UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PLÍNIO MARTINS FALCÃO

PANORAMA DA POLUIÇÃO COSTEIRA POR *PELLETS* DE PLÁSTICO EM
PRAIAS DE SP (BRASIL): UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS DE
GEOGRAFIA DO LITORAL

SÃO PAULO
2015

PLÍNIO MARTINS FALCÃO

**PANORAMA DA POLUIÇÃO COSTEIRA POR *PELLETS* DE PLÁSTICO EM
PRAIAS DE SP (BRASIL): UMA CONTRIBUIÇÃO AOS ESTUDOS DE
GEOGRAFIA DO LITORAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos à obtenção do título de Doutor em Ciências – Geografia Física.

Orientadora: Dra. Celia Regina de Gouveia Souza

SÃO PAULO
2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

Plínio Martins Falcão

**Panorama da poluição costeira por *pellets* de plástico em praias de SP (Brasil):
uma contribuição aos estudos de Geografia do Litoral**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Geografia Física

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Celia Regina de Gouveia Souza (Orientadora)
Instituição: Instituto Geológico – IG / SMA

Assinatura: _____

Prof(a).
Instituição:

Assinatura: _____

Prof(a).
Instituição:

Assinatura: _____

Prof(a).
Instituição:

Assinatura: _____

Prof(a).
Instituição:

Assinatura: _____

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

F111.1
78p Falcão, Plínio Martins
Panorama da poluição costeira por pellets de plástico em praias de SP (Brasil): uma contribuição aos estudos de Geografia do Litoral / Plínio Martins Falcão ; orientador Celia Regina de Gouveia Souza. - São Paulo, 2015.
205 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Poluição costeira. 2. Pellets. 3. Geomorfologia costeira. 4. Praias . 5. São Paulo. I. Souza, Celia Regina de Gouveia, orient. II. Título.

Dedicado

Às Mulheres da minha Vida: às Mães, às Irmãs, às Avós, às Tias, à Madrinha, às Amigas, às Primas, às Professoras, às Mestres, às Orientadoras, às Alunas, às Orientandas... as Guerreiras.

Às pessoas que veem nas outras o desenho da História.

Às vozes da Sabedoria, às atitudes da Tolerância e aos praticantes da Paz.

À Bahia, minha Bahia; desta Tese lhe dedico a minha energia.

**“Axé pra quem é de axé
Saravá pra quem é de saravá
Aleluia pra quem é de aleluia
Amém pra quem é de amém
Shalom, Namastê geral”**

- Monobloco (Os Orixás)

Fonte da Imagem: Google / Facebook (2015)

AGRADECIMENTOS

Foi um texto escrito com uma única motivação: tanto quanto os detalhes técnicos que inebriaram este trabalho, o universo humano, e em algumas citações, jamais poderia deixar de ser levado em conta. Isto porque um trabalho como este é envolvido por uma história, oral e escrita, lastrada, acima de tudo, em pessoas. Elas são sagradas, afinal, são elas que estão ao nosso lado durante essa fase, alguns de forma direta, outros mais indireta, mas pessoas são a fortaleza durante a nossa existência.

Om Shanti e Namasté para reverenciar todas as Divindades que estiveram comigo nesses últimos anos, contribuindo sumariamente para a tranquilidade cotidiana e o encerramento de mais uma etapa da minha vida. Todavia, esse equilíbrio, no sentido mais amplo da palavra, seria impossível sem a força, as mãos, os sentimentos e as estruturas espiritual e físicas do meu Pai, Elzo (*in memorian*), minha Mãe, Valdelice, e as minhas Irmãs Lívia, Flávia e Élvia, com meu sobrinho Nicolás. E o incondicional apoio do meu irmão-cunhado Luís. A família que, embora pequena, sem ela nada disso pra mim teria sentido.

Mas essa história também tem o peso de outras mãos que, como encerramento de um grande ciclo, eu gostaria de elucidar o quão importante foram, historiograficamente. O iluminado Espírito de Luz, com a plena certeza de ser um dos meus Anjos de Guarda, a querida Amiga-Avó Queque (Isabel, *in memorian*). Minhas Amigas-Irmãs, partes dessa ligação, Simone e Cilene, verdadeiras amizades de todas as horas, todas as cores e eternas e infinitas das minhas melhores lembranças, peças chave do meu sucesso. Seguidamente, minha família Freitas, meu berço, meu refúgio contínuo, da qual destaco a minha Mãe Rosinha, Pai Nilson (*in memorian*), Solange e Selma, presentes sempre nos meus melhores e também nos difíceis momentos.

Estes agradecimentos se perfazem em torno de uma Tese de Doutorado, mas a força para ela é precedente, na qual pessoas ladearam o meu percurso para que até aqui eu chegasse, às quais serei eternamente grato. São as minhas bases, cujo início dessa história tem o nome de Liana Maria Barbosa, quem me iniciou no desenho da Ciência, apresentando a beleza do caminho científico quando se pensa numa relação do método com o que ele pode representar positivamente na vida de uma pessoa qualquer. Assim aprendi, assim me entendi ser [Ser]. Paralelamente, internalizei a necessidade em me espelhar na sabedoria, serenidade e conhecimento de Rosali Braga Fernandes, meu grande alicerce profissional. E em seguida, a leveza e profundidade dos sentimentos de Sandra Medeiros. A vocês três: me orgulho de ter como meu esteio profissional, devendo toda a fé, carinho, essência, exemplos de Ética, esperança e confiança em mim depositada. É inesquecível, é eterno, é Amigo. Não diferentemente, a simplicidade, doçura, amor e comprometimento da minha querida Lysie Reis, quem me apresentou lados opostos à frieza acadêmica, mostrando que há muito mais no que se embasar do que apenas em métodos, fórmulas e/ou discursos. Pulsantes, firmes e conselheiras na observância dessa trajetória estavam as grandes amigas Marilda Miedema, Maria José Rêgo e Rosângela Leal. A minha querida **Universidade Estadual de Feira de**

Santana (UEFS), a quem serei eternamente grato por tudo que nela vivi e o constante apoio sempre que recorro. À querida professora Susana Acosta (UFBA), cujo atelier, durante as manhãs de alguns anos, me legaram a esperança.

Agradecimentos nessa nova etapa profissional se devem à Celia Regina de Gouveia Souza, orientadora, pelos incentivos, dicas, bons momentos e receptividade. Ao Professor Agenor Souza, grande amigo, as conversas, o apoio e as lições que fortaleceram muito o percurso. Ao amigo Luís Gouveia, pelo importante apoio durante o último campo, o qual, sem a sua ajuda e do Agenor, seria impossível. Ao Instituto Geológico de São Paulo – IG/SMA pela colaboração institucional durante trabalhos em campo. Ao Diego (TopoMapa) e sua equipe pelo apoio e amizade em um dos campos. Ao Ivan (Guarujá), condutor da embarcação rápida, pelo apoio nas observações e coletas no Estuário de Santos.

Bom, mas como digo, contribuições diferentes vieram de todos os lados, assim, não poderia deixar de exaltar o início de tudo na vida paulistana, do incondicional apoio e força da família Faggiano, da qual destaco o carinho e esteio dos pais Izília e José, pois muito desse sonho foi reforçado pelo vosso carinho e crença na minha capacidade, além de terem me apresentado a SP!

Estímulos, preciosa atenção, descontração e um imensurável suporte também foram fundamentais por parte de Rael Michael Howard. Também não posso deixar de mencionar, de forma especial, a grande amiga Adailde do Carmo, o ombro, o ouvido, o incentivo a quem recorri todas as vezes que me sentia perdido, mas também quando me encontrava!

Em São Paulo fui agregando a preciosidade de pessoas que me mantiveram firme na caminhada. Início com o grande presente que foi a amiga e bibliotecária Maristela Prestes Severino, do Instituto de Geociências da USP, cuja paciência, solidariedade, empenho, fraternidade e carinho foram a tônica para que os meus dias, sobretudo as minhas tardes, dentro da Universidade fossem além de aprendizados, mas também de muitas alegrias. No mesmo setor, agradeço aos bibliotecários Roger e Neide pela força e companheirismo sempre que precisei.

O tempo foi passando e os momentos foram ficando ainda mais doces, quando, por exemplo, me vi tão bem acolhido pela dona Gabriela da Consolação Diniz e, especialmente, a mãe que ganhei, a dona Claudia Elena Lara Diniz, que na sua condição de filho adotado, pude rir, chorar, lamentar, glorificar e me sentir ainda mais seguro e completo. Aos amigos Fernando Farias, Roseane Rabelo, Maressa Henrique e Yadrán Gómez, com os quais pude dizer que terminei de encontrar a felicidade em SP, fazendo os dias calorosos refrescantes, as noites frias aconchegantes e a partilha da experiência uma comprovação do que a fraternidade e amizade são capazes de promover. Não posso esquecer da Brahma Kumaris SP (Sede Nacional), onde sempre fui bem acolhido na busca pela serenidade.

Agradeço IMENSAMENTE, por todo o apoio, a minha querida instituição, o **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA / Campus Salvador**, pela qual zelo, honro e respeito dignamente como servidor público federal, que acreditando em mim, sempre me facilitou nos trabalhos vinculados ao processo de doutoramento, desde o início. À equipe de gestão, os professores Fernando

Parracho, Albertino Nascimento, Lybia Rocha e Livia Simões. Ao Departamento de Química, especialmente ao Professor Walter Gomes e à estudante Juliana Hartmann. Ao Departamento de Geologia e colegas. Ao Departamento de Geografia, ao qual pertenço, pelo apoio necessário. Cito, agradecendo, os colegas (alguns deles, Amigos) que muito me apoiaram nesses últimos quatro anos, a exemplo de Claudia Novaes, Edyr Ramos (*in memoriam*), Taiane Sena, Cely Vianna, Renilda Fátima, Gilzete Moreira, Dona Zilda, Naiaranize Pinheiro, Sonia Brito, Wanderley Deina, Ila Souza, Auxiliadora Silva, Dora Gadelha (IFCE), Marlene Socorro, Luzia Mota, Ricardo Bahia, Hingryd Freitas, Patrícia Ponte, Ana Carolina Pinheiro, Priscila Gonçalves, Iralde Cezar e Paula Mara. Ao colega e amigo Nilton Santana pela colaboração e apoio. Também um agradecimento especial aos colegas da Gráfica, DEPAD/SSA e PRPGI.

Na Universidade de São Paulo, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física e especialmente aos professores Yuri Tavares, Jurandyr Ross, Marisa Fierz, além dos professores Antônio Carlos Diegues (PROCAM) e Kenitiro Suguio (Instituto de Geociências) pelas muitas conversas plenas de sabedoria. Por fim, ao COSEAS/USP com destaque para dona Rosângela e Zósia pelo apoio no início. À banca examinadora pelas contribuições na discussão.

Referencio, também, todos os Mestres que passaram pela minha vida com as suas lições e a todos os meus Amigos e familiares que, de perto ou de longe, [re]desenham comigo, constantemente, os rumos e os melhores pontos da minha história, com os quais estive tão ausente nos últimos anos e dos quais destaco Bárbara Gil, Nilma Braga, Ciro Daniel, Ana Paula Rêgo, Petronio Ralile, Vânia Luz, Tia Raimunda Rosa, Suane Cardoso, Alexsandro Brito e Francineide Jesus.

Dentre esses agradecimentos preciso mencionar um grupo especial que, involuntariamente, me incentiva nessa caminhada, na crença de um mundo muito melhor, de perspectiva mais humana e igualitária, que são os meus alunos no IFBA e as minhas turmas da Plataforma Freire – PARFOR / UNEB (Xique-Xique, Irecê e Salinas da Margarida). Agradeço a todos eles que até hoje passaram pela minha história, sobretudo nos últimos anos, me promovendo alegrias, impulso por aprender mais, discutir e exercer a possibilidade de trocar aquilo que é algo belo entre as pessoas: o conhecimento. Ressalto com carinho os meus ex-orientandos Ramon Sampaio, André Britto, Astéria Antônia, José Augusto Tinôco, Catarina Costa e os “agregados” como Shai Sato e Crístian Abdon pelo companheirismo e força.

E para finalizar, presto, como homenagem, um agradecimento muito lógico e especial, a minha Tia Therezinha (*in memoriam*), que foi a minha “primeira” Professora e nos deixou tão cedo, tão inesperada e repentinamente neste ano de 2015:

Obrigado por tudo, obrigado por ter me ensinado, de forma escrita e lida, a primeira letra, que coincidentemente é "A", de Alegria, de Amor, de Altivez... sentimentos versados no seu cotidiano.

Enfim, a todos o meu **MUITO OBRIGADO**.

BIOGRAFIA

PLÍNIO MARTINS FALCÃO é graduado em Geografia (2006) e Especialista em Desenho Urbano e Ambiental (2008) pela Universidade Estadual de Feira de Santana, na qual atua, desde 2008, como colaborador científico junto ao Departamento de Tecnologia e pesquisador vinculado ao Núcleo de Geotecnologias Aplicados à Análise Ambiental e Urbano-Regional – NUGEA. Mestre em Arquitetura e Urbanismo (2010), área de concentração Planejamento Urbano e Regional, pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Desde 2011 é doutorando junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo. Entre 2009 e 2010 foi docente efetivo, dedicação exclusiva, da área de Geografia Física junto ao Departamento de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano) / Campus Guanambi, tendo atuado nos cursos de Agronomia (bacharelado) e nos cursos Técnico Integrado de Agropecuária e de Agroindústria. Desde 2010 é docente efetivo, regime de dedicação exclusiva, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) / Campus Salvador, lotado no Departamento de Geografia, área de Geografia Física. Docente do Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Estudos Étnicos e Raciais – CPgEER / IFBA. Líder do grupo de pesquisa Terra&Mar – Estudos da Interface Litorânea-Agrária, parceria IFBA / IFBaiano / UEFS, que atualmente conta com 13 pesquisadores e pelo qual já passou dezenas de estudantes de Iniciação Científica. Desde 2012 integra o quadro de docentes do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica – PARFOR / Plataforma Freire – Universidade do Estado da Bahia (UNEB) nos Câmpus Xique-Xique, Irecê e Salinas da Margarida (Bahia). Em sua experiência se agregam publicações nacionais e internacionais por meio de artigos em periódicos, capítulos de livros, livros, trabalhos (resumos, resumos expandidos e completos) publicados e apresentados em eventos. Com relação a trabalhos técnicos, no ano de 2011 o docente atuou como assessor convidado para a área de Geografia junto à Secretaria Nacional de Políticas de Promoção da Igualdade Racial – SEPPIR (Brasília – DF). Nos últimos anos orientou trabalhos de conclusão de curso, estudantes voluntários e bolsistas de Iniciação Científica (CNPq e FAPESB), foi membro titular de conselho editorial de periódico e comitês científicos de eventos locais e nacionais. Participou de diversas bancas incluindo trabalhos de conclusão de curso, seleções públicas para professor substituto, concurso público docente efetivo e progressão de carreira docente em instituições como Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Universidade Estadual da Bahia (UNEB), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Julho de 2015.

RESUMO

O lixo marinho é um problema discutido desde a década de 1970, quando cientistas começaram a observar e quantificar materiais diversos nos mares e costas de alguns países, como por exemplo os plásticos. Nessa categoria se encontram os pellets de plástico, que constituem a matéria-prima de base para a produção da indústria mundial de insumos plásticos. Desde então o tema é tratado entre as formas de poluição marinha e costeira mais observadas. A pesquisa foi desenvolvida no litoral do Estado de São Paulo (Brasil), na qual se avaliou a presença de pellets e os mecanismos de sua distribuição, realizada em duas etapas: a primeira, em 55 praias de 15 municípios entre o Litoral Norte, a Baixada Santista e o Litoral Sul. A segunda, em 9 praias da Região Metropolitana da Baixada Santista. Pesquisa bibliográfica, documental, trabalhos de campo e de laboratório formaram as etapas da investigação, para a qual foram usados métodos de amostragem. Os resultados obtidos levaram à conclusão da maior concentração de pellets nas praias próximas às áreas consideradas pelo estudo como fontes emissoras do material no mar, como as zonas portuárias / industriais de São Sebastião, Santos e a de Paranaguá (Paraná). Ao longo das praias, foi constatado que os eventos extremos de ressacas / marés meteorológicas são os principais responsáveis pela distribuição dos pellets de plástico nas praias. A principal contribuição do trabalho foi a inclusão da temática da poluição costeira nos estudos de Geografia do Litoral, uma demanda desafiadora para a Geografia brasileira.

Palavras-chave: praias; pellets de plástico; poluição costeira; Geomorfologia Costeira; Geografia do Litoral.

ABSTRACT

Marine debris is an issue discussed since the 1970s, when scientists began to observe and quantify different materials in the seas and coastlines of some countries, such as plastics. In this category are the plastic pellets, which are the basic raw material for the production of plastics industry worldwide inputs. Since then the issue is treated between forms of marine pollution and more coastal observed. The research was conducted in the São Paulo state coast (Brazil), in which it evaluated the presence of pellets and the mechanisms of its distribution, carried out in two stages: the first, on 55 beaches in 15 municipalities across the North Coast, the Baixada Santista and the South Coast. The second, on 9 beaches of Baixada Santista. Bibliographical research, documental, field work and laboratory formed the stages of the investigation, for which sampling methods were used. The results led to the conclusion of the higher concentration of pellets at the nearby beaches to areas considered by the study as sources emitting material at sea, such as port / industrial areas of São Sebastião, Santos and Paranaguá (Paraná). Along the beaches, it was found that extreme storm surge events are mainly responsible for the distribution of plastic pellets on beaches. The main contribution of this study was the inclusion of the issue of coastal pollution in the studies of Geography of the Coastline, a challenging demand for Brazilian Geography.

Keywords: beaches; plastic pellets; coastal pollution; Coastal Geomorphology; Geography of the Coastline.

SUMÁRIO

Dedicatória	III
Agradecimentos	IV
Biografia	VII
Resumo	VIII
Abstract	IX
Sumário	X
Lista de figuras	XII
Lista de abreviaturas	XV
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	06
3 ÁREA DE ESTUDO	07
3.1 Contextos regionais	09
3.1.1 Geologia	09
3.1.2 Geomorfologia	10
3.1.3 Clima	12
3.1.4 Oceanografia	14
3.2 Referências do capítulo	16
4 ABORDAGEM METODOLÓGICA	17
4.1 Metodologia da pesquisa e desenvolvimento operacional	17
4.1.1 Pesquisa bibliográfica e documental	18
4.1.2 Trabalhos de campo	19
4.1.3 Trabalhos de laboratório	23
4.2 A Geografia Física e a Geografia do Litoral	25
4.3 Da Geomorfologia do Quaternário à Geomorfologia Costeira: contribuições teóricas	31
4.4 A praia	34
4.4.1 Definições	34
4.5 Processos costeiros	36
4.5.1 Ondas	37
4.5.2 Marés	40
4.5.3 Correntes litorâneas	42
4.6 Classificação morfodinâmica de praias	43
4.7 Referências do capítulo	46

5	DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, MUNDO PLÁSTICO E POLUIÇÃO DE PRAIAS	50
5.1	O lixo marinho e suas origens na industrialização	50
5.2	Os pellets de plástico e o problema ambiental nas praias	53
5.2.1	Os pellets de plástico e sua origem	54
5.2.2	Estado da arte	62
5.2.3	Pellets no mundo e no Brasil	65
5.2.4	Danos ambientais associados	77
5.3	Referências do capítulo	84
6	DIAGNÓSTICO DA PRESENÇA DE PELLETS DE PLÁSTICO EM PRAIAS DE SÃO PAULO	91
6.1	A zona costeira de São Paulo e as fontes de pellets	91
6.2	Os setores morfodinâmicos da costa paulista: importância de análise	95
6.3	Presença e distribuição de pellets em praias de São Paulo	97
6.3.1	Litoral Norte	99
6.3.2	Baixada Santista	104
6.3.3	Litoral Sul	110
6.4	Distribuição e fontes de no litoral	112
6.5	Referências do capítulo	121
7	PELLETS EM PRAIAS DA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA: CORRELAÇÃO ENTRE ÁREA-FONTE E ACÚMULO	123
7.1	Região Metropolitana da Baixada Santista	123
7.2	Os pellets no estuário de Santos / São Vicente	125
7.3	Amostragem nas praias: resultados	132
7.3.1	Bertioga: Itaguapé	136
7.3.2	Guarujá: Guaiúba, Tombo, Enseada e Góes	140
7.3.3	Praia Grande (arco praial)	157
7.3.4	Santos (arco praial)	164
7.3.5	São Vicente: Gonzaguinha	170
7.3.6	Juréia (São Sebastião / Bertioga)	174
7.3.7	Considerações gerais	177
7.3.8	Referências do capítulo	182
8	CONCLUSÃO	183
9	REFERÊNCIAS	187

