



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AQUÁTICOS TROPICAIS

STEFÂNIA PEREIRA SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DO LIXO MARINHO
FLUTUANTE EM PRAIAS DO LITORAL DA BAHIA**

Ilhéus - BA

Fevereiro de 2017

STEFÂNIA PEREIRA SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DO LIXO MARINHO
FLUTUANTE EM PRAIAS DO LITORAL DA BAHIA**

DISSERTAÇÃO apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz como requisito para o título de mestre em Ecologia.

Área de concentração: Manejo de Recursos Naturais, Diagnósticos e Remediação de Impactos Ambientais.

Orientador: Drº Leonardo Evangelista Moraes.

Ihéus - BA

Fevereiro de 2017

Powered by
WPS Office

S237 Santos, Stefânia Pereira.
Caracterização e dinâmica do lixo marinho flutuante em praias do litoral da Bahia / Stefânia Pereira Santos. – Ilhéus, BA: UESC, 2017.
48 f. : il.

Orientador: Leonardo Evangelista Moraes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.
Inclui referências.

1. Estuários. 2. Impacto ambiental. 3. Poluição marinha. 4. Plásticos. 5. Praias. I. Título.

CDD 551.4609

STEFÂNIA PEREIRA SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DO LIXO MARINHO
FLUTUANTE EM PRAIAS DO LITORAL DA BAHIA**

ILHÉUS - BAHIA, 20 DE FEVEREIRO DE 2017.

Prof. Drº. Leonardo Evangelista Moraes
UFSB
(Orientador)

Prof. Drº Fábio Lameiro Rodrigues
FURG
(Examinador)

Prof. Drª Sylvia Maria M. S. Ribeiro
UESC
(Examinadora)

AGRADECIMENTOS

“Se pude ver mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes...”

(Isaac Newton)

Com esta frase, gostaria de expressar minha gratidão à todos os gigantes que me doaram seus ombros gigantes de amor, dedicação, paciência, companheirismo, admiração, amizade, conhecimento e sabedoria. Aos gigantes que todos os dias me mostram que cada momento, mesmo os mais escuros, são momentos de experiência e aprendizado.

Gratidão ao Deus que habita em mim, ao meu pai (ETERNO EM MINHAS LEMBRANÇAS), à minha mãe (HEROÍNA em todos os milésimos de segundo de sua vida), ao meu companheiro, irmãos, tios, sobrinhos, amigos e mestres, em especial, ao meu mentor Leonardo Moraes. Sinceros agradecimentos pela força e pela confiança depositada.

À Universidade Estadual de Santa Cruz, ao Programa de Pós Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais e à CAPES, agradeço a oportunidade.

Por fim, gostaria de dedicar este trabalho à minha Nitinha que tem sofrido e lutado como uma verdadeira guerreira pela vida.

Epígrafe

“Ah! Se o mundo inteiro me pudesse ouvir, tenho muito pra contar, dizer que aprendi...

Ver na vida algum motivo pra sonhar, ter um sonho todo azul, azul da cor do mar!”

- Tim Maia

CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA DO LIXO MARINHO FLUTUANTE EM PRAIAS DO LITORAL DA BAHIA

RESUMO

Nas últimas décadas o aumento e os impactos da poluição oceânica provocada pelo lixo marinho vêm sendo registrados em mares de todo o mundo. Os resultados obtidos em estudos mundiais indicam que os principais fatores que afetam o acúmulo e a distribuição do lixo marinho, especialmente em regiões costeiras, incluem: localização, tipo, fisiografia, exposição e extensão das praias, e a proximidade de fontes potenciais. A orientação dos ventos dominantes e das correntes marinhas superficiais, eventos naturais e a distância de grandes descargas fluviais também são fatores determinantes. Desta maneira, o presente estudo tem por objetivo caracterizar o lixo marinho flutuante e analisar a sua dinâmica espaço-temporal em praias com distintas fisiografias, ao longo de 38 meses em três localidades do litoral da baiano: 1) Ilha de Itaparica, 2) Santa Cruz Cabrália e 3) Porto Seguro. Em cada localidade foram estudadas três praias com características distintas, sendo diferenciadas entre praias marinhas e estuarinas, e quanto ao seu grau de proteção à ação de ondas. Esta proteção é conferida pela presença de formações recifais. As amostragens mensais foram realizadas no infralitoral utilizando como amostrador uma rede de arrasto manual, tipo "picaré". Os resíduos sólidos antropogênicos foram identificados, quantificados e classificados em 9 categorias. A frequência e o volume do lixo marinho foram registradas como medidas de constância e abundância, respectivamente. Os resultados indicaram o plástico como a categoria mais frequente e abundante nas três localidades estudadas, com média de 90% de ocorrência por praia considerando os termos quantitativos. A constituição dos resíduos identificados sugerem procedência de fontes locais, em função do predomínio de resíduos de origem doméstica e recreativa. A distribuição espacial revelou que o lixo foi mais frequente e abundante em praias protegidas por extensões recifais, quando comparadas às praias expostas e estuarinas. As variações sazonais observadas tendem a indicar que a maior abundância do lixo marinho esteja associada a estação chuvosa e aos meses onde predominam ventos que favorecem o empilhamento de água nas praias (vento do quadrante Sul = inverno).

Palavras-chave: Estuários. Impacto ambiental. Poluição marinha. Plásticos. Praias marinhas.

CHARACTERIZATION AND DYNAMICS OF MARINE LITTER FLOATING ON BEACHES OF THE COAST OF BAHIA

ABSTRACT

In the last decades the increase and the impacts of the oceanic pollution provoked by marine debris have been registered in the seas all over the world. The results obtained in global studies indicate that the main factors that affect the accumulation and distribution of marine debris, especially in coastal regions, include: location, type, physiography, exposure and extension of beaches and proximity to potential sources, as well as environmental factors such as the orientation of prevailing winds and superficial marine currents, natural events and distance from major river discharges. Thus, this study aims to characterize marine debris adrift and to analyze its space-time dynamics in beaches with different physiographies, during 40 months of research, in three locations of Bahia's coast: 1) Ilha de Itaparica, 2) Santa Cruz Cabrália, 3) Porto Seguro. In each of these locations three beaches with distinct physiographic characteristics were studied, being differentiated between marine and estuarine beaches, and their degree of protection to the waves exposure. This protection is conferred by the presence of reef formations. The monthly samplings were carried out in the infralittoral of the chosen beaches using a manual trawl as a tool. The anthropogenic solid wastes were identified, quantified and classified into 9 categories. Frequency and volume of marine debris was recorded as constancy and abundance measures, respectively. The results indicated that plastic represents the most frequent and abundant category of material among three studied locations, with an average of 90% of occurrence per beach considering the quantitative terms. The types of the identified residues suggest they are related to local sources, due to the predominance of domestic and recreational residues. The spatial distribution reveals that the debris is more frequent and abundant in beaches protected by reef extensions when compared to exposed and estuarine beaches. The observed seasonal variations tend to indicate that the greatest abundance of marine debris is associated with the rainy season and the months when winds favor the stacking of water in the beaches (south quadrant wind = Winter).

Keywords: Estuarie. Environmental impacts. Marine pollution. Marine beaches. Plastics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Visão geral do território da Ilha de Itaparica, com destaque para os três sítios de amostragem (Praia da Penha – ao norte; Praia da Ponta da Ilha - ao Sul; Praia de Jiribatura - à Sudoeste)..... 18
- Figura 2 - Visão geral do território de Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, com destaque em verde para os seis pontos de amostragem (Pontos em Santa Cruz Cabrália - ao norte; Pontos em Porto Seguro - ao Sul)..... 20
- Figura 3 - A) Procedimento de coleta do lixo marinho e B) Amostrador contendo fragmentos de lixo marinho e material biológico (peixes + algas).....21
- Figura 4 - Contribuição percentual das principais categorias de resíduos sólidos acumulados durante dois anos em três praias da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil)..... 26
- Figura 5 - Contribuição percentual das principais categorias de resíduos sólidos acumulados durante 14 meses em três praias de Santa Cruz Cabrália (Bahia, Brasil).....26
- Figura 6 - Contribuição percentual das principais categorias de resíduos sólidos acumulados durante 14 meses em três praias de Porto Seguro (Bahia, Brasil).....27
- Figura 7 - Lixo marinho amostrado em três praias da Ilha de Itaparica entre os anos de 2013 e 2015 (Bahia, Brasil).....28
- Figura 8 - Lixo marinho amostrado em seis praias do extremo sul da Bahia entre os anos de 2015 e 2016 (Bahia, Brasil)..... 29
- Figura 9 - A) Variação espacial na frequência de ocorrência e B) Volume (ml) do lixo marinho amostrado ao longo de dois anos, em três praias da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil). Outliers são representados por pontos vazados..... 30
- Figura 10 - A) Variação espacial na frequência de ocorrência e B) Volume (ml) do lixo marinho em seis praias do extremo sul da Bahia (Santa Cruz Cabrália: P01 – Praia do Mutari, P02 – Praia da Enseada, P03 – Praia da Ponta Grande; Porto Seguro: P04 – Praia Estuarina do Estaleiro, P05 – Praia do Apaga Fogo, P06 – Praia de Pitinga). P01 e P06 são praias expostas, P02, P03, P04 e P05 são praias protegidas. Outliers são representados por pontos vazados..... 30
- Figura 11 - A) Variação interanual na frequência de ocorrência e B) volume (ml) do lixo marinho ao longo de dois anos, nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil). Outliers são representados por pontos vazados..... 32

Figura 12 - A) Variação entre períodos na frequência de ocorrência e B) volume (ml) do lixo marinho ao longo de dois anos, nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil). Outliers são representados por pontos vazados.....	33
Figura 13 - A) Interação da variação entre os anos e períodos (seco e chuvoso) na frequência de ocorrência e B) volume (ml) do lixo marinho nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).....	33
Figura 14 - A) Interação da variação entre os locais e períodos (seco e chuvoso) na frequência de ocorrência e B) volume do lixo marinho nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).....	34
Figura 15 - A) Variação entre períodos (seco e chuvoso) nas frequências de ocorrência e B) volume do lixo marinho (ml) nas praias do extremo sul da Bahia (Brasil). Outliers são representados por pontos vazados.....	34
Figura 16 - Padrão de circulação residual lagrangeana (em azul) e euleriana (em vermelho) na área central da BTS ao final de dois ciclos de maré, sem considerar o cisalhamento eólico. O sentido de rotação dos vórtices formados dentro do território da BTS é também indicado. Em destaque a localização da praia da Penha (Adaptada de Lessa et al., 2009).....	38
Figura 17 - Mapa geológico simplificado da zona costeira do nordeste do Brasil, onde são descritas as principais células de circulação atmosférica que atuam sobre a zona costeira. Em detalhe a curva relativa do nível do mar válida para a costa leste. (Adaptado: Dominguez; Bittencourt; Martin, 1992).....	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Contribuição absoluta dos diversos componentes do lixo marinho coletados durante dois anos em três praias estudadas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).....23
- Tabela 2 - Contribuição absoluta dos diversos componentes do lixo marinho coletados durante os 14 meses de estudo, em seis praias do extremo sul do litoral da Bahia (Bahia, Brasil).....25
- Tabela 3 - Análise do GLM baseado na família binomial, ajustado para os dados de frequência do lixo nas praias do extremo sul da Bahia. Os sítios de amostragem e os períodos do ano (seco e chuvoso) foram os fatores utilizados como variáveis explanatórias. Em negrito, valores significativos ($p < 0,10$)..... 31
- Tabela 4 - Análise do GLM baseado na família binomial ajustado para os dados de frequência do lixo em praias marinhas da Ilha de Itaparica. Em negrito, valores significativos ($p < 0,10$).....32
- Tabela 5 - Análise do GLM baseado na família lognormal ajustado para os dados de volume do lixo em praias marinhas da Ilha de Itaparica. Em negrito, valores significativos ($p < 0,10$).32

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
3 METODOLOGIA	16
3.1 Área de Estudo	16
3.2 Procedimento de Campo	20
3.3 Procedimento Laboratorial e Processamento dos Dados.....	21
4 RESULTADOS	23
4.1 Composição e abundância do Lixo Marinho.....	23
4.2 Dinâmica Espacial e Temporal.....	29
5 DISCUSSÃO	35
6 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, em seu artigo 1º, define poluição marinha como a introdução antrópica de quaisquer substâncias e energias no ambiente marinho e costeiro (BRASIL, DECRETO Nº1530, DE 22 DE JUNHO DE 1995). Entre os principais poluentes marinhos já identificados estão os metais pesados, hidrocarbonetos, óleos, pesticidas e o lixo marinho (LAIST, 1987; 1997). A poluição provocada pelo lixo marinho, por sua vez, é descrita pelo descarte ou abandono de resíduos sólidos antrópicos no ambiente marinho, costeiro, ou ainda em rios, mas que também alcançam o mar (COE; ROGERS, 1997; UNEP, 2011). Esses resíduos têm sua origem primária no consumo elevado de materiais persistentes e podem ser subdivididos em categorias como plásticos, vidros, borrachas, metais, isopor e tecidos (TOPÇU et al., 2013). Estima-se que em média 10 milhões de toneladas de resíduos sólidos são descartadas no oceano a cada ano, sendo a maior parte correspondente a plásticos (LAWS, 1993), sendo este, o material tipo de material que mais apresenta interações, na maioria das vezes prejudiciais, com as espécies marinhas (GALL; THOMPSON, 2015).

