



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRFIA**

THIAGO DE SOUZA BRITO

**A contribuição dos fragmentos plásticos na composição
do lixo marinho nas praias de Salvador – BA**

**SALVADOR
2014**

THIAGO DE SOUZA BRITO

**A contribuição dos fragmentos plásticos na composição
do lixo marinho nas praias de Salvador – BA**

Monografia apresentada ao curso de Oceanografia do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de graduação em Oceanografia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Iracema Reimão

Co-orientador: Prof. MS. Gerson Fernandino

SALVADOR
2014

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus por ter me dado forças para superar todas as dificuldades.
- À minha família tão amada, em especial os meus pais, Jurandir Cleto e Maria Lucia, minha Tia Mary, minha esposa Richelle e minha filha Laila pelo carinho e apoio incondicional em todos os momentos, não medindo esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.
- À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Iracema Reimão Silva pela confiança depositada em mim e por toda a paciência;
- Ao meu amigo e Co-orientador Prof. Ms. Gerson Fernandino e a sua esposa Carla Elliff por todos os conselhos, incentivos e ensinamentos, adquiridos ao longo desta jornada.
- Aos membros da banca, Prof. Dr. Ronaldo Montenegro Barbosa e a Ms. Jacqueline Lopes Souza pela gentileza em atender minhas solicitações.
- Aos representantes do Laboratório do Plasma pela disponibilização do espaço, que foi de grande importância para a realização desse trabalho.
- As minhas amigas: Cibele Rodrigues, Ana Paula, Luana Santos e Jessyca Beatriz por me aturarem e estarem presentes ao longo desses anos me proporcionando momentos que jamais serão esquecidos.
- Aos amigos-irmãos Thiago Requião, José Manuel e Jadson Araújo pelo companheirismo e pela certeza de que posso contar com vocês a qualquer momento.
- Aos amigos do GEEMC: Prof^o. Dr. Francisco Kelmo, Priscilla, Erika, Tonho, Pedro, Thais, Luana, Rebeca, Thiago, Dio e Caio pelo acolhimento e compreensão nessa reta final.
- Em especial às minhas amigas Bele e Prí pela motivação, paciência e por terem abdicado das suas tardes de descanso para me ajudar.

RESUMO

O lixo marinho é definido como todo resíduo sólido que de alguma forma foi introduzido no ambiente marinho, de origem exclusivamente antrópica, podendo ser oriunda de fontes terrígenas (drenagens urbanas e usuários de praia) ou fontes marinhas (embarcações e plataformas). Estudos constataram que o plástico é a categoria de maior frequência, em termos de quantidade e composição, das amostras de lixo marinho, representando mais de 80%. Vale ressaltar que a resistência à degradação acaba por aumentar o tempo de residência desse material no ambiente marinho, colocando-o como um dos principais poluentes. Porém, apesar da sua resistência, o plástico vem sofrendo degradação devido à exposição prolongada no ambiente marinho, favorecendo assim a sua fragmentação. Por este motivo, este trabalho teve como objetivo avaliar a contribuição do fragmento plástico como um importante componente do lixo marinho nas praias de Salvador. O estudo foi dividido em dois períodos: seco (verão) e chuvoso (inverno), realizado em 24 pontos, sendo 22 praias situadas na orla oceânica e os outros 2 pontos, localizados na parte interna da BTS. O inverno apresentou um número maior de itens coletados em comparação ao verão. Como era esperado, o plástico foi o item de maior representação numérica, nas duas campanhas, corroborando assim com os dados de trabalhos anteriores. Dentre os 25 tipos de itens plásticos identificados, os fragmentos ganham destaque, sendo maioria em todos os pontos nas duas estações. A análise estatística constatou a inexistência de diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso para a abundância de plástico. Porém, com relação aos fragmentos plásticos, essa diferença mostrou-se expressiva, tendo o inverno como o período de maior concentração de fragmentos, devido provavelmente a sua capacidade de transporte por parte dos altos índices pluviométricos. As informações aqui obtidas revelam a necessidade da elaboração de um plano de manejo que busque a redução do descarte inadequado desse poluente no ambiente marinho.

Palavras-chaves: Gerenciamento Costeiro; fragmentos plásticos; poluição marinha.

ABSTRACT

Marine debris is defined as any solid residue that was somehow introduced into the marine environment exclusively anthropogenic, can be derived from terrigenous sources (urban drainage and beach users) or marine sources (vessels and platforms). Studies have found that plastic is the category most often in terms of quantity and composition of marine litter samples, representing more than 80%. Note that resistance to degradation ultimately increases the residence time of the material in the marine environment, placing it as one of the main pollutants. But despite their resistance, the plastic has suffered degradation due to prolonged exposure to the marine environment, thus allowing their fragmentation. Therefore, this study aimed to evaluate the contribution of plastic fragment as an important component of marine debris on beaches of Salvador. The study was divided into two periods: dry (summer) and wet (winter), held on 24 points, with 22 beaches located in ocean margin and the other 2 points, located inside the BTS. The winter had a greater number of items collected compared to summer. As expected, the plastic was the item of greater numerical representation in the two surveys, corroborating data from previous work. Among the 25 identified types of plastic items, the fragments are highlighted, with most at all points in two seasons. Statistical analysis found that there was no significant difference between the dry and rainy periods for plenty of plastic. However, in relation to plastic fragments, this difference was significant, and the winter as the period of greatest concentration of fragments, probably due to its transport capacity by heavy rainfall. Information obtained here reveal the need to prepare a management plan that seeks to reduce the inappropriate disposal of this pollutant in the marine environment.

Keywords: Coastal Management; plastic fragments; marine pollution.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Localização da área de estudo com os limites do município de salvador.....	18
FIGURA 2	REPRESENTAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO E DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA AO LONGO DA COSTA.....	20
FIGURA 3	REPRESENTAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO E DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA AO LONGO DA COSTA.....	22
FIGURA 4	LIXO MARINHO E FRAGMENTOS PLÁSTICOS ENCONTRADOS NAS PRAIAS DE SALVADOR. FOTO: GERSON FERNANDINO.....	22
FIGURA 5	LAVAGEM DO MATERIAL COLETADO, POSSIBILITANDO A RETIRADA DE AREIA E MATERIAL ORGÂNICO INCRUSTANTE. FOTO: CARLA ELLIFF.....	23
FIGURA 6	SECAGEM DO MATERIAL COLETADO EM ESTUFA À 40º C. FOTO: CARLA ELLIFF.	24
FIGURA 7	PESAGEM DO MATERIAL COLETADO; FOTO: CARLA ELLIFF.....	24
FIGURA 8	PESAGEM DO MATERIAL COLETADO; FOTO: CARLA ELLIFF.....	25
FIGURA 9	Contribuição percentual dos fragmentos na categoria plástico, entre os períodos chuvoso e seco, para cada um dos 24 pontos.....	30
FIGURA 10	Representação da densidade dos fragmentos plásticos, para cada ponto, no inverno e verão.....	31
FIGURA 11	Mapa representando a relação entre as densidades dos fragmentos plásticos e a presença de drenagens urbanas, afluentes, deriva continental e zco's (círculos amarelos), no inverno (barra azul) e verão (barra vermelha).....	32
FIGURA 12	Degradação de um fragmento de sacola plástica em frações menores. Fonte: Fernadino, 2014.....	34
FIGURA 13	Representação da classificação dos transectos com base nas suas possíveis fontes, para o inverno e verão.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela – 1	Representação do número total de itens coletados para cada ponto e estação, nos períodos chuvoso e seco.....	26
Tabela – 2	Porcentagem do total das classes de materiais do lixo marinho coletado nas praias de salvador, nos períodos chuvoso (2012) e seco (2013).....	27
Tabela – 3	Percentual do plástico em relação aos outros itens do lixo marinho, em outras regiões do país.....	27
Tabela – 4	Itens coletados durante as duas campanhas, separados por classe.....	29

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	IX
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 LIXO MARINHO	12
2.2 FRAGMENTOS PLÁSTICOS	13
2.3 PROCESSOS DE FRAGMENTAÇÃO	14
2.3.1 FOTODEGRADAÇÃO	14
2.3.2 DEGRADAÇÃO MECÂNICA.....	15
2.3.3 DEGRADAÇÃO TÉRMICA.....	15
2.3.4 BIODEGRADAÇÃO	16
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4 ÁREA DE ESTUDO	18
5 MATERIAL E MÉTODO	20
5.1 ATIVIDADE EM CAMPO	20
5.2 ATIVIDADE EM LABORATÓRIO	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
7 CONCLUSÃO	38
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Todo resíduo sólido que de alguma forma foi introduzido no ambiente marinho é definido como lixo marinho, que diferente de outros poluentes, é de origem exclusiva de atividades antrópicas, podendo ser oriundo de fontes terrígenas, originadas, por exemplo, das drenagens urbanas e usuários de praias, ou de fontes marinhas, como embarcações e plataformas (BATISTA NETO *et al.*, 2008). Devido a sua capacidade de transporte por variados meios e agentes, o lixo marinho tem presença registrada em todos os mares do planeta, tendo como locais de acúmulo as regiões costeiras, principalmente as faixas de areia, estuários e o fundo do mar (COSTA, 2008; FERNANDINO, 2014).

Considerando que o ser humano é naturalmente um criador de resíduos sólidos e que fazemos parte de uma sociedade extremamente consumista, é relevante salientar o impacto causado ao meio ambiente. Cada brasileiro produz todos os dias mais de meio quilo de materiais descartados, ou seja, essa produção é equivalente a aproximadamente 100.000 toneladas diárias de lixo apenas no Brasil. Essa situação é ainda mais grave quando nos deparamos com os dados das grandes capitais brasileiras, onde cada habitante gera diariamente mais que o dobro da média nacional. (GRIPPI, 2006; NETO, 2009).

Somando-se ao fato de que grande parte da população mundial reside próximo do litoral e rios, essa situação termina se agravando ainda mais nas regiões adjacentes aos grandes centros urbanos. Parte desses detritos acaba por atingir os oceanos, através dos rios, ventos, sistemas de drenagem artificial ou de atividades humanas, levando alguns autores (MOORE & ALLEN, 2000; BACKHURST e COLE, 2000; BARNES e THOMPSON, 2009; BATISTA NETO, 2009; FERNANDINO, 2014), a correlacionar regiões de elevada densidade demográfica a altas concentrações de poluição por lixo marinho, podendo exercer grande pressão no ambiente praiado do seu entorno, sendo assim considerado um fator determinante para a sua ocorrência.

Pesquisadores como ARAUJO, 2003; IVAR DO SUL, 2005; BATISTA NETO *et al.*, 2008; e ANDRADE-NETO, 2010, classificam o lixo marinho levando em conta alguns parâmetros com base na composição do seu material. Dessa forma, destacam-se como classes principais: plástico, tecido,

vidro/cerâmica, metal, papel/papelão, borracha e madeira. Dessa maneira, estudos anteriores constataram que o plástico é a categoria de maior frequência, em termos de quantidade e composição, representando até mais de 80% das amostras coletadas, sendo que, a maior parte desse material tem como fonte os continentes (FERNANDINO, 2014; LEITE, 2014).

