR DO SUL, 2009).

Pellets de plásticos podem ser encontrados em todo o Pacífico, principalmente no Sudoeste, em quantidade relativamente alta para áreas remotas como Tonga, Raratonga e Fiji (DERRAIK, 2002). O descarte de plásticos no meio marinho é constante nas últimas décadas (PLASTICSEUROPE, 2015) sendo um problema global de profundidade incerta, mas graves consequências a médio prazo. O que acontece no Pacífico se repete em lugares como África do Sul (RYAN et. al., 2009) com aumento do número de “pellets” em Fernando de Noronha (IVAR DO SUL, 2009), na costa nordestina brasileira, onde se encontram tais detritos plásticos.

A produção destas esférulas de plásticos teve um aumento enorme nas últimas décadas e por vezes muitas indústrias, de várias partes do mundo, usam o plástico usado como matéria prima para a produção de novos “pellets” (IVAR DO SUL et. al., 2014)

Os Pellets de polietileno (PE) são mais leves que a água e por isso são facilmente carregados por mares e rios, portanto sendo achados em vários pontos da costa, mesmo distante das áreas de despejo industrial (RYAN et. al., 2009). Estas esférulas de plásticos são corpos de fácil adsorção de poluentes, portanto a magnitude do acúmulo de pellets é significativa, já que poluentes hidrofóbicos são uma das principais causas na absorção de animais marinhos e aves que se alimentam destes corpos.

Fica evidente que a cadeia alimentar fica comprometida no sentido de que mamíferos no qual se alimentaram de peixes contaminados com plásticos (ERIKSSON e BURTON, 2003) se tornam como responsáveis por um desequilíbrio considerável na cadeia. No entanto, o conhecimento sobre os impactos sobre humanos ainda é escasso, mesmo tendo um aumento de

pesquisas. Os microplásticos podem servir de vetores de transporte para microrganismos invasivos para regiões remotas do globo terrestre.

O plástico, em qualquer dimensão, se torna uma esponja, quando em meio aquático, absorvendo poluentes tóxicos presentes na água. O descarte de poluentes de forma inadequada se torna mais incisivo, pois o plástico ou microplástico tem a capacidade de carregar resquício desta ação poluente para outros locais (RYAN et. al., 2009). A ingestão deste plástico, principalmente em menor tamanho, se tornou constante e registrado em cadeias alimentares humanas, já que a contaminação por microplásticos foi encontrada em tecidos de peixes (BROWNE et al.; 2008).

O desequilíbrio ambiental criado pelo homem liberou substâncias químicas perigosas no meio natural (POPs) que conseguem resistir à degradação ambiental. Esta capacidade deve-se a característica de adsorção destas substâncias nos detritos poluentes como os microplásticos, como os Pellets (RYAN, 2015).

Muitas indústrias, de várias partes do mundo, estão produzindo pellets a partir de plástico usado, este ato de reciclagem recente é a demonstração da relevância que estas esférulas possuem no sistema industrial, fruto de uma demanda crescente nas últimas décadas, tal cenário de aumento destas esférulas maximiza, de forma considerável, a probabilidade de acidentes no meio ambiente, como ocorreu em Hong Kong (2012) (SUNDT et al., 2014).

A biodiversidade brasileira marinha está severamente ameaçada com o crescimento dos microplásticos primários e secundários, pois estes se tornaram vetores de POPs, um problema que cresce sem monitoramento adequado desse tipo de resíduo sólido.

Há um aumento significativo do número de pesquisas sobre o tema microplásticos, entretanto no Brasil ainda há poucos estudos sobre a presença de microplásticos em ambientes costeiros. A preocupação crescente sobre o tema se deve ao surgimento de (micro) elementos (partículas) plásticos em áreas distantes dos centros industriais como encontrados em Fernando de Noronha, em estudo relatado por Ivar do Sul et al., 2009.

O arquipélago, que se encontra a 300 quilômetros da costa brasileira, apresentou significativa contribuição no cenário de praias poluídas por pellets por apresentar deposição destes poluentes, principalmente nas praias a

barlavento, pois não se tratava de um acidente de navios que carregavam estas esférulas plásticas (SUNDT et al., 2014), mas sim a deposição marinha proveniente de locais de produção ou deposição destas micropartículas.

A poluição em centros urbanos é uma relevante fonte de poluentes e deposição de macropásticos e microplásticos em baías e rios que desaguam no oceano Atlântico, como ocorre em baías de todo o Brasil, como no litoral sul de Salvador, na Bahia, (SANTOS, et. al., 2008) e Baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro, (ALONSO, 2014; CARVALHO, 2016). O crescimento do estudo de microplásticos no Brasil deve ser levado para vários ambientes naturais como rios, estuários, oceanos e praias (VICENTE, 2018), principalmente devido ao uso humano intenso destes ambientes.

Os estudos de influência do depósito de detritos poluentes em ambientes marinhos se comprometem em avaliar os detritos acumulados no interior destas baías, contudo o fluxo deposicional vai além dos limites internos, pois seguem para as praias costeiras próximas, principalmente ao sul destas baías, devido à deriva marinha predominante que, geralmente, segue para o sul.

Diante deste cenário, a Baía da Ilha Grande, sul do estado do Rio de Janeiro, sofre, diretamente, a influência das Baías de Sepetiba (com ação intensa do porto e do lixo dos municípios de Itaguaí), da metrópole Rio de Janeiro (com os emissários submarinos e toda a produção de lixo da cidade) e da Baía de Guanabara (com todo o descarte de poluentes da região Serrana, Niterói, São Gonçalo, Guapimirim, Magé, Itaboraí e Duque de Caxias), todos ao norte da Baía da Ilha Grande.

Assim, a medida que a população humana continua a aumentar, a prevalência de microplásticos nos oceanos também aumentará de forma significativa. Então, se é possível identificar microplásticos, como pellets, na ilha de Fernando de Noronha (IVAR DO SUL, 2009) e a maioria dos detritos encontrados nas praias são de longas distâncias, sua fonte está no continente, se entende que a circulação destes detritos segue padrões de circulação, sendo parte de giros oceânicos por todo o mundo (RYAN et. al.; 2009).

1.4- O plástico como problema global

A lógica de ocupação humana não contribui na mitigação do descarte de resíduos no meio ambiente. A constante ocupação das zonas costeiras e a forma de descarte de materiais intensificaram, no último século (ALLSON et al., 2006), um grave problema no mundo – o lixo urbano. Embora esta questão não sendo resolvida, se configura relevante para algumas nações, mesmo ainda não estando na pauta de prioridades da maioria, por isso se transformando em um grave problema global. O lixo marinho representa esta grave situação, ainda mais que os resíduos poluentes não respeitam os limites cartográficos dos territórios nacionais.

O plástico tem sido destaque negativo quanto a ser o elemento mais abundante como lixo marinho (BAPTISTA NETO et al., 2006) em meio a outros resíduos sólidos que podem ser subdivididos em categorias, como: vidros, borrachas, metais, isopor e madeira antropogênica além de plásticos.

Mesmo com muitos benefícios, o plástico se tornou uma grande preocupação ambiental (ANDRADY e NEAL, 2009) pois seu descarte é feito, muitas das vezes, nos oceanos, por isso o estudo dos plásticos se tornou mais frequente em diferentes localidades sobre quantidade e localização do lixo marinho (ALLSON et al., 2006). Os mares se tornaram um sumidouro de detritos plásticos que passaram a se acumular em costas e afundar nos litorais (SANTOS et. al., 2009).

O plástico se tornou, recentemente, uma “necessidade” da sociedade capitalista, já que passou por uma expressiva modernização, assim como todo o sistema quanto ao uso de matéria prima no sistema produtivo (BARNES et. al. 2009). O aumento significativo da produção, maior durabilidade, boa resistência e um peso leve conseguiu dar maior relevância ao plástico, principalmente como matéria prima para a indústria e, conseqüentemente, seu descarte se tornou uma mazela (SANTOS et. al., 2005). O acúmulo de poluentes, como o plástico, se intensificou a partir da segunda metade do último século acompanhando a industrialização de países periféricos que descobriram nesta atividade uma rentabilidade para estas economias que outrora mantinham exclusivamente atividades primárias, e muitas destas nações não continham uma legislação consistente no que tange ao lixo industrial, principalmente o plástico. Nas últimas cinco décadas, os plásticos se transformaram no poluente mais comum e

perverso, já que vem travestido de matéria prima, por isso se tornou muito presente nas praias e mares de todo o mundo (MOORE, 2008).

Cerca de 8,3 milhões de toneladas de plásticos foram produzidos ao longo do tempo, desse total, mais de 6,3 bilhões de toneladas já viraram resíduos que nunca passaram por reciclagem, formando, assim, um emaranhado de plásticos que boiam e fragmentam-se em partículas menores, segundo Roland Geyer¹ (2017) em relatório na Science Advances. O crescimento vertiginoso da produção do plástico, na segunda metade do último século, criou um grave problema no meio científico - o seu descarte, todavia, não se via tantos plásticos em corpos hídricos, como rios, mares e lagoas, pois estes se fragmentavam em micropartículas de plásticos, facilitando a locomoção e, muitas das vezes, tais micropartículas sendo confundido com areia, ou pequenos pedaços de plânctons e/ou algas (DERRAIK, 2002).

Diante deste cenário de produção constante de poluentes plásticos, há uma dispersão natural quando estes micros poluentes plásticos são jogados em estuários e mares, pois passam a fazer parte de fluxos e correntes marinhas (ANDRADY, 2011, RYAN 2015), como é possível observar o enorme acúmulo de detritos plásticos nos giros globais (MARTINEZ et. al. 2009) em ambos os hemisférios, mesmo existindo uma discrepância quanto ao seu descarte (VICENTE, 2018). Quando no mar, os plásticos menores podem, ainda, ser levados pelo vento, principalmente as menores partículas, além de sofrerem influência da ação das dinâmicas locais das ondas e morfologia costeira (MARTINEZ, et. al., 2009).

Nesse sentido, o aumento de acúmulo de poluentes nos ambientes marinhos representou um grave problema global a ecossistemas marinhos. Muitos animais sofrem com linhas de nylon, restos de isopores, ingestão de micropartículas de plásticos com severas mudanças na cadeia alimentar (WRIGHT et al., 2013). É notório que o impacto ambiental tem severas complicações para a fauna marinha e organismos bentônicos, sendo assim, mais de 267 espécies de organismos marinhos são afetadas por emaranhamento ou ingestão de plásticos (MARTELO, 2012, SUTHERLAND et. al., 2010).

¹<https://www.economist.com/graphic-detail/2018/03/06/only-9-of-the-worlds-plastic-is-recycled> (12.03.2018)

De 1950 até 2015, todo o plástico produzido, que não foi queimado ou descartado, poderia ocupar uma área do tamanho da ilha de Manhathan (Nova York, EUA) se tivessem permanecido em terra, contudo grande parte desse material teve como “fim” os oceanos. Por ano, 10 milhões de toneladas de plásticos seguem para os oceanos. Atualmente, a maior parte do plástico produzido é proveniente de países da Ásia oriental (China, Indonésia, Sri Lanka, Vietnã, Filipinas e Tailândia) e países africanos (GEYER et. al., 2017).

Este cenário de produção latente de polímeros plásticos e descarte no meio ambiente se tornou sinônimo de um modelo de vida difundido por muitas sociedades que passaram a privilegiar o descarte imediato de resíduos plásticos com um tempo curto de vida útil por serem descartáveis como cotonetes, fraldas, copos, talheres, pratos, garrafas e outros itens que usam o plástico como matéria prima (MOORE, 2008).

Nos últimos anos, houve um aumento da importância dos microplásticos, pois sua incidência se tornou mais constante em todos ecossistemas marinhos (ANDRADY, 2011) devido ao crescimento do lixo derivado do plástico em ambientes costeiros (PLASTICS EUROPE 2015). Partículas de plásticos flutuam e acumulam, cada vez mais, em habitats aquáticos, enquanto muitos detritos que não flutuam se direcionam para o fundo do mar (RYAN, 2015), todavia, muitas das partículas que flutuam são partes menores de plásticos que foram jogados diretamente por esgotos ou descartado em mares como lixo. Grande parte do lixo plástico é produzida em terra e atinge o ambiente marinho, podendo ser considerado como maior sumidouro de detritos plásticos (ANDRADY e NEAL, 2009).

O tamanho do plástico pode determinar a direção a seguir (RYAN et. al., 2009), quando este tem uma dimensão grande segue uma tendência de se manter próximo de seu local de descarte, entretanto, quando em menor tamanho segue caminhos mais distantes de seus pontos de descarte em meios aquáticos, pois são mais facilmente carregados em rios e estuários (ALLSON et. al., 2006). Em ambientes costeiros, a ação das ondas, a propriedade de flutuação do material e a morfologia da praia interferem, diretamente, nos transportes dos resíduos plásticos.

Há uma grande contaminação de lixo plástico, que se fragmenta em menores partículas, causando graves danos à fauna marinha e

consequentemente aos humanos, porém ainda existe um considerável desconhecimento destes impactos em sua complexidade, portanto, a busca por maiores informações sobre o plástico e suas menores partículas se faz necessária para amenizar esta crescente lógica de poluição marinha do plástico chegando aos corpos hídricos e, assim, maximizando os impactos ambientais.

1.4.1 Degradação do plástico

Os resíduos sólidos, no Brasil, ocupam uma posição irrelevante, principalmente nas grandes metrópoles, já que opções de descarte são escassas. Mesmo com uma legislação própria, Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) não há eficácia quanto ao descarte correto de resíduos como o plástico, potencializando, assim, descarga ilegal de resíduos plásticos, principalmente em rios e mares.

Segundo Andrady (2011), as principais formas de degradação do plástico nos oceanos são estas: biodegradação - ação de organismos vivos normalmente micróbios; fotodegradação - ação da luz (normalmente a luz solar em exposição ao ar livre); a degradação termo oxidativa - repartição oxidativo lento a temperaturas moderadas; e a degradação térmica.

A biodegradação química do plástico é lenta e permite que estes polímeros sintéticos permaneçam no ambiente marinho por décadas ou mais (LAVENDER, 2010). O uso do plástico biodegradável é uma significativa possibilidade de mitigar os impactos do plástico no meio marinho, contudo, ainda se mantém como um processo complexo e pouco usado. Os plásticos biodegradáveis são definidos pelo processo no qual os seres vivos, como fungos e bactérias, consomem o plástico como fonte de alimento, sendo importante as condições de umidade, oxigênio e temperatura (ANDRADY, 2011), mas de pouco uso por parte das cadeias produtivas.

Ao longo de períodos prolongados, a exposição à luz solar pode resultar em fotodegradação de plásticos; ultravioleta (UV) na luz solar provoca a oxidação da matriz de polímero (BARNES et al., 2009).

1.5 - Polímeros Sintéticos

Em destaque, temos os plásticos que quimicamente são polímeros sintéticos orgânicos, provenientes da polimerização de monômeros extraídos de óleo ou gás (DERRAIK, 2002). Polímeros são macromoléculas caracterizadas por tamanho, estrutura química e interações intra e intermoleculares e caracterizado de unidades menores, chamados de monômeros, que se repetem e se unem. Os polímeros sintéticos são produzidos de forma artificial e estão diretamente relacionados ao plástico e suas diferentes variações. A produção em laboratório destes polímeros sintéticos deu à sociedade novos materiais e elementos que serviram como mola propulsora para a indústria que crescia, ainda mais, com esta revolução na produção de novos produtos, como isopor, náilon ou celuloide (MANO, 2004).

Na primeira parte do século XX, pelo menos 15 novas classes de polímeros sintéticos foram desenvolvidas (GEYER et. al., 2017). Já no século XIX, a empresa Goodyear já havia inventado a borracha vulcanizada e Eduard Simon, um farmacêutico alemão, descobriu o poliestireno (PS), dando prosseguimento na descoberta de polímeros naturais e seus usos industriais (ANDRADY & NEAL, 2009). O aprimoramento do uso dos polímeros vem desde o século XIX e tem um salto significativo no XX com o uso excessivo pela indústria, a resposta de uma necessidade latente que tem seu ápice após a II Guerra Mundial.

A descoberta dos polímeros naturais é desde 1600 A.C., quando os homens mesoamericanos processam a borracha natural, portanto desde este período há uma crescente valorização de plásticos e borrachas, primeiro como polímeros naturais (chifres, ceras, borrachas naturais, resinas) até o século XIX, com o desenvolvimento do termoplástico- polímeros sintéticos (HOSLER et. al., 1999).

Segundo Mano (2004), pode-se dividir os Polímeros sintéticos em três grupos: Polímeros de Adição, Polímeros de Rearranjo e Polímeros de Condensação:

- Polímeros sintético de adição é formado pela adição de monômeros iguais, formando uma única molécula, como: polietileno (PEBD), policloreto de vinil (PVC), poliestileno (PS), polipropileno (PP), poliaceteto de vinil (PVA);

- O polímero sintético de rearranjo ocorre quando um ou mais manômetros sofrem rearranjo em suas estruturas;
- Polímero sintético de condensação, também conhecido como polímero de eliminação, é determinado pela condensação entre moléculas de substâncias iguais/diferentes com uma eliminação de parte dela, como exemplo temos: náilon ou poliamida, poliéster (PET) e policarbonato;

Em consonância, o conceito de polímero evolui por uma necessidade da indústria em avançar tecnicamente, como mecanismo de aumentar seu leque produtivo, para isso, houve uma determinação estrutural molecular de cada plástico, o qual passou a ser sintetizado seguindo as especificações da indústria, no início do século XX (CADORE et, al., 2008).