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Imagem de apresentação dos pellets (Praia de Caraguatatuba, SP)	03
Figura 3.1: A zona costeira do Estado de São Paulo, suas regiões e os portos de São Sebastião e Santos (SP) e Paranaguá (PR)	08
Figura 4.1: Zonas de deixa: (a, b) Praia Grande, Ubatuba; (c) <i>Brighton beach</i> , Austrália	20
Figura 4.2: Procedimento amostral nas praias	22
Figura 4.3: Procedimentos de laboratório	24
Figura 4.4: Sistema praial	35
Figura 4.5: Movimentação da onda e seus efeitos sobre s partículas	38
Figura 4.6: Fenômeno da refração das ondas aos se aproximarem da linha de costa	38
Figura 4.7: Concentração de ondas refratadas em um promontório na linha de costa (a) e dissipação de ondas difratadas em uma baía (b)	39
Figura 4.8: Costa Brasileira: ecossistemas costeiros e regime de marés	41
Figura 4.9: Correntes de retorno alimentadas por correntes litorâneas em que a direção de movimentação da onda é perpendicular à costa	43
Figura 4.10: Classificação de estados morfodinâmicos de praias arenosas	44
Figura 5.1: Evolução histórica do uso de materiais pelo homem	54
Figura 5.2: Pellets de plástico coletados em praias de SP, Brasil	56
Figura 5.3: Utensílios e suprimentos cotidianos	57
Figura 5.4: Percurso dos pellets	58
Figura 5.5: Empresas produtoras de pellets no mundo	59
Figura 5.6: Estudos publicados por décadas	66
Figura 5.7: Abordagens metodológicas nos estudos dos pellets	67
Figura 5.8: Pellets em praias do mundo	68
Figura 5.9: Amostras de pellets coletadas por continentes	69
Figura 5.9.1: Pellets no mundo: países com ocorrência detectada em campo (2011-2015)	70
Figura 5.10: Pellets em praias do mundo	71
Figura 5.11: Pellets em praias do mundo	72
Figura 5.12: Portos do Brasil	73
Figura 5.13: Pellets em praias do Brasil	74
Figura 5.14: Pellets em praias do Brasil	75
Figura 5.15: Pellets em praias do Brasil	75
Figura 5.16: Pellets em praias da Bahia	76
Figura 5.17: Pellets em praias do mundo	76
Figura 5.18: Microplásticos e pellets encontrados em estômago de peixes	78
Figura 5.19: Aves se alimentando em linhas de deixa em Praia Grande, Ubatuba, SP	78
Figura 5.20: Poluentes orgânicos persistentes em pellets	79
Figura 5.21: Pesticidas relacionados aos HCHs e DDTs	80
Figura 5.22: PCBs em pellets de plástico	81
Figuras 5.23: DDTs em pellets de plástico	82
Figuras 5.24: HCHs em pellets de plástico	82
Figura 6.1: Zona costeira paulista, portos e regiões do litoral	91
Figura 6.2: Pellets e garrafa de plástico	93
Figura 6.3: Distribuição esquemática das correntes de superfície	94
Figura 6.4: Setores morfodinâmicos do litoral paulista	95
Figura 6.5: Setores morfodinâmicos estabelecidos para as praias paulistas	96
Figura 6.6: Roteiros de campo pelo litoral paulista	97
Figura 6.7: Quantidade de pellets encontrados por linha de deixa	98
Figura 6.8: Gráfico de ausência e presença dos pellets por quantidade de praias (municípios)	99
Figura 6.9: Síntese dos trabalhos (Litoral Norte) – pesquisa de campo (2011-2014)	100
Figura 6.10: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	101
Figura 6.11: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	102

Figura 6.12: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	102
Figura 6.13: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	103
Figura 6.14: Síntese dos trabalhos (Baixada Santista) – pesquisa de campo (2011)	104
Figura 6.15: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	105
Figura 6.16: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	106
Figura 6.17: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	106
Figura 6.18: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	107
Figura 6.19: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	107
Figura 6.20: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	108
Figura 6.21: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	108
Figura 6.22: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	109
Figura 6.23: Síntese dos trabalhos (Litoral Sul) – pesquisa de campo (2011-2012)	110
Figura 6.24: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	111
Figura 6.25: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	111
Figura 6.26: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)	112
Figura 6.27: Comportamento de objeto sobre a onda	113
Figura 6.28: Transporte dos pellets por meio de maré meteorológica	114
Figura 6.29: Concentrações e tendências por região (Litoral Norte)	115
Figura 6.30: Concentrações e tendências por região (Baixada Santista)	116
Figura 6.31: Concentrações e tendências por região (Baixada Santista)	116
Figura 6.32: Mapa da concentração de pellets em praias do Estado de São Paulo, Brasil	120
Figura 7.1: Praias amostradas em municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista	124
Figura 7.2: Roteiro e coletas no Estuário de Santos e São Vicente – Pesquisa de campo 2014	127
Figura 7.3: Quadro de pellets no Estuário de Santos / São Vicente	128
Figura 7.4: Correntes de superfície vazantes máximas na sizígia, nas áreas interiores rasas	130
Figura 7.5A: Praias amostradas e suas posições em relação à área-fonte	134
Figura 7.5B: Sistemas meteorológicos – deslocamento costa SE do Brasil	134
Figura 7.5C: Transecto e intervalos amostrais	135
Figura 7.6: Síntese da área / período meteorológico de campo (novembro / 2014)	136
Figura 7.7: Praia de Itaguapé, Bertioga (SP)	137
Figura 7.8: Medidas da praia de Itaguapé durante campanha – 2014	137
Figura 7.9: Pellets e material associado em Itaguapé, Bertioga, SP	138
Figura 7.10: Pellets e material associado em Itaguapé, Bertioga, SP	138
Figura 7.11: Pellets e material associado em Itaguapé, Bertioga, SP	138
Figura 7.12: Pellets e material associado em Itaguapé, Bertioga, SP	138
Figura 7.13: Praia de Guaiúba, Guarujá (SP)	140
Figura 7.14: Medidas da praia de Guaiúba durante campanha – 2014	141
Figura 7.15: Pellets e material associado em Guaiúba, Guarujá (SP)	142
Figura 7.16: Pellets e material associado em Guaiúba, Guarujá (SP)	142
Figura 7.17: Pellets e material associado em Guaiúba, Guarujá (SP)	142
Figura 7.18: Praia do Tombo, Guarujá (SP)	144
Figura 7.19: Medidas da praia do Tombo durante campanha – 2014	145
Figura 7.20: Pellets e material associado em Tombo, Guarujá (SP)	146
Figura 7.21: Pellets e material associado em Tombo, Guarujá (SP)	146
Figura 7.22: Pellets e material associado em Tombo, Guarujá (SP)	146
Figura 7.23: Pellets e material associado em Tombo, Guarujá (SP)	146
Figura 7.24: Praia da Enseada, Guarujá (SP)	148
Figura 7.25: Medidas da praia da Enseada durante campanha – 2014	149
Figura 7.26: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	151
Figura 7.27: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	151
Figura 7.28: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	151
Figura 7.29: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	151
Figura 7.30: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	152
Figura 7.31: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	152
Figura 7.32: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	152

Figura 7.33: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	152
Figura 7.34: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	153
Figura 7.35: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	153
Figura 7.36: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	153
Figura 7.37: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP)	153
Figura 7.38: Praia do Góes, Guarujá (SP)	154
Figura 7.39: Medidas da praia de Góes durante campanha – 2014	155
Figura 7.40: Pellets e material associado em praia do Góes, Guarujá (SP)	156
Figura 7.41: Pellets e material associado em praia do Góes, Guarujá (SP)	156
Figura 7.42: Pellets e material associado em praia do Góes, Guarujá (SP)	156
Figura 7.43: Praia Grande (SP)	157
Figura 7.44: Medidas de Praia Grande durante campanha – 2014	158
Figura 7.45: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	159
Figura 7.46: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	159
Figura 7.47: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	159
Figura 7.48: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	159
Figura 7.49: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	160
Figura 7.50: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	160
Figura 7.51: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	160
Figura 7.52: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	160
Figura 7.53: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	161
Figura 7.54: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	161
Figura 7.55: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	161
Figura 7.56: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	161
Figura 7.57: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)	162
Figura 7.58: Praia de Santos (SP)	164
Figura 7.59: Medidas da praia de Santos durante campanha – 2014	165
Figura 7.60: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	166
Figura 7.61: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	166
Figura 7.62: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	166
Figura 7.63: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	166
Figura 7.64: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	167
Figura 7.65: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	167
Figura 7.66: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	167
Figura 7.67: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	167
Figura 7.68: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	168
Figura 7.69: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	168
Figura 7.70: Pellets e material associado na praia Santos (SP)	168
Figura 7.71: Praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)	170
Figura 7.72: Medidas da praia do Gonzaguinha durante campanha – 2014	171
Figura 7.73: Pellets e material associado na praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)	172
Figura 7.74: Pellets e material associado na praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)	172
Figura 7.75: Pellets e material associado na praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)	172
Figura 7.76: Pellets e material associado na praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)	172
Figura 7.77: Pellets e material associado na praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)	173
Figura 7.78: Praia da Juréia – limite São Sebastião / Bertioga (SP)	174
Figura 7.79: Perfil da área amostral, praia Juréia – limite São Sebastião / Bertioga (SP)	175
Figura 7.80: Amostragem Juréia – limite São Sebastião / Bertioga (SP)	175
Figura 7.81: Amostragem em praias da Região Metropolitana da Baixada Santista (SP)	177

LISTA DE ABREVIATURAS

ANTAQ - Agência Nacional de Transporte Aquaviário
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CODEBA - Companhia das Docas do Estado da Bahia
CODEPS - Companhia das Docas do Estado de São Paulo
DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha
EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
FFLCH - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFBA - Instituto Federal da Bahia
IGc - Instituto de Geociências
IG-SP - Instituto Geológico do Estado de São Paulo
NOAA - National Oceanic and Atmospheric
ONU/UM - Organização das Nações Unidas / United Nations
RMBS - Região Metropolitana da Baixada Santista
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SIMEPAR - Serviço Meteorológico do Paraná
SMA - Secretaria de Meio Ambiente (SP)
Uackland - University of Auckland
UB - Universidad de Barcelona
UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana
UNEB - Universidade do Estado da Bahia
UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
USP - Universidade de São Paulo
USYNDEY - University of Sydney

INTRODUÇÃO

A chamada para as questões ambientais a partir da segunda metade do século XX colocou em evidência um dos problemas contemporâneos de maior amplitude: a poluição nos oceanos e costas de todo o mundo. Destarte, a inclusão de temas pertinentes a esse campo ganhou representação nas agendas globais mais importantes, como clima, sustentabilidade, proteção aos recursos [não] vivos e soberania marítima *versus* geopolítica.

Nesse contexto, a temática do lixo marinho produzido a partir das ações antropogênicas compreende umas das preocupações de maior envergadura, constituindo-se num desafio técnico, por meio das ferramentas de remediação, reabilitação e gestão. E, ao mesmo tempo, altruísta, visto que a base para uma concepção de mundo na qual os recursos ambientais sejam racionalizados, com a finalidade de equilíbrio entre organismos e vida humana, deva ser oriunda, essencialmente, das ações humanas.

No entendimento de Ross (2009), o processo evolutivo das culturas, da produção dos conhecimentos, da evolução da tecnologia, da intensificação das atividades produtivas e da relação capital-trabalho vai progressivamente promovendo transformações na natureza e definindo e redefinindo novos arranjos espaciais nos territórios dos lugares, dos países e do globo. Firmam-se, nessa lógica, agentes da produção do espaço que definem os rumos e necessidades da sociedade contemporânea.

A celeridade do meio técnico-científico-informacional valida a ideia de velocidade no tempo e no espaço, no qual o homem atribui-se do dever das benesses do consumo ditadas pelo cotidiano. Por isso mesmo que Santos (2008) o define como meio geográfico do período atual, onde os objetos mais proeminentes são elaborados a partir dos mandamentos da ciência e se servem de uma técnica informacional da qual lhes vem o alto coeficiente de intencionalidade com que servem às diversas modalidades e etapas de produção.

Este cenário colabora com a conformação do ciclo econômico mundial, cuja ciência geográfica, há muito, se incumbe de analisar sob o prisma do espaço historicamente concebido e organizado. Capel (1987) acrescentou que antes do

século XIX, as questões econômicas eram abordadas pelos geógrafos no marco da descrição de países e que a preocupação com a riqueza das nações, seus recursos econômicos e produção, era habitual nos tratados de Geografia universal que já eram publicados durante o século XVIII.

Todavia, o que se percebe é que no âmbito geográfico as preocupações com a relação oferta *versus* exploração de recursos engendrou análises que ao longo do tempo se consolidaram na perspectiva das relações de apropriação e uso que o indivíduo estabelece com o espaço coevo. Este que Moraes (2005) aclarou como o período em que a economia se mundializou plenamente, onde os lugares estão cada vez mais inseridos em redes de relações globalizadas, onde os circuitos são planetários.

Esse conjunto de reflexões ampara uma necessidade premente de se repensar as ações antropogênicas sobre os espaços naturais, com destaque para os ecossistemas da Terra, de longa data alterados [in]diretamente. Tricart (1977) afirmou, à época, que no momento atual já não existe nenhum ecossistema que não seja modificado pelo homem, só que as modificações são de natureza diferente e de importância diversa. Via de regra, atreladas ao *status quo* das atividades de consumo e manutenção da produção.

Este é o percurso no qual se aglomeram os problemas ambientais relacionados ao oceano e zonas costeiras. Compreendendo grandes extensões do planeta, as costas e os ecossistemas costeiros a exemplo de praias, manguezais, recifes de corais, estuários e planícies de maré, se configuram como ambientes altamente sensíveis. Demograficamente tem sido áreas de elevada pressão e com altos níveis de urbanização em praticamente todos os países, o que intensifica o peso das ações humanas sobre esses espaços.

De acordo com Strahler (1989), as áreas costeiras passam por intensa degradação ambiental e destruição devido ao fato de que a própria urbanização exige mais terras e a expansão de portos. No entanto, Petersen et al. (2014) acrescenta que atividades econômicas e industriais vão desde turismo a operações portuárias, produção de petróleo no mar e escoamento agrícola. É nesta conexão entre ciclos econômico-industriais e portos, que se intensificam os problemas nos litorais, um tema de expressiva relevância.

Atenções voltadas ao tema endossam preocupações como as de Câmara et al. (2011), quando aludem à formação de resíduos industriais, os efeitos

negativos desses para o ambiente e para a saúde, aparecendo entre os principais indicadores da insustentabilidade dos processos produtivos. Haja vista que se o homem, por meio das suas ações, promove intensas mudanças ao meio, este, por sua vez, produzirá efeitos sobre a sua própria vida. Essa é a realidade da produção de resíduos dos mais diversos tipos.

O lixo marinho vem sendo discutido desde a década de 1970, quando cientistas, ao esboçarem preocupações, começaram a observar e quantificar materiais diversos nos mares e costas de alguns países. Nessa categoria se encontram os pellets de plástico (Figura 1.1), que é a matéria-prima de base para a produção num dos setores mais prósperos, produtivos e de baixo custo da indústria mundial: o de insumos plásticos. Desde então vem sendo tratado entre as formas de poluição marinha e costeira mais comumente observadas.

Figura 1.1 – Pellets de plástico em praia de Caraguatatuba, litoral de SP (2011)
Fonte: Falcão (2011)

Foi com base nestas reflexões que surgiu a inquietação que norteou o desenvolvimento desta pesquisa, que analisou a presença e mecanismos de distribuição de pellets de plástico em praias do Estado de São Paulo, Brasil. A sua justificativa se pautou na relevância socioambiental que o tema possui, visto que atrelado ao conhecimento e prováveis propostas de mitigação para o problema, evoca-se a discussão no âmbito geográfico, trazendo o tema para a realidade mais cotidiana por meio da Geografia do Litoral.

As hipóteses conjecturadas por essa investigação se estruturaram em duas vias: i) no litoral paulista, a maior ocorrência de pellets associa-se às praias próximas às áreas portuárias, funcionando estas como áreas-fonte; ii) as ressacas são as principais responsáveis por uma maior distribuição dos pellets ao longo das praias.

No entanto, estruturada para atender aos aspectos teóricos e técnicos que metodologicamente abarcaram a pesquisa, ademais de contribuir com a formação de um saber docente mais próspero e voltado à discussão de temas emergentes, a presente Tese está dividida em introdução (capítulo I), que apresenta o universo aqui analisado e descreve como se encontra organizada a obra; no capítulo II encontram-se os objetivos e as hipóteses apresentadas.

O capítulo III trata da definição da área de estudo, a escala utilizada e abrangência geográfica. O capítulo IV alocou a abordagem metodológica, no qual ocorreu a explicitação detalhada dos métodos em campo e laboratório que conduziram ao alcance dos resultados. Também foi desenvolvida a etapa teórica e a definição dos termos que foram utilizados ao longo de todo o texto. O capítulo V desenvolveu a temática da poluição costeira, o lixo marinho e os problemas ambientais relacionados à presença de pellets de plástico em praias, no mundo e no Brasil.

A seguir, no capítulo VI, apresentou-se o diagnóstico geral da presença dos pellets em praias do Estado de São Paulo, aferindo ao longo de todos os municípios costeiros a sua distribuição nesses ecossistemas e a sua correlação com áreas-fonte na costa. Chega-se, então, ao capítulo VII, no qual foram expostos os resultados do método aplicado em praias da Baixada Santista com o intuito de elaborar o panorama da poluição costeira ocasionada por pellets e suas mais importantes fontes no litoral.

Por fim, na conclusão, foi reiterado o atendimento à proposta no que tange aos objetivos alcançados e confirmação das hipóteses do estudo. Também não deixaram de ser ressaltadas as questões concernentes à poluição costeira no território brasileiro e a importância de consolidação da Geografia do Litoral como uma das propostas apresentadas e preconizadas ao desenvolvimento da ciência geográfica brasileira e à divulgação científica como instrumento de formação.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, V.M.; ALONSO, H.G.A.; DÍAZ-BARRIGA, F.; ASMUS, C.I.R.F. A geração e o acúmulo de poluentes e suas ameaças para a saúde a curto e longo prazos. In: GALVÃO, L.A.C.; FINKELMAN, J.; HENAO, S. (Orgs.) **Determinantes ambientais e sociais da saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011.

CAPEL, H. **Geografía humana y ciencias sociales: una perspectiva histórica**. Barcelona: Montesinos Editor, 1987.

MORAES, A.C.R. **Meio ambiente e ciências humanas**. 4ª ed. São Paulo: Annablume, 2005.

PETERSEN, J.F.; SACK, D.; GABLER, R.E. **Fundamentos de Geografia Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

ROSS, J.L.S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: LEMOS, A.I.G.; GALVANI, E. (Orgs.) **Geografia, tradições e perspectivas: interdisciplinaridade, meio ambiente e representações**. São Paulo: Clacso / Expressão Popular, 2009b.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: EDUSP, 2008.

STRAHLER, A.N.; STRAHLER, A.H. **Geografía Física**. 3ª ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1989.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

OBJETIVOS

A busca por mitigações dos diversos problemas ocorrentes na costa brasileira já se tornou veemente demanda, haja vista a necessidade da realização de estudos por parte da comunidade acadêmica e científica acerca das questões de uso, ocupação, ordenamento e problemas na zona costeira nacional. É bastante válida e ao mesmo tempo premente a emergência ambiental da faixa que sofre as maiores pressões no território nacional, devido aos elevados níveis de ocupação, densidade demográfica e exploração de recursos.

Com uma costa que reúne todos os aspectos supramencionados, o Estado de São Paulo tem sido, nas últimas décadas, referenciado por dezenas de autores em diversas pesquisas voltadas à dinâmica ambiental, análise da paisagem, planejamento ambiental e territorial, mapeamentos diversos, monitoramentos e avaliação de impactos. Considerando que os trabalhos são, em sua maioria, direcionados a campos e objetos muito específicos, vinculados à área do pesquisador, que se perfizeram os objetivos desta pesquisa.

O objetivo geral consistiu no dimensionamento e caracterização da presença e distribuição superficial dos pellets de plásticos em praias do Estado de São Paulo. Paralelamente, estiveram atribuídos os seguintes objetivos específicos:

- Diagnóstico geográfico da presença de pellets na superfície de praias ao longo do litoral paulista (Norte, Baixada Santista e Sul).
- Identificação prévia das principais fontes emissoras.
- Correlação entre a concentração de pellets em praias dos diferentes setores morfodinâmicos do litoral com as fontes emissoras.
- Elucidação da importância, sobretudo [in]formativa, da Geografia do Litoral como campo da ciência geográfica.

3 ÁREA DE ESTUDO

Atrelado à temática dos problemas ambientais costeiros, especificamente voltado à poluição causada por lixo marinho, o presente estudo foi desenvolvido ao longo do litoral do Estado de São Paulo, no âmbito geográfico de algumas das suas praias. A necessidade de uma discussão à luz da ciência geográfica suscitou a apropriação do tema ao longo das praias paulistas, demandando propostas de mitigação para os impactos observados. Neste trabalho foram adotadas as terminologias Litoral Norte, Baixada Santista e Litoral Sul.

O estudo foi realizado em duas etapas distintas ao longo do litoral paulista, sendo: (1) levantamento caracterizado por um diagnóstico geral da presença de pellets em praias nos 15 municípios do Litoral Norte, Baixada Santista e Litoral Sul; (2) trabalho realizado ao longo da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), em 09 praias localizadas em Bertioga, Guarujá, Praia Grande, Santos, São Vicente e uma praia de São Sebastião, com aplicação de um método de campo para identificação, quantificação e comparação. (Figura 3.1)

Considerando a amplitude da área, a escala utilizada neste estudo foi a regional, que enfatiza a diversidade caracterizada, cuja base está no conceito de região. A abordagem utilizada se alicerça no paradigma do método regional, que para Corrêa (1998) focaliza o estudo de áreas levantando não uma relação causal ou a paisagem regional, mas a sua diferenciação como objeto da Geografia, evidenciando um conhecimento sintético sobre diferentes áreas da superfície da Terra.

Nessa perspectiva, desenvolveu-se uma análise regional do problema relacionado à presença de pellets em praias paulistas. Para tanto, Gomes (2012) sustenta que nessa abordagem a região é uma classe de área, fruto de uma classificação geral que divide o espaço segundo critérios ou variáveis arbitrárias que possuem justificativa no julgamento de sua relevância para uma certa explicação. Por esta razão, justifica-se o seu enquadramento como um estudo de escala regional.

Figura 3.1: A zona costeira do Estado de São Paulo, suas regiões e os portos de São Sebastião e Santos (SP) e Paranaguá (PR)
 Fonte: Falcão, Plínio (2015)

3.1 Contextos regionais

3.1.1 Geologia

As características geológicas atuais do litoral paulista tem sua história iniciada no Mesozóico, quando da abertura do Oceano Atlântico Sul no Jurássico-Cretáceo, seguida pelo soerguimento da borda continental e pela instalação da Bacia de Santos (SOUZA, 1997). Durante todo o Cretáceo e o Terciário ocorreu intensa sedimentação nesta bacia, mas foi durante o Quaternário que as planícies costeiras ganharam a geometria que guardam até hoje (SOUZA, 1997).