Basicamente, todo o lixo que chega ao oceano provém de duas fontes principais: as fontes de origem continental, que respondem por 80% do lixo existente nos mares e oceanos, e as fontes de origem oceânica (OLIVEIRA, 2013; SHEAVLY, 2010; SPENGLER; COSTA, 2008). As fontes de origem continental fazem referência a todos os materiais sólidos provenientes de cidades litorâneas e não litorâneas. Neste último caso, as bacias de drenagem continental são determinantes no transporte dos resíduos para estuários e ambientes costeiros (BARNES, 2009). O descarte e abandono de lixo em ruas e praias, o lixo hospitalar e industrial que não recebe o devido tratamento e os materiais relacionados às atividades pesqueiras são alguns dos exemplos de fontes de origem terrestre que contribuem para a acumulação do lixo marinho (OLIVEIRA, 2011; UNEP, 2009).

As fontes de origem oceânica são representadas por navios mercantes, embarcações de lazer, barcos pesqueiros, plataformas oceânicas e estruturas de exploração e produção de petróleo e gás (FRANZ, 2011; IVAR DO SUL, 2005;

MMA, 2011). Embora haja legislação e convenções internacionais específicas que regulamentam o descarte de lixo no mar (e.g., Anexo V da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Por Navios – MARPOL 73/78) estas estruturas de navegação e exploração dos recursos marinhos continuam a ser consideradas fontes potenciais de poluição.

Vidros, sacos, embalagens diversas e de produtos de limpeza, garrafas, tampas, papelões, borrachas e calçados, por exemplo, são resíduos mais propensos a serem descartados no continente, enquanto, peças de madeira, cordas, rede de pesca, flutuadores, bóias, latas de óleo e blocos de poliestireno (isopor) são exemplos de materiais típicos de fontes oceânicas (AHMAD;TARIQ, 2004; DEBROT; THIEL; BRADSHAW, 1999).

O lixo marinho pode também ser caracterizado como sendo de origem local ou global (DEBROT; THIEL; BRADSHAW, 1999). O termo “lixo local” normalmente caracteriza resíduos provenientes do uso doméstico, recreativo ou ainda industrial, oriundo das cidades ou países onde encontram-se acumulados. Já o lixo global é comumente encontrado em áreas costeiras de tráfego marítimo internacional intenso ou onde as correntes oceânicas acumulam naturalmente materiais acarretando no transporte e acumulação de resíduos de diversas nacionalidades (WALKER et al., 1997).

Apesar de terem suas fontes didaticamente bem definidas, o acúmulo e distribuição do lixo marinho ao longo da costa são influenciados por diversos fatores, os quais ainda estão sendo conhecidos e estudados pela ciência. O número de habitantes no território e as próprias características físicas da costa, a exemplo da direção dos ventos dominantes, eventos naturais, correntes marinhas superficiais, fisiogeografia e morfologia de praias, e a distância de fontes potenciais são alguns fatores já registrados que interferem na presença de lixo em áreas costeiras (CORBIN;SINGH, 1987; HOWELL, 2012; RYAN, 2013).

Segundo Laist (1987), o lixo que é liberado no oceano pode se concentrar ao longo das linhas de convergência entre massas de água, no centro dos principais giros oceânicos ou em praias e afloramentos recifais, movimentando-se em função dos ventos e da circulação de correntes marinhas. Nas praias brasileiras, por exemplo, o acúmulo de lixo marinho pode ser resultante da

associação entre as correntes marinhas, os ventos alísios de nordeste e o padrão de circulação superficial do oceano Atlântico Sul, que favorecem o transporte dos resíduos flutuantes jogados no mar pelos navios para as áreas costeiras (RYAN, 2014).

Os eventos naturais, a exemplo das tempestades, também contribuem para o aporte de lixo nos mares e oceanos, especialmente quando afetam as cidades costeiras. Neste caso, os ventos e as descargas pluviais podem carregar materiais de diversos tamanhos e composições para o ambiente marinho (FRANZ, 2011; IVAR DO SUL, 2005; OLIVEIRA, 2011; UNEP, 2009).

Diante destes fatores o lixo marinho pode ser direcionado inclusive para regiões desabitadas (IVAR DO SUL, 2005). Por exemplo, um estudo realizado por Barnes; Walters; Gonçalves (2010) no mar da Antártida relatou a presença de lixo plástico dentre os locais mais remotos do mundo. Em outro exemplo, no litoral norte da Bahia, uma linha de 70 km de praias praticamente desabitadas foram registradas embalagens de mais de 60 países, acumuladas na areia, provenientes do descarte no mar por navios estrangeiros (SANTOS; FRIEDRICH; BARRETO, 2005). Ainda na mesma região, um estudo realizado em 93 km de praias verificou que as amostras de lixo consideradas de fontes não locais representaram 54% do total identificado (IVAR DO SUL, 2005).

Nas últimas décadas, consequências diretas do descarte de resíduos sólidos nos oceanos vêm sendo registradas em todo o mundo. Em regiões costeiras os impactos incluem danos a diversas atividades humanas, como prejuízos a navegação e à atividade pesqueira, degradação de potenciais turísticos, aumento de despesas municipais com limpezas periódicas e dispersão de doenças através da proliferação de vetores (RYAN; MOLONEY, 1990; SANTOS; FRIEDRICH; BARRETO, 2005).

Ademais, cabe destacar os riscos ecológicos para a biodiversidade marinha devido a sua elevada vulnerabilidade (BROWNE et al., 2015; SOUZA, 2009). Em muitos grupos de animais alguns resíduos sólidos como garrafas e outros recipientes acabam provocando o aprisionamento de organismos, ou no caso dos plásticos e isopor, são confundidos com o alimento, levando a obstrução do aparelho digestório (GALL; THOMPSON, 2015; BROWNE et al.,

2015). Metais e vidros são perigosos para os animais por provocar cortes, levando à quadros de infecções (SANTOS; FRIEDRICH; BARRETO, 2005). Redes e linhas de pesca soltas no mar se tornam armadilhas, levando muitos animais à morte por estrangulamento ou dificultando os movimentos de caça, fuga, e no caso de répteis e mamíferos marinhos, impossibilitando a subida à superfície para respirar (BROWNE et al., 2015; LAIST, 1987).

Os plásticos flutuantes, por exemplo, podem proporcionar um ambiente favorável para a fixação de algumas espécies (bioincrustação), e, como consequência, podem facilitar o transporte desses organismos para novos habitats, tornando-os possíveis invasores (LAIST, 1987; BROWNE et al., 2015). Uma vez depositados sobre ambientes recifais, o lixo marinho também dificulta o processo da fotossíntese nos produtores primários, pois sua presença interfere na penetração da luz (LAIST, 1997; SANTOS; FRIEDRICH; BARRETO, 2005).

Estes impactos negativos supracitados tornam o lixo marinho um grave problema de gestão e manejo dos ecossistemas marinhos, especialmente os costeiros, que são distintos devido à sua grande variedade de espécies e ecossistemas, além de serem utilizados por muitos grupos animais como zonas de berçário e alimentação. No entanto, são escassos os estudos que tratam da composição e da dinâmica de distribuição deste lixo para o litoral brasileiro e demais regiões costeiras ao redor do mundo.

O Brasil possui cerca de 8.500 km de costa e assim como em todo o mundo mais de 25% da população do país reside em grandes cidades localizadas no litoral e outros 25% residem a menos de 200 km da costa (DIEGUES, 2001), onde a ocupação de polos industriais, pesqueiros e portuários e o desenvolvimento de atividades turísticas são marcantes para além das ocupações residenciais. Nas demais cidades de menor porte espalhadas pelo litoral, o turismo e a pesca ganham força como atividade econômica de destaque, sendo que outros setores da economia podem ter importância a depender da vocação da região. Estas atividades em regiões costeiras têm gerado um grande processo de degradação ambiental resultado da contínua exploração dos recursos marinhos e continentais e da capacidade limitada desses ecossistemas absorverem os impactos das atividades antrópicas (BARBOSA, 2013)

Diante das consequências decorrentes do lixo marinho e das poucas informações sobre a forma como ele se distribui na costa, é gerada a necessidade de se conhecer os tipos e características do lixo marinho presente no litoral brasileiro, bem como os fatores que regulam a sua distribuição e abundância, considerando que são fatores indispensáveis para o estabelecimento de políticas públicas e ações de manejo dos ecossistemas litorâneos. E neste cenário, o presente estudo se insere a partir da análise do lixo marinho em águas costeiras de praias marinhas e estuarinas do litoral baiano.

2 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o lixo marinho flutuante e analisar a sua dinâmica espaço-temporal em praias do litoral da Bahia.

2.1 Objetivos específicos

- ✓ Descrever a composição e abundância do lixo marinho flutuante em praias marinhas e estuarinas da Bahia.
- ✓ Analisar a dinâmica da distribuição espacial e temporal dos resíduos antropogênicos acumulados em águas costeiras da Bahia.
- ✓ Identificar os fatores que promovem o acúmulo do lixo marinho entre os tipos de praias estudadas, buscando associá-los a possíveis padrões de acumulação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O presente estudo concentra suas pesquisas em três localidades do litoral baiano, região nordeste brasileira, a saber: 1) Ilha de Itaparica; 2) Santa Cruz Cabrália; e 3) Porto Seguro. Em cada localidade, praias com características fisiográficas distintas foram selecionadas, sendo diferenciadas entre praias marinhas e estuarinas, e quanto ao seu grau de proteção à exposição de ondas. Esta proteção é conferida pela presença de formações recifais que atenuam a ação das ondas em praias marinhas, conferindo a este ambiente características de uma área deposicional.

A Ilha de Itaparica localiza-se na entrada da Baía de Todos os Santos (BTS), região central do Estado da Bahia, e é separada do continente pelo Canal de Salvador, ao norte, e pelo Canal de Itaparica, à oeste (Figura 1). A BTS é a segunda maior baía do litoral brasileiro, com área densamente povoada, onde mais de 3 milhões de pessoas dedicam suas atividades à pesca, agricultura, turismo e atividades industriais e portuárias (LESSA et al., 2009).

Caracteriza-se no contexto climatológico por possuir um marcante ciclo sazonal em diversas variáveis meteorológicas, entre as quais, temperatura, precipitação, direção dos ventos e vazão dos rios. As temperaturas mais altas são registradas entre janeiro e março, média de 30° C, e as mais baixas entre julho e setembro, cuja média alcança os 22° C. As menores precipitações ocorrem em janeiro e setembro (<150 mm), e o ciclo chuvoso entre abril e julho (>300 mm). A direção preferencial dos ventos, em linhas gerais, é de nordeste no verão e sudeste no inverno. No entanto, ao entrar no interior da baía o regime de circulação forma um sistema bem particular, em que os ventos sofrem aceleração e chegam a simular um vórtice ciclônico que influencia fortemente a circulação residual e os fluxos de maré. Quanto a vazão de águas fluviais, a baía é formada pela descarga de três grandes bacias (Rios Paraguaçu, Jaguaripe e Subaé) e mais 91 pequenas bacias, que despejam os maiores volumes de água entre abril e maio, associado ao período úmido, e em novembro e dezembro, associado às descargas da barragem da Pedra do Cavalo (LESSA et al., 2009).

Três sítios de amostragem foram selecionados na Ilha de Itaparica: 1 – Jiribatuba, é uma praia estuarina, localizada a sudoeste da Ilha e às margens do Canal de Itaparica. Trata-se de uma praia estuarina clássica, com a predominância de silte e argila compondo o substrato e um bosque de mangue na retaguarda; 2 – Ponta da Ilha, uma praia marinha localizada ao sul da Ilha de Itaparica. Trata-se de uma praia do tipo intermediária, exposta à ação das ondas e com a predominância de areia compondo o substrato; 3 – Praia da Penha é uma praia marinha localizada a nordeste da Ilha. A presença de um cordão recifal ao largo da praia atenua a ação das ondas, o que permite a deposição de sedimentos mais finos e o estabelecimento de ambientes protegidos, a exemplo de bancos de macroalgas (Figura 1).

