



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E GRAU DE
POLUIÇÃO POR *PELLETS*, LIXO DE PRAIA E
LIXO BENTÔNICO NAS PRAIAS DO MUNICÍPIO
DE SALVADOR, BAHIA, BRASIL**

GERSON FERNANDINO DE ANDRADE NETO

SALVADOR – BAHIA


2014

GERSON FERNANDINO DE ANDRADE NETO

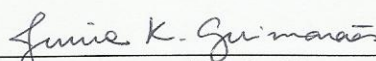
**“Ocorrência, distribuição e grau de poluição por pellets,
lixo de praia e lixo bentônico nas praias do município de
salvador, Bahia, Brasil”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar, em 15/01/2014.

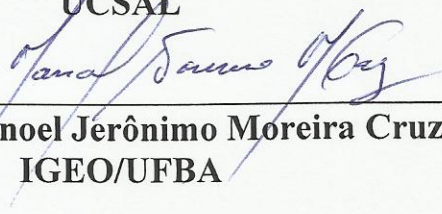
DISSERTAÇÃO APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Iracema Reimão Silva
Orientadora – UFBA



Profa. Dra. Junia Kecelenbogen Guimarães
UCSAL



Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz
IGEO/UFBA

Salvador – BA
2014

A553 Andrade Neto, Gerson Fernandino de
Ocorrência, distribuição e grau de poluição por *pellets*, lixo de praia
e lixo bentônico nas praias do município de Salvador, Bahia, Brasil / Gerson
Fernandino de Andrade Neto. - Salvador, 2014.

101f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Iracema Reimão Silva.
Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal da
Bahia, Instituto de Geociências, 2014.

1. Poluição marinha – Salvador (BA). 2. Gerenciamento costeiro – Política
governamental. 3. Ecologia costeira. 4. Dinâmica costeira. I. Silva, Iracema
Reimão. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 502.51:504.5

(813.8)

Elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências da UFBA.

AGRADECIMENTOS

- A Deus, pelos *insights* e pela proximidade em minha vida;
- À minha família, pelo constante apoio em todas as minhas decisões;
- À minha noiva, Carla, pelo amor, companheirismo, dedicação e valiosos conselhos, tanto pessoais quanto científicos e profissionais.
- À Prof^a. Dr^a. Iracema Reimão Silva pela confiança e orientação;
- Ao Prof. Dr. Abílio Bittencourt, pelas valiosas discussões e conselhos;
- Ao Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz, na pessoa de coordenador da Pós-graduação, pelo apoio e por acreditar em meu trabalho;
- Aos amigos Antônio Bomfim, Rodrigo Santos, Jacqueline Lopes , Manoel Vítor e José Rodrigues, pelo companheirismo e acolhimento;
- Ao amigo Thiago Britto, pela ajuda nos trabalhos de campo;
- Às várias pessoas que voluntariamente colaboraram com o trabalho;
- Ao pessoal do Laboratório de Plasma (Néia, Mônica, Christiane) pela gentileza em ceder o laboratório para triagem em preparo das amostras de lixo marinho;
- Ao pessoal do Laboratório do Grupo de Estudos de Foraminíferos, na pessoa da Prof^a. Simone Moraes, pela gentileza em ceder os equipamentos e instalações para peneiramento e triagem dos *pellets*;
- A todos aqueles que fizeram parte da minha trajetória durante esses dois anos de trabalho;
- Ao CNPq, pela bolsa concedida.

A José Jorge Cury (*In memoriam*).

RESUMO

O lixo pode ser encontrado nas praias de todo o mundo, porém, em concentrações mais altas nas proximidades de grandes centros urbanos como Salvador. O objetivo geral do presente estudo foi avaliar a ocorrência e distribuição de *pellets* plásticos e lixo de praia ao longo do litoral do município de Salvador, no estado da Bahia, e verificar a ocorrência de lixo bentônico em três praias do município. O grau de poluição por plástico foi determinado utilizando o *Clean-Coast Index* e o Índice de Poluição por *Pellets*, proposto no presente estudo com o intuito de classificar praias quanto sua poluição por *pellets*. Um total de 24 pontos foi amostrado, tanto no interior da Baía de Todos os Santos, quanto ao longo de toda a orla oceânica. Os resultados permitiram constatar que a orla de Salvador, como um todo, está poluída por *pellets* plásticos e lixo marinho, seja em maior ou menor grau. Mais de 85% de todo o lixo era composto por plástico, tanto no inverno quanto no verão, e as praias foram classificadas, em sua maioria, como “extremamente sujas”, mesmo havendo coleta pública de lixo nas praias do município, o que reflete a ineficácia dos métodos atuais de limpeza. Quanto aos *pellets*, a maioria das praias apresentou alto grau de poluição. As características urbanizadas da orla de Salvador não parecem favorecer a deposição a longo prazo de *pellets* e lixo marinho devido à ausência de pós-praia. A deriva litorânea efetiva não pareceu explicar a diferença da concentração dos *pellets* e lixo marinho nas praias, pois não houve um gradiente bem definido que permitisse tal interpretação. Entretanto, zonas de convergência de ondas parecem ter alguma influência no que diz respeito à tendência de acumulação em alguns locais, especialmente de *pellets*. O ambiente bentônico das praias estudadas apresentou poluição por resíduos sólidos, sendo suas principais fontes as atividades de turismo/recreação associadas às atividades locais de comércio. Tais fontes também foram responsáveis por parte do lixo encontrado nas praias. Essas informações poderiam auxiliar tentativas futuras de remoção do componente plástico antropogênico do sedimento das praias e demais ambientes marinhos.

Palavras-chave: poluição marinha, gerenciamento costeiro, dinâmica costeira

ABSTRACT

Marine litter can be found on beaches all over the world, however, it can be found in higher concentrations in areas closest to great urban centers such as Salvador. The general objective of the present study was to evaluate the occurrence and distribution of plastic pellets and beach litter along the coast of the municipality of Salvador, in the state of Bahia, and to verify the occurrence of benthic litter in three beaches of the municipality. The degree of pollution by plastic was determined through the Clean-Coast Index, and the Pellet Pollution Index, proposed in the present study with the objective to classify beaches according to their pollution degree by pellets. A total of 24 points were sampled, both inside the *Todos os Santos* Bay and along the oceanic coastline. Results allowed observing that the coastline of Salvador, as a whole, is polluted by plastic pellets and marine litter in a higher or lower degree. Over 85% of the sampled litter consisted of plastic, both during the winter and the summer, and the majority of beaches were classified as “extremely dirty”, even considering the fact that there is public cleaning activities in the municipality’s beaches, which reflects the ineffectiveness of the current beach cleaning methods. Regarding pellets, most of the beaches presented a high degree of pollution. The urbanized characteristics of the coastline of Salvador did not seem to favor long-term deposition of pellets and marine litter due to the lack of backshore. The effective longshore drift did not seem to explain the difference in the concentration of pellets and marine litter on beaches because there was no well defined gradient which would allow such interpretation. However, wave convergence zones seem to have some influence regarding accumulation tendencies in some areas, especially of pellets. The benthic environment of the studied beaches was polluted by solid waste, and their main sources were tourism/recreation activities associated with local commerce activities. Such sources were also responsible for part of the beach litter. This information should aid future attempts of removing the plastic anthropogenic component of the sediment of beaches and marine environments.

Keywords: marine pollution, coastal management, coastal dynamics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Pellets</i> plásticos coletados da linha de detritos de uma praia de Salvador, BA.....	2
Figura 2 - <i>Pellets</i> plásticos e flutuadores da macroalga sargaço (<i>Sargassum</i> sp.) em uma praia de Salvador	6
Figura 1: Fragmentos plásticos e pellet encontrados no conteúdo estomacal de peixe do oceano Pacífico. (Fonte: Zan Dubin Scott, 5 Gyres).	7
Figura 2: Exemplo de organismos (lepas) incrustados em uma garrafa de vidro encontrada em uma praia do litoral baiano.....	8
Figura 3: Ilustração exemplificando os processos de bioacumulação e biomagnificação. (Fonte: Lakes of Missouri Volunteer Program em www.lmvp.org/Waterline).....	9
Figura 4: Linhas de detritos formadas em maré vazante. Em destaque, <i>pellets</i> acumulados em meio aos detritos.....	12
Figura 5: Localização da área de estudo e dos pontos amostrais.....	17
Figura 6: Diferentes vias de entrada de lixo marinho para o ambiente marinho costeiro de Salvador.....	18
Figura 7: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de leste (N90°) na costa de Salvador para altura de onda de 1 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).....	21
Figura 8: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de nordeste (N45°) na costa de Salvador para altura de onda de 1 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).....	22
Figura 9: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sudeste (135°) na costa de Salvador para altura de onda de 1,5 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).....	23
Figura 10: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sudeste (N135°) na costa de Salvador para altura de onda de 2 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).....	24
Figura 11: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sul-	24

sudeste (N157,5°) na costa de Salvador para alturas de ondas de 1,5 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).....	
Figura 12: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sul (N180°) na costa de Salvador para alturas de onda de 1,5 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).....	26
Figura 13: Pontos amostrais distribuídos ao longo da costa de Salvador	30
Figura 14: Detalhe da amostragem de <i>pellets</i> utilizando <i>quadrat</i> (1,0 x 1,0 x 0,05 m) e balde para flotação.....	31
Figura 15: Esquema da área amostral em uma praia com obstáculo antrópico. Os triângulos representam itens de lixo.....	32
Figura 16: Peneira sedimentológica, <i>pellets</i> retidos em malha de 2 mm em meio a outros detritos, e <i>pellets</i> separados para contagem e armazenamento.....	33
Figura 17: Localização da área de estudo e dos pontos amostrais para lixo bentônico.....	38
Figura 18: Esquematização da metodologia de transecto empregada na amostragem de lixo bentônico.....	39
Figura 19: Distribuição de <i>pellets</i> ao longo da costa de Salvador e na Baía de Todos os Santos durante o inverno de 2012 (em azul) e o verão de 2013 (em grená) e localização de desembocaduras de drenagens pluviais e efluentes .O sentido da corrente longitudinal está indicado pela seta azul.....	44
Figura 22: Sobreposição das zonas de convergência de ondas geradas por frentes de ondas de S (N 180°), SSE (157,5°) e SE (135°) na orla de Salvador. Note a relação entre as sobreposições das diferentes zonas e a distribuição dos <i>pellets</i> amostrados.....	49
Figura 23: <i>Pellets</i> plásticos depositados sobre o calçadão da Praia de Amaralina após evento de tempestade durante o inverno de 2012.....	50
Figura 24: Localização (em vermelho) e detalhes do P04 (Barra).....	52
Figura 25: Localização (em vermelho) e detalhes do P11 (Pituba).....	53
Figura 26: Localização (em vermelho) e detalhes do P12 (Jardim dos Namorados).....	54
Figura 27:Localização (em vermelho) e detalhes do P16 (Boca do Rio).....	55

Figura 28:Localização (em vermelho) e detalhes do P18 (Pituaçu).....	56
Figura 29: Porcentagem total de ocorrência de itens de lixo nas praias de Salvador durante o inverno de 2012.....	60
Figura 30:Porcentagem total de ocorrência de itens de lixo nas praias de Salvador durante o verão de 2013.....	60
Figura 31: Abundância de itens plásticos em relação aos demais itens das amostras coletadas durante o inverno de 2012.....	61
Figura 32: Abundância de itens plásticos em relação aos demais itens das amostras coletadas durante o verão de 2013.....	62
Figura 33: Porcentagem de plástico e demais classes em cada ponto amostrado durante o inverno de 2012.....	63
Figura 34: Porcentagem de plástico e demais classes em cada ponto amostrado durante o verão de 2013.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação numérica e utilizando o IPP quanto ao grau de poluição de uma praia arenosa por <i>pellets</i> plásticos.....	37
Tabela 2: Abundância de <i>pellets</i> amostrados na orla de Salvador durante o inverno de 2012 e o verão de 2013. Os três pontos com as maiores concentrações, tanto no inverno quanto no verão, estão destacados em negrito.....	43
Tabela 3: Classificação segundo o Índice de Poluição por <i>Pellets</i> - IPP dos pontos amostrados no período do inverno de 2012 na orla de Salvador – BA com destaque para as três maiores concentrações encontradas e suas respectivas classificações. Os pontos marcados com asterisco (*) indicam que apenas um quadrat foi realizado, pois a linha de deixa sobrepunha o pós-praia.....	46
Tabela 4: Classificação segundo o Índice de Poluição por <i>Pellets</i> - IPP dos pontos amostrados no período do verão de 2013 na orla de Salvador – BA com destaque para as três maiores concentrações encontradas e suas respectivas classificações. Os pontos marcados com asterisco (*) indicam que apenas um quadrat foi realizado, pois a linha de deixa sobrepunha o pós-praia.....	47
Tabela 5: Total de itens, área e densidade de itens em cada ponto amostral durante o inverno de 2012. Em negrito estão destacadas os maiores valores.....	58
Tabela 6: Total de itens, área e densidade de itens em cada ponto amostral durante o verão de 2013. Em negrito estão destacados os maiores valores.....	59
Tabela 7: Densidade de itens, densidade de plástico, valor do <i>Clean-Coast Index</i> - CCI e classificação de cada ponto amostral de acordo com seu grau de poluição por plástico durante o inverno de 2012.....	65
Tabela 8: Densidade de itens, densidade de plástico, valor do <i>Clean-Coast Index</i> - CCI e classificação de cada ponto amostral de acordo com seu grau de poluição por plástico durante o verão de 2013.....	66
Tabela 9: Porcentagem das principais fontes de lixo marinho para as	

praias de Salvador para cada ponto amostrado durante o inverno de 2012. Em destaque os maiores valores desconsiderando a categoria “outras”, representada, principalmente, por fragmentos plásticos.....	68
Tabela 10: Porcentagem das principais fontes de lixo marinho para as praias de Salvador para cada ponto amostrado durante o verão de 2013. Em destaque os maiores valores desconsiderando a categoria “outras”, representada, principalmente, por fragmentos plásticos.....	69
Tabela 11: Fases da lua, maré, amplitude de maré e quantidade de itens coletados em cada ponto nos dias amostrados.....	72
Tabela 12: Médias e desvios-padrão dos pontos amostrados.....	72
Tabela 13: Abundância e porcentagem de lixo marinho no ponto Porto da Barra.....	73
Tabela 14: Abundância e porcentagem de lixo marinho no ponto Hospital Espanhol.....	74
Tabela 15: Abundância e porcentagem de lixo marinho no ponto Farol da Barra.....	74
Tabela 16: Densidade de itens e classificação dos pontos amostrados de acordo com seu grau de poluição por resíduos sólidos.....	75

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
DEDICATÓRIA.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
CAPÍTULO I:	
INTRODUÇÃO.....	1
1 Efeitos e Relações entre Lixo Marinho, <i>Pellets</i> e Biota.....	5
2 Efeitos dos Agentes Físicos no Lixo Marinho e <i>Pellets</i> e seu Papel como Poluição Química.....	8
3 Distribuição do Lixo Marinho e <i>Pellets</i> nos Diferentes Ambientes Marinhos e Costeiros.....	10
4 Lixo Marinho no Brasil.....	13
5 Objetivos.....	15
CAPÍTULO II: ÁREA DE ESTUDO.....	16
1 Aspectos Fisiográficos.....	17
1.1 Orla Oceânica.....	17
1.2 Baía de Todos os Santos.....	18
2 Clima de Ondas.....	18
3 Transporte Litorâneo de Sedimentos.....	24
CAPÍTULO III: MATERIAL E MÉTODOS.....	27
1 <i>Pellets</i> Plásticos e Lixo de Praia.....	27

1.1 Coletas.....	27
1.2 Fase Laboratorial.....	30
1.3 Análise de Dados.....	32
1.3.1 Índice de Poluição por <i>Pellets</i>	33
2 Lixo Bentônico.....	35
2.1 Coletas.....	35
2.2 Fase Laboratorial.....	38
2.3 Análise de Dados.....	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
1 <i>Pellets</i> Plásticos.....	40
1.1 <i>Pellets</i> Plásticos e Zonas de Convergência de Ondas.....	46
2 Lixo de Praia.....	58
3 Lixo Bentônico.....	72
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES.....	77
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE A.....	92
APÊNDICE B.....	94

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

O lixo pode ser encontrado nas praias de todo o mundo, tendo sua origem local ou remota (fonte terrestre) ou tendo sido trazido pelo mar (fonte marinha), sendo transportado por diversos meios e agentes até, eventualmente, ser depositado na faixa de areia, estuários ou no fundo do mar que, segundo Spengler e Costa (2008), são locais preferenciais de acúmulo de lixo marinho. Apesar de presente nos mares em todo o mundo, o lixo marinho pode ser encontrado em concentrações mais altas nas proximidades de grandes centros urbanos (MOORE; ALLEN, 2000), que parecem ser determinantes para sua ocorrência, influenciando na concentração desse tipo de poluição em suas imediações (BACKHURST; COLE, 2000).

Mais de 80% de todo o lixo encontrado no ambiente marinho é formado por plásticos e aproximadamente 85% é oriundo de fontes terrestres (CHESHIRE *et al.*, 2009). Apesar de serem menos densos e tenderem a flutuar, os itens plásticos podem vir a se depositar no fundo quando incrustados por organismos sésseis ou quando acumulam areia ou outros detritos (GOLDBERG, 1994; LEE *et al.*, 2006).

Um componente importante na composição do lixo marinho são os chamados *pellets* plásticos ou *nibs*, que são esférulas de resinas plásticas que alimentam a produção de produtos plásticos e que são transportados para locais de manufatura onde são refundidos e moldados em uma ampla variedade de produtos finais (OGATA *et al.*, 2009). Seu tamanho e forma variam, podendo apresentar diâmetro entre 2 e 5 mm e formatos geralmente esféricos, ovóides, discóides ou cilíndricos, a depender de seu propósito final (EPA, 1993; OGATA *et al.*, 2009). A Figura 1 ilustra alguns exemplares de *pellets* recolhidos na linha de detritos de uma praia no município de Salvador, BA.



Figura 1: *Pellets* plásticos coletados da linha de detritos de uma praia de Salvador, BA.

Os *pellets* podem ser translúcidos ou apresentar colorações diversas como branco ou amarelado de acordo com sua composição química, mas também podem ser encontrados nas cores preta, vermelho, azul, entre outras, quando adicionados corantes em sua fabricação (EPA, 1993). Além de modificar a coloração das esférulas, compostos adicionados a elas podem alterar sua forma e propriedades físicas como dureza e resistência térmica. Sua constituição química é muito diversificada, mas polietileno (PE), polipropileno (PP) e poliestirenos (PS) são os tipos mais comuns de resinas utilizados em sua confecção (EPA, 1993). Os diferentes materiais, processos de fabricação e aditivos químicos podem interferir na densidade desses grânulos que, de modo geral, é baixa em relação à densidade da água, o que faz com que eles tendam a ficar suspensos na coluna d'água. A densidade do PE, por exemplo, varia de 0,09 a 0,99 g cm⁻³, enquanto a do PS pode variar de < 0,05 a 1,00 g cm⁻³ (BROWNE *et al.*, 2010), portanto menores que a densidade média da água do mar que gira em torno de 1,025 g cm⁻³.

Estima-se que a produção de plástico no mundo – e o conseqüente transporte de *pellets* – aumenta cerca de 8% por ano e é esperado que, da mesma forma, mais *pellets* atinjam o ambiente marinho (OGATA *et al.*, 2009). Tal fato pode ser esperado uma vez que mais dessas esférulas têm sido transportadas para as diversas fábricas onde serão posteriormente processadas e, dessa forma, têm maior chance de atingirem o ambiente marinho tanto de forma acidental, quanto deliberadamente lançados no meio.

Considerando as possíveis origens anteriormente citadas para o lixo marinho, destacam-se para as fontes terrestres a entrada por meio de efluentes ou alijamento ilegal/irregular, e para as fontes marinhas por meio de atividades de pesca e transporte de pessoas e mercadorias. Alguns usos da zona costeira implicam em ameaças ao ecossistema marinho e são, de maneira geral, fontes de lixo marinho. Os *pellets*, por sua vez, podem ser liberados no ambiente de forma não intencional durante sua produção, durante seu transporte (derramamentos de caminhões, vagões de trens e navios) ou utilização (para amortecer cargas transportadas por navios, ou em processos industriais através de tubulações de efluentes) ou podem ser diretamente lançados no ambiente marinho ou ser carreados para lá através de escoamento superficial e rios que, eventualmente, os levam para o oceano (EPA, 1993; OGATA *et al.*, 2009). Rejeitos de atividades como lavagem de porões de navios, operações em plataformas petrolíferas e despejos de resíduos de barcaças, além de acidentes com navios cargueiros, também são considerados fontes de entrada de *pellets* nos oceanos.

De modo geral, do ponto de vista do aporte de *pellets* para o sistema praias, o mar pode ser considerado a principal fonte. Quando atingem o mar, os *pellets* podem flutuar, afundar e se depositar no fundo, ou encalhar nas praias (COSTA *et al.*, 2010). Mas de modo geral, em função de sua baixa densidade e consequente flutuação positiva, tendem a flutuar na superfície do mar e vir, eventualmente, a se encalhar nas praias arenosas ou em manguezais. Uma vez encalhados podem ser remobilizados e redistribuídos pela ação do vento e correntes costeiras e ondas que incidem no local, podendo apresentar gradiente de concentração à medida que as esférulas se depositam ao longo do sentido do transporte longitudinal.

O mesmo se aplica para os demais componentes do lixo marinho. Seu tamanho e densidade podem determinar sua posição na coluna d'água e, assim, influenciar como e o quão distante de sua origem ele será transportado (BROWNE *et al.*, 2010). Em ambos os casos, flutuando ou encalhado nas praias, os *pellets* e o lixo marinho podem ser ingeridos por organismos marinhos (COLABUONO *et al.*, 2009; PROVENCHER *et al.*, 2010; TOURINHO *et al.*, 2010; REBOLLEDO *et al.*, 2013; BUXTON *et al.*, 2013), causar a morte dos mesmos e/ou entrarem na teia trófica (FARRELL; NELSON, 2013), além de agirem como

dispersores de poluição química em decorrência de sua afinidade por diversos compostos presentes na água do mar (OGATA *et al.*, 2009).

Ao lixo marinho é atribuída a denominação de lixo bentônico quando o mesmo atinge o fundo marinho. Desde a década de 1970, cientistas têm se deparado com a presença de lixo no fundo marinho de regiões costeiras e oceânicas, especialmente através de amostragens oportunistas, nas quais o lixo era recolhido utilizando-se redes de arrasto de fundo na amostragem de organismos (JEWETT, 1976; FEDER *et al.*, 1978; HARMS, 1990; GALGANI *et al.*, 1995; MOORE; ALLEN, 2000). Itens mais densos como metal e vidro tendem a se depositar no fundo. Além deles, os plásticos, que compõem a maior parte do lixo encontrado no ambiente marinho como um todo, podem vir a se depositar no fundo.

De acordo com Spengler e Costa (2008) a origem do lixo bentônico marinho aparenta ser mais frequentemente marinha, oriundo de atividades pesqueiras e de navegação. Galgani *et al.* (1995) afirmaram que a distribuição de lixo está sujeita a padrões de circulação hidrodinâmica e que a presença de obstáculos no fundo retêm e acumulam objetos. Observa-se uma carência na literatura de estudos que tratam dos efeitos do lixo nos ecossistemas bentônicos e em seus organismos (HESS *et al.*, 1999; MOORE; ALLEN, 2000). Tal fato pode ser explicado devido à dificuldade operacional que geralmente envolve amostragens bentônicas e o menor apelo atrelado a esse tipo de poluição, pois geralmente não é visto pela população, ao contrário do lixo de praia, causando uma falsa impressão do status da saúde do ambiente daquele local.

No caso do município de Salvador, a presença de uma grande variedade de estruturas e ecossistemas bentônicos com substrato consolidado e grande densidade de invertebrados sésseis atraem pescadores artesanais e recreativos, que utilizam diversos petrechos e modalidades (linha e anzol, redes, tarrafa, arbalete), além de mergulhadores recreativos, por ser uma região de congregação de peixes e invertebrados, particularmente na região da Barra. Essas atividades, de modo geral, podem ser fontes locais de lixo através da perda de petrechos e resíduos gerados na praia (embalagens de alimentos e bebidas), por exemplo. Além desses, vendedores ambulantes e barracas de praia que comercializam alimentos e bebidas são constantes ao longo dessas praias, sendo importantes contribuidores para a geração de resíduos sólidos no local.

Outro fator que contribui para a entrada de lixo no ambiente marinho das praias de Salvador é a presença de tubulações de drenagem de água pluvial que, juntamente com a água, carregam resíduos descartados indevidamente nas ruas do município.

Santana Neto *et al.* (2011) avaliaram a percepção dos usuários da Praia do Porto da Barra com relação à presença de lixo marinho. De acordo com as entrevistas realizadas nesta praia, cerca de 85% dos usuários entrevistados consideraram a praia do Porto da Barra suja e indicaram a falta de consciência/educação e indisponibilidade de lixeiras como os principais fatores que contribuem para a presença de lixo nesta praia. Estes autores evidenciaram ainda a importância do tema para o município, já que a ocorrência de lixo pode afetar organismos marinhos e a economia de setores como o turismo e pesca, comprometendo a beleza cênica do local (PRUTER, 1987; SPENGLER; COSTA, 2008; SANTANA NETO *et al.*, 2011).

Além dessas atividades/usos que ocorrem ao longo de todo ano, eventos pontuais, como as festividades do Carnaval que no município de Salvador são de grandes proporções, e atraem milhares de pessoas, e a intensificação do uso das praias nos períodos de alta temporada (verão e feriados prolongados) exercem maior pressão no ambiente e ofertam maior quantidade de resíduos para o ambiente marinho e costeiro local.

Avaliar a quantidade, tipos, distribuição e fontes de lixo marinho, seja ele bentônico, flutuante ou de praia, é importante para o auxílio no desenvolvimento de estratégias de controle e mitigação do problema (SPENGLER; COSTA, 2008).

1 Efeitos e Relações entre Lixo Marinho, *Pellets* e Biota

A ocorrência de ingestão de *pellets* e pequenos fragmentos – meso e microplástico – afetam um número muito maior e uma maior diversidade de espécies quando comparado com o emaranhamento de vertebrados por lixo marinho em geral (COSTA *et al.*, 2010). A semelhança de *pellets* com flutuadores de sargaço, uma espécie de alga marinha, por exemplo, pode induzir aves e outros animais a ingerirem-los (BLIGHT; BURGER, 1997). A Figura 2 retrata essa semelhança em situação de ambiente natural.



Figura 2: *Pellets* plásticos e flutuadores da macroalga sargaço (*Sargassum* sp.) em uma praia de Salvador.

Na literatura, diversos são os relatos de ingestão de *pellets* e lixo marinho por aves (e.g. BLIGHT; BURGER, 1997; RYAN, 2008; COLABUONO *et al.*, 2009; TOURINHO *et al.*, 2010; YAMASHITA *et al.*, 2011; VAN FRANEKER *et al.*, 2011; COLABUONO, 2011; AVERY-GOMM *et al.*, 2012, BUXTON *et al.*, 2013), peixes (e.g. PROVENCHER *et al.*, 2010; MIRANDA, 2011) (Figura 3) e tartarugas marinhas (e.g. TOURINHO *et al.*, 2010). Além disso, pequenos fragmentos de plástico também foram recentemente observados em tratos intestinais de mamíferos (DENUNCIO *et al.*, 2011; REBOLLEDO *et al.*, 2013).



Figura 3: Fragmentos plásticos e pellet encontrados no conteúdo estomacal de peixe do oceano Pacífico. (Fonte: Zan Dubin Scott, 5 Gyres)

De acordo com Barnes (2002), a oferta atual de material flutuante tem aumentado em decorrência da grande quantidade de detritos antropogênicos no mar, o que favorece o transporte de espécies marinhas incrustantes. Esse tipo de material, composto principalmente por plástico, quando comparado com detritos naturais, como troncos de árvores, por exemplo, proporciona uma melhor e mais ampla distribuição dessas espécies através dos oceanos devido à sua maior durabilidade. Briozoários, mexilhões, poliquetas, hidroides e moluscos são comumente observados utilizando lixo flutuante como lar móvel (Figura 4).