Durante este ocorreram, pelo menos, quatro estádios glaciais alternando-se com interglaciais, os quais foram acompanhados de elevações e abaixamentos do nível relativo do mar, cujos efeitos encontram-se registrados nas planícies costeiras sob a forma de cristas praias de várias gerações (SUGUIO; MARTIN, 1994 apud SOUZA, 1997).

O litoral paulista é formado por planícies costeiras (planícies de cristas praias) de sedimentos marinhos regressivos holocênicos e pleistocênicos, associados a depósitos lagunares, fluviais e coluviais holocênicos a atuais (SUGUIO; MARTIN, 1978 apud SOUZA, 1997).

Na linha de costa afloram essencialmente os depósitos marinhos mais jovens, de idade holocênica, superpostos ou não por dunas frontais inativas (SOUZA, 1997). Essas dunas ocorrem principalmente no litoral sul e vão perdendo expressão rumo ao norte, onde raramente encontraram condições propícias ao seu desenvolvimento (SOUZA, 1997).

Por trás dos depósitos marinhos frontais de sul para o norte do Estado ocorrem diversos sistemas caracterizados por lagunas atuais, uma vasta planície de terraços marinhos pleistocênicos cobertos por depósitos eólicos, um sistema estuarino com vastos canais de maré que desembocam na Baía de Santos, conhecido como Estuário Santista, onde predominam terrenos marinhos holocênicos (São Vicente, Santos e Guarujá), planícies costeiras de menor porte e planícies costeiras estreitas (SOUZA, 1997).

Souza (1997) concluiu que as oscilações do nível relativo do mar foram um importante agente modelador das planícies costeiras e, conseqüentemente, das praias atuais. Esta mesma observou, também, as estruturas tectônicas do substrato rochoso como um outro fator geológico condicionante da morfologia do litoral paulista.

3.1.2 Geomorfologia

O litoral paulista apresenta características morfológicas distintas entre o setor sul e o norte. Ao sul, a costa é aberta, as planícies costeiras de cristas praias e as praias são bem desenvolvidas, estando a Serra do Mar dezenas de quilômetros afastada da linha de costa. Ao norte, a Serra do Mar aproxima-se do oceano definindo uma linha de costa bastante recortada, com planícies costeiras e praias estreitas (SOUZA, 1997).

Ross; Moroz (1997) dividiram as planícies litorâneas em cinco unidades morfológicas, a saber: Iguape / Cananéia, Praia Grande / Peruíbe, Santista, Bertioga e Litoral Norte. Ab'Sáber (2006) construiu uma setorização prévia do litoral brasileiro, cujo Estado de São Paulo tem a sua costa dividida em sete setores diferenciados a partir das suas formas e feições, descritos a seguir.

I - Setor Litoral Norte de São Paulo – Sucessivas baías e enseadas de porte pequeno a médio, por entre esporões florestados da Serra do Mar. Litoral mais recortado do país, estabelecido em rochas cristalinas decompostas, dominadas pelas florestas atlânticas. Pequenos feixes de restingas no fundo das baías e enseadas, Praias bravas e praias mansas, respectivamente, em areias grossas ou largos estirâncios de areia fina.

II - Setor Ilha e Canal de São Sebastião, do Litoral Norte Paulista – Presença de uma ilha continental, elevada em um grande *horst*, tectônica e erosivamente separada da Serra do Mar pelo canal de São Sebastião. Pequenas baías insulares frontais (Castelhanos).

III - Setor Sul do Litoral Norte de São Paulo – Sucessão de pequenas baías, com setores de costões e costeiras, e restingas de diferentes extensões.

IV - Setor Baixada Santista e Ilhas de São Vicente e Santo Amaro – Cubatão, Piassagüera e canal da Bertioga. Terminação Sul do litoral norte de São Paulo, com aumento das faixas de sedimentação (restingas) na direção da Bertioga. Sítios urbanos de Santos, São Vicente e Guarujá. Na Baixada Santista e região de Cubatão: uma faixa anastomosada de cidades, núcleos industriais e bairros dormitórios, em exagerada e incontrolável expansão, vide Conceiçãozinha. Presença de manguezais estuarinos projetados para a retroterra de maciços insulares e baixadas de antigas planícies deltaicas residuais (Lagamar Santista).

V - Setor Praia Grande, Itanhaém, Peruíbe – Litoral de alongados feixes de restingas, tipo *long beach*, reproduzido pelo nome praia grande, que se estende do maciço do Xixova até o pequeno maciço granítico de Itanhaém, na barra do rio do mesmo nome, provenientes de esporões subparalelos da Serra do Mar. Em Mongaguá, um dos esporões de eixo NNE-SSE projeta-se até as proximidades da faixa praiana. O maciço costeiro de Iguape é o término do setor.

VI - Setor Maciço da Juréia / Rio Verde – A maior paleoilha florestada do litoral paulista. Bloco de terrenos cristalinos, separado da Serra do Mar (Setor Itatins) por falhamentos do Terciário, ladeado por restingas e praias arenosas, pelo sudoeste e norte-nordeste. O segundo maciço elevado, de tipo *horst*, de toda a fachada tropical Atlântica de São Paulo.

VII - Sistema Lagunar-Estuarino de Cananéia-Iguape / Baía de Trepandé – Conjunto de três restingas separadas por lagunas salobras. Manguezais em pequenas enseadas dos bordos internos das restingas. Baixo Vale do Ribeira de Iguape formando planície rasa no reverso das restingas mais interiores.

A partir das caracterizações enumeradas nos setores é possível identificar, preliminarmente, as diferenças da costa paulista, entre bastante recortada e retilínea, cuja antiga Comissão Geográfica e Geológica do Estado, em sua "Exploração do Littoral", já havia atentado para essa variação

morfológica (COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA, 1915, 1920 apud SOUZA, 1997).

O compartimento litorâneo foi denominado de Província Costeira (ALMEIDA, 1964 apud SOUZA, 1997). Para Ponçano et al. (1981) apud Oliveira, (2009), a extensão das planícies litorâneas, assim como a própria largura em planta da Província Costeira, apresenta-se bastante variável ao longo de toda a costa paulista, tendo, no litoral sul, extensa planície costeira com o desenvolvimento de costa retilínea, cujas escarpas da serra se distanciam da linha de costa, enquanto que no litoral norte as escarpas serranas descem diretamente para o mar.

SOUZA; SUGUIO (1996), baseados no comportamento morfodinâmico das principais praias paulistas e sua relação com a evolução das planícies costeiras, apresentaram uma compartimentação do litoral em sete setores morfodinâmicos: Setor I – Ilha Comprida a Juréia; Setor II – Rio Verde a Guaraú; Setor III – Peruíbe a Praia Grande; Setor IV – São Vicente a Iporanga; Setor V – Bertioga a Barequeçaba; Setor VI – Canal de São Sebastião; Setor VII – Caraguatatuba à divisa do Estado do Rio de Janeiro.

3.1.3 Clima

A circulação atmosférica no sul da América do Sul é controlada pelo Anticiclone Tropical Atlântico (ATA), quente e estacionário, e pelas incursões dos anticiclones migratórios frios como o Anticiclone Polar Atlântico (APA) (FONSAR, 1994 apud SOUZA, 1997). Com relação aos aspectos do clima, o litoral do Estado de São Paulo está inserido na linha de divisão dos climas tropical e subtropical e, portanto, apresenta características climáticas provenientes dos dois tipos de clima (FIERZ, 2008).

De acordo com Monteiro (1973) apud Sant'anna Neto (1994), na costa do Estado de São Paulo atua durante o ano todo, a Massa Tropical Atlântica (MTA) que é originária da ATA e está associada a ventos alísios de direção E e NE. O APA é representado pela Massa Polar Atlântica (PA), pela Massa Polar Velha (PV) e pela Frente Polar Atlântica (FPA). Durante a PA atuam ventos de SW-S-

SE, que mudam para E e NE. A FPA, conhecida como frente fria, é provocada pelo choque entre sistemas tropicais e polares, sendo mais rigorosa no inverno, mas podendo ocorrer durante o ano todo (SOUZA, 1997).

Classificado como tropical e subtropical úmido, o litoral paulista possui trechos com diferenças de pluviometria que diferem algumas regiões (FIERZ, 2008). Estas seriam classificadas a partir de três subunidades, como: litoral norte (de Ubatuba a São Sebastião), controlado por massas tropicais e equatoriais, litoral central (de Maresias a Itanhaém), controlado por massas tropicais e polares, e litoral sul (de Peruíbe a Cananéia), também controlada por massas tropicais e polares (MONTEIRO, 1973 apud SANT'ANNA NETO, 1994; SOUZA, 1997).

O litoral paulista fica exposto, no inverno, aos sensíveis e mais frequentes abaixamentos de temperatura. Mesmo no verão, o seu índice de participação polar é o mais elevado do Estado, onde as chuvas frontais tem uma elevada importância (FIERZ, 2008). Outra perturbação atmosférica importante é a Zona de Convergência Tropical (ZCAS). Esta é uma faixa semipermanente de condensação e nebulosidade, de direção NW-SE, que é intensificada pela convergência de calor e umidade provenientes da região central da América do Sul e determina a estacionariedade de frentes frias na região Sudeste do Brasil (SOUZA, 2012).

O confronto do sistema tropical atlântico, que atua na maior parte do ano, é um dos principais responsáveis pela precipitação pluviométrica. A resposta pluvial será mais expressiva de acordo com as características dos sistemas polar e tropical. Quanto mais energia tiverem, maior a diferença entre eles e maiores as consequências desse confronto, tais como as chuvas abundantes, por vezes prolongadas (FIERZ, 2008).

Sant'anna Neto (1994) apud Souza (1997), estudando três anos de variações climáticas diferenciadas, concluiu que o litoral sul é a área de maior atividade das massas polares, com numerosas passagens frontais, porém menos situações frentes estacionárias. O litoral central define uma extensa zona transicional, ora associada aos mecanismos dominantes do setor sul, ora do setor norte. A participação dos sistemas tropicais e extratropicais é equilibrada. Quando o anticiclone marítimo se apresenta mais vigoroso e bloqueia as passagens frontais, esse litoral recebe maior intensidade de precipitações, pois

as frentes tendem a recuar até essa área e permanecerem estacionárias antes de se dissiparem. Quando o ar polar é mais intenso, empurra as frentes para o norte, fazendo chover menos. A área entre Bertioga e Maresias, com orientação W-E, fica mais exposta às frentes polares, resultando em maior pluviosidade. No litoral norte, a latitude e o relevo são responsáveis pelo enfraquecimento das evoluções das frentes, mas as precipitações aumentam em função das frentes estacionárias que atuam na área.

3.1.4 Oceanografia

A costa paulista apresenta um regime de micromarés (< 2m, segundo a classificação de DAVIES, 1977). Esse tipo de regime de maré, via de regra, exerce pouca influência como processo físico nas praias ou modificação das correntes (SOUZA, 1997). As ondas e as correntes geradas por ondas exercem papel fundamental nas modificações morfológicas e sedimentológicas das praias do litoral paulista, o qual pode ser caracterizado como dominado por ondas, visto que as marés tem influência secundária (SOUZA, 1997).

Segundo Souza (1997), os ventos são o principal agente formador de ondas no oceano, conhecidas por ondulações (*swells*). As ondas incidentes, também conhecidas como gravitacionais, são as mais regulares, têm direção de propagação bem definida e apresentam pequena esbeltez, período longo e cristas arredondadas. Ondas geradas por ventos locais, chamadas de vagas (*sea waves*), são irregulares e apresentam características opostas às anteriores. Um terceiro tipo de ondas, as secundárias, são geradas a partir do movimento e energia das ondas gravitacionais. A energia da onda refletida na face praial pode ser reintegrada ao oceano ou ficar aprisionada na zona costeira. As ondas de ressonância (*edge waves*) estão presentes ao longo da zona de surfe e são produto dessa energia aprisionada na costa.

Existe uma tendência predominante de ondulações do quadrante SE ao longo do ano todo, estando as ondas de SW-S-SSE associadas às passagens de frentes frias (SOUZA, 1997). Os sistemas de SE são “prevalentes” (direção mais comum) e “predominantes” (influência mais efetiva) para a costa

norte paulista, sendo elas as principais reguladoras da dinâmica de circulação costeira nesse trecho (SOUZA, 1994; 1995 apud SOUZA, 1997).

Outro agente importante no aperfeiçoamento das praias são as variações do nível relativo do mar. Essas variações podem ser em escala diária, semanal, mensal, sazonal, decenal / interdecenal e de longo período (>100 anos) (SOUZA, 1997; MESQUITA, 1995 apud SOUZA, 1997). De acordo com Mesquita (1994) apud Souza (1997), as oscilações mensais (sizígia e quadratura) e diárias (preamar e baixamar) são aproximadamente iguais em toda a costa de São Paulo, chegando a alcançar quase 1m. Os máximos ocorrem nos meses de abril-maio, e os mínimos nos meses de verão (dezembro-janeiro) e em setembro-outubro (SOUZA, 1997).

Quanto aos eventos extremos, a compreensão da dinâmica de longo período de eventos meteorológicos e oceanográficos, a exemplo das Ressacas, é de suma importância para avaliar o comportamento dos processos sedimentares costeiros (SOUZA et al. 2013). A construção de um inventário desses eventos permitiu uma avaliação histórica da ocorrência desses eventos na Baixada Santista. Dentre os 89 catalogados, 66 ocorreram entre 2001-2011. Nas décadas anteriores o número foi de 11 Ressacas, distribuídas entre as décadas de 1960 e 1990 (SOUZA et al., 2013).

Para Souza et al. (2013), as principais causas parecem estar ligadas a processos naturais associados às mudanças climáticas, tendo a maior frequência dos eventos ocorrido nos meses de abril a setembro, sendo maio o mês com o maior número de ocorrências, seguido de setembro, enquanto que dezembro foi o de menor. Maioria em marés de sizígia em fase de lua cheia e de quadratura, registrados na evolução sinótica a partir de centros de alta pressão na região SE brasileira, que se associam à rápida migração de centros de baixa pressão (ciclones extratropicais) com sistemas frontais que se formam na costa argentina.

3.2 Referências do capítulo

AB'SÁBER, A.N. **Brasil: paisagens de exceção**. O litoral e o pantanal mato-grossense. Patrimônios básicos. Cotia: Ateliê Editorial, 2006.

CORRÊA, R.L. **Região e organização espacial**. 6ª ed. São Paulo: Ática, 1998. 6ª ed.

DAVIES, J.L. Geographical variations in coastal development. In: CLAYTON, K.M. (org.) **Geomorphology**. Text Series 4. London: Longman, 1977.

FIERZ, M.S.M. **As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do Estado de São Paulo: contribuição à Geomorfologia das planícies costeiras**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GOMES, P.C.C. O conceito de região e sua discussão. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. **Geografia: conceitos e temas**. 15ª ed. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2012.

OLIVEIRA, R.C. Ambiente costeiro – fragilidades e impactos relacionados a ação antrópica: o cenário da Baixada Santista no Estado de São Paulo, Brasil. In: XII ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, Montevideu. **Anais...** Montevideu: Universidad de Montevideu, 2009.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:250.000. São Paulo: IPT / FAPESP, 1997.

SANT'ANNA NETO, J.L. Dinâmica atmosférica e o caráter transicional do clima na zona costeira paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p.34-49, 1994.

SOUZA, C.R. de G.; SOUZA, A.P.; ROSA, E.G. Avaliação histórica da ocorrência de ressacas na Baixada Santista, SP. In: XIV CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, Natal. **Anais...** Natal: ABEQUA, 2013.

SOUZA, C.R. de G. Praias arenosas oceânicas do Estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, Special Issue, p. 307-371, 2012.

SOUZA, C.R. de G. **As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. Coastal erosion and beach morphodynamics along the state of São Paulo (SE Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.68 (3), p.405-424, 1996.

4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente capítulo tem por finalidade alocar metodologicamente a temática central. Para isto, apoia a discussão teórica que embasa a metodologia da pesquisa, norteia o objeto de estudo e aborda os conceitos básicos necessários à compreensão dos métodos utilizados e dos recursos desenvolvidos com a proposição de alcance dos objetivos.

4.1 Metodologia da pesquisa e desenvolvimento operacional

O raciocínio metodológico usado para nortear esta pesquisa se baseou no que preceitua Marconi; Lakatos (2006) para o desenvolvimento da investigação científica. São diversos os autores que abordam essa temática, todavia, optou-se pela adoção das suas ideias por apresentarem uma estrutura concisa, experimentada e condizente com trabalhos científicos de qualquer envergadura.

Considerando-se o fato de que a metodologia da pesquisa está voltada para um determinado número de elementos, que, segundo Marconi; Lakatos (2006) abrange um maior número de itens, torna-se importante e necessário especificar cada uma dessas etapas por meio dos seus métodos. E obviamente, aqueles que foram previamente adotados pela sistemática deste trabalho.

Buscando alcançar os objetivos da pesquisa, anteriormente citados, foi adotado o Método Indutivo, a partir do qual foi possível estabelecer correlações entre a poluição costeira ocasionada por lixo marinho de origem industrial e suas prováveis fontes de origem.

Quanto aos Métodos de Procedimento, pela forma como este projeto se caracteriza, se enquadram os métodos comparativo, pela diferenciação entre distintas praias com morfodinâmica variada; estudo de caso, pela análise da realidade no litoral de SP e da Região Metropolitana da Baixada Santista; e o estatístico, por efeito da quantificação realizada a partir de amostras coletadas.

Com relação às Técnicas, foram utilizadas:

- (a) Documentação Indireta, por meio da aquisição de informações prévias e estruturantes acerca da temática de estudo, adquiridas por meio de pesquisa bibliográfica e documental executada a partir de bibliotecas (gerais e setoriais) de universidades (USP, UFBA, UEFS, IFBA, Universidades de Barcelona, Sydney, Auckland, La Habana e Complutense de Madrid), institutos de pesquisa (IG-SP, IPT, NOAA e USGS), órgãos públicos (SABESP, CETESB, SMA-SP) e plataformas científicas e bases de dados (Thompson Reuters, Elsevier e SciVerse).
- (b) Documentação Direta, com aporte da observação direta intensiva, por meio das observações assistemática e sistemática, desenvolvidas a partir de: (i) trabalhos de campo realizados em diversos países e no litoral paulista, em distintos períodos; e (ii) pesquisa de laboratório, no qual puderam ser preparadas e analisadas as amostras de pellets, matéria orgânica e sedimentos, nos laboratórios de Geografia Física, de Química e de Geologia do IFBA.

Portanto, esta foi a estrutura adotada como padrão para o desenvolvimento metodológico da pesquisa e os seus métodos.

4.1.1 Pesquisa bibliográfica e documental

Como em todos os trabalhos científicos, a pesquisa bibliográfica foi dirigida durante os anos da investigação que embasou o presente trabalho. Foram consultadas desde obras clássicas de referência até artigos científicos de elevado impacto abrigados em plataformas científicas internacionais. Ademais, documentos oficiais, eletrônicos, uso de *webpages*, bases de dados e *softwares* como *GoogleEarth®*.

Durante a primeira fase foi realizada a pesquisa bibliográfica básica e o fichamento de diversos artigos científicos relacionados ao tema e correlatos. Posteriormente, concluiu-se a elaboração de um estado da arte acerca do lixo

marinho, seus problemas e, especificamente, as questões levantadas por meio do surgimento dos pellets de plástico nas águas costeiras e costas de todo o mundo.

Constituiu-se esta fase da pesquisa como a mais importante na fundamentação dos métodos aplicados, bem como da maturação que envolveu um raciocínio crítico e científico no que se refere às demandas do ambiente e o trato dessas questões pela sociedade.

Paralelamente, o arcabouço também subsidiou o desenvolvimento da empiria na observação de fenômenos cada vez mais presentes no cotidiano, legando, por fim, o debate da Geografia do Litoral e os pressupostos que lhe constituem na Geografia Física.

4.1.2 Trabalhos de campo

Esta Tese foi norteada por três momentos distintos de atividades de campo, observados os critérios empíricos e indutivos no campo das ciências. No entanto, todos os métodos utilizados foram elaborados com o intuito de auxiliar as práticas a serem realizadas em campo, a fim de responder às questões que nortearam a presente pesquisa.

1º estágio de atividades em campo: desenvolvido empiricamente a partir de caminhamentos e observações *in loco*, acompanhados de coletas de amostras dos pellets. Com a finalidade de se construir um mapa índice, esses trabalhos se desenrolaram entre os anos da pesquisa (2011-2015), cuja proposta era referendar a literatura científica que, a partir da coletânea de resultados em inúmeros estudos, afirma existir pellets de plástico em praias do mundo inteiro.

Os trabalhos foram realizados em 13 países e no Brasil (em locais diferentes da área objeto). Foram praias da Austrália, China, Cingapura, Cuba, Emirados Árabes Unidos, Espanha, Estados Unidos, Holanda, Índia, Marrocos, Nova Zelândia, Portugal e Uruguai.

2º estágio de atividades em campo: desenvolvido em 55 praias do litoral paulista (Norte, Baixada Santista, Sul) entre 2011 e 2014, em distintos períodos. Os critérios atendidos disseram respeito à definição das zonas portuárias como prováveis fontes emissoras (São Sebastião, Santos e Paranaguá, no Paraná).

Os procedimentos adotados em campo se dividiam em: (a) identificação das zonas de deixa de marés ordinárias e de ressacas recentes; (b) distância da praia em relação às áreas portuárias; (c) coleta de amostras em superfície, encontradas na zona de deixa, obedecendo o critério de metro linear de deixa; (d) Considerações e observações acerca do estado morfodinâmico da praia, presença de lixo marinho e material orgânico associado. Às deixas, por possuírem desenhos aleatórios (figura 4.1), atribuiu-se o uso do metro linear¹, num distanciamento linear e neste espaço foram coletadas as amostras.

(a)

(b)

(c)

Figura 4.1: Zonas de deixa: (a, b) Praia Grande, Ubatuba; (c) *Brighton beach*, Austrália
Fonte: Elaboração por Falcão (2015)

¹ Medida adotada pela especificidade do processo físico, que forma zonas de deixa com desenhos aleatórios a irregulares. Pinto (2010) discorre que no Brasil o uso da expressão “metro linear” se abasta como vício de linguagem, haja vista no país não existir essa diferenciação métrica oficialmente, embora seja amplamente utilizado por alguns setores da indústria e pela técnica de organização de pastas em estantes de arquivos. Todavia, na presente pesquisa adotou-se o uso da expressão como critério de melhor definição para análise de linhas de deixa, favorecendo uma observação linear e contínua.