O petróleo, em seu processo de refino, libera gases, como o etileno, que passam a ser usados como elementos estruturais na criação de novos tipos de macromoléculas – como o polietileno tereftalato (PET), sendo vantajosa opção e alternativa aos tradicionais polímeros naturais. Essa significativa transformação dos polímeros e seus (novos) usos, foi fruto de uma revolução científica no campo da pesquisa do petróleo, como matéria prima e energia barata, ocorrendo nas primeiras décadas do último século (ANDRADY e NEAL, 2009).

O plástico, então, passa a ser elemento central de uma economia que passava a gerar, cada vez mais, embalagens, utensílios, sacolas, produtos plásticos que passaram a ter tempo de vida cada vez menores, mas agora com um custo bem inferior, como matéria prima, para uma indústria que alavanca sua produção e maximiza seu lucro, pautado na proliferação do plástico na sociedade e inserção deste no modo de vida. O último século foi marcado pela evolução dos plásticos, mas principalmente pela “revolução” dos plásticos. Estas significativas transformações produtivas fomentaram uma profunda transformação no modo de viver das pessoas. É comum a vida útil de uma sacola plástica durar apenas quinze minutos (GEYER et. al., 2017).

O principal problema com a expansão do uso do plástico (além de sua quantidade enorme) é que o de uso convencional não é biodegradável. A oxidação dos polímeros se tornou constantes em meios naturais hídricos, acelerando este processo devido às condições naturais (BROWNE et. al., 2007),

nenhum processo natural consegue eliminá-lo da natureza. Especialistas apontam que a durabilidade que torna o plástico tão útil às pessoas é o que também o torna tão prejudicial à natureza (BARNES et. al., 2009).

Uma tampa de plástico jogada ao mar se fragmentará em pedaços menores de plástico sem se quebrar em compostos mais simples, o que os cientistas estimam que poderia levar centenas de anos para o seu desaparecimento no meio ambiente (PLASTICEUROPE, 2015).

2 - ÁREA DE ESTUDO

2.1 – Características gerais

A geologia marinha permite uma visão integrada dos processos, ao longo da história, que formaram a estrutura do assoalho oceânico e a expansão de oceanos. Portanto, o entendimento da gênese oceânica é importante, pois compreendemos a influência da hidrodinâmica local baseada na ação da plataforma continental sobre a região costeira, principalmente no que diz respeito sobre a deposição de sedimentos ou/e micropartículas de poluentes como o plástico (GARRISON, 2010).

O litoral é um ambiente que sofre transformações naturais que provam sua dinâmica, isto é comprovado em sua deposição sedimentar constante, abrasão marinha, mudança de nível do mar e outras interações costeiras naturais, contudo a medida em que a ocupação humana na orla costeira aumenta, há maiores transformações nestes ambientes. A plataforma continental é importante fonte de transferência de sedimentos (naturais), sendo também responsável, junto da dinâmica de ventos e ondas (ALLSTOP, 2006), pela deposição de partículas e micropartículas de poluentes, como o plástico, em linhas de costa (RYAN et. al., 2014).

Segundo Muehe (2005), o litoral fluminense se divide em três grandes compartimentos, onde o terceiro se refere ao sul do estado fluminense, no qual se encontram os municípios de Angra dos Reis e Paraty.

A Baía da Ilha Grande é protegida das ondas de tempestade pela restinga de Marambaia e tem como característica o predomínio de costões rochosos e planícies costeiras pequenas. O significativo tamanho da ilha, que dá o nome à esta baía, protege e influencia, significativamente, a circulação da água e ação das ondas, pois serve de proteção e isto influi em muitas das praias continentais da baía, atuando como uma ilha barreira.

A Baía da Ilha Grande, um corpo hídrico que tem a Ilha Grande como destaque em seu interior, compõe um sistema estuarino com a Baía de Sepetiba, juntos formam o litoral sul do Rio de Janeiro. Se localiza sob as coordenadas latitude 44°00`W a 44°45`W e longitude 22°50`S a 23°20`S, abrange dois municípios: Angra dos Reis e Paraty, numa área de aproximadamente 10000m.

Em grande número de ilhas, muitas enseadas com significativa presença de manguezais na desembocadura dos rios, costões rochosos determinam um litoral afogado pela transgressão marinha ao longo do tempo (MMA, 2006)².

Há de se destacar sua proximidade com a Serra do Mar e como isso serve de elemento influenciador no microclima da região, formando um clima tropical úmido, com temperaturas médias superiores a 18°C e precipitações acima de 1500 mm anuais, podendo chegar a mais de 2000 mm nas encostas da Serra do Mar (CARDOSO et. al., 2001).

Mahiques (1987) divide a baía da Ilha Grande em três compartimentos, baseado nas diferentes circulações de água e granulometria das praias, dando destaque para o que o autor chama de “canal central”

A geometria da baía é marcada pela presença da Baía de Sepetiba à leste da Baía da Ilha Grande, formando um canal de entrada de água e ondas (porção leste, segundo Mahiques, 1987). O Canal Central da baía da Ilha Grande se caracteriza por baixa energia na circulação da água que adentra pela porção Leste. A Ilha Grande, que dá o nome à baía, ocupa grande parte da baía e forma outro canal de entrada ao oeste com a ponta da Joatinga (Paraty), formando a porção Oeste, segundo Mahiques (1987).

Na parte continental há o surgimento de pontões que avançam para o oceano (como os do Leme, Ponta Leste, Ponta do Dentista em Angra dos Reis e Paraty-mirim e Ponta da Joatinga em Paraty) formando pequenas enseadas. Há de se destacar a “proteção” que a Ilha Grande faz quanto a ação das ondas e total influencia na hidrodinâmica de entrada e circulação. Na parte oeste da Ilha Grande (porção Oeste) não há esse anteparo, permitindo, assim, a entrada de maior circulação de água na baía e expondo esse litoral paratiense (praias como Barra Grande do Corumbê, Rosa, Taquari, Graúna, São Gonçalo e outras) a ação direta da hidrodinâmica nesta parte da costa (INEA, 2010)³.

²MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil, 3ª ed. Brasília, DF, 2006. Disponível em <
<http://www.mma.gov.br/agua/item/7529>

³INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. O Estado do Ambiente. Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: Governo do Estado do Rio de Janeiro/SEA/INEA, 2010. 156 p.

O surgimento de enormes empreendimentos imobiliários na região de Angra dos Reis, um porto comercial, um terminal petrolífero (TEBIG), um terminal de minério, duas usinas nucleares e um estaleiro de grande porte (antiga Verolme, atual BrasFels) são determinantes para acúmulo de poluentes nesta região, como metais pesados e resíduos sólidos (CUNHA et al., 2001; RIBEIRO, 2006).

A pluralidade das características físicas e sociais da Baía da Ilha Grande demonstra diferentes usos em sua extensão, pois além de empreendimentos petrolíferos, minerais e navais, há, principalmente, os diferentes usos do solo, desde áreas urbanas com alta densidade demográfica a locais com baixa incidência de pessoas e aumento da especulação imobiliária, como ocorre atualmente nas praias de Paraty e já ocorreu nas décadas anteriores nas praias de Angra dos Reis. Estas transformações sociais refletem a dimensão de uma área de importância ambiental e que sofre com profundas transformações socioambientais e, principalmente, acúmulo de micro poluentes, como os microplásticos, sendo severa evidência desta transformação.

2.2 – A (micro) Baía da Ribeira

No presente estudo, a Baía da Ribeira é uma parte da Baía da Ilha grande, sendo um corpo hídrico semiconfinado que se localiza na parte norte da baía da Ilha Grande, compreendendo a enseada de Bracuí, Arirú e Japuiba (CARDOSO et al., 2001). Portanto, se faz necessário compreender as particularidades desta “micro” baía para entender a macro dinâmica deste compartimento litorâneo fluminense que é a Baía da Ilha Grande.

Esta parte da Baía da Ilha Grande se destaca por sua importância para a comunidade local, pois a pesca artesanal continua sendo prática comum, além do crescimento da atividade turística no local (MURER et. al., 2005).

A significativa transformação local se deu, a partir da década de 1970, com um aumento da urbanização em Angra dos Reis, principalmente depois da construção da Rodovia Rio-Santos (Rodovia Mário Covas, BR101, 1972) e da instalação do estaleiro Verolme Yard (atual BrasFELS -Angra dos Reis).

Segundo estudo de Cardoso, et. al., 2001, a Baía da Ribeira, era considerada bem preservada, contudo, em meio a recentes transformações

sociais há acúmulo de metais pesados no fundo da baía, como Ti, Ca, Mg, Al, La, V, Y, Ni, Cu, Cr, Mn e Zn.

A Baía da Ribeira se encontra entre o canal central e a porção oeste, segundo a classificação de Mahiques (1987), para a compreensão das transformações na Baía da Ribeira foram selecionadas três praias que se estendem do centro de Angra dos Reis até o município de Paraty. As praias do Anil, Grande e Brava (Angra dos Reis) estão no Canal Central e as praias de Vila Histórica de Mambucaba (Angra dos Reis) e São Gonçalo (Paraty), que pertencem ao compartimento oeste da Baía da Ilha Grande.

No que se refere à caracterização física das cinco praias estudadas, há poucas características comuns quanto à sedimentação e morfologia praias. O distanciamento físico entre elas é elemento relevante para uma análise mais profunda e complexa em diferentes pontos da Baía da Ilha Grande.

Tabela 1 - Praias selecionadas para análise:

Praia	Mapa	Município	Bairro
Anil	1	Angra dos Reis	Centro
Grande	2		Praia Grande
Brava	3		Praia Brava
Mambucaba	4		Vila Histórica de Mambucaba
São Gonçalo	5	Paraty	Rodovia Rio - Santos

São praias com dinâmicas distintas, quanto a características sociais, usos territoriais, ação dos governos (principalmente no que se refere a limpeza das praias), contudo todas estas participam de uma dinâmica mais complexa e, juntas, explicam o comportamento desta região costeira e seus acúmulos de microplásticos em sedimentos costeiros. Todas as praias selecionadas por este estudo são ambientes costeiros que se encontram no continente, portanto não estão totalmente expostas à ação do mar, tendo algumas características peculiares quanto a circulação oceânica de confinamento.

A acumulação de micropartículas de plásticos nas praias é de extrema gravidade devido à capacidade deste material de absorver produtos tóxicos encontrados nos oceanos como metais pesados e outros poluentes orgânicos persistentes (POPs).

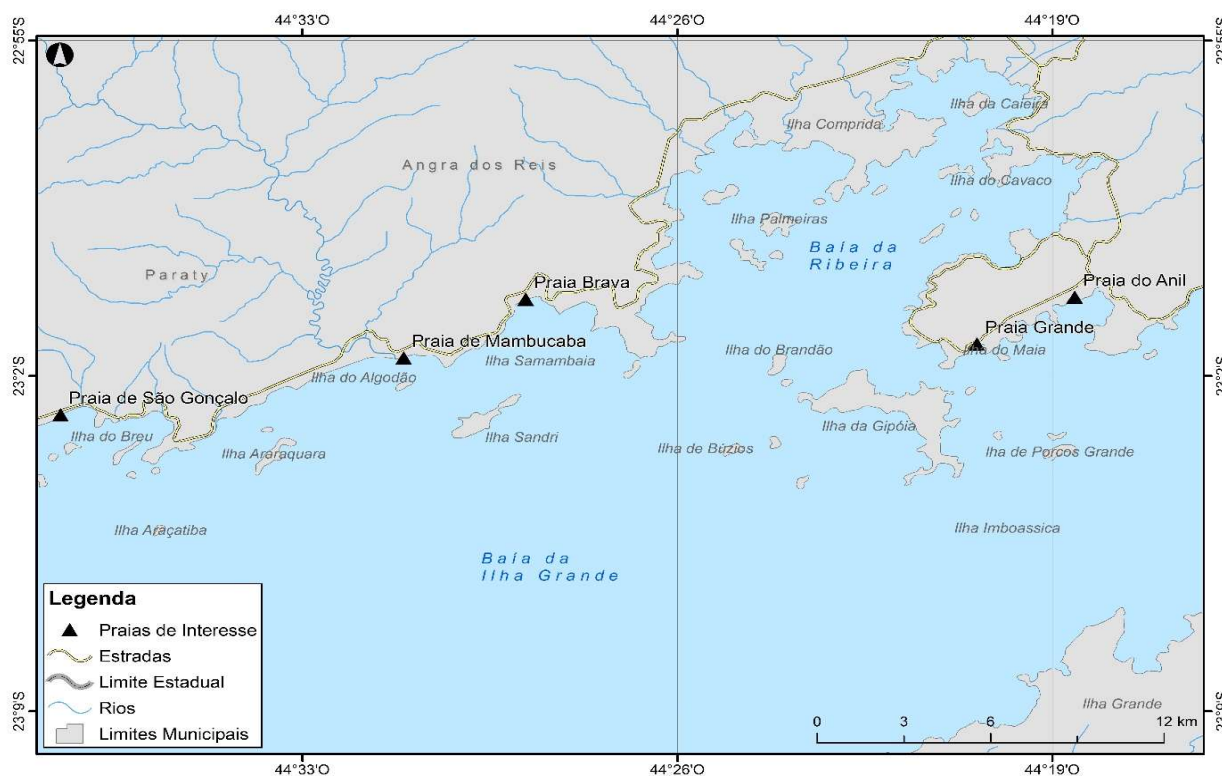


Figura 2 –Baía da Ilha Grande, RJ

2.3 – Praia do Anil

A praia do Anil se encontra no centro da cidade de Angra dos Reis e é caminho de entrada para quem vem visitar o município. Fica ao lado da rodoviária municipal entre o porto e o clube Aquidabã. De todas as praias selecionadas, é a única com vocação urbana e tem uma função específica graças a esta vocação. Mesmo (muito) poluída, serve de lazer para alguns visitantes e moradores. O valor recreativo da praia é reforçado pela prefeitura com a criação de “um campo de futebol de areia” no intuito de ser uma praia

diferente das demais que estão dentro do município de Angra dos Reis e de fácil acesso por estar no Centro.



Figura 3- Praia do Anil. Fonte: Imagem de satélite- Google Earth (05.11.18)

Em 2012, foi “contemplada” com uma reforma urbanística que criou um novo calçadão com pedras portuguesas, um novo ponto de ônibus, quatro quiosques (somente dois funcionam) com banheiros públicos e três estátuas dos “Reis magos” com o intuito de transformar este local em centro turístico para visitantes. A frequência de banhistas é mínima e estes quiosques nunca funcionaram de forma efetiva. A praia fica reservada para eventos esporádicos como as festas de Ano Novo do município e alguns eventos musicais.

Com um grande cordão arenoso, a praia tem à frente a Ilha dos Coqueiros, sendo quase que uma praia abrigada, baixa circulação, tendo pequena ação das ondas. Em ambientes costeiros assim, é comum a fraca ação de ondas, contudo isso não impede a deposição de detritos poluentes via mar (RYAN et. al., 2009), nestes ambientes o padrão circulatório sofre influência de fatores como ventos, ondas e marés.



Figura 4- Praia do Anil (ponto 2) (A), Ponto 1 Canto direito da Praia do Anil, Porto e estátua dos Reis Magos

Praias de baixa energia são mais fáceis na acumulação de detritos poluentes, sendo comum a ocorrência de macroplásticos e outros detritos orgânicos, como restos de galhos e lixos. O aspecto vazio da praia do Anil demonstra que a frequência de visitantes não é alta, mesmo sendo uma praia relativamente segura para crianças e idosos, já que não tem ondas grandes, contudo o aspecto sujo, com lixo e pouca ação da prefeitura na limpeza afasta, ainda mais, os possíveis banhistas.

No canto direito da Praia do Anil foi colocado, pela Prefeitura de Angra dos Reis, três estátuas dos Reis Magos, representando uma reurbanização deste corredor da Avenida Ayrton Senna, uma via de mão dupla de muita frequência, e a instalação de um porto (foto 2).

A baixa inclinação do perfil praiar e a granulometria arenosa, junto da baixa frequência de limpeza por parte da prefeitura, maximizam a permanência de macroplásticos que permanecem nas areias.

2.4 – Praia Grande

Praia Grande se encontra a 4 quilômetros do centro de Angra dos Reis e seu acesso é feito pela estrada do contorno. Não sendo uma praia extensa (800m) e com um cordão arenoso de aproximadamente 25 metros de largura dos hotéis/pousadas até o mar.



Figura 5 – Imagem da Praia Grande. Fonte: Imagem de satélite- Google Earth (05.11.18)

Não há calçadão na praia, sendo possível o deslocamento apenas pela areia. O uso deste ambiente é totalmente voltado para o turismo, com a presença de muitos barcos, pousadas e hotéis. A presença de um deque bem no meio do cordão arenoso reforça a vocação deste lugar para práticas náuticas, como passeios e clubes voltados para este setor.

Há uma delimitação na água para banhistas, separado por boias marinhas de poliestireno (branca) que impede o contato destes banhistas com os barcos e em dias de alta temporada é comum o trânsito marinho nesta praia em arco, sendo um ambiente costeiro de baixa energia, facilitando a frequência de banhistas. É muito frequentada e possui forte vocação para o turismo, com alguns restaurantes que colocam mesas pela areia, há saídas para passeios de barco pela região.

Com uma pequena variação no perfil praiial e granulometria média, a praia Grande parece uma pequena enseada devido a sua forma em arco. A enorme atividade turística, muitas boias marinhas, cordas para separar área de banho de área de barco são elementos que justificam a grande quantidade de macrolásticos na alta maré, como isopores e restos de copos de plásticos, contudo cada estabelecimento comercial faz a limpeza diária em “seu perímetro”.