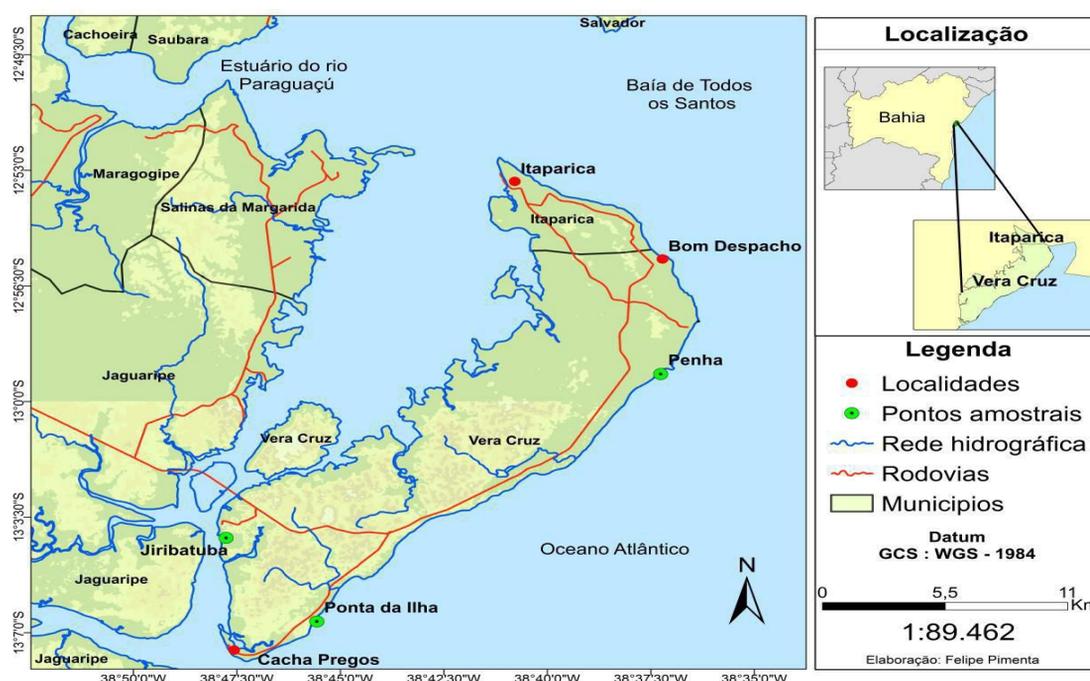


Figura 1. Visão geral do território da Ilha de Itaparica, com destaque em verde para os três sítios de amostragem (Praia da Penha – ao norte; Praia da Ponta da Ilha - ao Sul; Praia de Jiribatuba - à Sudoeste). Fonte: Felipe Pimenta

Os municípios de Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, por sua vez, estão localizados no extremo sul da Bahia. Estas cidades abrigam, respectivamente, uma população de 147.444 e 28.394 habitantes (IBGE, 2016), cuja economia é basicamente sustentada pelo turismo, pesca e silvicultura (SILVA, 2008). A região onde estão inseridos estes dois municípios é meteorologicamente caracterizada por apresentar clima tropical úmido, com temperaturas médias em torno de 27° C no verão, e 22° C no inverno. Nesta porção do estado, os padrões de chuva são similares à região da BTS, com o trimestre mais chuvoso ocorrendo entre março e maio (LEÃO, 2002), e os meses de seca entre agosto e setembro. Nesta região, a presença de pequenos riachos desaguando na costa é marcante, sendo que o Rio Burunhaém é o que possui maior vazão. Os ventos direcionais predominantes ocorrem na direção nordeste durante todo o ano, e durante os meses de outono e inverno mudanças nos padrões de circulação, como a aproximação da frente polar, produzem ventos de sudeste. Nesta região do estado a plataforma continental tende a se alargar, desde o banco Royal Charlotte

até o banco dos Abrolhos, variando entre 50 e 200 km, respectivamente (LEÃO et al., 2003).

Em Santa Cruz Cabrália as praias escolhidas estão localizadas na porção sudeste do município e consistem em: 1 – Praia do Mutari, localizada imediatamente ao norte do Rio Mutari, é uma praia marinha arenosa do tipo reflexiva, com alta energia e movimentação das ondas. 2 – Praia da Enseada, é também uma praia marinha arenosa semi-protegida em função da presença do cordão recifal de Coroa Vermelha, localizado imediatamente ao norte deste sítio de amostragem e que atenua a ação das ondas. 3 – Praia da Ponta Grande, o tipo de praia marinha abrigada por um extenso cordão recifal que a torna protegida da hidrodinâmica das ondas (Figura 2).

Em Porto Seguro as três praias selecionadas para coletas foram: 1 – Praia de Apaga-Fogo, localizada ao Sul do município de Porto Seguro, é o tipo de praia arenosa, protegida por um cordão recifal, similar à Praia da Penha na Ilha de Itaparica; 2 – Praia do Estaleiro, localizada no interior do estuário do Rio Buranhém, apresenta substrato lamoso, típico de ambientes estuarinos; 3 – Praia de Pitinga, localizada à sudeste do distrito de Arraial D’Ajuda, sendo uma praia do tipo reflexiva, exposta à dinâmica de ação das ondas e caracterizada pela presença de falésias resultantes da erosão marítima (Figura 2).

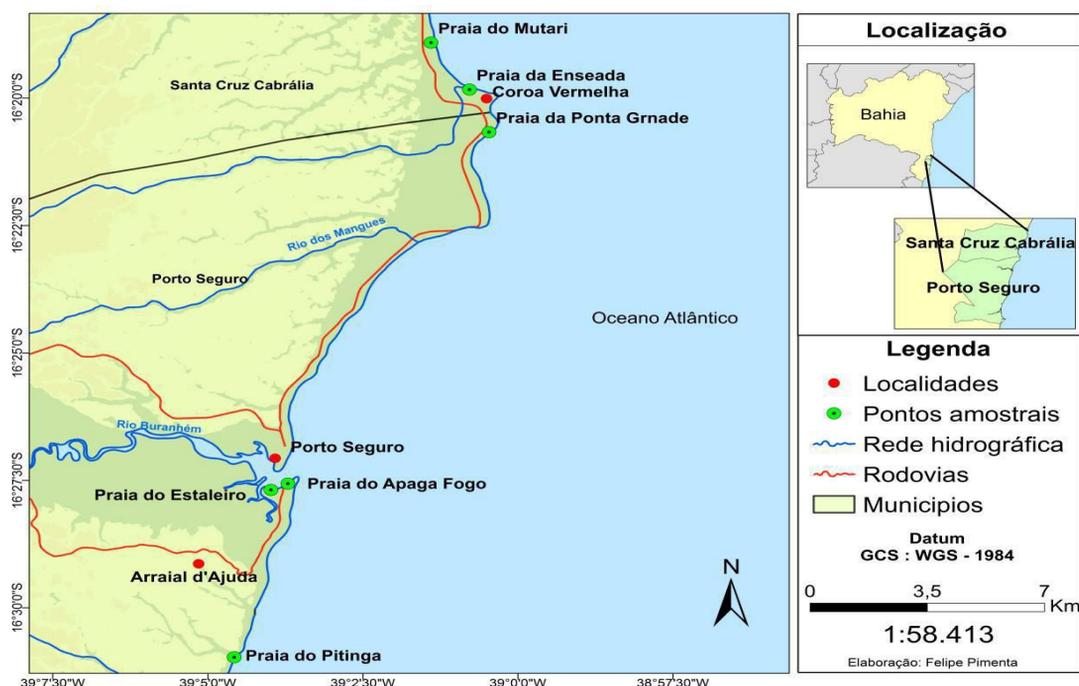


Figura 2: Visão geral do território de Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, com destaque em verde para os seis pontos de amostragem (Pontos em Santa Cruz Cabrália - ao norte; Pontos em Porto Seguro - ao Sul). Fonte: Felipe Pimenta

3.2 Procedimento de campo

Na Ilha de Itaparica as coletas aconteceram durante dois anos, entre agosto de 2013 e julho de 2015, enquanto que em Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, elas foram realizadas entre outubro de 2015 à novembro de 2016.

O amostrador utilizado para a coleta do material foi uma rede de arrasto manual, tipo “picaré”, com 10 m de comprimento, 1,5 m de altura e uma malha de 10 mm nas asas e 5 mm de malha nós opostos no centro. Mensalmente, foram realizados cinco arrastos para cada praia amostrada, em horários diurnos, em marés de sizígia, entre a baixa mar e o início da preamar. Sempre que possível, as amostragens em cada setor do estudo eram realizadas em um mesmo dia. Os arrastos foram padronizados, sendo sempre realizados paralelos à linha de costa, em uma profundidade inferior a 2,0 m. O tempo e a distância percorrida em cada arrasto foram padronizados em 5 min e 100 m (área varrida = 1000m²) (figura 3). Todos os resíduos sólidos retidos na rede foram acondicionados em sacos

plásticos devidamente identificados (por localidade, arrasto e data) e posteriormente encaminhados para processamento em laboratório.

O material investigado refere-se apenas ao lixo presente à deriva no infralitoral das praias. Não foram realizadas amostragens no supra e mesolitoral, pois as praias investigadas são constantemente visitadas por agentes de limpeza das prefeituras locais que recolhem o lixo nessas regiões. Assim, ao considerar apenas o lixo presente no infralitoral, evitamos amostragens viciadas pela atuação dos agentes de limpeza e permitimos a obtenção de amostras padronizadas ao longo de todo o período de estudo, as quais tendem a refletir de forma mais apropriada os padrões naturais de distribuição e abundância do lixo.



Figura 3. A) Procedimento de coleta do lixo marinho. B) Amostrador com fragmentos de lixo marinho e material biológico (peixes + algas).

3.3 PROCEDIMENTO LABORATORIAL E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os itens amostrados foram caracterizados e quantificados em categorias de acordo com o tipo de material e uso, da seguinte maneira: plástico, borracha, madeira, metal, tecido, isopor, vidro e outras categorias (itens que não se encaixam nas categorias anteriores). Em seguida, o lixo foi classificado em subcategorias de acordo com a sua estrutura física, como proposto por Stefatos et al. (1999) (material: copos plásticos, sacolas, embalagens, bexigas, calçados, entre outros).

Para cada item identificado nos arrastos a ocorrência e a abundância foram registradas. Devido às diferenças da matéria prima dos resíduos sólidos

encontrados no litoral, torna-se muito difícil quantificar a abundância deste material. Considerando a predominância de resíduos muito fragmentados, medidas de contagem dos itens coletados não são úteis neste tipo de trabalho. Assim, utilizamos o volume como uma medida padrão de abundância, estimado com auxílio do deslocamento da coluna d'água em provetas. Para cada arrasto, os itens coletados foram agrupados em sub-categorias conforme definição de Stefatos et al. (1999) e, em seguida, os volumes de cada sub-categoria foram estimados. Provetas de diferentes tamanhos foram utilizadas, de modo a capturar os diferentes volumes coletados.

Com o objetivo de avaliar a variação temporal da ocorrência e abundância do lixo, cada ano de estudo foi dividido em dois períodos: período seco (agosto à fevereiro) e período chuvoso (março à julho). Esta estratégia objetiva avaliar as variações no clima durante o ano. Embora as áreas de estudo estejam inseridas em uma região tropical, onde as estações do ano são fracamente definidas, elas são marcadas por mudanças no regime de ventos e chuvas durante o ano, fatores que parecem interferir na distribuição e abundância do lixo nas praias.

As variações espaço-temporais na ocorrência e na abundância do lixo foram analisadas a partir de ajustes de Modelos Lineares Generalizados no software R (R Development Core Team, 2016), onde a ocorrência e abundância do lixo são relacionadas às variáveis explanatórias a partir de pressupostos das distribuições estatísticas adequadas às características dos dados (ZUUR et al., 2009).

A distribuição binomial, adequada para os dados de presença e ausência, e a distribuição lognormal, foram utilizadas para os modelos de ocorrência e abundância, respectivamente. Considerando que os dados gerados para o extremo sul da Bahia (Santa Cruz Cabralia e Porto Seguro) estavam inflacionados com “zeros”, não foi possível ajustar qualquer modelo para a abundância, e a análise da variação espaço-temporal para esta região ficou restrita à ocorrência. Três variáveis explanatórias foram utilizadas para analisar os dados da Ilha de Itaparica: (i) local (dois níveis: Penha e Ponta da Ilha), (ii) ano (dois níveis: ano 1 - agosto de 2013 a julho de 2014, ano 2 - agosto de 2014 a

julho de 2015) e (iii) período (dois níveis: seco e chuvoso). Duas variáveis explanatórias foram utilizadas para analisar os dados das praias do extremo sul do estado: (i) local (seis níveis: Mutari (P01), Ponta Grande (P02), Enseada (P03), Estaleiro (P04), Apaga-fogo (P05) e Pitinga (P06)), (ii) período (dois níveis: seco e chuvoso).

A construção do modelo foi realizada com a metodologia aditiva: a significância dos preditores foi testada independentemente e, subsequentemente, os preditores significantes foram adicionados para determinar a deviência residual, o percentual de explicação de cada preditor e o percentual total da deviência explicada pelo modelo. O modelo final foi ajustado apenas com as variáveis significativas. O nível de significância considerado para todos os testes foi de 10%.

4 RESULTADOS

4.1 Composição e abundância

Os totais de 4141 e 1021 resíduos e fragmentos sólidos foram identificados nos levantamentos realizados na Ilha de Itaparica e no extremo sul da Bahia, respectivamente. Estes resíduos foram classificados em 9 categorias: Plásticos, nylon, borracha, tecido, madeira, metal, vidro, isopor e outras categorias (Tabela 1 e 2).

Tabela 1: Contribuição absoluta dos diversos componentes do lixo marinho coletados durante 24 meses em três praias estudadas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).