A superioridade dessa categoria está relacionada, provavelmente, a variedade de polímeros e resinas que compõem o plástico, dando a este material algumas características que potencializam os seus efeitos como poluente. A resistência à degradação é uma delas, que acaba por aumentar o seu tempo de residência no ambiente marinho, favorecendo o acréscimo do seu fluxo com o tempo (BATISTA NETO, 2008), já que seu tempo de degradação é de no mínimo 200 anos (GRIPPI, 2006). Segundo Barnes e Thompson (2009), a durabilidade do plástico pode ser ainda maior em ambientes favoráveis, como os polos e oceanos profundos. O consumo desordenado associado ao descarte inadequado desse material, por parte da sociedade moderna, fez com que este apresentasse altas taxas de acumulação, favorecendo a maior oferta de material flutuante para o ambiente.

Outra característica que coloca o plástico como um perigoso poluente é a sua capacidade de dispersão, já que o mesmo apresenta densidade muito baixa, podendo ser transportado por longas distâncias pelos ventos e correntes marítimas (DERRAIK, 2002). Alguns estudos ainda relatam o uso desse material como superfície de crescimento para organismos incrustantes como diatomáceas, hidrozoários e até mesmo as bactérias, e que acabam por ter um importante papel de agentes dispersivos destes organismos, que muitas vezes podem ser considerados invasores (BARNES, 2002 e IVAR DO SUL, 2014). Além disso, esses organismos acabam por proteger a superfícies dos objetos plásticos da radiação UV e alguns processos físicos.

Um componente importante, que muitas vezes é ignorado nas coletas, são os fragmentos plásticos, que representam uma porção significativa entre os itens coletados em estudos de monitoramento de lixo de praia (SOBRAL *et al*, 2011). Esses fragmentos podem ter origem no desgaste de itens plásticos maiores, que estão expostos há mais tempo no ambiente marinho (SOBRAL *et al*, 2011). No litoral da cidade de Salvador, capital do estado da Bahia, poucos estudos abordam a relevância do fragmento plástico como componente poluidor, assim como os possíveis impactos causados a biota e a sociedade

por estes poluentes, deste modo, fez-se necessário a realização de um trabalho que fornecesse informações que subsidiassem uma possível elaboração de um plano de manejo para descarte e remoção do lixo marinho e dos fragmentos plásticos nas praias do litoral de Salvador.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LIXO MARINHO

Historicamente, o lixo era composto, na sua maioria, por material de fácil degradação, como por exemplo, matéria orgânica e papel. No entanto, o crescimento populacional acentuado seguido pelo desenvolvimento industrial, trouxe mudanças significativas quanto à composição, qualidade, quantidade e volume de resíduos gerados. Tais mudanças acabam estimulando a produção e o consumo exorbitantes de materiais baratos, descartáveis e de grande durabilidade, como o plástico (moléculas poliméricas de cadeia longa) que atualmente é considerado o maior componente poluidor dos oceanos (MOORE & ALLEN, 2000; ARAÚJO E COSTA, 2007; IVAR DO SUL, 2005; GRIPPI, 2006; SHAH, 2008; FERNANDINO, 2014).

A partir da década de 70, pesquisas realizadas relataram a presença de grandes quantidades de plástico nos oceanos e nas regiões costeiras de todo o planeta (BATISTA NETO et al., 2008; ANDRADE-NETO, 2010). Áreas de interface terra-mar como praias e estuários, se tornaram importantes pontos de acúmulo desse material, chamando atenção da sociedade e da comunidade científica. A partir desse momento, os pesquisadores e autoridades governamentais passaram a realizar esforços na busca de uma solução. No ano de 1972, no mar dos Sargaços, localizado no meio do Oceano Atlântico, próximo do Triângulo das Bermudas, Carpenter e Smith registraram a presença de plásticos flutuantes. Já no Brasil, a confirmação da presença de partículas plásticas no litoral Sul do país, foi relatada pioneiramente por Gomes em 1973.

O lixo marinho vem cada vez mais sendo reconhecido, sobretudo nas últimas décadas, como um risco para os organismos marinhos, uma vez que podem ser ingeridos ou a eles se entrelaçar (MOORE E ALLEN, 2000). Vários trabalhos publicados relatam os impactos à biota, causados pela presença de

fragmentos plásticos, principalmente os referentes à ingestão, contaminação em função dos poluentes químicos associados e dispersão biológica. Miranda e Carvalho (2011) discutiram acerca da ingestão de lixo inorgânico pela fauna marinha na costa da Bahia e, incluem exemplos sobre a recuperação de tartarugas marinhas (*Chelonia mydas*) que não conseguiam mergulhar porque possuíam resíduos plásticos acumulado em seu trato digestivo. Ivar do Sul e Costa (2007) registraram padrões de contaminação de partículas plásticas por POP (Poluentes Orgânicos Persistentes) na costa do Atlântico Sul e Caraíbas.

2.2 FRAGMENTOS PLÁSTICOS

A tendência dos plásticos com o passar do tempo é a fragmentação em pedaços cada vez menores, pois os mais diversos tipos de plásticos que por ventura sejam incorporados ao lixo marinho, estarão expostos à ação da luz solar, salinidade, temperatura, batimento de ondas e todos os outros fatores característicos destes ambientes. Os tipos e as quantidades de fragmentos plásticos presentes em praias são controlados essencialmente pela topografia, correntes marinhas costeiras, tempestades, proximidade às fontes de origem (descargas fluviais, por exemplo) e intensidade de uso da praia (MACHADO, 2006; MANZANO, 2009; NEVES et. al. 2011; SANTANA NETO et. al. 2011; BELARMINO et. al. 2014).

Alguns estudos mostram que os fragmentos plásticos são fração importante da quantidade de lixo presente no ambiente costeiro, mesmo que na maioria das amostragens, estes não sejam considerados (ARAÚJO, 2003; MACHADO, 2006; MAGALHÃES e ARAÚJO, 2012). Os fragmentos plásticos podem ser causadores de mortalidade em todo o ambiente marinho, desde os animais que se alimentam na superfície do mar, como as aves, até aqueles que vivem submersos, como as diversas espécies de tartarugas, assim como causadores de danos econômicos e sociais nas áreas de deposição (MACHADO, 2006; TOURINHO, 2007; ZANELLA, 2013).

2.3 PROCESSOS DE FRAGMENTAÇÃO

A degradação do plástico está relacionada a qualquer reação química, física ou biológica, que cause modificações irreversíveis nas propriedades do conjunto composto por polímeros e plastificantes. Fatores ou agentes ambientais como calor, radiação solar, abrasão, umidade, oxigênio, poluentes atmosféricos e atividades biológicas provenientes de fungos e bactérias, podem provocar modificações nas suas propriedades, gerando rupturas de ligações e formação de novos grupos funcionais (SHAH, 2008). Essas modificações são evidenciadas pela deterioração progressiva das propriedades mecânicas, ópticas e elétricas. Também é possível notar mudanças no aspecto visual, com o surgimento de rachaduras, fendas, laminação, separação, descoloração e erosão (SHAH, 2008). A degradação dos polímeros, no ambiente marinho, pode acontecer por processos de fotodegradação, degradação mecânica, degradação térmica ou biodegradação (DE PAOLI, 2008 E SHAH, 2008).

2.3.1 FOTODEGRADAÇÃO

A degeneração ou alteração de compostos químicos gerada pela exposição à luz ou radiação ultravioleta é denominada fotodegradação. Essas reações compreendem comumente radicais livres como sendo o primeiro passo para quebrar as ligações. A exposição à luz provoca a quebra das cadeias poliméricas quando em ambiente com condições controladas, numa atmosfera inerte ou sob vácuo. Já num ambiente na presença do oxigênio, há a formação de radicais e grupos oxigenados, alterações nas propriedades físicas, como perda de resistência mecânica, fissuras e descoloração, importantes processos na inicialização da produção de fragmentos plásticos. Esse conjunto de fatores é conhecido como foto-oxidação.

Estudos recentes mostram que a radiação ultravioleta, principalmente com comprimento de onda variando no intervalo de 250 – 400nm tem importante participação na quebra dos polímeros sintéticos polipropileno, polietileno e poliestireno (BOSCARO e FRANCHETTI, 2013). Esse tipo de degradação está relacionado ao grau de excitação das moléculas, que podem provocar a decomposição ou dissociação dos compostos químicos, pela

absorção de luz de diferentes faixas do espectro eletromagnético ou liberação de energia em reações químicas (DE PAOLI, 2008). Comprimentos de ondas curtas e de elevada energia, representado no espectro eletromagnético pela região do ultravioleta, provocam grande excitação molecular.

A faixa UV-A (315 a 400nm), é responsável pela fotodegradação direta através da fotólise (rompimento de ligação química) e início da oxidação fotoquímica, enquanto que a radiação UV-B (290 a 315nm), provocando mudanças fotoquímicas (SHAH, 2008). As bandas UV's atingem a maioria dos polímeros convencionais, como polipropileno, polietilenos, poliestireno, poli (cloreto de vinila) e poliésteres. Os espectros visível (400 a 760nm) e infravermelho (760 a 2500nm) agem, respectivamente, no aquecimento e aceleração da oxidação térmica dos polímeros (SHAH, 2008; DE PAOLI, 2008).

2.3.2 DEGRADAÇÃO MECÂNICA

Tensões mecânicas ou cisalhamentos que induzam deformações químicas ou acontecimentos que provoquem fraturas, rachaduras ou fissuras são caracterizados como deformação mecânica (SHAH, 2008).

2.3.3 DEGRADAÇÃO TÉRMICA

A degradação térmica consiste na decomposição do polímero através da absorção de calor. Esta degradação é provocada pela ação de uma temperatura excessiva, capaz de quebrar as ligações químicas presentes nas moléculas poliméricas. As ligações mais fracas presentes nessas moléculas são as ligações C-H e N-H ($E \cong 390$ kJ/mol) enquanto as mais resistentes são as ligações C=C dos grupos aromáticos ($E \cong 650$ kJ/mol). Neste processo de fissão, os pesos moleculares das cadeias são reduzidos e os grupos funcionais ricos em oxigênio são gerados nos polímeros (SANCHEZ et al., 2003; DE PAOLI, 2008;).

2.3.4 BIODEGRADAÇÃO

A biodegradação de um determinado material se dá quando este é utilizado como fonte de nutriente, por um conjunto de microrganismos (bactérias, fungos, algas) nativos do ambiente onde o material sofrerá degradação. Representa um dos processos elementares de supressão de poluentes de diferentes naturezas, pois a microbiota local tem a capacidade de desenvolvimento ótimo em seu habitat (DE PAOLI, 2008; COSTA, 2014).