Figura 6 – Praia Grande – deque e ponto de coleta 2 (A). Ponto de coleta 1 (B)

Fica evidente a função social desta praia que é totalmente voltada para a atividade turística, sendo a praia com maiores ocupações de hotéis e saídas de barcos para as variadas ilhas e passeios nesta região. Na alta temporada, o número de visitantes é alto, há limpeza uma vez ao dia (manhã) por parte da empresa concessionária de municipal que é complementado por profissionais dos hotéis e restaurantes.

2.5 – Praia Brava

A Praia Brava é distinta das demais estudadas por ter uma forte vocação residencial, já que está em condomínio fechado dos funcionários da Eletronuclear, portanto a frequência de banhistas, que é permitido, é registrado por uma portaria de acesso e esta praia se consolidou, ao longo do tempo, para práticas esportivas como o surf.

Na vila residencial há bancos, lojas, um quiosque no calçadão da praia e um hospital financiado pela Eletronuclear e ligado ao Sistema Único de Saúde. Está a 44 quilômetros do centro de Angra dos Reis e 52 quilômetros do centro de Paraty, sendo uma praia estratégica da Baía da Ilha Grande, pela sua localização, quase, no meio dos dois municípios.

A praia Brava tem esse nome devido à alta atividade das ondas que quebram com frequência na arrebentação, praia de mar aberto, sendo uma praia

de alta energia, muito procurada por surfistas, pois se encontra na direção de entrada do canal oeste da baía (Segundo Mahiques, 1987), entre a ponta da Joatinga (Paraty) e Ilha Grande. Este posicionamento dá a esta praia o posto de ambiente costeiro com maior ação de ondas das praias estudadas nesta pesquisa. Areia fina e branca de granulometria grande, possui um cordão arenoso extenso com pequenos rios em cada extremidade da praia.

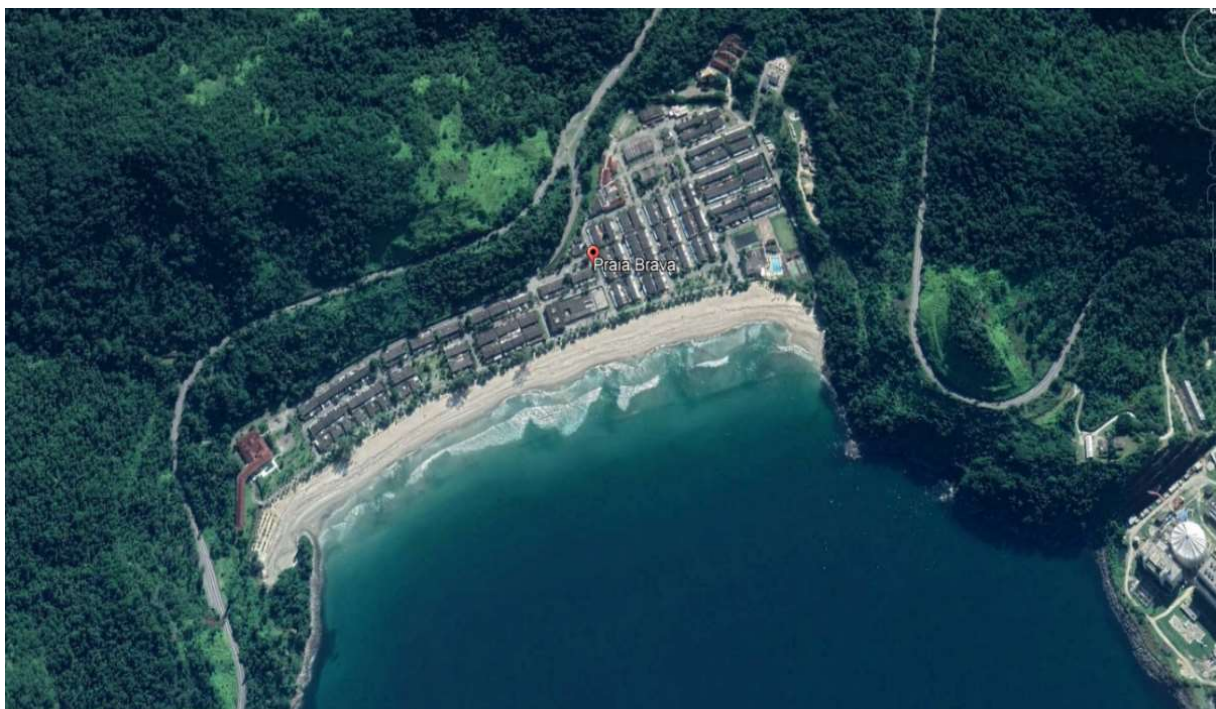


Figura 7- Praia Brava. Fonte: Imagem de satélite- Google Earth (5.11.18)

A frequência de banhistas é muito grande na alta temporada, por isso ocorre diariamente a limpeza de toda praia pela Empresa Rizoma, prestadora deste serviço à Prefeitura de Angra dos Reis, mesmo em período de baixa frequência de turistas, como no inverno. A praia, por estar em condomínio residencial, recebe atenção maior por parte das autoridades políticas e isto se reflete na maior limpeza, segundo o gari Lucio Flávio (figura 9 A – encarregado de limpeza da empresa Rizoma, prestadora de serviço).



Figura 8 – Praia Brava , vista da estrada



Figura 9 – Limpeza pública, Gari (A). Sujeira de linha de maré alta (B).

2.6 – Praia de Vila Histórica de Mambucaba

A praia de Vila Histórica de Mambucaba é a última de Angra dos Reis e é cortada pelo rio Mambucaba, proveniente do município paulista de São José do

Barreiro, na Serra da Bocaina, servindo como divisor entre os municípios de Angra dos Reis e Paraty.

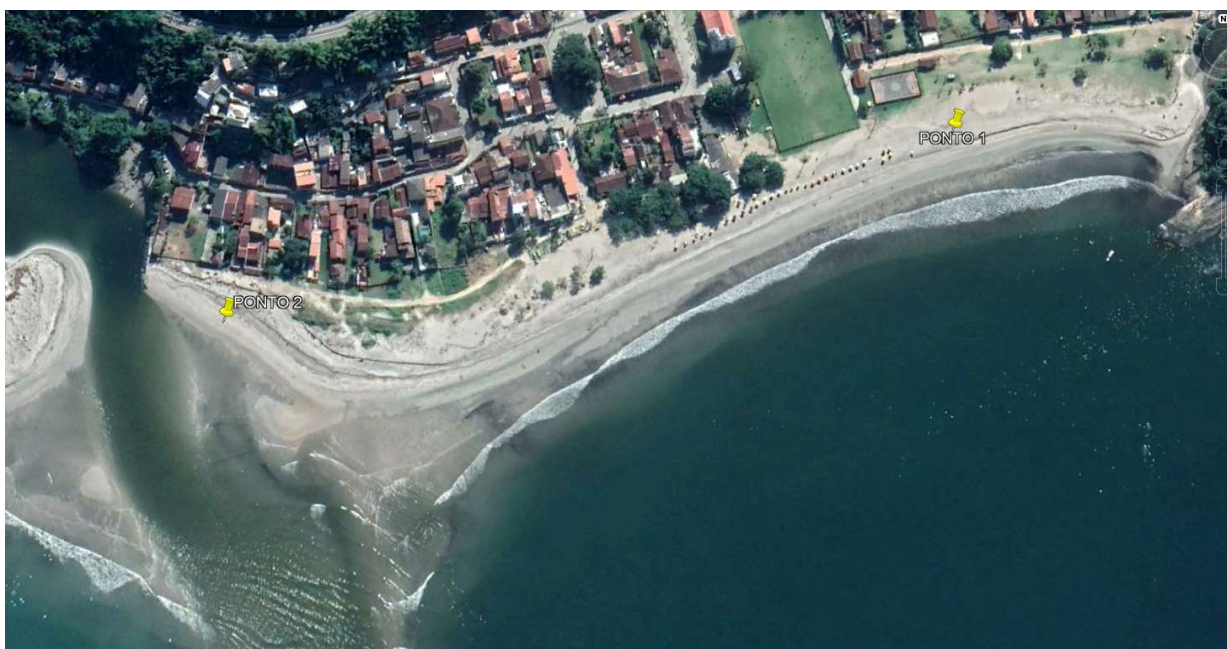


Figura 10- Imagem de Satélite de Vila Histórica de Mambucaba. Fonte: Google Earth (5.11.18)

A população aproximada de habitantes fixos não passa de mil habitantes, porém esse número chega a dez mil em feriados e em período de alta temporada, sendo reflexo na produção de resíduos sólidos. A vocação turística é evidente na parte norte, por possuir dois restaurantes na beira da praia que colocam muitas mesas e cadeiras para frequentadores, um campo de futebol, uma igreja histórica (Nossa Senhora do Rosário), ruas asphaltadas e algumas hospedagens, contudo na parte sul da praia, próximo ao rio Mambucaba, não se tem atividades turísticas.

A vila histórica possui alto valor histórico por conter alguns casarões históricos e mesmo assim a maioria destes não se encontra em bom estado de conservação, mesmo assim não há coleta e limpeza regular por parte da prefeitura de forma diária, ocorrendo apenas uma única vez durante a semana. Há uma discrepância entre o acúmulo de macropoluentes na parte norte e sul, pois na parte norte há limpeza diária por partes dos comerciantes, já na parte sul não há essa limpeza constante, sendo possível ver muitos macropolásticos nas areias sendo trazidos pelo mar e também pelo rio Mambucaba em sua foz.

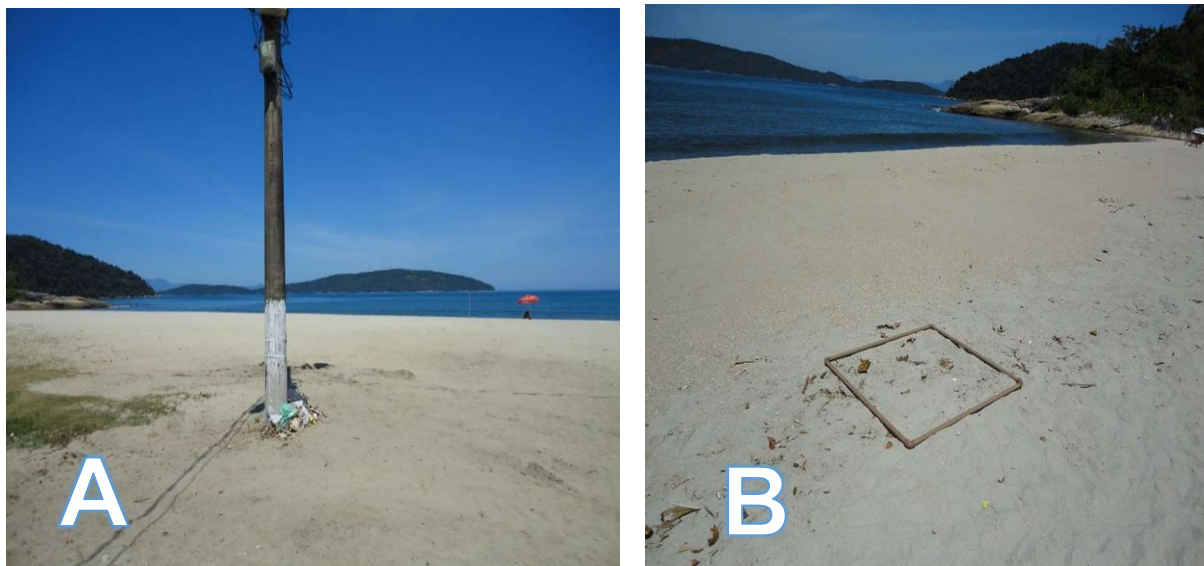


Figura 11: Lixo na Vila Histórica de Mambucaba (A), Coleta de Microplásticos (B)

Há uma frequência constante de ondas nessa praia, sendo uma praia de alta energia, com pouco declive em seu perfil praial, granulometria de tamanho médio e areia branca. Estas características credenciam a praia como importante local de acúmulo de poluentes cercado por uma urbanização latente fruto de um fluxo recente que transcende as questões históricas e se expande principalmente nas margens do rio Mambucaba.

Portanto a parte norte (ponto 1) fica evidente a função turística, enquanto a parte sul (ponto 2) não há quiosques ou barqueiros, sendo a foz do rio Mambucaba.

2.7 – Praia de São Gonçalo

A praia de São Gonçalo possuiu uma extensão de 2,5 km, sendo a maior das estudadas, sendo uma praia com aspectos bastante distintos. Se encontra a 25 quilômetros do centro de Paraty e tem a estrada BR 101 em suas margens. Para se chegar à praia é necessário atravessar um pequeno rio que vem direto da Serra do Mar que margeia esta região.

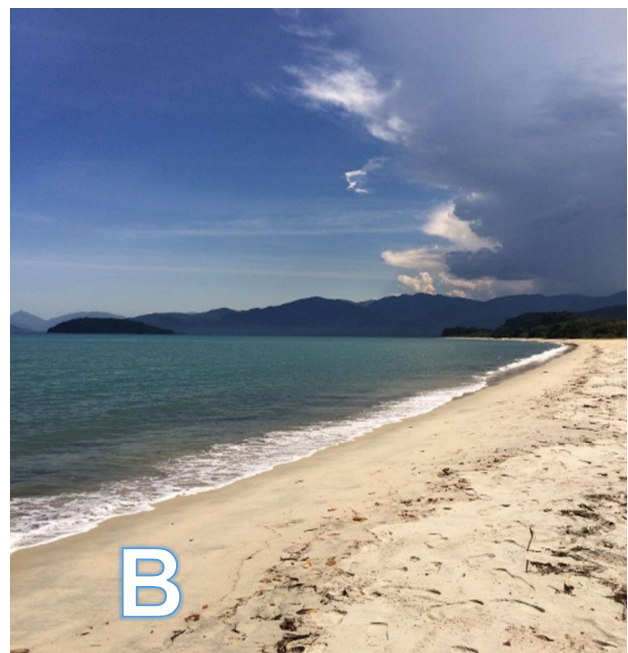


Figura 12 – imagem de satélite da praia de São Gonçalo, Paraty, Fonte – Google Earth (04.11.2018)

A presença de quiosques próximo ao ponto 1 de coleta reforça a vocação desta parte da praia para o turismo. Neste mesmo ponto, há passeios de barcos, que saem desta parte da praia, para a ilha do Japonês, local de mais pontos turísticos, com restaurantes. Na parte norte da praia, é visível a alteração da vegetação, a proximidade com a rodovia, um estacionamento improvisado facilita, ainda mais, o acesso de visitantes nesta parte norte (ponto1).



A



B

Figura 13 – rio na praia de São Gonçalo (A). Praia de São Gonçalo, Paraty, parte sul (ponto 2), área de pouca atuação turística (B).

A presença de quiosques próximo ao ponto 1 de coleta reforça a vocação desta parte da praia para o turismo. Neste mesmo ponto, há passeios de barcos, que saem desta parte da praia, para a ilha do Japonês, local de mais pontos turísticos, com restaurantes. Na parte norte da praia, é visível a alteração da vegetação, a proximidade com a rodovia, um estacionamento improvisado facilita, ainda mais, o acesso de visitantes nesta parte norte (ponto1).

Na parte sul (ponto 2), há maior preservação da vegetação costeira no pós-praia, com um perfil de praia extremamente suave e nenhum frequentador nos dias de coleta no verão e inverno. A vegetação preservada e um cordão arenoso menos extenso dá a impressão de uma área de pouco uso por banhistas, sendo comum nos dois dias de coleta a presença de uma linha de deposição de matéria orgânica na linha de maré alta, comprovando a ausência de qualquer tipo de limpeza.

Há de se destacar a ação de cinco quiosques e alguns vendedores autônomos na parte norte da praia. A limpeza dos poluentes sólidos ocorre duas vezes ao dia e é feito pelos próprios comerciantes na parte norte (ponto 1), mesmo assim, a sujeira é marcante na parte da praia que recebe muitos visitantes em dias de sol na alta temporada (verão). Então, a praia de São Gonçalo, a única estudada do município de Paraty, apresenta dois cenários distintos, uma parte mais preservada, sem limpeza por parte da prefeitura/comerciantes e nenhuma presença de turistas, e a outra parte totalmente voltada para às atividades turísticas, com lixos sólidos e limpeza feita por comerciantes.

Na parte sul (ponto 2) da Praia de São Gonçalo, onde não há banhistas, quiosques e vendedores, há pouca deposição de macroplásticos, sendo a maioria deles depositados pelo próprio mar, mas há bastante acúmulo de materiais orgânicos como galhos pequenos e algas, já na parte norte (ponto1), há muitos macroplásticos, provenientes de atividades turísticas, mesmo com a limpeza da praia duas vezes ao dia.

Tanto a praia de Vila Histórica de Mambucaba como a de São Gonçalo apresentam a duplicidade de função em suas extremidades, sendo uma voltada ao banhista/turista com ação de comerciantes e outra mais isolada destas

atividades, sendo um perfil diferente. Esta condição pode ser um bom elemento de análise, já que numa mesma praia há características sociais e usos distintos.



Figura 14: Comerciantes fazendo a limpeza na praia de São Gonçalo, Paraty, (A). Praia de São Gonçalo com banhistas (B).

3 – METODOLOGIA E MATERIAIS

Este projeto focará na identificação de acúmulo de microplásticos em praias arenosas e a caracterização de sua dinâmica em ambientes costeiros selecionados em cinco praias da Baía da Ilha Grande. Portanto, para uma melhor compreensão, foram necessárias duas coletas por praia (ponto 1-norte e ponto 2-sul) em dois momentos distintos ao longo do ano, a primeira tendo sido feito no inverno de 2017 e a segunda coleta no verão de 2018.