Categoria	Uso	Subcategorias	Penha	P.da Ilha	Jiribatuba
	Embalagens de Alimentos	Feijão, arroz, macarrão, chocolate, biscoitos, margarina, goiabada, açúcar, sal, balas, pirulitos, picolé, geladinho	289	209	3
Plásticos	Embalagens e recipientes de bebidas	Garrafas, copos, canudos, rótulos de cerveja, água e refrigerantes, tampas, embalagens de leite, chás, iogurtes, energéticos	743	1058	7
	Embalagens de Cosméticos, Higiene e Uso Pessoal	Shampoo, protetor solar, absorventes, embalagens de papel higiênico, lenços umedecidos, fraldas, leite de rosas, brinco, prendedor de cabelo, armação de óculos	62	23	0

Tabela 1: Contribuição absoluta dos diversos componentes do lixo marinho coletados durante 24 meses em três praias estudadas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).

Categoria	Uso	Subcategorias	Penha	P.da Ilha	Jiribatuba
	Embalagens de Limpeza	Embalagens de sabão em pó, água sanitária	2	1	0
	Utensílios de Saúde	Seringas, embalagens de comprimidos, preservativos, ependorf	8	7	0
Plásticos	Utensílios Domésticos	Mangueiras, lacres, tampa de botijão de gás, telha	1	3	0
	Embalagens em Geral	Sacolas, sacos	89	215	0
	Não Identificados	Não indentificáveis	786	467	7
Nylon	Pesca/doméstico	Cordas, redes ou fios de nylon	50	43	0
Borracha	Festivos/pessoal	Balões de festa, chinelos	10	18	0
Madeira	Madeira modificada	Fósforo, palito, picolé, lápis	3	1	0
Metal	Bebidas	Latas, tampas, lâminas, imã	2	2	1
Isopor	Pesca	Placas e bolas de Isopor	9	2	0
Tecido	Tecido	Etiquetas, cordas, pedaços de tecidos, boné	1	12	0
Vidro	Bebidas	Garrafa	1	0	0
Outros	Utensílios	Barbantes, esponja, espumas	4	2	0
TOTAL			2060	2063	18

Tabela 2: Contribuição absoluta dos diversos componentes do lixo marinho coletados durante 14 meses de estudo em seis praias do extremo sul do litoral da Bahia (Brasil).

Categoria	Uso	Subcategorias	S. Cruz Cabrália			Porto Seguro		
			Mutari	Enseada	Ponta Grande	Estaleiro	Apaga Fogo	Pitinga
Plásticos	Embalagens de alimentos	Feijão, arroz, chocolate, biscoitos, margarina, açúcar, balas, pirulitos, picolé, geladinho	7	38	34	3	5	4
	Embalagens e recipientes de bebidas	Garrafas, copos, canudos, rótulos, água e refrigerantes, tampas, iogurtes, energéticos	14	124	59	6	13	7
	Embalagens de Cosméticos, Higiene e Uso Pessoal	Protetor solar, absorventes, anel, prendedor de cabelo, armação de óculos	1	5	4	0	1	0
	Embalagens em Geral	Sacolas, sacos, fios de saco de areia	4	49	184	7	8	3
	Não Identificados	Não indentificáveis	24	183	76	5	21	6
Nylon	Pesca/doméstico	Cordas, redes ou fios						
Madeira	Madeira modificada	Fósforo, palito picolé	3	2	0	0	0	0
Metal	Bebidas	Latas, tampas, lâminas, fios elétricos	3	0	3		1	1
Isopor	Pesca	Placas e bolas de Isopor	0	0	0	0	1	1
Tecido	Tecido	Camisas, etiquetas, cordas, pedaços de tecidos						
Vidro	Bebidas	Lâmpada e caco de garrafa	0	1	1	0	0	0
Outras categorias	Utensílios	Borracha, esponja, espumas, canos, lacres, película para celular, rolo de pintura, papel	2	1	4	2	2	0
TOTAL			84	453	379	24	58	23

O plástico foi a categoria dominante em todas as praias estudadas e os anos estudados, representando 97% do total de resíduos amostrados, uma média de 94% por praia para a Ilha de Itaparica, e cerca de 90% do total de resíduos amostrados, uma frequência média de 88% por praia, para o sul da Bahia. As demais categorias (nylon, borracha, tecido, madeira, metal, vidro e isopor) constituíram percentagens muito pequenas da composição total (Ilha de Itaparica = 3%; extremo sul da Bahia = 9,7%), sendo que nylon e borracha foram as categorias que mais tiveram destaque na Ilha de Itaparica após o plástico (Figura 4), e o segundo destaque no extremo sul da Bahia foi o nylon, seguido por tecidos e metais (Figura 5 e 6).

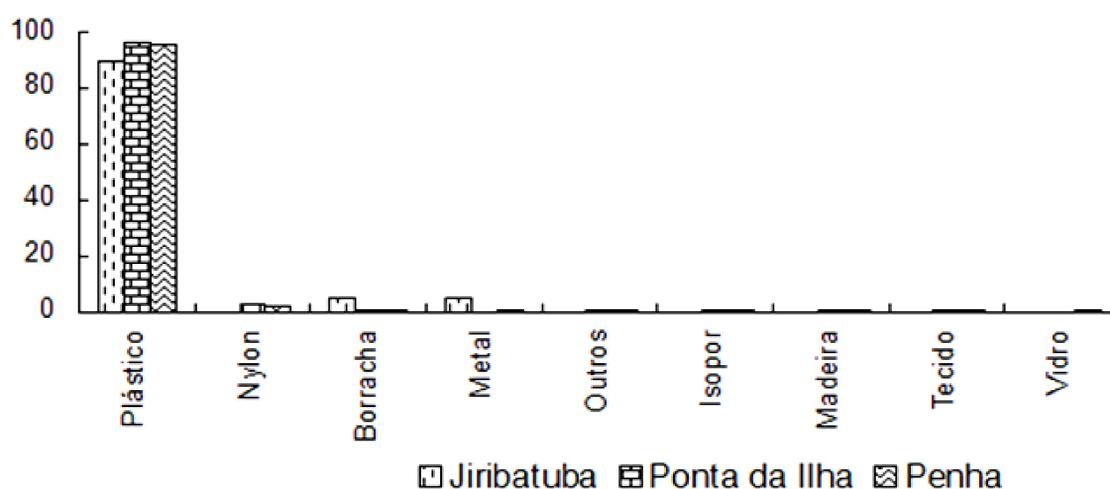


Figura 4. Contribuição percentual (%) das principais categorias de resíduos sólidos amostrados durante 24 meses em três praias da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).

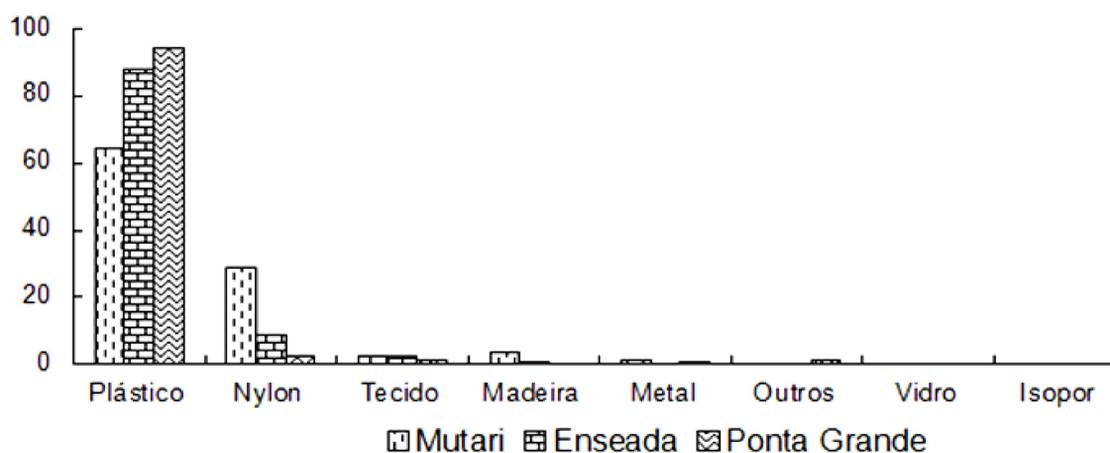


Figura 5. Contribuição percentual das principais categorias de resíduos sólidos acumulados durante 14 meses em três praias de Santa Cruz Cabrália (Bahia, Brasil).



Figura 6. Contribuição percentual das principais categorias de resíduos sólidos acumulados durante 14 meses em três praias de Porto Seguro (Bahia, Brasil).

Na Ilha de Itaparica, as subcategorias identificadas dentro de cada categoria foram comuns entre as praias, com exceção de Jiribatuba, cuja presença do lixo foi considerada ocasional, contando com apenas 18 itens amostrados durante os 2 anos de pesquisas, dentre os quais 16 eram plásticos, classificados como embalagens de bebidas ou materiais não passíveis de identificação (Tabela 1). Para as outras duas localidades amostradas, a composição do lixo também foi muito similar, constituído, principalmente, por embalagens de bebidas, alimentos e cosméticos, copos e pratos descartáveis, tampas, sacos de compras, e produtos de higiene pessoal, além de muitos fragmentos de plásticos não passíveis de identificação. Dentro das demais categorias, materiais como fios e cordas de nylon, balões de festa e pedaços de tecidos atingiram proporções ligeiramente representativas (cerca de 2%) (Tabela 1; Figura 7).



Figura 7: Lixo marinho coletado em três praias da Ilha de Itaparica entre os anos de 2013 e 2015 (Bahia, Brasil).

No extremo sul da Bahia, as subcategorias mais frequentes também foram comuns entre as 6 praias. Dentre os plásticos, os copos, pratos e talheres descartáveis, algumas embalagens de alimentos, como, doces, biscoitos e picolés, itens plásticos não identificados, sacolas de compras e fragmentos de sacos de areia foram frequentes entre os pontos estudados. Nas demais categorias foram amostrados fios e cordas de nylon, camisas e pedaços de tecido, tampas e latas de metal, lâmpada e cacos de vidro, rótulos de papel e bolas de isopor (Tabela 2; Figura 8).

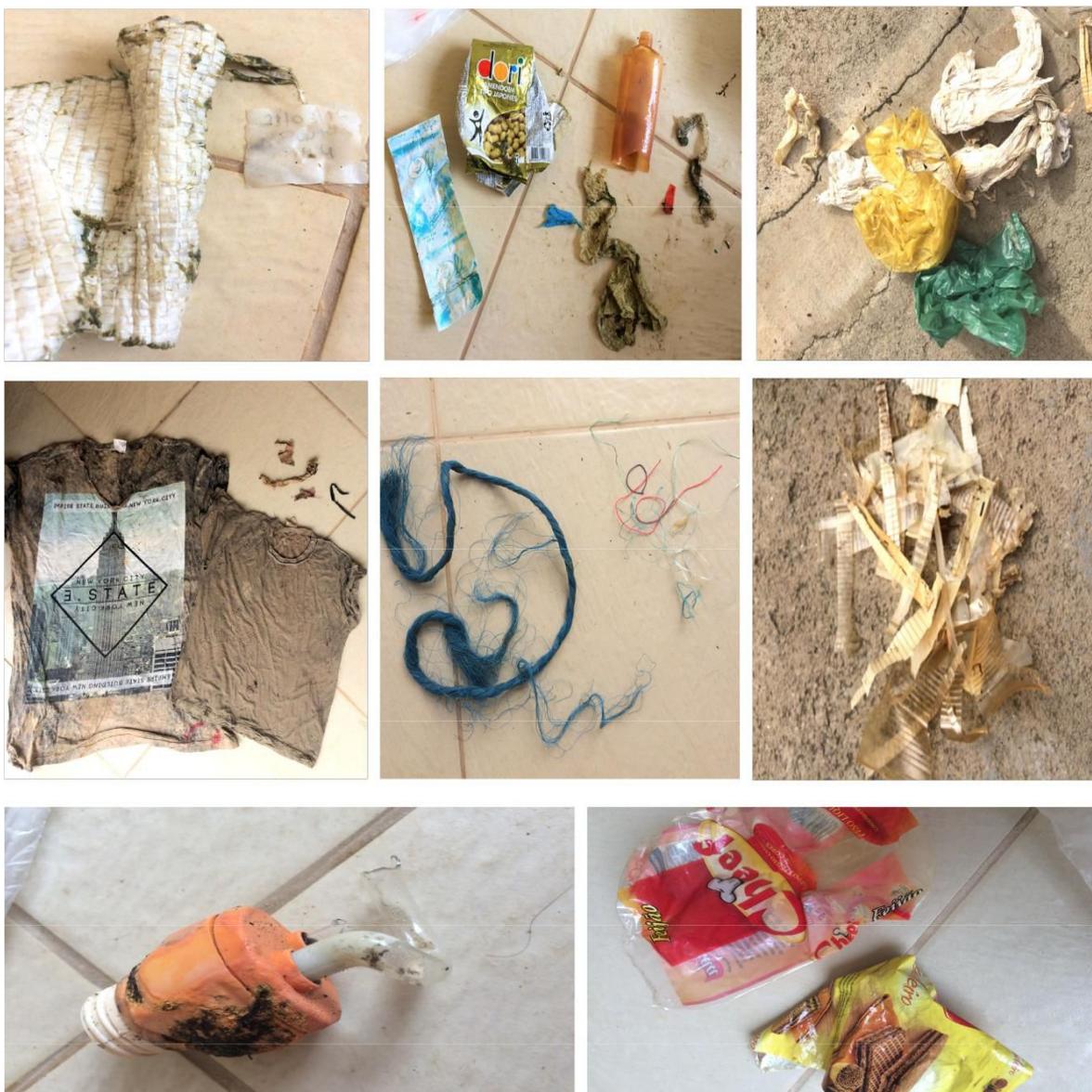


Figura 8: Lixo marinho coletado em seis praias do extremo sul da Bahia entre os anos de 2015 e 2016 (Bahia, Brasil).