3º estágio de atividades em campo: trabalho de campo sistematizado em municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista que compreendeu uma inspeção ao longo do Estuário de Santos e amostragem em praias de Bertioga (Itaguaré), Guarujá (Guaiúba, Tombo, Enseada e Góes), Praia Grande (arco praial), Santos (arco praial), São Vicente (Gonzaguinha) e a praia da Juréia (São Sebastião / limite com Bertioga), totalizando 09 praias em 39,8 Km de costa.

O critério de seleção das praias trabalhadas foi: i) a concentração de pellets no município; ii) estado morfodinâmico da praia; iii) influências de ressacas anteriores (presença de zonas de deixa preservadas); iv) orientação em relação à fonte. No Estuário foi realizado um trajeto no canal estuarino de Santos, Canal da Cosipa, entrada do Canal da Bertioga e Largo do Caneú, com 17 pontos de parada, observação e coleta em planícies de maré e mangues.

Para as praias, foi elaborado um método de amostragem para identificação da presença de pellets ao longo das suas zonas (largura), com o objetivo de aferir a sua distribuição. O método consistiu na definição de transectos equidistantes, setorizados em seis áreas desde o estirâncio (linha d'água - P6) até o final da pós-praia (P0), devidamente orientados.

A amostragem foi realizada nos pontos correspondentes à zona da pós-praia, entre os pontos P0 e P3. Do P4 ao P6 correspondem ao estirâncio. Essa divisão corresponde ao terço de cada pós-praia, sendo, para cada terço, realizada uma análise, por exemplo: P0-P1, P1-P2 e P2-P3. Os materiais utilizados nesse procedimento foram: peneira de malha 2 mm, pá de jardineiro 5,5" e rodo de limpeza.

De acordo com as imagens a seguir, o roteiro era realizado da seguinte maneira: em cada ponto era feito um rastejo superficial com o rodo em 1m² (B1 e B2), e puxado para o alinhamento do transecto (C). Dali eram retiradas 10 pás de jardineiro de 5,5" e colocadas na peneira (D1 e D2). Após o peneiramento (D3), o material que ficava era a amostra (E). E assim era realizado ao longo de toda a praia, nos demais transectos estabelecidos (F). (Figura 4.2)

Figura 4.2: Procedimento amostral nas praias

Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

4.1.3 Trabalhos de laboratório

Foram realizados nos laboratórios de Preparação de Amostras (Departamento de Geologia), Laboratório de Química do Solo (Departamento de Química) e Laboratório de Geografia Física (Departamento de Geografia) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Salvador. Os trabalhos em laboratório consistiram em etapas distintas, conforme o quadro de imagens a seguir (figura 4.3).

Uma parte das amostras precisava ser lavada, então foi utilizado um procedimento de lavagem com bomba a vácuo e água destilada, para a limpeza das mesmas (A). Como se trata de um material que não poderia passar por secagem em estufa, o método adotado foi de secagem em barra exposta ao sol por período de 72 horas (B1 e B2). Em seguida foram organizadas (C) para verificação de tamanho (D) e pesagem (E). Na etapa seguinte, foram retirados de todas as amostras os exemplares de pellets e pesados (F1, F2 e F3).

Posterior a tais procedimentos, foram iniciadas as análises do material e sua quantificação, bem como separação e acondicionamento das amostras para futuros trabalhos analíticos com as mesmas. Daí então, prosseguiram-se os trabalhos de gabinete e processamento dos resultados a partir das amostragens realizadas, subsidiando as discussões e a composição do texto final.

Figura 4.3: Procedimentos de laboratório

Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

4.2 A Geografia Física e a Geografia do Litoral

Não é pretendido discutir, neste trabalho, a trajetória do pensamento geográfico na formulação da Geografia Física, mas apenas dimensionar o seu conceito na difusão do conhecimento contemporâneo acerca das intervenções antropogênicas no espaço. Na maioria das vezes, as disciplinas afins da ciência geográfica subsidiam fundamentos, métodos e hipóteses que são utilizados por ela ou a própria Geografia pode ser base para o exercício investigativo e de compreensão dos variados processos espaciais.

Ainda no século XIX alguns ensaios manifestavam inquietações acerca da definição de uma Geografia Física capaz de se aliar ou associar a campos de estudo ou empirias, no sentido de uma consolidação de bases e pressupostos científicos. Gregory (1985) aponta que no período de 1850 a 1945 predominou a tendência de se publicar material difuso, em que se notava a ausência de abordagem coerente para ser trabalhada com perspectiva evolutiva. Todavia, os livros ou manuscritos publicados nessa época já indicavam diversas tendências significantes ao desenvolvimento posterior do campo.

Na tentativa de averiguar as influências que se tornaram objeto de explicação e dedução, Gregory (1985) apresentou estado da arte acerca das definições de Geografia Física entre 1850-1945, elaboradas em diferentes anos por ilustres estudiosos. Observou-se, entretanto, que todas as definições eram especulativas diante do que se tornaria uma Geografia Física consistente, ampla e capaz de abranger o máximo de assertivas dentre os discursos científicos proeminentes.

Embora recentemente suas ideias ainda sejam discutidas e colocadas numa perspectiva mais abrangente da matéria, o estudo da Geografia Física teria avançado muito mais lentamente caso William Morris Davis (1850-1934) não tivesse escrito mais de quinhentos artigos e livros. Inquestionavelmente, ele exerceu influência predominante sobre a Geografia Física nesse período, no qual defendia que o sucesso da Geografia deveria ser encontrado na Geografia Física, que é o estudo do meio ambiente físico do homem (GREGORY, 1985).

A partir de 1945, aspectos pertinentes a abordagens integradoras sobre o meio ambiente, por parte dos geógrafos físicos, surgem como tendência após

quase um século de ideias. O treinamento e as experiências cumulativas dos geógrafos físicos geralmente estão relacionados com essa influência do caráter ambiental. Em alguns países a Geografia Física encontra-se naturalmente aliada com a Geologia e outras ciências da Terra, enquanto em outros países há relações mais vinculadas entre Geografia Física e Geografia Humana (GREGORY, 1985).

A própria Geografia Humana se envolve nesse percurso histórico que, *a posteriori*, influenciou positivamente numa fase de revisão / renovação da concepção de Geografia Física. Os conceitos de região e regionalização agregaram contribuições autênticas na definição e clareza das bases epistemológicas da Geografia Física Clássica e, sobretudo, a contemporânea. E o estabelecimento dessa concepção, por sua vez, se deu historicamente por meio da correlação geográfica (GRIGORYEV, 1968).

Por sua vez, muitos conceitos da Geografia ampararam a [co]fundamentação teórica das bases (epistemológicas e técnicas) da Geografia Física. Esta premissa advém de uma fase posterior às interpretações limitadas, na qual a Geografia Física se posicionava, entre outras ciências, apenas como um estudo das partes. Mas daí em diante, houve um processo de consolidação entre as ideias, firmando o pensamento das partes como uma etapa de entendimento para o todo, sem isolamento, posto que a função é adicionar interativamente, ou seja, interrelacionar conhecimentos.

De acordo com as ideias defendidas por Grigoryev (1968), foi a partir desses pressupostos que a Geografia Física se consolidou no campo científico, muito embora seus objetos conceituais ainda permaneçam, contemporaneamente, em discussão epistemológica. Todavia, o pressuposto filosófico no discurso do método, sobretudo o científico, se mostrou importante no [re]conhecimento das especificidades de cada área, permitindo a interrelação entre o que é estudado e o que é foco geral.

A Geografia Física contemporânea desenvolveu-se enfrentando os problemas ligados à expansão dramática do objeto de estudo e da literatura relevante. Visões descritivas, paisagem, materiais, processos e evolução das paisagens são alguns dos notórios conceitos que aparecem atrelados às definições de Geografia Física pós 1945, evidenciados no estado da arte que

considerou o período de 1945-1980, e que denunciam a sua contínua busca por identidade (GREGORY, 1985).

Strahler (1989) considera a Geografia Física um conjunto de princípios básicos das ciências naturais que tratam da atmosfera, rocha, solos, vegetação e formas de relevo terrestre, integrando essas informações com modelos de interação com o homem e os elementos ambientais nas regiões da superfície terrestre. Trata-se de uma concepção aprofundada nas definições clássicas, mas [re]trabalhada pela Geografia moderna, que se influenciou pelo estabelecimento da mensuração.

A partir desse período, a quantificação, a continuidade cronológica e a avaliação quantitativa inauguraram a expansão das novas possibilidades de estudos no campo da Geografia Física, influenciadas por um novo momento e com repercussões que compreendem investigações até os dias atuais. Essa perspectiva abriu novas possibilidades, inclusive influenciando na prática contemporânea, haja vista a necessidade de se fazerem diagnosticados e interpretados os problemas espaciais e os processos geográficos atuais.

Baseado nessa realidade mais operacional, assentada nos pressupostos da Geografia Teorético-Quantitativa, o emprego do método científico atrelado aos refinamentos teórico e analítico, passou a contribuir com a análise do espaço, fomentando estudos e escalas mais diversificadas. Alinhado a essa visão mais contemporânea que Christopherson (2012) sintetiza a Geografia Física como a análise espacial de todos os elementos e processos físicos que compõem o meio ambiente, num *ad continuum* quando se considera a Terra como um sistema.

Em termos de uma concepção mais global da Geografia, Santos (2004) argumenta que é necessário discutir o espaço social, e ver a produção do espaço como objeto, tomando-o como uma realidade e uma categoria de compreensão da realidade. As ações antropogênicas perfazem esta discussão, inserida na Geografia Física, que, para Petersen et al. (2014) estuda os processos e as características da formação da Terra, incluindo as atividades humanas que causam interferência no meio ambiente, considerando tanto fenômenos naturais quanto humanos.

Mas ainda assim, segundo Moraes (1983), Hartshorne² havia proposto uma forma de estudo denominada de Geografia Nomotética, a qual deveria ser generalizadora, cujo pesquisador pararia na primeira integração e reproduzi-la (tomando os mesmos fenômenos e fazendo as mesmas interrelações) em outros lugares, cujas comparações das integrações obtidas permitiriam chegar a um “padrão de variação” daqueles fenômenos tratados. Assim, as integrações parciais seriam comparáveis, por tratarem dos mesmos pontos, abrindo a possibilidade de um conhecimento genérico (MORAES, 1983).

Portanto, a Geografia Nomotética possibilitou análises tópicas, isto é, centradas em um conjunto articulado de temas; por exemplo, uma Geografia do Petróleo; ou uma Geografia da Monocultura, ou uma Geografia do Café, ou do Cacau, ou ainda uma Geografia da Pesca, ou do Transporte Marítimo, etc. Possibilitou a agilização do estudo regional, que ia ao encontro dos interesses do planejamento, pois abriu a perspectiva de trabalhar com um número bastante elevado de elementos, relacionando-os de acordo com os interesses do plano (MORAES, 1983).

Na gama de temas dos quais emergem análises diferenciadas, como supramencionado, se encontra a Geografia do Litoral. Ela pode ser entendida como o ramo que estuda a interação dinâmica entre o oceano, o clima e o continente. Em síntese, estuda as paisagens litorâneas em seu conjunto, em especial sua dinâmica, relacionada às interferências humanas sobre este espaço, lhe demarcando no campo da Geografia Física com uma mescla com a Geografia Regional (BARRAGÁN MUÑOZ, 2004).

Notadamente diferencial e atribuída ao campo da Geografia Física, a Geografia do Litoral tem no seu contexto uma profunda relação de importância com a Geografia global: a ocupação e as ações antropogênicas sobre o seu espaço. Ao redor mundo, o litoral acumula uma série de pressões decorrentes de uma ocupação contínua, densa, por vezes descontrolada e com múltiplos usos, paralelo ao fato de mais de 80% das áreas urbanas e um terço da população do planeta estarem assentados sobre essas áreas (FALCÃO, 2010).

² Proeminente na História do Pensamento Geográfico, Richard Hartshorne (1899-1992) contribuiu com o desenvolvimento da escola Americana e se tornou conhecido por publicar *The Nature of Geography* (1939) e *Perspectives on the Nature of Geography* (1959).

A Geografia do Litoral se consolidou enquanto área específica de estudo em alguns países, estando bem desenvolvida tanto em âmbito acadêmico quanto em termos de pesquisa, a exemplo da Austrália, Espanha, Inglaterra e Nova Zelândia (BARRAGÁN MUÑOZ, 2004). Nestes, diversos especialistas se voltaram, nas últimas décadas, à discussão de temas das ciências do mar atrelados à Geografia Física, gerando impactos positivos não apenas na formação, mas, sobretudo, no planejamento e gestão costeira avançados.

No Brasil o tema é pouco explorado pela comunidade científica da Geografia, no sentido de uma consolidação enquanto área. Um fator crítico e limitante, quando se considera que o país, com aproximadamente 8.500 Km de costa, tem no seu mar territorial e faixa litorânea contígua, uma das suas maiores fontes de recursos e zonas de biodiversidade. Contudo, o exercício de atividades turísticas, socioeconômicas, culturais e de uso da costa e do litoral deve ocorrer de maneira mais equilibrada, visando o desenvolvimento (SANTOS, 2012).

Contribuições geográficas de caráter histórico podem ser referenciadas em alusão a áreas do litoral brasileiro. Destaca-se exemplos como Halfeld (1860), que durante a viagem de exploração ao rio São Francisco apresentou em seu relatório a conformação da zona litorânea até a linha de costa e foz sanfranciscana. Naeyer (1881) se deteve às formas e ao ambiente da Província Brasileira da Bahia e a Baía de Todos os Santos. A Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo (1915, 1920), que a partir da sua Exploração do Littoral, enfatizou os recursos do domínio do seu litoral, a norte a sul.

Ab'Sáber (1955) apresentou uma configuração fisiográfica do litoral paulista com enfoque geomorfológico, dimensionando um campo vasto a ser explorado. Muehe (2001a) apontou novas possibilidades de estudos na zona costeira a partir de abordagens e métodos mais específicos, porém, também de análise geomorfológica. São algumas dentre as principais contribuições geográficas no estudo do litoral brasileiro, aportado num enfoque geográfico, culminando para novas discussões no que tange às ações de gestão.

A introdução às demandas e aos mecanismos de gestão costeira estão atrelados à legislação específica vigente, mas as contribuições da Geografia se fizeram a partir do uso de métodos específicos de análise em praias e orlas. Baseado nas alterações e degradação das paisagens, principalmente em orlas urbanizadas, Muehe (2001b) definiu alguns critérios morfodinâmicos a fim de

estabelecer os limites da orla costeira com a finalidade de auxiliar as atividades de gerenciamento, visto que se tratam de áreas de intensa ocupação e uso.

O percurso histórico e as abordagens teóricas no campo das bases da formação territorial do Brasil discutidas por Moraes (1999), instrumentalizaram um aporte capaz de elucidar a importância dos processos de ocupação do território e seus rebatimentos atuais sobre o espaço. Convém ressaltar que o espaço litorâneo brasileiro foi o domínio principal dessas transformações, com caráter social, cultural, ambiental, econômico, agrário, urbano e demográfico (MORAES, 2007).

Segundo Moraes (2007) defronta-se na zona costeira do Brasil, desde a presença de tribos coletoras quase isoladas até plantas industriais de última geração, desde comunidades vivendo em gêneros de vida tradicionais até metrópoles dotadas de toda a modernidade que lhes caracteriza. Trata-se de um universo marcado pela diversidade e convivência de padrões díspares. Isto redundará em uma alta conflituosidade potencial no uso do solo, onde o papel do planejamento adquire maior relevo.

Por se tratar de um espaço com características físicas tão particulares, dinâmicas, com altos níveis de sensibilidade e a presença ocasional de outros fatores, oriundos das ações antropogênicas, que o estudo do litoral pode se fazer ainda mais complexo. A perspectiva geográfica, todavia, se consolida neste percurso, visto que subsidia um aparato teórico-conceitual e diversos métodos capazes de executar análises gerais e/ou aprofundadas, cujos resultados devem ser implementados na educação e no planejamento.

Portanto, as contribuições da Geografia Física são diretas e fundamentais para os diagnósticos e elaboração de propostas mitigadoras para os problemas do espaço litorâneo, bem como fortalecer a importância da área como norteadora do tema especificamente tratado. A ausência de uma Geografia do Litoral consolidada no Brasil pode ser uma lacuna a ser preenchida futuramente, à medida que novos pesquisadores se agreguem ao tema e potencializem discussões nas diversas partes do país.

4.3 Da Geomorfologia do Quaternário à Geomorfologia Costeira: contribuições teóricas

Em grande parte da superfície terrestre, os ambientes litorâneos e suas interfaces estão geologicamente associados às unidades quaternárias. Encontram-se abrigados nessas áreas inúmeros ecossistemas costeiros, sendo os principais as praias, estuários, manguezais, pântanos, brejos, lagunas, planícies de maré, recifes de coral e dunas (BARBOSA, 2002). Para além de ambientes dinâmicos, alguns deles transicionais, são, também, estruturas recentes em relação à idade da Terra.

O período Quaternário representa a última grande divisão do tempo geológico e, embora não exista concordância geral, é considerado ter-se iniciado há, aproximadamente, dois milhões de anos, estendendo-se até o presente (MOURA, 1994). Se divide em duas épocas distintas: o Pleistoceno e o Holoceno. O Pleistoceno teve uma duração maior que o Holoceno, que até o momento possui aproximadamente a idade de 10.000 anos. Conhecida como a “Idade do Gelo”, devido às grandes glaciações que ocorreram nesse período, apresentou um [re]desenho na geologia e na geomorfologia na Terra.

Além do ponto de vista biogeográfico e estratigráfico, o Quaternário pode ser também caracterizado como a Idade do Homem, pois exatamente no início do Pleistoceno que se encontra a ocorrência primária de forma de vida humana: o *Australopithecus*. Todavia, na transição para o Holoceno registra-se a presença do *Homo sapiens sapiens*, que deu origem a atual espécie humana.

Por todo o planeta, a intensidade das variações climáticas ocorridas durante o Quaternário produziu efeitos nas taxas de intemperismo e pedogênese, nos regimes fluviais e nível dos oceanos, e na distribuição ecológica dos seres vivos, forçados a migrações e adaptações a condições mutáveis (MOURA, 1994). Essas transformações formaram inúmeras paisagens que se inserem na observação geomorfológica como subsídio à compreensão da evolução da paisagem na história geológica recente.

De acordo com Gregory (1985), na Grã-Bretanha a Geologia costumeiramente tendeu a se concentrar nas partes pré-Quaternário da coluna geológica, porque a diversidade e as oportunidades de pesquisas eram muito

vastas, possibilitando que os geógrafos físicos fossem considerados, por muitos anos, como os pesquisadores mais interessados no Quaternário. No Brasil, Suguio (2010) considera que os estudos geomorfológicos foram realizados principalmente por pesquisadores da Geografia Física, que receberam forte influência da escola francesa, liderada por Jean Tricart.

Esse dinamismo imprime diversas abordagens a serem consideradas na Geomorfologia, o que levou Ab'Sáber (1969) a creditar três fases de operacionalização do tema. No primeiro plano, a compartimentação da topografia regional e caracterização e descrição das formas de relevo dos compartimentos analisados. Em segundo plano, concentra-se na estrutura superficial das paisagens e num terceiro plano, analisa os processos morfoclimáticos e pedogênicos recentes, compreendendo globalmente a fisiologia da paisagem com uso de aparatos e métodos mais analíticos.

Sendo assim, verifica-se que os estudos de Geomorfologia do Quaternário estão integrados ao que Ab'Sáber (1969) trata como epiderme da Terra, constituindo diretamente a fisiologia da paisagem. Transformações aliadas a uma formação de paisagem *stricto sensu*, que considera diversos aspectos, dentre eles os princípios da ecodinâmica, proposta por Tricart (1977). Para Suguio (2010), um dos objetivos de estudo do Quaternário está relacionado a atividades econômicas produtivas da indústria e da agricultura, que são exercidas predominantemente em planícies costeiras ou fluviais.

Na epiderme da Terra convergem numerosas transformações que repercutem em impactos e mudanças na paisagem, tanto de origem natural quanto antropogênica. Pode-se afirmar que ela está no limite entre as estruturas geológicas quaternárias e os ambientes de caráter dinâmico, como os ecossistemas costeiros. Esta conexão se consolida no âmbito dos estudos geomorfológicos estritos à zona costeira, onde estão abrigados ambientes e formas de mais representativa interação do espaço geográfico.

A Geomorfologia Costeira é um ramo da Geomorfologia que trata das feições costeiras, em especial das praias. Envolve o estudo de temas específicos ligados à forma e aos materiais dessas feições, às mudanças que elas sofrem no tempo e no espaço, aos processos sedimentares envolvidos na sua gênese e evolução, bem como a sua relação com os mecanismos geológicos e as variações do clima e do nível relativo do mar (SOUZA, 2012).

Aspectos da morfodinâmica, sedimentologia, especificidades das praias e o transporte costeiro correspondem a algumas das abordagens utilizadas para estudos da dinâmica costeira. Os tipos de costa, devido aos mecanismos naturais de formação, também são levados em conta por sua diferenciação, de acordo com Shepard *apud* Muehe (2001a), que apresenta um esquema com os principais tipos de costas, caracterizando-as em primárias e secundárias.

Como exemplo para o Estado de São Paulo, Souza (2012) esboçou um estado da arte acerca da Geomorfologia Costeira, no qual categorizou os seguintes aspectos: morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. A maior parte das abordagens metodológicas identificadas e compiladas refere-se a estudos de granulometria, transporte costeiro, erosão costeira e dinâmica sedimentar.