Para que haja o desenvolvimento das colônias de microrganismos, além do material a ser degradado estar numa forma disponível para ser aproveitado como fonte de nutrientes, através da quebra das ligações químicas característico de cada polímero, proporcionado pela ação de enzimas produzidas e excretadas pelos microrganismos, são necessárias condições adequadas de temperatura, umidade, pH e disponibilidade de oxigênio. O crescimento observado das colônias determina a velocidade de biodegradação do material. O tempo de degradação é variável, podendo compreender períodos de dias até meses, dependendo da espécie responsável pelo consumo do material poluidor na área (CANGEMI, 2005; DE PAOLI, 2008; COSTA, 2014).

Há diferentes tipos de polímeros, sendo alguns naturalmente biodegradáveis, enquanto outros não apresentam estas características. Já os sintéticos, apresentam uma importante resistência à biodegradação, onde só serão submetidos a este processo se forem submetidos a algum meio que torne a parte biodegradável disponível ao ambiente como a moagem (CANGEMI, 2005; DE PAOLI, 2008). Os polímeros são passíveis a degradação oriunda de intemperismo. Este fenômeno baseia-se na associação dos diferentes processos descritos (SANCHEZ et al., 2003; CANGEMI, 2005; DE PAOLI, 2008;).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo avaliar a contribuição do fragmento plástico como importante componente do lixo marinho nas praias de Salvador – BA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Avaliar a abundância e a distribuição dos fragmentos plásticos em diferentes estações (inverno e verão);
- ii) Inferir as possíveis fontes/origens dos fragmentos plásticos presentes nas praias de Salvador.

4 ÁREA DE ESTUDO

Salvador é um município com mais de 2.6 milhões de habitantes (IBGE, 2010) que possui um litoral de aproximadamente 47 km de linha de costa, sendo a sua orla marítima caracterizada pela sua alta energia e presença de rochas intemperizadas com formação de pequenas praias de características oceanográficas particulares (DE CARVALHO, 2002).

A cidade é caracterizada, principalmente, pela presença de granulitos, sobretudo na parte alta, compondo os cinturões móveis Itabuna-Curaçá e Salvador-Esplanada, de idades entre 3.200 e 2.900 Ma. Esses cinturões apresentam foliações, zonas de cisalhamento e falhas na direção SW-NE (LIMA, 1999). A Bacia do Recôncavo se consolidou durante o processo de rifteamento, datada do período da separação continental Eocretácica entre a América do Sul e a África. Suas profundidades estão estimadas do substrato cristalino, em seus principais depocentros, são de 6.500 m (LIMA, 1999).

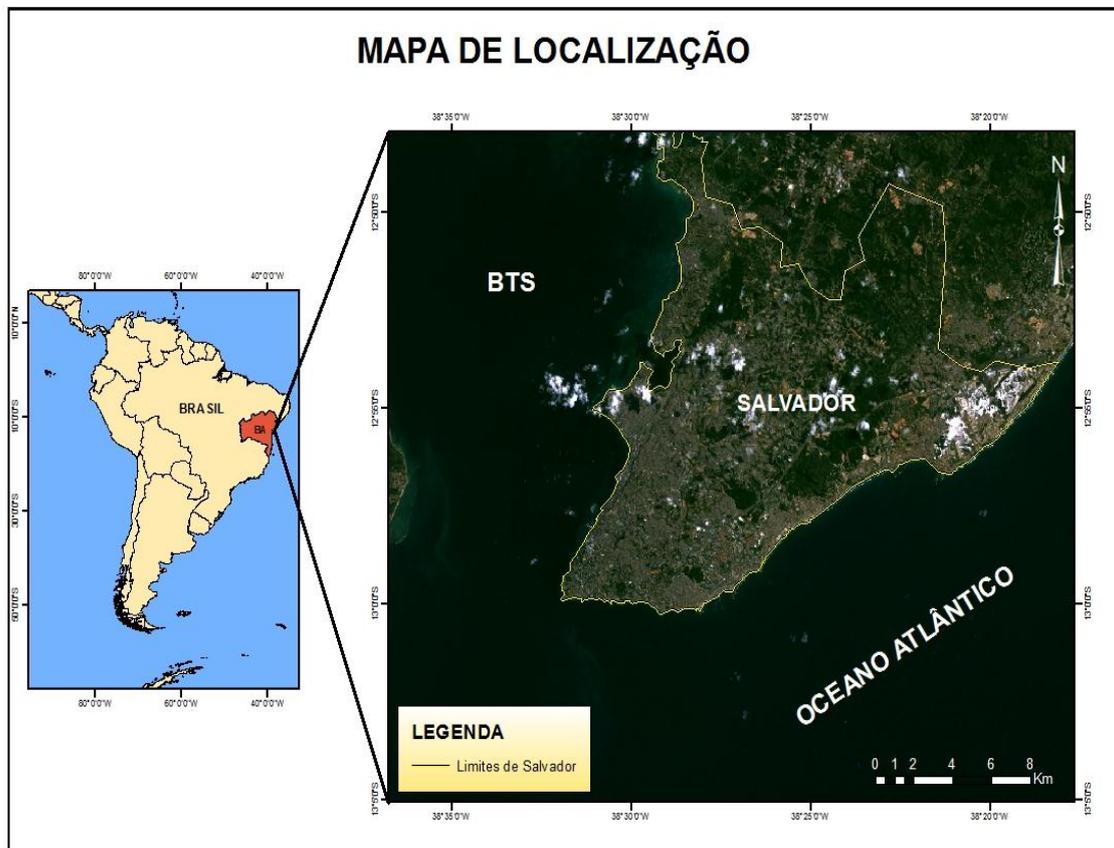
Os depósitos quaternários são representados principalmente por depósitos de leques aluviais pleistocênicos, depósitos arenosos marinhos pleistocênicos e holocênicos, depósitos de terras úmidas, dunas e praias. Dunas de diferentes períodos podem ocorrer sobre os depósitos arenosos marinhos. As dunas externas se desenvolvem sobre os depósitos marinhos pleistocênicos, as internas sobre os depósitos de leques aluviais pleistocênicos e as ais recentemente formadas se apresentam sobre os holocênicos (MARTIN et al., 1980; LYRIO, 1996).

As praias decorrem de sedimentos essencialmente arenosos, inconsolidados, de idade quaternária, com formação de grãos de quartzo. Com granulometria variando de grossa a fina e predominantemente média, sendo que em alguns trechos, quantidades menores de feldspatos, minerais máficos e fragmentos de conchas encontram-se presentes (BITTENCOURT 1975). No trecho das praias é recorrente a presença de bancos de arenitos, conglomerados e construções coralinas, de idade quaternária, além de promontórios formados por rochas do embasamento cristalino.

Essa região foi escolhida por apresentar características típicas de um litoral urbano. A presença de barracas e ambulantes prestando serviços aos frequentadores das praias é constante ao longo da orla, intensificando suas atividades no verão, quando a presença de turistas é maior. Por serem muito

próximas do centro urbano, as praias estão em contato direto com todo tipo de lixo, que é descartado de forma irregular e acaba sendo depositado nas praias, onde é comum a ocorrência de dutos de esgotos espalhados por toda a orla soteropolitana, sendo a drenagem urbana despejada sem nenhum tipo de tratamento. Além do descarte por terra, existe também o descarte marítimo, oriundo das atividades pesqueiras e turísticas, onde é comum o tráfego de *ferry-boats* e barcos de pesca. Dessa forma, Salvador configura-se por ser uma região de provável geração e concentração de resíduos sólidos e provavelmente de fragmentos plásticos.

Figura – 1: Localização da área de estudo com os limites do município de Salvador.



5 MATERIAL E MÉTODO

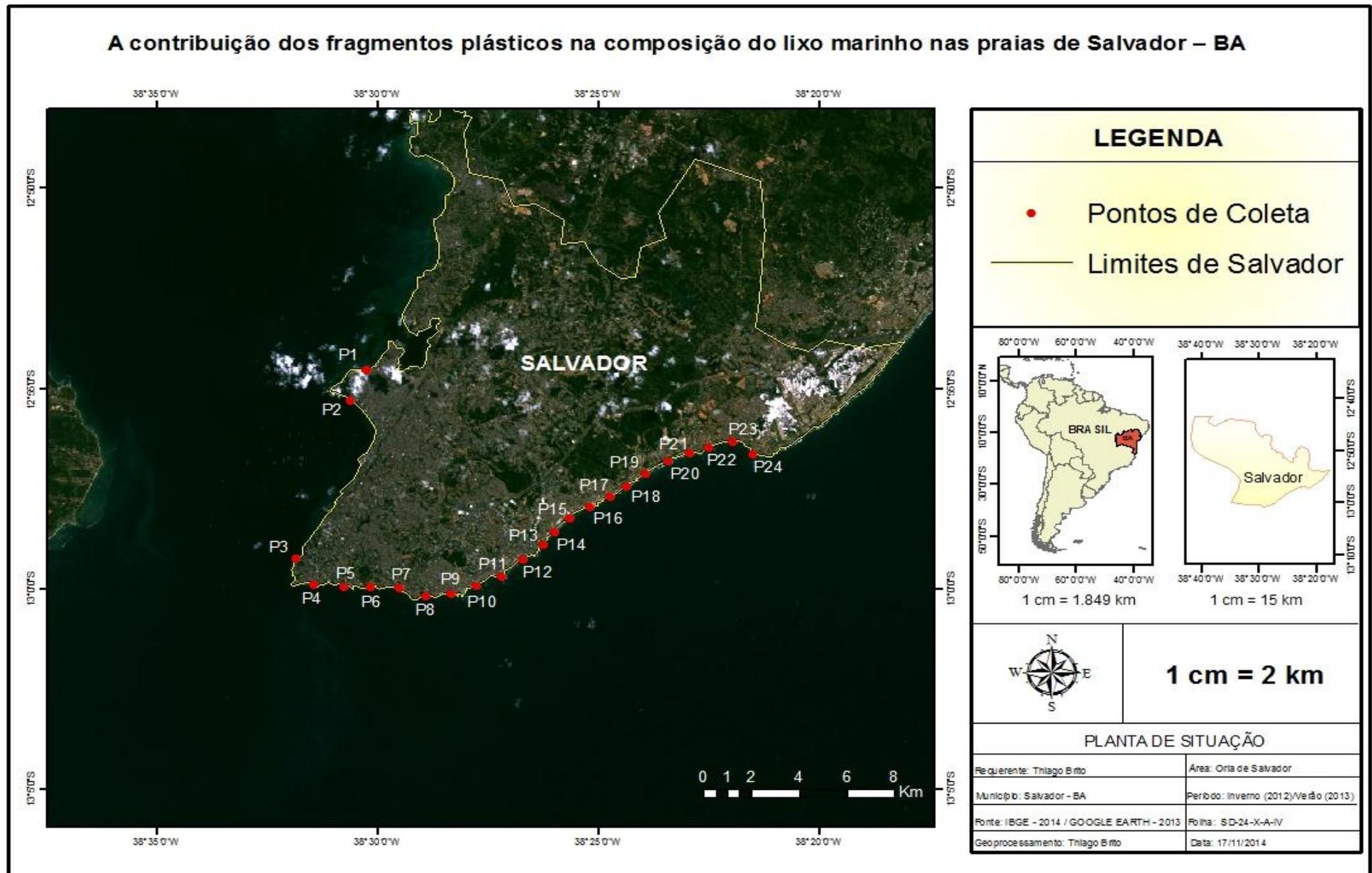
5.1 ATIVIDADE EM CAMPO

Um total de 24 pontos foi coletado para o estudo ao longo das praias de Salvador, sendo 22 deles situados na orla oceânica, com intervalos de 1 km entre si e os outros dois pontos (P1- Ribeira e P2- Boa Viagem) localizados na parte interna da Baía de Todos os Santos (BTS), mais precisamente na Cidade-Baixa, onde não foi possível manter uma continuidade nos intervalos devido à inviabilidade no acesso a algumas áreas. Dessa forma, iniciou-se o estudo a partir do limite a noroeste da cidade.