A variação sazonal é necessária para um maior entendimento em dois momentos distintos, quanto à pluviosidade na região que imputa diretamente sobre a influência na deposição direta de poluentes nas praias, seja por rios ou mares.

Os levantamentos de campo foram realizados nas praias do Anil, Grande, Brava e Vila Histórica de Mambucaba, todas em Angra dos Reis, e São Gonçalo, em Paraty, sendo todas pertencentes à Baía da Ilha Grande. Tais praias foram selecionadas por possuírem características relevantes e determinantes quanto à parte física e social. Foram consideradas praias em áreas urbanas, turísticas, residencial, proximidade com a foz de rios e outras características que demonstram o quão a Baía da Ilha Grande é heterogênea e complexa. Há de se considerar que a Baía da Ribeira, a parte norte da Baía da Ilha Grande, foi evitada por possuir difícil acesso, muitos manguezais, “pocket beach”, sendo, assim, difícil aplicar a metodologia de coleta.

Em cada praia, foram feitas duas coletas (Pontos 1 e 2) a partir da linha de maré alta. Cada amostra é equivalente a 1m², no qual foi selecionado o equivalente a 5 cm de areia, com o objetivo de coletar microplásticos nestes sedimentos recolhidos. Antes desse processo, foram retirados, de forma manual, os macroplásticos e matérias orgânicas, que ali foram depositados. Em todas as cinco praias a coleta ocorreu na linha de maré alta.

Para separar os microplásticos acumulados nos sedimentos recolhidos, foi usado um procedimento de exposição destes sedimentos em um novo ambiente hipersalino, mas, agora, com água doce. O plástico possui uma propriedade de flutuar na água do mar, isso ocorre devido à baixa densidade específica.

O procedimento de separação constitui em colocar os sedimentos arenosos em baldes limpos com uma proporção de 2/3 de água, para cada litro de água

foi adicionado uma de solução hipersalina (140g NaCl por litro de água), segundo Thompson et. al. (2004). O material coletado e posto em recipiente limpo foi agitado por cinco minutos até que todo esse material decantasse no fundo do balde. Após 30 minutos de decantação, os microplásticos que estavam entre os sedimentos flutuaram na superfície da água. O material flutuante foi retirado da linha d'água com um pequeno recipiente e transferido para um filtro de papel (4,7 mm), onde ocorreu a separação do material flutuante da água com solução hipersalina.

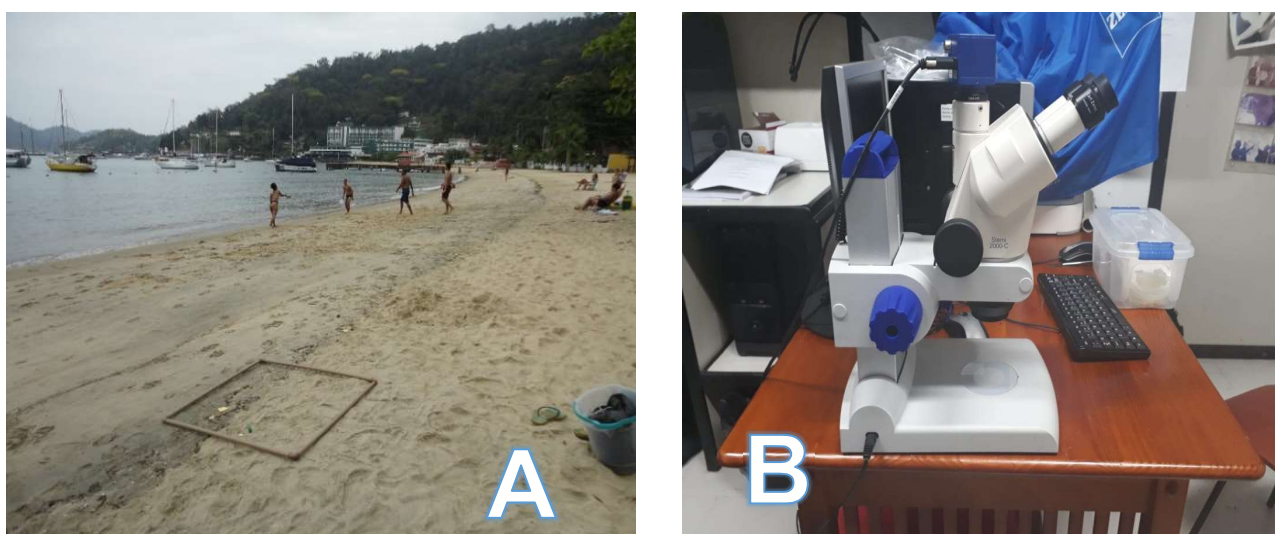


Figura 15– (A) Metodologia de coleta em linha de maré alta, praia grande, inverno-17, (B) Microscópio estereomicroscópio, UFF, LAGEMAR

Os filtros de papel seguem para a estufa (60°C) por 24h e depois de identificadas por praia, pontos de coleta e estação do ano, são retirados os microplásticos de forma manual. As análises laboratoriais foram realizadas no LAGEMAR – Laboratório de Geologia Marinha do Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense.

Os resíduos coletados foram agrupados em categorias: pellets, fibras, poliestireno (isopor) e fragmentos, e por cores, pois assim auxilia na composição química de cada microplástico. Toda a amostra foi registrada por fotos através de microscópio estereomicroscópio do modelo Zeiss STEMI 2000 C (figura 16) .

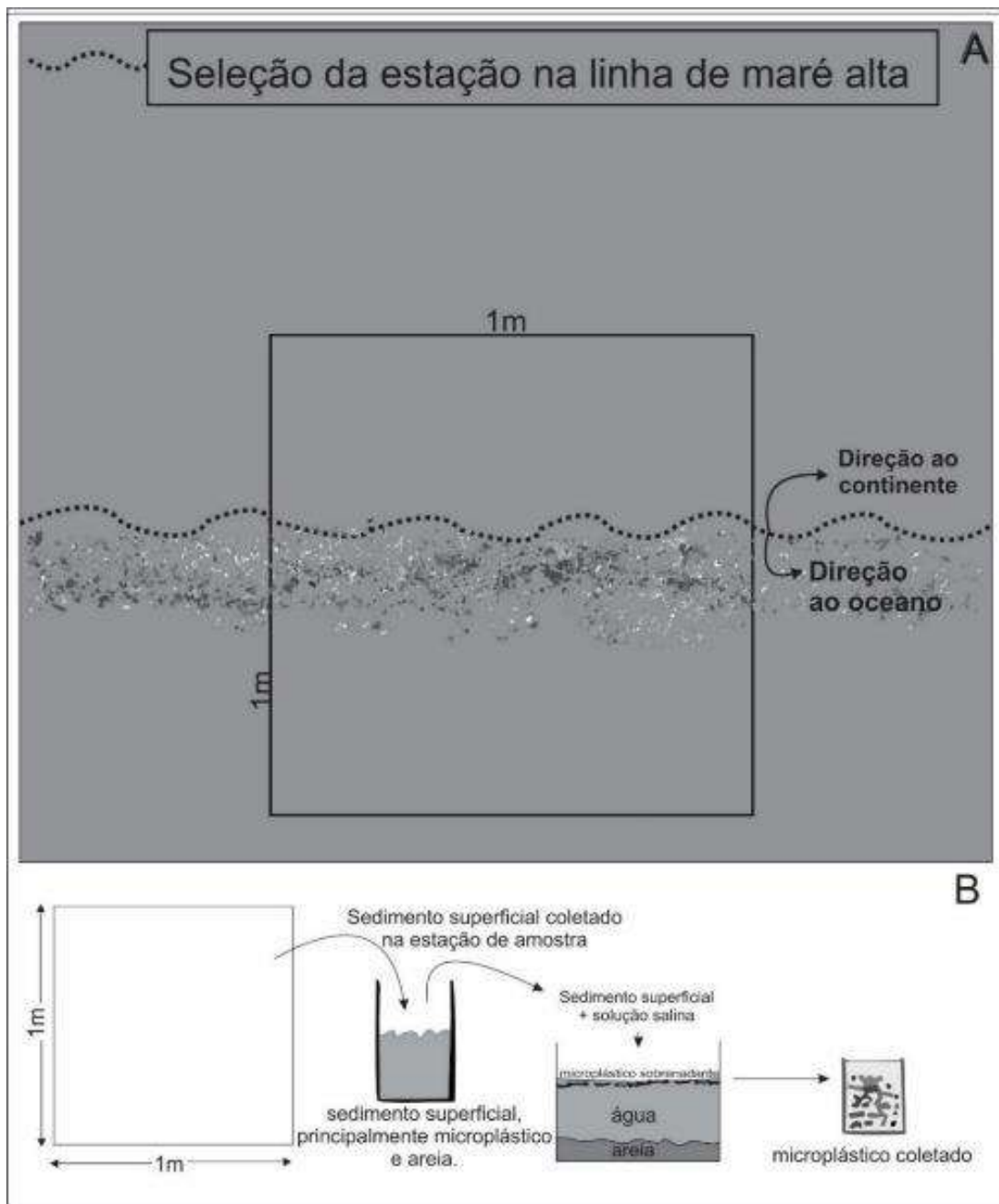


Figura 16: Sequência de recolhimento de cada amostra: (1) coletou o sedimento da marcação de 1 m², a uma profundidade de até 5 cm; (2) transferiu o sedimento para o balde; (3) adicionou água e a proporção correta da solução salina (NaCl); (4) Após o período de decantação e parte sobrenadante foi filtrada para a separação dos resíduos sólidos; (5) o filtro foi separado, catalogado e colocado em estufa a 60 °C por 24 horas para a sua secagem (adaptado de BAZTAN et al., 2014).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Ocorrência e distribuição de microplásticos nas praias analisadas

O crescimento do acúmulo de poluentes, como o plástico, em ambientes costeiros vem sendo relatado no meio acadêmico nas últimas décadas, portanto o acúmulo de partículas tão pequenas aos olhos humanos, como os microplásticos, é de extrema importância e reconhecer suas fontes se faz necessário. Uma partícula de microplástico primário ou secundário pode ter sua fonte poluidora a quilômetros deste ambiente costeiro e depositado pelo próprio mar ou mesmo produzido pelos agentes sociais que usam esses ambientes costeiros. A costa brasileira apresenta grandes concentrações de microplásticos, mesmo em ambientes, aparentemente, remotos, como na Ilha de Fernando de Noronha (IVAR DO SUL, 2009).

O lixo marinho é decorrente exclusivamente da ação humana corroborada por ações de corporações e governos que legitimaram comportamentos e usos de itens como embalagens, sacolas e outros itens à base de materiais como o plástico que com tempo longo de decomposição provocam fragmentação em partículas menores, todavia há de se destacar o descarte destes materiais no meio natural, principalmente em ambientes estuarinos no Brasil.

As cinco praias analisadas neste estudo possuem dimensões físicas, características sociais e usos distintos, sendo cinco ambientes costeiros peculiares. Na maioria das praias analisadas há a limpeza em um turno pelo menos, sendo comum no verão até duas limpezas ao dia, em praias como São Gonçalo (Paraty), a limpeza é feita por funcionários dos quiosques que beiram a praia. Na praia Brava (Angra dos Reis) já que se trata de uma praia “exclusiva” aos funcionários da Usina Nuclear, mas “aberta” ao público em geral, esta limpeza ocorre duas vezes ao dia, feita pela empresa concessionária prestadora do município. A proximidade com a Usina Nuclear e o uso por muitos funcionários são elementos importantes na preocupação do município em manter este ambiente costeiro limpo.

Na Praia Grande (Angra dos Reis) há um comprometimento dos funcionários dos hotéis em fazer a limpeza (duas vezes no verão e uma limpeza a cada dois dias no inverno), mesmo tendo uma limpeza feita ao dia pela empresa concessionária prestadora deste serviço em época de alta temporada. Na praia do Anil (Angra dos Reis), a limpeza das praias é ainda mais escassa, mesmo tendo dois quiosques e um restaurante na orla, e sendo em frente ao CAT (Centro de Atendimento ao Turista). A prefeitura informa que há limpeza diária (pela manhã), porém tal fato foi desmentido por um funcionário do quiosque, que alega que há limpeza por parte da prefeitura de forma quinzenal ou quando há evento musical em período de festas.

Na praia de Vila Histórica de Mambucaba, há limpeza da prefeitura uma vez por semana, contudo no ponto 1, onde há restaurantes e barqueiros, a limpeza é feita por comerciantes todos os dias, já no ponto 2 onde é a foz do rio Mambucaba, só há limpeza da prestadora de serviço do Município de Angra dos Reis, no qual não foi informado a frequência da limpeza.

As cinco praias analisadas apresentam dados que se confirmam por uma única dinâmica de depósitos e circulação de microplásticos nesta baía, são ambientes costeiros distintos, mas que se complementam, pois apresentam características distintas quanto aos seus usos e por isso mesmo possuem importâncias diferentes recebidas pelas prefeituras de Angra dos Reis e Paraty.

Após a realização da metodologia de coleta relatada neste trabalho, constatou-se um número maior de microplásticos no campo de coleta de inverno quando comparado com a coleta de verão. A Figura 18 exibe o total de microplásticos por praia coletados nas duas estações do ano, onde foram coletados 89 resíduos de microplásticos no inverno contra 37 no verão, uma diferença de 58,4%

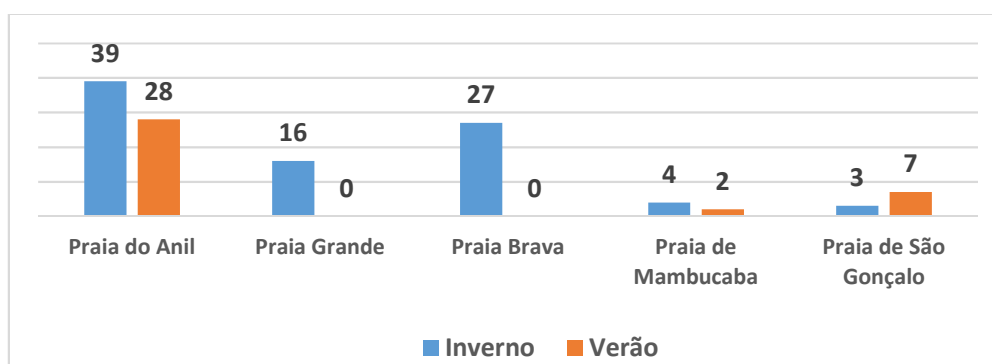


Figura 17- Quantidade de Microplásticos por estação do ano (inverno e verão)

O elevado número de microplásticos, comparado com as demais praias, que foi coletado na Praia do Anil (Angra dos Reis) é justificado pela quantidade de 67 partículas de microplásticos nas duas estações, representando 53,17% de todos os detritos de plásticos coletados. Este número de partículas de microplásticos ocorre nas duas estações do ano, mantendo um padrão de poluição, mesmo estas tendo características distintas, como circulação e pluviosidade.

A Praia Brava (Angra dos Reis) apresentou significativa discrepância nas duas estações, tendo 27 partículas no inverno e nenhuma no verão, este mesmo cenário se repetiu numa praia a mais de 40km de lá, Praia Grande (Angra dos Reis) que teve 16 partículas de microplásticos no Inverno e nenhuma no Verão. Este padrão de comportamento de deposição de microplástico foi identificado, mesmo sendo duas praias distantes, representam um comportamento comum, já que todos estes microplásticos são poliestireno, portanto sendo a menor parte do tão conhecido material - isopor, usado em áreas de pesca ou saídas de barco para turismo (como Praia Grande), indústria ou mesmo para turismo (como embalagem térmica de garrafas ou latas de cerveja e refrigerante, pratos ou outros itens do gênero).

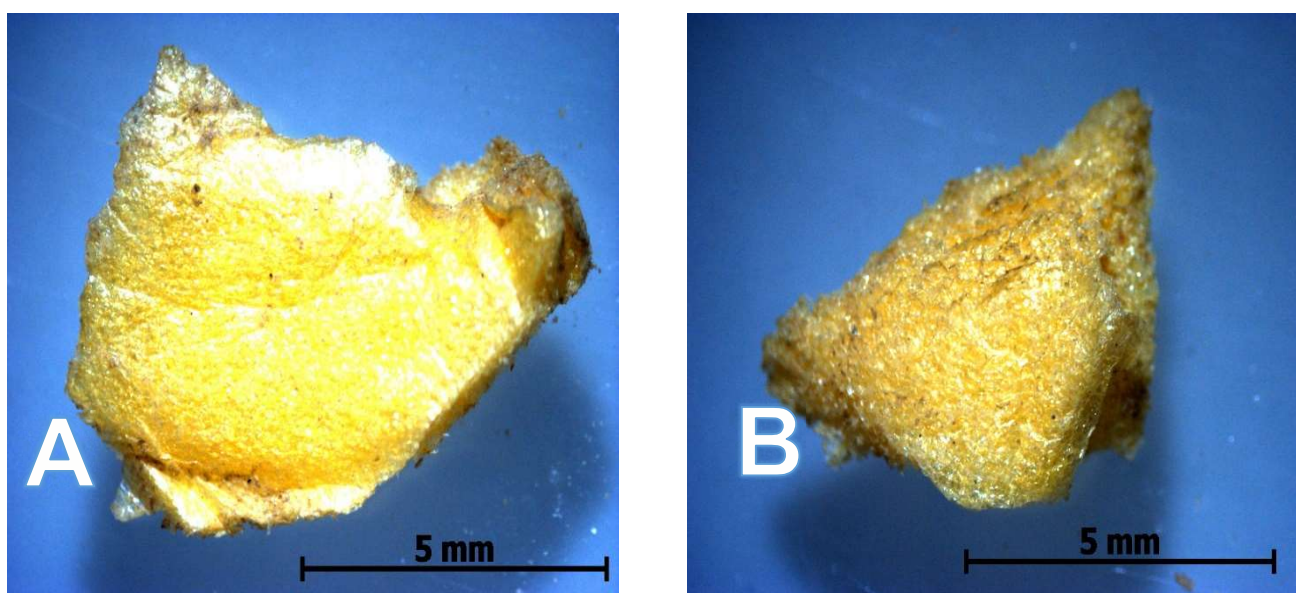


Figura 18 – Poliestireno na Praia Grande (A). Poliestireno na Praia Brava (B).