No caso dos *pellets*, ovos de um inseto aquático do gênero *Halobates* foram encontrados depositados em sua superfície (MAJER *et al.*, 2012), demonstrando seu potencial de transporte e dispersão de organismos. Em alguns casos, organismos que são transportados através de lixo flutuante, podem vir a colonizar outros ambientes, sendo

caracterizados como espécies invasoras/alienígenas, causando efeitos deletérios nas populações nativas (BARNES, 2002).



Figura 4: Exemplo de organismos (lepas) incrustados em uma garrafa de vidro encontrada em uma praia do litoral baiano.

2 Efeitos dos Agentes Físicos no Lixo Marinho e *Pellets* e seu Papel como Poluição Química

Os *pellets* plásticos geralmente apresentam uma grande afinidade de se ligar a determinados compostos químicos. Devido ao fato de flutuarem, eles podem facilmente adsorver as substâncias químicas da microcamada enriquecida de contaminantes na superfície da água do mar (OGATA *et al.*, 2009). Essa flutuabilidade positiva também faz com que fiquem expostos à radiação solar, a microrganismos e à presença de oxigênio, tanto do ar quanto da água que são mais intensos na superfície do mar.

Poluentes orgânicos persistentes (POPs), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), bifenilos policlorados (PCBs), dentre outros tipos de poluentes, podem ser adsorvidos por essas esférulas. Quando ingeridos por organismos, passam a se acumular nos tecidos dos mesmos, caracterizando o processo de bioacumulação (OGATA *et al.*, 2009; YAMASHITA *et al.*, 2011). À medida que são transferidos aos níveis superiores da teia trófica, esses poluentes iniciam o processo de biomagnificação, (ENDO *et al.*, 2005; FRIAS *et al.*, 2010; KARAPANAGIOTI *et al.*, 2011) (Figura 5). Dessa forma, considerando que o ser humano atua como predador de topo de cadeia, ele se alimenta de organismos que

apresentam altas concentrações de poluentes em seus tecidos e, por consequência, esses poluentes serão incorporados por ele.

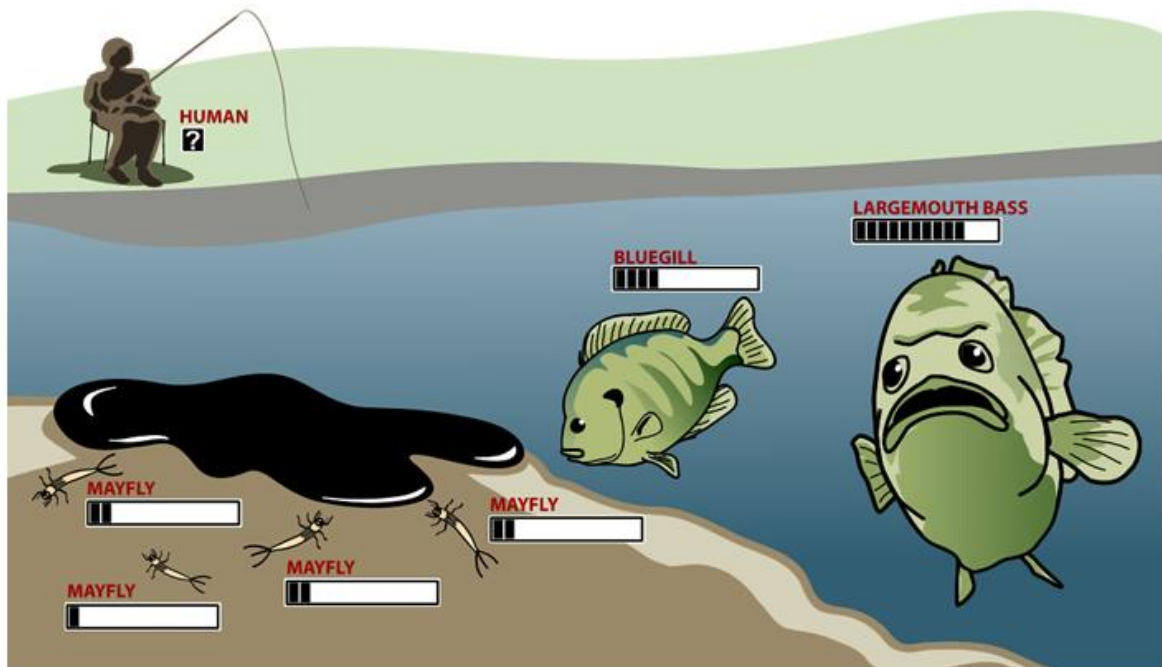


Figura 5: Ilustração exemplificando os processos de bioacumulação e biomagnificação. (Fonte: Lakes of Missouri Volunteer Program em www.lmvp.org/Waterline)

Um exemplo de transferência de compostos químicos adsorvidos em fragmentos plásticos para tecidos de animais foi reportado por Colabuono (2011), que encontrou *pellets* contendo PCBs no trato digestório de aves marinhas. Esse poluente também foi encontrado no tecido desses animais. Segundo dados obtidos pela mesma autora, a concentração desses compostos foi maior nos *pellets* que em outros fragmentos de plástico. Tal resultado indica a importância dessas esférulas como agentes poluidores.

Além desses poluentes, uma vez no ambiente marinho, os *pellets* podem se associar com metais como Fe, Al e Mn (ASHTON *et al.*, 2010). Além destes, Cr, Pb, Ni, Cd e Co também já foram reportados adsorvidos em *pellets* de PE virgens e encalhados em praias (HOLMES *et al.*, 2012). Segundo Fotopoulou e Karapangioti (2012), *pellets* que apresentam sinais de desgaste em sua superfície em decorrência do maior tempo no ambiente marinho e, portanto, maior tempo de exposição aos agentes físicos (radiação solar e energia das

ondas, por exemplo), apresentam maior afinidade por compostos químicos do que *pellets* virgens. Ainda de acordo com os autores, os três principais fatores que criam elementos dos grupos éster e cetona na superfície de *pellets* de PE são: irradiação de luz, oxidação térmica e biodegradação. Além disso, a superfície de *pellets* de PP encalhados nas praias não é tão áspera quanto a de PE encalhados, parecendo mais rachada que alterada. Esse aumento de rugosidade cria uma área superficial maior, o que poderia aumentar a adsorção de compostos químicos. Além disso, o desgaste da superfície tem o potencial de liberar fragmentos de dimensões microscópicas levando à poluição por microplástico que atinge níveis ainda mais complexos de contaminação e podem ser ingeridos por organismos ainda menores. Browne *et al.* (2008) relataram a transferência de nanopartículas de plástico que foram ingeridas por mexilhões e que passaram pelas paredes do sistema digestório para o circulatório desses animais.

3 Distribuição do Lixo Marinho e *Pellets* nos Diferentes Ambientes Marinhos e Costeiros

O lixo marinho – incluindo os *pellets* – pode ser transportado de acordo com o vento, maré e padrões de correntes, podendo se acumular temporária ou permanentemente nas praias, que podem ser consideradas como sumidouros de lixo (STORRIER *et al.*, 2007). Além destes, fatores como a topografia, atividades de tempestades, distância das fontes e extensão e intensidade do uso da praia podem controlar tipos e quantidades de materiais encontrados nas praias.

A corrente longitudinal – formada pela incidência de ondas em ângulo agudo na costa – associada ao transporte em zigue-zague de partículas sedimentares (*swash transport*) e ao vento são os principais responsáveis pela deriva litorânea de sedimentos, determinando o fluxo e o balanço sedimentar (MARTIN *et al.*, 1983; FONTOURA, 2004). Analogamente ao transporte de partículas de sedimento, essas correntes também podem atuar como veículo de dispersão longitudinal de poluentes e detritos, que podem vir a se depositar, a depender de fatores como sazonalidade, intensidade das correntes e densidade do material, em local distante de onde esses materiais se originaram. Devido à baixa densidade característica do

lixo plástico, esse tipo de transporte apresenta grande relevância no que tange à dispersão e deposição desse material.

No que diz respeito à deposição de plásticos ao longo da faixa de areia, Corcoran *et al.* (2009) afirmam que existe uma tendência de deposição desse material ao longo das linhas de maré alta (linha de detritos) em função do efeito combinado do lixo aprisionado na zona de arrebentação, das correntes longitudinais e das marés enchentes, resultando em um depósito no formato de zigue-zague.

A velocidade mínima necessária para o transporte de partículas, tanto de sedimento quanto de plástico, depende do tamanho, forma e densidade do material (BROWNE *et al.*, 2010). Esse processo, combinado com marés enchentes resulta na deposição das partículas de plástico ao longo das linhas de detritos de maré alta (CORCORAN *et al.*, 2009). De maneira geral, linhas de detritos de praias dissipativas apresentam características naturais favoráveis para o acúmulo de *pellets* (COSTA *et al.*, 2010). No entanto, esse acúmulo teria um caráter mais temporário uma vez que na próxima preamar, o material trazido e depositado anteriormente, pode ser remobilizado, vindo a se depositar novamente em uma nova linha de detritos ou voltar a flutuar na superfície do mar onde poderia ser carregado para regiões mais distantes e eventualmente se depositar no fundo marinho. Assim sendo, o caráter geralmente mais estável do pós-praia pode oferecer condições mais propícias de deposição e acúmulo a longo prazo das partículas que são ali depositadas. A Figura 6 ilustra diferentes linhas de detritos formadas durante uma maré vazante. É possível perceber a deposição dos detritos da última preamar, seguida de outras linhas depositadas à medida que a maré vazava.



Figura 6: Linhas de detritos formadas em maré vazante. Em destaque, *pellets* acumulados em meio aos detritos.

Devido à sua persistência no ambiente, os *pellets* são amplamente distribuídos nos oceanos (OGATA *et al.*, 2009). Eles foram detectados e relatados pela primeira vez no NW do Atlântico na década de 1970 (CARPENTER; SMITH, 1972). Na ocasião, as esférulas foram amostradas da superfície do mar utilizando redes neustônicas e os autores já observavam seu potencial de liberar fragmentos pela ação dos agentes físicos em sua superfície, evidenciado por sinais de desgaste. Desde então, *pellets* plásticos têm sido relatados em praias de todo o mundo e vêm sendo reportados cada vez mais frequentemente à medida que estudos abordando poluição marinha por plástico são realizados. Sua presença em praias arenosas é comumente relatada e às vezes representa o item de lixo mais abundante (MOORE *et al.*, 2001b).

No oceano aberto, em zonas de acúmulo de lixo como giros oceânicos, a proporção da massa de *pellets* juntamente com outros pequenos fragmentos de plástico – microplásticos – foi superior à massa de organismos planctônicos no Pacífico Norte (MOORE *et al.*, 2001a). A região em questão é conhecida como “Ilha/Mancha de Lixo do Pacífico” que tem como característica a presença abundante de lixo marinho, em especial de

microplástico, apesar de estar localizada muito distante de qualquer fonte significativa de lixo. Correntes marinhas transportariam esse material que ficaria então retido no interior desses vórtices oceânicos, medindo centenas de quilômetros.

Lixo marinho também pode ser relatado em ambientes marinhos profundos. Van Cauwenberghe et al (2013) relataram a presença de microplástico em profundidades superiores a 4.800 m em diferentes localidades do planeta e em diferentes feições (planícies abissais, cânions e leques marinhos profundos). Bergmann e Klages (2012) relataram lixo marinho bentônico nas profundezas do mar Ártico, composto por uma variedade de materiais (plástico, vidro, metal, borracha), com predomínio de plástico.

4 Lixo Marinho no Brasil

Diversos são os estudos abordando o lixo marinho em todo o Brasil. Sua maioria se concentra em estudos quali-quantitativos que relatam a poluição de praias arenosas por resíduos sólidos antropogênicos (ARAÚJO, 2003; ARAÚJO; COSTA, 2007; NETO; FONSECA, 2011; NEVES *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011; FERNANDINO, 2012), que utilizam o lixo como indicador de qualidade ambiental (ARAÚJO; COSTA, 2008) e na percepção e perfil sócio-econômico de usuários da praia quanto à sua presença nas praias (SANTOS *et al.*, 2005; DIAS FILHO, *et al.* 2011; SANTANA NETO *et al.*, 2011). A pesquisa de *pellets* plásticos no Brasil pode ser considerada recente e enfrenta as mesmas limitações e desafios metodológicos de outras localidades. Pianowski (1997), apesar de não comparar os resultados entre *pellets* amostrados da linha de detritos e do pós-praia, encontrou essas esférulas em densidades de até 2,5 itens m^{-1} no litoral do Rio Grande do Sul. Manzano (2009) observou nas praias de Santos, litoral paulista, uma variação vertical clara na abundância de *pellets* com a profundidade do sedimento, observando as maiores concentrações nas camadas mais superficiais, indicando deposição recente desse material. Costa *et al.* (2010) amostraram *pellets* apenas da linha de detritos da Praia de Boa Viagem - PE e encontraram densidade de 0,01 *pellets* cm^{-2} . No litoral paulista, Lima (2012) encontrou densidade de até 83 *pellets* m^{-2} com uma taxa de aporte de *pellets* de até 220 itens/dia. Tais resultados de densidade exemplificam bem a variação na poluição das praias brasileiras, mas tornam difícil sua comparação em função das diferentes abordagens metodológicas e

unidades utilizadas. Além disso, até então, não há um índice que classificaria as praias de acordo com o grau de poluição por *pellets*, tornando difícil e subjetiva a interpretação dos resultados.

Considerando a ingestão por aves marinhas, Tourinho *et al.* (2010) encontraram lixo marinho e *pellets* no conteúdo estomacal de petréis e albatrozes e Colabuono (2011) relatou a ingestão por pardelas-de-sobre-branco. Tanto nas esférulas quanto no tecido dos animais foram encontrados poluentes como PCBs, HPAs, DDTs, dentre outros. Quanto à ictiofauna, Miranda (2011) encontrou lixo marinho e *pellets* no conteúdo estomacal de cações (*Rhizoprionodon lalandii*) e cavalas (*Scomberomorus cavalla*) desembarcados em Salvador. Por fim, como mencionado anteriormente, Majer *et al.* (2012) amostraram manualmente *pellets* tanto da linha de detritos quanto do pós-praia de diversas praias da costa sul do estado da Bahia e constataram que eles haviam sido usados pelo inseto marinho *Halobates* como substrato para oviposição.

Há uma carência de informações no que tange a dispersão de *pellets* associada com a deposição, concentração e tendências de acumulação desse material em praias arenosas no país. Resultados obtidos da correlação entre deriva litorânea efetiva, zonas de convergências de ondas, e a dispersão e deposição de lixo marinho e *pellets* poderão fornecer informações importantes para dimensionar o problema da ocorrência desse material ao longo dessas praias, podendo servir de subsídios para possíveis planejamentos de ações de prevenção e remediação.

Do ponto de vista do tamanho do lixo marinho e dos fragmentos plásticos, diversas são as tentativas na literatura de classificá-los. De um modo geral, o lixo é dividido em macrolixo ou microlixo (BROWNE *et al.*, 2010), mas os limites de tamanhos (mínimo e máximo) que classificaria um determinado item em uma das categorias parece não ser um consenso entre os autores. Entretanto, Costa *et al.* (2010), baseando-se em um levantamento bibliográfico, propuseram a divisão em: microlixo – ou microplástico – compreenderiam itens < 1 mm e pequenos fragmentos seriam itens 1 a 20 mm. A classe de tamanho de “pequenos fragmentos” pode ser substituída por mesolixo – ou mesoplástico – como proposto por Gregory e Andrady (2003 apud. ANDRADY, 2011). Mesmo o microplástico, que já é resultado da fragmentação de itens maiores, tende a se fragmentar cada vez mais, atingindo frações cada vez menores quando passa a ser considerado

nanoplástico (com dimensões medidas em micrômetros) (BHATTACHARYA *et al.*, 2010). Desse modo, os *pellets* podem ser considerados como mesoplástico, por terem seu tamanho/diâmetro variando entre 2 – 5 mm. Considerando que existem fragmentos com dimensões muito menores que os *pellets*, estes serão considerados mesoplástico, e não microplástico, no presente estudo. Dentre o mesoplástico, os *pellets* chamam atenção pela variedade de composição, capacidade de se unir a compostos químicos e difícil remoção do ambiente. A poluição do ambiente marinho e costeiro por *pellets*, bem como pelos outros tipos de resíduos de origem antropogênica, afeta o ser humano de diferentes formas, como por exemplo, nos campos da saúde pública e turismo, além do fato de ameaçarem a vida de diversos organismos marinhos. Dessa forma, a poluição dos ambientes marinhos e costeiros a cada dia ganha espaço nas discussões políticas sendo considerado um problema de ordem pública.

5 Objetivos

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar a ocorrência e distribuição de *pellets* plásticos e lixo de praia ao longo do litoral do município de Salvador, no estado da Bahia, e verificar a ocorrência de lixo bentônico em três praias do município.

Como objetivos específicos, pretendeu-se:

- Identificar o padrão de dispersão dos *pellets* ao longo do litoral estudado;
- Identificar o padrão geral da deriva litorânea e de ocorrência de zonas de convergência de ondas para o litoral de Salvador e observar sua possível correlação com a distribuição de *pellets* ao longo das praias estudadas;
- Analisar a poluição das praias por *pellets*, lixo de praia e lixo bentônico;
- Propor um índice que classifique as praias quanto ao seu grau de poluição por *pellets*: o Índice de Poluição por *Pellets* – IPP;
- Aplicar o *Clean-Coast Index* – CCI para classificar as praias quanto ao grau de poluição por lixo marinho.

CAPÍTULO II: ÁREA DE ESTUDO

O município de Salvador possui cerca 40 km de linha de costa caracterizada pela presença de trechos mais retilíneos de praias arenosas (porção mais ao norte), promontórios e trechos recortados com formação de praias de bolso, constantemente entrecortadas por afloramentos rochosos (embasamento e arenitos de praia) (Figura 7).

Além disso, Salvador é uma metrópole com população superior a 2,6 milhões de habitantes (IBGE, 2010). As praias do município, principalmente na região da Barra, são alvo de turistas que as visitam atraídos por suas belezas naturais e relevância histórica e cultural. Assim, essa região pode ser considerada um dos mais importantes pontos turísticos da cidade. A faixa de areia e, conseqüentemente, o mar dessas praias são amplamente utilizados por banhistas, sejam eles turistas ou residentes.

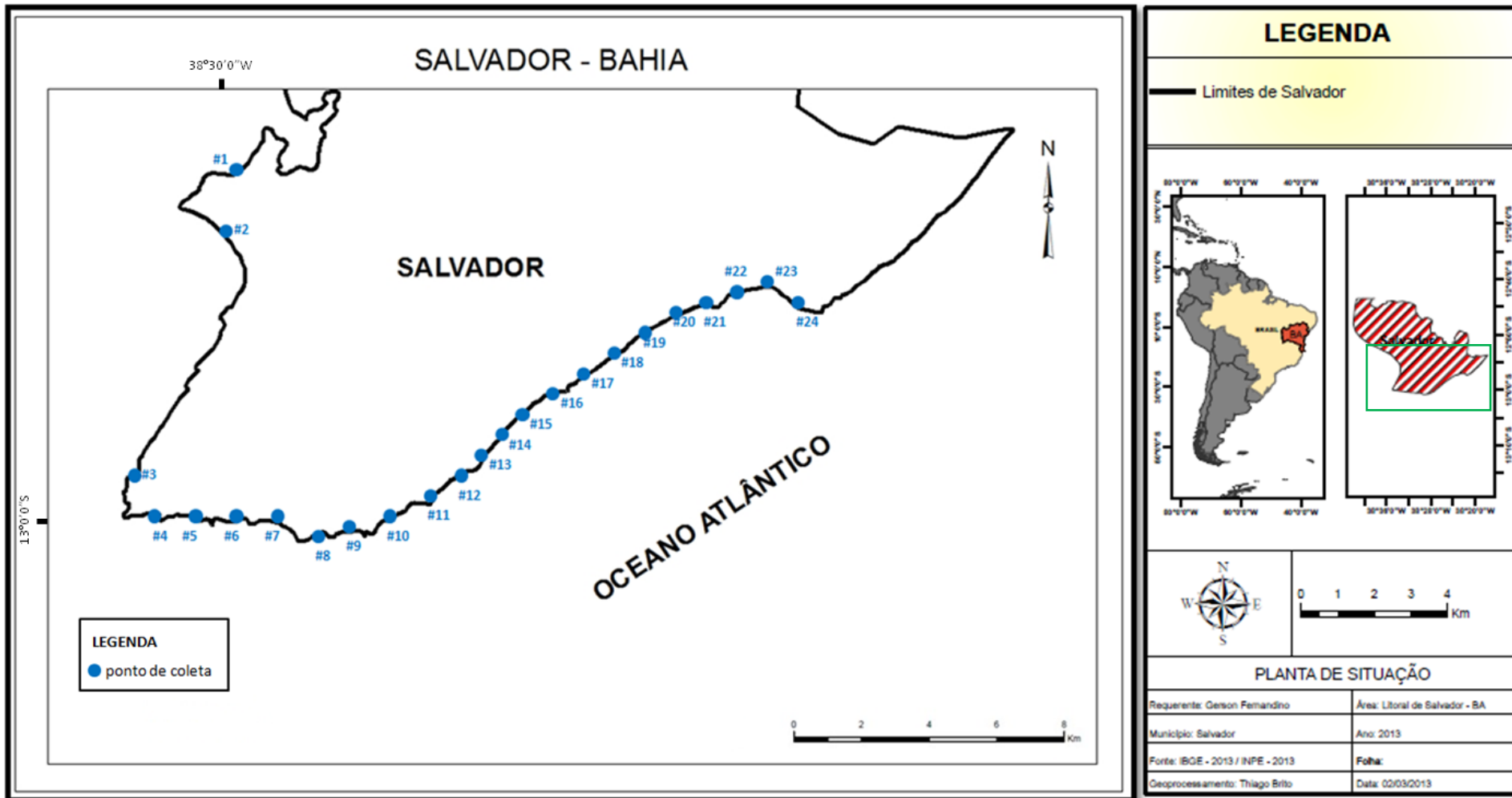


Figura 7: Localização da área de estudo e dos pontos amostrais.

Diversas são as fontes de lixo para as praias soteropolitanas. Atividades de turismo/recreação, efluentes domésticos, pesca (artesanal e esportiva), navegação, drenagem pluvial, drenagem fluvial (canais e rios canalizados) e lixo hospitalar são fontes locais de lixo para as praias, o mar e o ambiente bentônico. É comum, ao longo da orla, a presença de tubulações que despejam água pluvial juntamente com uma ampla variedade de detritos diretamente na faixa de areia do município. Tubulações e canais que lançam esgoto *in natura* diretamente no mar de Salvador também são observados constantemente (Figura 8).

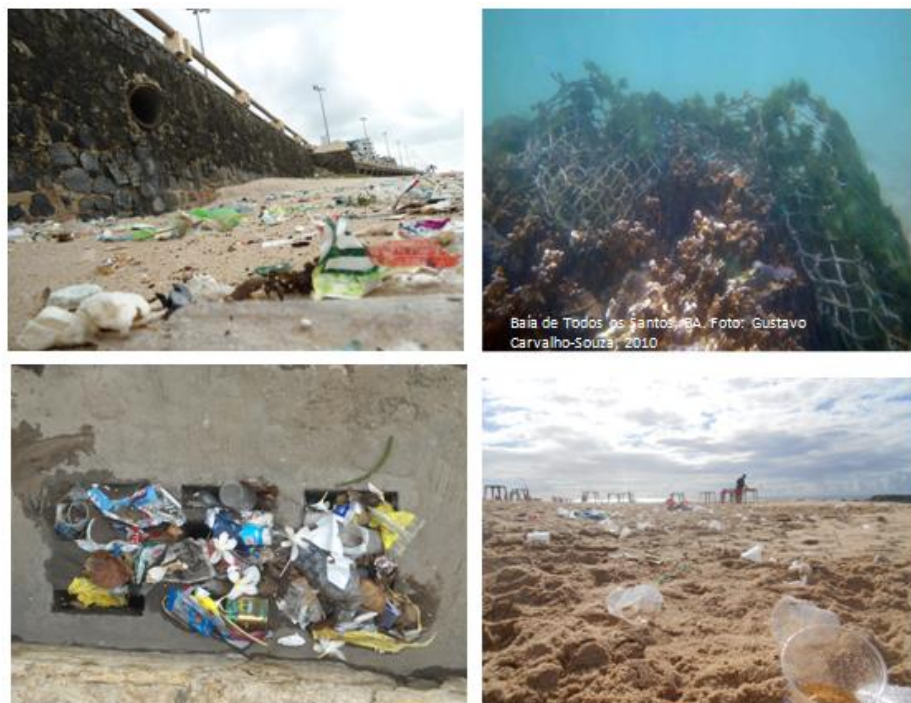


Figura 8: Diferentes vias de entrada de lixo marinho para o ambiente marinho costeiro de Salvador.

1 Aspectos Fisiográficos

1.1 Orla Oceânica

A plataforma continental da região da orla oceânica de Salvador é caracterizada como sendo estreita com forte gradiente batimétrico, apresentando isóbatas dispostas quase em paralelo umas em relação às outras e também em relação à linha de costa (BITTENCOURT *et al.*, 2000). Do ponto de vista fisiográfico, ao longo de toda a orla oceânica, que se estende do distrito de Itapuã até a entrada da Baía de Todos os Santos, é possível observar afloramentos do embasamento Pré-Cambriano e dos depósitos quaternários (arenitos), que são descontínuos e pouco desenvolvidos, tanto submersos quanto emersos. Afloramentos submersos podem provocar mudanças na posição do ponto de arrebenção, interferir nos padrões de refração de ondas e induzir a difração (CARVALHO, 2000), podendo alterar os padrões de circulação locais.

A orientação geral da linha de costa do estado da Bahia, juntamente com o sistema de circulação atmosférica regulam os padrões de dispersão de sedimento (BITTENCOURT *et al.*, 2000). A maior parte da linha de costa de Salvador tem orientação NE-SW. A orientação da linha de costa permite com que ela interaja, hidrodinamicamente, de forma distinta a depender da direção e intensidade dos ventos e ondas incidentes, e suas respectivas variações.

Do ponto de vista sedimentológico, Carvalho (2000), analisando a composição granulométrica das praias de Salvador, observou que 99% dos sedimentos da zona de espraiamento são compostos por areia, sendo que 53,9% das praias são constituídas por areias de granulometria média, 28,2% fina e 17,9% grossa.

1.2 Baía de Todos os Santos – BTS

A Baía de Todos os Santos (BTS), tem as coordenadas 12°50' S e 30°38'W como ponto central, possui cerca de 32 km de largura (eixo W-E) e 50 km de comprimento (eixo N-S) (CIRANO; LESSA, 2007). Segundo esses mesmos autores, existem dois sistemas hidrodinâmicos distintos nessa região: a BTS em si, com circulação regida principalmente pela maré; e a plataforma interna adjacente cuja massa de água interage sazonalmente com a massa de água do interior da baía. Além disso, os autores não observaram um sentido predominante de circulação no interior da baía, resultado de vários fatores tais como a

orientação de vetores residuais de correntes e formação de redemoinhos em menor escala, resultado da interação do fluxo com a batimetria e contornos do corpo d'água, produzindo regiões dominadas por correntes de maré vazante e outras dominadas por correntes de maré enchente.