Por Salvador não apresentar estações do ano bem definidas, o estudo foi dividido em dois períodos: seco (verão) e chuvoso (inverno), respectivamente, de modo que o primeiro período se estendeu entre 25 de junho e 2 de agosto de 2012, já o segundo teve início no dia 11 de fevereiro, seguindo até 2 de março do ano de 2013. As coletas foram realizadas nas primeiras horas da manhã, considerando o período da maré baixa, possibilitando a melhor visualização da última linha da preamar máxima, também conhecida como linha de detritos ou “linha de deixa”.

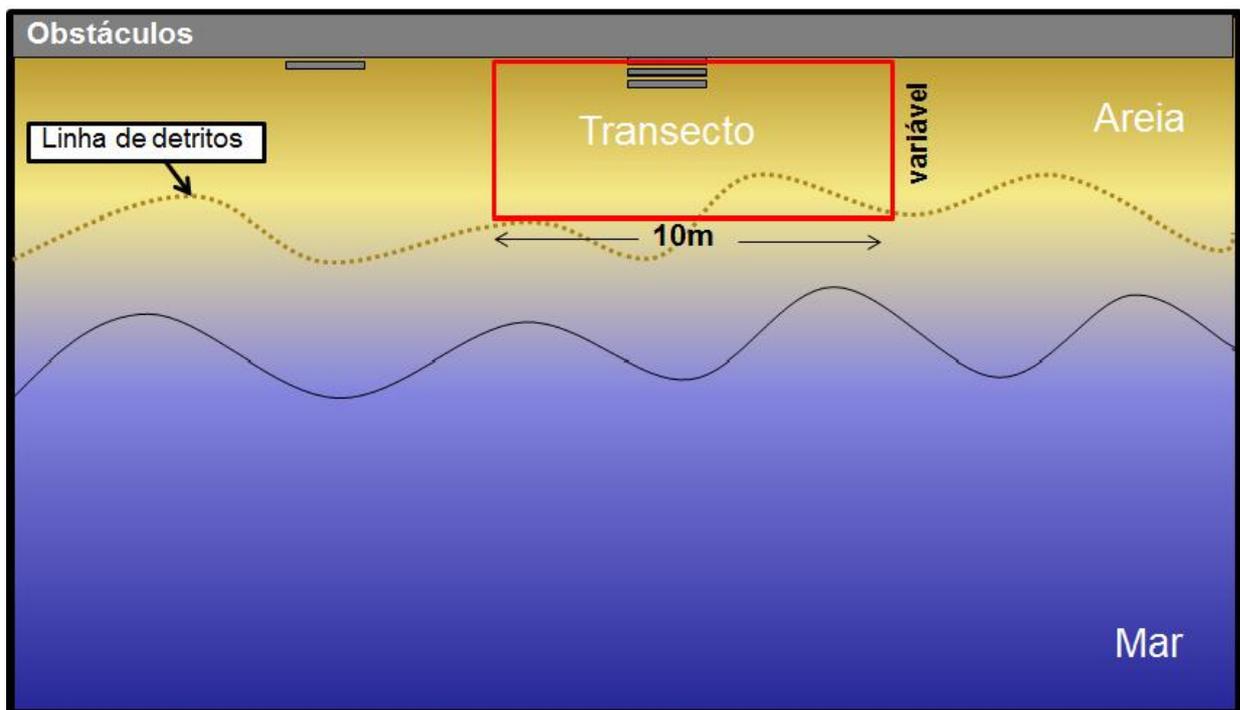
Além disso, as realizações das coletas antecederam às limpezas de lixos diárias realizadas nas praias de Salvador pelos agentes da prefeitura, amenizando dessa forma uma possível interferência nos dados do trabalho. Para a marcação dos pontos utilizou-se um GPS (Magellan Navigation, 2007) que, juntamente com o ArcGIS, programa que utiliza um Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi possível a elaboração do mapa de localização dos pontos de coleta (Figura - 2).

Figura – 2: Representação da área de trabalho e distribuição dos pontos de coleta ao longo da costa.



A demarcação do transecto foi realizada com a utilização de uma trena, tendo a largura um padrão de dez metros para todos os pontos e o comprimento definido entre a linha de detritos (linha da última preamar máxima) e o primeiro obstáculo (p. ex., vegetação, costão ou construções antrópicas), sendo feita durante a maré enchente (Figura – 3). Como a largura dos transectos depende das características das praias, como, por exemplo, maré local, largura da faixa de areia e declividade, existirá uma variação entre suas dimensões, sendo constante somente a largura (10 metros). Tal método se mostra eficaz de acordo com estudos baseados em trabalhos anteriores (ALKALAY, 2007; ANDRADE-NETO, 2010; FERNADINO, 2014).

Figura – 3: Representação da delimitação (Obstáculo e linha de detritos) da área do transecto. Foto: Carla Elliff.



Durante as pesquisas de campo foram recolhidos manualmente, com o uso de luvas de proteção, variados tipos de lixo marinho (plástico, vidro, metal, etc.) com tamanho mínimo de aproximadamente 2 cm, que foram posteriormente armazenados em sacos plásticos de 50L e encaminhados para o laboratório (Figura – 4). Vale ressaltar que foi considerado fragmento plástico toda parte de qualquer objeto que representasse uma fração menor que a metade desse objeto, ou seja, foram coletados fragmentos de diferentes tamanhos.

Devido à metodologia empregada, que tem como foco a presença de detritos antropogênicos nas praias de Salvador, em especial o fragmento plástico, todo tipo de matéria orgânica como, por exemplo: comida, restos de animais e de plantas, foi excluído da análise, com exceções daqueles que apresentavam indícios de manipulação humana (p. ex. madeira processada).

Figura – 4: Lixo marinho e fragmentos plásticos encontrados nas praias de Salvador.
Foto: Gerson Fernandino.



5.2 ATIVIDADE EM LABORATÓRIO

Após o encaminhamento do lixo coletado ao laboratório, esse material foi lavado em água corrente (Figura – 5), com o intuito de remover os materiais incrustados em sua superfície. Em seguida, o lixo foi levado à estufa à 40°C para secar, (Figura – 6). Após a secagem, todo esse material foi também pesado e triado (Figura – 7 e 8), de acordo com as seguintes categorias:

- Plásticos (PL);
- Plástico Espumoso (PE);

- Tecido (TE);
- Vidro & Cerâmica (VC);
- Metais (ME);
- Borracha (BO);
- Papel e papelão (PP);
- Madeira (MD);
- Outros* (OT)

* Outros: Classe baseada não necessariamente na composição do material coletado.

Figura – 5: Lavagem do material coletado, possibilitando a retirada de areia e material orgânico incrustante. Foto: Carla Elliff.



Figura – 6: Secagem do material coletado em estufa à 40° C. Foto: Carla Elliff.



Figura – 7: Pesagem do material coletado; Foto: Carla Elliff.



Figura – 8: Triagem do material coletado. Foto: Carla Elliff.



Os 24 pontos resultantes de cada campanha, foram classificados em consonância com os períodos em que foram coletados (seco e chuvoso), denominados de acordo com a sequência de coletas (P1, P2,... P24). Seus nomes foram atribuídos conforme: a) as praias onde foram coletados ou b) considerando alguma estrutura fixa próxima ao transecto.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este projeto é resultado de um trabalho em conjunto com FERNANDINO (2014), deste modo, alguns dados aqui mencionados estão de comum acordo com essa parceria. Assim, as coletas foram realizadas em duas campanhas, inverno (chuvoso) e verão (seco), com 24 transectos cada, perfazendo 48 pontos e uma área total de 6.355 m² de coleta. Em todos os pontos das duas campanhas foram encontrados lixo de praia, sendo que a quantidade de lixo coletado na primeira campanha foi de 10.416 itens (período chuvoso) e na segunda 6.673 itens (período seco). Na primeira campanha, o ponto com maior número de itens foi P11 (Pituba) com 2.098 e o menor foi P22 (Piatã Duna), com apenas 10 itens coletados. Na segunda campanha o ponto P10 (Amaralina) com 657 e P5 (Othon) com 13, representaram, respectivamente, os pontos com maior e menor número de itens coletados.

Tabela – 1: Representação do número total de itens coletados para cada ponto e estação, nos períodos chuvoso e seco.

<i>Pontos</i>	<i>Nome da Praia</i>	<i>Nº de Itens coletados</i>	
		<i>Inverno</i>	<i>Verão</i>
P1	Ribeira	779	386
P2	Boa Viagem	302	225
P3	Porto da Barra	221	317
P4	Barra	865	512
P5	Othon	315	13
P6	Ondina	137	209
P7	Paciência	1094	502
P8	Rio Vermelho	1190	187
P9	Quartel de Amaralina	653	316
P10	Amaralina	489	657
P11	Pituba	2098	276
P12	Jd. dos Namorados	112	188
P13	Costa Azul	156	84
P14	Jardim de Allah	181	510
P15	Aeroclube	217	398
P16	Boca do Rio	681	407
P17	Corsário	193	147
P18	Pituacu	137	232
P19	Patamares	305	261
P20	Jaquaribe	83	130
P21	Piatã	136	302
P22	Piatã Duna	10	28
P23	Itapuã	15	236
P24	Farol de Itapuã	47	150
TOTAL		10416	6673

Dentre as classes de materiais amostrados com maior representação numérica, levando-se em consideração o total das duas campanhas, o plástico ganha destaque, com 14.816 itens coletados, sendo seguido pelo metal (683 itens), madeira (506 itens) e papel/papelão (417 itens). O plástico representou 87,5% e 85,3% de todo o lixo coletado nos períodos chuvoso e seco, respectivamente (Tabela – 2).