Segundo Rosseti (2008) as características geomorfológicas dos ambientes costeiros são, em grande parte, influenciadas por processos deposicionais e erosivos. Esses processos estão relacionados com a ação de correntes de maré, ondas e correntes litorâneas. A dinâmica sedimentar recente responde pelas variações da linha de costa, quer sejam de caráter momentâneo, quer sejam indicativa de tendência sedimentar de um determinado segmento costeiro (TESSLER; CAZZOLI Y GOYA, 2005).

A zona costeira está sujeita à influência de fluxos de sedimentos advindos do sistema fluvial, que interagem diretamente com os processos litorâneos, produzindo grande diversidade de ambientes deposicionais e, conseqüentemente, de feições geomorfológicas (ROSSETTI, 2008). Por isso, a maioria das áreas costeiras terrestres é relativamente nova, devido seu estado atual como o ambiente de mudanças contínuas, pois o sistema costeiro é palco de complexas flutuações e maré, ventos, ondas, correntes oceânicas e o eventual impacto de tempestades que modelam geoformas, variando de praias planas a penhascos íngremes, sustentando delicados ecossistemas (CHRISTOPHERSON, 2012).

Dentre essas formas deposicionais costeiras, a mais comum é a praia, um elemento que é contíguo com o continente ao longo de todo o seu comprimento (PETERSEN et al. 2014). A maioria das praias é formada de areia, embora existam outras com tamanhos diferenciados de grãos. Para Petersen et al. (2014), nas áreas com alta energia de onda, as partículas tendem a ser maiores

e as praias mais inclinadas enquanto que nas baixas energias as partículas tendem a ser menores e as praias mais suaves.

Dessa forma, as praias estão no foco de estudos da Geomorfologia Costeira, o que lhes definiu como área de análise para o estudo ora apresentado. Para além da sua dinâmica natural relacionada aos processos sedimentares costeiros, reflete também os efeitos decorrentes das ações antropogênicas ao longo do tempo, o que poderá ser verificado no próximo tópico, onde se tratará o tema de forma mais particularizada.

4.4 A praia

4.4.1 Definições

Sendo a sua principal função ambiental proteger o continente da ação direta das ondas, a praia é a zona perimetral de um corpo aquoso (lago, mar, oceano), composta de material inconsolidado, em geral arenoso ou mais raramente composta de cascalhos, conchas, que se estende desde o nível de baixamar média para cima, até a linha de vegetação permanente (limite de ondas de tempestade), ou onde há mudanças na fisiografia, como zona de dunas ou de falésias (SUGUIO, 1992).

Elas são as formações mais familiares de toda a costa, atraindo milhões de visitantes a cada ano e fornecendo a base econômica para muitas comunidades (WICANDER; MONROE, 2009). Elas ocupam aproximadamente 40% das costas do globo terrestre e, apesar de muito dinâmicas, funcionam como abrigo para diversas espécies (BIRD, 2000). No Brasil, se prolongam por toda a costa nacional nos seus 8.500 Km de extensão, estando grande parte conjugada às áreas urbanas e regiões metropolitanas.

Segundo Souza et al. (2005) o sistema praial pode ser subdividido em ambientes, usualmente referidos como zonas ou setores. Todavia, vale assinalar que a nomenclatura dos ambientes praias, incluindo as feições associadas e os respectivos processos, não é padronizada na literatura internacional ou brasileira. Dessa forma, trabalhos com ênfase no sistema praial devem

apresentar esquemas ou figuras explicativas e as definições dos diferentes ambientes e feições (SOUZA et al. 2005). (Figura 4.4)

Figura 4.4: Sistema praial
Fonte: Souza et al. (2005)

De acordo com a figura apresentada, estirâncio (*foreshore*) e pós-praia (*backshore*) foram as duas zonas delimitadas para os trabalhos da presente pesquisa, os quais se faz necessário maior apropriação dos termos a partir de suas definições, que, segundo Souza et al. (2005) compreendem:

- Estirâncio (*foreshore*): zona praial situada entre o nível do mar na maré alta de sizígia e o nível do mar na maré baixa de sizígia. Em regimes de macromaré, essa zona pode ser subdividida em: zona de intermarés superior, limitada pelas linhas de maré alta de sizígia e de maré alta de quadratura; zona de intermarés média, limitada pelas linhas de maré alta de quadratura e de maré baixa de quadratura; e zona de intermarés inferior, limitada pelas linhas de maré baixa de quadratura e maré baixa de sizígia (SOUZA et al. 2005).

- Pós-praia (*backshore*): zona que se estende do nível do mar na maré alta de sizígia até a base de uma falésia, duna, terraço marinho, linha de vegetação permanente. Em praias dissipativas e intermediárias, é comum o retrabalhamento eólico e o desenvolvimento de dunas embrionárias na sua porção superior. Essa zona é esporadicamente atingida pelas ondas de tempestade, que podem ali desenvolver uma berma de tempestade, atingir o seu limite superior ou mesmo ultrapassá-lo (SOUZA et al. 2005).

A praia é um dos ecossistemas mais frágeis do planeta e resulta da interação entre fatores oceanográficos e hidrológicos, meteorológicos e/ou climáticos, geológicos e antrópicos (Souza, 1997). Devido ao seu estado dinâmico, pode-se afirmar que as transformações (naturais e antropogênicas) podem ser diretamente observadas tanto nas zonas de estirâncio quanto de pós-praia, a exemplo dos processos sedimentares costeiros e das interferências decorrentes da presença de estruturas e/ou resíduos.

4.5 Processos costeiros

Os processos sedimentares costeiros que ocorrem em uma praia conformam diversos fatores naturais e antropogênicos, citados no item anterior. Todavia, a principal variável indutora dos processos costeiros de curto e de médio prazo é o clima de ondas, responsável pelo transporte nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa (MUEHE, 1998 apud TESSLER; CAZZOLI Y GOYA, 2005). Portanto, entende-se como processos costeiros a ação dos agentes que, provocando erosão, transporte e deposição de sedimentos, levam a constantes modificações na configuração do litoral (MUEHE, 2001a).

É a energia das ondas, a intensidade e a recorrência das tempestades que comandam a dinâmica dos processos de erosão e acúmulo na interface entre continente e oceano. O clima de ondas é determinado pela ação dos ventos originados no Atlântico Sul (TESSLER; CAZZOLI Y GOYA, 2005). A amplitude

das marés (a diferença de nível entre a preamar e a baixamar) é um elemento modelador da linha de costa, em função das velocidades de correntes a ela associadas. Estas correntes de marés são significativas no transporte sedimentar costeiro especialmente onde a variação da maré é expressiva (TESSLER; CAZZOLI Y GOYA, 2005).

Há um equilíbrio dinâmico entre a energia das ondas, marés e correntes; o fornecimento de materiais; o declive do terreno costeiro; e a flutuação do nível relativo do mar (CHRISTOPHERSON, 2012). O entendimento dos processos costeiros perpassa a atuação desses agentes, fazendo-se necessário destacá-los em sua definição, relação e importância com os processos.

4.5.1 Ondas

As ondas são geradas no oceano aberto pelos ventos e dependem fundamentalmente de sua velocidade, duração e da extensão da pista na superfície do oceano (*fetch*) sobre a qual eles atuam. Quanto maiores a duração e a pista, maior a quantidade de energia potencial absorvida pelas ondas (SOUZA et al. 2005). Os ventos, além de produzirem as ondas, são também um importante agente na dinâmica sedimentar das praias, sendo o principal responsável pela troca de areias entre as praias e as dunas (SOUZA et al. 2005).

As ondas geradas nos locais de tempestade originam um trem regular de ondas conhecidas como ondulações (*sweels*). As ondulações viajam pelos oceanos perdendo pouca energia, podendo ter sido geradas em áreas de tempestade a milhares de quilômetros de distância (SOUZA et al. 2005). Vale assinalar que as ondas se movem apenas em sua forma, e não impulsionam massas de água; transportam energia, mas não a água adjacente (SCHMIEGELOW, 2004).

De acordo com Schmiegelow (2004), durante a passagem de uma onda, objetos flutuantes na superfície do mar deslocam-se para cima e para baixo em movimento circular (figura 4.5). Isso ocorre por as partículas de água moverem-se também em órbitas circulares, que diminuem de diâmetro com a profundidade (SCHMIEGELOW, 2004). Essa circularidade define a movimentação da onda

nos seus diversos tipos existentes, desde as de pequeno porte (ondas costeiras) a ondas formadas por abalos sísmicos, a exemplo dos tsunamis.

Figura 4.5: Movimentação da onda e seus efeitos sobre as partículas
Fonte: Schmiegelow (2004)

Quando as ondas formadas em oceano aberto se aproximam de águas rasas, progressivamente se reorientam para permanecerem paralelas à linha de costa. Tal fenômeno é chamado de refração e é função da diminuição da profundidade (SCHMIEGELOW, 2004). (Figura 4.6)

Figura 4.6: Fenômeno da refração das ondas ao se aproximarem da linha de costa.
Esse fenômeno faz com que as ondas tendam a se alinharem paralelas à costa.
Fonte: Schmiegelow (2004).

Outro efeito da aproximação de ondas na linha de costa, segundo Schmiegelow (2004), é a difração, que resulta em um afastamento da direção de propagação da onda, e aumento de seu comprimento. A difração ocorre quando as ondas penetram em um corpo de água através de entrada relativamente estreita como uma baía, por exemplo. (Figura 4.7)

Figura 4.7: Concentração de ondas refratadas em um promontório na linha de costa (a) e dissipação de ondas difratadas em uma baía (b).

Fonte: Schmiegelow (2004)

A figura 4.4 também mostra o efeito convergente das ondas que a refração produz em feições costeiras proeminentes, a exemplo de um promontório. Segundo Schmiegelow (2004), o fenômeno tende a reduzir uma linha de costa recortada em uma linha menos recortada, devido à atividade erosiva das ondas.

4.5.2 Marés

As marés são oscilações diárias complexas no nível do mar, com variação mundial indo de praticamente imperceptível até diversos metros, podendo ocorrer em graus variáveis ao longo de todas as costas oceânicas por todo o mundo (CHRISTOPHERSON, 2012). A ação das marés é um agente implacável de energia para a mudança da morfologia costeira. Conforme as marés sobem e descem, a migração diária da linha de costa em direção ao continente e ao mar causa mudanças significativas, influenciando na erosão e no transporte de sedimentos (CHRISTOPHERSON, 2012).

Segundo Tessler; Mahiques (2009), as marés também exercem importante papel na configuração e dinâmica de todas as desembocaduras fluviais, podendo formar estuários, que constituem áreas de grande importância para o crescimento de espécies de organismos marinhos de interesse comercial. Elas também auxiliam no desenvolvimento das atividades marítimas-portuárias, devido ao fluxo contínuo das embarcações, que usam as marés como referências para parte das suas operações.

As marés resultam da atração gravitacional exercida nas águas oceânicas pelo Sol e pela Lua, que exerce o dobro da força gravitacional do Sol, devido a sua maior proximidade com a Terra (SOUZA et al. 2005). Todos os dias, a maioria das regiões costeiras sofre duas marés altas (crescentes), conhecidas como marés de enchente, e duas marés baixas (decrecentes), chamadas de marés de vazante. As diferenças entre as marés altas e baixas consecutivas é considerada a amplitude de maré (CHRISTOPHERSON, 2012).

Ainda segundo Christopherson (2012), o efeito gravitacional combinado do Sol e da Lua é mais forte no alinhamento da conjunção e resulta na maior amplitude de maré entre as marés alta e baixa, conhecida como marés de sizígia. E quando a Lua e o Sol não estão nem em conjunção nem em oposição, suas influências gravitacionais são equilibradas e se neutralizam, produzindo uma amplitude menor de maré, conhecida por maré de quadratura (CHRISTOPHERSON, 2012). Segundo Souza et al. (2005), as marés de sizígia são cerca de 20% mais altas (maré alta) e mais baixas (maré baixa) do que as marés de quadratura.

Em função da latitude geográfica, as costas apresentam diferentes regimes de marés, que são classificadas em três tipos: micromarés, quando a amplitude de maré de sizígia é $<2\text{m}$; mesomarés, quando as amplitudes variam entre 2 e 4m; macromarés, quando as amplitudes são $>4\text{m}$, podendo atingir até 12m em algumas regiões do planeta (DAVIES, 1964 apud SOUZA et al. 2005). Na costa brasileira (figura 4.8) ocorrem: micromarés (sul e sudeste); mesomarés (leste e em parte do nordeste); macromarés (parte do nordeste e norte).

Figura 4.8: Costa Brasileira: ecossistemas costeiros e regime de marés
Fonte: Villwock et al. (2005)

As condições meteorológicas podem alterar consideravelmente a altura e o horário de uma determinada maré. O vento pode represar a maré, ou reduzi-la, e as pressões atmosféricas podem sobrelevar o nível (baixa pressão) ou rebaixá-lo (alta pressão). O efeito combinado de ventos com baixas pressões corresponde às marés meteorológicas positivas, que constituem ameaça de inundação para as áreas costeiras mais baixas (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

Segundo Alfredini; Arasaki (2009), na Baía e Estuário de Santos (SP), esses efeitos, também conhecidos como ressacas, podem sobrelevar o nível médio do mar previsto astronomicamente de mais de 0,5m, chegando a quase 1m nas áreas mais confinadas e rasas dos estuários. Tessler; Mahiques (2009) colocam que em algumas circunstâncias, os deslocamentos dos sistemas frontais mais frios originados no sul do continente ocorrem muito próximo da interface continente / oceano, associados a períodos de marés elevadas, ventos e chuvas, formando as ressacas.

4.5.3 Correntes Litorâneas

Correntes litorâneas incluem fluxos unidirecionais desenvolvidos ao longo da costa e correntes de retorno (SHEPARD; INMAN, 1950 apud ROSSETTI, 2008). Correntes ao longo da costa são geradas pelo impacto de ondas que se deslocam obliquamente à costa. A longo prazo, esse tipo de corrente é mais efetivo no transporte de sedimentos do que outros fluxos formados por efeitos sazonais (ROSSETTI, 2008).

A incidência de ondas na linha de costa gera um sistema de circulação ou correntes costeiras, que pode ser dividido em quatro partes: transporte de massa de água costa-adentro (*onshore transport*), correntes de deriva litorâneas (*longshore currents*), fluxos de retorno costa-afora, que incluem as correntes de retorno (*rip currents*) e o transporte de massa de água costa-afora (*offshore transport*), e o movimento ao longo da costa das cabeças das correntes de retorno (CERC, 1977 apud SOUZA et al. 2005).

Para Rossetti (2008), as correntes de retorno representam fluxos que se deslocam da costa para o oceano. Esse tipo de corrente se desenvolve em costas inclinadas, sendo sua origem associada a pequenas elevações (centimétricas a métricas) das ondas (acima do nível de base local da água), causadas pela interação destas com o fundo em ambientes rasos. (Figura 4.9)

Figura 4.9: Correntes de retorno alimentadas por correntes litorâneas em que a direção de movimentação da onda é perpendicular à costa.
Fonte: Rossetti (2008)

Mas a componente paralela à praia, denominada corrente de deriva litorânea ou longitudinal, é a mais importante corrente costeira. Para Souza et al. (2005) ela é o principal agente de movimentação, retrabalhamento e distribuição dos sedimentos ao longo da costa, como produto de duas componentes vetoriais: a deriva costeira, que atua na zona de surfe e tem sentido paralelo à praia, e a deriva praial, que atua no estirâncio e face da praia (TAGGART & SCHWARTZ, 1988; KOMAR, 1991 apud SOUZA et al. 2005).

4.6 Classificação morfodinâmica de praias

Todas as praias possuem um conjunto de características que permite, a partir da sua observação visual e critérios técnicos, estabelecer a sua caracterização. Essas tipologias são baseadas no estado morfodinâmico, que

tem direta relação com a atuação dos processos, numa escala de tempo o mais recente possível, dado o dinamismo do ambiente em questão.

A morfologia de uma praia em um determinado tempo é função das características dos sedimentos, das ondas imediatas e antecedentes, das condições de maré e de vento, e do estágio de praia antecedente. Entretanto, durante um longo período de tempo, uma dada praia tende a exibir um estágio modal recorrente ou predominante (SOUZA, 2012).

Num breve estado da arte acerca do tema, Souza (2012) identificou que dentre os modelos sequenciais de evolução de praias arenosas propostos, tem destaque os das escolas americana e australiana da Geomorfologia Costeira. Na presente pesquisa adotou-se o modelo da escola americana. Baseado nesta que Souza (1997, 2012) e Souza et al. (2005) sintetizaram a classificação de estados morfodinâmicos de praias arenosas. (figura 4.10)

PARÂMETROS	ESTADO MORFODINÂMICO		
	DISSIPATIVO	INTERMEDIÁRIO	REFLEXIVO
ONDAS			
Tipo de Quebra	deslizante	deslizante/mergulhante	mergulhante/frontal
Número de Quebras	> 3	1-3	1
Refletividade	baixa	-	alta
Nível Relativo de Energia	alto	médio	baixo
Ângulo de Incidência	normal à costa	médio (0-10°)	oblíquo (10-45°)
CORRENTES			
Horizontais	grandes giros	pequenos giros	unidirecional
Costa afora	correntes de retorno intensas	correntes de retorno médias	fluxo rumo sotamar
MORFOLOGIA			
Barras	múltiplas, paralelas	em crescente	sem barras
Declividade média	< 2°	2-4°	> 4°
Cúspides e irregularidades da linha de costa	embaixamentos rítmicos / aperiódicos	cúspides de surfe	cúspides de espraiamento
Perfil Praia	plano	Transicional (berma)	em degraus (berma)
TRANSPORTE DE SEDIMENTOS			
Longitudinal	baixo	médio	alto
Costa-adentro / Costa-afora	alto	médio	baixo
Modo Dominante	suspensão	misto	carga de fundo
Granulometria	fina	média	grossa
Atividade Eólica	alta	média	baixa

Figura 4.10: Classificação de estados morfodinâmicos de praias arenosas
Fonte: Souza (1997), Souza et al. (2005)

Este sistema de classificação permite, metodologicamente, esboçar uma avaliação do quadro das praias ao longo do litoral. Todavia, considerar os problemas ambientais em praias interrelacionando-os com os processos

costeiros associados, permite uma análise de cunho integrado, a qual outras teorias também podem gerar suporte, elaboração de modelos e novas propostas.

4.7 Referências do capítulo

AB'SÁBER, A.N. **Brasil: paisagens de exceção**. O litoral e o pantanal mato-grossense. Patrimônios básicos. Cotia: Ateliê Editorial, 2006.

AB'SÁBER, A.N. **Litoral do Brasil**. Brazilian Coast. São Paulo: Metalivros, 2005.

AB'SÁBER, A.N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, n.18, p.1-22, 1969.

AB'SÁBER, A.N. Contribuição à Geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, 18 (1), p.3-48, 1955.

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras e gestão de portos e costas**. A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2009.

BARBOSA, L.M. As dunas da foz do rio São Francisco. **Ciência Hoje**, v.32, n. 188, p.72-75, 2002.

BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. **Las áreas litorales de España**. Del análisis geográfico a la gestión integrada. Barcelona: Ariel, 2004.

BIRD, E. **Coastal Geomorphology**. An introduction. Chichester: John Wiley, 2000.

CAMARGO, R.; HARARI, J. Modelagem numérica de ressacas na plataforma sudeste do Brasil a partir de cartas sinóticas de pressão atmosférica na superfície. **Boletim do Instituto Oceanográfico da USP**, 42(1), p.19-34, 1994.

COMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (C.G.G) **Exploração do Littoral**. 1ª secção. Cidade de Santos à fronteira do Estado do Rio de Janeiro, 1915.

COMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (C.G.G) **Exploração do Littoral**. 2ª secção. Cidade de Santos à fronteira do Estado do Paraná, 1920.

CHRISTOPHERSON, R.W. **Geossistemas**. Uma introdução à Geografia Física. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FALCÃO, P.M. **Litorais urbanos: problemas ambientais nas metrópoles regionais de Salvador, Recife e Fortaleza – Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

GREGORY, K.J. **A natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 1985.

GRIGORYEV, A.A. The theoretical fundaments of modern Physical Geography. In: VZAIMODEISTVIE, N.P.I.Z. **The interaction os Sciences in the of the Earth**. Moscow: Progress Publisher, 1968.

HALFELD, H.G.F. **Atlas e Relatório concernente à Exploração do Rio São Francisco**. Desde a Cachoeira da Pirapora até o Oceano Atlântico. Rio de Janeiro: Lithographia Imperial, 1860.

MARCONI, M.A.M.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6ªed. São Paulo: Atlas, 2006.

MORAES, A.C.R. **Bases da formação territorial do Brasil**. O território colonial

MORAES, A.C.R. **Geografia**. Pequena história crítica. São Paulo: Hucitec, 1983.

MOURA, J.R.S. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia** – Uma atualização de bases e conceitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia** – Uma atualização de bases e conceitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.1, p.35-44, 2001b.

NAEHER, J. **Excursões na Província da Bahia**. A Terra e a Gente da Província Brasileira da Bahia, vol. 1, Salvador, 1881.

PETERSEN, J.F.; SACK, D.; GABLER, R.E. **Fundamentos de Geografia Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PINTO, L.F.M. Metro linear: unidade de medida ou vício de linguagem. **Web Banas Metrologia e Instrumentação**, v.1, p.1-9, 2010.

ROSSETTI, D.F. Ambientes costeiros. In: FLORENZANO, T.G. (org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, M.C. **Turismo em ambiente costeiro no Brasil e em Portugal**. Salvador: EDUNEB, 2012.

SANTOS, M. **Por uma Geografia nova**. São Paulo: EDUSP, 2004.

SCHMIEGELOW, J.M.M. **O planeta azul**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SOUZA, C.R. de G. Praias arenosas oceânicas do Estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia,

transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, volume especial, p.307-371, 2012.

SOUZA, C.R. de G. et al. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SOUZA, C.R. de G. **As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

STRAHLER, A.N.; STRAHLER, A.H. **Geografía Física**. 3ª ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1989.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. São Paulo: T.A. Queiroz Editor, 1992.

TESSLER, M.G.; CAZZOLI Y GOYA, S. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, 17, p. 11-23, 2005.