2 Clima de Ondas

A região de Salvador, bem como toda a costa do estado da Bahia, está inserida no cinturão dos ventos alísios do Atlântico Sul de NE – E – SE e estão relacionados a uma célula de alta pressão que pode expandir-se ou contrair-se sazonalmente e eventualmente se combinar com frentes frias (Frente Polares do Atlântico) (BITTENCOURT *et al.*, 2000). consequência disso, durante a primavera-verão, na costa da Bahia, incidem ventos predominantemente de nordeste – NE (N45°) e leste – E (N90°) enquanto no período do outono-inverno, os ventos incidem predominantemente de sudeste – SE (N135°) e E. Além disso, durante esse período de outono-inverno, ventos de SSE associados com o avanço periódico de frentes frias, reforçam os ventos alísios de SE. Carvalho (2000), utilizando dados da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil – DHN, afirmou que a frequência média anual dos ventos geradores de ondas para Salvador oriundos das direções E, SE, NE e S é 42%, 30%, 16% e 6%, respectivamente. Esse sistema de circulação atmosférico é responsável pelo padrão geral de frentes de ondas que incidem na costa do estado da Bahia (DOMINGUEZ *et al.*, 1992; MARTIN *et al.*, 1998) e também é o principal controlador do padrão de dispersão de sedimentos dessa região, onde as feições geomorfológicas indicam que esse padrão respeita o sentido predominante da deriva litorânea líquida de sentido NE-SW (BITTENCOURT *et al.*, 2000). As correntes de retorno fluem predominantemente para SE e os afloramentos rochosos, emersos ou submersos, comumente presentes ao longo da costa de Salvador, podem controlar as correntes de retorno desviando seu fluxo muitas vezes em direção ao ponto de arrebenção (CARVALHO, 2000).

As direções de incidência de ondas geradas pelo vento predominante no estado da Bahia, e conseqüentemente para Salvador, respeitam a direção média de incidência de ventos alísios de nordeste – NE (N45°), leste – E (N90°) e sudeste – SE (N135°), além dos ventos gerados pela incidência de frentes frias vindas de sul-sudeste – SSE (N157,5°)

(BITTENCOURT *et al.*, 2000). De acordo com os mesmos autores, considerando o período de 5 s e altura de 1 m, as frentes de onda de NE e E começam a interferir com o fundo a uma profundidade de 20 m, enquanto para as ondas de SE e SSE (período de 6,5 s) essa interação se inicia aos 35 m. De modo geral, frentes de ondas de SE e SSE refratam mais intensamente que as frentes de NE e E. Devido à proteção exercida pela ponta de Itapuã, ondas de E criam áreas de sombra ao sul dessa feição, se estendendo desde o Farol de Itapuã até a praia de Corsário (Figura 9). Além disso, sua altura é reduzida entre a Barra e a região próxima ao Quartel de Amaralina em função de sua orientação (ortogonal) em relação às isóbatas (CARVALHO, 2000). Uma pequena sobre-elevação na altura das ondas pode ser observada no promontório imediatamente ao norte da praia do Jardim dos Namorados, resultado da convergência dos raios de onda em função dessa estrutura.

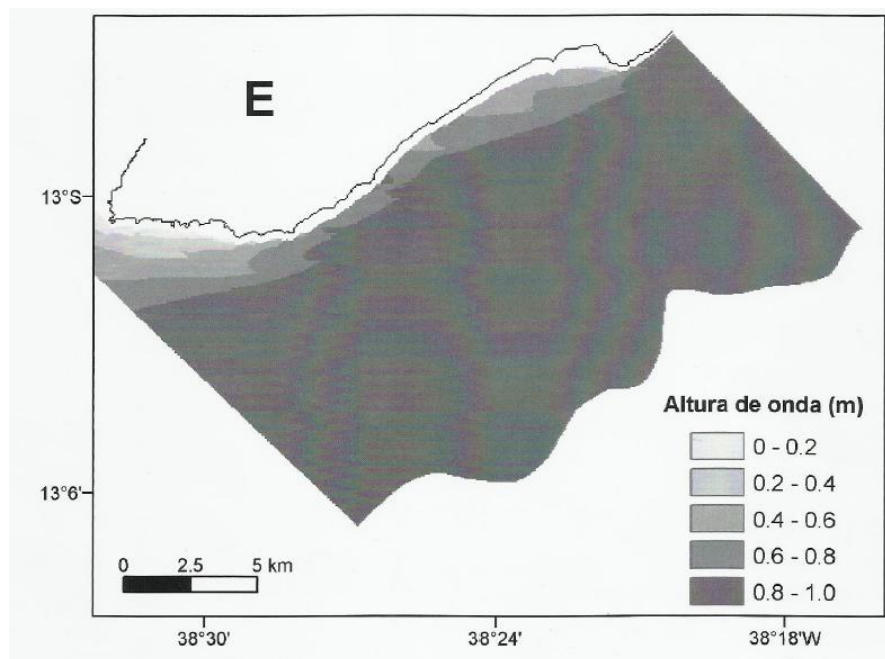


Figura 9: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de leste (N90°) na costa de Salvador para altura de onda de 1 m (modificado de Bittencourt *et al.*, 2008).

Zonas de sombra ocorrem ao longo de toda a costa para frentes de ondas de NE (Figura 10). Para essa direção há grandes zonas de sombra produzidas pelos promontórios

próximos aos quais estão localizados o Farol de Itapuã, Pituba, Rio Vermelho, além da própria orientação do trecho entre a Barra e o Quartel de Amaralina. Para essa direção não há formação de sobre-elevações na altura de ondas, pois não há convergência de seus raios.

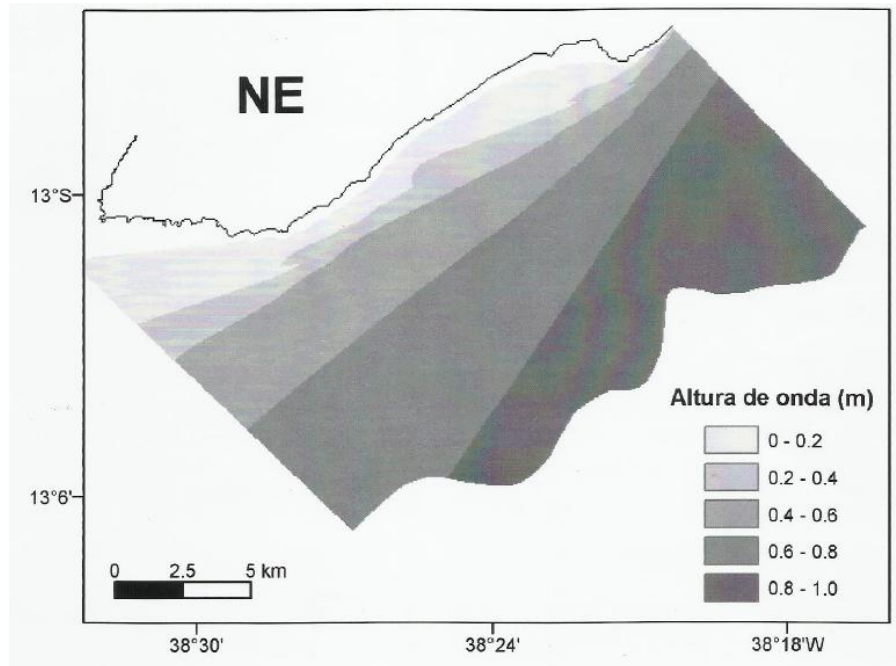


Figura 10: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de nordeste (N45°) na costa de Salvador para altura de onda de 1 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).

Para ondas de SE, o baixo ângulo entre as frentes de onda e a batimetria permitem uma maior conservação da altura das ondas no trecho entre Amaralina e Piatã (Figuras 11 e 12). Promontórios distribuídos ao longo desse trecho também causam sobre-elevação na altura das ondas. Eles estão localizados próximos ao Farol de Itapuã, à Piatã, à Pituaçu, à Costa Azul, à Pituba e ao Quartel de Amaralina. Mais uma vez, a refração é maior no setor entre a Barra e o Quartel de Amaralina, reduzindo a altura das ondas.

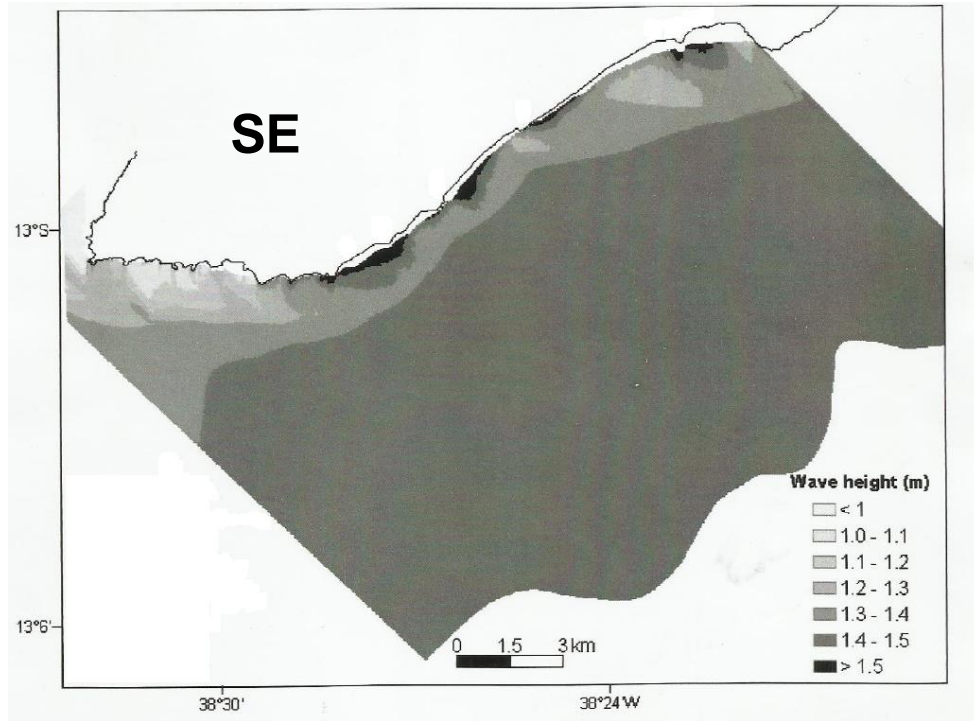


Figura 11: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sudeste (N135°) na costa de Salvador para altura de onda de 1,5 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).

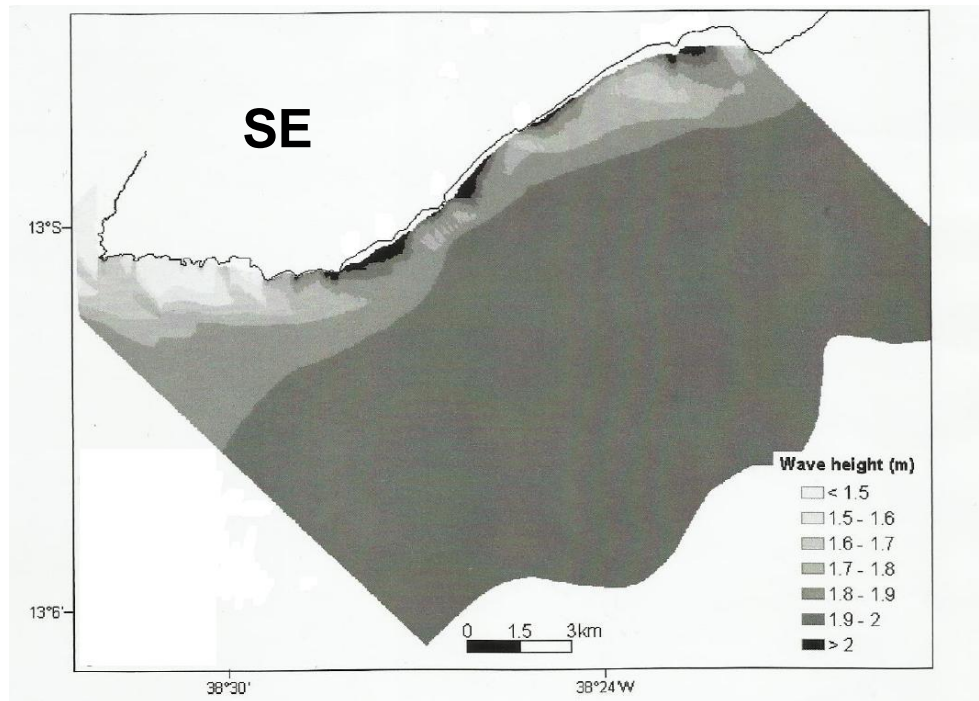


Figura 12: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sudeste (N135°) na costa de Salvador para altura de onda de 2 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).

Para ondas de SSE, que atingem frontalmente a costa de Salvador quase que em sua totalidade, os efeitos da refração são pouco sentidos (Figura 13).

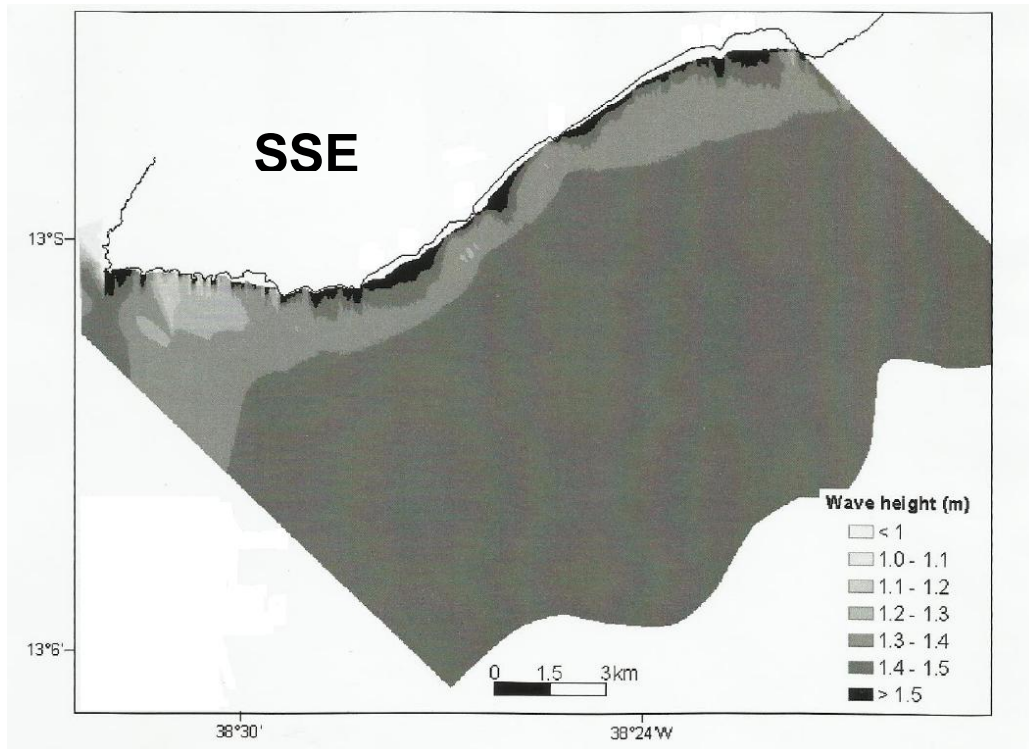


Figura 13: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sul-sudeste ($N157,5^\circ$) na costa de Salvador para alturas de ondas de 1,5 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).

Para as ondas de S, as sobre-elevações geradas pela convergência dos raios de onda ocorrem praticamente em todos os promontórios mencionados anteriormente para ondas de SE (Figura 14).

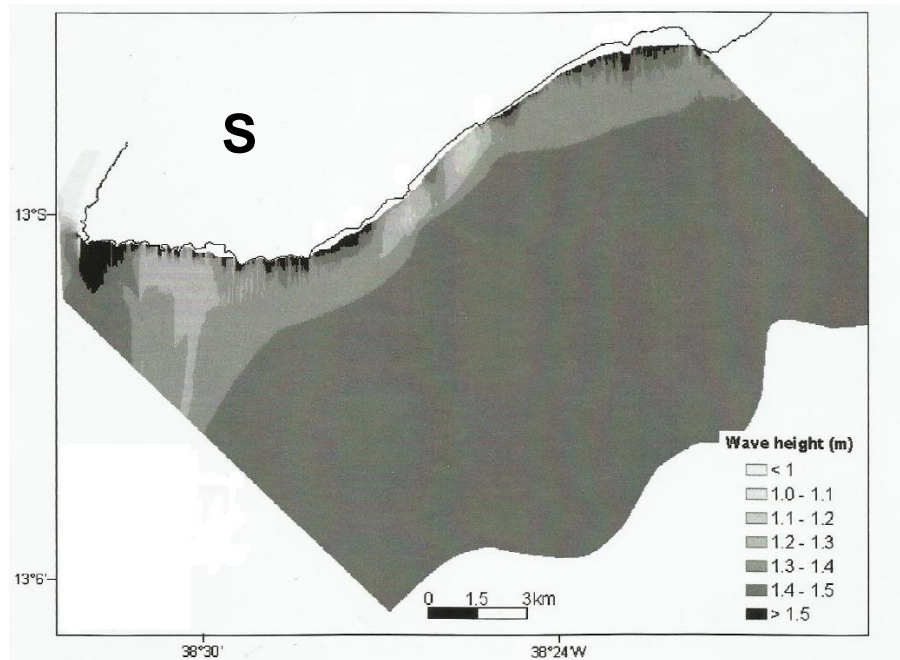


Figura 14: Zonas de convergência de ondas para frente de ondas de sul (N180°) na costa de Salvador para alturas de onda de 1,5 m (modificado de Bittencourt et al., 2008).

3 Transporte Litorâneo de Sedimentos

O transporte litorâneo de sedimentos se dá de duas maneiras: transversalmente e longitudinalmente em relação à linha de costa. O primeiro se refere ao fluxo de partículas ora no sentido continente-oceano, ora no sentido oposto. O segundo relaciona-se ao transporte dinâmico com sentido predominante sobre o qual, a interrupção desse transporte, tanto através de ações antrópicas quanto naturais, implica em alterações na geomorfologia local (CASTANHO, 1966 *apud*. FONTOURA, 2004). A determinação da intensidade e distribuição da energia das ondas depende da interação de sua propagação com o fundo – e com eventuais obstáculos – acarretando em modificações na sua altura e sentido, sendo a refração o principal mecanismo regulador de mudanças na altura das ondas ao longo da linha de costa (CARVALHO *et al.* 2007). Para estudar a quantificação do transporte longitudinal, pode-se aplicar o chamado método indireto, que se dá por meio da análise das feições geomórficas presentes na costa associadas à deriva litorânea que permitem observar o sentido preferencial do trânsito de sedimentos do local (Martin *et al.*, 1983). Outros métodos envolvem o uso de modelos computacionais que, a partir de dados de direção

predominante de incidência das ondas na costa, determinam a direção desse fluxo. A deriva litorânea tem papel importante no acréscimo de sedimentos em esporões e pontais arenosos, no aumento do comprimento e direcionamento de ilhas lunadas arenosas, na configuração da linha de costa, orientação dos cordões arenosos e migração de desembocaduras de rios.

No que diz respeito à posição da partícula em relação ao fundo, o transporte pode ser dividido em: arrastamento de fundo (*bedload*) e transporte por suspensão (*suspended load*). O transporte por suspensão, tipo de transporte alvo do presente estudo, é o mais importante em termos de movimentação de partículas sedimentares na zona de surfe (FONTOURA, 2004), onde os sedimentos suspensos pela ação das correntes de fundo e pela turbulência gerada pela quebra das ondas são levados pela corrente longitudinal.

Considerando a deriva litorânea, para a costa de Salvador, frentes de ondas de SE incidem quase que em paralelo em relação à costa podendo a deriva ser considerada nula, enquanto que para frentes de onda de SSE, o sentido predominante da deriva é S-N e para frentes de ondas de E, a deriva se dá de NE para SW (BITTENCOURT *et al.*, 2000). Inversões no sentido da deriva ocorrem periodicamente, no entanto, com menor intensidade. A partir das diferenças e da intensidade dos vetores é possível determinar o sentido preferencial da deriva litorânea para Salvador como sendo NE-SW, uma vez que o vetor de maior intensidade tem este sentido. Considerando as frentes de ondas de NE, os raios de onda não alcançam a costa (região de sombra) e, conseqüentemente, não geram correntes de deriva (CARVALHO, 2000). Entretanto, se as reentrâncias e diferentes feições da costa forem consideradas, em uma maior escala, as direções de incidência das ondas e da deriva local podem ser alteradas, gerando células locais de deriva que não necessariamente respeitam o sentido preferencial da deriva litorânea.

Os padrões de dispersão de sedimentos, juntamente com a identificação das zonas de convergência e divergência do sentido preferencial da deriva litorânea, permitem identificar regiões suscetíveis à acumulação e ao déficit de sedimentos, respectivamente (SILVA, 2008). Zonas de convergência de ondas também podem influenciar na deposição sedimentar no sentido pós-praia, lançando sedimento para o interior do continente, bem como intensificar efeitos de erosão costeira nos locais onde ocorrem (BITTENCOURT *et al.*, 2008), como observado em alguns trechos da orla de Salvador. Além disso, zonas de convergência

de ondas podem ter algum papel no acúmulo de *pellets* nas praias de Salvador. Bittencourt *et al.* (2008) analisando eventos de erosão costeira severa na orla do município identificaram quatro focos de convergência de ondas relacionados a frentes de ondas de SE, com período de 6,5 segundos e altura de 1,5 m em alto-mar: nas praias da Pituba, do Jardim de Allah, de Pituaçu e de Itapuã. Esses focos podem estar relacionados com padrões de acúmulo dessas esferulas.

CAPÍTULO III: MATERIAL E MÉTODOS

1 *Pellets* Plásticos e Lixo de Praia

1.1. Coletas

Foram realizadas duas coletas de campo nas praias do município de Salvador, uma durante o inverno de 2012 (de junho a agosto) e outra durante o verão de 2013 (fevereiro), para verificar a existência de sazonalidade na distribuição de *pellets* plásticos e lixo marinho nas praias.

Um total de 24 pontos foi amostrado, todos demarcados com o auxílio de um aparelho de GPS, modelo Garmin Etrex. Desses, 22 foram distribuídos a cada 1 km ao longo da orla de Salvador, se estendendo de sul para norte, desde o Porto da Barra (P03), na entrada da Baía de Todos os Santos (BTS), até o Farol de Itapuã (P24) (Figura 15). Além desses, dois pontos do interior da BTS foram amostrados, sendo eles nas praias da Ribeira (P01) e Boa Viagem (P02) com o intuito de verificar se havia diferença no tipo, nos padrões de dispersão e acúmulo de *pellets* e lixo e identificar as possíveis condicionantes que regem esses padrões. Em cada ponto amostral, *pellets* e lixo marinho foram coletados e encaminhados para triagem laboratorial.

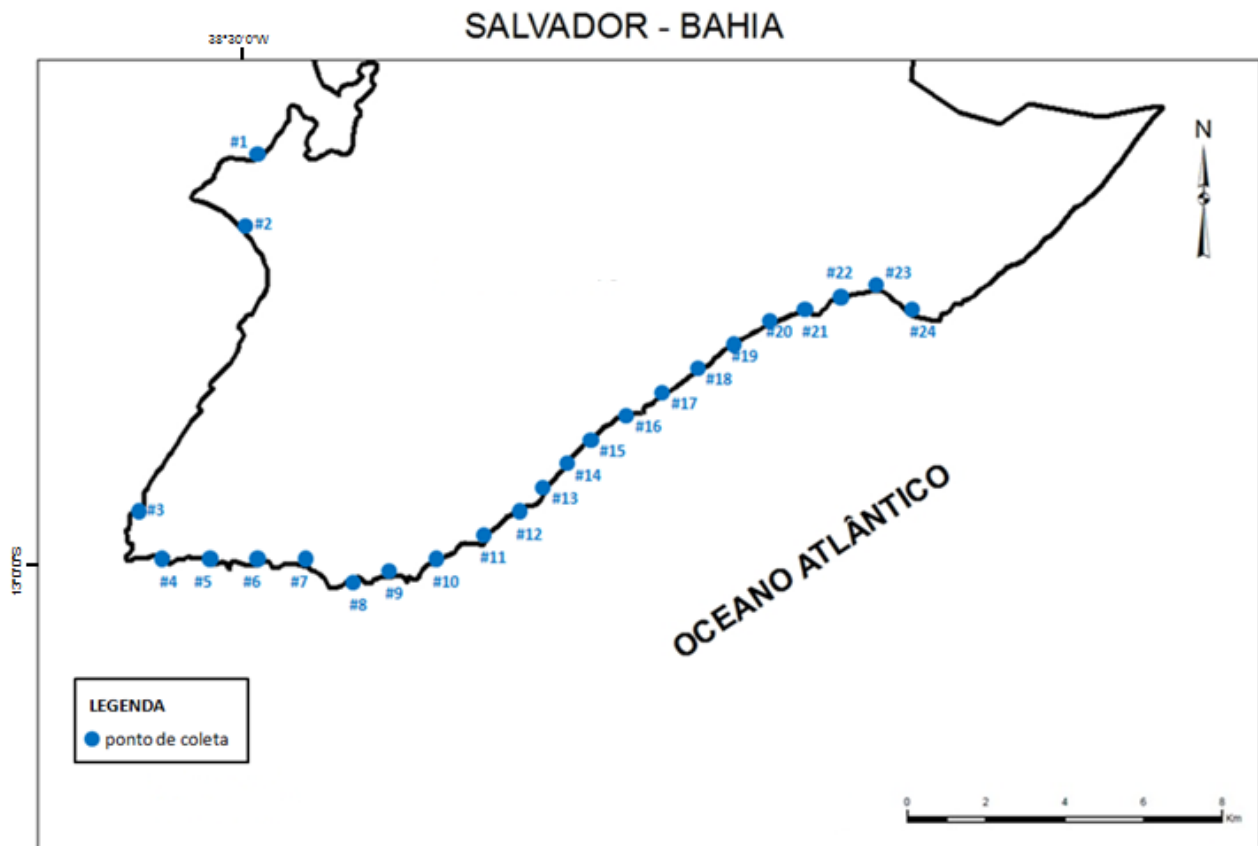


Figura 15: Pontos amostrais distribuídos ao longo da costa de Salvador.

Quanto à metodologia de coleta, existem alguns fatores que devem ser levados em consideração. Não há, até o momento, uma metodologia definida ou um protocolo de amostragem de *pellets* de modo geral, e em especial quando consideramos sua amostragem em praias. Diversas metodologias e análises são feitas, tornando difícil a comparação entre os resultados obtidos em diversos estudos. *Pellets* são amostrados em diferentes regiões da praia, em diferentes profundidades e utilizando diferentes recursos, podendo criar um viés nos resultados, super ou subestimando a representatividade da poluição por essas esférulas nas praias.

Para o presente estudo, a metodologia adotada consistiu na disposição de um *quadrat* de dimensões 1 x 1 x 0,05 m sobre a linha de detritos da última preamar, e outro na região onde inicia o primeiro obstáculo que limita a faixa de areia, seja ele natural (vegetação, por

exemplo) ou antrópico (muros e construções), referido no presente estudo pela denominação genérica de “pós-praia”. Todo o sedimento, respeitando a profundidade do *quadrat* de 0,05 m, foi removido com o auxílio de uma pá e despejado em um balde contendo água do mar. Devido à baixa densidade característica das esférulas, a água do mar separou, por flotação, o material composto por plástico (*pellets* e pequenos fragmentos) do sedimento, que se depositou no fundo (Figura 16).

Esse tipo de amostragem mais superficial foi escolhido justamente para permitir a observação da deposição recente de *pellets* plásticos nas praias de Salvador com o intuito de identificar os possíveis fatores/eventos hidrodinâmico-meteorológicos que determinaram sua deposição.



Figura 16: Detalhe da amostragem de *pellets* utilizando *quadrat* (1,0 x 1,0 x 0,05 m) e balde para flotação.

O material sobrenadante, juntamente com a água, foi filtrado em peneira de aço inox com malha < 250 μm . Posteriormente, o material retido na peneira foi transferido para filtros de papel Melitta® 103 (grande) e estes foram envolvidos por envelopes de papel alumínio,

ambos devidamente identificados. Em seguida foram armazenados e encaminhados para preparo e triagem das amostras.

No caso do lixo de praia, um transecto foi delimitado em cada ponto com largura de 10 m e comprimento variável, se estendendo desde a linha de detritos da última preamar até o início do obstáculo (Figura 17).