A praia de São Gonçalo (Paraty) apresentou 10 microplásticos nas duas estações, sendo quase 8% (7,9%) do total, contudo 70% de seus microplásticos foram encontrados no verão, sendo a única praia que apresentou este padrão, já que as demais apresentaram maior número de micropoluentes de plástico no inverno.

A Praia de Vila Histórica de Mambucaba apresentou 6 partículas nas duas estações, sendo 4,7% do total de microplásticos coletados, apresentando o dobro destes no inverno, uma aparente contradição, pois esta praia é totalmente voltada para a prática do turismo (ponto1), assim repetindo o que foi visto em quase todas as praias estudadas.

Tabela 2 – Análise do quantitativo de Microplásticos por estação

	Inverno		Verão		Total	
	total	% Na estação	total	% Na estação	Total	% total das duas estações
Anil	39	43%	28	75,6%	67	53%
Grande	16	17,9%	0	0%	16	12,6%
Brava	27	30,3%	0	0%	27	21,4%
Mambucaba	4	4,4%	2	5,4%	6	4,7%
S. Gonçalo	3	3,3%	7	18,9%	10	7,9%
Total	89	100%	37	100%	126	100%

Mesmo com uma menor quantidade de microplásticos no verão, uma queda de 58,42% (52 microplásticos de diferença do inverno para o verão), há de salientar a presença marcante dos microplásticos da Praia do Anil que teve 43% e 75,6% dos totais de poluentes no inverno e verão, respectivamente. Portanto, o padrão apresentado no Anil é distinto de algumas, como Praia Grande e Brava, que na estação verão não apresentaram nenhum.

Seguindo a ordem de percentual nas duas estações do ano, aparecem Praia Brava com 21,4% e Grande 12,6%, contudo estas só conseguem ter

alguma representatividade no total de poluentes devido à coleta de inverno, já que que não apresentam nenhum microplástico no verão.

Na praia de Vila Histórica de Mambucaba há a manutenção de um percentual nas duas estações, tendo pouca variação, sendo 4,4% (4 microplásticos) e 5,4% (2 microplásticos) no inverno e verão respectivamente. Na praia de São Gonçalo, há um aumento na participação, saindo de 3,3% no inverno, para 18,9% (7 partículas) no verão, sendo todas as partículas no ponto 1 desta praia, local de atividade turística.

Devem ser considerados fatores relevantes como circulação marinha (ação dos mares), ventos, limpeza e uso das praias por banhistas e frequentadores. Na Baía da Ilha grande, os ventos são importantes mecanismos na geração de correntes nesta plataforma, relativizando, também a ação das ondas nos últimos dias que antecederam as coletas.

A dispersão e o transporte de substâncias e resíduos sólidos, como os microplásticos, são um reflexo do comportamento hidrodinâmico marinho de circulação nesta região, portanto se faz necessário um maior aprofundamento sobre isso. Mesmo considerando a ação das correntes marinhas, pluviosidade e limpeza, há de se destacar o número de microplásticos na praia do Anil que representa 53% de tudo que foi coletado nas duas estações, sendo um ambiente praias distinto dos demais e o único com vocação urbana, por se encontrar no centro de Angra dos Reis.

O baixo número de microplásticos nas praias Grande e Brava no verão demonstram o uso territorial destas por parte dos agentes políticos e principalmente pelos agentes econômicos, como comerciantes/profissionais da rede hoteleira, que se comprometem na limpeza da areia. No inverno, este cenário muda devido a menor frequência de limpeza e menor número de visitantes. Em contrapartida, os números no inverno são altos quando comparados com os do verão, ocorrendo 27 na Praia Brava e 16 partículas de microplásticos no inverno de 2017. Mesmo que haja uma significativa diferença na frequência de limpeza das praias entre as estações Inverno e Verão, ainda assim demonstra o acúmulo destes poluentes e que esta limpeza é de acordo com os interesses sociais, não ambientais.

4.2 – Coletas realizadas no inverno (2017) e verão (2018)

Duas coletas foram realizadas em cinco praias do litoral sul fluminense, em dois pontos (ponto 1- norte e ponto 2- sul) durante o inverno de 2017 e o verão de 2018. As coletas de inverno foram no dia 26 de julho de 2017 e as coletas de verão ocorreram na data de 16 de março de 2018. As duas estações apresentam características distintas quanto a características climáticas e ação do mar na deposição e circulação de micro poluentes.

Tabela 3 – Dados obtidos primeiro campo realizado durante o inverno de 2017.

Praia	Ponto da praia	Pontos do mapa	Total de Microplásticos	Tipo de microplástico			
				Fibras	Fragmentos	Poliestireno (isopor)	Pellet
Praia do Anil	Ponto 1	1	22	3	7	12	0
	Ponto 2	2	17	2	6	9	0
Praia Grande	Ponto 1	3	5	0	5	0	0
	Ponto 2	4	11	0	10	1	0
Praia Brava	Ponto 1	5	11	0	1	10	0
	Ponto 2	6	16	0	1	15	0
Praia de Mambucaba	Ponto 1	7	3	0	0	3	0
	Ponto 2	8	1	0	0	1	0
Praia de São Gonçalo	Ponto 1	9	2	0	0	2	0
	Ponto 2	10	1	1	0	0	0
Total			89	6	30	53	0

A média de pluviosidade para julho de 2017 foi de 86 mm para Paraty e Angra dos Reis. Mesmo o clima desta região sendo marcado por uma estação mais úmida e com chuvas de dezembro até junho e um período de mais seca no inverno.

O menor número de microplásticos no verão (37 partículas) é justificado, principalmente, pela ausência destes em praias como Grande e Brava. Em ambas as praias as coletas foram feitas pela manhã e ocorreu algum tipo de limpeza horas antes feito pela prefeitura ou comerciantes, principalmente nos dias de coleta do verão.

Tabela 4 – Dados obtidos primeiro campo realizado durante o verão de 2018.

Praia	Ponto da praia	Pontos do mapa	Total de Microplásticos	Tipo de microplástico			
				Fibras	Fragmentos	Poliestireno (isopor)	Pellet
Praia do Anil	Ponto 1	1	17	5	5	7	0
	Ponto 2	2	11	4	7	0	0
Praia Grande	Ponto 1	3	0	0	0	0	0
	Ponto 2	4	0	0	0	0	0
Praia Brava	Ponto 1	5	0	0	0	0	0
	Ponto 2	6	0	0	0	0	0
Praia de Mambucaba	Ponto 1	7	2	0	1	1	0
	Ponto 2	8	0	0	0	0	0
Praia de São Gonçalo	Ponto 1	9	7	0	0	7	0
	Ponto 2	10	0	0	0	0	0
Total			37	9	13	15	0

No ponto 2 de Praia de Vila Histórica de Mambucaba, por ser uma área mais afastada dos restaurantes e barqueiros, é pouco frequentada por banhistas/turistas quando comparado com o ponto 1, onde há limpeza pelos funcionários. Foi coletado neste ponto macroplásticos, onde há a proximidade do rio Mambucaba.



Figura 19 – Coleta no ponto 2 em Praia de Vila Histórica de Mambucaba (A), (B).

A praia de São Gonçalo repete o mesmo modelo de diferenças significativas nos pontos de coleta que ocorre em Vila Histórica de Mambucaba, onde um ponto (1) é voltado pra atividades turísticas e/ou pesca e o outro ponto mais afastado e sem ação direta destas atividades, contudo em Mambucaba há uma vocação residencial, além da função turística. Os resultados destas duas

praias são semelhantes, pois em ambas apresentam microplásticos somente nos pontos 1, durante o inverno, e nenhuma partícula de microplástico nos pontos 2, afastados das atividades sociais e comerciais. Na praia de São Gonçalo foram coletadas 7 partículas de microplásticos durante o verão, sendo todas estas partículas poliestireno.

Outro ponto importante é a diferença da quantidade de pontos com microplásticos por estação do ano, pois no inverno foi encontrado microplástico em todos os dez pontos de coleta das cinco praias, contudo este número, no verão, cai para 4 pontos, sendo dois destes na praia do Anil que possui mais da metade das partículas de microplásticos. Ao analisarmos os microplásticos por pontos de coleta percebemos a significativa diferença para a estação de inverno.

4.2.1 – Pluviosidade e influencia das ondas e marés

Outros pontos a se questionarem na ação de surgimento de microplásticos nestas praias foram a ação climática e das ondas. Foi constatado que mesmo no verão tendo uma alta pluviosidade média nesta região, os dias que antecederam a coleta (15/03/18) foram de pouca pluviosidade, sendo um elemento que pouco influenciou neste período de forma direta. Há de se destacar a proximidade destes ambientes com o paredão rochoso da Serra do Mar que serve de elemento para maximizar a quantidade de chuva convectiva, mesmo em microescala. Na coleta de inverno não ocorreu chuva nas cinco praias estudadas, portanto tendo ação direta na deposição de microplástico via ação do mar ou dos rios que desaguam nas praias.

As correntes marinhas são importantes na deposição de micro detritos plásticos que são depositados em zonas costeiras (RYAN et. al.; 2009), contudo estes variam muito por região. A variação na amplitude de maré no compartimento da Baía da Ilha Grande é grande podendo atingir valores de 1,3m (ANDRADE, 2012), sendo mais um elemento relevante no processo de deposição de micropartículas de poluentes nestes ambientes costeiros.

Portanto, há de se destacar a influência destes fatores de forma conjunta, como a ação do clima nas duas estações, ação das ondas, amplitude de marés e movimento das correntes marítimas, embora algumas praias estejam em área de energia relativamente baixa.

4.3 Resultado por categorias de Microplástico

Há uma predominância de microplásticos da categoria poliestireno (isopor) com 54% do total de micropartículas, baseado na classificação adotada em quatro categorias de microplásticos. Esta predominância de poliestireno é comum em estudos ocorridos na Coreia do Sul, já que o país utiliza muito isopor como matéria prima de muitos itens industrializados (LEE et. al., 2013), semelhante ao que foi encontrado nesta parte do Brasil, contudo a maioria do poliestireno encontrado é proveniente da fragmentação de isopores maiores, outrora usados em atividades para a pesca, produtos cotidianos ou mesmo de descarte de materiais industrializados.

A ausência dos pellets também é destaque, já que é comum em áreas de grande urbanização e industrialização, como no entorno da Baía de Guanabara (CARVALHO, 2016). Pellets são partículas pequenas de resinas e servem como matéria prima para a indústria e outros materiais, também, podem ser originadas de cosméticos, principalmente limpeza facial. Contudo se esperava algum registro de pellet em áreas urbanas, como o entorno da Praia do Anil, até mesmo porque nessa há uma descarga de esgoto ao lado do ponto 1.

No caso das praias estudadas, é possível confirmar visivelmente que a maioria das partículas de poliestireno é proveniente de ação antrópica (turismo e comerciantes) e não de fonte industrial ou depositado pelo mar. Portanto, se faz mais necessário, ainda as limpezas das praias como forma de mitigar tal problema.

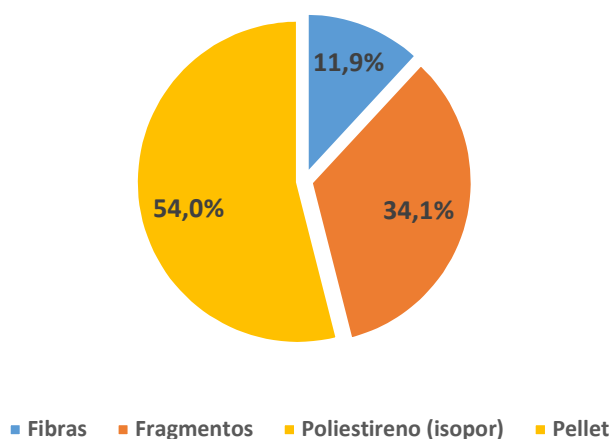


Figura 20: Percentual de Microplásticos divididos por categoria

As fibras são partículas, geralmente, de origem de roupas ou materiais como cordas ou utensílios de pesca. No presente estudo, foram encontradas 15 partículas de fibras (11,9%), sendo 14 apenas na praia do Anil. A baixa energia de circulação e ausência de ondas fortes favorecem a deposição deste tipo de microplástico, porém o diferencial neste ambiente é a saída de esgoto que forma a língua negra proveniente da comunidade entorno desta praia, justamente no ponto 1, onde foram encontradas 8 partículas.

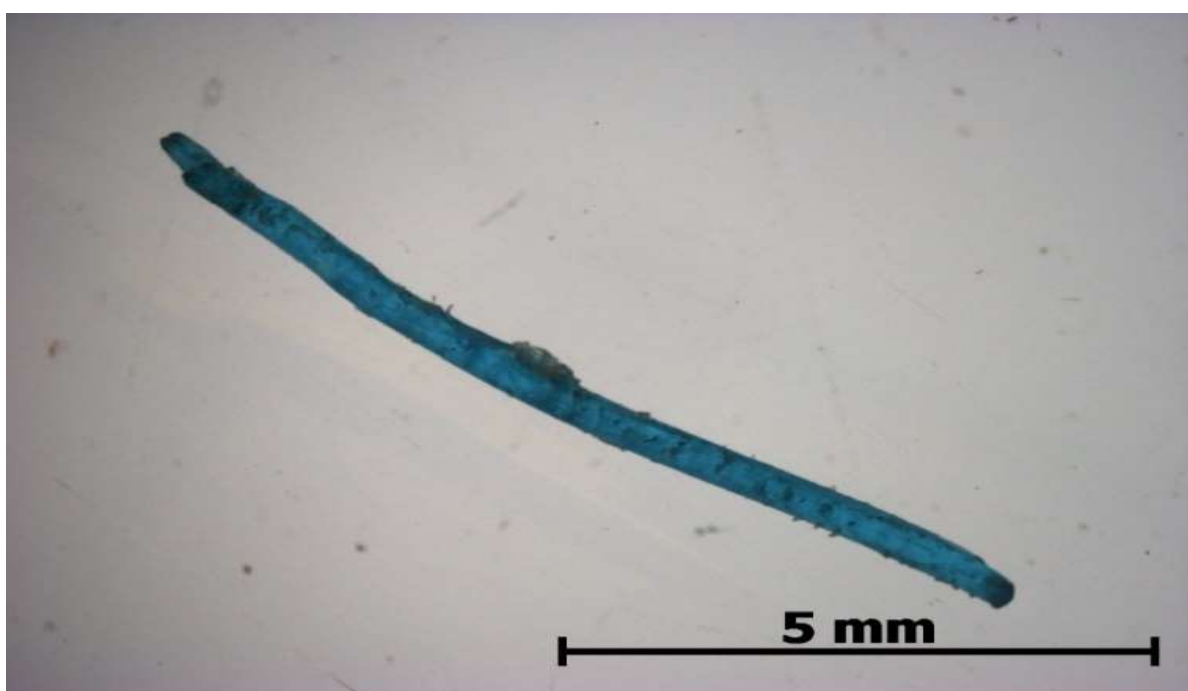


Figura 21: Fibra encontrada no ponto 1, Verão (Anil)

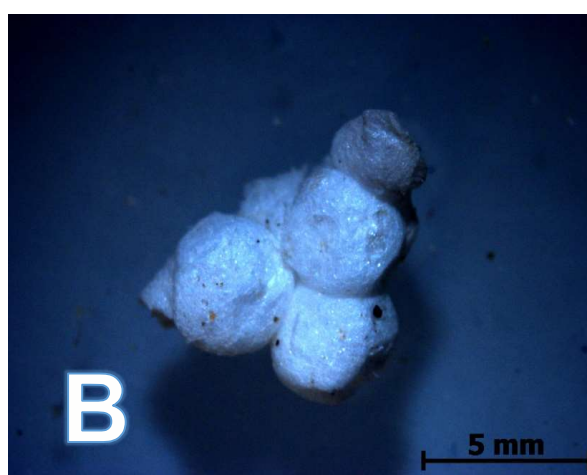


Figura 22: Poliestireno em fragmentação (A). Imagem microscópica de poliestireno (B).

O poliestireno, conhecido como isopor, por suas propriedades consegue, facilmente, se fragmentar em partículas menores (microplástico secundário) se enquadrando no tamanho de 5mm, seguindo uma lógica comum nestes sistemas costeiros que possuem fontes urbanas próximas. Mesmo em praias de baixa energia, como Anil, há um elevado número de poliestireno demonstrando que mesmo com certa influência da ação dos mares como fonte poluidora, ainda assim, a fonte terrestre possui maior relevância.

4.4- Resultado por Praias

4.4.1- Praia do Anil

O acúmulo de resíduos poluentes é visível nesta praia, sendo a praia com maior acúmulo de poluentes visíveis a olho nu. Numa faixa de areia estreita e na beira da via urbana, há um número significativo de macro plásticos, decorrente da prática de turismo e deposição de resíduos decorrente da circulação. Trata-se de uma praia de baixa circulação, todavia em seu canto direito há um porto e uma língua negra (valão de esgoto) que é jogado em pleno mar, sendo duas possíveis fontes poluentes nesta área.