TESSLER, M.G.; MAHIQUES, M.M. Processos oceânicos e produtos sedimentares. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

VILLWOCK, J.A. et al. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

WICANDER, R.; MONROE, J.S. **Fundamentos de Geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

5. DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, MUNDO PLÁSTICO E POLUIÇÃO DE PRAIAS

Esta temática se inicia pela abordagem do lixo marinho, trazendo, à luz da Geografia, a discussão de um dos seus principais subtemas, que é o lixo marinho de origem industrial, diretamente representado pelos chamados pellets de plástico.

Suas origens e repercussões ambientais nas praias são tratadas de modo que se entenda a projeção do problema, tendo como base o estado da arte sobre o tema e sua persistência no mundo e no Brasil, além dos principais danos causados pela sua presença no oceano e costas.

5.1 O lixo marinho e suas origens na industrialização

As questões pertinentes ao tema do lixo marinho são recorrentes na literatura moderna, pós Globalização. Há séculos o homem povoa as áreas litorâneas do mundo, devido a uma condição histórica de instalação e sobrevivência nas proximidades com a água. Seja nos cursos continentais, seja no ambiente marítimo, o contato sempre se deu muito próximo, por sua vez, as interferências antropogênicas diretas sobre o oceano datam de épocas remotas.

Quando considerada a Globalização como um fator de interferência na produção de lixo marinho, tem-se por base a sua força instaurada com o processo de expansão econômica após a Segunda Guerra Mundial. Sendo assim, os processos de industrialização se demarcam historicamente em dois momentos: após a Revolução Industrial, na transição entre os séculos XVIII e XIX e após a Segunda Guerra.

A partir desse período houve um vigoroso crescimento em escala planetária, no qual se consolidaram os grandes conglomerados multinacionais, responsáveis pela mundialização da produção (SENE, 2004). Desde então, o atendimento de demandas relacionadas à macro produção ainda tem sido a tônica dos processos tecnológicos e produtivos que [re]criam bens e serviços

voltados ao consumo das diversas etapas da vida humana, tornando a indústria mais especializada, contundente e ambiciosa na expansão das suas atividades (FALCÃO; SOUZA, 2015)

Dessa forma, a industrialização se intensifica nos seus dois sentidos: primeiramente, na obtenção e utilização da matéria-prima na produção. Seguidamente, na geração do produto acabado que atenderá a um mercado consumidor específico. Essa cadeia envolve todos os tipos de materiais existentes, a exemplo de vidros, madeiras, metais, látex (borracha), tecidos, isopor, matéria orgânica, papéis e plásticos, permitindo a fabricação de uma infinidade de produtos cotidianos.

Com isto, a partir das diversas tecnologias empregadas de obtenção, beneficiamento, produção e toda a logística envolvida, passa a coexistir a geração, em larga escala, dos resíduos sólidos. Estes podem ser definidos como qualquer material sólido, proveniente de manufatura ou processamento (usado ou reutilizado), descartado devido a sua inutilização ou desgaste.

O crescimento demográfico, a intensificação das atividades humanas e a melhoria do nível de vida são responsáveis pelo aumento exponencial das quantidades de resíduos sólidos geradas, bem como pela alteração das suas características (MANSOR et al. 2010). São essas alterações que, na maioria das vezes, representam os maiores problemas relacionados à presença de resíduos no ambiente.

Dentre os problemas ambientais, a poluição marinha é definida por Garrison (2010) como a introdução de substâncias – ou energia – no oceano pelos seres humanos, alterando a qualidade da água ou afetando o ambiente químico, físico ou biológico. De todos os contaminantes associados às fontes de contaminação em geral, deve-se destacar os resíduos sólidos e o problema da biodegradação da maioria deles (ZUJAR et al. 2001).

Quando a presença desses é detectada no ambiente marinho ou costeiro de um modo geral, denomina-se lixo marinho, independentemente da sua fonte. De acordo com a literatura específica, esta pode estar relacionada a situações distintas em termos de origem (CUNDELL, 1973; ARAÚJO; COSTA, 2006a; 2006b; IVAR DO SUL; COSTA, 2007; SANTOS et al. 2008; TURRA et al. 2008; ANDRADE-NETO et al. 2010; DIA

S FILHO et al. 2010; MARCHESANI et al. 2010; HOWELL et al. 2012).

Estas se caracterizam a partir das duas áreas nas quais o lixo pode ser introduzido, como:

[a] no continente, quando relaciona-se aos frequentadores de praias, os sistemas de drenagem (rios, canais de esgotamento pluvial ou sanitário) de áreas urbanas, zonas rurais e cidades costeiras;

[b] no mar, quando relaciona-se às embarcações marítimas como navios cargueiros, cruzeiros, barcos de pesca e de lazer, plataformas oceânicas fixas ou móveis.

Muito embora o lixo marinho seja proveniente das ações antropogênicas, vale assinalar que nem todo resíduo em questão se trata de produto acabado, diretamente consumido. Há uma considerável parte desse rejeito relacionada à matéria-prima de base industrial ou mesmo de insumos utilizados estritamente no interior das empresas, durante os processos industriais.

Esses produtos caracterizam o lixo marinho de origem industrial, que, acidentalmente ou por algum tipo de descarte, é encontrado há décadas no ambiente costeiro, facilmente visíveis nos ecossistemas como praias, manguezais, recifes de corais, costões rochosos e estuários. Os materiais são diversos e voltados a finalidades distintas, transportados por milhares de quilômetros, representando, para alguns casos, riscos de contaminação (BOLAND; DONOHUE, 2003).

O plástico em geral é o principal componente quando se trata de lixo marinho (seja de origem doméstica ou industrial), em ambientes costeiros ou insulares. Estudos realizados ao redor do mundo a partir da década de 1970 indicam-no como um dos principais desafios nos próximos anos, sendo eles encontrados em diferentes formas, fragmentos, composição e tipos (CARPENTER; SMITH, 1972; CUNDELL, 1973; MORRIS, 1980a; MORRIS, 1980b).

Visando garantir um maior controle em relação às fontes marítimas, em 1973 foi criada a *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)* e alterada pelo Protocolo de 1978, tornando-lhe conhecida como MARPOL 73/78. A Convenção trata no seu Anexo V (vigente a partir de 1988) a respeito do lixo marinho, tendo como característica mais importante a

proibição total na disposição de lixo para o mar, mais especificamente os resíduos plásticos.

Automaticamente, o controle exercido pela MARPOL 73/78 tende a impactar positivamente no que se refere à minimização do descarte de resíduos plásticos de qualquer gênero, sobretudo os de origem industrial. Isto levando-se em conta os efeitos da tramitação logística que envolve o manejo e transporte de materiais pelo oceano, costas, baías e áreas estuarinas, nas quais, recorrentemente, registrava-se incidentes, legando às empresas do setor e aos países signatários, maiores responsabilidades em termos de fiscalização e cuidados.

Contudo, a atribuição do problema do lixo marinho de origem industrial não pode se deter a esta atividade, prioritariamente. É necessário levar em conta que com o aumento da industrialização para atender a expansão dos mercados, a geração, manuseio e transporte de quantidades cada vez maiores de materiais ou produtos acabados podem produzir resíduos, inseridos de forma direta ou indireta no ambiente como um todo.

5.2 Os pellets de plástico e o problema ambiental nas praias

Já é sabido que os plásticos representam um problema para o ambiente marinho e costeiro em todo o mundo, em todos os seus formatos. Mas quando se trata da sua matéria-prima base, torna-se assunto específico e de pouco conhecimento pela população mundial. De acordo com as Nações Unidas, atualmente são 193 países dos quais mais da metade são banhados por águas oceânicas (UNITED NATIONS, 2015), significando a projeção crescente dos problemas em costas e praias.

São diversas as fontes de poluição marinha e costeira, porém, no que tange à presente análise, destacam-se os *pellets* de plástico, que são resinas poliméricas utilizadas na cadeia industrial dos plásticos, com as suas múltiplas finalidades.

5.2.1 Os pellets de plástico e sua origem

Classificados de um modo geral como polímeros, devido a sua origem, os *pellets* encontram nesse grupo os subsídios da sua constituição e propagação em diversos tipos e substâncias, cujos usos serão demandados de acordo com suas finalidades. Os avanços dessa cadeia se dão pelo fato de que os polímeros representam a imensa contribuição da Química para o desenvolvimento industrial do século XX (MANO; MENDES, 1999), permitindo elevados e diferenciados níveis de produção.

O quadro a seguir (figura 5.1) apresenta a evolução do uso de elementos estruturais pelo homem, dos quais os polímeros aparecem em fase mais recente da história. Trata-se de um dos materiais mais modernos e que, nos seus formatos sintéticos, abrange uma das maiores resistências temporais, gerando possibilidades interessantes à industrialização, e, por sua vez, problemas ao ambiente.

Evolução histórica		Ano	Material
Pré-história / Antigas Civilizações	Idade da Pedra e dos Metais	25.000 AC a 1.500 AC	Madeira, pedra lascada, pedra polida, cobre, estanho, bronze, ferro, cerâmica
História	Idade Antiga	4.000 AC a 500 AC	Vidro
	Idade Média	500 a 1.500	Ligas metálicas
	Idade Moderna	1.500 a 1.800	Concreto
	Contemporânea	1.800 até os dias atuais	Polímeros

Figura 5.1: Evolução histórica do uso de materiais pelo homem
Fonte: Adaptado de Mano (1991)

Tratados como resinas, os polímeros constituem-se como materiais solúveis e fusíveis, de peso molecular intermediário a alto, que, quando

aquecidos, amolecem gradualmente, a exemplo do polietileno, poliestireno, dentre outros, conhecidos como resinas sintéticas e que, segundo a sua origem, podem ser distribuídos em dois grandes grupos: os naturais e os sintéticos (MANO; MENDES, 1999).

Eles se caracterizam basicamente pelas suas propriedades físicas, químicas e físico-químicas. As propriedades físicas são aquelas que não envolvem qualquer modificação estrutural a nível molecular dos materiais. As químicas destacam-se pela resistência à oxidação, ao calor, às radiações ultravioleta, à água, a ácidos e bases, a solventes e reagentes, enquanto que a permeabilidade a gases e vapores se destaca entre as propriedades físico-químicas dos polímeros (MANO, 1991).

Sendo assim, os polímeros se constituem numa das inúmeras formas macromoleculares originadas dos hidrocarbonetos (BAIRD, 2002), a exemplo do Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Poliestireno (PS), Poliésteres (PET) e Policloreto de Vinila (PVC), que servem de base para setores estratégicos da indústria mundial. Estes, por sua vez, são produzidos em forma de grânulos sintéticos, com densidades, estruturas, composições e cores variadas, a depender das substâncias presentes (FALCÃO; SOUZA, 2011a).

Os *pellets* são grânulos que constituem a forma principal com que as resinas plásticas são produzidas e comercializadas. Servem de matéria prima nas indústrias de transformação, originando os mais variados objetos, que são produzidos após o seu derretimento e moldagem do produto final (MANZANO, 2009). Suas características variam conforme as possibilidades de usos, variando entre 2 e 5 mm de diâmetro, com forma, peso, coloração e densidade variados (FALCÃO; SOUZA, 2012a; 2012c; FALCÃO, 2014a). (Figura 5.2)

Figura 5.2: Pellets de plástico coletados em praias de SP, Brasil
Fonte: Falcão, Plínio (2011)

Formam o conjunto de matérias-primas para a fabricação de utensílios plásticos presentes no cotidiano, agregando inúmeras finalidades à vida humana. (Figura 5.3) Consistem num dos principais problemas ambientais da atualidade, pois durante o seu manuseio e transporte, são comumente perdidas no ambiente, acumulando-se principalmente em praias e zonas de convergência oceânica (SANTOS et al. 2008), quase sempre provenientes das áreas industriais onde são produzidos.

Figura 5.3: Utensílios e suprimentos cotidianos
 Fonte: Elaborado pelo Autor, a partir de Google (2015)

Constituídos a partir dos PEBD, PEAD, PE, PET, PP, PS e PVC, os pellets de plástico possuem diferentes formatos, sendo os mais comuns os cúbicos, triangulares, cilíndricos, discoides e, principalmente, esférulas. Estudos realizados por Carpenter et al. (1972), Gregory (1977; 1978), Costa et al. (2010), apresentam maior número de esférulas como tipo mais comum de pellets em costas, associados a outros tipos de fragmentos de plástico.

Presentes no ambiente marinho oceânico associados a lixo flutuante e outros fragmentos, bem como nas ilhas e costas, em praias arenosas, fluviais, mangues e estuários (CARPENTER; SMITH, 1972; COLTON et al. 1974; MORRIS, 1980b; THOMPSON et al. 2004; SANTOS, 2005; MOORE, 2008; TURRA et al. 2008, IVAR DO SUL et al. 2009; COSTA et al. 2010; IVAR DO SUL et al. 2013b; IVAR DO SUL et al. 2014b), eles são diversificados quanto as suas características e composição, o que está diretamente relacionado às fontes de origem.

As fontes são os locais nos quais esses grânulos são originados ou ejetados nas águas continentais ou oceânicas. Tratam-se das unidades industriais (fabricação, embalagem e armazenagem) ou logísticas (carregamento e transporte), sendo os terminais portuários, nesse caso, uma

das mais evidentes fontes emissoras devido à quantidade (em toneladas) movimentada. Vale destacar, também, as atividades realizadas em mar aberto (operações de plataformas petrolíferas, lavagem de porões de navios e despejo de resíduos de barcaça) e os eventuais acidentes com navios cargueiros (TURRA et al. 2008). (Figura 5.4)

Figura 5.4: Percurso dos pellets
Fonte: *International Pellet Watch – IPW* (2005)

Por ser uma matéria-prima de ampla utilização e facilmente obtida na natureza (composto orgânico e processo de polimerização), a indústria de pellets movimenta milhões de dólares a cada ano, em todo o mundo, determinando que a fabricação desse material ocorra em pontos geograficamente estratégicos do globo, favorecendo a dinâmica entre o mercado produtor e o consumidor. Para tanto, a intensa movimentação nas fontes supramencionadas acarreta, muitas vezes, a perda irreparável de consideráveis quantidades para o ambiente.

São inúmeras as empresas que atuam no ramo ao redor do mundo, dada a flexibilidade e custo da matéria-prima base, além da elevada demanda de utilização dos materiais e bens de origem plástica. No repertório de membros da *Plastics Europe – Association of Plastics Manufacturers*, uma entidade europeia

que reúne empresas da cadeia produtiva do setor, constam relacionadas as cinquenta maiores indústrias produtoras de polímeros / pellets do mundo (PLASTICS EUROPE, 2015), conforme quadro a seguir. (Figura 5.5)

EMPRESA	EMPRESA
AGC	LANXESS
ARKEMA	LEUNA-HARZE
BASELL ORLEN POLYOLEFINS	LYONDELL BASELL
BASF	MONOTEZ
BAYER	NOVAMONT
BOREALIS	RADICI
CELANESE	REPSOL
CHREVRON PHILLIPS	RP COMPOUNDS
DAIKIN	SABIC EUROPE
DOW CHEMICALS	SHELL Chemicals
DSM ENGINEERING PLASTICS	SHIN-ETSU PVC
DUPONT DE NEMOURS INT.	SOLVAY
DYNEON	SPOLCHEMIE
ELIX Polymers	STYROCHEM
EMS-CHEMIE	STYROLUTION
ERCROS	SUNPOR KUNSTSTOFF
EVAL	SYNBRA TECHNOLOGY
EVONIK	TOTAL PETROCHEMICALS
EXXONMOBIL CHEMICAL COMPANY	TRINSEO
GABRIEL TECHNOLOGIE	UNIPOL
GRUPA AZOTY	VERSALIS
HEXION	VESTOLIT
HUNTSMAN ADVANCED MATERIALS	VINNOLIT
INEOS	WACKER-CHEMIE
JACKON	ZAKLADY CHEMICZNE

Figura 5.5: Empresas produtoras de pellets no mundo
 Fonte: *Plastics Europe – Association of Plastics Manufacturers* (2015)

Empresas transnacionais que atuam em diversos países dessa cadeia global específica. Mas a concentração delas se dá em mercados emergentes e estratégicos. Dois dos maiores produtores mundiais de pellets são Estados Unidos e China, sendo este segundo o que agrega maior número de fábricas e

técnicas de produção. Cada vez mais a China passa de grande produtor e vendedor de produtos manufaturados de baixo valor agregado para exportador de produtos que incorporam tecnologias mais avançadas (HAESBAERT, 2013).

Os Estados Unidos figuram como produtor mundial de pellets, porém, também exportador da matéria-prima de base para a produção de polímeros em indústrias chinesas, mesmo porque diversas empresas do setor são americanas e instaladas na China. Todavia, a importância da China como mercado comprador de produtos americanos transformou este país num parceiro preferencial como mercado de produtos das Zonas de Produção e Exportação (RUA, 2013)

A China como maior potência emergente do mundo contemporâneo, tendo ultrapassado os Estados Unidos em termos, mais estritos, da produção industrial (HAESBAERT, 2013), consolida o seu papel proeminente na dinâmica produtiva do mercado de plásticos como um dos maiores do mundo, tornando-se um dos líderes da cadeia global de produção do setor. De acordo com a Plastics Europe (2011), também tem ultrapassado a Europa, até mesmo por conta da crise na zona do euro.

Para o relatório realizado pela associação, a matéria e os produtos derivados do plástico sempre tiveram grande representatividade no mercado mundial, estando nesta lista os pellets. A União Europeia tem sido, tradicionalmente, um exportador líquido importante do material, e apesar de ter perdido mercado para a China, a produção continua sendo um dos principais contribuintes para o superávit comercial da União Europeia (PLASTICS EUROPE, 2011).

A cadeia se sustenta num sistema logístico envolvendo, principalmente, o transporte terrestre e o marítimo. A partir da existência de uma logística integrada voltada à distribuição e economia de mercado desses pellets pelo mundo, paralelamente pode-se inferir a ocorrência de toda uma movimentação dos sistemas naturais que dispersam e/ou retêm esses grânulos pelo oceano ou costas. Aqui se convergem, então, o produto oriundo das fontes e os mecanismos ambientais envolvidos.

Contudo, os usos incorretos e/ou falhas geradas durante esse processo evidenciaram um problema ambiental em nível mundial, pois os pellets têm sido encontrados e relatados em grandes quantidades, há décadas, diretamente no

oceano e nas costas de diversos países (DERRAIK, 2002; BETTS, 2008; MOORE, 2008; ANDRADY, 2011). E as premissas de que o oceano, ilhas e áreas costeiras seriam afetados por atividades antropogênicas já eram alarmadas por cientistas há mais de quatro décadas, quando as atenções se voltavam mais aos danos gerados por atividades petrolíferas (MATTHEWS, 1973; BÉGUERY, 1979).

Mas as emergências ambientais se constituíram a partir de novos paradigmas e a detecção de novos entraves. Atualmente, os níveis de poluição marinha e costeira devidos à deposição de resíduos sólidos em geral são questões debatidas com relevância pela comunidade científica e setores interessados. Estudos sobre *pellets* em diversos países (TAKADA, 2006; OGATA et al. 2009) têm apontado para realidades cada vez mais preocupantes, visto que em alguns lugares as quantidades encontradas são enormes.

TURRA et al. (2008), observam que eles estão presentes em todos os oceanos e praias do mundo e têm sido relatados desde a década de 1970 nos sedimentos e na superfície das águas de áreas costeiras e oceânicas, inclusive em áreas remotas do planeta, como praias do Pacífico e no Havaí (BOLAND; DONOHUE, 2003). Outros estudos realizados em diferentes países, já mensuram e/ou monitoram os problemas associados aos pellets, enfatizando a necessidade de novas pesquisas (FALCÃO; SOUZA, 2011a; 2012a).

No Brasil, os pellets são encontrados em diversos trechos do litoral, sobretudo nas praias. As fontes emissoras não se diferem dos demais lugares do mundo, porém, como se trata de uma das costas mais extensas, com aproximadamente 8.500 Km, os estudos são, ainda, recentes na literatura científica, concentrados inicialmente na costa Nordeste (COSTA et al., 2010; IVAR DO SUL et al. 2009; SILVA-CAVALCANTI et al. 2009) e na costa Sudeste (TURRA et al. 2008; MANZANO, 2009) e na costa Sul (PIANOWSKI, 1997).

5.2.2 Estado da arte

As publicações pioneiras e específicas relacionadas aos pellets de plástico no ambiente datam da década de 1970 e referiam-se à presença destes em águas oceânicas, baías, estuários e praias (CARPENTER et al. 1972; CUNDELL, 1973; KARTAR et al. 1973; COLTON et al. 1974; HAYS et al. 1974; MORRIS et al. 1974). Pellets foram encontrados durante trabalhos no Mar dos Sargaços e ao Noroeste Atlântico, para além das pesquisas no Estuário de Severn, Baía de Narragansett e no Canal de Bristol, grandes ambientes de interface na Inglaterra.

Em sequência, estudos foram divulgados sinalizando poluição ao longo de praias e águas costeiras da Nova Zelândia, a partir da presença de pastilhas de plástico encontradas que, supostamente, advinham das regiões mais industrializadas do Hemisfério Norte (GREGORY, 1977, 1978). Da mesma forma que se identificou na ilha neozelandesa, Gregory (1983) realizou trabalhos por meio dos quais encontrou-se grânulos plásticos novos em praias do leste do Canadá e da região das Bermudas.

Seguidamente, estudos foram realizados no Líbano, associando a presença desses aglomerados de pellets à eliminação de resíduos por numerosas fábricas de plástico no país ou vazamentos durante o transporte do material (SHIBER, 1979). Na década seguinte, novos estudos na costa mediterrânea, com destaque para coletas realizadas em treze praias da Costa do Sol, entre Algeciras e Almería, na Espanha, cujo objetivo era a identificação e diferenciação do material (SHIBER, 1982).

Alguns anos depois, ainda na costa espanhola, dezoito praias foram avaliadas entre Barcelona, na Catalunha, e Algeciras, na região de Andaluzia, encontrando-se abundância de grânulos, inclusive com vestígios impregnados de piche e outros materiais. Inferiu-se que a grande quantidade do material se justificava pela presença de mais de cem fabricantes de plásticos situados nas proximidades da costa do Mediterrâneo, umas das regiões onde mais se produzia o material em toda a Europa (SHIBER, 1987).