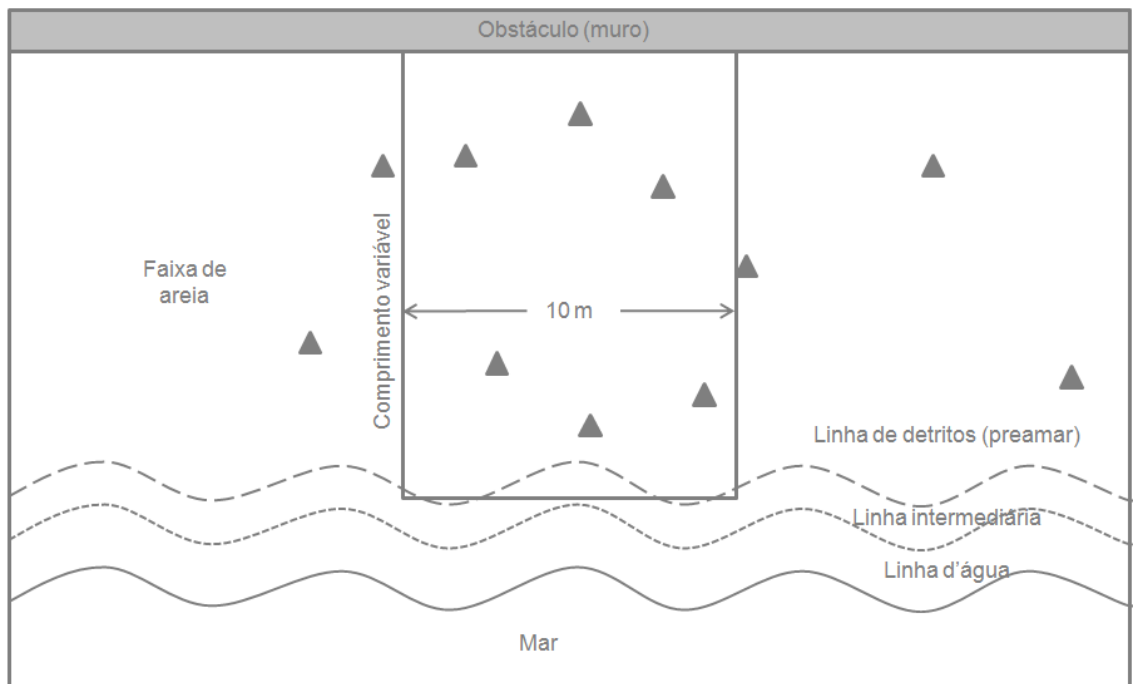


Figura 17: Esquema da área amostral em uma praia com obstáculo antrópico. Os triângulos representam itens de lixo.

Todo o lixo contido no interior da área do transecto foi recolhido e armazenado em sacos plásticos (volume = 100 litros) devidamente identificados. Posteriormente foram também encaminhados para o laboratório onde foi realizado o preparo e triagem das amostras.

1.2. Fase Laboratorial

No laboratório, os filtros de papel contendo os *pellets* amostrados (e outros materiais como fragmentos de plástico e matéria orgânica, por exemplo) foram levados para um suporte contendo funis de vidro com novos filtros devidamente identificados. O material foi

transferido para os novos filtros e lavados 3 vezes com água deionizada para remover o sal das amostras. Após a lavagem, os filtros foram encaminhados para uma estufa a 40°C onde permaneceram até estarem completamente secos.

As amostras secas foram então encaminhadas para peneiramento e triagem. O material coletado foi removido do filtro de papel e colocado em um jogo de peneiras sedimentológicas para separar os *pellets* dos outros fragmentos e sedimento. Os *pellets* foram separados, contados e classificados de acordo com seu tamanho: 4 mm (*pellets* retidos na peneira de malha igual a 4 mm) e 2 mm (*pellets* retidos na peneira de malha igual a 2 mm) (Figura 18). As esférulas foram então recolhidas com o auxílio de uma pinça de aço inox, contadas, e armazenadas em envelopes de alumínio devidamente identificados.



Figura 18: Peneira sedimentológica, *pellets* retidos em malha de 2 mm em meio a outros detritos, e *pellets* separados para contagem e armazenamento.

O lixo de praia, por sua vez, foi lavado, secado e classificado de acordo com sua composição com base na recomendação da UNEP (CHESHIRE *et al.*, 2009) adicionando

novas sub-classes, que descrevem o tipo de material (p. ex. sacola plástica, lata de bebida, palitos de churrasco) de acordo com a realidade local a fim de auxiliar na identificação das fontes. As classes primárias foram: plástico, espuma, tecido, vidro/cerâmica, metal, papel, borracha, madeira e outros. Enquanto as possíveis fontes foram consideradas como atividades de recreação/turismo, doméstica, atividades de pesca e outras.

1.3. Análise de Dados

Os dados coletados foram planilhados e tratados primariamente utilizando o software Excel do pacote Windows Office. A análise dos dados de abundância e concentração de *pellets* e lixo marinho na orla de Salvador foi realizado através do teste de Kruskal-Wallis (BioEstat. 5.3) para verificar a existência de diferença significativa entre os períodos amostrados – inverno e verão.

Com os dados do lixo de praia foi calculada a densidade de itens em cada ponto, através da razão entre o número de itens amostrados e a área do transecto, como demonstrado na fórmula abaixo:

$$D = \frac{N^{\circ} \text{ de itens}}{X (m) \times 10 (m)}, \quad (1)$$

onde X é o comprimento do transecto e 10 é a largura fixa do transecto. O resultado é expresso em itens m⁻².

Até recentemente, como as pesquisas com lixo marinho focavam apenas na quantificação e qualificação do material coletado, não havia um índice que classificava as praias quanto sua poluição por resíduos sólidos. Desse modo Alkalay *et al.* (2007) propuseram o *Clean Coast Index* - CCI para classificar as praias israelenses de acordo com a quantidade de plástico em sua faixa de areia, uma vez que esse material é o mais abundante dentre os itens que compõem o lixo marinho

Para o cálculo do CCI – que considera apenas itens plásticos – uma segunda densidade (Densidade de plásticos – *Dp*) foi calculada, conforme a fórmula abaixo:

$$Dp = \frac{N^{\circ} \text{ de itens plásticos}}{X (m) \times 10 (m)} \quad (2)$$

Em posse dessa informação o CCI pode ser calculado através da fórmula:

$$CCI = Dp \times K, \quad (3)$$

onde Dp é a densidade de itens plásticos e K , o coeficiente de correção ($K = 20$).

O resultado do CCI foi então classificado de acordo com o grau de poluição, onde:

0 – 2: muito limpo (nenhum item é visto)

2 – 5: limpo (nenhum item pode ser visto em uma grande área)

5 – 10: moderado (poucos itens podem ser detectados)

10 – 20: sujo (muitos itens na praia)

20 : extremamente sujo (maior parte da praia está coberta por plástico)

1.3.1. Índice de Poluição por Pellets – IPP

Similarmente ao que motivou a elaboração do CCI, no que diz respeito aos *pellets* plásticos, a carência de um índice que permitiria classificar uma praia quanto ao seu grau de poluição por *pellets* também pode ser observada. Diversos estudos tiveram como enfoque apenas a quantificação das esférulas encontradas (GREGORY, 1977; GREGORY, 1978; SHIBER, 1979; SHIBER, 1982; SHIBER; BARRALES-RIENDA, 1991; PIANOWSKI, 1997; IVAR DO SUL *et al.*, 2009; MANZANO, 2009; COSTA *et al.*, 2010; TURNER; HOLMES, 2011; D'ANTONIO *et al.*, 2012; LIMA, 2012), suas características externas/físicas (CORCORAN *et al.*, 2009; FOTOPOULOU; KARAPANAGIOTI, 2012) e químicas (ENDO *et al.*, 2005; MANZANO, 2009; OGATA *et al.*, 2009; FRIAS *et al.*, 2010; KARAPANAGIOTI *et al.*, 2011, ROCHMAN *et al.*, 2013). Lithner *et al.* (2011) criou um ranking que classifica praias quanto ao seu risco ambiental de saúde baseando-se na composição química dos *pellets*. Entretanto, na literatura, não foram encontrados trabalhos que classificassem as praias

quanto à poluição física (presença) de *pellets*. Tal fato dificulta a tradução, tanto para a comunidade acadêmica como para a população como um todo, das informações geradas pelos diversos estudos que verificaram a abundância desse material em diversas praias do Brasil e do mundo, e sua análise comparativa. Com o objetivo de classificar as praias arenosas quanto sua poluição por *pellets* plásticos, o Índice de Poluição por *Pellets* – IPP foi proposto no presente estudo e aplicado nas praias do município de Salvador.

O cálculo do IPP foi realizado obtendo-se a razão do número de *pellets* pelo volume de sedimento coletado. Essa razão foi então multiplicada pelo coeficiente de correção p ($p = 0,002$) e o resultado classificado entre as categorias de acordo com seu grau de poluição como: 1. muito baixo (0 – 0,5); 2. baixo (0,5 – 1) ; 3. moderado (1 – 2); 4. alto (2 – 3); e 5. muito alto (> 3).

$$IPP = \left[\frac{a \text{ (itens)}}{v(m^3)} \right] \times p,$$

(4)

onde a é abundância de itens coletados, v é o volume de sedimento coletado e p é o coeficiente de correção do IPP.

O coeficiente p foi determinado de modo a permitir melhor visualização dos dados e simplificar sua categorização, transformando os dados numéricos brutos (*pellets* m⁻³) em números absolutos mais concisos que variariam de 0 a 3 para, desse modo, se adequarem nas categorias propostas.

A Tabela 1 abaixo apresenta a classificação do grau de poluição por *pellets* em termos de abundância e de acordo com o IPP. A coluna com dados numéricos foi incluída com o intuito de fornecer uma grandeza numérica comparativa entre o dado bruto e o índice.

Tabela 1: Classificação numérica e utilizando o IPP quanto ao grau de poluição de uma praia arenosa por pellets plásticos.

Numérica (<i>pellets</i> m ⁻³)	IPP	Classificação
0 - 150	0 - 0,5	Muito baixo
151 - 300	0,5 - 1	Baixo
301 - 600	1,0 - 2	Moderado
601 - 900	2,0 - 3	Alto
> 901	> 3	Muito alto

Quando ocorria a situação em que a linha de deixa sobrepunha o pós-praia, em função da interrupção do mesmo por obstáculos antrópicos, apenas um *quadrat* era amostrado. Dessa forma, quando o IPP foi calculado, o volume desses pontos correspondia à metade do volume dos demais que apresentavam dois *quadrats*.

2 Lixo bentônico

2.1. Coletas

O lixo bentônico de três praias do bairro da Barra no município de Salvador foi recolhido durante atividades de limpeza usando equipamento de mergulho autônomo (SCUBA). A escolha dos pontos a serem amostrados teve como limitações o custo operacional, as características físicas e oceanográficas favoráveis à prática do mergulho, a disponibilidade de recursos humanos e a relevância do local do ponto de vista turístico. Desse modo, as praias do Porto da Barra, Praia do Hospital Espanhol e Praia do Farol, foram escolhidas por seu apelo junto à população local e turística e, dessa maneira, apresentam intenso uso por banhistas e outros usuários, como comerciantes, por exemplo. Além disso, essas praias apresentam características favoráveis para a prática de um mergulho seguro. A localização das praias e dos transectos de coleta está ilustrada na Figura 19.

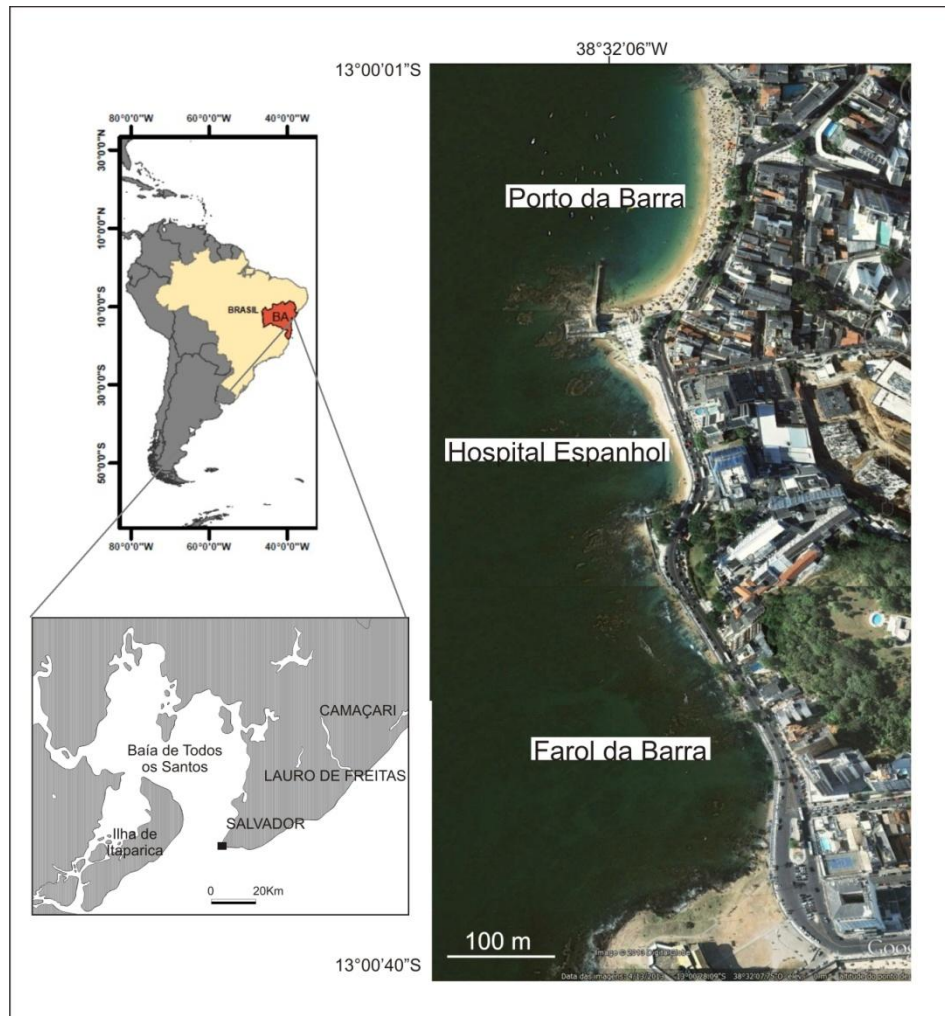


Figura 19: Localização da área de estudo e dos pontos amostrais para lixo bentônico.

Foram realizadas três campanhas de coleta de lixo bentônico em cada praia entre os anos de 2012 e 2013. A primeira foi realizada no dia 22 de setembro de 2012 (Dia Mundial de Limpeza de Rios e Praias), a segunda no dia 06 de fevereiro de 2013 (um dia antes do Carnaval), e a terceira no dia 14 de fevereiro de 2013 (um dia após a quarta-feira de cinzas, quando se encerram as festividades na cidade).

A metodologia de amostragem, adaptada de Cheshire *et al.* (2009), consistiu em coletar o lixo bentônico ao longo de um transecto de 100 m de extensão disposto de modo perpendicular à linha de costa em cada praia, com boias em cada uma de suas extremidades, indicando seu início e final por motivos de segurança aos mergulhadores (Figura 20).

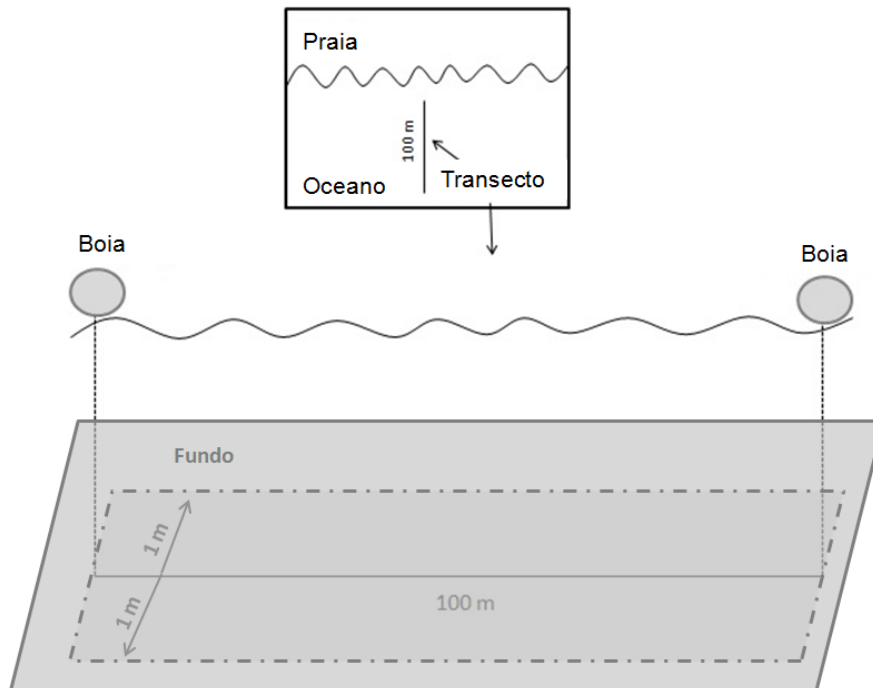


Figura 20: Esquemática da metodologia de transecto empregada na amostragem de lixo bentônico.

Cada transecto foi designado a dois mergulhadores voluntários capacitados para a atividade, cujas funções foram coletar todo o lixo encontrado a uma distância de até 1 m para cada lado do cabo, o eixo central do transecto. Itens que estavam com 50% ou mais de sua superfície incrustada de organismos não foram retirados, sendo considerados incorporados ao ambiente. Desse modo, com uma área amostral conhecida ($200 \text{ m}^2/\text{transecto}$), foi possível calcular a densidade de itens encontrada ($n^\circ \text{ itens m}^{-2}$). Todo lixo contido no interior da área do transecto foi amostrado e armazenado em sacos plásticos (volume = 100 litros) devidamente identificados. Posteriormente, foram encaminhados para o laboratório para o preparo e triagem das amostras.

Diversos estudos têm aplicado metodologias que utilizam o mergulho autônomo na amostragem e avaliação de lixo bentônico em regiões costeiras (BACKHURST; COLE, 2000; REVILL; DUNLIN, 2003; KATSANEVAKIS; KATSAROU, 2004; CARVALHO-SOUZA; TINOCO, 2011) devido à sua eficiência e precisão, além da vantagem de poder ser utilizado em todos os tipos de fundo e englobar itens menores de lixo, e, como indicado por Spengler

e Costa (2008), de não causar alterações no ambiente. Segundo as mesmas autoras, as limitações de seu emprego estão no tempo, na profundidade e no tamanho da área estudada.

As profundidades dos locais amostrados variaram de 2 a 10 m, apresentando fundo formado por substrato inconsolidado e consolidado (afloramento rochoso) recoberto por organismos sésseis incrustantes ou até mesmo por sedimento. Foram utilizados os seguintes critérios para escolha dos transectos: composição mista de substrato (de modo a evitar locais compostos apenas por areia); disponibilidade de comprimento linear contínuo superior a 100 m para a delimitação do transecto perpendicularmente à praia; profundidade de até 10 m (segurança dos mergulhadores).

2.2. Fase Laboratorial

Em laboratório, os materiais foram classificados de acordo com sua composição com base na recomendação da UNEP (CHESHIRE *et al.*, 2009) adicionando novas subclasses, da mesma maneira em que o lixo de praia foi classificado. As classes primárias foram novamente: plástico, espuma, tecido, vidro/cerâmica, metal, papel, borracha, madeira e outros; e as possíveis fontes foram consideradas mais uma vez como atividades de recreação/turismo, doméstica, atividades de pesca e outras.

2.3. Análise de Dados

Com o intuito de classificar os pontos amostrados para lixo bentônico de acordo com o grau de poluição por resíduos sólidos, foi aplicado o CCI (ALKALAY *et al.*, 2007). Porém, foi utilizada uma versão modificada dos cálculos de modo que todos os tipos de itens foram considerados. Essa adaptação foi feita devido à menor representatividade de itens plásticos no lixo bentônico quando comparado ao lixo de praia. Apesar de ainda representarem o tipo de material predominante, os plásticos têm menor tendência a se acumular no fundo marinho do que nas linhas de detritos, devido principalmente à sua baixa densidade. Desse modo, para não subestimar o grau de poluição por resíduos sólidos, optou-se por considerar todos os tipos de materiais. O mesmo coeficiente de correção ($K = 20$) utilizado no CCI foi aqui aplicado.

Para analisar a variância entre pontos e entre campanhas de coletas, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis usando o software BioEstat 5.3.

Todo o lixo retirado durante a coleta, tanto do lixo bentônico quanto de praia, foi posteriormente recolhido por uma cooperativa de reciclagem onde os materiais que ainda apresentavam condições de serem reciclados seriam aproveitados. O restante do material foi destinado por eles à coleta pública municipal.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 *Pellets* Plásticos

Ao todo, 1.967 *pellets* foram amostrados das praias de Salvador. Destes, 1.102 foram amostrados no período do inverno de 2012 e os 865 restantes, no verão de 2013. Dos 24 pontos amostrados, 20 apresentaram a ocorrência de *pellets* depositados na areia (83,33%) no inverno, e 18 (75%) no verão. Nos pontos em que houve ocorrência de *pellets* foi observada, invariavelmente, maior abundância de *pellets* de menor diâmetro quando comparado com os de maior diâmetro: 1.813 itens (92,17%) dos *pellets* coletados apresentavam diâmetro entre 2 e 4 mm (retidos na peneira de 2 mm malha), sendo 1.005 coletados no inverno e 808 no verão. *Pellets* com diâmetro superior a 4 mm representaram 7,83% do total, com 154 itens amostrados, 97 no inverno e 57 no verão.

Em média, durante o inverno de 2012, em cada ponto foram encontrados 45,92 itens e no verão, 36,04 itens. No inverno, o ponto com maior abundância foi o P11 (Pituba), com 265 *pellets*, seguido pelo P16 (Boca do Rio), com 155, e pelo P12 (Jardim dos Namorados), com 129. No verão, o ponto P04 (Barra) apresentou maior abundância, com 196 *pellets*, seguido pelo P16 (Boca do Rio), com 125 *pellets*, e pelo P07 (Paciência), com 79. Em alguns pontos não foram encontrados *pellets*, foram eles: P01 (Ribeira), P02 (Boa Viagem), P23 (Itapuã) e P24 (Farol de Itapuã); e, no verão, os pontos P01 (Ribeira), P03 (Porto da Barra), P05 (Othon), P22 (Piatã Duna) e P24 (Farol de Itapuã) (Tabela 2). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o número de *pellets* amostrados no inverno e no verão.

Tabela 2: Abundância de *pellets* amostrados na orla de Salvador durante o inverno de 2012 e o verão de 2013. Os três pontos com as maiores concentrações, tanto no inverno quanto no verão, estão destacados em negrito.

Ponto	Nome da praia/localização	Inverno 2012			Verão 2013		
		Total 4 mm	Total 2 mm	Total	Total 4 mm	Total 2 mm	Total
P01	Ribeira	0	0	0	0	8	0
P02	Boa Viagem	1	2	3	5	0	1
P03	Porto da Barra	0	0	0	0	200	0
P04	Barra	13	58	71	129	3	196
P05	Othon	0	1	1	2	103	0
P06	Ondina	8	29	37	66	144	42
P07	Paciência	6	44	50	94	75	79
P08	Rio Vermelho	3	23	26	49	58	1
P09	Quartel Amaralina	2	18	20	38	215	31
P10	Amaralina	4	69	73	142	779	51
P11	Pituba	16	249	265	514	373	49
P12	Jardim dos Namorados	14	115	129	244	65	46
P13	Costa Azul	4	19	23	42	17	63
P14	Jardim de Allah	1	5	6	11	15	63
P15	Aeroclube	0	5	5	10	451	52
P16	Boca do Rio	14	141	155	296	79	125
P17	Corsário	2	25	27	52	299	2
P18	Pituaçu	7	95	102	197	140	11
P19	Patamares	1	46	47	93	135	2
P20	Jaguaribe	0	45	45	90	42	1
P21	Piatã	0	14	14	28	8	42
P22	Piatã Duna	1	2	3	5	0	0
P23	Itapuã	0	0	0	0	0	8
P24	Farol de Itapuã	0	0	0	0	1102	0
		1102			865		

A Figura 21 abaixo apresenta a distribuição das concentrações dos *pellets* amostrados durante o inverno de 2012 e o verão de 2013 ao longo da costa de Salvador e na Baía de Todos os Santos.

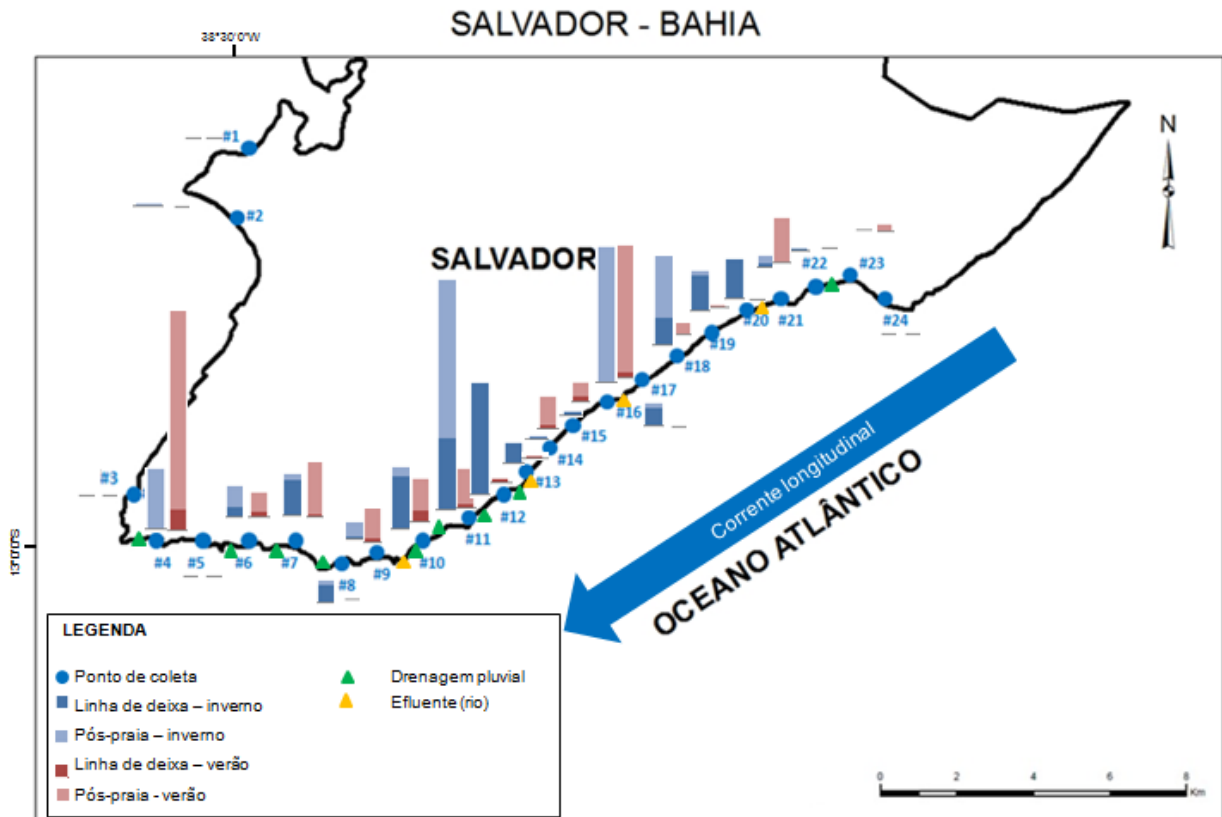


Figura 21: Distribuição de *pellets* ao longo da costa de Salvador e na Baía de Todos os Santos durante o inverno de 2012 (em azul) e o verão de 2013 (em grená) e localização de desembocaduras de drenagens pluviais e efluentes. O sentido da corrente longitudinal está indicado pela seta azul.

A concentração muito baixa de *pellets* predominante nas praias do interior da Baía de Todos os Santos durante os períodos amostrados sugere que: ou a região portuária não é uma fonte pontual (considerável) de *pellets* para o local ou os padrões de circulação da BTS não oferecem condições que permitam a deposição das esférulas. Além disso, a presença constante de drenagens fluviais e efluentes (rios urbanos) que deságuam diretamente na faixa de areia das praias do município, além de serem fontes de lixo para o ambiente, podem

ser fontes de *pellets* para o local, uma vez que existem indústrias que utilizam esse material como insumo na fabricação de produtos plásticos.