A morfologia do litoral é consequência da dinâmica sedimentar, influenciados por agentes que atuam na zona costeira como maré, vento, rio e ação das ondas, contudo na praia do Anil esta ação de deposição sedimentar segue pouca influência das ondas, tendo algum destaque para as marés devido a variação diária. Trata-se de um ambiente costeiro que tem a fonte de poluição antrópica como principal fonte, já que se trata de uma praia de baixa energia, com despejo de esgoto e pouca limpeza da praia.

No inverno foram encontrados 39 resíduos contra 28 resíduos de microplásticos coletadas no verão, sendo uma diferença de 28,1%, contudo a frequência de banhistas é baixa no período frio do ano, mesmo sendo uma praia de mais recreação, como eventos culturais (palco para shows) ou atividades esportivas devido ao campo de futebol.

Grande parte do esgoto que é jogado na praia do Anil é proveniente de um grande número de habitações e habitantes nos bairros centrais de Angra dos Reis e mesmo com obras recentes no sistema de esgoto municipal é visível o esgoto sendo jogado sem tratamento na praia em plena luz do dia.

O menor número de microplásticos (28) do verão pode ser justificado pelo aumento da limpeza destes ambientes pela empresa pública municipal que intensifica sua ação neste período já que é comum o aumento de banhistas neste período, contudo os dois responsáveis dos quiosques relataram que os frequentadores desta praia são, em maioria, por moradores de baixa renda, pois sua localização favorece o deslocamento, já que por estar numa área central, é fácil o deslocamento a pé de moradores que habitam as favelas do centro.



Figura 23: despejo de esgoto, Praia do Anil, Angra dos Reis

Mesmo no verão (2018), a limpeza feita pela Rizoma ocorre de dois em dois dias, portanto mostrando que esta praia, que é um cartão de visita para quem entra no município, não tem a mesma importância que outras que recebem “turistas” e possuem uma função distinta. Para o Sr. Euclides Fernandes, funcionário do quiosque, a praia do Anil é o equivalente ao “Piscinão de Ramos” de Angra dos Reis, por possuir águas calmas e receber os moradores das “comunidades”. Há de se destacar que esta praia se encontra em frente ao CAT-Central de Atendimento ao Turista.

Tanto no inverno (2017) quanto no verão (2018) não foram coletados microplásticos em pellets, mesmo a região tendo indústrias próximas. O alto número de micropartículas de Poliestireno (21 partículas) no verão expõe o uso de produtos como o isopor, típico do uso de produtos de pescaria ou de banhistas, sendo mais provável o uso por banhistas que usam esta área para banho ou outros eventos (durante todo o verão o palco fica montado). No inverno, o número de 5 partículas de microplásticos de Poliestireno (isopor) demonstra a baixa frequência de visitantes, sendo só encontrado no ponto 1 (norte) que fica bem ao lado da saída de esgoto que fica na extremidade direita.

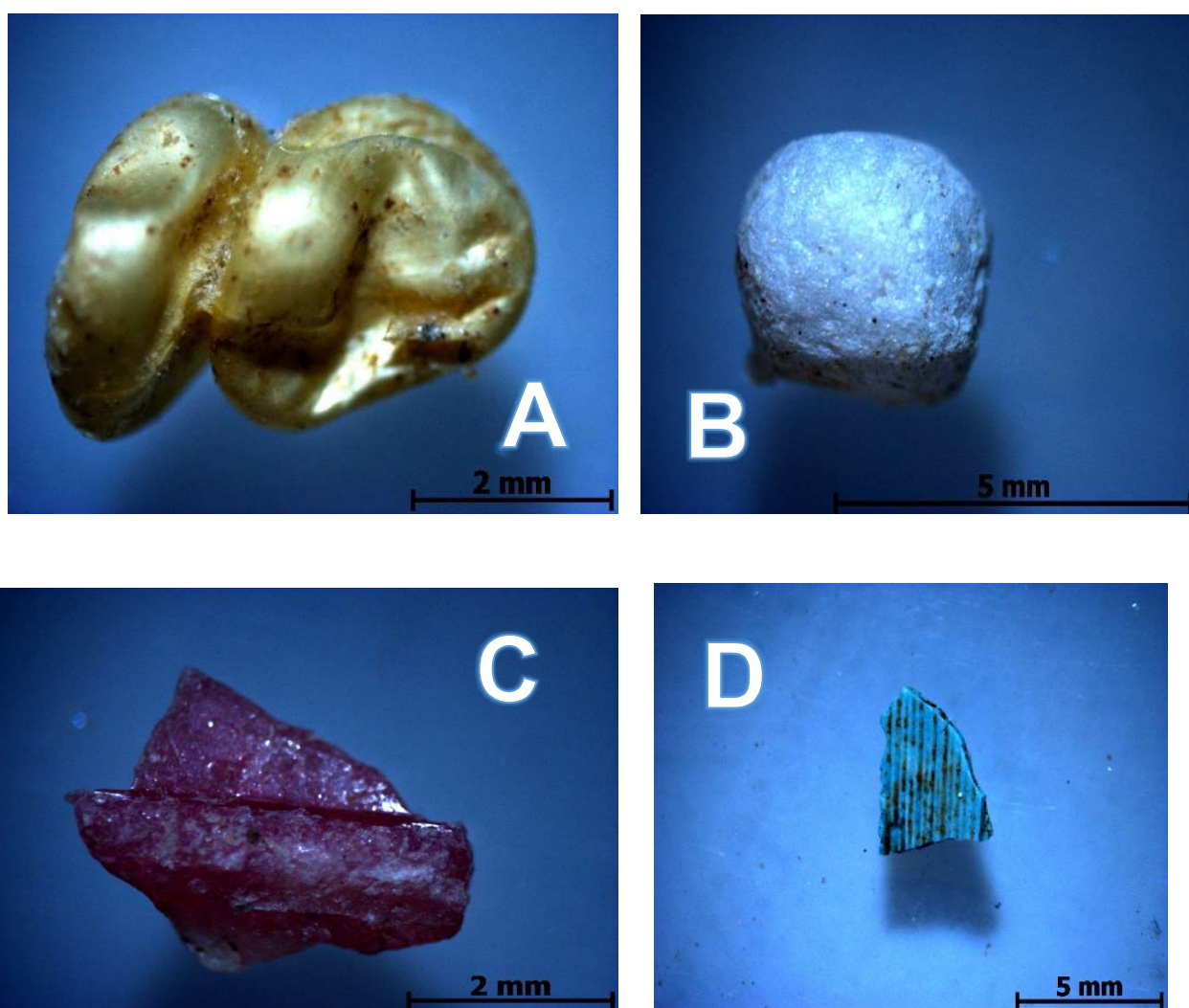


Figura 24- Amostras de Microplásticos da Praia do Anil. Poliestireno (A). Poliestireno (B). Fragmentos (C). Fragmentos (D)

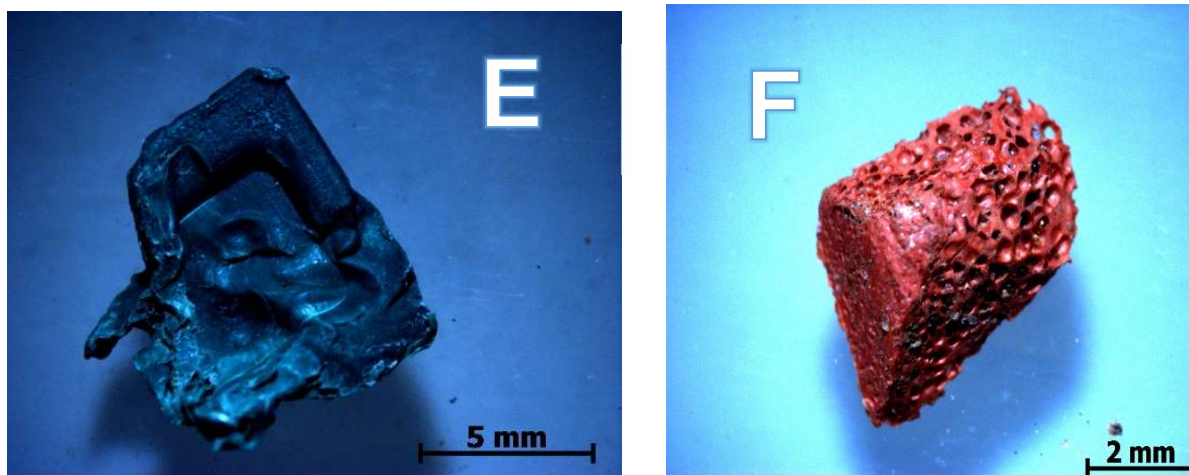


Figura 25 : Fragmentos (E). Fragmentos (F)

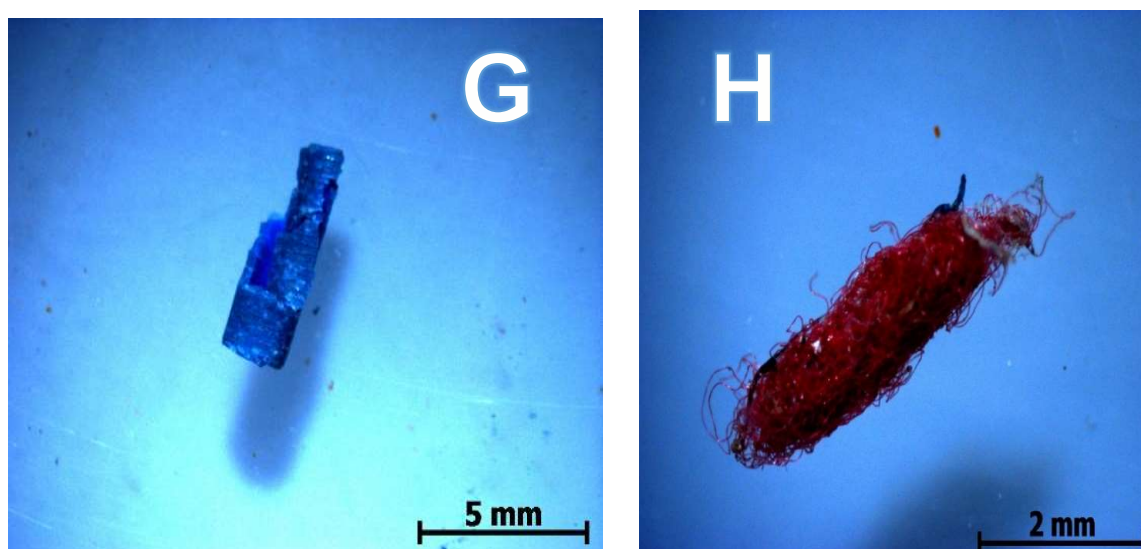


Figura 26 Amostra de Microplásticos da Praia do Anil, Fragmento (G). Fibra (H)

A praia do Anil ainda apresentou 5 partículas de fibras de um total de 6, sendo 83% do total de todas as praias estudadas na estação inverno. O número de fragmentos também é alto comparado com as demais praias estudadas no inverno, tendo 13 partículas de microplásticos de fragmentos, sendo 81% do total. Estes números demonstram que, mesmo com uma baixa circulação (já que se encontra com uma ilha barreira à sua frente) e com baixa ação das ondas, se trata de um ambiente costeiro muito poluído e com um uso por parte do governo municipal distinto das demais praias estudadas, sendo uma “praia urbana” e de uso “restrito” de banhistas locais, mas que em eventos como o Réveillon se torna área de eventos para muitos banhistas que frequentam praias do mesmo município, mas que possuem outras relevâncias e funções.

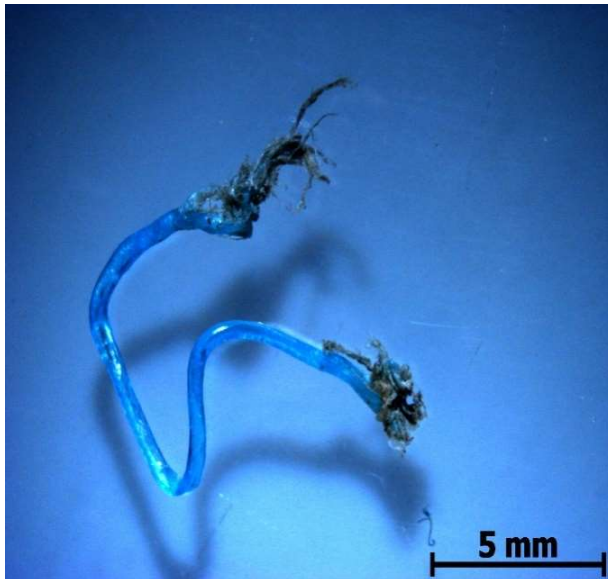


Figura 27: Microplástico - Fibra

4.4.2 - Praia Grande

Trata-se de uma praia em arco, com cordão arenoso curto (20/23m) e extensão de 600m, mas com uma boca de entrada de 450m. A proximidade com a ilha da Gipóia e sua característica em arco criam uma baixa energia neste ambiente praial, com uma granulometria arenosa, que facilita a ação do turismo e da pesca.



Figura 28 – Boia de proteção liberando Microplástico secundário

A praia é sede de Hotéis, como o Hotel Praia Grande, Condomínios, como o Yatch Flatch e do Clube dos Servidores Municipais. É uma praia multifuncional, pois serve para diferentes usos e por isso acaba tendo um alto acúmulo de lixo nas areias, contudo a limpeza é constante em dias de sol e principalmente no verão.

No verão não foram coletados microplásticos nos dois pontos de coleta, contudo no inverno foram registrados 16 microplásticos da categoria de poliestireno, sendo 5 no ponto 1 e 10 no ponto 2.

Portanto é uma praia com muito fluxo humano e alta produtividade de lixo, mesmo tendo uma constante limpeza diária, ainda assim foi encontrado macroplástico, principalmente na linha de maré alta. A Praia Grande se destaca das demais, por não ser uma praia de grande extensão, mas totalmente voltada para o turismo, com três píeres e muitas saídas de barco, por turistas ou pescadores. Se encontra a poucos quilômetros das praias do centro, todavia não está isento da influência urbana, já que é comum casas, condomínios nesta parte de Angra dos Reis.

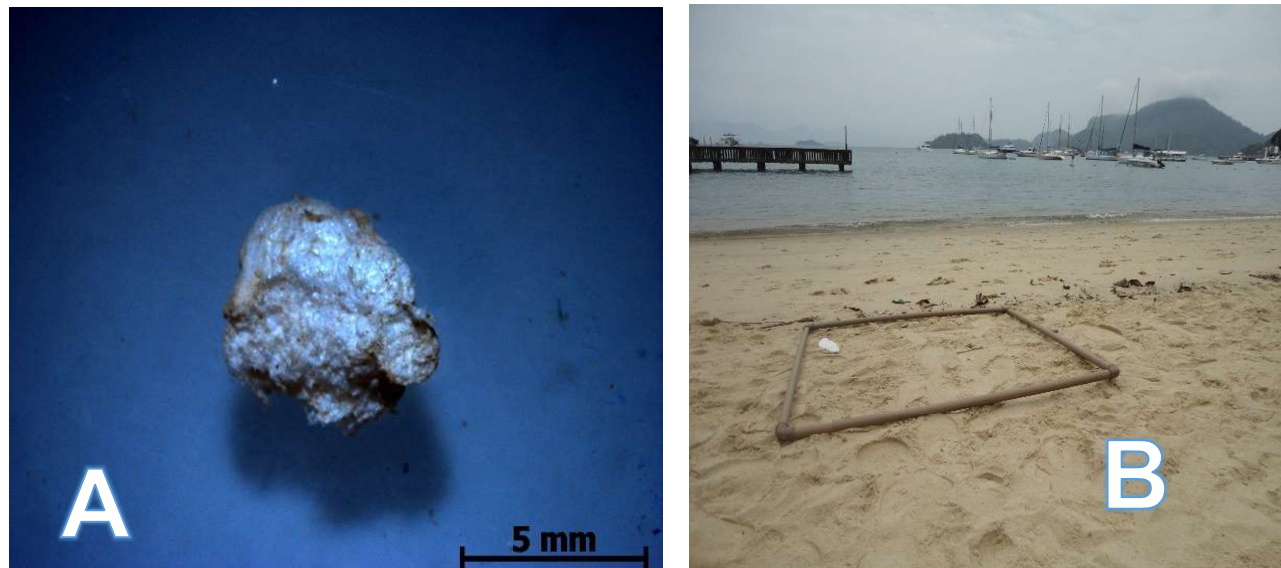


Figura 29: Poliestireno (A). Coleta na Praia Grande, ponto 2 (B)

4.4.3 - Praia Brava

O elevado número de partículas de microplásticos no inverno (26 partículas) é confrontado com a ausência de micropartículas no verão, portanto

sendo 30,3% de todos os micro poluentes do inverno, um elevado número se usarmos a praia do Anil como parâmetro (43%), sendo um reflexo das diferenças das limpezas que ocorrem com maior frequência no período de verão (duas vezes ao dia – manhã e tarde, pela empresa Rizoma)

Há de se destacar que a praia é afastada do centro de Angra dos Reis e, com isso, sofre menos com os dejetos urbanos, fica ao lado da Usina Nuclear e é “quase” que particular aos moradores da vila dos funcionários da Eletronuclear.

Com um cordão arenoso extenso (1100m) e largo (80m), um mar aberto, é uma praia de alta energia, sendo usado para a prática do surf. Em um dos cantos da praia é possível observar um pequeno rio que deságua no mar (próximo ao ponto 1).