Tabela – 2: Porcentagem do total das classes de materiais do lixo marinho coletado nas praias de Salvador, nos períodos chuvoso (2012) e seco (2013).

CLASSES DE MATERIAIS	PERÍODOS	
	CHUVOSO	SECO
PLÁSTICO	87,5%	85,2%
TECIDO	0,8%	0,5%
VIDRO	1,2%	1,3%
METAL	4,2%	3,6%
PAPEL	2,0%	3,2%
BORRACHA	1,4%	0,4%
MADEIRA	1,7%	4,9%
OUTROS	1,2%	0,9%

Em todos os pontos de coleta o plástico se mostrou o tipo de resíduo sólido mais abundante, superando os demais itens, em ambos os períodos. Esses resultados refletem o padrão encontrado em trabalhos realizados anteriormente para regiões distintas (Tabela – 3).

Tabela – 3: Percentual do plástico em relação aos outros itens do lixo marinho, em outras regiões do país.

LOCAL	ANO DA PESQUISA	PERCENTUAL DE PLÁSTICO	REFERÊNCIA
Baía de Guanabara - RJ	1999 - 2008	> 70%	NETO & FONSECA (2011)
Cassino - RS	2002	37%	SANTOS ET. AL. (2002)
Costa dos Coqueiros - BA	2005	> 85%	IVAR DO SUL (2005)
Lagoa do Peixe e Arroio Chuí - RS	2007	> 73%	TOURINHO (2007)
Boa Viagem - PE	2011	> 76%	FILHO ET. AL. (2011)
Itaquitanduva - SP	2012	> 82%	FERNANDINO (2012)
Salvador - BA	2014	> 87%	LEITE, et. al. (2014)

Em comparação com as demais classes de lixo marinho, a predominância do plástico pode ser explicada por algumas de suas características, como por exemplo:

I - Baixo custo e flexibilidade – geram o consumo excessivo desse material, em substituição a produtos mais caros.

II – Leveza e resistência – favorecem a dispersão e a durabilidade no ambiente.

Deste modo, atrelado a esses fatores estão o descarte inadequado desse material, por parte da sociedade, e a falta de planos de gerenciamento de resíduos sólidos dos órgãos competentes (BATISTA NETO et al., 2008; ANDRADE-NETO 2010; MAGALHÃES E ARAÚJO, 2011). Fatores estes que fazem do plástico um dos principais poluentes ambientais da atualidade (BATISTA NETO et. al., 2008).

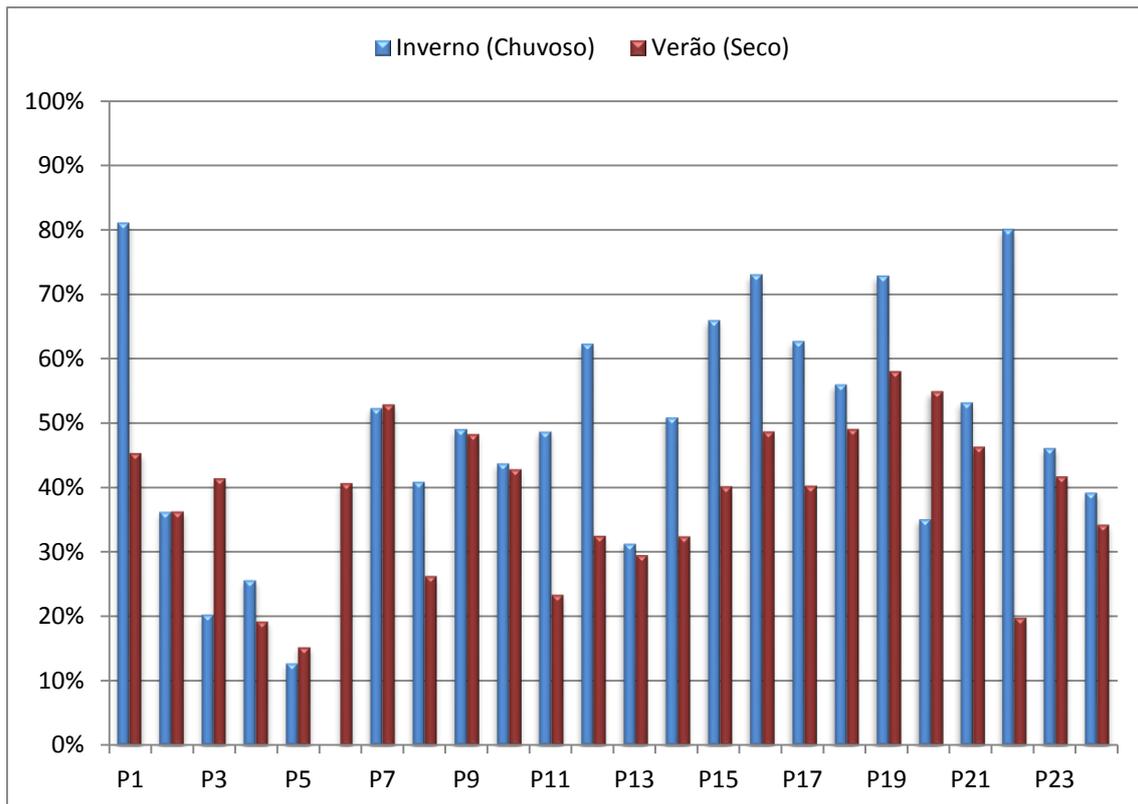
Na tabela 4 estão representados os principais itens encontrados ao longo dos 24 transectos e suas respectivas quantidades para as duas estações. Dentre os 25 tipos de itens plásticos identificados, ganham destaque os fragmentos, com o total de 6.764 itens coletados (> 39% do lixo marinho total) sendo considerada a principal fração, com 45,7% de todo plástico coletado, seguida por isopor (9,6%), haste de cotonete/pirulito (9,4%), tampinha PET (8,8%), bituca de cigarro (8,3%) e talheres/canudos (6,4%).

Tabela – 4: Itens coletados durante as duas campanhas, separados por classe.

PLÁSTICO	INVERNO	TOTAL	VERÃO	TOTAL
Tampinhas de garrafas e tampas	711	9128	599	5688
Garrafas < 2L	20		21	
Garrafas, tambores e baldes < 2 L	6		10	
Facas, garfos, colheres, canudos, (talheres)	580		370	
Embalagens (fardo) de bebidas, remédio, comida...	374		289	
Recipientes de comida (<i>fast food</i> , copos, lancheiras e similares)	58		226	
Sacos plásticos (opacos e translúcidos)	4		36	
Brinquedos e artigos de festa	51		66	
Isqueiros	4		0	
Cigarros, bitucas e cinzas	598		627	
Seringas	2		3	
Sacos-rede (vegetais, travesseiros de ostras e mexilhões)	0		2	
Folhas (lonas plásticas, papel filme)	14		48	
Linha monofilamento	21		8	
Corda	1		6	
Alças/amarras	7		7	
Fragmentos de fibra de vidro	2		2	
<i>Pellets</i>	0		1	
Fragmentos (Mole e Duro)	4462		2302	
Hastes de cotonetes ou pirulitos	939		461	
Flores e artigos de oferendas	3		1	
Cápsulas de drogas	5	3		
Esponja	345	91		
Bóias de isopor	0	1		
Isopor (isolamento e empacotamento)	921	508		
TECIDO				
Roupas, calçados, chapéus e toalhas	1	82	0	33
Cordas e fios	11		12	
Outros tecidos (incluindo trapos)	70		21	
VIDRO E CERÂMICA				
Garrafas e jarros	5	129	1	89
Lâmpadas	1		1	
Fragmentos de vidro e cerâmica	120		87	
Outro (especificar)	3		0	
METAL				
Louça (pratos, copos e talheres)	2	443	11	240
Tampinhas de garrafa, tampas e anéis de latinha	182		178	
Latas de alumínio	18		8	
Papel alumínio	6		23	
Fragmentos	110		16	
Fios, arame, telas e arame farpado	18		0	
Outro (especificar), incluindo aparelhos	107		4	
PAPEL E PAPELÃO				
Papel (incluindo jornais e revistas)	194	205	165	212
Caixas de papelão e fragmentos	0		15	
Copos, bandejas de comida, embalagens de comida e bebidas	4		2	
Outro (especificar)	7		30	
BORRACHA				
Balões, bolas e brinquedos	43	147	4	27
Calçados (sandálias)	1		1	
Pedaços de borracha	62		14	
Preservativos	2		3	
Outro (especificar)	39		5	
MADEIRA				
Rolhas	1	181	3	325
Palitos de picolé, garfos de madeira, palitos japoneses e palitos de madeira	67		210	
Palitos de fósforo e fogos de artifício	35		29	
Outro (especificar)	78		83	
OUTROS				
Parafina ou cera	46	120	17	59
Sanitário (fraldas, absorvente, escovas de dentes)	13		17	
Aparelhos e eletrônicos	14		3	
Pilhas e baterias	2		0	
Embalagens de sucos e salgadinhos	2		7	
Outro (especificar)	43		15	
TOTAL		10435		6673

Todos os pontos apresentaram ocorrência de fragmento plástico, tanto no período chuvoso, quanto no período seco (Figura – 9). Sendo que, no inverno de 2012, foram coletados 9.128 fragmentos, e no verão de 2013, coletaram-se 5688 fragmentos.

Figura – 9: Contribuição percentual dos fragmentos na categoria plástico, entre os períodos chuvoso e seco, para cada um dos 24 pontos.



A primeira percepção gerada por este gráfico conota uma idéia de maior abundância dos fragmentos plásticos no período chuvoso, porém, ao compararmos estes dados com o período seco, estatisticamente, através do teste de Kruskal-Wallis, constatamos que não houve uma diferença significativa entre ambos períodos ($p > 0,05$).