4.2 Dinâmica espacial e temporal

Na Ilha de Itaparica, a ocorrência e a abundância do lixo marinho foram consideradas significativamente maiores nas praias marinhas do que na praia estuarina de Jiribatuba, onde a presença do lixo foi considerada ocasional (Figura 9). Em relação às duas praias marinhas, a ocorrência e abundância do lixo foram relativamente maiores na praia protegida (Penha) em comparação à praia exposta (Ponta da Ilha) (Figura 9), mas essas diferenças não se revelaram significativas ($p > 0,10$).

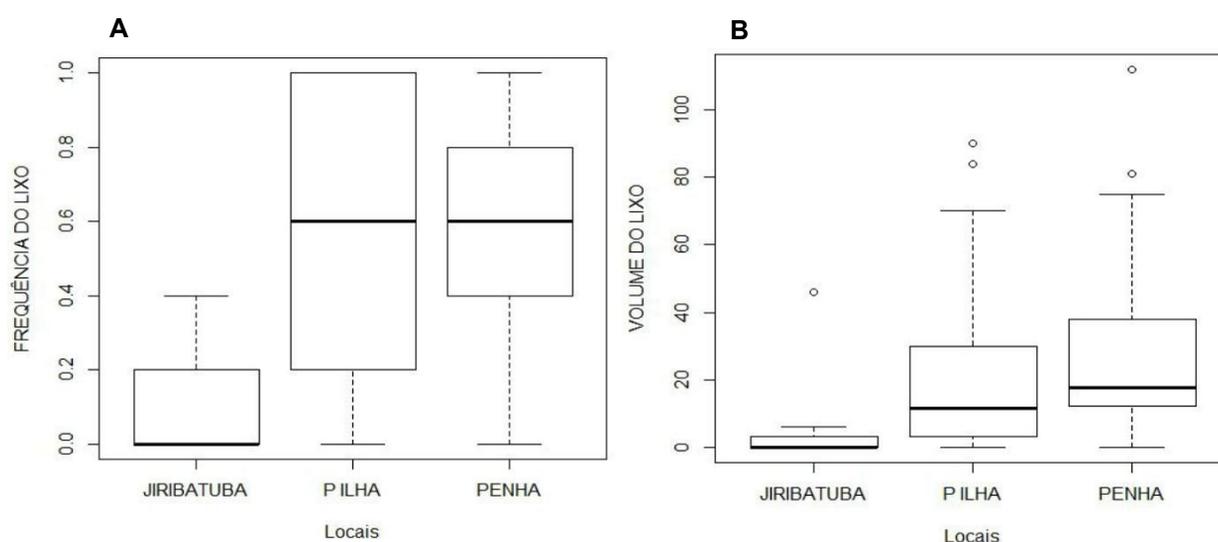


Figura 9. A) Variação espacial na frequência de ocorrência e B) Volume (ml) do lixo marinho amostrado ao longo de dois anos, em três praias da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil). Outliers são representados por pontos vazados

No extremo sul da Bahia, a variação espacial do lixo também foi marcante. Nas praias protegidas, a ocorrência e abundância do lixo foram maiores quando comparadas ao registrado nas praias expostas (Figura 10). Dentre todos os locais analisados nesta região, a Praia da Enseada (P02) e Praia da Ponta Grande (P03) têm destaque por apresentarem maior ocorrência e abundância do lixo marinho, quando comparada às demais praias (Figura 10; Tabela 3).

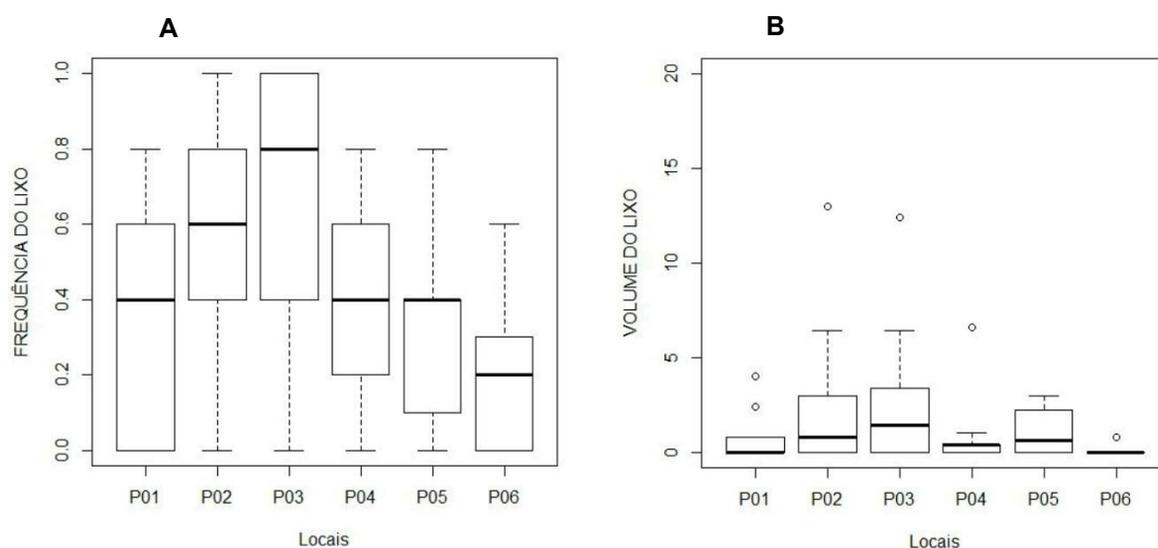


Figura 10. A) Variação espacial na frequência de ocorrência e B) Volume (ml) do lixo marinho em seis praias do extremo sul da Bahia (Santa Cruz Cabrália: P01 – Praia do Mutari, P02 – Praia da Enseada, P03 – Praia da Ponta Grande; Porto Seguro: P04 – Praia Estuarina do Estaleiro, P05 – Praia do Apaga Fogo, P06 – Praia de Pitinga). P01 e P06 são praias expostas, P02, P03, P04 e P05 são praias protegidas. Outliers são representados por pontos vazados

Tabela 3: Análise do GLM baseado na família binomial ajustado para os dados de frequência do lixo nas praias do Extremo Sul da Bahia. Os sítios de amostragem e os períodos do ano (seco e chuvoso) foram os fatores utilizados como variáveis explanatórias. Em negrito, valores significativos ($p < 0,10$).

Fontes de Variação	Estimativa	Erro-padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	-0,3456	0,3101	-1,115	0,265011
LOCALP02	0,8343	0,3637	2,294	0,021785
LOCALP03	1,2874	0,3711	3,469	0,000523
LOCALP04	0,3611	0,3811	0,947	0,343417
LOCALP05	-0,2058	0,3982	-0,517	0,605356
LOCALP06	-0,7057	0,4290	-1,645	0,100014
Período Seco	-0,4794	0,2463	-1,947	0,051587

Variações temporais significativas foram observadas, tanto para a ocorrência, quanto para a abundância do lixo nas duas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Tabelas 4 e 5), sendo que o lixo parece ser mais abundante e frequente no Ano 01 (Figura 11) e no período chuvoso (Figura 12). No entanto, observa-se uma interação significativa entre os dois fatores temporais analisados: ano e período (seco e chuvoso) (Tabelas 4 e 5; Figura 13).

Ao contrário do Ano 01 que tem uma marcada variação no lixo entre os períodos chuvoso e seco, o Ano 02 é mais estável com poucas diferenças registradas entre os dois períodos, tanto na ocorrência, quanto na abundância do lixo (Figura 13). Esta variabilidade do Ano 01 parece estar fortemente condicionada à praia exposta (Ponta da Ilha), onde há o registro de diferenças entre os períodos seco e chuvoso, ao contrário da praia protegida (Penha), onde a abundância e frequência do lixo marinho são constantemente altas ao longo de todos os anos e períodos (Figura 14).

Tabela 4. Análise do GLM baseado na família binomial ajustado para os dados de frequência do lixo em praias marinhas da Ilha de Itaparica. Em negrito, valores significativos ($p < 0,10$) (Bahia, Brasil).

Fontes de Variação	Estimativa	Erro-padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	2,179e-16	0,239	0.000	1.0000
Ano	0,1719	0,3387	0,507	0,61187
Período	2,442	0,5734	4,259	0,000205
Ano*Período	-2,73	0,6838	-3.471	0,000519

Tabela 5. Análise do GLM baseado na família lognormal ajustado para os dados de volume do lixo em praias marinhas da Ilha de Itaparica. Em negrito, valores significativos ($p < 0,10$) (Bahia, Brasil).

Fontes de Variação	Estimativa	Erro-padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	1,9807	0,3279	6,040	0,0000002
Ano	0,9848	0,4637	2,124	0,03937
Período	1,6547	0,5080	3,257	0,00217
Ano*Período	-2,0728	0,7184	-2,885	0,00604

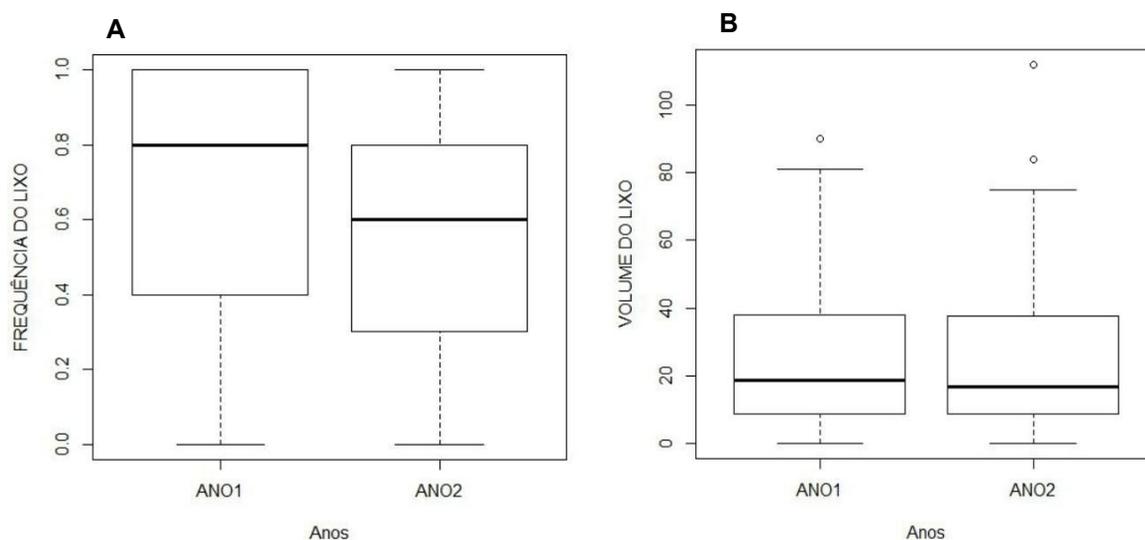


Figura 11. A) Variação interanual nas frequências de ocorrência. B) Volume do lixo marinho (ml) ao longo de dois anos de pesquisa em duas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil). Outliers são representados por pontos vazados.

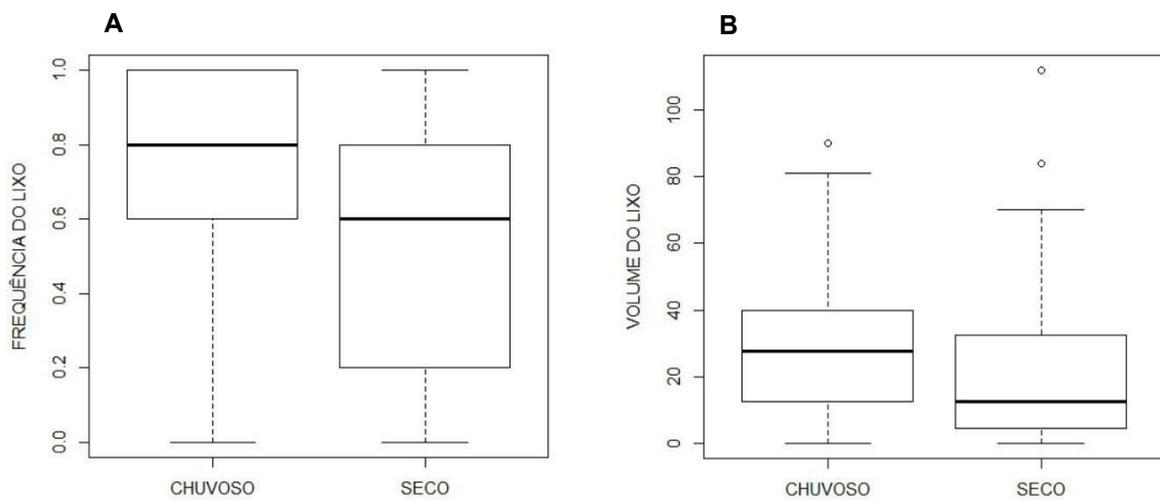


Figura 12. A) Variação entre períodos na frequência de ocorrência e B) volume (ml) do lixo marinho ao longo de dois anos, nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil). Outliers são representados por pontos vazados.