Todos os microplásticos encontrados foram de poliestireno (isopor), sendo 11 no ponto 1 e 16 micropartículas no ponto 2. A maioria dos microplásticos foram fragmentados de forma mecânica de lixos marinhos ou mesmo de lixos depositados por banhistas e não foram coletados pela limpeza.

Foram encontradas peças de poliestireno de maior tamanho como copos plásticos e utensílios de pesca, mesmo sendo proibido a prática desta atividade nesta praia, sendo assim evidenciando a ação do mar na deposição do lixo marinho nesta praia.



Figura 30:Lixo e matéria orgânica na Praia Brava (A). Material de pesca liberando poliestireno (B)

4.4.4- Praia de Vila Histórica de Mambucaba

É a última praia do município de Angra dos Reis e está no limite com o município de Paraty, justamente no ponto 2. O ponto 1 é área turística e está a todo momento sendo limpo por comerciantes, está na direção da igreja matriz e do centro da vila histórica. O ponto 2 é afastado desta área dos turistas e se encontra ao lado do rio Mambucaba.

A praia possui aproximadamente 400 metros de extensão de cordão arenoso e largura que varia de 10 a 30 metros, dependendo da época e do ponto da praia. De mar aberto e alta energia, é comum a ação das ondas que influencia diretamente no perfil da praia. Foram coletadas 6 partículas de microplásticos, sendo 5 partículas de poliestireno e 1 de fragmento. O destaque ficou para o ponto 1, pois apresentou microplásticos nas duas estações do ano, sendo 3 partículas no inverno e 2 no verão. O ponto 2 só apresentou 1 partícula na estação inverno, mesmo sendo pouco usado por banhistas, contudo tem a influência direta do rio Mambucaba que deságua naquele ponto.

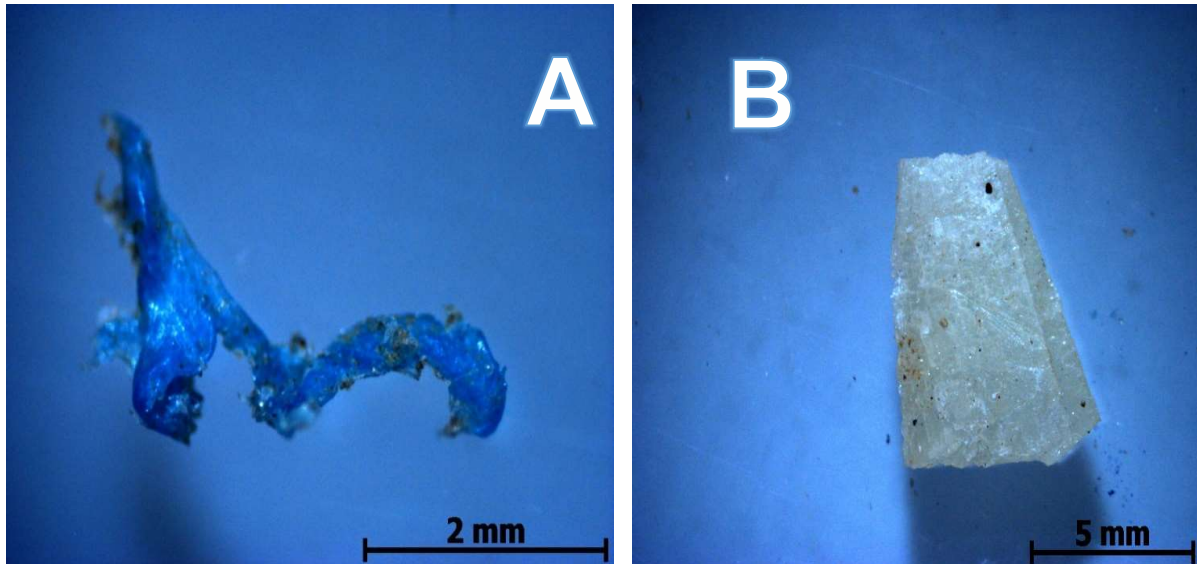


Figura 31: Fragmento azul (A). Fragmento transparente (B)

4.4.5 - Praia de São Gonçalo

A região dos pós praia é composto de areia fina em toda a sua faixa costeira, sendo o ponto 1 mais largo (16 metros em média) e com um rio desaguando neste ponto, já o ponto 2, apresenta um cordão mais estreito entre a linha de maré alta e a vegetação costeira, mas ambos os pontos com baixa inclinação de perfil.

No Verão, foram coletadas 7 partículas de microplásticos no ponto 1 e nenhum no ponto 2, ponto mais isolado dos banhistas e com uma cordão arenoso pouco largo (5 metros). No inverno, também, só foram coletadas partículas de microplástico no ponto 1, sendo duas partículas de poliestireno, justamente em um local.

Há de se destacar que o ponto 2 da praia de São Gonçalo (ponto 10) é o mais isolado de todos os estudados, pois não tem comércio, pousada, pescador, rio desaguando ou qualquer edificação nas proximidades.

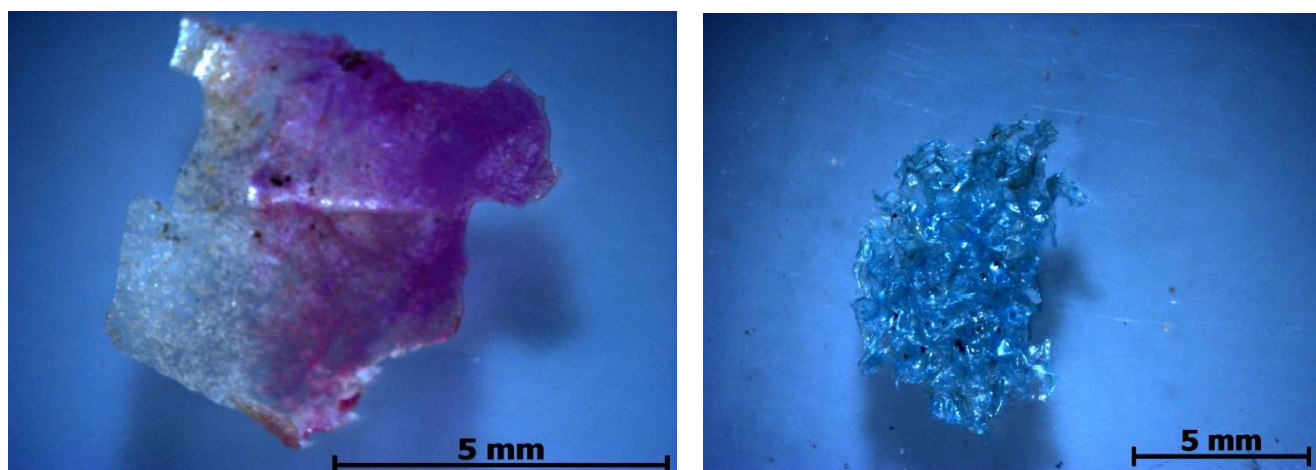


Figura 32: Fragmento (filme) (A). Fragmento azul (B)

4.5 - Resultado por cores de Microplásticos

Segundo Cadore, et. al; 2008, a dissolução de materiais poliméricos, em suas diferentes caracterizações em diversas formas, enquanto material plástico sob alguns processos de desagregação artificial se assemelham ao que ocorre na natureza. A análise química dos materiais plásticos demonstra que a adição de contaminantes, fruto de uma lógica recente da indústria, se tornou um problema contínuo e imensurável, já que ainda existem poucos estudos sobre o

tema. Portanto, a concentração de metais pesados e outros elementos tóxicos se tornou realidade em muitos tipos de polímeros.

Tabela 5 – corantes e metais empregados nos plásticos

Cor do plástico	Principais componentes dos pigmentos	Informações
Branco	TiO ₂ ; ZnS; ZnO; Branco de chumbo (Pb(Co) ₃) ₂ ou Pb(OH) ₂ .	O chumbo é tóxico e pode passar suas características ao produto pigmentado
Preto	Óxido de ferro preto (Fe ₃ O ₄) e sulfeto de antimônio (Sb ₂ S ₃).	O antimônio é potencialmente tóxico
Amarelo, laranja e verde	Compostos a base de cromo: amarelo e laranja de cromo (PbCrO ₄ e PbSO ₄); verde de cromo (amarelo de cromo + azul da Prússia); óxido de cromo puro (CrO ₃).	As limitações desses compostos se restringem aqueles que contêm chumbo
Amarelo, vermelho e marrom	Compostos a base de ferro: óxido de ferro (Fe ₂ O ₃ + FeO(OH) + Fe ₃ O ₄ ; azul da Prússia (Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃).	
Laranja	Compostos a base de molibdato: laranja de molibdato (80% PbCrO ₄ + 15% PbMoO ₄ + 5% PbSO ₄).	As limitações desses compostos se restringem aqueles que contêm chumbo
Amarelo, laranja e vermelho	Compostos a base de cádmio: cadmpur (CdS, ZnS e CdSe); cadmopone (CdS, ZnS, BaSO ₄ , CdSe).	O cádmio é potencialmente tóxico.
Amarelo	Compostos a base de níquel: titanato de níquel (NiTiO ₃).	
Esverdeado, avermelhado	Compostos a base de silicatos: azul ultramar (sílica 34- 43%, alumínio 20-28%, enxofre 10-16% e óxido de enxofre 12-20%).	
Laranja, vermelho	Compostos a base de mercúrio: mercadium (CdS + HgS).	Mercúrio e cobre são tóxicos.
Azul	Compostos a base de cobalto: azul de cobalto (CoO*Al ₂ O ₃).	O cobalto é essencial em baixas concentrações, mas é tóxico em altas concentrações.

Fonte : Cadore et. al; 2008

O grande uso de plástico (moldado em várias formas de polímeros – como tubos, filmes, isopores e outros tipos) vem aumentando em vários setores como na construção civil, indústria ou utensílios utilizados no cotidiano, como embalagens e sacolas plásticas (MANO,2004), transformando o seu descarte em grave problema ambiental, pela degradação destes materiais sólidos e, também, pelo processo de descarte destes metais pesados inseridos nestes polímeros.

A coloração dos plásticos é forte indicio de pigmentos e corantes empregados nos diferentes polímeros e a adição destes metais pesados representa muito das características das fontes poluidoras, portanto sendo possível compreender as dinâmicas e características locais e prever possíveis consequências.

Quase metade dos microplásticos coletados na Baía da Ilha Grande são de cor branca, isso demonstra a preponderância do poliestireno como principal categoria coletada nesta região, mesmo tendo encontrado poliestireno em outras cores. Segundo a tabela acima, a cor branca é concentrada em chumbo e resulta em graves consequências para o meio ambiente, principalmente pela facilidade destas micropartículas de plásticos adsorverem, ainda mais, outros metais no meio aquático. A cadeia alimentar está comprometida quando os animais marinhos ingerem estas micropartículas, como o poliestireno, com aditivos que contém metais pesados.

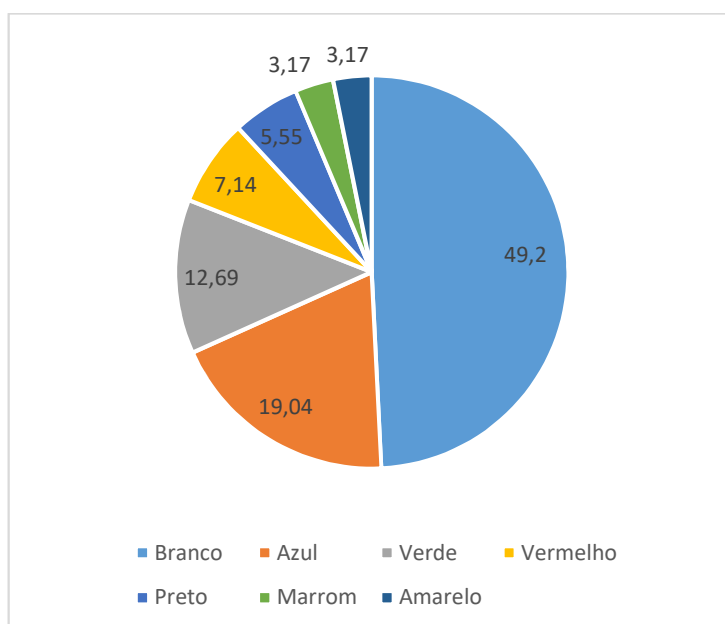


Figura 33- Microplásticos coletados na Baía da Ilha Grande por cores

As cores azul e verde também tiveram destaque na pesquisa, o verde (12,69%) é muito comum em fibras e o azul (19,04%) em fragmentos, ambos os materiais contém Cromo e Cobalto, respectivamente, mesmo que em pequenas proporções. O amarelo (3,17%), pouco encontrado, concentra Níquel e foi encontrado apenas em poliestireno em materiais como espuma proveniente de materiais de pesca. O pigmento vermelho (7,14%) e preto (5,55%) foram encontrados apenas em fragmentos, contém Óxido de Ferro e Cádmio, respectivamente. As diferentes cores podem representar diferentes corantes, aditivos e metais pesados, que ora são conjugados entre si, contudo são poluentes que são dissolvidos no meio natural, principalmente nos meios aquáticos e zonas costeiras.

Tabela 6 – Microplásticos – Quantitativo por Cores, Praia, Pontos de coleta e Estação do Ano (V- Verão e I- Inverno)

		Branco		Azul		Verde		Vermelho		Marrom		Amarelo		Preto	
		V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I	V	I
Anil	1	6	3	3	10	6	2	1	4	-	2	-	-	1	-
	2	1	7	3	2	7	1	-	3	-	2	-	-	-	2
Grande	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brava	1	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	4
	2	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mambucaba	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.G.	1	-	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		7	52	12	12	13	3	1	8	0	4	4	0	1	6

O maior número de micropartículas no inverno é evidente, contudo há de se destacar a relevância do pigmento Branco no Inverno, com 52 partículas, reforçando a representatividade da categoria poliestireno (isopor) que tem nesta baía um ponto alto de deposição. Em todas as cinco praias analisadas, nos dois pontos de coleta, foram coletadas pelo menos 1 partícula de poliestireno Branco, até mesmo em pontos mais afastados, como Mambucaba – ponto 2 (recebendo

influência direta do rio Mambucaba) e São Gonçalo – ponto 2 (área bem afastada de comércio, pescadores ou turistas).

4.6 Comparação do total de microplásticos em algumas partes do mundo

A Contaminação de microplásticos em praias é comum e sua incidência é significativamente determinada por fatores como a circulação oceânica. Em estudo realizado por Bosker et. al. (2018) sobre quatro ilhas das Pequenas Antilhas (Anguilla, St. Barthélemy, St. Eustatius e St. Martin/Marten) há uma variação de 261 até 620 partículas de microplásticos por quilograma de sedimentos colhidos nas praias. O destaque se dá pela alta concentração de fibras (95%) de todos os plásticos, sendo consequência da ação do giro subtropical do Atlântico Norte, podendo chegar até 100.000 partículas (LAW et. al., 2010).

Na costa da Tunísia, a concentração varia de 141 a 461 partículas por kg (ABILI et. al. 2018) e foi encontrado Pellets, Fibras Poliestireno, Fragmentos e Filmes, tal variedade de categorias encontradas se dá pela influência do Mar Mediterrâneo e toda descarga de poluentes de nações europeias (Plastic Europe, 2016).

Há de se destacar que as praias do Caribe e as da costa tunisiana são ambientes marinhos abertos e sofrem com mais ação do mar, no primeiro caso há ação do giro do Atlântico Norte, já na Baía da Ilha Grande não há a ação tão massiva de uma corrente marítima como essa, no entanto a Baía de Guanabara apresenta números altos de contaminação de microplásticos, numa variação de até 1440 partículas em praias deste corpo estuarino (CARVALHO, 2016).

Tabela 7 – Variação de partículas de Microplásticos em diferentes partes do mundo

Baía da Ilha Grande, RJ, Brasil	0 a 39
Baía de Guanabara, RJ, Brasil	28 a 1468
Costa da Tunísia, África	141 a 461
Pequenas Antilhas, Caribe	261 a 620

Há ocorrência de microplásticos em todas as praias na Ilha de Tenerife (Espanha), principalmente em Playa Grande, segundo estudo Álvarez-Hernández et. al., (2019). No referido estudo há uma concentração maior em praias (900%), como Playa Grande, que sofrem com a corrente das Canárias que é uma variação da corrente do Atlântico Norte, portanto mostrando que a ação de correntes se configura como principal vetor de deposição de detritos plásticos.

A Baía de Guanabara é um ambiente estuarino complexo e distinto dos demais pelo mundo, sua rede hidrográfica contém 45 rios que desaguam em suas águas e se configurou como área de despejo de esgoto não tratado de 11 milhões de habitantes que estão em seu entorno, além de detritos de toda uma rede industrial que se fixou nesta área desde os anos 50 do último século.

Consoante Carvalho (2016), a Baía de Guanabara apresentou 4127 partículas no inverno e 4692 partículas de microplásticos no verão, totalizando 8819 micropartículas de microplásticos em 26 pontos no verão e 34 no inverno em 17 praias, contudo na Baía da Ilha Grande, neste presente estudo, há um número bem mais baixo, se formos consideramos por média de coleta de microplásticos, e este dado é relevante porque ambas usam a mesma metodologia e com a mesma métrica (1 metro quadrado).