De acordo com o Guia Industrial do Estado da Bahia elaborado pela Federação das Indústrias do Estado da Bahia – FIEB, das cerca de 6.000 indústrias cadastradas no estado da Bahia, 1.651 (aproximadamente 28%) indústrias estão localizadas no município de Salvador (FIEB, 2013). Destas, 40 (2,4%) estão relacionadas à produção de plástico onde 23 (57,5%) relataram o uso de polietileno (PE) e polipropileno (PP) em sua lista de insumos. Outras 06 indústrias foram identificadas como potencialmente utilizadoras desses materiais, representando, somadas, 72,5% do total. Como o PE e PP como matéria-prima são transportados e utilizados na forma de *pellets*, é possível assumir que essas empresas são consumidoras dessa matéria-prima e, portanto, fontes potenciais de poluição por *pellets* para o ambiente marinho e costeiro local.

Ao todo, 4,3 m³ de sedimento foram escavados e dispostos em baldes para a flotação de *pellets*. Desse modo, uma densidade média total de 457,44 *pellets*/m³ foi obtida. No inverno de 2012, essa densidade se apresentou maior, com 512,56 *pellets*/m³ e, no verão, 402,33 *pellets*/m³. Para a determinação do IPP, a densidade de *pellets* foi determinada para cada ponto e o resultado foi multiplicado pelo coeficiente p ($p = 0,002$) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3: Classificação segundo o Índice de Poluição por *Pellets* - IPP dos pontos amostrados no período do inverno de 2012 na orla de Salvador – BA com destaque para as três maiores concentrações encontradas e suas respectivas classificações. Os pontos marcados com asterisco (*) indicam que apenas um quadrat foi realizado, pois a linha de deixa sobrepunha o pós-praia.

Inverno 2012

Ponto	Nome da praia/localização	Abundância <i>Pellets</i>	Densidade (<i>pellets/m</i> ³)	IPP	Classificação
P01	Ribeira	0	0	0,0	Muito baixo
P02	Boa Viagem	3	30	0,1	Muito baixo
P03	Porto da Barra	0	0	0,0	Muito baixo
P04	Barra	71	710	1,4	Moderado
P05*	Othon	1	20	0,0	Muito baixo
P06	Ondina	37	370	0,7	Baixo
P07	Paciência	50	500	1,0	Baixo
P08	Rio Vermelho	26	260	0,5	Muito baixo
P09	Quartel Amaralina	20	200	0,4	Muito baixo
P10	Amaralina	73	730	1,5	Moderado
P11	Pituba	265	2650	5,3	Muito alto
P12*	Jardim dos Namorados	129	2580	5,2	Muito alto
P13*	Costa Azul	23	460	0,9	Baixo
P14	Jardim de Allah	6	60	0,1	Muito baixo
P15	Aeroclube	5	50	0,1	Muito baixo
P16	Boca do Rio	155	1550	3,1	Muito alto
P17	Corsário	27	270	0,5	Muito baixo
P18	Pituaçu	102	1020	2,0	Moderado
P19	Patamares	47	470	0,9	Baixo
P20	Jaguaribe	45	450	0,9	Baixo
P21	Piatã	14	140	0,3	Muito baixo
P22*	Piatã Duna	3	60	0,1	Muito baixo
P23*	Itapuã	0	0	0,0	Muito baixo
P24	Farol de Itapuã	0	0	0	Muito baixo

Tabela 4: Classificação segundo o Índice de Poluição por *Pellets* - IPP dos pontos amostrados no período do verão de 2013 na orla de Salvador – BA com destaque para as três maiores concentrações encontradas e suas respectivas classificações. Os pontos marcados com asterisco (*) indicam que apenas um quadrat foi realizado, pois a linha de deixa sobrepunha o pós-praia.

Verão 2013

Ponto	Nome da praia/localização	Abundância <i>Pellets</i>	Densidade (<i>pellets</i> /m ³)	IPP	Classificação
P01	Ribeira	0	0	0,0	Muito baixo
P02	Boa Viagem	1	10	0,0	Muito baixo
P03	Porto da Barra	0	0	0,0	Muito baixo
P04	Barra	196	1960	3,9	Muito alto
P05*	Othon	0	0	0,0	Muito baixo
P06	Ondina	42	420	0,8	Baixo
P07	Paciência	79	790	1,6	Moderado
P08*	Rio Vermelho	1	20	0,0	Muito baixo
P09	Quartel Amaralina	31	310	0,6	Baixo
P10	Amaralina	51	510	1,0	Baixo
P11	Pituba	49	490	1,0	Baixo
P12*	Jardim dos Namorados	46	920	1,8	Moderado
P13*	Costa Azul	63	1260	2,5	Alto
P14	Jardim de Allah	63	630	1,3	Moderado
P15	Aeroclube	52	520	1,0	Baixo
P16	Boca do Rio	125	1250	2,5	Alto
P17	Corsário	2	20	0,0	Muito baixo
P18	Pituaçu	11	110	0,2	Muito baixo
P19	Patamares	2	20	0,0	Muito baixo
P20	Jaguaribe	1	10	0,0	Muito baixo
P21	Piatã	42	420	0,8	Baixo
P22*	Piatã Duna	0	0	0,0	Muito baixo
P23	Itapuã	8	80	0,2	Muito baixo
P24	Farol de Itapuã	0	0	0,0	Muito baixo

Durante o inverno, a maioria (54,2%) dos pontos amostrados apresentou um Índice de Poluição por *Pellets* muito baixo. Dos pontos restantes, 20,8% apresentaram baixo IPP, 12,5%, moderado e 12,5% muito alto. Nenhum ponto foi classificado como alto IPP.

No verão, 50% dos pontos foram classificados como muito baixo Índice de Poluição por *Pellets*, seguidos pelas classificações “baixo” (25%), “moderado” (12,5%), “alto” (8,3%) e “muito alto” (4,2%). A diferença nas classificações pode ser um reflexo da alteração dos padrões de transporte e deposição dos *pellets* ao longo da orla de Salvador durante as estações estudadas.

1.1. *Pellets Plásticos e Zonas de Convergência de Ondas*

Durante o inverno, os *pellets* apresentaram uma tendência de acúmulo próximo a duas das quatro zonas de convergência de ondas identificadas para o local para ondas de SE (N135°) que têm média de incidência anual de 30% (Figura 22). Segundo Carvalho (2000), para essa direção, há sobre-elevação na altura das ondas nas regiões de Itapuã, Jardim dos Namorados, Pituba e na Ponta do Itapuãzinho (Amaralina) onde estão localizados, respectivamente, os pontos P23 e P24, P12, P11 e P10. Nessas últimas três praias foram observadas grandes concentrações de *pellets*. Ainda segundo o mesmo autor, a convergência de ondas de leste (N90°), com média anual de incidência de 42%, nas porções avançadas da linha de costa nas praias do Jardim dos Namorados gera sobre-elevações isoladas. Entretanto, para essa direção de ondas não há formação de ZCOs (BITTENCOURT et al., 2005). Essas informações ilustram uma possível explicação para a grande concentração de *pellets* plásticos encontrados no local.

De maneira geral, durante o verão foram observadas menores concentrações de *pellets* nos pontos amostrados. Tais concentrações não obedeceram à mesma tendência observada no inverno. Entretanto, picos de concentração também puderam ser observados em alguns pontos, como no P04 (Barra), por exemplo. Analisando frentes de ondas provenientes de S e SSE e as zonas de convergências de ondas (ZCOs) geradas por elas, foi possível observar uma boa correlação entre todos os focos identificados e as maiores concentrações de *pellets* na orla de Salvador.

Sobrepondo as ZCOs de S (N 180°), SE (N 135°) e SSE (157,5°) em uma só imagem, pode-se observar que em diversos locais ao longo da orla de Salvador há sobreposição de pelo menos duas zonas oriunda de duas direções distintas (Figura 22). É razoável considerar que essas regiões são locais propícios para o acúmulo dessas partículas, uma vez que, para as diferentes frentes de ondas, os raios de ondas tendem a se convergir e apresentam maior competência em lançar as partículas em direção ao pós-praia, seja ele interrompido por obstáculo ou mais desenvolvido e com presença de vegetação.

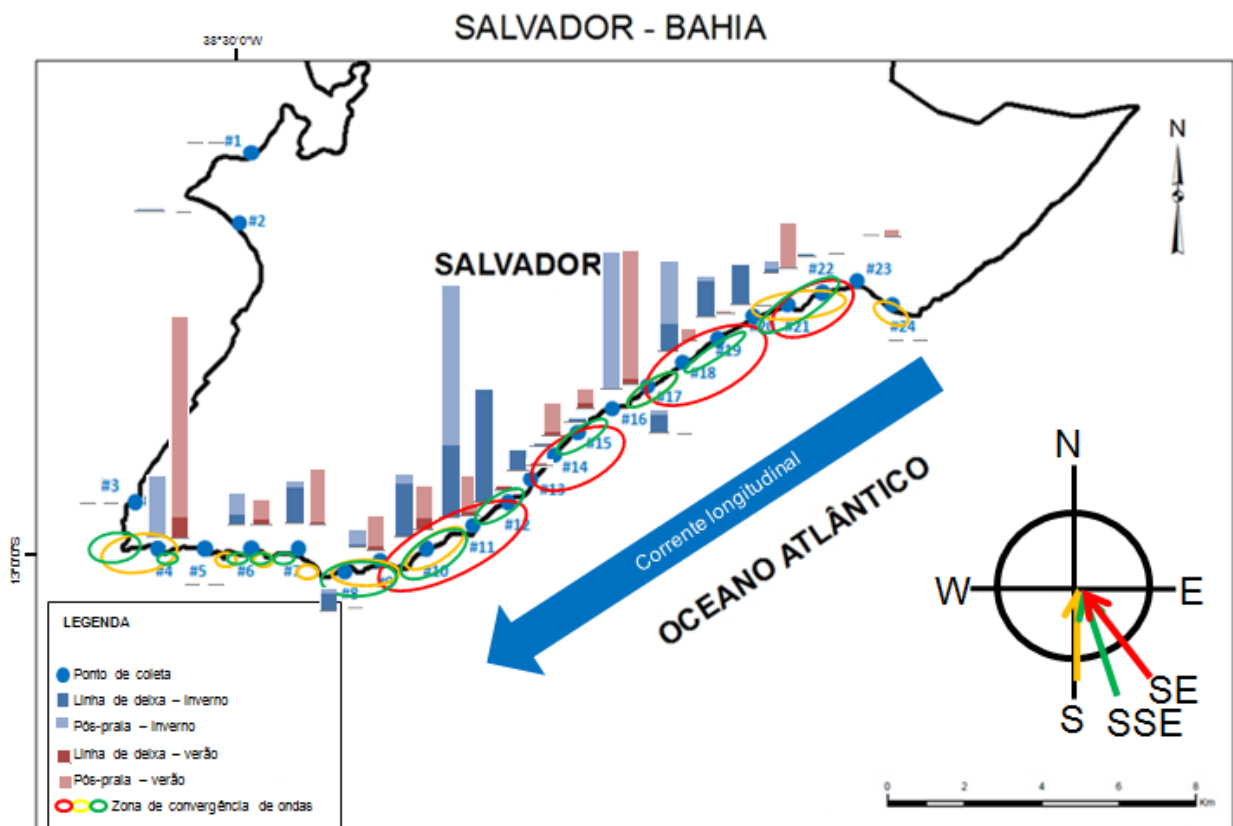


Figura 22: Sobreposição das zonas de convergência de ondas geradas por frentes de ondas de S (N 180°), SSE (157,5°) e SE (135°) na orla de Salvador. Note a relação entre as sobreposições das diferentes zonas e a distribuição dos *pellets* amostrados.

A Figura 23, obtida em agosto de 2012, ilustra o potencial dessa convergência de ondas em lançar *pellets* no sentido pós-praia. Nela, é possível observar que *pellets* foram lançados por cima da murada da praia, atingindo o calçadão. Caso não se tratasse de uma praia urbanizada, esses *pellets* seriam lançados em direção ao pós-praia, possivelmente para além da duna frontal, ou cordão dunar, onde ficariam depositados e, eventualmente, seriam soterrados.



Figura 23: *Pellets* plásticos depositados sobre o calçadão da Praia de Amaralina após evento de tempestade durante o inverno de 2012.

Tal ocorrência se deu na Praia de Amaralina, entre os pontos P10 (Amaralina) e P11 (Pituba). Ao observarmos a Figura 25 percebemos que nessa região há a formação de ZCOs oriundas das diferentes frentes do quadrante SE, bem como dos quadrantes S e SSE.

Mas a variação da quantidade de *pellets* nas praias de Salvador não parece estar relacionada apenas às ZCOs. Juntamente com elas, as características físicas de cada praia

amostrada – largura da faixa de areia, presença de afloramentos rochosos na antepraia, em sua parte submersa, etc. – parecem também influenciar no processo de deposição. Como mencionado anteriormente, Carvalho (2000) afirma que tais afloramentos podem provocar mudanças no ponto de arrebentação e interferir nos padrões de refração das ondas e até mesmo induzir a difração. Os pontos P04 (Barra), P11(Pituba), P12 (Jardim dos Namorados) e P16 (Boca do Rio), apesar de apresentarem características geomorfológicas distintas, tiveram, como ponto em comum, a grande abundância de *pellets* depositados em sua faixa de areia.

Os pontos P04 (Barra), P11 (Pituba) e P12 (Jardim dos Namorados) são caracterizados, de maneira geral, por faixa de areia estreita e presença de afloramentos rochosos (Figuras 24, 25 e 26). Nesses casos, é razoável considerar que os *pellets* seriam lançados em direção ao pós-praia durante eventos mais energéticos, não conseguindo atingir os mesmos locais em situações menos energéticas, onde as ondas são amortecidas pelos obstáculos e chegam à face da praia com menor competência de transporte dessas esférulas. Em alguns casos, como no P12 (Jardim dos Namorados), há a formação de uma grande piscina – região de águas calmas protegida por afloramentos rochosos – que poderia aprisionar os *pellets* não permitindo que ele saia do sistema praiial local sendo depositado durante um ciclo de maré e removido no seguinte.

A praia na qual o ponto P04 (Barra) está localizado tem comprimento aproximado de 800 m é composto por areia média e está situado entre dois promontórios (Farol da Barra, a oeste e Morro do Cristo, a leste) que convergiriam os raios de ondas de sul causando sobre-elevação na altura das mesmas (Figura 24).



Figura 24: Localização (em vermelho) e detalhes do P04 (Barra).

Entretanto, a oeste do ponto há uma barreira de arenito que se estende paralelamente à costa, cobrindo a metade oeste do trecho. Esse recife rochoso, juntamente com os afloramentos submersos e semi-submersos, refrataria e difrataria as ondas incidentes no local, resultando em um complexo sistema de correntes costeiras. Quanto ao seu estágio morfodinâmico, Carvalho (2000) classificou-o como sendo “sem classificação”, em virtude de sua zona de surfe irregular em função dos fatores acima mencionados.

A praia na qual o ponto P11 (Pituba) está localizado tem extensão de aproximadamente 1,5 km e é composto por areia média (Figura 25).

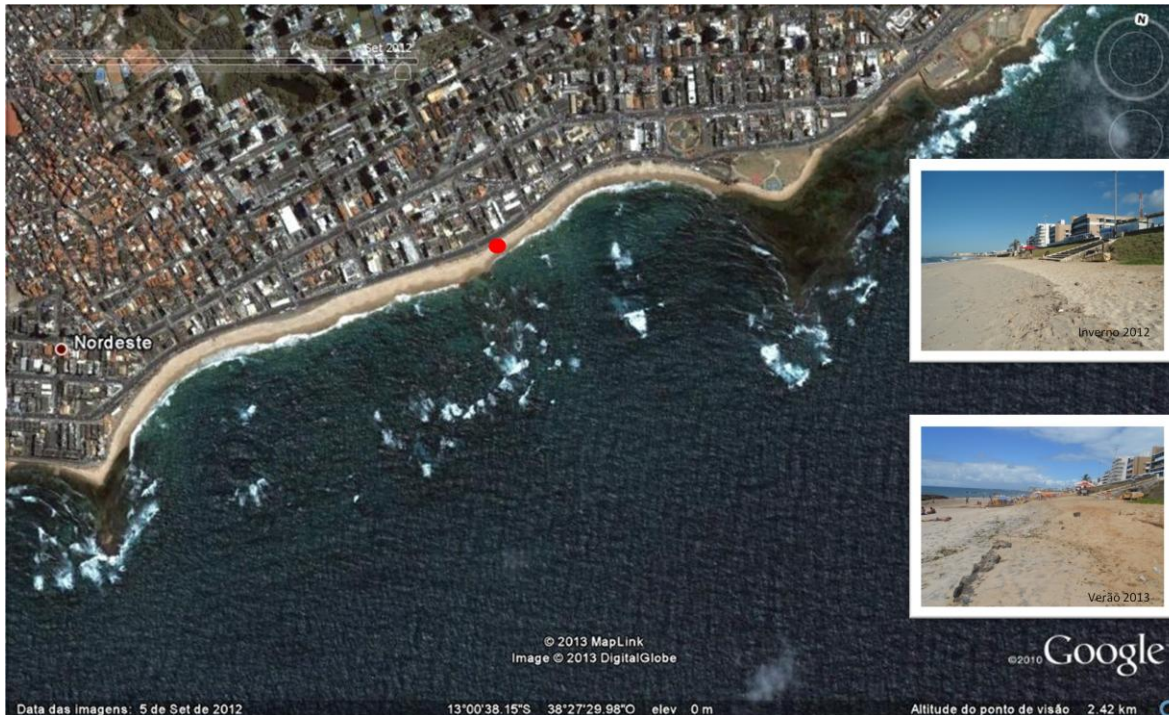


Figura 25: Localização (em vermelho) e detalhes do P11 (Pituba).

Do ponto de vista morfodinâmico, também não foi possível classificá-la, em virtude de sua zona de surfe irregular (CARVALHO, 2000). A noroeste do P11 existe uma plataforma de arenito quaternário (Nolasco, 1987 apud Carvalho 2000) sobreposta a rochas Pré-cambrianas que protegem a linha de costa de frentes de ondas de E e NE, formando uma zona de sombra nessa região (CARVALHO, 2000). Entretanto, ondas de E atingem a porção mais a sudoeste do ponto, sofrendo refração e difração pelos afloramentos presentes na zona de surfe. No local onde o ponto está inserido pode haver a formação de uma convergência entre duas correntes longitudinais resultantes do gradiente de energia formado pela convergência dos raios de ondas nos promontórios situados a noroeste e a sudoeste, e difração de ondas na região intermediária. Tal fator pode contribuir para o acúmulo de *pellets* no local. Do ponto de vista morfodinâmico, também não foi possível classificá-la, em virtude de sua zona de surfe irregular.

O ponto P12 está localizado à retaguarda de uma barreira de afloramentos rochosos (Figura 26).

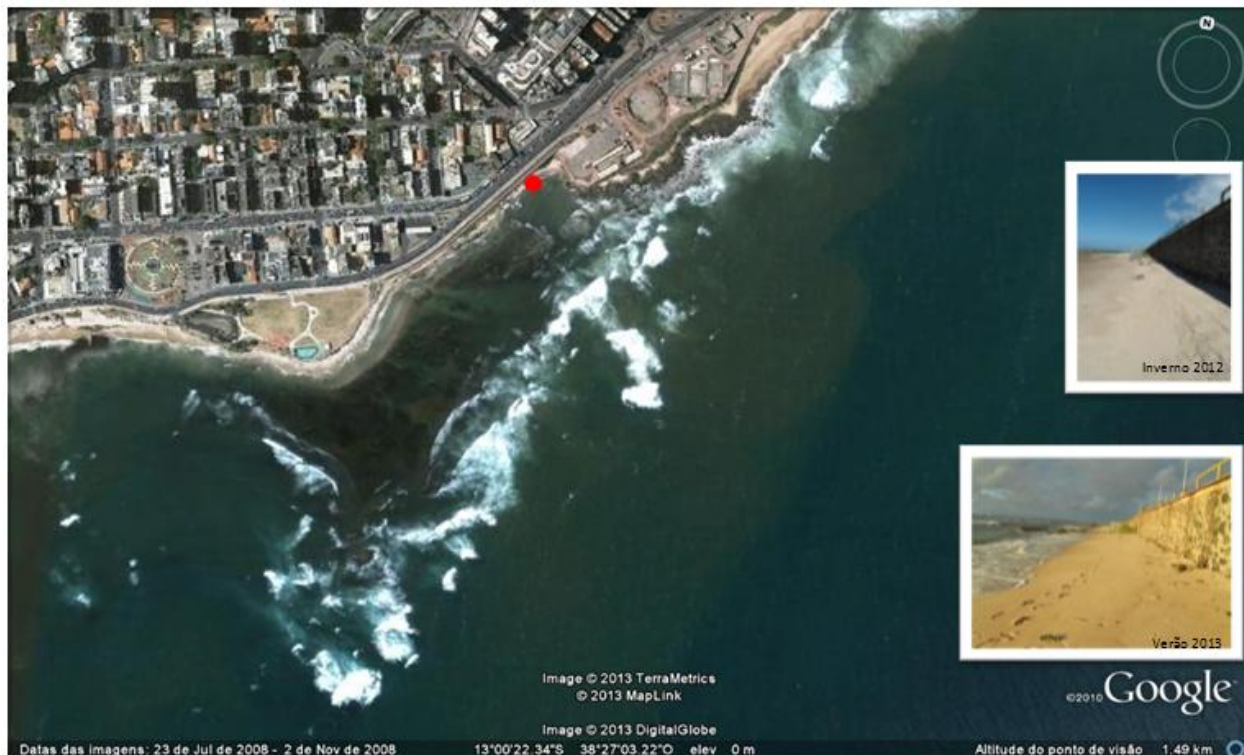


Figura 26: Localização (em vermelho) e detalhes do P12 (Jardim dos Namorados).

A faixa de areia na qual o ponto está localizado é curta, se estendendo por no máximo 70 m antes de ser interrompida por afloramentos. Seu pós-praia delimitado pela presença de muro de alvenaria. Durante a preamar, a faixa de areia é quase em sua totalidade encoberta pela água e, durante a baixamar, há a formação de uma piscina natural entre a praia e a barreira rochosa. O promontório situado a sudoeste do ponto causa, para frentes de ondas de E, S e SE, sobre-elevação da altura das ondas, convergindo seus raios, criando um gradiente que poderia resultar em uma corrente longitudinal SW-NE. Entretanto, a grande presença de afloramentos submersos e semi-submersos acarreta em uma zona de surfe irregular, onde a arrebentação se concentra na barreira rochosa e, na piscina, dominam águas calmas. Apesar dessas características, que de modo geral não permitem que os *pellets* se depositem permanentemente na faixa de areia, um grande número deles foi encontrado nesse ponto. O que talvez possa explicar tal fato é a presença da piscina que,

em associação à barreira rochosa, pode aprisionar os *pellets* nesse ambiente, impedindo que escapem e se dispersem para outros locais.

A praia do ponto P16 (Boca do Rio) foi classificada por Carvalho (2000) como sendo uma praia em estágio morfodinâmico intermediário e composta por areia média (Figura 27). Está inserida em um trecho de costa praticamente retilíneo e de aproximadamente 2,8 km de extensão. Apresenta uma faixa de areia mais larga, retilínea e contínua, com boa parte do pós-praia vegetado. Tais características podem ser consideradas ideais para que haja a deposição de *pellets*. Entretanto, outros pontos com características similares, como por exemplo o P18 (Pituaçu) (Figura 28), não tiveram grande abundância desse material. Tal fato pode ser explicado pelo fato de o P16 estar situado em uma zona de sobreposição de ZCOs e estar em uma área que, segundo os dados obtidos, aparenta estar sujeita à maior deposição de *pellets*.

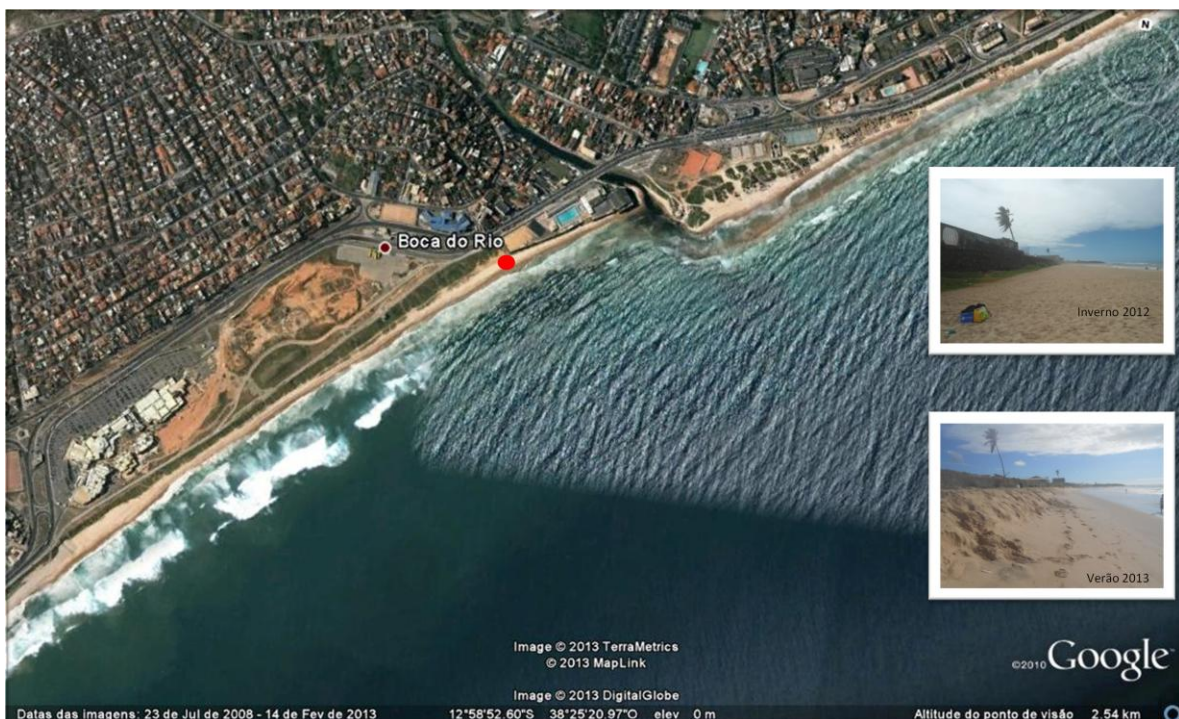


Figura 27: Localização (em vermelho) e detalhes do P16 (Boca do Rio).

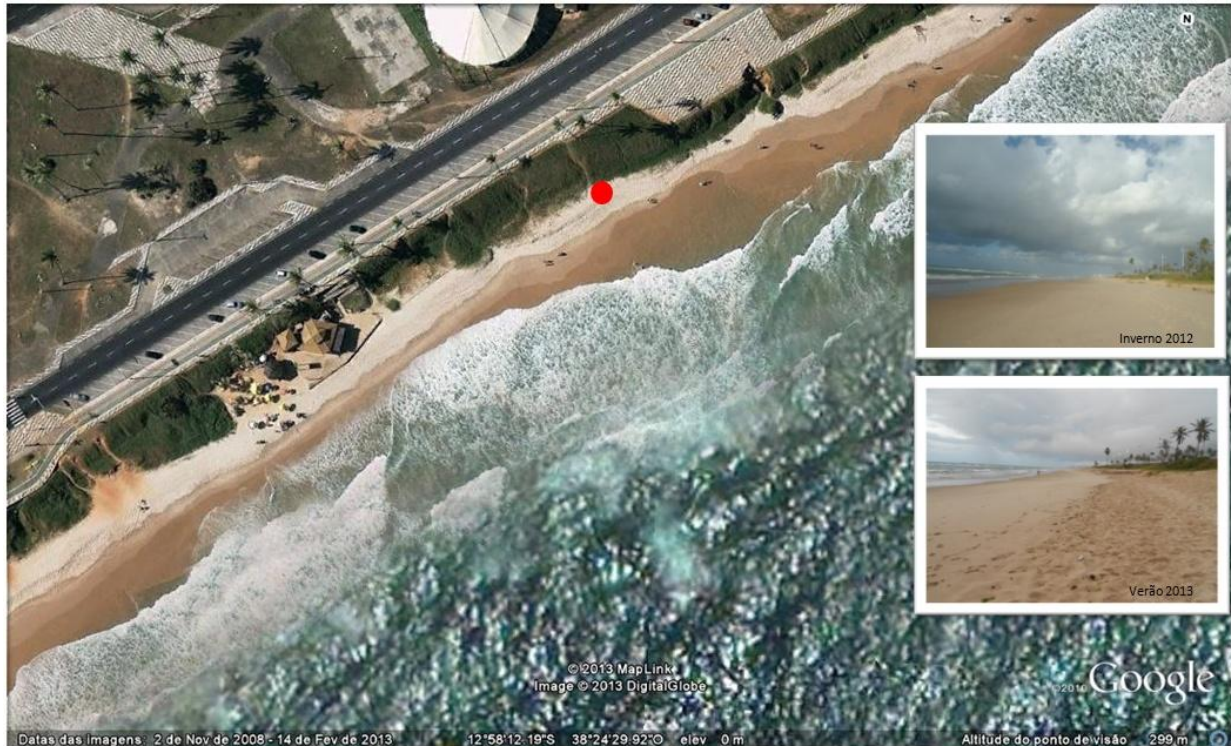


Figura 28: Localização (em vermelho) e detalhes do P18 (Pituaçu).