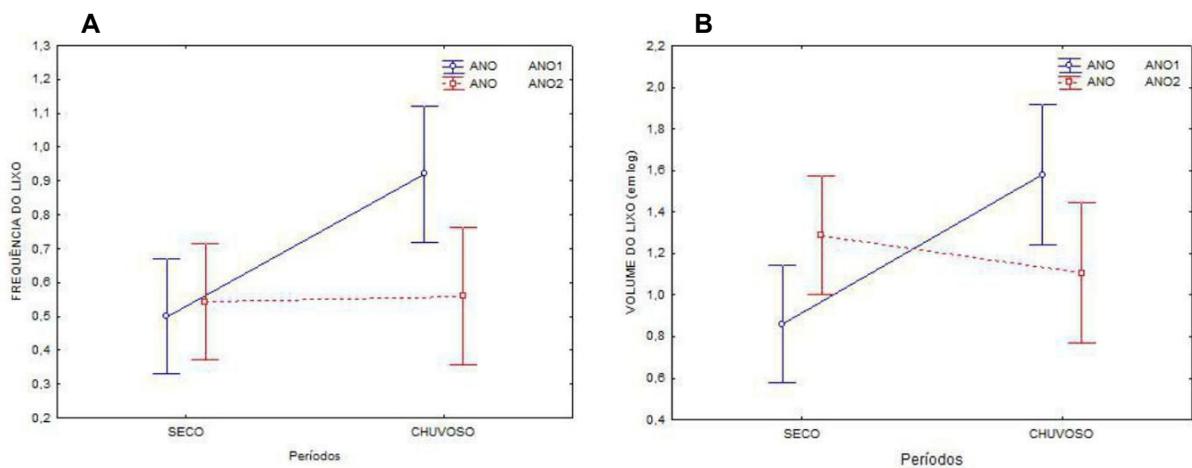


Figura 13. A) Interação da variação entre os anos e períodos (seco e chuvoso) na frequência de ocorrência e B) volume (ml) do lixo marinho nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).

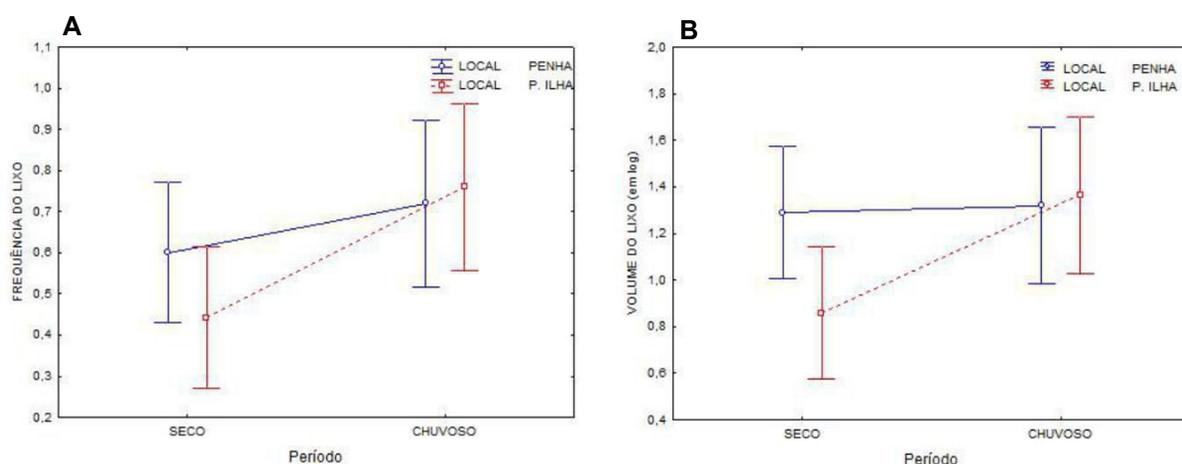


Figura 14. A) Interação da variação entre os locais e períodos (seco e chuvoso) na frequência de ocorrência e B) volume do lixo marinho nas praias marinhas da Ilha de Itaparica (Bahia, Brasil).

Para o extremo sul da Bahia, não foi possível avançar nas análises da variação temporal do lixo marinho, especialmente devido ao conjunto de dados envolver apenas um ano de amostragens. No entanto, a análises realizadas sugerem que a ocorrência do lixo é maior no período chuvoso quando comparado ao seco, similar ao padrão observado para a lha de Itaparica (Figura 15; Tabela 3).

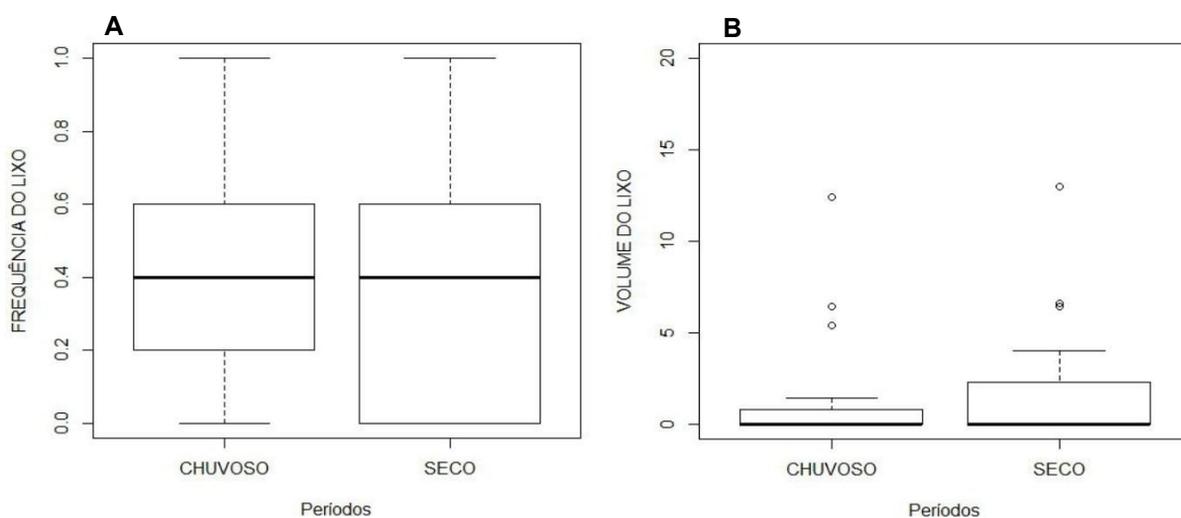


Figura 15. A) Variação entre períodos (seco e chuvoso) nas frequências de ocorrência e B) volume do lixo marinho (ml) nas praias do extremo sul da Bahia (Brasil). Outliers são representados por pontos vazados.

5 DISCUSSÃO

Os resultados correspondentes ao período de dois anos para a Ilha de Itaparica e de 14 meses para Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, demonstram a dominância do lixo plástico sobre as demais categorias de lixo identificadas, refletindo uma tendência mundial, que nas últimas décadas avalia o percentual de plásticos em mares de todo o mundo e suas consequências no ambiente marinho, como, por exemplo, em trabalho realizado por Gall; Thompson (2015).

Ryan et al. (2014) realizaram uma pesquisa no Oceano Atlântico Sul, e assim como neste estudo, verificaram que altas percentagens dos itens encontrados foram categorizados como plásticos (97%). Em outros levantamentos como, Madzena; Lasiak (1997), Nakashima et al. (2011), Ribic; Sheavly; Klavitter (2012) e Thiel et al. (2003), realizados em praias da África do Sul, Chile, Japão e Estados Unidos, respectivamente, verificaram que os percentuais de lixo plástico identificados são superiores a 80% de toda a composição do lixo amostrado, revelando a dominância do plástico em ecossistemas marinhos de todo o mundo.

A dominância dos plásticos entre os detritos marinhos pode ser explicada pelo aumento da sua utilização, desde a década de 50, quando seus benefícios (custo, durabilidade, persistência e probabilidade de descarte) foram divulgados (DERRAIK, 2002). Além disso, o fato de terem capacidade de flutuação, dispersão elevada e maior resistência ao intemperismo aumentam as possibilidades de serem encontrados até mesmo nos mares mais isolados do mundo (CARVALHO-SOUZA; TINÔCO, 2011; DERRAIK, 2002; YE; ANDRADY, 1991).

A frequência e abundância de itens como, embalagens de alimentos, bebidas e cosméticos, copos, pratos e talheres descartáveis, canudos, sacolas de compras, além de pequenas percentagens de fios e redes de nylon, e materiais de tecido, borracha e metal, comuns entre os setores de praias deste estudo, podem ser comparadas aos resíduos relatados por Koutsodendris et al. (2008) no Mar Mediterrâneo e Topçu et al. (2013) no Mar Negro. Para Derraik (2002) e Koutsodendris et al. (2008), estes e outros tipos de lixo relatados (Tabela 1 e 2),

estão relacionados, especialmente, com fontes de origem terrestre, provenientes, em parte de atividades domésticas locais, e no caso deste estudo, muito característica também de atividades recreativas, que são constantes ao longo do ano em todas as três localidades estudadas, demonstrando um lixo marinho tipicamente proveniente de fontes locais.

Considerando tratar-se de materiais inanimados, a presença e abundância do lixo marinho em ambientes costeiros dependem essencialmente de três fatores: 1) disponibilidade do lixo no mar, 2) capacidade de retenção do lixo marinho na área, 3) hidrodinâmica costeira favorável à deriva destes materiais em direção à costa.

Nos ambientes costeiros a movimentação dos detritos é resultante principalmente da ação dos ventos, marés, das descargas fluviais do continente e da interação entre esses fatores, o relevo e a morfologia do ambiente (RYAN, 2013). A circulação condiciona não só o transporte e o padrão de distribuição de sedimentos, como também de organismos, poluentes e outros materiais (ARAÚJO; COSTA, 2003).

Desta maneira, a variabilidade espacial do lixo marinho observada no presente estudo era esperada. Considerando que em escalas locais as praias estão submetidas às mesmas fontes de lixo marinho, é possível concluir que a variabilidade espacial observada está condicionada pelas características fisiográficas das praias analisadas e pela hidrodinâmica local.

Entre as observações sobre a Ilha de Itaparica, por exemplo, a praia de Jiribatuba onde o lixo foi significativamente menos abundante e menos frequente, está localizada no lado sudoeste da Ilha de Itaparica, nas margens do canal de Itaparica, onde as praias são abrigadas e predominam as características de habitats estuarinos (por exemplo, presença de manguezais e substrato lamoso). Esta localização a mantém mais isolada e menos suscetível às correntes costeiras que favorecem o aporte de lixo flutuante nas praias.

Embora Jiribatuba seja uma área de retenção, comum de uma região estuarina, o Canal de Itaparica que drena a praia de Jiribatuba tem uma baixa contribuição para os fluxos de enchente e vazante da BTS, o qual ocorre

predominantemente pelo canal de Salvador localizado ao norte da Ilha de Itaparica (CIRANO; LESSA, 2007). Assim, acredita-se que a quantidade de lixo que flui pelo canal de Itaparica seja suficientemente baixa, em comparação ao canal de Salvador, por onde tende a fluir a maior parte do lixo gerado na capital Salvador e região metropolitana.

Adicionalmente, acredita-se que o denso bosque de manguezal e o seu emaranhado de raízes e galhos tem a capacidade de aprisionar o lixo marinho, especialmente materiais plásticos durante os fluxos de maré. Assim, uma vez retido na vegetação do manguezal, o lixo marinho se torna indisponível para as praias.

Por outro lado, a alta frequência do lixo marinho na Praia da Penha durante todo o período do estudo pode ser correlacionada à existência de recifes de corais que contribuem de maneira eficaz na retenção do lixo que se acumula, funcionando com uma barreira física de filtragem dos resíduos que chegam ao local.

Uma comparação importante deve ser feita utilizando os resultados encontrados para os municípios de Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro onde foi possível verificar que as praias que possuem estrutura protegida por recifes (Enseada, Ponta Grande, e Apaga Fogo) também apresentam frequências significativas e maior número de resíduos em termos quantitativos quando comparadas às praias estuarina e de sistemas abertos. Em outros locais do mundo, grandes quantidades de lixo marinho também foram relatadas em praias protegidas por costões. Kuo; Huang (2014), por exemplo, estudaram seis praias, com três tipos de topografias (praias de costões rochosos, praias arenosas e portos de pesca), em Taiwan, e concluíram que praias rochosas apresentaram densidades de lixo significativamente superiores aos relatados para praias arenosas e portos de pesca, devido à retenção do lixo entre as pedras.

Além da proteção física fornecida pelo cordão recifal na praia da Penha, cabe adicionar a ocorrência de estudos de modelagem oceânica e circulação residual realizados na BTS indicando a formação de vórtices no interior do território da Baía que resultam no direcionamento do transporte de sedimentos e

a acumulação de resíduos para a região da Penha, como mostra a Figura 15 (LESSA et al., 2009).