Tabela 8: Comparação de totais de partículas de microplásticos na Baía de Guanabara (CARVALHO, 2016) e Baía da Ilha Grande (MEDEIROS, 2019) em duas estações (Verão/Inverno)

	Verão	Inverno
Baía de Guanabara (Carvalho, 2016)	4692	4127
Baía da Ilha Grande (Medeiros, 2019)	37	89

Em ambos, os estudos, coletas e análises usaram o método quantitativo visual e a diferença dos números podem ser melhor avaliadas se consideramos por uma média quantitativa. O trabalho sobre a Baía de Guanabara (CARVALHO, 2016) usou 13 e 17 praias para coletas no verão e inverno

respectivamente (dois pontos por praia – um metro quadrado na linha de maré alta), já neste presente estudo científico se valeu de cinco praias (duplicação de coletas por praias), portanto a média pode ser significativa e serve de comparação do nível de poluição destes dois ambientes.

Tabela 9: Comparação de totais de partículas de microplásticos na Baía de Guanabara (Carvalho, 2016) e Baía da Ilha Grande (Medeiros, 2019) em duas estações (Verão/Inverno) e as médias por m² (por ponto de coleta)

	Total de microplásticos no inverno e verão	Total de pontos de coleta no inverno e verão	Média de partículas de microplásticos por m ²
Baía de Guanabara (Carvalho, 2016)	8819	60	146,98 por m ²
Baía da Ilha Grande (Medeiros, 2019)	126	20	6,3 por m ²

A diferença matemática entre as duas baías fluminenses é de vinte e três vezes (2330%), ou seja, para cada microplástico coletado na Baía da Ilha Grande foi coletado vinte e três na Baía de Guanabara, demonstrando um estágio de avanço significativo de nível de poluentes nesta última, sendo uma clara demonstração que mesmo em níveis de poluentes distintos é possível vislumbrar que a Baía da Ilha Grande segue um padrão de poluição que já habitara na Baía de Guanabara há décadas e pode se letal caso os problemas se repitam. Mesmo a Baía da Ilha Grande, aparentemente ser um ambiente costeiro “preservado”, já demonstra traços comuns a ambientes costeiros mais poluídos como metais pesados e tipos de microplásticos que foram depositados nestes locais.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento urbano de Angra dos Reis é resultado de um espraiamento da zona metropolitana e crescimento de cidades médias. Este crescimento urbano no sul fluminense é corroborado com Paraty aumentando, assim, de forma exponencial o despejo de efluentes não tratados e lixos sólidos, como o plástico em ambientes marinhos, como a Baía da Ilha Grande. Ambos os municípios possuem vocação turística, estão próximas da capital fluminense, e são considerados pontos de ecoturismo e turismo histórico.

A crescente poluição em ambientes costeiros é um problema global, pois não está apenas próximo aos grandes centros urbanos, já que tem a capilaridade do mar nesta expansão de partículas que são depositadas em praias ou ingeridos por animais marinhos ou aves. O lixo marinho é fruto exclusivo de origem antrópica, sendo assim o lixo plástico de origem terrestre, o macro/meso plástico, contribui em 80% dos lixos encontrados nos mares.

Os resultados gerados neste trabalho confirmam que as praias selecionadas da baía da Ilha Grande, dos municípios de Angra dos Reis e Paraty, apresentam diferenças físicas, mas se destacam os diferentes usos sociais destes ambientes costeiros. O presente estudo se preocupou em destacar cinco praias, divididas em dois pontos da baía da Ilha Grande, somando 10 pontos de coleta, para fazer uma análise macro do acúmulo de microplásticos em praias que aparentemente são “preservadas e limpas”.

A diferença morfológica destas praias estudadas pode ser explicada pela localização destas na baía e seus diferentes usos e gestões, públicas e/ou privadas. Atividades como a pesca e principalmente o turismo são tão importantes como fontes poluidoras como a ação do mar. A influência urbana em ambientes costeiros tem ligação direta com o acúmulo de microplásticos em mares e/ou areias, expondo, assim, um cenário de desgaste social e descaso político.

A população mundial vive em maioria próximo à costa, portanto os plásticos acabam tendo grande chance de ser “descartados” em corpos hídricos que desaguam no mar, isto não exime ambientes, aparentemente, distantes como praias distantes de centros urbanos, destacando o crescimento acelerado da

população e o desenvolvimento desordenado de cidades e descarte de materiais ligados ao setor industrial como principais fontes poluidoras.

A maioria dos microplásticos coletados nas praias por esta pesquisa é composta de fragmentos de isopor (51,4%), sendo consequência da fragmentação física (mecânica) e química de partículas maiores (mesoplásticos) de plásticos como o isopor, muito usado por atividades ligadas ao turismo, industrial ou de utensílios comuns no dia a dia das pessoas e descartadas em esgotos, rios e lixões que acabam no mar.

A facilidade do deslocamento do poliestireno (isopor) pelo mar, vento ou descarte destes na praia demonstra que mesmo em ambientes costeiros aparentemente preservados, como a baía da Ilha Grande, há uma concentração destas partículas acusando, assim, um problema maior que deve ser explorado com maior complexidade.

Portanto, sabe-se que as cinco praias estudadas da baía da Ilha Grande são ambientes completamente dinâmicos e de grande fragilidade, já que todos estes ambientes costeiros apresentaram algum tipo de microplástico, principalmente no inverno. A facilidade de flutuabilidade do material abundante (isopor - poliestireno) coletado, a significativa ação das ondas e circulação marinha, além da influência da morfologia costeira, interferem, de forma direta, no comportamento e deposição do (micro) plástico nestas praias, comprometendo a sustentabilidade destes ambientes atualmente e principalmente num futuro próximo.

6 – REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA

- ABIDLI, S.; ANTUNES, J.C.; FERREIRA, J.L. YOUSSEF, L.; SOBRAL, P.; Microplastics in sediments from litoral zone of the north Tunisian coast (mediterranean sea). **Estuarine, costal and shelf Science**, n 205, 2018.
- ALLSON, M; WALTERS, A; SANTILLO, D *et.al.* **Plastic debris in the world's oceans**. [s.2l.]: Greenpeace, 2006. 143p.
- ALONSO, A. L. F. **Avaliação de microplásticos em praias da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. 2014. 62 f. Dissertação. (Mestrado em Química) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, C.; CAIRÓS, C.; LÓPEZ-DARIAS, J.; MAZZETTI, E.; HERNÁNDEZ-BORGES, J. Microplastics debris in beaches of Tenerife (Carary islands, Spain). **Marine Pollution Bulletin**. n 146, 2019.
- ANDRADE, F.C. **Uma abordagem morfodinâmica e caracterização da comunidade da macrofauna das praias abrigadas de Paraty, RJ**. 2012. Dissertação (Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra- DOT). Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2012.
- ANDRADY, A.L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.6 62, p. 1596–1605, 2011.
- ANDRADY A. L.; NEAL M. A. Applications and societal benefits of plastics. **Phil. Trans. R. Soc. B**, v.2 364, p. 1977–1984, 2009.
- ARTHUR, C., BAKER, J., BAMFORD, H. **Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris**. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30. 2009. Silver Spring, MD, U.S.A. Disponível em: <http://marinedebris.noaa.gov/projects/pdfs/Microplastics.pdf> Acesso em: 18 set. 2018.
- BAPTISTA NETO, J.A.; BREHME, I.; GINGELE, F.X *et.al.* Spatial distribution of heavy metals in surficial sediments from Guanabara Bay: Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Geology**, v. 49: 1051-1063, 2006.
- BAPTISTA NETO, J. A.; KERSANACH, M. W; PATCHINEELAM, S. M. (Orgs.) **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 440p.
- BARNES D. K. A.; GALGANI F.; THOMPSON R. C. *et.al.* Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Phil. Trans. R. Soc. B**, 364, 1985–1998, 2009.
- BAZTAN, J. CARRASCO, A. OMER, C. MURIEL, C. JESÚS, G. THIERRY, H; LIONEL, L. BETHANY, J. AQUILINO, M. CHRISTINE, P. JEAN-PAUL, V. Protected

areas in the Atlantic facing the hazards of micro-plastic pollution: First diagnosis of three islands in the Canary Current, **Marine Pollution Bulletin**, 2014.

BOSKER, T.; GUAITA, L.; BEHRENS, P.; Microplastic pollution on Caribbean beaches in the lesser Antilles. **Marine Pollution Bulletin**, n.133, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 344 de 25 de março de 2004**. Brasília, DF: MMA, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama de Conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos do Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**, 3ª ed. Brasília, DF, 2006. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/agua/item/7529>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 3 ed. Brasília, DF, 2006. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/agua/item/7529>

BROWNE, M.A.; DISSANAYAKE, A.; GALLOWAY, T.S. *et.al.* Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environmental Science & Technology** 42, 5026–5031, 2008.

BROWNE M.; GALLOWAY T.; THOMPSON R. Microplastic—an emerging contaminant of potential concern? **Integr Environ Assess Manag**, n. 3, p. 559–561, 2007.

CADORE, S.; MATOSO, E.; SANTOS M.C. A espectrometria atômica e a determinação de elementos metálicos em material polímero. **Química Nova**, São Paulo, v. 3, n.6, p. 1533-1542, 2008.

CARDOSO, A.G.A., BOAVENTURA, G.R. FILHO, E.V.S., BROD, J .A. Metal distribution in sediments from Ribeira Bay, Rio de Janeiro, **Brazil. J. Brazilian chemical**, v.12, n. 6, p. 767-774, 2001.

CARVALHO, D. G. **Poluição por microplásticos em praias e sedimentos de fundo da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil**. 2016. 62 f. Dissertação. (Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra- DOT) - Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Niterói, RJ, 2016.

CARVALHO, D. G., BAPTISTA NETO, J. A. Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. **Ocean & Coastal Management** 128, 10-17, 2016.

DE SOUZA LIMA, R.G., ARAÚJO, F.G., MAIA, M. F., Pinto, A.S.S.B. Evaluation of Heavy Metals in Fish of the Sepetiba and Ilha Grande Bays, Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Research Section A** 89, 171-179, 2002.

DERRAIK, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin**, n.44, p.842–852, 2002.

ERIKSSON, C.; BURTON, H. Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. **Ambio**, v. 32, n. 6, p. 380-384, 2003.

FONTOURA, C.S. **Caracterização da espessura sedimentar no canal central da baía de ilha grande com base em sísmica rasa- 7khz**. 2001, 111f. (Dissertação) Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense , Instituto de geociências, Departamento de Geologia.

GARRISON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

GEYER, R.; JAMBERCK, J.; LAW, K.L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1700782. Disponível em: <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782> Acesso em: 27 set. 2018.

GREGORY, M.R. Plastic ‘scrubbers’ in hand cleansers: a further (and minor) source for marine pollution identified. **Marine Pollution Bulletin** 32, 867–871, 1996.

GREGORY M. R., ANDRADY A. L. Plastics in the marine environment. In: *Plastics and the environment* (ed. Andrady A. L.). New York, NY: Wiley, 2003. p. 379–402.

HOSLER D., BURKETT S. L., TARKANIAN M. J. Prehistoric polymers: rubber processing in ancient mesoamerica. **Science**, n.284, 1999, p.1998–1991.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **O Estado do ambiente. Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro/SEA/INEA, 2010. 156 p.

ISLAM, M. S., TANAKA, M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. **Marine Pollution Bulletin**, n.48, 2004. p.624-649.

IVAR DO SUL, J.A., COSTA, M.F. 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**, v.54, n.8, 2007, p.1087-104.

IVAR DO SUL, J. A., Costa, M. F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental Pollution**, n.185, 2014, p.352-364.

IVAR DO SUL, J.A., SPENGLER, COSTA, M.F. Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). **Marine Pollution Bulletin**, n.58, 2009, p.1229–1244.

LAW, K.L., MORET-FERGUSON, S., MAXIMENKO, N.A., PRUSKUROWSKI, G., PEACOCK, E.E., HAFNER, J., READDY, C.M. Plastic accumulation in the North Atlantic subtropical gyre. **Science**, n.329, 2010, p.1185-1188.

LEE, K.-W., SHIM, W.J., KWON, O.Y., KANG, J.-H. (2013) Size-dependent effects of micro polystyrene particles in the marine copepod *Tigriopus japonicus*. **Environ. Sci. Technol.** n.47, 2013, p.11278-11283.

LEITE, A.S.; SANTOS, L.L.; COSTA, Y.; HATJE, V. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. **Marine Pollution Bulletin**, v.81, 2014, p. 242-247.

MAHIQUES, M.M. **Considerações sobre os sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande, RJ**. São Paulo: Instituto de Oceanografia, USP, 1987.

MANO, E.B. **Introdução à polímeros**. 2 Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

MARTELO, J., KRAAK, MH., PARSONS JR. **Plásticos no ambiente marinho: o lado negro de um presente moderno**. 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22610295>
Acesso dia 07/11/2018.

MARTINEZ, E., MAAMAATUAIAHUTAPU, K., TAILLANDIER, V. Floating marine debris surface drift: convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. **Marine Pollution Bulletin**, n. 58, 2009, p.1347–1355.

MATO, Y., ISOBE, T., TAKADA, H., KANEHIRO, H., OHTAKE, C., KAMINUMA, T. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. **Environmental Science & Technology**, n. 35, 2001, p.318–324.

MOORE, C.J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental Research**, n.108, 2008, p.131–139.

MOORE, C.J., MOORE, S.L., LEECASTER, M.K., WEISBERG, S.B. A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. **Marine Pollution Bulletin**, n.42, 2001, p.1297–1300.

MUEHE, D., 2001. Geomorfologia Costeira. In: Guerra, A.J.T.; Cunha, S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MUEHE D. 2005. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil. Revista de Geografia da UFC, 7:97-110.

MUEHE D., VALENTINI E. **O litoral do estado do Rio de Janeiro: uma caracterização ambiental**. Rio de Janeiro: FEMAR, 1998, 99p.

MUEHE, Dieter. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, Antônio José Teixeira ; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MUEHE, Dieter, LIMA, Cristiano Figueiredo, BARROS, Flavia Moraes Lins de. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Rio de Janeiro: [s.n.]:[s.l.]. p.295-296.

PLASTICS EUROPE. Plastics - the Facts 2013. **An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data**. Plastics Europe: Association of Plastic Manufacturers, Brussels, 2013. p. 40.

PLASTICS EUROPE. Plastics-the facts. **An analysis of European plastic production, demand and waste data**. 2015. Disponível em: <http://www.plasticseurope.org/plastics-industry/market-and-economics.aspx>

PIRC, L; VIDMAR, M; MOZER, U; KRZAN, U. **Emissions of microplastic fibers from microfiber fleece during domestic washing**. 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-016-7703-0>

RIBEIRO, A.P. **Procedimento de fracionamento comparado a modelo de atenuação para avaliação de mobilidade de metais pesados em sedimentos da baía de Sepetiba** – (Tese de Doutorado) Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 2006. 145 p.

RYAN, P.G. Litter survey detects the South Atlantic 'garbage patch'. **Mar. Pollut. Bull.** n.79, 2014, p. 220-224.

RYAN, P.G. Does size and buoyancy affect the long-distance transport of floating debris? **Environ. Res. Lett.** n.10, 2015, p.84019.

RYAN, P.G., MOORE, C.J., VAN FRANEKER, J.A., MOLONEY, C.L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, n. 364, 2009, p.1999–2012.

SANTOS I.R., FRIEDRICH A.C., BARRETTO F.P. Overseas garbage pollution on beaches of northeast Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, n.50, 2005, p.778-786.

SANTOS, I. R., FRIEDRICH, A. C., IVAR DO SUL, J. A. (2008) **Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast brazil**.

SHAH, A. A., HASAN, F., HAMEED, A., & AHMED, S. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. **Biotechnology Advances**, 2008.

SOBRAL, P.; FRIAS, J.; Martins, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. **Revista Ecológica**, Lisboa, v3, 2011, p.12-21.

SUNDT, P., P.-E. SCHULZE AND F. SYVERSEN. **Sources of microplastic pollution to the marine environment**, Mepex for the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet), 2014, p. 86.

SUTHERLAND, W.J., CLOUT, M., CÔTÉ, I.M., DASZAK, P., DEPLEDGE, M.H., FELLMAN, L., FLEISHMAN, E., GARTHWAITE, R., GIBBONS, D.W., DE LURIO, J., IMPEY, A.J., LICKORISH, F., LINDENMAYER, D., MADGWICK, J., MARGERISON, C., MAYNARD, T., PECK, L.S., PRETTY, J., PRIOR, S., REDFORD, K.H., SCHARLEMANN, J.P.W., SPALDING, M., WATKINSON, A.R., A horizon scan of global conservation issues for 2010. **Trends in Ecology & Evolution**, n.25, 2010, p.1–7.

TEUTEN E. L., ROWLAND S. J., GALLOWAY T. S., THOMPSON R. C. (2007) Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. **Environ. Sci. Technol.**, n.41, 2007, p.7759–7764.

THOMPSON, R.C., MOORE, C.J., VOM SAAL, F.S., SWAN, S.H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Science**, v.364, n.1526, 2009, p.2153-2166.

THOMPSON, R.C., OLSEN, Y., MITCHELL, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D., Russell, A.E. Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, n.838, 2004.

VICENTE, M.A.F. **Caracterização da presença e distribuição de microplásticos em praias do litoral leste do estado do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra- DOT). Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, 2016.

VILLENA, H. H. **Caracterização do processo de assoreamento na Enseada da Japuiba – Angra dos reis – RJ** – (Dissertação de Mestrado) Niterói, RJ: LAGEMAR UFF. 1999, 127p.

VILLENA, H. H. 2012. **Caracterização oceanográfica do meio físico da Baía de Parati e Enseada do Pouso – Rio de Janeiro – RJ: Perfilagem sísmica**. Prefeitura Municipal de Parati, 2012. 35p. (Relatório de técnico de prestação de serviço à Prefeitura de Parati).

WRIGHT, S.L., THOMPSON, R.C., GALLOWAY, T.S. **The physical impacts of microplastics on marine**. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749113001140>
Acesso em 22.03.19