A presença dos rios e drenagens ao longo de toda orla de Salvador (Figura 21) não permite identificá-los, precisamente, como fontes. Entretanto, é razoável afirmar que a existência de indústrias que utilizam *pellets* como insumo são fontes potenciais desse material para a orla de Salvador. Eles poderiam atingir a rede de drenagem em caso de perda acidental durante seu manuseio, beneficiamento ou transporte e, eventualmente atingirem o mar.

2 Lixo de Praia

Ao todo, 17.089 itens foram coletados. Destes, 10.416 foram coletados durante o inverno de 2012, e 6.673 durante o verão de 2013. Durante o inverno, a maior área amostrada foi 450 m² no P08 (Rio Vermelho) e a menor foi de 10 m² nos pontos P5 (Othon), P12 (Jardim dos Namorados), P13 (Costa Azul) e P23 (Itapuã). Durante o verão, a maior foi 470 m² no P14 (Jardim de Allah) e a menor foi de 10 m² nos pontos P05 (Othon), P12 (Jardim dos Namorados), P13 (Costa Azul) e P22 (Piatã Duna). Quanto à densidade de itens, durante o inverno, o P05 (Othon) apresentou maior densidade, com 31,50 itens m⁻² e o P24 (Farol de Itapuã), a menor, com 0,19 itens m⁻². No verão, o P12 (Jardim dos Namorados) apresentou a maior densidade, com 18,80 itens m⁻² e o P24 (Farol de Itapuã) a menor, com 0,33 itens m⁻² (Tabelas 5 e 6). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o número de itens de lixo marinho amostrado durante o inverno e verão.

Tabela 5: Total de itens, área e densidade de itens em cada ponto amostral durante o inverno de 2012. Em negrito estão destacadas os maiores valores.

Inverno 2012				
Pontos	Nome da praia/localização	Total de itens	Área (m ²)	Densidade (itens m ⁻²)
P01	Ribeira	779	100	7,79
P02	Boa Viagem	302	60	5,03
P03	Porto da Barra	221	100	2,21
P04	Barra	865	130	6,65
P05	Othon	315	10	31,50
P06	Ondina	137	90	1,52
P07	Paciência	1094	130	8,42
P08	Rio Vermelho	1190	450	2,64
P09	Quartel Amaralina	653	130	5,02
P10	Amaralina	489	60	8,15
P11	Pituba	2098	70	29,97
P12	Jardim dos Namorados	112	10	11,20
P13	Costa Azul	156	10	15,60
P14	Jardim de Allah	181	160	1,13
P15	Aeroclube	217	120	1,81
P16	Boca do Rio	681	130	5,24
P17	Corsário	193	120	1,61
P18	Pituaçu	137	130	1,05
P19	Patamares	305	120	2,54
P20	Jaguaribe	83	90	0,92
P21	Piatã	136	40	3,40
P22	Piatã Duna	10	20	0,50
P23	Itapuã	15	10	1,50
P24	Farol de Itapuã	47	250	0,19
		10416		

Tabela 6: Total de itens, área e densidade de itens em cada ponto amostral durante o verão de 2013. Em negrito estão destacadas os maiores valores.

Verão 2013				
Pontos	Nome da praia/localização	Total de itens	Área (m ²)	Densidade (itens m ⁻²)
P01	Ribeira	386	230	1,68
P02	Boa Viagem	225	120	1,88
P03	Porto da Barra	317	110	2,88
P04	Barra	512	120	4,27
P05	Othon	13	10	1,30
P06	Ondina	209	70	2,99
P07	Paciência	502	340	1,48
P08	Rio Vermelho	187	10	18,70
P09	Quartel Amaralina	316	370	0,85
P10	Amaralina	657	100	6,57
P11	Pituba	276	80	3,45
P12	Jardim dos Namorados	188	10	18,80
P13	Costa Azul	84	10	8,40
P14	Jardim de Allah	510	470	1,09
P15	Aeroclube	398	190	2,09
P16	Boca do Rio	407	150	2,71
P17	Corsário	147	210	0,70
P18	Pituaçu	232	150	1,55
P19	Patamares	261	420	0,62
P20	Jaguaribe	130	290	0,45
P21	Piatã	302	180	1,68
P22	Piatã Duna	28	10	2,80
P23	Itapuã	236	40	5,90
P24	Farol de Itapuã	150	460	0,33
		6673		

Plástico foi a classe mais abundante, representando 87,45% de todos os itens coletados no inverno, e 85,24%, no verão (Figuras 29 e 30). Tais resultados corroboram com outros resultados encontrados na literatura que afirmam que em média 85% de todo o lixo

encontrado nas praias é composto por plástico (ALKALAY *et al.*, 2007; CHESHIRE *et al.*, 2009).

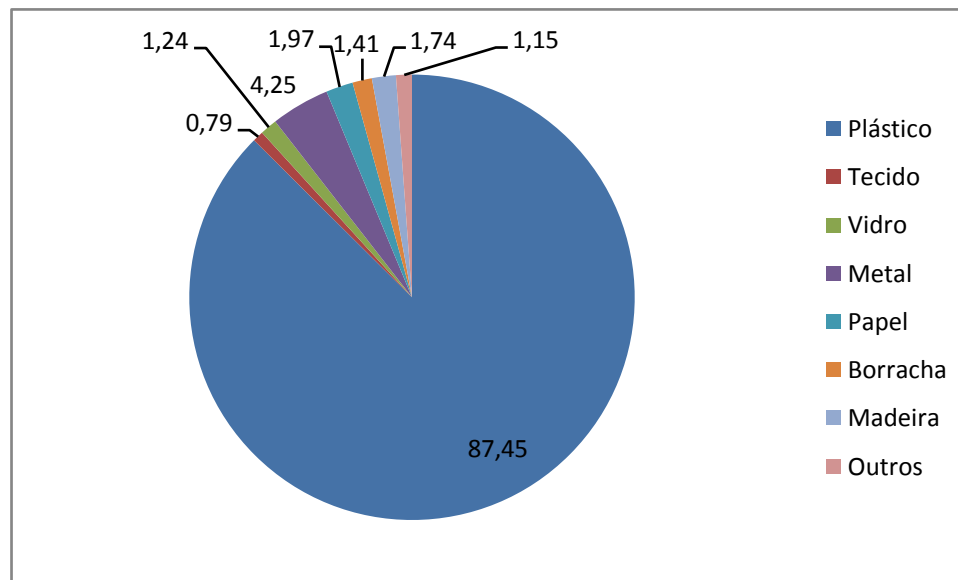


Figura 29: Porcentagem total de ocorrência de itens de lixo nas praias de Salvador durante o inverno de 2012.

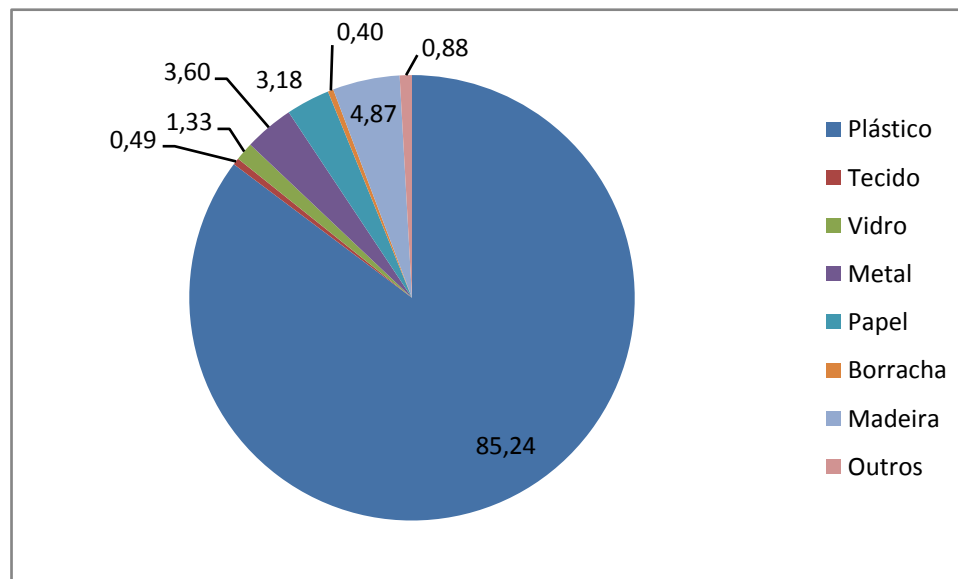


Figura 30: Porcentagem total de ocorrência de itens de lixo nas praias de Salvador durante o verão de 2013.

Em todos os pontos amostrados a abundância de itens de plástico foi maior que a soma das demais classes de materiais em ambas as campanhas. As Figuras 31 e 32 abaixo ilustram a ocorrência dos itens nos pontos amostrados durante as estações estudadas, e as porcentagens totais de itens.

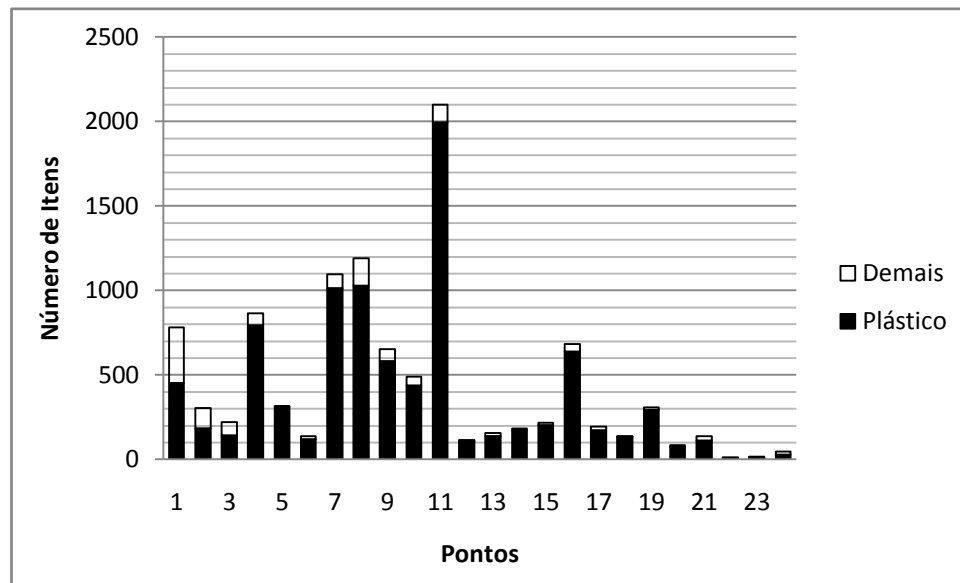


Figura 31: Abundância de itens plásticos em relação aos demais itens das amostras coletadas durante o inverno de 2012.

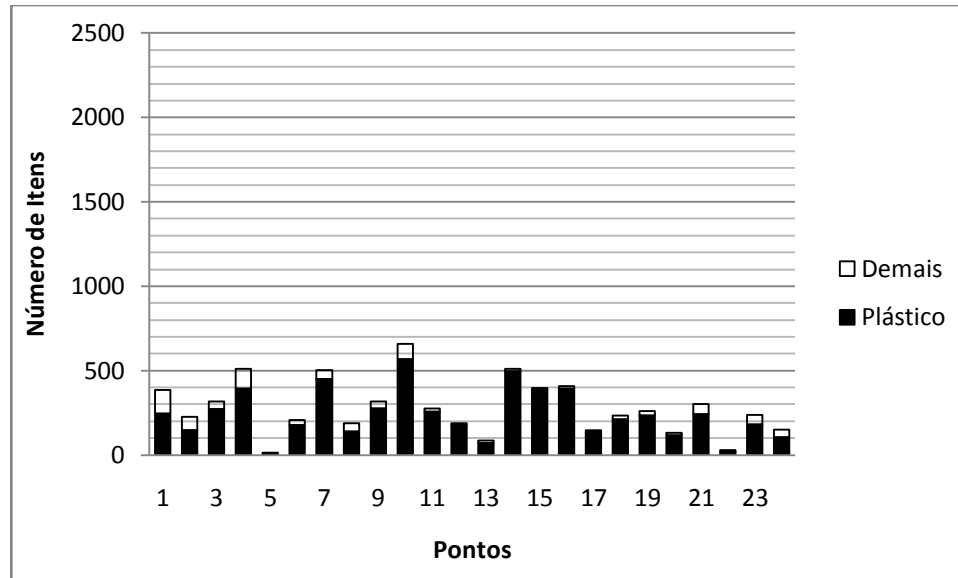


Figura 32: Abundância de itens plásticos em relação aos demais itens das amostras coletadas durante o verão de 2013.

Em todos os pontos, a porcentagem de itens de plástico esteve acima de 60%, mantendo-se acima dos 80% na maioria dos pontos, chegando a atingir 100% em alguns casos como no ponto P22 (Piatã Duna), durante o inverno, e o ponto P05 (Othon), durante o verão (Figuras 33 e 34).

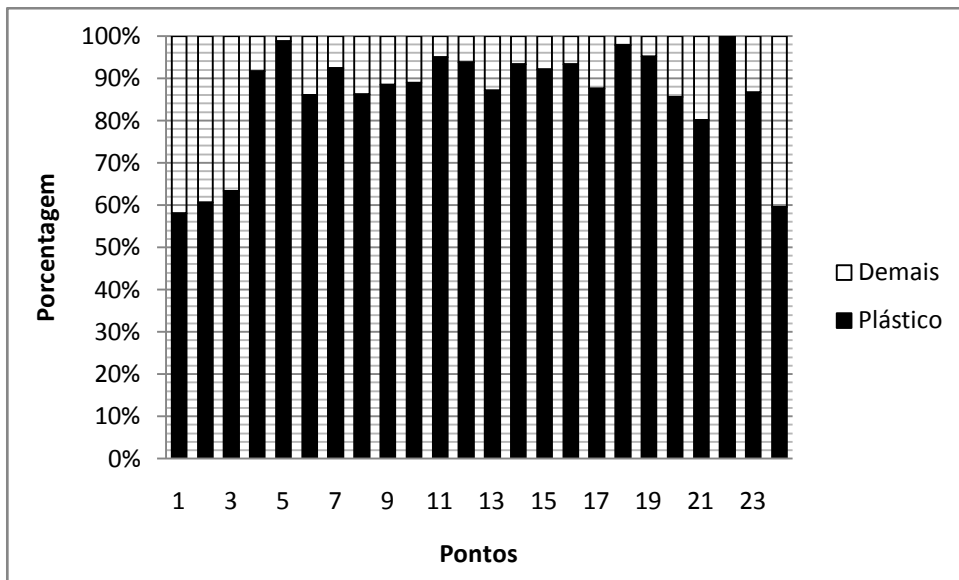


Figura 33: Porcentagem de plástico e demais classes em cada ponto amostrado durante o inverno de 2012.

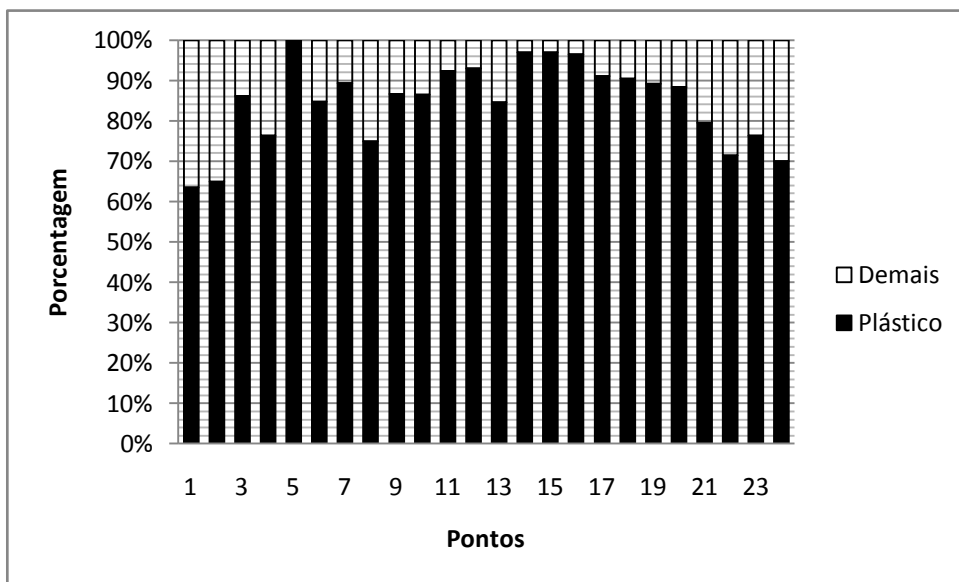


Figura 34: Porcentagem de plástico e demais classes em cada ponto amostrado durante o verão de 2013.

Considerando o CCI, para os pontos amostrados durante o inverno, 21 (87,50%) dos 24 pontos amostrados foram classificados como “extremamente sujo”, um (4,17%) como “sujo”, um (4,17%) como “moderado” e um (4,17%) como “limpo” (Tabela 7).

Para os pontos amostrados durante o verão, 19 (79,17%) dos 24 pontos foram classificados como “extremamente sujo”, três (12,50%) como “sujo”, um (4,17%) como “moderado” e um (4,17%) como “limpo”. Nenhum dos pontos foi classificado como “muito limpo” neste período (Tabela 8).

Tabela 7: Densidade de itens, densidade de plástico, valor do Clean-Coast Index - CCI e classificação de cada ponto amostral de acordo com seu grau de poluição por plástico durante o inverno de 2012.

Inverno 2012					
Pontos	Nome da praia/localização	Densidade (itens m ⁻²)	Densidade PL (plástico m ⁻²)	CCI	Classificação
P01	Ribeira	7,79	4,52	90,40	ES
P02	Boa Viagem	5,03	3,05	61,00	ES
P03	Porto da Barra	2,21	1,40	28,00	ES
P04	Barra	6,65	6,10	122,00	ES
P05	Othon	31,50	31,10	622,00	ES
P06	Ondina	1,52	1,31	26,22	ES
P07	Paciência	8,42	7,78	155,54	ES
P08	Rio Vermelho	2,64	2,28	45,60	ES
P09	Quartel Amaralina	5,02	4,45	88,92	ES
P10	Amaralina	8,15	7,25	145,00	ES
P11	Pituba	29,97	28,46	569,14	ES
P12	Jardim dos Namorados	11,20	10,50	210,00	ES
P13	Costa Azul	15,60	13,60	272,00	ES
P14	Jardim de Allah	1,13	1,06	21,13	ES
P15	Aeroclube	1,81	1,67	33,33	ES
P16	Boca do Rio	5,24	4,89	97,85	ES
P17	Corsário	1,61	1,41	28,17	ES
P18	Pituaçu	1,05	1,03	20,62	ES
P19	Patamares	2,54	2,42	48,33	ES
P20	Jaguaribe	0,92	0,79	15,78	S
P21	Piatã	3,40	2,73	54,50	ES
P22	Piatã Duna	0,50	0,50	10,00	M
P23	Itapuã	1,50	1,30	26,00	ES
P24	Farol de Itapuã	0,19	0,11	2,24	L

PL = plástico; CCI = Clean-Coast Index; ES = Extremamente sujo; S = Sujo; M = Moderado; e L = Limpo.

Tabela 8: Densidade de itens, densidade de plástico, valor do Clean-Coast Index - CCI e classificação de cada ponto amostral de acordo com seu grau de poluição por plástico durante o verão de 2013.

Verão 2013					
Pontos	Nome da praia/localização	Densidade (itens m ⁻²)	Densidade PL (plástico m ⁻²)	CCI	Classificação
P01	Ribeira	1,68	1,07	21,30	ES
P02	Boa Viagem	1,88	1,22	24,33	ES
P03	Porto da Barra	2,88	2,48	49,64	ES
P04	Barra	4,27	3,26	65,17	ES
P05	Othon	1,30	1,30	26,00	ES
P06	Ondina	2,99	2,53	50,57	ES
P07	Paciência	1,48	1,32	26,41	ES
P08	Rio Vermelho	18,70	14,00	280,00	ES
P09	Quartel Amaralina	0,85	0,74	14,81	S
P10	Amaralina	6,57	5,68	113,60	ES
P11	Pituba	3,45	3,19	63,75	ES
P12	Jardim dos Namorados	18,80	17,50	350,00	ES
P13	Costa Azul	8,40	7,10	142,00	ES
P14	Jardim de Allah	1,09	1,05	21,06	ES
P15	Aeroclube	2,09	2,03	40,63	ES
P16	Boca do Rio	2,71	2,62	52,40	ES
P17	Corsário	0,70	0,64	12,76	S
P18	Pituaçu	1,55	1,40	28,00	ES
P19	Patamares	0,62	0,55	11,10	S
P20	Jaguaribe	0,45	0,40	7,93	M
P21	Piatã	1,68	1,33	26,67	ES
P22	Piatã Duna	2,80	2,00	40,00	ES
P23	Itapuã	5,90	4,50	90,00	ES
P24	Farol de Itapuã	0,33	0,23	4,57	L

PL = plástico; CCI = Clean-Coast Index; ES = Extremamente sujo; S = Sujo; M = Moderado; e L = Limpo.

Esses resultados indicam que a maioria das praias de Salvador está coberta por itens de plástico, sejam eles fragmentos ou itens inteiros. Os valores encontrados para as praias que se adequaram à classificação “extremamente suja” apresentaram CCIs muito acima do limite mínimo de classificação nessa categoria ($CCI \geq 20$). Isso indica a severidade da poluição das areias do município por esse material que, em muitos dos casos, apresenta a faixa de areia recoberta por itens plásticos.

Quanto às suas fontes, durante o inverno, todas as praias apresentaram maior representatividade da categoria “outras”. Essa categoria engloba não só os itens que podem ser oriundos de múltiplas fontes, mas também os fragmentos plásticos que representam grande parte das amostras (39,48% do total). Se desconsiderarmos essa categoria, 23 (95,83%) das praias amostradas tiveram atividades de turismo/recreação como principal fonte poluidora. Um único ponto teve a categoria “doméstica” (efluentes) como origem mais representativa excluindo-se a categoria outras (Tabela 9).

Durante o verão, 95,83% dos pontos coletados teria a categoria “outras” como principal origem do lixo. Entretanto, se desconsiderarmos essa categoria, a categoria “turismo/recreação” predominou em 91,67% dos pontos amostrados, seguida de atividades de pesca (8,33%). Desse modo, atividades de turismo/recreação são importante fonte de lixo para as praias do município durante esse período. A Tabela 10 a seguir demonstra a representatividade de cada fonte de lixo para os pontos amostrados durante o verão.

Tabela 9: Porcentagem das principais fontes de lixo marinho para as praias de Salvador para cada ponto amostrado durante o inverno de 2012. Em destaque os maiores valores desconsiderando a categoria “outras”, representada, principalmente, por fragmentos plásticos.

Inverno 2012

Pontos	Nome da praia/localização	Turismo/recreação (%)	Pesca (%)	Doméstica (%)	Hospitalar (%)	Outra (%)
P01	Ribeira	24,26	0,26	0,39	0,51	74,58
P02	Boa Viagem	21,19	1,32	0,99	0,00	76,49
P03	Porto da Barra	43,44	0,00	0,00	0,00	56,56
P04	Barra	26,82	0,00	4,28	0,46	68,44
P05	Othon	1,90	0,00	1,27	0,00	96,83
P06	Ondina	30,66	2,92	21,17	0,73	44,53
P07	Paciência	23,31	0,37	10,05	0,18	66,09
P08	Rio Vermelho	16,47	0,17	7,82	0,25	75,29
P09	Quartel Amaralina	28,94	0,31	11,64	0,77	58,35
P10	Amaralina	27,20	0,20	16,77	0,20	55,62
P11	Pituba	22,07	0,38	13,63	0,43	63,49
P12	Jardim dos Namorados	7,14	0,00	8,93	0,00	83,93
P13	Costa Azul	8,97	0,00	6,41	1,28	83,33
P14	Jardim de Allah	24,31	0,55	9,39	0,00	65,75
P15	Aeroclube	14,29	0,00	5,07	3,23	77,42
P16	Boca do Rio	13,22	0,00	7,64	0,00	79,15
P17	Corsário	18,65	0,00	6,22	0,00	75,13
P18	Pituaçu	32,85	0,00	5,11	0,73	61,31
P19	Patamares	15,41	0,33	4,59	0,00	79,67
P20	Jaguaribe	28,92	2,41	6,02	0,00	62,65
P21	Piatã	21,32	0,00	5,15	0,00	73,53
P22	Piatã Duna	20,00	0,00	0,00	0,00	80,00
P23	Itapuã	13,33	0,00	13,33	0,00	73,33
P24	Farol de Itapuã	40,43	0,00	0,00	0,00	59,57

Tabela 10: Porcentagem das principais fontes de lixo marinho para as praias de Salvador para cada ponto amostrado durante o verão de 2013. Em destaque os maiores valores desconsiderando a categoria “outras”, representada, principalmente, por fragmentos plásticos.

Verão 2013

Pontos	Nome da praia/localização	Turismo/recreação (%)	Pesca (%)	Doméstica (%)	Hospitalar (%)	Outras (%)
P01	Ribeira	47,67	0,00	0,26	0,00	52,07
P02	Boa Viagem	44,00	0,00	0,44	0,44	55,11
P03	Porto da Barra	13,25	0,32	0,63	0,00	85,80
P04	Barra	44,73	0,59	7,81	0,00	46,88
P05	Othon	7,69	0,00	15,38	0,00	76,92
P06	Ondina	17,70	2,87	8,13	0,00	71,29
P07	Paciência	27,09	0,00	10,76	0,20	61,95
P08	Rio Vermelho	19,79	0,00	12,83	0,00	67,38
P09	Quartel Amaralina	28,16	0,00	12,97	0,63	58,23
P10	Amaralina	29,22	0,15	7,46	0,15	63,01
P11	Pituba	38,41	1,09	10,87	0,72	48,91
P12	Jardim dos Namorados	13,83	0,00	22,34	0,00	63,83
P13	Costa Azul	23,81	0,00	22,62	1,19	52,38
P14	Jardim de Allah	43,53	0,00	16,67	0,20	39,61
P15	Aeroclube	23,37	0,25	15,83	0,00	60,55
P16	Boca do Rio	19,90	0,00	13,02	0,00	67,08
P17	Corsário	39,46	0,68	9,52	0,00	50,34
P18	Pituaçu	37,50	0,00	10,34	0,00	52,16
P19	Patamares	32,18	0,00	8,05	0,00	59,77
P20	Jaguaribe	31,54	0,00	0,77	0,00	67,69
P21	Piatã	47,02	0,00	1,32	0,00	51,66
P22	Piatã Duna	46,43	0,00	0,00	0,00	53,57
P23	Itapuã	36,86	0,00	1,27	0,00	61,86
P24	Farol de Itapuã	35,33	0,00	2,00	1,33	61,33

Apesar das atividades relacionadas a turismo e recreação serem mais intensas durante o verão, as maiores ocorrências e densidades de lixo marinho foram encontradas durante o inverno. Devido ao fato de o inverno ser a estação chuvosa na região, o número de turistas e usuários da praia em geral é menor. Enquanto que no verão, o uso das praias de Salvador é muito maior e, conseqüentemente, o esforço de limpeza das praias realizado por agentes da prefeitura é também intensificado. Entretanto, apesar do fato de o governo realizar ações de limpeza periódicas ao longo das praias soteropolitanas, fica claro, através dos resultados, que tais ações são ineficazes.