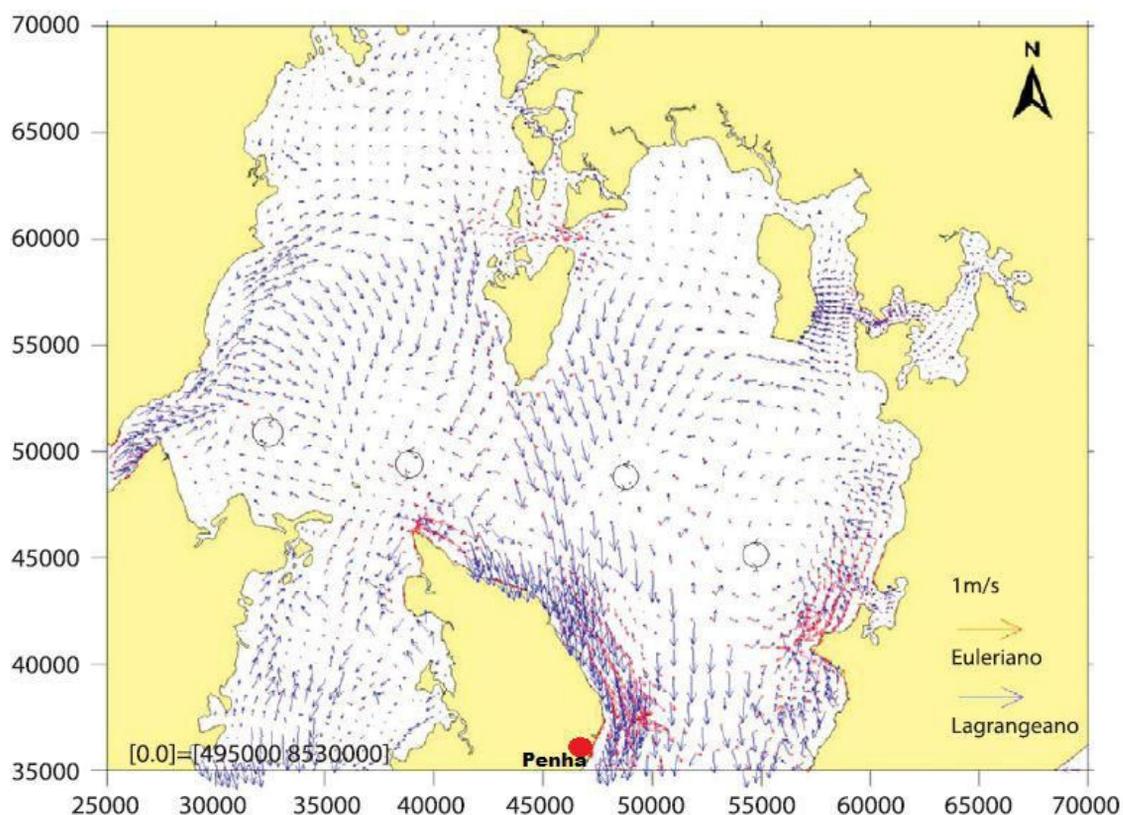


Figura 16: Padrão de circulação residual lagrangeana (em azul) e euleriana (em vermelho) na área central da BTS ao final de dois ciclos de maré, sem considerar o cisalhamento eólico. O sentido de rotação dos vórtices formados dentro do território da BTS é também indicado. Em destaque a localização da praia da Penha (Adaptada de Lessa et al., 2009).

Nos sítios de amostragem marinhos e mais expostos às ações das ondas a tendência é de que haja uma retenção menor do lixo marinho uma vez que estas praias apresentam alto hidrodinamismo e não há estruturas físicas para reter este lixo. Desta maneira, como observado especialmente na Ponta da Ilha em Itaparica, esses locais necessitam de mudanças nos padrões de circulação marinha que favoreçam a residência deste lixo na costa.

O mesmo padrão de distribuição espacial deste estudo foi observado por Ahmad; Tariq (2004), durante pesquisas realizadas em praias da Jordânia. Eles concluíram que praias expostas a altas energias de ondas apresentam baixa taxa de acumulação do lixo marinho uma vez que os resíduos, especialmente os mais leves, tendem a seguir a direção dos ventos e correntes predominantes, enquanto que em praias protegidas por estruturas recifais ocorrem maior aporte e

diversidade de lixo, visto que o recife funciona como um filtro dos resíduos que são transportados para essa praia pela direção da corrente. Estas observações reforçam as predições de padrões para distribuição do lixo marinho, que neste estudo, se concentra preferencialmente em praias marinhas protegidas por estruturas recifais.

Os resultados deste estudo também demonstram que houve variação da distribuição sazonal do lixo marinho, em especial, nas duas praias principais da Ilha de Itaparica. Estas variações ocorrem essencialmente entre a estação seca e chuvosa. Foi observado que entre setembro e dezembro, há uma forte tendência de queda dos níveis de abundância e frequência dos resíduos acumulados, com valores inferiores às médias anuais e significativamente menores aos números observados para os meses de abril à julho. Essa distribuição sazonal do lixo marinho, em especial nas praias marinhas que não possuem estruturas físicas de retenção, coincide com os padrões de mudanças sazonais previstas para o litoral do estado ao decorrer do ano.

Desta maneira, praias expostas, como a Ponta da Ilha em Itaparica, e Mutari e Pitinga, em S. Cruz Cabrália e Porto Seguro, respectivamente, necessitam de mudanças nos padrões de circulação de ventos e correntes marinhas que forcem o transporte dos resíduos presentes para a costa. Isso acontece essencialmente durante estações chuvosas nos meses de inverno.

O litoral baiano está sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), área de convergência dos ventos alísios dos hemisférios norte e sul escoando no sentido oeste (TESSLER; GOYA, 2005). Nesta zona as massa de ar se movem para o equador durante o verão e para o sul durante o inverno. Como resultado, durante o verão ocorrem ventos de nordeste e de leste ao longo da costa brasileira e durante o inverno dominam ventos do sudeste, que são reforçados pelo avanço das massas de ar polar antártico (ventos de sul-sudeste) atenuando os ventos do sudeste que são gerados no anticiclone de alta pressão (Dominguez; Bittencourt; Martin, 1992) (Figura 17).

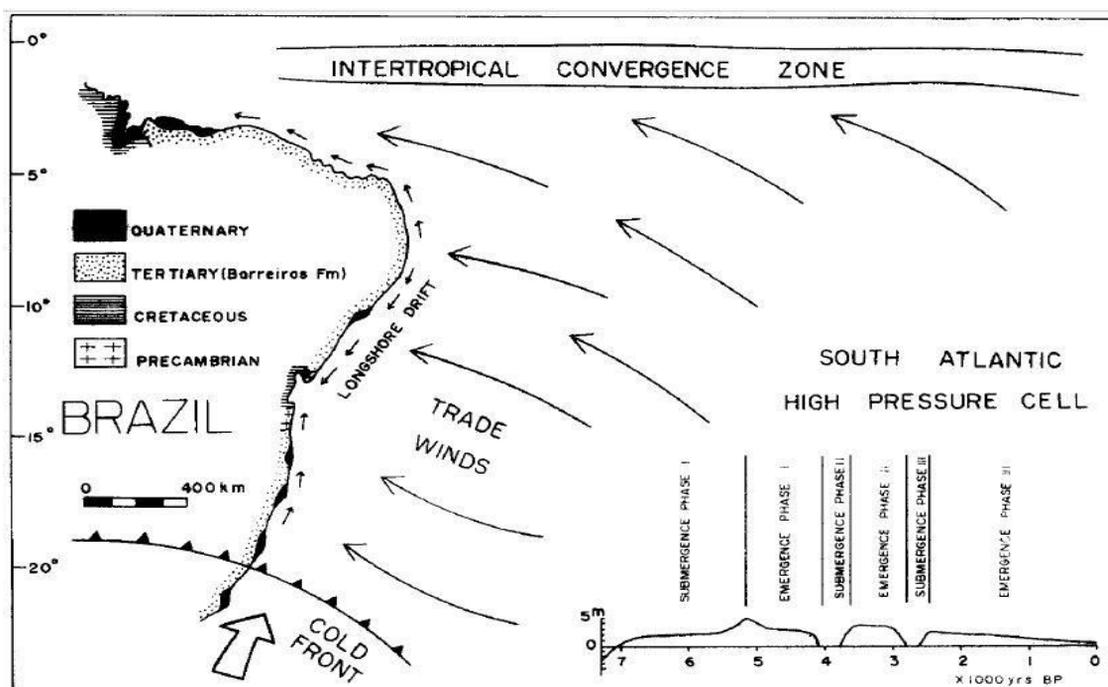


Figura 17. Mapa geológico simplificado da zona costeira do nordeste do Brasil, onde são descritas as principais células de circulação atmosférica que atuam sobre a zona costeira. Em detalhe a curva relativa do nível do mar válida para a costa leste. (Adaptado: Dominguez; Bittencourt; Martin, 1992).

Lessa et al. (2009) confirmam esse padrão para a BTS, ao afirmarem que a variação sazonal na plataforma continental interna adjacente à BTS é caracterizada pela presença de ventos de leste durante a estação seca, os quais atuam gerando correntes para sudeste, enquanto que na estação chuvosa predominam os ventos do quadrante sul, os quais forçam a mudança no padrão de circulação da água para o nordeste. Este sistema de ventos associado a processos físicos (por exemplo, efeito de Coriolis, transporte de Ekman) tendem a forçar correntes que empilham massas de água na costa leste da Ilha de Itaparica e, portanto, favorecem o aporte de lixo e outros resíduos, a exemplo de macroalgas de deriva, nas praias durante os meses mais chuvosos e de inverno.

A distribuição sazonal do lixo marinho referente essencialmente aos dados da Ilha de Itaparica são resultantes, portanto, dos seguintes fatores: Entre janeiro e julho, há a ligação entre o crescimento do turismo e consequentemente aumento da produção do lixo recreativo, durante as férias de verão, e o carnaval; e o início do período chuvoso na BTS, entre abril e julho (CIRANO; LESSA, 2007; LESSA et al., 2009). A união desses fatores acrescem os despejos, aumentam o transporte dos resíduos flutuantes e propiciam o aporte de lixo marinho nas

praias durante o período entre janeiro e julho (IVAR DO SUL, 2005, ROSEVELT, 2013). Entre agosto e dezembro, a menor taxa de acumulação, pode ser relacionada ao inverso do que acontece entre janeiro e julho. Nesse período do ano, a frequência turística é relativamente menor e não há influência das variações climáticas da estação chuvosa. Neste período do ano predominam ventos de nordeste e leste impulsionando às correntes a seguirem em direção ao sul.

Diversos trabalhos relacionados à distribuição do lixo marinho ao redor do mundo relatam o aumento do aporte de resíduos durante a intensificação das atividades turísticas e a chegada do inverno devido à mudanças nos padrões de ventos e aumento de tempestades e forçantes climáticas. Por exemplo, em estudo realizado na África do Sul, por Madzena; Lasiak (1997) foi observado que o aumento na densidade do lixo coincide com meses de eventos festivos, como a páscoa, e os meses de inverno, entre abril e julho, devido às mudanças climáticas.

Pichel (2007) e Rosevelt (2013) também relataram o aumento da concentração de lixo durante o inverno, e Morishige et al. (2007), que além de observar aumento das densidades durante a estação fria e chuvosa, também observou a ocorrência de diferenças entre os anos de El Niño e La Niña, confirmando as mudanças geradas nos padrões de acumulação do lixo a partir de eventos climáticos.

Para os setores estudados no sul do Estado os padrões de variações sazonais associados a circulação de ventos e a mudanças climáticas também são confirmados em diversos estudos, como em Bittencourt et al. (2005). No entanto, os resultados das pesquisas nesta região não confirmam mudanças sazonais significativas nos padrões de acumulação do lixo marinho, como observado na Ilha de Itaparica. Isto pode ser reflexo de dois fatores importantes: baixa disponibilidade de lixo no mar e aspectos geográficos da costa.

Os territórios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália apresentam baixa densidade populacional e atividades econômicas de pequeno porte se comparadas ao que ocorre na Ilha de Itaparica. Desta maneira, podemos supor

que a abundância do lixo marinho na Ilha de Itaparica seja atribuída às suas fontes; elevada população costeira, navegação extensiva e atividades industriais; que cercam o seu território refletindo um nível de urbanização altamente superior ao que ocorre no território das cidades do extremo sul. Kuotsodendris et al (2008) por exemplo, estudando a composição e densidade do lixo marinho em praias da Grécia atribuiu diferenças entre as densidades do lixo marinho e seus setores de estudo ao elevado nível de urbanização e intensa circulação de embarcações nas proximidades dos pontos estudados. Assim, as baixas densidades de lixo, nos setores do extremo sul da Bahia, ao longo de todo o ano podem ser reflexo da baixa disponibilidade do lixo que não é suficiente para alterar significativamente seus padrões sazonais de acumulação.