Na década de 1990, as dimensões de distribuição, composição e características começaram a ser observadas e analisadas de modo mais

criterioso, inclusive com mais intensidade no que se refere às associações ecológicas por incrustação em espécies marinhas (MINCHIN, 1996; BARNES et al., 2009). Surgem posteriormente as análises referentes ao transporte de elementos químicos e tóxicos pelos pellets, na maioria das vezes adsorvidos (MATO et al., 2001), contribuindo com os estudos no campo da ecotoxicologia aquática.

A partir de então, as investigações e monitoramentos se ampliaram no sentido de garantir os diagnósticos de áreas com elevadas quantidades de pellets, devido às propriedades químicas e suas influências ecotoxicológicas (ENDO et al. 2005). Tais resultados permitiram acompanhar a evolução dos níveis de caracterização química, auxiliando nas questões relativas à vulnerabilidade ecológica e a fragilidade dos sistemas ambientais.

A principal referência científica desses estudos baseia-se na análise dos chamados Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs). Estes são compostos de alta estabilidade e persistência no ambiente, com elevada resistência à degradação química, fotolítica e biológica, sujeitos à bio-acumulação em organismos, apresentando graus de toxicidade aos mesmos e ao próprio homem (BAIRD, 2002; SANTOS et al., 2008). Popularmente são conhecidos como pesticidas, inseticidas organoclorados e fungicidas.

Observados como um dos principais problemas atinentes à presença dos pellets no ambiente marinho e costeiro (MATO et al. 2001; TAKADA, 2006), métodos analíticos passaram a ser aplicados com o intuito de identificar os POPs em amostras coletadas em diferentes lugares do mundo (ENDO et al., 2005; OGATA et al. 2009; FRIAS et al. 2010; COLE et al. 2011; KARAPANAGIOTI et al. 2011).

A capacidade de adsorção (POPs) verificada nos pellets visa mensurar os bifenilos policlorados (PCBs), os diclorodifeniltricloroetanos (DDTs), os hexaclorociclohexanos (HCHs) e os policíclicos aromáticos hidrocarbônicos (PAHs) (OGATA et al. 2009). Estes são alguns dos principais condutores de contaminação química, que caracterizam um quadro específico de poluição marinha (WEBER, 1993) causados pelos pellets encontrados em diversas áreas do oceano (THOMPSON et al. 2004; RIOS et al. 2007).

Desse modo, foram realizados estudos e coletas por meio de um projeto denominado *International Pellet Watch (IPW) – Global Monitoring of POPs by*

using beached plastic resin pellets (TAKADA, 2006; OGATA et al. 2009), sediado na Universidade de Tokyo (Japão), cujo objetivo era monitorar diversas áreas do oceano e costas. Atualmente possui um mapeamento dos POPs a partir dos pellets, com diversos mapas gerados e disponibilizados *on line*, como uma plataforma científica e um serviço de utilidade pública.

Todavia, a identificação e a caracterização dos pellets e suas variadas associações materiais ainda são investigados pelo mundo (THOMPSON et al. 2005; ASHTON et al. 2010; HOWELL et al. 2012; IVAR DO SUL et al. 2014a). Mais especificamente na última década, trabalhos abrangendo a sistemática dos POPs em pellets foram desenvolvidos em Portugal, Brasil, Antártica, Bélgica, Grécia e Coreia do Sul (FRIAS et al. 2010; FISNER et al. 2013; BARNES et al. 2010; CLAESSENS et al. 2011; KARAPANAGIOTI et al. 2011; LEE et al. 2013).

No Brasil, considerado a sua extensão de costa (de 8.500 Km), são relativamente recentes os estudos sobre pellets de plástico no ambiente marinho / costeiro, não sendo possível, ainda, traçar um panorama que favoreça diagnósticos, monitoramento e planejamento em macro escala. Os trabalhos precursores foram realizados em praias do Rio Grande do Sul (PIANOWSKI, 1997), Pernambuco (ARAÚJO et al. 2006a, 2006b; COSTA et al. 2010; SILVA-CAVALCANTI et al. 2009), Fernando de Noronha (IVAR DO SUL et al. 2009) e São Paulo (TURRA et al. 2008; MANZANO, 2009).

A importância temática agregou novos trabalhos, demonstrando a necessidade de investigações que ampliem o conhecimento sobre os pellets, sua distribuição e consequências ao ambiente oceânico e costeiro nacional. A partir de então foram agregadas as técnicas de identificação (SANTOS; FALCÃO, 2012; MENDONÇA et al. 2012; FALCÃO et al. 2014c), mensuração (COSTA et al., 2010; TURRA et al. 2014) e métodos químicos e analíticos (FISNER et al. 2013; IVAR DO SUL et al. 2013b) em estudos mais recentes.

Muito embora sejam localizados e poucos os pesquisadores que abordam o tema no Brasil, nota-se, a partir do seu estado da arte, uma preocupação voltada ao diagnóstico geral da situação na qual se encontra as praias onde esse material aparece ou persiste. E os Estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia, São Paulo, Rio Grande do Sul e o Arquipélago de Fernando de Noronha são os que, até então, possuem áreas que vem sendo avaliadas sob essa perspectiva da poluição marinha e costeira.

5.2.3 Pellets no mundo e no Brasil

Conforme relatado anteriormente, os pellets são pequenos grânulos de resina plástica / polimérica e servem de matéria-prima industrial para a fabricação de plásticos. Com tamanhos variados (2 a 5 mm), formas, coloração e até substâncias constitutivas, eles podem ser involuntariamente liberados no ambiente durante o processo de fabricação e transporte, tornando-se um inconveniente devido a sua alta persistência ambiental. E a produção crescente do plástico leva a um aumento severo na poluição do oceano e costas.

O próprio estado da arte da temática apresenta, para além de uma evolução quantitativa nos estudos, os campos definidos de atenção *versus* preocupação por parte dos pesquisadores acerca dos principais problemas ocasionados ao ambiente. Muito embora sejam observados há mais de quatro décadas, os estudos ainda são poucos para essa temporalidade, demarcando premência maior de trabalhos nos campos das Ciências do Mar, Biológicas, Geociências e Geografia.

Um levantamento realizado na base *Web of Knowledge ISI* e *EndNoteWeb*, permitiu a construção de um banco de dados com as referências sobre pellets de plástico, desde a década de 1970 (FALCÃO; SOUZA, 2011a). Constatou-se que durante as décadas de 1980 e 1990 houve poucos estudos comparado à década anterior. Mas a partir de 2000 a temática do lixo marinho recebeu maior atenção da comunidade científica mundial, influenciando, em número crescente, as investigações. (Figura 5.6)

Figura 5.6: Estudos publicados por décadas
Fonte: FALCÃO; SOUZA (2011a)

O censo realizado a partir das referências pertinentes, que tomou por base os estudos em ambiente costeiro e oceânico, permitiu o agrupamento desses materiais por meio de três abordagens generalizadas (figura 5.7):

- (a) Distribuição: considera os trabalhos com função diagnóstica nos sentidos da identificação de áreas prevalentes, mensuração, quantificação e taxas;
- (b) Caracterização Química: corresponde às investigações referentes à identificação de elementos químicos adsorvidos, considerando os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), metais e propriedades toxicológicas,
- (c) Biológica: considera os principais problemas relacionados com a asfixia, intoxicação e morte de animais causada pela ingestão.

Figura 5.7: Abordagens metodológicas nos estudos dos pellets
Fonte: FALCÃO; SOUZA (2012a)

Verifica-se que entre 1970 e 2011, num universo de 56 estudos publicados e registrados na base *Web of Knowledge*, predominaram os trabalhos cuja abordagem metodológica está diretamente relacionada com a distribuição (62%), em relação à caracterização química (29%) e abordagem biológica (9%). Vale salientar que a base supramencionada se trata de uma das mais importantes plataformas científicas do mundo, que agrega estudos indexados e parametrizados pela *Thompson Reuters / Elsevier*.

A principal contribuição do entendimento dessas abordagens de estudo se dá pela apreensão das dimensões nas quais os pellets de plástico podem ser encontrados nos ambientes em questão e, sobretudo, a quais tipos de impactos eles mais diretamente se associam. Também enfatizar a necessidade de novos campos e usos de métodos que direcionem novas discussões em prol da busca por ações mitigadoras.

Quando a própria literatura científica aponta para um cenário em que oceano e praias do mundo inteiro possuem pellets, pode-se afirmar que se trata de uma demanda a ser resolvida pelos setores envolvidos e a sociedade em geral. A situação pôde ser confirmada entre os anos de 2011 e 2015, quando foram realizados caminhamentos em 15 praias de 13 países, nos quais pellets foram encontrados na superfície, tanto nas zonas de deixa quanto na pós-praia.

Foram realizadas observações aleatórias com o intuito de verificar a possível existência de pellets nesses locais. Durante as mesmas, percorreu-se distâncias aproximadas que variaram de 100 a 1000m, examinando-se detalhadamente a zona de deixa atual (ZDD) e a pós-praia (PP), identificando o lixo marinho associado à matéria orgânica e coletando os pellets encontrados. Todas as amostras foram quantificadas e registradas. (Figuras: 5.8; 5.10; 5.11)

PRAIA	CIDADE	ANO	PE	ZP	DPA	PAÍS
Manly	Sydney	2011	36	PP	300m	Austrália
Twelve Apostles	Apollo Bay	2011	15	ZDD, PP	300m	Austrália
Brighton	Melbourne	2011	49	ZDD, PP	300m	Austrália
Discovery	Hong Kong	2013	16	ZDD	200m	China
Palawan Sentosa	Cingapura	2013	8	PP	150m	Cingapura
Plaza Las Americas	Varadero	2015	2	PP	150m	Cuba
Burj	Dubai	2013	2	PP	200m	Emirados Árabes
La Caleta	Cádiz	2012	7	ZDD, PP	150m	Espanha
Mission	San Diego	2013	8	ZDD, PP	200m	Estados Unidos
Hoek van Holland	Rotterdam	2014	67	ZDD, PP	1000m	Holanda
Juhu	Mumbai	2013	7	PP	150m	Índia
Asilah	Asilah	2012	29	PP	150m	Marrocos
Takapuna	Auckland	2011	16	PP	200m	Nova Zelândia
Relógio	Figueira	2014	2	PP	100m	Portugal
La Paloma**	Montevidéu	2012	11	ZDD, PP	150m	Uruguai

PE: número de pellets encontrados; **ZP:** zona da praia; **DPA:** distância percorrida aproximada

ZDD: zona de deixa atual; **PP:** pós-praia

(** Coletadas por Souza, Celia e Souza, Agenor)

Figura 5.8: Pellets em praias do mundo
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

A compilação das informações obtidas durante os últimos quatro anos permitiu a visualização de um panorama da existência dos grânulos em praias de todos os continentes. A partir das 15 áreas observadas, em 13 países, quantificou-se um total de 275 pellets de plástico encontrados na superfície, inferindo maiores concentrações na Oceania, onde são relatados desde a década de 1970, na Ásia e Europa, grandes produtores e áreas fonte. (Figura 5.9; 5.9.1) Tais valores, por sua vez, ensejam a discussão escalar do problema,

reiterando a presença na costa de todos os países (THOMPSON et al. 2004; MOORE, 2008).

Figura 5.9: Amostras de pellets coletadas por continentes
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

Figura 5.9.1: Pellets no mundo: países com ocorrência detectada em campo (2011-2015)
Fonte: Elaborado por Falcão, Plínio (2015)

A1/A2: *Twelve Apostles beach, Apollo Bay, 2011 (Austrália); A3/A4: Brighton beach, Melbourne, 2011 (Austrália); H1/H2: Hoek van Holland, Port of Rotterdam, 2014 (Holanda)*

Figura 5.10: Pellets em praias do mundo
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

M1/M2: *Asilah beach, northwest coast, 2012 (Marrocos); I1/I2:* *Juhu beach, Mumbai, 2013 (Índia); EA1/EA2:* *Burj beach, Dubai, 2013 (Emirados Árabes Unidos)*

Figura 5.11: Pellets em praias do mundo
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

Não diferentemente de outras áreas do mundo, ao longo da costa brasileira pode-se encontrar pellets de plástico na maioria das suas praias. Primeiramente, pela existência de fontes, a exemplo de todo um sistema

industrial e logístico conjugado ao litoral, com a presença de mais de 30 portos costeiros. (figura: 5.12) Em seguida, porque os mecanismos de transporte hidrodinâmico podem fazer com que essas esférulas viajem por milhares de quilômetros, chegando às praias, manguezais e estuários (FALCÃO; SOUZA, 2014c).

Figura 5.12: Portos do Brasil
Fonte: Companhia das Docas do Estado da Bahia (2013)

Seguindo a mesma sequência dos exemplos anteriores, também entre 2011 e 2015 foram realizados alguns trabalhos e observações em diferentes localidades da costa (100 a 300m), cujo objetivo era identificar a possível existência de pellets. Para Salvador (BA) os dados foram obtidos a partir de trabalhos de campo (MENDONÇA et al. 2012; SANTOS; FALCÃO, 2012). Das

demais localidades são oriundos das observações aleatórias durante viagens, respeitando-se os mesmos critérios mencionados anteriormente. (Figura: 5.13)

PRAIA	MUNICÍPIO	ANO	PE	ZP	DPA
Sarney	Aracaju, SE	2011	2	PP	100m
do Sul / Aeroporto	Ilhéus, BA	2014	9	PP	100m
da Costa	Madre de Deus, BA	2012	4	PP	100m
Boa Viagem	Salvador, BA	2011	3	PP	300m
Cantagalo	Salvador, BA	2011	1	PP	300m
Penha	Salvador, BA	2011	1	PP	300m
Barra do Gil	Vera Cruz, BA	2013	4	PP	100m
Barra Grande	Vera Cruz, BA	2013	5	ZDD, PP	100m
Cachapregos	Vera Cruz, BA	2013	11	ZDD, PP	100m
da Costa	Vitória, ES	2014	3	PP	100m

PE: número de pellets encontrados; **ZP:** zona da praia; **DPA:** distância percorrida aproximada
ZDD: zona de deixa atual; **PP:** pós-praia

Figura 5.13: Pellets em praias do Brasil
 Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

A avaliação abrangeu um total de 10 praias em 06 municípios, sendo 05 na costa Nordeste e 01 no Sudeste. Em todas elas os grânulos de plástico foram encontrados, a sua maioria na pós-praia (PP). Morfodinâmica e transporte hidrodinâmico, para além de posição em relação às fontes, devem ser considerados, haja vista a ausência nas zonas de deixa atuais (ZDD). Todavia, os pellets foram encontrados em pequenas quantidades, porém, a tendência de chegada e permanência nesses locais é assertiva. (Figura: 5.14)

IL1/IL2: Praia do Sul, Pontal, Ilhéus, Bahia, 2014 (Brasil)

Figura 5.14: Pellets em praias do Brasil
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

Compiladas as informações das praias observadas, verificou-se um total de 43 pellets distribuídos entre as mesmas. Embora situadas em localidades diferentes, são próximas às fontes portuárias, notadamente emissoras, devido a configuração industrial e logística. Exceto Aracaju (SE), que não possui porto industrial e dista dos mais próximos como Salvador (317 Km), Maceió (276 Km) e Recife (499 Km), mas detém atividades e plataformas petrolíferas no seu litoral, também consideradas fontes pela literatura (TURRA et al. 2008). (Figura 5.15)

Figura 5.15: Pellets em praias do Brasil
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

Importante observar que a maior concentração se deu em praias localizadas na Baía de Todos os Santos, nos municípios de Salvador, Madre de Deus e Vera Cruz. (Figura: 5.16) A comparação entre as capitais envolvidas (Aracaju, Salvador e Vitória) reforça a capital baiana como a que se encontrou os pellets com mais facilidade, cabendo reforçar que as praias analisadas entornam a baía. (Figura: 5.17)

Figura 5.16: Pellets em praias da Bahia
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

Figura 5.17: Pellets em praias do mundo
Fonte: Elaborado por Falcão (2015)

Todas as informações apresentadas apontam para a mesma situação: que praias do mundo inteiro estão suscetíveis à presença de pellets de plástico, bem como outros sistemas costeiros a exemplo de manguezais e estuários. A facilidade de serem encontrados na zona costeira de tantos países revela a existência de quantidades enormes nas águas oceânicas e a existência de mecanismos naturais que contribuem para a sua dispersão, o que foi evidenciado pelas análises supra realizadas.

Portanto, as informações obtidas de forma aleatória não possuem exatidão adquirida por meio da aplicação de métodos específicos. Todavia, elas são validadas empiricamente a partir das observações realizadas com o mesmo objetivo, em diferentes espaços e considerando as mesmas características. Esta concepção fundamenta os resultados aqui apresentados em relação à presença de pellets em praias do mundo e do Brasil, sustentando as constatações outrora dimensionadas por outros pesquisadores.

5.2.4 Danos ambientais associados

A atribuição dos níveis de poluição marinha e costeira referentes aos pellets é uma crescente preocupação com um dos setores mais comuns da cadeia produtiva mundial de bens e utensílios, que é o dos plásticos. Trata-se de uma das questões ambientais mais emergentes no mundo contemporâneo, para a qual são necessárias inúmeras propostas mitigadoras a fim de se minimizar tais impactos no futuro, inclusive com salvaguarda de recursos naturais.

Categorizado como lixo marinho, obviamente de origem industrial por se tratar de matéria-prima de base, os pellets podem interferir negativamente no ambiente marinho e costeiro a partir das seguintes situações: primeiramente, por se tratar de uma resina plástica que permanece durante décadas no meio. Em seguida, pelos riscos à biodiversidade marinha e aos recursos, haja vista os danos que podem ser causados.

Dentro da abordagem biológica, a mortandade de peixes e outros animais marinhos a partir da ingestão de plásticos tem sido cada vez mais comum. Os

casos de asfixia tem sido mais constantes do que os de intoxicação, pois ao ingerir as pelotas de plástico as vias respiratórias acabam sendo rapidamente bloqueadas pela presença do corpo estranho (POSSATO et al. 2011; CARSON, 2013). (Figura 5.18; 5.19) As aves também são afetadas, posto que confundem os grânulos com sementes, sem contar que comumente estão associados à matéria orgânica nas zonas de deixa.

Figuras: Microplásticos e pellets encontrados em estômago de peixes (5.18). Aves se alimentando em linhas de deixa em Praia Grande, Ubatuba, SP (5.19)
Fonte: 5Gyres Institute (2013) / Falcão (2014), respectivamente.

Os pellets possuem capacidade de transportar organismos e substâncias por longas distâncias, uma vez que seu baixo peso e densidade o fazem flutuar sobre as águas, percorrendo milhares de quilômetros. Foi recentemente observado que a superfície dos grânulos tem servido de abrigo para espécies de insetos que depositam seus ovos e acabam sendo transportados pelas águas para outros locais, forçando um mecanismo de biodispersão (MAJER et al. 2012).

Outro cenário agravante constatado é que substâncias tóxicas e micropoluentes orgânicos encontrados em pellets são transportados de forma adsorvida a partir das águas oceânicas e encontrados em diversos pontos no oceano e praias (MATO et al. 2001). São os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), que em contato com as resinas poliméricas, podem ser distribuídos por longas distâncias e se tornar um dano ecotoxicológico para diversas espécies e ecossistemas, uma vez que a sua persistência ambiental é elevada.

Os principais POPs encontrados nos pellets são os bifenilos policlorados (PCBs), os diclorodifeniltricloroetanos (DDTs), os hexaclorociclohexanos (HCHs) e os policíclicos aromáticos hidrocarbônicos (PAHs), em diferentes quantidades (MATO et al., 2001; RIOS et al., 2007). (figura 5.20) Como parte dos detritos e poluentes é originada nos continentes e chega ao oceano por meio dos cursos fluviais e de drenagem (JAMBECK et al. 2015), uma quantidade elevada desses micropoluentes provém dessa carga de atividades humanas.

Figura 5.20: Poluentes orgânicos persistentes em pellets
Fonte: *International Pellet Watch – IPW* (2005)

Os PCBs e DDTs apresentam maior concentração. Praticamente insolúveis em água, os PCBs são líquidos quimicamente inertes e difíceis de queimar, com baixo custo de produção e funcionando como excelentes isolantes elétricos. São empregados como fluidos de refrigeração em transformadores e condensadores elétricos, plastificantes, em papel copiativo sem carbono, solvente descolorante para reciclagem de papel, fluidos de transferência de calor em máquinas e agentes de impermeabilização (BAIRD, 2002).

Quanto aos HCHs e DDTs, suas origens estão relacionadas aos defensivos agrícolas mundialmente utilizados, a exemplo dos pesticidas aplicados em lavouras, indústrias, reservatórios, criatórios, criadouros, galpões, propriedades e na dedetização de espaços. (Figura 5.21) Sua utilização generalizada tem causado problemas de saúde e mortes em muitas partes do mundo, devido à exposição ocupacional ou intoxicações e envenenamentos acidentais ou intencionais (*World Health Organization*, 2015).

TIPO DE PESTICIDA	ORGANISMO-ALVO
Acaricida	Ácaros
Algicida	Algas
Avicida	Pássaros
Bactericida	Bactérias
Desinfetante	Microorganismos
Fungicida	Fungos
Herbicida	Plantas
Inseticida	Insetos
Larvicida	Larvas de insetos
Moluscicida	Caracóis, lesmas
Nematicida	Nematóide
Piscicida	Peixes
Raticida	Roedores

Figura 5.21: Pesticidas relacionados aos HCHs e DDTs
Fonte: Elaborado com base em Baird (2002)

O projeto *International Pellet Wacht – IPW*, sediado no Laboratório de Geoquímica Orgânica da Universidade de Tokyo, Japão, há anos investiga a incidência dos POPs em pellets de plástico coletados em praias ou no oceano

(TAKADA et al. 2006). Amostras do mundo inteiro foram analisadas nos últimos anos, permitindo um mapeamento e a criação de uma ferramenta de divulgação científica denominada *Global Pollution Map*, que apresenta um panorama global do problema para a sociedade.