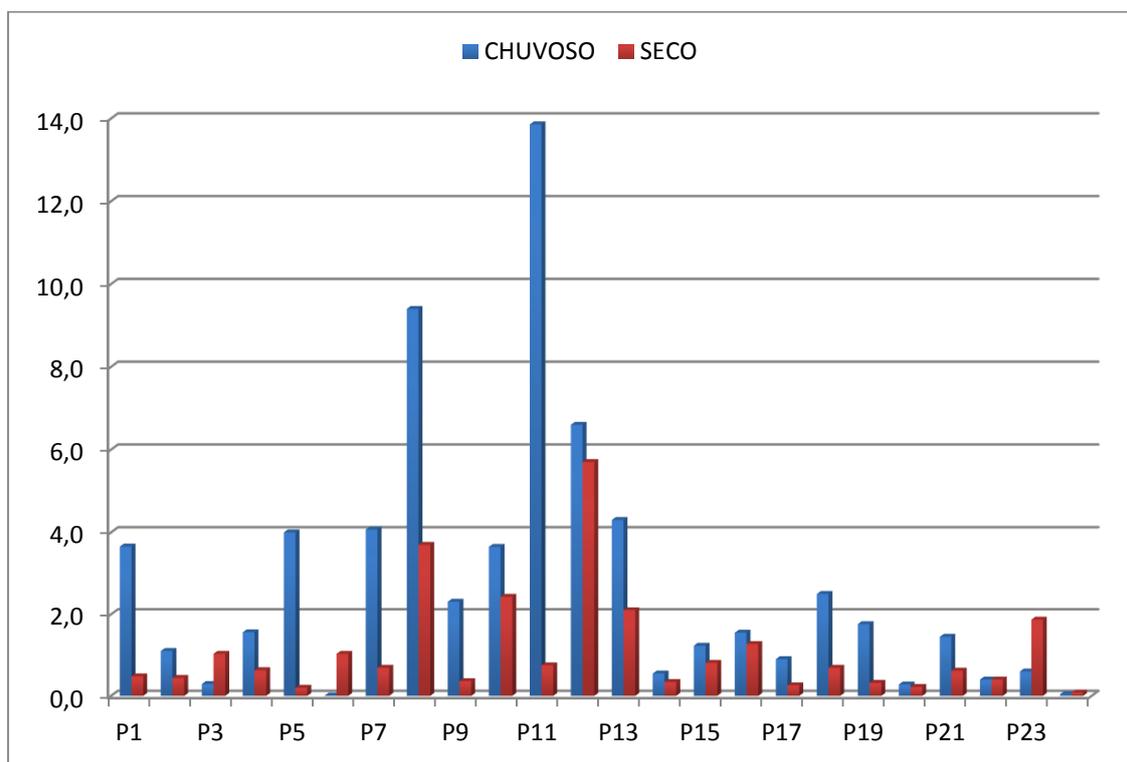
A média de fragmentos plásticos coletados no período chuvoso foi de 185 itens, sendo que o ponto P11 – Pituba apresentou maior abundância, com 970 fragmentos, sendo seguido por P7 – Paciência, com 529 e P16 – Clube do Bahia, com 464, porém apesar dos elevados valores encontrados para esses pontos, somente o P11 – Pituba teve densidade elevada, com 13,9 frag./m²,

seguido por P8 – Rio Vermelho, com 9,4 frag./m² e P12 – Jardim dos Namorados, com 6,6 frag./m².

Já no período seco, a média de fragmentos dos pontos foi menor, com 95 fragmentos, resultando em quase metade da média do período chuvoso, sendo os pontos de maior destaque: P10 – Amaralina, com 243 fragmentos, P7 – Paciência, com 237 e P16 – Clube do Bahia, com 191. Apesar da grande abundância, os pontos de maior densidade foram: P12 – Jardim dos Namorados, com 5,7 frag./m², seguido por P8 – Rio Vermelho, com 3,7 frag./m² e P10 – Amaralina 2,2 frag./m² (Figura – 10).

Diferente dos dados de abundância, a análise entre os dados de densidade para os períodos seco e chuvoso apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), mostrando que no inverno o acúmulo de fragmentos é maior.

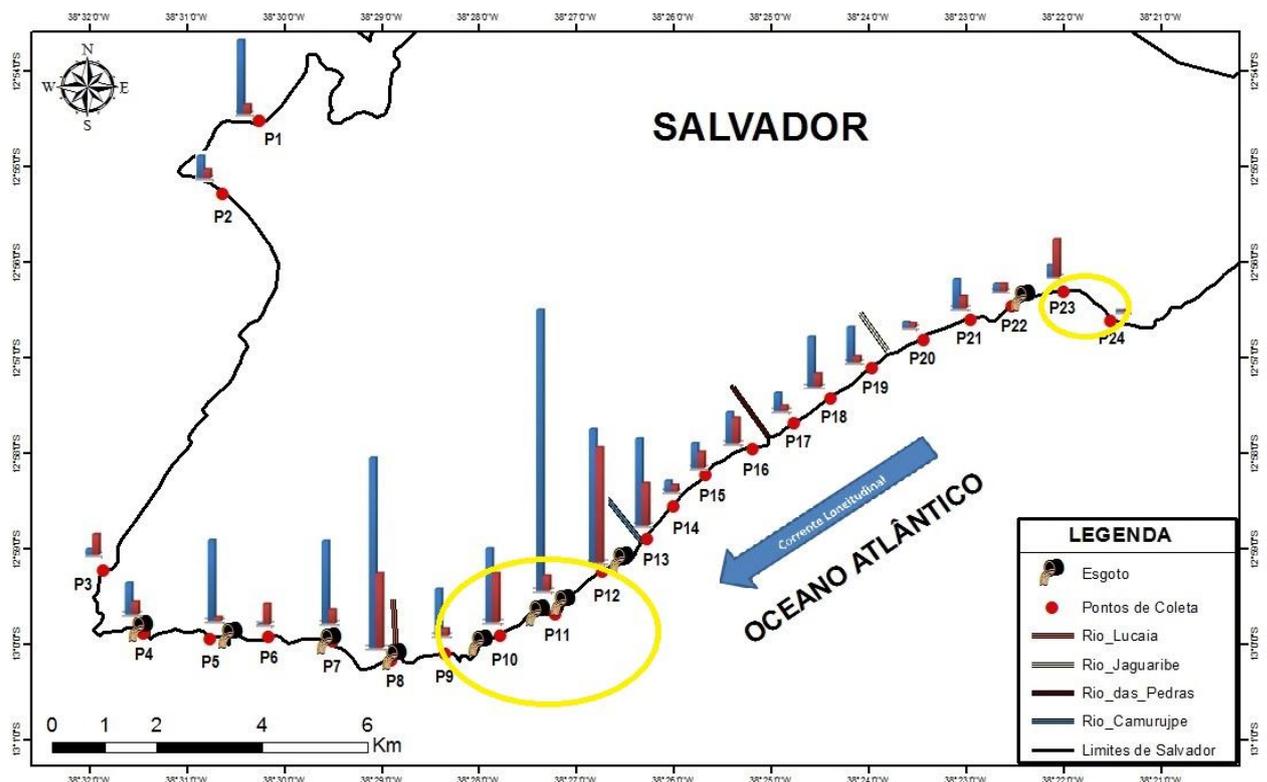
Figura – 10: Representação da densidade dos fragmentos plásticos, para cada ponto, no inverno e verão.



Através da distribuição dos dados de densidade, ao longo da linha de costa da área de estudo, representados na figura acima, foi possível elaborar um mapa (Figura – 11) que correlaciona a densidade dos fragmentos (seco e chuvoso), com os principais pontos de descargas de efluentes e afluentes,

além da presença de Zonas de Convergência de ondas – ZCO's, identificados por BITTENCOURT et al., (2005).

Figura – 11: Mapa representando a relação entre as densidades dos fragmentos plásticos e a presença de drenagens urbanas, afluentes, deriva continental e sobreposições das ZCO's geradas por 3 frentes de ondas distintas (S, SE e SSE) – círculos amarelos – no inverno (barra azul) e verão (barra vermelha).



Analisando os dados apresentados neste mapa, é possível observar, de modo geral, que no inverno existe um gradiente de concentração de fragmentos que cresce acompanhando o sentido da corrente longitudinal (seta azul). Essa corrente representa o sentido médio do transporte longitudinal responsável pelo carreamento do sedimento e provavelmente os fragmentos plásticos. A correlação não fica clara quando analisamos os dados pro verão.

Além do gradiente, é possível notar a existência de picos de concentração de fragmentos plásticos nas regiões próximas as saídas dos sistemas de drenagens urbanas (esgotos), representados no mapa pelos pontos, P1, P5, P7, P8, P10, P11 e P12. O aporte de lixo, através da descarga dos esgotos, acaba se tornando uma provável fonte de fragmentos plásticos

para estas regiões, uma vez que, os itens ali depositados sofrerão fragmentação em algum momento.

A presença dos sistemas de drenagem urbana podem explicar também as altas concentrações de fragmentos no inverno em comparação com o verão. Isso se deve a intensificação da drenagem urbana em resposta ao aumento do índice pluviométrico característico do inverno (período chuvoso).

Os pontos P4 e P22, apesar de estarem próximos de saídas de esgoto, não apresentaram taxas elevadas de acumulação de fragmentos. Talvez as extensões das calçadas, que avançam na linha de costa, dificultem a deposição dos fragmentos, uma vez que na maré alta as águas chegam a encostar nas calçadas permitindo assim uma lavagem mais eficiente dos sedimentos dessas regiões.

Com relação às elevadas concentrações de fragmentos plásticos observadas nas regiões que abrange os pontos P10 – Amaralina, P11 – Pituba, P12 – Jardim dos Namorados e P23 – Itapuã e P24 – Itapuã II, que é provavelmente uma resposta às zonas de convergência de ondas (ZCO's), existentes nessas regiões – representadas pelos círculos amarelos, no mapa – como é relatado por Fernandino (2014) que associa concentrações de “*pellets*” com a presença das ZCO's. Segundo o mesmo autor, essas ZCO's que são geradas pelas frentes de ondas de diferentes direções (SSE, SE e S), são capazes de lançar pequenas partículas em direção ao continente, favorecendo assim seu acúmulo na região do pós-praia.

Quando analisamos os dados de densidade obtidos nas campanhas, é possível notar uma concentração elevada dos fragmentos plásticos nas regiões onde existe uma sobreposição das ZCO's. Entretanto, essas zonas podem sofrer deslocamento fazendo com que as regiões de acúmulo de fragmentos se desloquem também, justificando dessa forma, as concentrações de fragmentos plásticos em pontos que em algum momento sofreram sobreposição de ZCO's (FERNANDINO, 2014). Isso pode explicar também a diferença de densidade encontrada entre os períodos chuvoso e seco, por conta da intensificação das ZCO's, através da maior influência dos ventos e precipitação característicos do período chuvoso.

Outro fator importante é tentar inferir as possíveis fontes do fragmento plástico, com o intuito de mitigar os efeitos deste poluente nas regiões costeiras (ARAUJO, 2003). Desta forma, tendo o lixo marinho 80% de plástico em sua

composição, é aceitável dizer que as possíveis fontes atribuídas a este possam ser também as dos fragmentos plásticos, uma vez que objetos plásticos maiores, decorrentes do lixo marinho, sofrem degradação originando os fragmentos (IVAR DO SUL, 2014). Isso foi observado na coleta, onde muitos objetos plásticos coletados, tais como copos descartáveis, canudos, sacolas e até mesmo fragmentos plásticos, apresentaram sinais de degradação através de mudanças no aspecto visual, como por exemplo, ressecamento, fissuras, descolamento e descoloração. Muitos desses objetos já estavam tão fragilizados que se fragmentavam no ato da coleta, se multiplicando em fragmentos cada vez menores (Figura – 12). Apesar de terem se quebrado no momento do manuseio, esses objetos foram contabilizados como sendo único item.