Como destacado por Corcoran *et al.* (2009), a combinação dos processos que regem o transporte de partículas, tanto sedimento quanto plástico, com marés enchentes resultam na deposição das partículas plásticas ao longo das linhas de detritos de maré alta. Entretanto, esse acúmulo apresenta caráter temporário, uma vez que na próxima maré alta, o material trazido e depositado anteriormente, pode ser remobilizado e depositado na próxima linha de maré alta ou voltar a flutuar na superfície do mar onde poderia ser transportado para locais distante e eventualmente se depositar no fundo ou em outra praia. Assim, o caráter mais estável do pós-praia pode fornecer condições mais favoráveis para deposição e acúmulo de partículas.

Portanto, é razoável considerar que o lixo encontrado nas praias de Salvador apresenta grande mobilidade, pois a maioria dos pontos amostrados apresentavam muros ou outras estruturas antropogênicas no local onde o pós-praia se desenvolveria. Essas estruturas, em muitos dos casos, está ao alcance das marés altas de sizígia e de tempestade, reduzindo a área de areia onde o lixo poderia se depositar por longos períodos. Essa mobilidade também pode explicar a grande ocorrência de fragmentos plásticos, pois a ação constante das ondas poderia ser um importante agente de fragmentação do material plástico.

É possível interpretar também que a maior ocorrência de lixo marinho durante o inverno seja justificada pela formação das zonas de convergência de ondas que, associadas a marés de tempestade e/ou marés de sizígia, podem lançar o material no sentido pós-praia ou aprisioná-lo na zona de surfe onde estaria suscetível ao transporte por correntes longitudinais.

Através do presente estudo, não foi encontrado nenhum indicativo de que a concentração de lixo marinho estivesse orientada de acordo com a corrente longitudinal. Tal fato poderia ser explicado pela presença constante de obstáculos (afloramentos rochosos) ao longo da costa de Salvador e de praias de bolso que podem alterar e até mesmo inverter a direção da deriva local, quando observado em maior escala.

3 Lixo Bentônico

Um total de 781 itens foi coletado nas campanhas de amostragem de lixo bentônico. Não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre pontos e entre as datas coletadas. A data de 06/02/2013, que foi anterior ao Carnaval, foi o dia com maior número de itens (416). A coleta do dia após o Carnaval (14/02/2013) apresentou os menores valores (40 itens). O total de itens e o tipo e estágios da maré são mostrados na Tabela 11.

Tabela 11: Fases da lua, maré, amplitude de maré e quantidade de itens coletados em cada ponto nos dias amostrados.

Data	Porto da Barra	Hospital Espanhol	Farol da Barra	Total por dia	Maré	Amplitude
22/09/2012	108	91	126	325	Quadratura/vazante	1,1
06/02/2013	253	145	18	416	Quadratura/enchente	1,4
14/02/2013	30	0	10	40	Sizígia/vazante	2,2
Total por ponto	391	236	154	781		

A maior média de itens foi na praia do Porto da Barra (130,33 itens), enquanto a menor foi no Farol da Barra (51,33 itens). Mesmo não tendo o valor mais alto, a praia do Hospital Espanhol apresentou uma média de itens coletados notável (Tabela 12).

Tabela 12: Médias e desvios-padrão dos pontos amostrados.

	Porto da Barra	Hospital Espanhol	Farol da Barra	Global
Média	130,33	78,67	51,33	260,33
Desvio-padrão	113,17	73,28	64,79	120,36

Considerando o total de itens coletados nas três campanhas, a categoria dos plásticos foi predominante em dois dos três pontos: praia do Hospital Espanhol (51,69%) e praia do Farol da Barra (68,18%).

No caso da praia do Porto da Barra, o plástico foi superado apenas pela categoria madeira (47,57%), representando 21,99% da amostra. Tal discrepância pode ser atribuída ao fato dessa classe ser composta exclusivamente por palitos de espetinhos e de picolés, que são itens tipicamente consumidos no local, o que indica a origem pontual desse resíduo. A praia do Porto da Barra foi a que apresentou a maior concentração de vendedores ambulantes e barracas que comercializam alimentos e bebidas, que são fontes em potencial para esse tipo de material.

Na praia do Hospital Espanhol o plástico foi seguido pelas categorias metal (37,71%), representado principalmente por latinhas de alumínio, e madeira (4,24%). No Farol da Barra, o plástico foi seguido por tecido (11,04%) e metal (7,79%). As Tabelas 13, 14 e 15 apresentam a abundância e a porcentagem de lixo marinho encontrado dividido nas nove categorias adotadas de acordo com sua composição.

Tabela 13: Abundância e porcentagem de lixo marinho no ponto Porto da Barra.

Categorias	Porto da Barra							
	22/09/2012		06/02/2013		14/02/2013		Geral	
	Nº itens	%	Nº itens	%	Nº itens	%	Nº itens	%
Plástico	35	32,41	41	16,21	10	33,33	86	21,99
Espuma	0	0	0	0	0	0	0	0
Tecido	6	5,56	6	2,37	6	20,00	18	4,60
Vidro/cerâmica	4	3,7	4	1,58	1	3,33	9	2,3
Metal	24	22,22	33	13,04	6	20	63	16,11
Papel	7	6,48	5	1,98	7	23,33	19	4,86
Borracha	1	0,93	3	1,19	0	0	4	1,02
Madeira	27	25	159	62,85	0	0	186	47,57
Outros	4	3,7	2	0,79	0	0	6	1,53

Tabela 14: Abundância e porcentagem de lixo marinho no ponto Hospital Espanhol.

Categorias	Hospital Espanhol							
	22/09/2012		06/02/2013		14/02/2013		Geral	
	Nº itens	%	Nº itens	%	Nº itens	%	Nº itens	%
Plástico	34	37,36	88	60,69	0	0	122	51,69
Espuma	0	0	0	0	0	0	0	0
Tecido	7	7,69	1	0,69	0	0	8	3,39
Vidro/cerâmica	0	0	0	0	0	0	0	0
Metal	41	45,05	48	33,1	0	0	89	37,71
Papel	3	3,3	0	0	0	0	3	1,27
Borracha	1	1,10	1	0,69	0	0	2	0,85
Madeira	3	3,3	7	4,83	0	0	10	4,24
Outros	2	2,2	0	0	0	0	2	0,85

Tabela 15: Abundância e porcentagem de lixo marinho no ponto Farol da Barra.

Categorias	Farol da Barra							
	22/09/2012		06/02/2013		14/02/2013		Geral	
	Nº itens	%	Nº itens	%	Nº itens	%	Nº itens	%
Plástico	90	71,43	12	66,67	3	30	105	68,18
Espuma	0	0	0	0	0	0	0	0
Tecido	16	12,70	1	5,56	0	0	17	11,04
Vidro/cerâmica	3	2,38	1	5,56	0	0	4	2,6
Metal	11	8,73	0	0	1	10	12	7,79
Papel	1	0,79	3	16,67	6	60	10	6,49
Borracha	1	0,79	0	0	0	0	1	0,65
Madeira	1	0,79	0	0	0	0	1	0,65
Outros	3	2,38	1	5,56	0	0	4	2,6

A classificação dos pontos quanto à poluição por resíduos sólidos variou entre os dois extremos do gradiente, indo de “muito limpo” (Farol da Barra na 2ª e 3ª campanhas) a “extremamente sujo” (Porto da Barra na 2ª campanha), a depender dos pontos amostrados e também da data da campanha de coleta. A classificação de todos os pontos amostrados, de acordo com seu grau de poluição por resíduos sólidos, em sua totalidade e separado por dias de coleta, está descrito na Tabela 16.

Tabela 16: Densidade de itens e classificação dos pontos amostrados de acordo com seu grau de *poluição* por resíduos sólidos.

Porto da Barra	Densidade (itens m ⁻²)	CCI	Classificação
22/09/2012	0,54	10,80	Sujo
06/02/2013	1,27	25,30	Extremamente sujo
14/02/2013	0,15	3,00	Limpo
Hospital Espanhol			
22/09/2012	0,46	9,10	Moderado
06/02/2013	0,73	14,50	Sujo
14/02/2013	0,00	0,00	Limpo
Farol da Barra			
22/09/2012	0,63	12,60	Sujo
06/02/2013	0,09	1,80	Muito limpo
14/02/2013	0,05	1,00	Muito limpo

As categorias de itens mais abundantes foram plástico, madeira, metal e tecido. A categoria representada pelos itens plásticos foi a mais abundante em dois dos três pontos amostrados sendo apenas superada pela classe madeira no Porto da Barra. Pelo fato das concentrações de plástico, apesar de altas, não terem se igualado ou superado os valores comumente encontrados nas praias ($\geq 85\%$), todos os itens foram considerados para o cálculo do CCI. Tal predomínio foi também observado por Carvalho-Souza e Tinoco (2011) para os fundos rochosos da Baía de Todos os Santos. Uma possível explicação para essa concentração mais baixa pode ser o fato dos itens plásticos apresentarem baixa densidade e tenderem a flutuar. Desse modo, a presença desses itens no ambiente bentônico sugere que uma quantidade muito maior de lixo plástico atinge o ambiente marinho de Salvador e que apenas parte dele se deposita no fundo.

A proximidade dos transectos em relação à costa pode ter influência no tipo de lixo encontrado e na identificação de sua fonte como sendo principalmente de atividades baseadas em terra. Tal fato fica claro pela presença de palitos de churrasco e picolé que, em sua maioria, apesar de serem confeccionados em madeira, apresentavam excelente estado de conservação, indicando recente chegada e deposição no ambiente bentônico local. A presença de itens de papel e papelão em todos os pontos também é indicativa da proximidade à fonte poluidora local, dado à rápida degradação desse material.

Carvalho-Souza e Tinoco (2011) sugerem que a similaridade da composição dos resíduos encontrados nos diferentes pontos pode sugerir uma conectividade entre eles. Desse modo o material poderia transitar entre os locais até encontrar condições favoráveis para sua deposição. Considerando que não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) da quantidade de itens entre pontos e entre dias de coleta, este pode de fato ser o caso ocorrido entre os pontos amostrados no presente estudo. No entanto, é importante notar também que essas praias apresentam semelhanças nas suas características quanto ao uso, à proximidade de atividades portuárias e industriais, e sua inserção em um contexto urbano. Entretanto, apesar dessas similaridades, houve discrepâncias como no caso da grande concentração de itens de madeira no Porto da Barra, o que poderia indicar origem local e pouca mobilidade, ao menos em curto prazo, do lixo bentônico no local. Assim, a similaridade da composição pode ser um reflexo das características da praia adjacente, somado à ação de transporte por meio de correntes e marés.

O dia após o Carnaval (14/02/2013), diferentemente do esperado, considerando as festividades como importante fonte de lixo, apresentou os menores valores de ocorrência de lixo. Nota-se que havia outros grupos formados por voluntários realizando atividades de limpeza nesse dia na área. Além disso, a maré durante a atividade era vazante de sizígia, o que teria um potencial maior de remoção e transporte dos itens mais leves e mais recentes, que não ficaram aprisionados em nenhum obstáculo, no sentido *off-shore*.

No dia 06/02/2013, a maré de enchente de quadratura pode ter colaborado para a retenção dos resíduos recém-chegados no ambiente. Nessa campanha, o ambiente bentônico da praia do Porto da Barra e do Hospital Espanhol foi classificado como “extremamente sujo” e “sujo”, respectivamente. Apenas o do Farol da Barra apresentou baixa poluição, sendo classificado como “muito limpo”. Tal fator pode ser explicado pela baixa intensidade de uso do local por banhistas e comerciantes em função da quase ausência de faixa de areia, substituída por afloramentos rochosos. Esse mesmo local foi classificado como “sujo” somente no dia 22/09/2012.

Outro importante fator a ser considerado é o potencial do lixo bentônico de impor risco à segurança de banhistas e mergulhadores, caracterizando o lixo marinho como um problema de saúde pública. No caso dos pontos amostrados, a presença de uma grande quantidade de palitos de churrasco pontiagudos, juntamente com latas de alumínio fragmentadas e cacos de vidro, impõe risco potencial de ferimentos aos banhistas e

frequentadores do local. Além desses itens, petrechos de pesca compostos por linha e anzol perdidos também apresentam risco de perfuração e emaranhamento.

Além das implicações do lixo marinho sobre a população humana, é evidente que este tem um impacto negativo sobre comunidades de organismos marinhos. Apesar de não quantificados, em alguns petrechos de pesca compostos por linha de monofilamento foram observados invertebrados (principalmente esponjas e algas coralíneas) incrustados em sua superfície, indicando o processo de incorporação do resíduo ao hábitat bentônico, servindo de substrato para incrustação de organismos sésseis. Chiappone *et al.* (2005) relatam que petrechos de pesca perdidos ou abandonados, bem como outros tipos de lixo marinho, podem ameaçar diversos organismos, incluindo organismos sésseis e recifes de coral. Os mesmos autores afirmam que a densidade do petrecho, o tamanho do petrecho e a densidade do organismo são fundamentais para determinar a extensão do dano que petrechos de linha e anzol podem causar em invertebrados bentônicos como gorgônias, hidrocorais miliporídeos e esponjas.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES

A orla de Salvador, como um todo, está poluída por *pellets* plásticos e lixo marinho, seja em maior ou menor grau. Os padrões de poluição por *pellets* foram variados e oscilaram entre as estações estudadas. A poluição muito baixa por *pellets*, determinado através do uso do IPP, nas praias amostradas no interior da BTS (P01 – Ribeira e P02 – Boa Viagem) em ambas as estações permite descartar a possibilidade de o Porto de Salvador ser uma fonte relevante de entrada de *pellets* no ambiente marinho/estuarino local. As características urbanizadas da orla de Salvador não parecem favorecer a deposição a longo prazo de *pellets*, uma vez que em vários trechos ao longo de sua orla, a região que corresponderia ao pós-praia foi interrompido/substituído por muros que sustentam o calçadão. Entretanto, a ausência de um pós-praia propriamente dito não pareceu ser fator determinante para a deposição – ao menos recente – dos *pellets* uma vez que em pontos como o P12 (Jardim dos Namorados), por exemplo, mesmo apresentando um obstáculo antropogênico (muro) onde a água do mar atinge sua estrutura praticamente a cada ciclo de maré, havia alta concentração dessas esférulas. Em pontos como P14 (Jardim de Allah), P15 (Aeroclube), por exemplo, mesmo apresentando uma faixa de areia mais larga incluindo um pós-praia mais desenvolvido e com presença de vegetação, características teoricamente mais favoráveis à deposição, não foram encontradas quantidades significativas de *pellets* quando comparados com os pontos com mesmas características (i.e. P16 – Boca do Rio e P17 – Corsário) que apresentaram maior concentração.

A deriva litorânea efetiva predominante para a orla estudada, com sentido NE – SW, não pareceu explicar a diferença da concentração dos *pellets* nas praias, pois não houve um gradiente bem definido que permitisse tal interpretação. No entanto, ao observar os gráficos de abundância distribuídos no mapa do município, foi possível observar que algumas regiões tendiam a acumular esse material. Comparando essa informação com a posição aproximada das zonas de convergência de ondas (ZCOs) identificadas para a referida orla, foi possível observar uma boa correlação entre duas das quatro ZCOs para frentes de ondas de SE (N135°) e os picos de concentração de *pellets* no inverno. As outras duas direções – S (N180°) e SSE (N157,5°) – apresentaram boa correlação com os picos de verão, mesmo não sendo as direções características desse período do ano. Tais resultados sugerem que os *pellets* possam ter sido depositados durante eventos pretéritos mais energéticos, onde houve

sobre-elevação de ondas e, conseqüentemente, maior competência hidrodinâmica de lançá-los a uma maior distância em direção ao pós-praia, e lá permanecendo até, pelo menos, o período de coleta. Além disso, como as ZCOs foram determinadas a partir das direções médias, é razoável considerar as variações em seu posicionamento devido às diferentes direções de incidência das frentes ondas que podem ocorrer e, desse modo, deslocar as zonas onde os *pellets* tenderiam a se acumular tanto para norte, quanto para sul, a depender da direção das frentes incidentes. Isso poderia explicar os outros pontos que apresentaram *pellets* depositados em sua faixa de areia e que não estavam, necessariamente, inseridos em uma ZCO.

Indústrias de plástico no município representam fontes potenciais de *pellets* para as praias locais. Eles podem ser carreados através das tubulações e virem a desaguar no mar e posteriormente encalhar na praia. Informações detalhadas no que diz respeito à rede de captação de esgoto/drenagem são importantes para identificar locais de maior risco de entrada de *pellets* para o ambiente, bem como identificar sua fonte pontual e possibilitar ações mitigadoras. Sugere-se a importância de verificar as características desse material, como por exemplo, os tipos de resina plástica (polietileno ou polipropileno, por exemplo), bem como a coloração predominante das esférulas que essas indústrias utilizam, a fim de verificar se os *pellets* encontrados encalhados nas praias apresentam as mesmas características. Para isso, deve ser conduzida uma análise que possibilite a identificação da constituição química desses *pellets*.

Uma grande quantidade de lixo marinho, especialmente plástico, foi encontrada nas praias de Salvador, o que permitiu classificá-las em sua grande maioria como “extremamente sujas”, mesmo sabendo que há coleta pública de lixo nas praias do município. Tal fato reflete a ineficácia dos métodos atuais de limpeza (rastelo e trator) bem como nos permite inferir que o esforço e recursos humanos utilizados para tal atividade não são ideais. Além disso, essas informações indicam que o aporte de lixo diário para o ambiente marinho costeiro adjacente é maior que as ações de remediação. Desse modo, faz-se necessário o combate direto às fontes através de obras de saneamento básico, tratamento do esgoto, coleta municipal de lixo e programas de educação ambiental. Os tipos de lixo de praia permitiram identificar as diferentes fontes de lixo marinho para a orla de Salvador. Foi constatado que atividades de turismo/recreação são importantes fontes de lixo para o local. Isso sugere que

medidas e ações de educação e conscientização ambiental devem ser encorajadas no âmbito de mudar o comportamento dos diferentes usuários das praias em relação à produção de lixo marinho. A presença de itens de origem doméstica ilustra uma carência de um tratamento de efluentes e sugerem a importância de um melhoramento por parte do poder público quanto ao seu aprimoramento visando combater sua entrada e, conseqüentemente, melhorar a saúde pública e dos ecossistemas marinhos costeiros. O grande número de fragmentos plásticos sugere longa exposição do material plástico no ambiente e sua tendência de se fragmentar ainda mais, dando origem ao microplástico, impondo risco a diversos organismos que podem vir a ingeri-los direta ou indiretamente, inclusive o homem. Fica claro que o plástico, em especial os pequenos fragmentos, estão integrando a matriz sedimentar das praias arenosas, passando a ser um componente (antropogênico) do sedimento. Analisar sua composição, tamanho e características é importante para entender sua significância naquele ambiente e, conseqüentemente, o risco imposto por sua presença. Tais informações viriam a auxiliar tentativas futuras de remoção desse componente plástico do sedimento.

Não foram encontrados indícios de correlação da distribuição de deposição de lixo marinho com a deriva longitudinal local em função da presença de afloramentos rochosos e praias de bolso que poderiam interromper ou alterar localmente o fluxo da corrente longitudinal. Entretanto, a presença das ZCOs poderia influenciar no aprisionamento do lixo na zona de surfe onde as correntes costeiras se encarregariam de transportá-lo. Além disso, a ação das ondas pode ser importante agente mecânico de fragmentação do material plástico, o que explicaria a grande presença de fragmentos plásticos, uma vez que o lixo marinho das praias de Salvador possui grande mobilidade e dessa forma não favorecem sua fragmentação por ação foto-oxidativa do sol.

O tipo e a intensidade do uso da zona costeira adjacente aos pontos amostrados refletiram nos diferentes tipos de resíduos encontrados bem como no grau de poluição do ambiente bentônico local. Desse modo, ações diretas que visem a conscientização e a melhor gestão do uso da zona costeira local são fundamentais na prevenção da entrada de novos resíduos no sistema e conseqüente mitigação dos impactos impostos por eles uma vez que se encontram no ambiente marinho. É também necessário que haja um trabalho diferenciado no âmbito da conscientização e incentivo às boas-práticas dos comerciantes de

bebidas e alimentos do local, estimulando-os a gerirem melhor os resíduos gerados por suas atividades. É importante que eles entendam seu papel e responsabilidade na geração de resíduos e poluição, e não justifiquem seu comportamento transferindo sua responsabilidade aos usuários.

Atividades de limpeza utilizando o mergulho autônomo se mostraram eficientes na remoção dos resíduos depositados no fundo marinho costeiro de Salvador e refletiram o grau de poluição do ambiente bentônico das praias estudadas quanto à presença de resíduos antropogênicos. Entretanto, tais atividades são incipientes quando não há a interrupção da entrada constante de novos resíduos. A origem da poluição por resíduos sólidos foi identificada como sendo local, e suas principais fontes foram atividades de turismo/recreação associadas às atividades locais de comércio.

A completa remoção dos resíduos sólidos antropogênicos que já atingiram o ambiente se mostra complexa e encontra barreiras operacionais e financeiras. Atividades voluntárias realizadas em todo o mundo têm importante papel no ponto de vista da remoção de resíduos, mobilização social e alerta sobre o problema.

O esforço dos agentes de limpeza pública do município de Salvador, que utilizam como ferramentas o rastelo e tratores, se concentra nas linhas de detritos formadas a cada ciclo de maré de algumas praias, excluindo, dessa forma, os itens depositados na parte seca e no pós-praia (quando existente). A carência de lixeiras nas calçadas associada à precariedade do tratamento de esgoto contribuem para o aporte de lixo nas praias e águas costeiras do local. A água da chuva que escorre por galerias pluviais que deságuam diretamente na faixa de areia também são importante foco de entrada de lixo no sistema que, associada à ação dos ventos, trazem para o ambiente marinho lixo de origem terrestre. A origem dos *pellets* se difere do lixo geral uma vez que é a matéria-prima do plástico e, portanto, sua entrada no ambiente marinho se dá principalmente durante seu transporte e manipulação e pode estar associadas às atividades industriais realizadas no município. Além disso, o uso do rastelo não é eficaz na remoção de fragmentos pequenos (< 2 cm) que se acumulam cada vez mais no local, fato visualmente constatado nas praias locais. Dessa forma, o combate às fontes deve ser estimulado para que a entrada de novos resíduos seja prevenida.

A constante presença de tubulações de drenagem pluvial e rios canalizados que deságuam diretamente no mar ou na areia são fontes de lixo marinho e influenciam sua presença na areia, na ambiente bentônico e, conseqüentemente, na coluna d'água.

Analisar a composição, tamanho e características do lixo marinho é importante para compreensão da significância de sua presença no ambiente e, conseqüentemente, as ameaças impostas por ela. Tais informações poderiam auxiliar tentativas futuras de remoção do componente plástico antropogênico do sedimento das praias e demais ambientes marinhos.

REFERÊNCIAS

- ALKALAY, R.; PASTERNAK, G.; ALON, Z. Clean-coast index – a new approach for beach cleanliness assessment. **Ocean & Coastal Management**, v. 50, p. 352 – 362, 2007.
- ANDRADY, A.L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1.596 – 1.605, 2011.
- ARAÚJO, M.C.B. **Resíduos sólidos em praias do litoral sul de Pernambuco**: origens e consequências. 104f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2003.
- ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M.F. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Waste Management**, v. 27, p. 833 – 839, 2007.
- ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M.F. Environmental quality indicators for recreational beaches classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439 – 1449, 2008.
- ASHTON, K.; HOLMES, L.; TURNER, A. Association of metals with plastic pollution pellets in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 2050 – 2055, 2010.
- AVERY-GOMM, S.; O'HARA, P.D.; KLEINE, L.; BOWES, V.; WILSON, L.K.; BARRY, K.L. Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 1776 – 1781, 2012.
- BACKHURST, M.K.; COLE, R.G. Subtidal benthic marine litter at Kawau Island, north-eastern New Zealand. **Journal of Environmental Management**, v. 60, p. 227 – 237, 2000.
- BARNES, D.K.A. Invasions by marine life on plastic debris. **Nature**, v. 412, p. 808 – 809, 2002.
- BERGMANN, M.; KLAGES, M. Increase of litter at the Arctic deep-sea observatory HAUSGARTEN. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 12, p. 2734 – 2741, 2012.
- BHATTACHARYA, P.; LIN, S.; TURNER, J.P.; KE, P.C. Plastic adsorption of charged nanoparticles affects algal photosynthesis. **Journal of Physical Chemistry C.**, v. 114, p. 16.556 – 16.561, 2010.

- BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; MEDEIROS, K.O.P.; GUIMARÃES, J.K.; DUTRA, F.R.L.S. Severe coastal erosion hotspots in the city of Salvador, Bahia, Brazil, **Shore & Beach**, v. 16, p. 8 – 14, 2008.
- BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; SILVA, I.R. Patterns of sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, n. 2, p. 271 – 287, 2000.
- BLIGHT, L.K.; BURGER, A.E. Occurrence of plastic particles in seabirds from the eastern north Pacific. **Marine Pollution Bulletin**, v. 34, n. 5, p. 323 – 325, 1997.
- BROWNE, M.A.; DISSANAYANE, A.; GALLOWAY, T.S.; LOWE, D.M.; THOMPSON, R.C. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 13, p. 526 – 531, 2008.
- BROWNE, M.A.; GALLOWAY, T.S.; THOMPSON, R.C. Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. **Environmental Science & Technology**, n. 44, p. 3401 – 3409, 2010.
- BUXTON, R.T.; CURREY, C.A.; LYVER, P.O'B.; JONES, C.J. Incidence of plastic fragments among burrow-nesting seabird colonies on offshore islands in northern New Zealand. **Marine Pollution Bulletin**, n. 74, p. 420 – 424, 2013.
- CARPENTER, E.J.; SMITH, K.L.J. Plastics on the Sargasso Sea surface. **Science**, v. 175, p. 1240 – 1241, 1972.
- CARVALHO, A.M.; MAIA, L.P.; DOMINGUEZ, J.M.L. A deriva e o transporte litorâneo de sedimentos no trecho entre Cumbuco e Matões – costa noroeste do estado do Ceará. **Labomar – Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, n. 1, p. 43 – 51, 2007.
- CARVALHO, M.P. **Fatores meteorológicos, oceanográficos, morfodinâmicos, geológicos e urbanos relacionados à incidência de afogamentos nas praias da costa atlântica de Salvador**. 167f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2000.
- CARVALHO-SOUZA, G.F.; TINOCO, M.S. Avaliação do lixo marinho em costões rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, p. 135 – 143, 2011.
- CHESHIRE, A.; ADLER, E.; BARBIERE, J.; COHEN, Y.; EVANS, S.; JARAYABHAND, S.; JEFTIC, L.; JUNG, R.; KINSEY, S.; KUSUI, T.; LAVINE, I.; MANYARA, P.; OOSTERBAAN, L.; PEREIRA, M.; SHEAVLY, S.; TKALIN, A.; VARADARAJAN, S.;

WENNEKER, B.; WESRPHALEN, G. UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. **UNEP Regional Seas Reports and Studies**, n. 186; IOC Technical Series n. 83: xii +120pp., 2009.

CHIAPPONE, M.; DIENES, H.; SWANSON, D.W.; MILLER, S.L. Impacts of lost fishing gear on coral reef sessile invertebrates in the Florida Keys National Marine Sanctuary. **Biological Conservation**. v.121, p. 221–230, 2005.

CIRANO, M.; LESSA, G.C. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, p. 363 – 387, 2007.

COLABUONO, F.I. **Poluentes orgânicos persistentes e ingestão de plásticos em albatrozes e petréis (Procelariiformes)**. 221f. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia Química e Geológica, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.