Além disso, a localização da Ilha de Itaparica favorece o aporte de lixo proveniente não somente do seu território, mas também das cidades e distritos do entorno, tendo em vista sua localização central na BTS. O litoral das praias do extremo sul, no entanto, apresenta uma região costeira aberta e caracterizada por baixa energia de ondas (BITTENCOURT et al., 2000) o que não facilita a retenção do lixo disponível no mar e seu redirecionamento para a costa. Segundo Jayasiri; Purushothaman; Venilla (2013) que estudaram diferentes estruturas de praia na Índia, o acúmulo do plástico e outros resíduos está associado à estrutura fechada ou semi-fechada das praias estudadas, o que favorece a retenção e o tempo de residência dos materiais.

Adicionalmente, cabe destacar que a extensão da plataforma continental à cerca de 200 km, associado a presença do banco recifal dos Abrolhos, localizado imediatamente ao sul das duas cidades, proporciona certa proteção e inibe que as ondas fortes de sul e sudeste alcancem a costa e alterem os padrões de circulação costeira nas regiões próximas durante o período frio e chuvoso (BITTENCOURT et al., 2000).

Por fim, os resultados obtidos a partir de mais de três anos e meio de trabalho sugerem a necessidade da instituição de medidas e políticas públicas específicas para a problemática do lixo marinho, especialmente nas fontes costeiras ou terrestres que contribuem de maneira substancial para o despejo e

aporte de lixo no mar. Cabe ressaltar a importância dessas medidas devido aos diversos impactos que o mal gerenciamento sobre o descarte de resíduos sólidos e o acúmulo de lixo no litoral e no mar provocam sobre as populações humanas e a biodiversidade marinha.

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que os plásticos descrevem mais de 85% dos resíduos sólidos presentes entre as nove praias amostradas em três localidades distintas do litoral baiano. Os tipos de lixo marinho identificados caracterizam materiais de origens locais, provenientes, provavelmente de atividades domésticas e turísticas.

Foi também possível identificar a formação de modelos que sugerem dinâmicas de distribuição do lixo marinho. Entre os fatores identificados que afetam a distribuição do lixo disponível nas praias pesquisadas estão os tipos e fisiografia das praias, proteção e extensão de exposição, suas localizações e proximidade à fontes potencias, além de também incluir fatores ambientais entre os quais; direção dos ventos, ondas de superfície e correntes.

A distribuição espacial regional mostra maior volume e taxa de acumulação do lixo na Ilha de Itaparica, contrastando com o volume acumulado para S. Cruz Cabrália e Porto Seguro. Este resultado está relacionado com os níveis de urbanização da região metropolitana de Salvador que funciona como fonte potencial de lixo marinho, além da própria geografia da BTS que favorece a retenção dos resíduos, uma vez que apresenta um sistema de circulação fechado característico de uma baía.

A distribuição espacial local indica que as praias protegidas por extensões recifais apresentam frequências e abundâncias mais constantes durante todo o ano quando comparadas às demais fisiografias pesquisadas. Esse resultado sugere que a presença dos recifes funciona como uma barreira física de retenção do lixo.

Secundariamente, as praias consideradas expostas à dinâmica de ondas tendem a reter menos lixo especialmente durante os períodos mais secos do ano.

Este resultado indica que praias expostas necessitam de forçantes antrópicas, físicas e ambientais que reforcem o transporte e a arribação do lixo presente no mar para a costa.

Os sistemas estuarinos estudados tendem a demonstrar baixa retenção de resíduos sólidos antropogênicos, como resultado da baixa contribuição de pequenos canais fluviais com pouca vazão de água, localização geográfica, e estruturas ambientais que podem funcionar na retenção deste lixo antes mesmo que ele alcance a área de estudo.

Por fim, foi possível observar que durante os meses mais frios e chuvosos ocorre aumento nos padrões de ocorrência e volume do lixo marinho especialmente nas praias marinhas expostas, em consequência das mudanças nos padrões de circulação dos ventos, das correntes marinhas, e dos processos físicos associados.

REFERÊNCIAS

- AHMAD H. ABU-HILAL, TARIQ AI - NAJJAR. Litter pollution on the Jordanian shores of the Gulf of Aqaba (Red Sea); **Marine Environmental Research**, v. 58, p. 39 – 63, 2004.
- ARAÚJO, M. C. B; COSTA; M. F. B. Lixo no Ambiente Marinho. **Revista Ciência Hoje**, vol. 32, p. 191, 2003.
- BARBOSA, H. S. **Classificação do Lixo Marinho Presente em Áreas de Reprodução de Tartarugas Marinhas em Praias do Litoral da Paraíba, Brasil**. 2013. Monografia (Curso de Bacharelado e Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB) - Campina Grande, 2013.
- BARNES, D. K. A. et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of The Royal Society**, p. 364, 2009.
- BARNES, D. K; WALTERS, A. GONÇALVES, L. Macroplastics at sea around Antarctica. **Marine Environmental Research**, v. 70, p. 250-252, 2010.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. **Academia Brasileira de Ciências**, 2000.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Longshore transport on the northeastern Brazilian coast and implications to the location of large scale accumulative and erosive zones: An overview. **Marine Geology**, v. 219, p. 219-234, 2005.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 1.530 de 22 de junho de 1995. Declara a entrada em vigor Da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar: **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 22 de junho de 1995**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1995/D1530.htm> Acesso em Dezembro de 2016.
- BROWNE M. A. et al. Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts. **The Royal Society**, 2015.
- CARVALHO-SOUZA, G.F., TINÔCO, M.S. Avaliação do Lixo Marinho em Costões Rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, p. 135-143, 2011.
- CIRANO, M.; LESSA, G. C. **Oceanographic Characteristics of Baía de Todos Os Santos, Brazil**; Revista Brasileira de Geofísica, 2007.
- CORBIN, C. J.; SING, J. G. Marine Debris contamination of beaches in St Lucia and Dominica. **Marine Pollution Bulletin**, v. 26, p. 323-328, 1987.

COE, D.; ROGERS, B., Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions. **New York: Springer-Verlag**, p. 99-139, 1997.

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

DEBROT, A. O.; THIEL, A. B.; BRADSHAW, J. E. Beach debris in Curacao; **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, p. 795–801, 1999.

DIEGUES, A. C. **Ecologia Humana e Planejamento Costeiro**. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras: USP. 225p. 2001.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A.C.S.P; MARTIN, L. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. **Sedimentary Geology**, v. 80, p. 213-232, 1992.

FRANZ, B. **O Lixo Flutuante em Regiões Metropolitanas Costeiras no Âmbito das Políticas Públicas: o Caso da Cidade do Rio de Janeiro**; Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GALL, S.C.; THOMPSON, R.C. The impact of debris on marine life; **Marine Pollution Bulletin**, v. 92 p. 170–179, 2015.

HOWELL, E.A. et al. On North Pacific circulation and associated marine debris concentration; **Marine Pollution Bulletin** v. 65, p. 16–22, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016 : Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=292530>> acesso em dezembro de 2016

IVAR DO SUL, J. A. **Lixo Marinho na Área de Desova de Tartarugas Marinhas do Litoral Norte da Bahia: conseqüências para o meio ambiente e moradores locais**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande, 2005.

JAYASIRI, H.B.; PURUSHOTHAMAN, C.S.; VENILLA, A. Quantitative analysis of plastic debris on recreational beaches in Mumbai, India. **Marine Pollution Bulletin**, v. 77, p. 107-112, 2013.

KOUTSODENDRIS, A. et al. Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 77, p. 501 e 512, 2008.

KUO, F.; HUANG, H-W. Strategy for mitigation of marine debris: Analysis of sources and composition of marine debris in northern Taiwan. **Marine Pollution Bulletin**, v. 83, p. 70–78, 2014.

LAIST, D.W. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin** v. 18, p. 319-326, 1987.

LAIST, D.W. Impacts of Marine debris: Entanglement of marine life in Marine Debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: J.M. 1997

LAWS, E. A. Aquatic pollution – An introductory text. Second Edition. A wiley intercience series of texts and monographs. **Intercience Publication**. J.W. Jons, Inc. p. 611, 1993.

LEÃO, Z.M.A.N. Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, 2002. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>, 2002> Acesso em dezembro de 2016.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; TESTA, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortés, J. (Org) **Latin American Coral Reefs**, Elsevier, p. 9-52, 2003.

LESSA, Guilherme. Camargo, et al. Oceanografia Física. In: Hatje V.; Andrade, J. B. (Orgs) *Baía de Todos os Santos*. Salvador: EDUFBA, 2009.

MADZENA, A.; LASIAK, T. Spatial and Temporal Variations in Beach Litter on the Transkei Coast of South Africa. **Marine Pollution Bulletin**, v. 34, N. 11, p. 900-907, 1997.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE “**Lixo Marinho**” **Contribuições para IV Conferência Nacional de Meio Ambiente, Subsídios para o Texto Base Gerência Costeira** - Departamento de Zoneamento Territorial/ Gerência Costeira, 2011.

MORISHIGE, C. et al. Factors affecting marine debris deposition at French Frigate Shoals, Northwestern Hawaiian Islands Marine National Monument, 1990–2006. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 1162–1169, 2007.

NAKASHIMA, E.; et al. Using aerial photography and in situ measurements to estimate the quantity of macrolitter on beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 762–769, 2011.

OLIVEIRA, A.L, **Lixo Marinho na Legislação Federal Brasileira**. 3º FORUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, Porto Alegre-RS, 13 a 15 de junho de 2011.

OLIVEIRA, A.L. **Análise de Política Pública sobre Lixo Marinho em Diferentes Níveis Governamentais**; Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo; São Paulo, 2013.

PICHEL, W.G. et al. Marine debris collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p.1207–1211, 2007.

RELATÓRIO MARPOL 73/78 – Anexo V Regras para a Prevenção da Poluição por Lixo dos Navios Vide Diretrizes para o desenvolvimento de planos de gerenciamento do lixo adotadas pelo Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho da Organização pela resolução MEPC.71(38); vide MEPC/Circ.317 e publicação IMO IA656E.

RIBIC, C.A.; SHEAVLY; S.B., KLAVITTER, J. Baseline for beached marine debris on Sand Island, Midway Atoll. **Marine Pollution Bulletin**, v.64, p.1726–1729, 2012.

ROSEVELT, C.; Los Huertes, M.; Garza, C.; Nevins, H.M. Marine debris in central California: Quantifying type and abundance of beach litter in Monterey Bay, CA. **Marine Pollution Bulletin** xx; 2013.

RYAN, P. G.; MOLONEY, C. L. Plastic and other artefacts on South African beaches: temporal trends in abundance and composition, **South African Journal of Science**, v. 86, p.450-452, 1990.

RYAN, P. G. A simple technique for counting marine debris at sea reveals steep litter gradients between the Straits of Malaca and the Bay of Bengal; **Marine Pollution Bulletin**; v. 69, p. 128-136, 2013.

RYAN, P. G. Litter survey detects the South Atlantic ‘garbage patch. **Marine Pollution Bulletin**, v. 79, p. 220-224, 2014.

SANTOS, I. R; FRIEDRICH, A. C.;BARRETO, F.P. Overseas garbage pollution on beaches of northeast Brazil; **Marine Pollution Bulletin** v. 50, p. 778–786, 2005.

SHEAVLY, S.B. National marine debris monitoring program-lessons learned. US, Environmental Protection Agency, Oceans and Coastal Protection Division. **Marine Pollution Control Brandh**, 2010.

SILVA, P. O. **DIAGNÓSTICO DA SAÚDE AMBIENTAL DOS ECOSISTEMAS RECIFAIS DE ABROLHOS E PORTO SEGURO, BA, COM ÊNFASE EM FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS E INDICADORES GEOQUÍMICOS**. 2008. TESE (Doutorado em Geociências) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

SOUZA, G. F. C. **Poluição Marinha em ambientes recifais na Baía de Todos os Santos: composição, síndromes ecológicas e aspectos conservacionistas**; Tese de Monografia, Universidade Católica de Salvador – BA, 2009.

SPENGLER, A., COSTA, M. F. Methods applied in studies of benthic marine debris. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 226-230, 2008.

STEFATOS, A.; et al. Marine Debris on the Seafloor of the Mediterranean Sea: Examples from Two Enclosed Gulfs in Western Greece. **Marine Pollution Bulletin**, v. 36, No. 5, p. 389-393, 1999.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. **Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro**; Revista do Departamento de Geografia, v. 17, p. 11-23, 2005.

THIEL, M.; et al. Floating marine debris in coastal waters of the SE Pacific (Chile). **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 224–231, 2003.

TOPÇU, E. N. et al. Origin and abundance of marine litter along Sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast; **Marine Environmental Research** v. 85, p. 21-28, 2013.

UNEP, 2009. **Marine litter: a global challenge**. Nairobi: UNEP, 232 P.

UNEP, 2011. Year Book 2011: **Emerging issues in our global environment**, Nairobi: United Nations Environment Programme, Published; p. 33, 2011.

WALKER, T. R. et al. Marine Debris Surveys at Bird Island, South Georgia 1990-1995. **Marine Pollution Bulletin**, v. 34, p. 61- 65, 1997.

YE, S., ANDRADY, A.L. Fouling of floating plastic debris under Biscayne Bay exposure conditions. **Marine Pollution Bulletin**, v. 22, p. 608-661, 1991.

ZUUR, A. F. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. **New York: Springer**. p.574, 2009.