Figura – 12: Degradação de um fragmento de sacola plástica em frações menores.
Fonte: FERNANDINO, 2014.



Assim, foi elaborado um mapa (Figura – 13), utilizando-se dos dados apresentados no Anexo – 1, que exhibe as possíveis fontes para cada ponto. Sendo que, essas fontes foram inferidas tomando como base os itens de lixo marinho encontrados em cada transecto, correlacionando os mesmos com a presença de sistemas de drenagem urbana e desembocadura de rios

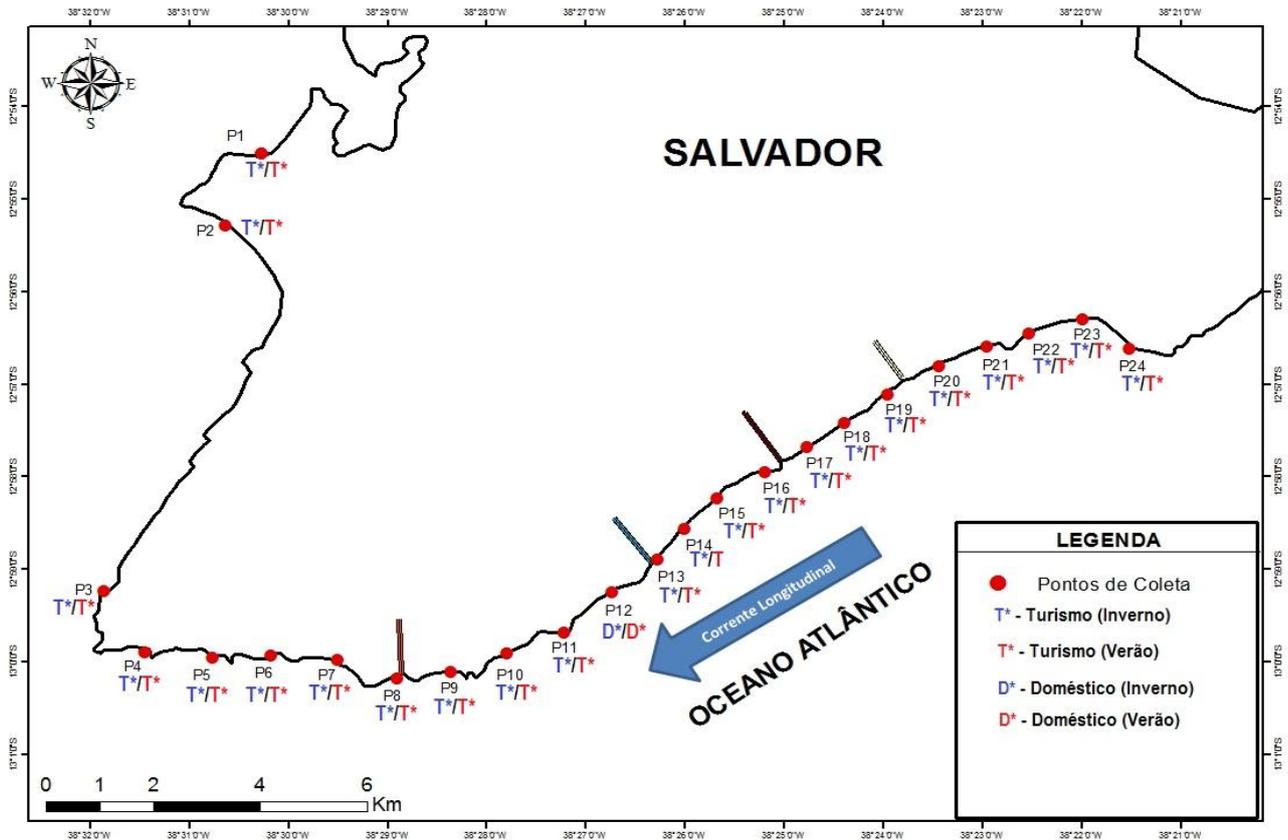
(Doméstico); barracas e atividades turísticas (Turismo/Recreação); atividades pesqueiras (Pesca); material hospitalar (Hospitalar); e materiais não identificados e fragmentos plásticos (Outros).

As análises dos resultados encontrados ao longo dos pontos revelaram que tanto no período chuvoso (inverno) quanto no período seco (verão) houve uma predominância na categoria “Outros”, com quase 100% dos pontos amostrados. Sendo esta a categoria composta por itens de fontes distintas, estando inseridos nela os fragmentos plásticos. Vale ressaltar que de todos os pontos, em ambos os períodos, apenas o P14 – Jardim de Allah apresentou a categoria “Turismo/Recreação” como sendo superior a categoria “Outras”, no verão.

Para que pudéssemos tentar correlacionar às fontes dos fragmentos plásticos com as possíveis fontes dos demais itens, utilizaram-se as categorias secundárias, uma vez que se soubermos a origem dos objetos maiores, é razoável inferir que as mesmas também sejam fontes para os fragmentos plásticos.

Dessa forma, não foi levada em consideração a categoria “Outros”, ocasionando assim, um resultado que perdurou a dominância da categoria “Turismo/Recreação” com mais de 90%, sendo seguido pela categoria “Doméstico”, com aproximadamente 8%. Esse padrão foi encontrado para os dois períodos, na maioria dos pontos, exceto o ponto P12 – Jardim dos Namorados, que apresentou a categoria “Doméstico” como sendo sua principal fonte, com relação aos dois períodos.

Figura – 13: Representação da classificação dos transectos com base nas suas possíveis fontes, para o inverno e verão.



Como a categoria secundária de maior representatividade encontrada foi “Turismo/recreação”, é aceitável inferir que esta atividade seja a provável fonte geradora de resíduos que dão origem aos fragmentos plásticos, uma vez que os principais itens relacionados a esta categoria foram de materiais plásticos. Contudo, uma vez que atividades turísticas são mais intensas no verão, os dados encontrados para as fontes revelam o oposto do esperado, já que os níveis de densidade de fragmentos plásticos mais significativos ocorreram no inverno.

O que pode justificar esse resultado é o arrefecimento da pluviosidade e a intensificação das atividades de limpeza das praias, durante o verão. Existindo até projetos com essa finalidade, como por exemplo, Praia Limpa (realizado por agentes da prefeitura e órgãos integrados - REVITA) e também o *Clean Up Day*, evento internacional que tem como intuito promover atividades ambientalistas de conservação, visando à melhoria do ambiente marinho.

7 CONCLUSÃO

Com as amostras coletadas durante as duas campanhas, período chuvoso (inverno) e período seco (verão), foi possível detectar variação sazonal, tanto para o lixo marinho, com 10.416 itens (inverno) e 6.673 itens (verão), quanto para os fragmentos plásticos, com 4.446 itens (inverno) e 2.302 (verão).

Todos os transectos coletados ao longo da orla soteropolitana apresentaram ocorrência de lixo marinho, totalizando 17.089 itens, sendo que a classe de material mais representativo foi o plástico, com mais de 80% de abundância, reforçando as informações alcançadas em trabalhos anteriores. Apesar de serem considerados como resíduos sólidos de difícil degradação, o plástico vem sofrendo fragmentação devido à exposição prolongada à radiação UV e abrasão física, geradas pela ação das ondas. Isso acaba refletindo no grande número de fragmentos encontrados nas amostras, representando mais de 45% do plástico total.

Visualmente foi possível observar diferenças entre os períodos chuvoso e seco, para os níveis de abundância e densidade dos fragmentos plástico, porém estatisticamente apenas o cálculo da densidade apresentou níveis significativos ($p < 0,05$), deste modo, com relação ao cálculo desta diferença, pode-se inferir que o cálculo de densidade pode ser considerado como uma medida de maior confiabilidade.

Foi possível atribuir também que, de modo geral, as concentrações elevadas de densidade de fragmentos plásticos estão diretamente relacionadas à presença de drenagens urbanas e Zonas de Convergência de Ondas (ZCO's). Onde, os pontos que mais estiveram próximos das saídas de drenagens de esgoto apresentaram altas taxas de acumulação de fragmentos plásticos.

Como foi visto, os resultados encontrados referentes à quantidade de resíduos, quando comparados com o inverno e verão, refletem o oposto do que seria esperado, uma vez que, constatou-se uma maior quantidade de lixo, no período chuvoso. Porém, como se sabe, durante o verão a frequência de pessoas na praia tem um índice muito mais elevado do que no período chuvoso, sendo assim, seria esperado que a quantidade de lixo depositado fosse maior no verão. De modo geral, sabe-se que as atividades de limpeza

nas praias são reduzidas durante o período chuvoso, o que leva a afirmarmos que essa diminuição acarreta diretamente no acúmulo de lixo nas praias.

O descarte inadequado de produtos plásticos gera uma série de impactos ambientais que, a longo prazo, tendem a ser ainda maior. Dessa forma é importante a elaboração de um plano de manejo de descarte desses materiais, buscando assim, mitigar os impactos ambientais. Onde a criação de trabalhos de educação ambiental precisam ser realizados, de forma a tentar amenizar essa situação. Aliado a esses trabalhos de educação ambiental em prol do não descarte de lixo nas praias, outras medidas também devem ser tomadas, como por exemplo, a instalação de lixeiras de fácil acesso nas praias, a fiscalização do tratamento dos sistemas de drenagens urbanas e a punição, rigorosa para o não cumprimento dessas medidas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, O.F.S.; CERQUEIRA, W.R.P. **Echinodermata das Praias de Salvador (Bahia, Brasil)**. Rev. Bras. Zool, vol.17, nº 2, p.543-553, 2000.

ANDRADE-NETO, G.F. **Análise quali-quantitativa de lixo de praia com aplicação do clean-coast index em uma praia do litoral centro-sul do Estado de São Paulo, Brasil**. Centro universitário Monte Serrat, 67p. 2010.

ARAUJO, M.C.B. **Resíduos sólidos em praias do litoral Sul de Pernambuco: Origens e Consequências**. Programa de pós-graduação em Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 136p. 2003.

BACKHURST, M.K.; COLE, R.G. **Subtidal benthic marine litter at Kawau Island, north-eastern New Zeland**. Journal of Environmental Management, v. 60, p. 227 – 237, 2000.

Barnes D.K.A.; **Invasions by marine life on plastic debris**. Nature 416:808–809. 2002.

BARNES, D.K.A; GALGANI, F; THOMPSON, R.C., B, M; **Environmental accumulation**. Phil. Trans. R. Soc. 364p, 2009.

BATISTA NETO, J.A.; WALLNER-KERSANACH, M; PATCHINEELAM, S.M. **Livro Poluição Marinha**, Editora Interciência Ltda.Cap.5, 309 – 334p.,2008.