COLABUONO, F.I.; BARQUETE, V.; DOMINGUES, B.S.; MONTONE, R.C. Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v.58, p. 93 – 96, 2009.

CORCORAN, P.L.; BIESINGER, M.C.; GRIFI, M. Plastics and beaches: a degrading relationship. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 80 – 84, 2009.

COSTA, M.F.; IVAR DO SUL, J.A.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, M.C.B.; SPENGLER, A.; TOURINHO, P. S. On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 168, p. 299 – 304, 2010.

D'ANTONIO, V.J.A.; PEREIRA, C.D.; SILVA FILHO, J.I. Um método estatístico/paraconsistente de avaliação quantitativo de grânulos plásticos (*pellets*) em praias. **UNISANTA – Science and Technology**, v.1, n. 2, p. 48 – 53, 2012.

DENUNCIO, P.; BASTIDA, R.; DASSIS, M.; GIARDINO, G.; GERPE, M.; RODRÍGUEZ, D. Plastic ingestion in Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1836 – 1841, 2011.

DIAS FILHO, M.; 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**, v.11, n.1, p. 49 – 55, 2011.

- 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.
- ENDO, S.; TAKIZAWA, R.; OKUDA, K.; TAKADA, H.; CHIBA, K.; KANEHIRO, H.; OGI, H.; YAMASHITA, R.; DATE, T. Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences. **Marine Pollution Bulletin**, v.50, p. 1103 – 1114, 2005.
- EPA – United States Environmental Protection Agency. **Plastic pellets in the aquatic environment: sources and recommendations – final report**. EPA 842 – B – 92 – 010. Office of Water (WH – 556F). 108 p., 1993.
- FARRELL, P.; NELSON, K. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). **Environmental Pollution**, v. 177, p. 1-3, 2013.
- FEDER, H.M.; JEWETT, S.C.; HILSINGER, J.R. Man-made debris on the Bering sea floor. **Marine Pollution Bulletin**, v. 9, n. 2, p. 52 – 53, 1978.
- FERNANDINO, G. Análise quali-quantitativa de poluição por plástico na praia de Itaquitanduva-SP, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 2, p. 121 – 124, 2012.
- FIEB – Federação das Indústrias do Estado da Bahia. **Guia Industrial do Estado da Bahia**. Disponível em: <<http://www.fieb.org.br/guia>>. Acesso em: 05 jun. 2013.
- FONTOURA, J.A.S. **Hidrodinâmica costeira e quantificação do transporte longitudinal de sedimentos não coesivos na zona de surfe das praias adjacentes aos molhes da barra do Rio Grande, RS (aplicação às praias do Cassino, Mar Grosso e adjacências dos Molhes Leste e Oeste da embocadura do estuário da Lagoa dos Patos)**. 298f. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
- FOTOPOULOU, K.N.; KARAPANAGIOTI, H.K., Surface properties of beached plastic pellets. **Marine Environmental Research**, v. 81, p. 70 – 77, 2012.
- FRIAS, J.P.G.L.; SOBRAL, P.; FERREIRA, A.M. Organic pollutants in microplastic from two beaches of the Portuguese coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 1988 – 1992, 2010.
- GALGANI, F.; BURGEOT, T.; BOCQUENE, G.; VINCENT, F.; LEAUTE, J.P.; LABASTIE, J.; FOREST, A.; GUICHET, R. Distribution and abundance of debris on the continental

shelf of the Bay of Biscay and in Seine Bay. **Marine Pollution Bulletin**, v. 30, n. 1, p. 58 – 62, 1995.

GOLDBERG, E.D. Diamonds and Plastics are Forever? **Marine Pollution Bulletin**. v. 28, n. 8, p. 466. 1994.

GREGORY, M.R. Plastic pellets on New Zealand beaches. **Marine Pollution**, v. 8, p. 82 – 84, 1977.

GREGORY, M.R. Accumulation and distribution of virgin plastic granules on New Zealand beaches. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 12, p. 399 – 414, 1978.

HARMS, J. Marine plastic litter as an artificial hard bottom fouling ground. **Helgoländer Meeresuntersuchungen**. v. 44, p. 503 – 506, 1990.

HESS, N.A.; RIBIC, C.A.; VINING, I. Benthic marine debris, with an emphasis on fishery-related items, surrounding Kodiak Island, Alaska, 1994–1996. **Marine Pollution Bulletin**. v. 38, n. 10, p. 885 – 890, 1999.

HOLMES, L.A.; TURNER, A.; THOMPSON R.C. Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. **Environmental Pollution**, v. 160, p. 42 – 48, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico – Salvador**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 01 maio 2013.

IVAR DO SUL, J.A.; SPENGLER, A.; COSTA, M.F. Here, there and everywhere: Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). **Baseline/Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 8, p. 1236 – 1238, 2009.

JEWETT, S.C. Pollutants of the Northeast Gulf of Alaska. **Marine Pollution Bulletin**. v.7, n.9., p. 169, 1976.

KARAPANAGIOTI, H.K.; ENDO, S.; OGATA, Y.; TAKADA, H. Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 312 – 317, 2011.

KATSANEVAKIS, S.; KATSAROU, A. Influence on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (eastern Mediterranean). **Water, Air and Soil Pollution**, v. 159, p. 325 – 337, 2004.

- LEE, D.I.; CHO, H.S.; JEONG, S.B. Distribution characteristics of marine litter on the sea bed of the East China Sea and the South Sea of Korea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 70, p. 187 – 194, 2006.
- LIMA, G.H. **Caracterização e taxa de entrada de pellets plásticos na Praia do Tombo do município de Guarujá – SP**. 50f. Monografia (Graduação) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2012.
- LITHNER, D.; LARSSON, A.; DAVE, G. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 3309 – 3324, 2011.
- MAJER, A.P.; VEDOLIN, M.C.; TURRA, A. Plastic pellets as oviposition site and means of dispersal for the ocean-skater insect Halobates. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 1143 – 1147, 2012.
- MANZANO, A.B. **Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil**. 124f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 2009.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Climate control of coastal erosion during a sea-level fall episode. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, p. 249 – 266, 1998.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE – AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 13, n. 2, p. 98 – 105, 1983.
- MIRANDA, D. A. **Presença de microplástico no conteúdo estomacal de peixes de importância econômica em Salvador – BA**. 40f. Monografia (Graduação) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Católica de Salvador, 2011.
- MOORE, C.J.; MOORE, S.L.; LEECASTER, M.K.; WEINSBERG, S.B. A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, p. 1297 – 1300, 2001a.
- MOORE, S.L.; GREGORIO, D.; CARREON, M.; WEISBERG, S.B.; LEECASTER, M.K. Composition and distribution of beach debris in Orange County, California. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, p. 241 – 245, 2001b.

- 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.; 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**, v. 11, n. 1, p. 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.M.; CATABRIGA, G.M.; BONI, G.C.; QUARESMA, V.S. Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia de Barrinha (Vila Velha – ES). **Revista da Gestão Costeira Integrada**, n. 11, p. 57 – 64, 2011.
- OGATA, Y.; TAKADA, H.; MIZUKAWA, K.; HIRAI, H.; IWASA, S.; ENDO, S.; MATO, Y.; SAHA, M.; OKUDA, K.; NAKASHIMA, A.; MURAKAMI, M.; ZURCHER, N.; BOOYATUMANONDO, R.; ZAKARIA, M. P.; DUNG, L. Q.; GORDON, M.; MIGUEZ, C.; SUZUKI, S.; MOORE, C.; KARAPANAGIOTI, H. K.; WEERTS, S.; McCLURG, T.; BURREN, E.; SMITH, W.; VAN VELKENBURG, M.; LANG, J. S.; LANG, R. C.M.; LAURSEN, D.; DANNER, B.; STEWARDSON, N.; THOMPSON, R. C. International pellet watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs and HCHs. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 1437 – 1446, 2009.
- OLIVEIRA, A.L.; TESSLER, M.G.; TURRA, A. Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11. P. 75 – 84, 2011.
- PIANOWSKI, F. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**. 79f. Monografia (Graduação) – Instituto de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, 1997.
- PROVENCHER, J.F.; GASTON, A.J.; MALLORY, M.L.; O’HARA, P.D.; GILCHRIST, H.G. Ingested plastic in a diving seabird, the thick-billed murre (*Uria lomvia*), in the eastern Canadian Arctic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 1406 – 1411, 2010.
- PRUTER, A.T. Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, p. 305 – 310, 1987.
- REBOLLEDO, E.L.B.; VAN FRANEKER, J.A.; JANSEN, O.E.; BRASSEUR, S.M.J.M. Plastic ingestion by harbour seals (*Phoca vitulina*) in The Netherlands. **Marine Pollution Bulletin**, v. 67, p. 200 – 202, 2013.

- REVILL, A.S.; DUNLIN, G. The fishing capacity of gillnets lost on wrecks and on open ground in UK coastal waters. **Fisheries Research**, v. 64, p. 107 – 113, 2003.
- ROCHMAN, C.M.; HOH, E.; HENTSCHEL, B.T.; KAYE, S. Long-term Field measurement of sorption of organic contaminants to five typer of plastic pellets: implication for plastic marine debris. **Environmental Science & Technology**, v. 47, 1646 – 1654, 2013.
- RYAN, P.G. Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and south-western Indian Oceans. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 1406 – 1409, 2008.
- SANTANA NETO, S.P.; SILVA, I.R.; CERQUEIRA, M.B.; TINOCO, M.S. Perfil sócio-econômico de usuários de praia e percepção sobre a poluição por lixo marinho: Praia do Porto da Barra, BA, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, p. 197 – 206, 2011.
- SANTOS, I.R.; FRIEDRICH, A.C.; WALLNER-KERSANACH, M.; FILLMANN, G. Influence of socio-economic characteristic of beach users on litter generation. **Ocean & Coastal Management**, v. 48, p. 742 – 752, 2005.
- SHIBER, J.G. Plastic pellets on the coast of Lebanon. **Marine Pollution Bulletin**, v. 10, p. 28 – 30, 1979.
- SHIBER, J.G. Plastic pellets on Spain's 'Costa del Sol' beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 13, p. 409 – 412, 1982.
- SHIBER, J.G.; BARRALES-RIENDA, J.M. Plastic pellets, tar, and megalitter on Beirut beaches, 1977 – 1988. **Environmental Pollution**, v. 71, p. 17 – 30, 1991.
- SILVA, I.R. Subsídios para a gestão ambiental das praias da Costa do Descobrimento, litoral sul do estado da Bahia, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 47 – 60, 2008.
- SPENGLER, A.; COSTA, M.F. Methods applied in studies of benthic marine debris. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 226 – 230, 2008.
- STORRIER, K.L.; McGLASHAN, D.J.; BONELLIE, S.; VELANDER, K. Beach litter deposition at a selection of beaches in the Firth of Forth, Scotland. **Journal of Coastal Research**, v. 23, n. 4, p. 813 – 822, 2007.
- TOURINHO, P.S.; IVAR DO SUL, J.A.; FILLMANN, G. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 396 – 401, 2010.

- TURNER, A.; HOLMES, L. Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (central Mediterranean). **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 377 – 381, 2011.
- VAN CAUWENBERGHE, L.; VANREUSEL, A.; MEES, J.; JANSSEN, C.R. Microplastic pollution in deep-sea sediments. **Environmental Pollution**, v. 182, p. 495 – 499, 2013.
- VAN FRANEKER, J.A.; BLAIZE, C.; DANIELSEN, J.; FAIRCLOUGH, K.; GOLLAN, J.; GUSE, N.; HANSEN, P.L.; HEUBECK, M.; JENSEN, J.K.; Le GUILLOU, G.; OLSEN, B.; OLSEN, K.O.; PEDERSEN, J.; STIENEN, E.W.M.; TURNER, D.M. Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. **Environmental Pollution**, v. 159, p. 2609 – 2615, 2011.
- YAMASHITA, R.; TAKADA, H.; FUKUWAKA, M.; WATANUKI, Y. Physical and chemical effects on ingested plastic debris on short-tailed shearwaters, *Puffinus tenuirostris*, in the North Pacific Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 2845 – 2849, 2011.

APÊNDICE A - Informações sobre fase da lua, maré e declividade da praia nas datas coletadas durante o inverno de 2012 e o verão de 2013.

Inverno 2013							Declividade (graus)	
Ponto	Nome da praia	Data coleta	Lua	Maré	Amplitude	LD	PP	
P01	Ribeira	02/03/2013	n	v	1,6	5	4	
P02	Boa Viagem	02/03/2013	n	v	1,6	10	5	
P03	Porto da Barra	28/02/2013	n	e	1,5	6	7	
P04	Barra	28/02/2013	n	e	1,5	12	0	
P05	Othon	28/02/2013	n	v	1,4	5	3	
P06	Ondina	26/02/2013	n	v	1,4	10	3	
P07	Paciência	26/02/2013	n	v	1,4	12	2	
P08	Rio Vermelho	26/02/2013	m	v	2,0	0	4	
P09	Quartel Amaralina	11/02/2013	m	e	2,0	11	1	
P10	Amaralina	11/02/2013	m	e	2,0	10	3	
P11	Pituba	11/02/2013	n	v	2,1	4	10	
P12	Jardim dos Namorados	12/02/2013	n	e	2,1	8	12	
P13	Costa Azul	12/02/2013	n	e	2,1	10	10	
P14	Jardim de Allah	12/02/2013	cr	v	2,2	7	4	
P15	Aeroclube	13/02/2013	cr	e	2,2	4	1	
P16	Boca do Rio	13/02/2013	cr	e	2,2	4	2	
P17	Corsário	13/02/2013	cr	v	2,1	5	5	
P18	Pituaçu	21/02/2013	cr	v	2,3	6	4	
P19	Patamares	21/02/2013	cr	v	2,3	4	4	
P20	Jaguaribe	21/02/2013	cr	e	2,3	5	5	
P21	Piatã	22/02/2013	ch	v	2,4	4	3	
P22	Piatã Duna	22/02/2013	ch	v	2,4	2	5	
P23	Itapuã	22/02/2013	ch	e	2,3	4	7	
P24	Farol de Itapuã	22/02/2013	ch	e	2,3	9	0	

ch = cheia; cr = crescente; n = nova; m = minguante; v = vazante; e = enchente; LD = linha de detritos; ps = pós-praia.

Verão 2013

Ponto	Nome da praia	Data coleta	Lua	Maré	Amplitude	Declividade (graus)	
						LD	PP
P01	Ribeira	02/03/2013	ch	v	2,1	9	3
P02	Boa Viagem	02/03/2013	ch	v	2,1	9	6
P03	Porto da Barra	28/02/2013	ch	v	2,2	6	2
P04	Barra	28/02/2013	ch	v	2,2	9	7
P05	Othon	28/02/2013	ch	v	2,2	3	5
P06	Ondina	26/02/2013	ch	v	2,3	6	8
P07	Paciência	26/02/2013	ch	v	2,3	12	3
P08	Rio Vermelho	26/02/2013	ch	v	2,3	0	1
P09	Quartel Amaralina	11/02/2013	n	v	2,4	8	1
P10	Amaralina	11/02/2013	n	v	2,4	11	5
P11	Pituba	11/02/2013	n	v	2,4	5	7
P12	Jardim dos Namorados	12/02/2013	n	v	2,3	8	6
P13	Costa Azul	12/02/2013	n	v	2,3	9	13
P14	Jardim de Allah	12/02/2013	n	v	2,3	7	2
P15	Aeroclube	13/02/2013	n	v	2,0	14	2
P16	Boca do Rio	13/02/2013	n	v	2,0	10	1
P17	Corsário	13/02/2013	n	v	2,0	4	1
P18	Pituaçu	21/02/2013	cr	v	1,1	2	5
P19	Patamares	21/02/2013	cr	e	1,2	1	9
P20	Jaguaribe	21/02/2013	cr	e	1,2	2	8
P21	Piatã	22/02/2013	cr	v	1,4	3	9
P22	Piatã Duna	22/02/2013	cr	e	1,5	6	8
P23	Itapuã	22/02/2013	cr	e	1,5	4	11
P24	Farol de Itapuã	22/02/2013	cr	e	1,5	9	7

ch = cheia; cr = crescente; n = nova; m = minguante; v = vazante; e = enchente; LD = linha de detritos; ps = pós-praia.

APÊNDICE B – Planilha de quantificação e classificação dos itens de lixo coletados durante o inverno de 2012 e o verão de 2013.

Inverno 2012

Material	Tipo de lixo	Fontes					Quantidade
		Turismo/recreação	Pesca	Doméstico	Hospitalar	Outros	
Plástico	Tampinhas de garrafas e tampas	447	0	264	0	0	711
	Garrafas < 2L	20	0	0	0	0	20
	Garrafas, tambores e baldes < 2 L	2	0	0	0	4	6
	Facas, garfos, colheres, canudos, (talheres)	580	0	0	0	0	580
	Embalagens (fardo) de bebidas, remédio, comida...	364	0	9	0	0	373
	Recipientes de comida (<i>fast food</i> , copos, lancheiras e similares)	57	0	1	0	0	58
	Sacos plásticos (opacos e translúcidos)	1	0	0	0	3	4
	Brinquedos e artigos de festa	1	0	0	0	50	51
	Luvras	0	0	0	0	0	0
	Isqueiros	1	0	0	0	3	4
	Cigarros, bitucas e cinzas	0	0	0	0	598	598
	Seringas	0	0	0	2	0	2
	Cestos, engradados e bandejas	0	0	0	0	0	0
	Bóias plásticas	0	0	0	0	0	0
	Sacos-rede (vegetais, travesseiros de ostras e mexilhões)	0	0	0	0	0	0
Folhas (lonas plásticas ou outros sacos plásticos costurados, papel filme)	0	0	0	0	14	14	

	Petrechos de pesca (atratores, armadilhas e covos)	0	0	0	0	0	0
	Linha monofilamento	0	21	0	0	0	21
	Corda	0	1	0	0	0	1
	Rede de pesca	0	0	0	0	0	0
	Alças/amarras	0	7	0	0	0	7
	Fragmentos de fibra de vidro	0	2	0	0	0	2
	<i>Pellets</i>	0	0	0	0	0	0
	Outro (especificar), Frag. Mole e Duro	0	0	29	0	4415	4444
	Hastes de cotonetes ou pirulitos	416	0	523	0	0	939
	Flores e artigos de oferendas	0	0	0	0	3	3
	Cápsulas de drogas	0	0	0	0	5	5
Plástico espumoso	Esponja	0	0	31	8	306	345
	Copos e embalagens de comida	0	0	0	0	0	0
	Bóias de isopor	0	0	0	0	0	0
	Isopor (isolamento e empacotamento)	0	0	0	0	921	921
	Outro (especificar)	0	0	0	0	0	0
		1889	31	857	10	6322	9109
Tecido	Roupas, calçados, chapéus e toalhas	0	0	0	0	1	1
	Mochilas e malas	0	0	0	0	0	0
	Lonas, velas (navegação) e sacos	0	0	0	0	0	0
	Cordas e fios	0	0	0	0	11	11
	Tapete e decoração	0	0	0	0	0	0
	Outros tecidos (incluindo trapos)	0	0	0	0	70	70
		0	0	0	0	82	82
Vidro e cerâmica	Material de construção (tijolo, cimento, canos)	0	0	0	0	0	0
	Garrafas e jarros	3	0	0	0	2	5

	Louça (pratos e copos)	0	0	0	0	0	0
	Lâmpadas	0	0	0	0	1	1
	Tubos de lâmpadas fluorescentes	0	0	0	0	0	0
	Bóias de vidro	0	0	0	0	0	0
	Fragmentos de vidro e cerâmica	0	0	0	0	120	120
	Outro (especificar)	0	0	0	0	3	3
		3	0	0	0	126	129
Metal	Louça (pratos, copos e talheres)	2	0	0	0	0	2
	Tampinhas de garrafa, tampas e anéis de latinha	182	0	0	0	0	182
	Latas de alumínio	18	0	0	0	0	18
	Outras latas (< 4 L)	0	0	0	0	0	0
	Recipientes de gás, tambores e baldes < 4 L	0	0	0	0	0	0
	Papel alumínio	6	0	0	0	0	6
	Relacionados à pesca (chumbadas, atratores, anzóis e covos)	0	0	0	0	0	0
	Fragmentos	0	0	0	0	110	110
	Fios, arame, telas e arame farpado	0	0	0	0	18	18
	Outro (especificar), incluindo aparelhos	0	0	0	0	107	107
		208	0	0	0	235	443
Papel e papelão	Papel (incluindo jornais e revistas)	82	0	0	0	112	194
	Caixas de papelão e fragmentos	0	0	0	0	0	0
	Copos, bandejas de comida, embalagens de comida, maços de cigarro, recipientes de bebidas	4	0	0	0	0	4
	Tubos de fogos de artifício	0	0	0	0	0	0
	Outro (especificar)	0	0	1	0	6	7

		86	0	1	0	118	205
Borracha	Balões, bolas e brinquedos	0	0	0	0	43	43
	Calçados (sandálias)	0	0	0	0	1	1
	Luvas	0	0	0	0	0	0
	Pneus	0	0	0	0	0	0
	Câmaras de ar e folhas de borracha	0	0	0	0	0	0
	Pedaços de borracha	0	0	0	0	62	62
	Preservativos	0	0	0	0	2	2
	Outro (especificar)	0	0	0	0	39	39
		0	0	0	0	147	147
Madeira	Rolhas	0	0	0	0	1	1
	Armadilhas de pesca e covos	0	0	0	0	0	0
	Palitos de picolé, garfos de madeira, palitos japoneses e palitos de madeira	67	0	0	0	0	67
	Madeirites e engradados <i>pallet</i>	0	0	0	0	0	0
	Palitos de fósforo e fogos de artifício	1	0	4	0	30	35
	Carvão	0	0	0	0	0	0
	Outro (especificar)	0	0	0	0	78	78
		68	0	4	0	109	181
Outro	Parafina ou cera	0	0	0	0	46	46
	Sanitário (fraldas, absorvente, escovas de dentes)	0	0	8	3	2	13
	Aparelhos e eletrônicos	0	0	0	0	14	14
	Pilhas e baterias	0	0	0	0	2	2
	Embalagens de sucos e salgadinhos	2	0	0	0	0	2
	Outro (especificar)	0	0	0	26	17	43
		2	0	8	29	81	120
Total		2256	31	870	39	7220	10416

Verão 2013

		Fontes					
Material	Tipo de lixo	Turismo/recreação	Pesca	Doméstico	Hospitalar	Outros	Quantidade
Plástico	Tampinhas de garrafas e tampas	411	0	183	0	5	599
	Garrafas < 2L	19	0	2	0	0	21
	Garrafas, tambores e baldes < 2 L	7	0	3	0	0	10
	Facas, garfos, colheres, canudos, (talheres)	365	0	5	0	0	370
	Embalagens (fardo) de bebidas, remédio, comida...	274	0	13	0	2	289
	Recipientes de comida (<i>fast food</i> , copos, lancheiras e similares)	181	0	1	0	44	226
	Sacos plásticos (opacos e translúcidos)	8	0	0	0	28	36
	Brinquedos e artigos de festa	0	0	1	0	65	66
	Luvras	0	0	0	0	0	0
	Isqueiros	0	0	0	0	0	0
	Cigarros, bitucas e cinzas	0	0	0	0	627	627
	Seringas	0	0	0	3	0	3
	Cestos, engradados e bandejas	0	0	0	0	0	0
	Bóias plásticas	0	0	0	0	0	0
	Sacos-rede (vegetais, travesseiros de ostras e mexilhões)	0	0	1	0	1	2
	Folhas (lonas plásticas ou outros sacos plásticos costurados, papel filme)	0	0	0	0	48	48
	Petrechos de pesca (atratores, armadilhas e covos)	0	0	0	0	0	0
	Linha monofilamento	0	8	0	0	0	8

	Corda	0	1	0	0	5	6
	Rede de pesca	0	0	0	0	0	0
	Alças/amarras	0	5	0	0	2	7
	Fragmentos de fibra de vidro	0	2	0	0	0	2
	<i>Pellets</i>	0	0	0	0	1	1
	Outro (especificar), Frag. Mole e Duro	8	0	20	3	2271	2302
	Hastes de cotonetes ou pirulitos	199	0	262	0	0	461
	Flores e artigos de oferendas	0	0	0	0	1	1
	Cápsulas de drogas	0	0	0	0	3	3
Plástico espumoso	Esponja	0	0	84	0	7	91
	Copos e embalagens de comida	0	0	0	0	0	0
	Bóias de isopor	0	0	0	0	1	1
	Isopor (isolamento e empacotamento)	108	0	0	0	400	508
	Outro (especificar)	0	0	0	0	0	0
		1580	16	575	6	3511	5688
Tecido	Roupas, calçados, chapéus e toalhas	0	0	0	0	0	0
	Mochilas e malas	0	0	0	0	0	0
	Lonas, velas (navegação) e sacos	0	0	0	0	0	0
	Cordas e fios	0	0	0	0	12	12
	Tapete e decoração	0	0	0	0	0	0
	Outros tecidos (incluindo trapos)	0	0	0	0	21	21
		0	0	0	0	33	33
Vidro e cerâmica	Material de construção (tijolo, cimento, canos)	0	0	0	0	0	0
	Garrafas e jarros	1	0	0	0	0	1
	Louça (pratos e copos)	0	0	0	0	0	0
	Lâmpadas	0	0	1	0	0	1
	Tubos de lâmpadas fluorescentes	0	0	0	0	0	0

	Bóias de vidro	0	0	0	0	0	0
	Fragmentos de vidro e cerâmica	0	0	0	0	87	87
	Outro (especificar)	0	0	0	0	0	0
		1	0	1	0	87	89
Metal	Louça (pratos, copos e talheres)	11	0	0	0	0	11
	Tampinhas de garrafa, tampas e anéis de latinha	178	0	0	0	0	178
	Latas de alumínio	8	0	0	0	0	8
	Outras latas (< 4 L)	0	0	0	0	0	0
	Recipientes de gás, tambores e baldes < 4 L	0	0	0	0	0	0
	Papel alumínio	22	0	0	0	1	23
	Relacionados à pesca (chumbadas, atratores, anzóis e covos)	0	0	0	0	0	0
	Fragmentos	0	0	0	0	16	16
	Fios, arame, telas e arame farpado	0	0	0	0	0	0
	Outro (especificar), incluindo aparelhos	3	0	0	0	1	4
		222	0	0	0	18	240
Papel e papelão	Papel (incluindo jornais e revistas)	133	0	0	0	32	165
	Caixas de papelão e fragmentos	0	0	0	0	15	15
	Copos, bandejas de comida, embalagens de comida, maços de cigarro, recipientes de bebidas	0	0	0	0	2	2
	Tubos de fogos de artifício	0	0	0	0	0	0
	Outro (especificar)	0	0	0	0	30	30
		133	0	0	0	79	212
Borracha	Balões, bolas e brinquedos	0	0	2	0	2	4
	Calçados (sandálias)	0	0	0	0	1	1
	Luvras	0	0	0	0	0	0

	Pneus	0	0	0	0	0	0
	Câmaras de ar e folhas de borracha	0	0	0	0	0	0
	Pedaços de borracha	0	0	0	0	14	14
	Preservativos	0	0	0	0	3	3
	Outro (especificar)	0	0	0	0	5	5
		0	0	2	0	25	27
Madeira	Rolhas	3	0	0	0	0	3
	Armadilhas de pesca e covos	0	0	0	0	0	0
	Palitos de picolé, garfos de madeira, palitos japoneses e palitos de madeira	210	0	0	0	0	210
	Madeirites e engradados <i>pallet</i>	0	0	0	0	0	0
	Palitos de fósforo e fogos de artifício	1	0	0	0	28	29
	Carvão	0	0	0	0	0	0
	Outro (especificar)	0	0	3	1	79	83
		214	0	3	1	107	325
Outro	Parafina ou cera	0	0	0	0	17	17
	Sanitário (fraldas, absorvente, escovas de dentes)	0	0	10	4	3	17
	Aparelhos e eletrônicos	1	0	1	0	1	3
	Pilhas e baterias	0	0	0	0	0	0
	Embalagens de sucos e salgadinhos	7	0	0	0	0	7
	Outro (especificar)	1	0	1	0	13	15
		9	0	12	4	34	59
Total		2159	16	593	11	3894	6673