Bittencourt, A.C.S.P., 1975, Sedimentação recente na costa atlântica de Salvador, Revista Brasileira de Geociências, Vol. 5.

BELARMINO, PEDRO HENRIQUE P.; SILVA, SARAH MARIANA DA; RUFENER, MARIE-CHRISTINE; ARAÚJO, MARIA CHRISTINA B. DE. **Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos**. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-451_Belarmino.pdf. Journal of Integrated Coastal Zone Management.

BOSCARO, M.E; FRANCHETTI, S.M.M. Foto/Termodegradação da Blenda de PP/PHBV exposta à luz solar e Luz UV artificial. 12° **Congresso Brasileiro de Polímeros (12°CBPol)**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP – Piracicaba-SP. 2º Departamento de Microbiologia e Bioquímica – UNESP – Rio Claro-SP. 4p, 2013.

Cangemi, J.M.; dos Santos A.M.; Neto S.C. **Biodegradação: Uma Alternativa para Minimizar os Impactos Decorrentes dos Resíduos Plásticos**.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA N° 22, NOVEMBRO 2005. Biodegradação na redução de resíduos plásticos. 17-21p. 2005.

CARVALHO, M.P. **Fatores meteorológicos, oceanográficos, morfodinâmicos, geológicos e urbanos relacionados à incidência de afogamentos nas praias da costa atlântica de Salvador.** 167f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências - Curso de pós-graduação em geologia. 2002.

CORCORAN, P.L; BIESINGER, M.C; GRIFI, M. Plastics and beaches: A degrading relationship. **Marine pollution Bulletin.** 2009. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/marpolbul> Acesso em 10 de out. 2014.

COSTA, M.F et al. Microplastics on the Strandline: Snapshot of a Brazilian Beach. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2008; I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO.** Fortaleza (CE), 3p., 2008.

DERRAIK, J.G.B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin.** Ecology and Health Research Centre, Department of Public Health, Wellington School of Medicine and Health Sciences, University of Otago, Wellington, New Zealand, 11p., 2002.

FERNANDINO, G.F.A.N. Análise quali-quantitativa de poluição por plástico na praia de Itaquitanduva-SP, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 2, Universidade Federal da Bahia. 4p., 2012

FERNANDINO, G.F.A.N. **Ocorrência, distribuição e grau de poluição por pellets, lixo de praia e lixo bentônico nas praias do município de Salvador, Bahia, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 101p., 2014.

GRIPPI, Sidney José da Silva. 2006. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para as**

prefeituras brasileiras. Rio de Janeiro: Interciência.

IBGE, Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/download/mapa_e_municipios.php?lang=&uf=ba> Acesso em 22 de out. 2014.

IVAR DO SUL, J.A. **Lixo Marinho na área de desova de tartarugas marinhas do Litoral Norte da Bahia: Consequências para o meio ambiente e moradores locais.** Departamento de Oceanografia Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 62p. 2005.

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* 54, 1087–1104. 2007.

IVAR DO SUL, J.A.; COSTA, M.F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental Pollution.** Journal homepage disponível em <www.elsevier.com/locate/envpol>. Acesso em 22 de outubro de 2014. 13p., 352 – 364, 2014.

LEITE, A.S; SANTOS, L.L.; COSTA, Y.; HAJE, V.; Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. **Marine Pollution Bulletin.** 5p., 242-247. 2014.

LIMA, G.H. de. **CARACTERIZAÇÃO E TAXA DE ENTRADA DE PELLETS PLÁSTICOS NA PRAIA DO TOMBO DO MUNICÍPIO DE GUARUJÁ – SP.** Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Projeto de Formatura I. 50p. 2012.

LYRIO, R. S. 1996. Modelo Sistêmico Integrado para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia. Salvador. 102p. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Geologia, Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia.

MAGALHÃES, S.E.F; ARAÚJO, M.C.B. Lixo marinho na praia de Tamandaré (PE–Brasil): Caracterização, análise das fontes e percepção dos usuários da praia sobre o problema. **Tropical Oceanography Online.** 2p., 2012.

MACHADO, A.A.; **Estudo da Contaminação por Resíduos Sólidos na Ilha do Arvoredo: Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC.** Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Oceanologia. CONECO – Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática. 50p. 2006.

MANZANO, A.B. **Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil.** Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 124p. 2009.

MARTIN, L. et al. 1980. Texto Explicativo para o Mapa do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia, escala 1;250.000 CPM/SME, Salvador Bahia.

MOORE, S.L.; ALLEN, M.J. Distribution of anthropogenic and natural debris on the mainland shelf of the Southern California Bight. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 1, p. 83 – 88. 2000.

NETO, J.A.B; Resíduos sólidos em ambiente praias (Porto da Barra – Salvador, Bahia) – Subsídio para práticas de sensibilização na escola. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Católica do Salvador. 125p. 2009.

NETO, J.A.B; FONSECA, E.M. Variação sazonal, espacial e composicional de lixo ao longo das praias da margem oriental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) no período de 1999-2008. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 11(1):31-39 (2011). *Journal of Integrated Coastal Zone Management* 11(1):31-39 (2011).

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

PAOLI, M.A. **Degradação e estabilização de polímeros.** 2ª versão on-line (revisada). Editado por João Carlos de Andrade. 228p., , 2008.

SANTANA NETO, S. P.; SOUZA FILHO, J. R.; RIBEIRO, C. L.; GAMA, M. A.; SILVA, I. R. **COMPOSIÇÃO DO LIXO MARINHO NA PRAIA DO GUAIBIM, LITORAL SUL DO ESTADO DA BAHIA.** XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – XIV COLACMAR Balneário Camboriú (SC / Brasil). Associação Latino-Americana de Investigadores em Ciências do Mar – ALICMAR. AOCEANO – Associação Brasileira de Oceanografia. 2011.

SANTOS, I.R. et al. Geração de resíduos sólidos pelos usuários da praia do Cassino, RS, Brasil. **Gerenciamento Costeiro Integrado.** ECO-PALMAR Sociedade de Proteção Ambiental de Santa Vitória do Palmar. 2002.

SHAH, A.A; HASAN, F; Hameed, A; AHMED, S. **Biological degradation of plastics: A comprehensive review.** Department of Microbiology, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan. *Biotechnology Advances* 26 246–265. 2008.

FILHO, M.D.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAUJO, M.C. B; SILVA, A.C.M. Avaliação da Percepção Pública na Contaminação por Lixo Marinho de acordo com o Perfil do Usuário: Estudo de Caso em uma Praia Urbana no Nordeste do Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 11(1):49-55 (2011); *Journal of Integrated Coastal Zone Management* 11(1):49-55 (2011).

SANCHEZ, E.M.S.; FELISBERTI, M.I.; COSTA, C.A. R.; GALEMBECK F. **Avaliação da Degradação Térmica e Fotooxidativa do ABS para Fins de Reciclagem.** Faculdade de Química, CEATEC, PUC – Campinas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 13, nº 3, p. 166-172. 2003.

SOBRAL, P.; FRIAS, J.; e MARTINS, J. **Microplástico nos Oceanos – Um problema sem fim à vida.** IMAR FCTUNL – Instituto do Mar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Departamento de Biologia Animal e Centro de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, Lisboa, Portugal, 13p. 2011.

TEUTEN, E.L. et al. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Phil.Trans. R. Soc.* (**colocar a quantidade de páginas**), 2009.

TOURINHO, P.S. **Ingestão de resíduos sólidos por juvenis de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) na costa do Rio Grande do Sul, Brasil.** Monografia para graduação em Oceanografia. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 44p, 2007.

VIANA, H.; ANTUNES, A. **Degradação de Polímeros e Corrosão.** Centro Universitário Santo André – FSA. Disponível em: <http://www3.fsa.br/materiais/deg_intro.pdf> Acesso em: 13 de nov. 2014.

ZANELLA, T.V. **Poluição marinha por plásticos e o direito internacional do ambiente.** *Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa*. Ano 2 (2013), nº 12, 14473-14500 / <http://www.idb-fdul.com/> ISSN: 2182-7567.

ANEXO I

PONTOS DE COLETA	TURISMO/ RECREAÇÃO (%)		PESCA (%)		DOMÉSTICA (%)		HOSPITALAR (%)		OUTRAS (%)	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
P01 - Ribeira	24,26	47,67	0,26	0	0,39	0,26	0,51	0	74,58	52,07
P02 - Boa Viagem	21,19	44	1,32	0	0,99	0,44	0	0,44	76,49	55,11
P03 - Porto da Barra	43,44	13,25	0	0,32	0	0,63	0	0	56,56	85,8
P04 - Barra	26,82	44,73	0	0,59	4,28	7,81	0,46	0	68,44	46,88
P05 - Othon	1,9	7,69	0	0	1,27	15,38	0	0	96,83	76,92
P06 - Ondina	30,66	17,7	2,92	2,87	21,17	8,13	0,73	0	44,53	71,29
P07 - Paciência	23,31	27,09	0,37	0	10,05	10,76	0,18	0,2	66,09	61,95
P08 - Rio Vermelho	16,47	19,79	0,17	0	7,82	12,83	0,25	0	75,29	67,38
P09 - Quartel Amaralina	28,94	28,16	0,31	0	11,64	12,97	0,77	0,63	58,35	58,23
P10 - Amaralina	27,2	29,22	0,2	0,15	16,77	7,46	0,2	0,15	55,62	63,01
P11 - Pituba	22,07	38,41	0,38	1,09	13,63	10,87	0,43	0,72	63,49	48,91
P12 - Jardim dos Namorados	7,14	13,83	0	0	8,93	22,34	0	0	83,93	63,83
P13 - Costa Azul	8,97	23,81	0	0	6,41	22,62	1,28	1,19	83,33	52,38
P14 - Jardim de Allah	24,31	43,53	0,55	0	9,39	16,67	0	0,2	65,75	39,61
P15 - Aeroclube	14,29	23,37	0	0,25	5,07	15,83	3,23	0	77,42	60,55
P16 - Boca do Rio	13,22	19,9	0	0	7,64	13,02	0	0	79,15	67,08
P17 - Corsário	18,65	39,46	0	0,68	6,22	9,52	0	0	75,13	50,34
P18 - Pituaçu	32,85	37,5	0	0	5,11	10,34	0,73	0	61,31	52,16
P19 - Patamares	15,41	32,18	0,33	0	4,59	8,05	0	0	79,67	59,77
P20 - Jaguaribe	28,92	31,54	2,41	0	6,02	0,77	0	0	62,65	67,69
P21 - Piatã	21,32	47,02	0	0	5,15	1,32	0	0	73,53	51,66
P22 - Piatã Duna	20	46,43	0	0	0	0	0	0	80	53,57
P23 - Itapuã	13,33	36,86	0	0	13,33	1,27	0	0	73,33	61,86
P24 - Farol de Itapuã	40,43	35,33	0	0	0	2	0	1,33	59,57	61,33