As análises foram realizadas em amostras de pellets coletadas em praias e mensuradas em nanograma de substância por grama de pellet (ng/g – pellet), gerando índices de concentração por amostra / localidade (OGATA et al. 2009), considerando os PCBs (figura 5.22), DDTs (figura 5.23) e HCHs (figura 5.24). Os resultados, conforme os mapas, apontam para cenários alarmantes no que se refere à concentração desses POPs em pellets encontrados em todos os lugares do mundo, ressaltando a escalaridade global desses níveis de poluição marinha e costeira.

Figura 5.22: PCBs em pellets de plástico
Fonte: IPW, Japan (2015)

Figura 5.22: DDTs em pellets de plástico
Fonte: IPW, Japan (2015)

Figura 5.22: HCHs em pellets de plástico
Fonte: IPW, Japan (2015)

Os POPs em águas oceânicas e cursos d'água são investigados desde a década de 1970 em diversos países, por outros meios e condutores, a exemplo de resíduos sólidos e efluentes industriais e de origem doméstica (ELDER et al. 1977). A sua observação junto ao lixo marinho com destaque para o microlixo, tornou-se alvo de intensa preocupação visto que essa categoria se multiplica em números bem maiores e por questões de peso, tamanho, material, composição e densidade, pode se espalhar mais facilmente por diversas regiões do planeta.

Os dados sobre pellets apontam para uma realidade que ainda carece de muita atenção, visto que se enquadra num dos maiores problemas contemporâneos, que é o lixo produzido e descartado pela humanidade. Levanta questões em torno do ambiente marinho e costeiro, cuja sensibilidade é elevada, para além do oceano abrigar a maior biodiversidade da Terra.

Este é o discurso que visa valorizar e contribuir com duas vertentes básicas: i) o reforço à ideia de que investigações no campo devem ser ampliadas e / ou incentivadas; ii) a proposição de modelos de planeamento que apoiem a gestão costeira no sentido de minimizar os impactos provenientes da deposição de lixo industrial e doméstico nos cursos d'água continentais e nos oceanos.

5.2.5 Referências do capítulo

ANDRADE-NETO, G.F.; BORIO, C.; OLIVEIRA, A. O clean cost index é um bom índice para indicar a poluição por lixo marinho? – Estudo de caso na Costa dos Coqueiros, Bahia. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: AOCEANO, 2010.

ANDRADY, A.L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.1596-1605, 2011.

ARAÚJO, M.C.B. de; COSTA, M.F. Municipal services on tourist beaches: costs and benefits of solid waste collection. **Journal of Coastal Research**, vol. 22, n.5, p.1070-1075, 2006a.

ARAÚJO, M.C.B. de; COSTA, M.F. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Waste Management**, p.1-7, 2006b.

ASHTON, K.; HOMES, L.; TURNER, A. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.60, p. 2050-2055, 2010.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARNES, D. K. A.; WALTERS, A.; GONÇALVES, L. Macroplastics at sea around Antarctica. **Marine Environmental Research**, 70, p.250-252, 2010.

BARNES, D.K.A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R.C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 364, p.1985-1998, 2009.

BÉGUERY, M. **A exploração dos oceanos**. A economia do nosso futuro. São Paulo: Difel, 1979.

BETTS, K. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. **Environmental Science & Technology**, 42:8995. 2008.

BOLAND, R.C.; DONOHUE, M.J. Marine debris accumulation in the nearshore marine habitat of the endangered Hawaiian monk seal, *Monachus schauinslandi*. **Marine Pollution Bulletin**, 46, 1385-1394, 2003.

CARPENTER, E.J.; ANDERSON, S.J.; HARVEY, G.R.; MIKLAS, H.P.; PECK, B.B. Polystyrene spherules in coastal waters. **Science**, New Series, vol. 178, p.749-750, 1972.

CARPENTER, E.J.; SMITH, K.L. Plastics on the Sargasso Sea surface. **Science**, 175, p.1240-1241, 1972.

CARSON, H.S. The incidence of plastic ingestion by fishes: from the prey's perspective. **Marine Pollution Bulletin**, 74, p.170-174, 2013.

CLAESSENS, M.; MEESTER, S.; VAN LANDUYT, L.; CLERCK, K.; JANSSEN, C.R. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.2199-2204, 2011.

COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p. 2588-2597, 2011.

COLTON, J.B.; KNAPP, F.D.; BURNS, B.R. Plastic particles in surface waters of the Northwestern Atlantic. **Science**, New Series, vol. 185, p.491-497, 1974.

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. **Environ. Monit. Assess.**, v. 168, p.299-304, 2010.

CUNDELL, A.M. Plastic Materials accumulating in Narragansett Bay. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 4, issue 4, p.187-188, 1973.

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

DIAS FILHO, M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, 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.8, 2010.

ELDER, D. L.; VILLENEUVE, J.P. Polychlorinated biphenyls in the Mediterranean Sea. **Marine Pollution Bulletin**, vol.8:1, p. 19-22, 1977.

ENDO, S. et al. 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.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Abordagens de problemas ambientais em praias: ênfase na industrialização, lixo marinho e seus riscos. In: XV ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA – EGAL, Havana. **Anais...** La Habana: Universidad de La Habana, 2015.

FALCÃO, P.M. Lixo marinho de origem industrial e as suas abordagens de risco. In: LOURENÇO, L. (Org.) **Multidimensão e territórios de risco**. Coimbra: Riscos & Universidade de Coimbra, 2014a.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Diagnóstico da presença de grânulos plásticos em praias do Estado de São Paulo, Brasil. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS – CBG, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2014c.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C.R. de G. Pellets plásticos nas praias do mundo: análise do estado da arte como ferramenta de auxílio à gestão costeira. In: Juan Manuel Barragán Muñoz. (Org.). **Gestión Integrada de Áreas Litorales, mirando a Iberoamerica**. Cádiz: Universidad de Cádiz, 2012a.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C.R. de G. Diagnóstico sobre a presença de pellets de plástico em praias do Estado de São Paulo, Brasil. In: II WORKSHOP ANTROPICOSTA IBEROAMERICA, Montevideo. **Anais...** Montevideo, Universidad de Montevideo, 2012c.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C.R. de G. Avaliação do conhecimento sobre a presença de grânulos plásticos (pellets) em áreas litorâneas do mundo: 1970-2011. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO / III ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SUL-AMERICANO. **Anais...** Búzios: ABEQUA, 2011a.

FISNER, M.; TANIGUCHI, S.; MOREIRA, F.; BÍCEGO, M. C.; TURRA, A. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in plastic pellets: variability in the concentration and composition at different sediment depths in a sandy beach. **Marine Pollution Bulletin**, 70, p.219-226, 2013.

FRIAS, J.P.G.L.; SOBRAL, P.; FERREIRA, A.M. Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. **Marine Pollution Bulletin**, v.60, p. 1988-1992, 2010.

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

GREGORY, M.R. Virgin plastic granules on Some Beaches of Eastern Canada and Bermuda. **Marine Environmental Research**, 10, p.73-92, 1983.

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

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

HAESBAERT, R. China na nova dinâmica global-fragmentadora do espaço geográfico. In: HAESBAERT, R. (Org.) **Globalização e fragmentação no mundo contemporâneo**. Niterói: Editora da UFF, 2013. 2ª ed. Revista e ampliada.

HAYS, H.; CORMONS, G. Plastic particles found in Tern Pellets, on Coastal Beaches and at Factory Sites. **Marine Pollution Bulletin**, vol.05:3, p. 44-46, 1974.

HOWELL, E. A.; BOGRAD, S. J.; MORISHIGE, C.; SEKI, M. P.; POLOVINA, J. J. On North Pacific circulation and associated marine debris concentration. **Marine Pollution Bulletin**, 65, p. 16-22, 2012.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. ***International Convention for the Prevention of Pollution from Ships – Marine Pollution (MARPOL)***.

Disponível em: <http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions.aspx>

Acessado em: 21 de dezembro de 2014.

INTERNATIONAL PELLET WATCH – IPW. **Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) using Beached Plastic Resin Pellets**. Disponível em: <http://www.pelletwatch.org> Acessado em: 12 de fevereiro de 2015.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. The presente and future of microplastics pollution in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.185, p.352-364, 2014a.

IVAR DO SUL, J.A.; COSTA, M.F.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, M.C.B. Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. **Marine Pollution Bulletin**, v. 78, p.252-257, 2014b.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F.; BARLETTA, M.; CYSNEIROS, F.J.A. Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, 75, p.305-309, 2013b.

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). **Marine Pollution Bulletin**, v.58, p.1229-1244, 2009.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: from the 1970 until now and where do we go from here? **Marine Pollution Bulletin**, 54, p.1087-1104, 2007.

JAMBECK, J.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, vol. 347, issue 6223, 2015.

KARAPANAGIOTI, H.K.; ENDO, S.; OGATA, Y.; HIDESHIGE, T. Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 62, issue 2, p.312-317, 2011.

KARTAR, S.; ABOU-SEEDO, F. Polystyrene spherules in the Severn Estuary - A progress report. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 7, issue 7, p.52, 1973.

KARTAR, S.; MILNE, R. A.; SAINSBURY, M. Polystyrene waste in the Severn Estuary. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 4, 144, 1973.

LEE, J.; HONG, S.; SONG, Y.K.; HONG, S.H.; JANG, Y.C.; JANG, M.; HEO, N.W.; HAN, G.M.; LEE, M.J.; KANG, D.; SHIM, W.J. Relationships among the abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea. **Marine Pollution Bulletin**, 77, p.349-354, 2013.

MAJER, A.P.; VEDOLLIN, 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.

MANO, E.B.; MENDES, L.C. **Introdução a polímeros**. São Paulo: Editora Blucher, 1999. 2ª ed. rev. e ampl.

MANO, E.B. **Polímeros como materiais de Engenharia**. São Paulo: Editora Blucher, 1991.

MANSOR, M.T.C.; CAMARÃO, T.C.R.C.; CAPELINI, M.; KOVACS, A.; FILET, M.; SANTOS, G.A.; SILVA, A.B. **Resíduos sólidos. Cadernos de Educação Ambiental**, nº6. São Paulo: SMA, 2010.

MANZANO, A.B. **Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MARCHESANI, D.S.; YANG, S.H.; ODA, D.V.; COSTA, M.H.N.; TAVARES FILHO, O.M.; BERTOZZI, C.P. Avaliação dos resíduos sólidos no estuário de Santos e São Vicente, Baixada Santista, SP, Brasil. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: AOCEANO, 2010.

MATO, Y.; ISOBE, T.; TAKADA, H.; KANEHIRO, H.; OHTAKE, C.; KAMINUMA, T. Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. **Environmental Science & Technology**, v.35, p.318-324, 2001.

MATTHEWS, G. Pollution of the oceans: an international problem? **Ocean Management**, v.1, p.161-170, 1973.

MENDONÇA, A.A.R.; SANTOS, J.A.T.N.; FALCÃO, P.M. Esférulas plásticas em praias da Cidade Baixa, Baía de Todos os Santos, Nordeste do Brasil. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AOCEANO, 2012.

MINCHIN, D. Tar pellets and plastics as attachment surfaces for lepadid cirripedes in the North Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v.32, p. 855-859, 1996.

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

- MORRIS, R.J. Floating plastic debris in the Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 11, p.125, 1980a.
- MORRIS, R.J. Plastic debris in the surface waters of the South Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 11, p.164-166, 1980b.
- MORRIS, A.W.; HAMILTON, E.I. Polystyrene spherules in the Bristol Channel. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 5, issue 5, p.26-27, 1974.
- OGATA, Y. et al. 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.
- PIANOWSKI, F. 1997. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**. Monografia. Rio Grande: FURG, 1997. 79p.
- PLATICS EUROPE. Plastics – the Facts 2011. An analysis of European Plastic Production, demand and recovery for 2010. **Reports**, UE: Association of Plastics Manufacturers, 2011.
- POSSATTO, F.E.; BARLETTA, M.; COSTA, M.F.; IVAR DO SUL, J.A.; DANTAS, D.V. Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.1098-1102, 2011.
- RIOS, L.M.; MOORE, C.; JONES, P.R. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.54, p. 1230-1237, 2007.
- RUA, J. Estados Unidos: ainda a potência dominante no século XXI? In: HAESBAERT, R. (Org.) **Globalização e fragmentação no mundo contemporâneo**. Niterói: Editora da UFF, 2013. 2ª ed. Revista e ampliada.
- SANTOS, I.R. Naves flutuantes de plástico. **Ciência Hoje**, vol. 37:220, p. 64-65, 2005.
- SANTOS, J.A.T.N.; FALCÃO, P.M. Lixo marinho em Salvador – Bahia: pellets de plástico nas praias da Calçada a Boa Viagem. In: SEMINÁRIO SUSTENTABILIDADE, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E RECURSOS NATURAIS – SUSDER, Salvador. **Anais...** Salvador: IFBA / Insituto Kirimurê, 2012.
- SANTOS, I.R.; BAPTISTA-NETO, J.A.; WALLNER-KERSANACH, M. Resíduos sólidos. In: BAPTISTA-NETO, J.A.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S.M. (Orgs.) **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- SENE, E. **Globalização e espaço geográfico**. São Paulo: Contexto Acadêmica, 2004.

SHIBER, J.G. Plastic pellets and Tar on Spain's Mediterranean beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v.18, p. 84-86, 1987.

SHIBER, J.G. Plastic pellets on Spain's "Costa del Sol" beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v.13, p.409-412, 1982.

SHIBER, J.G. Plastic pellets on the coast of Lebanon. **Marine Pollution Bulletin**, v.10, p.28-30, 1979.

SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M.F. Plastic litter on a urban beach – a case study in Brazil. **Waste Manag. Res.**, n.27, p.93-97, 2009.

TAKADA, H. Call for pellets! International Pellet Watch Global Monitoring of POPs using beached plastic resin pellets. **Marine Pollution Bulletin**, v.52, p. 1547-1548, 2006.

THOMPSON, R.; MOORE, C.; ANDRADY, A.; GREGORY, M.; TAKADA, H.; WEISBERG, S. New directions in plastic debris. **Science**, 1117b, 2005.

THOMPSON, R.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R.P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S.J.; JOHN, A.W.G.; McGONICLE, D.; RUSSELL, A.E. Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, 304, 838, 2004.

TURRA, A.; MANZANO, A.B.; DIAS, R.J.S.; MAHIQUES, M.M.; BARBOSA, L.; BALTHAZAR-SILVA, D.; MOREIRA, F.T. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. **Scientific Reports**, 4:4435, 2014.

TURRA, A.; MALUF, A.; MANZANO, A.B. Invasão de plásticos nos oceanos. **Ciência Hoje**, v. 46, n.246, p.40-45, 2008.

UNITED NATIONS (UN) – **Member States of the United Nations**. Disponível em: <http://www.un.org/en/members/>. Acessado em: 04 de abril de 2015.

WEBER, P. Abandoned seas: reversing the decline of the oceans. **Worldwatch Institute Review**, Washington D.C., p.89-111, 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **International Programme on Chemical Safety**. Disponível em: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/pesticides/en/ Acessado em: 12 de abril de 2015.

ZUJAR, J.O.; VILLALTA, I.V.; ROMERO, G.G. El acceso de los estados al mar: áreas costeras y cuencas marinas. In: VIVERO, J.L.S. (Org.) **Los océanos**. Medio ambiente, recursos y políticas marinas. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2001.

6 DIAGNÓSTICO DA PRESENÇA DE PELLETS DE PLÁSTICO EM PRAIAS DE SÃO PAULO

6.1 A zona costeira de São Paulo e as fontes de pellets

No Estado de São Paulo, a zona costeira apresenta uma extensão de 700 Km e uma área de aproximadamente 22.000 Km², cerca de 9% do território estadual, incluindo 36 municípios (FIGUEIREDO, 2012). (Figura 6.1) De acordo Souza; Suguio (1996) e Souza (1997), a atual linha de costa de São Paulo tem cerca de 430 Km de praias arenosas oceânicas, cujas características variam bastante ao longo do litoral, principalmente em função das diferenças geomorfológicas da zona costeira.

Figura 6.1: Zona costeira paulista, portos e regiões do litoral
Fonte: Elaborado por Falcão, Plínio (2015)

A zona costeira paulista é dividida em quatro setores: Litoral Norte, Baixada Santista, Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia e Vale do Ribeira. Na presente pesquisa adotou-se a designação de Litoral Sul para o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia, permanecendo com Litoral Norte e Baixada Santista, haja vista que os trabalhos foram realizados ao longo de praias arenosas oceânicas.

Os trabalhos ocorreram em praias de 15 municípios costeiros, sendo eles: Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela (Litoral Norte), Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe (Baixada Santista) e em Iguape, Ilha Comprida e Cananéia (Litoral Sul). Realizados em períodos distintos e percorridos mais de 600 Km observando características relacionadas aos processos costeiros e a distância de prováveis fontes emissoras de pellets no ambiente marinho.

As praias arenosas do litoral brasileiro tem sido, nas últimas décadas, um espaço de constante repercussão dos efeitos negativos das atividades humanas, a exemplo da poluição. Braga et al. (2004) considera que os estudos de áreas poluídas devem levar em conta a fonte desse problema, pois somente por meio dela será possível entender como determinados materiais e fluidos se dispersam pelo espaço, causando problemas de ordens diversas.

Os pellets, como explanado no capítulo anterior, são utilizados em diversas atividades e setores industriais, servindo de matéria prima de base para a indústria dos mais variados tipos de plásticos utilizados pela sociedade. Pequenas quantidades podem representar dezenas de quilos de plásticos produzidos (que também são um problema), porém, uma vez perdidos no ambiente, os danos ocasionados podem ser muito maiores, conforme relatado anteriormente. (Figura: 6.2)

Tradução: “O peso da garrafa de plástico (15 gramas) com a quantidade equivalente de pellets”

Figura 6.2: Pellets e garrafa de plástico
Fonte: Fonte: 5Gyres Institute (2013)

Como já relatado, a literatura científica aponta algumas fontes emissoras desse material no ambiente marinho e, dentre elas, estão as áreas dos sistemas industrial-portuário-logístico. Para este estudo, adotou-se as áreas portuárias como prováveis fontes emissoras de pellets ao mar, por meio dos canais fluviais, zonas estuarinas ou baías, haja vista a implantação dos modais do setor em diversos pontos da zona costeira brasileira, inclusive, em alguns Estados, com terminais próprios, a exemplo da Bahia.

Com isto não se objetiva inferir responsabilidades, mas dimensionar a questão espacialmente, para que, no futuro, os agentes produtores desses espaços tenham plena condição de acompanhar e mitigar problemas existentes. No entanto, vale reiterar que, de acordo com estudos, os pellets estão nas águas costeiras e praias há décadas; inclusive no litoral de SP, quando até adultos usuários das praias afirmam ter percebido a presença do material ainda na infância.

Portanto, em se tratando da costa paulista, as zonas logístico-portuárias de Santos (BS), São Sebastião (LN) e Paranaguá (Paraná) são consideradas

como áreas fonte neste estudo. Como não existe nenhum porto no litoral sul de SP, a consideração por Paranaguá se deu por duas razões: (a) pela sua adjacência / proximidade; (b) pela influência, ao sul de SP, das correntes de superfície de sentido sul para norte (ASSIREU, 1998), para além da distância (em linha reta paralela à costa) até Cananéia ser de 80,16 Km.

Mesquita (1983) apud Mesquita (1997) apresentou uma distribuição esquemática da circulação geral de superfície da região Sudeste, indicando os principais padrões de circulação, dentre os quais se verifica o sentido de sul para norte dentre as correntes de superfície. (Figura 6.3) Estas são indicadoras dos processos maiores que envolvem as influências de transporte de sul para norte, sobretudo nos deslocamentos de sistemas meteorológicos provenientes do sul.

Figura 6.3: Distribuição esquemática das correntes de superfície
Fonte: Mesquita (1997)

6.2 Os setores morfodinâmicos da costa paulista: importância de análise

A atual fisiografia costeira de São Paulo resulta de um encadeamento de eventos geológicos, geomorfológicos e climáticos, que determinaram a evolução do seu embasamento ígneo-metamórfico e a gênese das planícies costeiras e das praias atuais (SOUZA, 2012). As praias, enquanto ambiente, se particularizam por uma série de processos costeiros que, no caso de São Paulo, repercutem em dinâmicas diferentes ao longo do seu litoral.

A caracterização do comportamento morfodinâmico das praias paulistas foi elaborada por Souza; Suguio (1996) e Souza (1997), com base em trabalhos de campo realizados durante o inverno/1992 e o verão/1993, fotointerpretação de fotografias aéreas das décadas de 1960, 1970, 1980 e 1990 e dados obtidos por meio de questionários aplicados com guarda-vidas do Corpo de Bombeiros – Litoral (SOUZA, 1997). (Figura: 6.4) Souza; Suguio (1996) subdividiram o litoral de São Paulo em sete compartimentos ou setores morfodinâmicos. (Figura 6.5)

Figura 6.4: Setores morfodinâmicos do litoral paulista
Fonte: Souza (2012)

SETORES MORFODINÂMICOS DO LITORAL PAULISTA			
SETOR	PRAIA INICIAL / MUNICÍPIO	PRAIA FINAL / MUNICÍPIO	PRAIAS
I	Ararapira, Cananéia*	Juréia, Iguape	4
II	Rio Verde, Iguape	Guaraú, Peruíbe	5
III	Peruíbe, Peruíbe	Praia Grande, Praia Grande	3
IV	Capitão, São Vicente	Iporanga, Bertioga	14
V	Enseada, Bertioga	Baraqueçaba, São Sebastião	18
VI	Praias do canal de São Sebastião		São Sebastião
VII	Cigarras, São Sebastião	Cambury, Ubatuba**	33

*Divisa com o Estado do Paraná

**Divisa com o Estado do Rio de Janeiro

Figura 6.5: Setores morfodinâmicos estabelecidos para as praias paulistas

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Souza (2012)

De acordo com Souza (2012), os setores I e III apresentam praias dissipativas de alta energia e de orientação NE-SW, portanto, abertas para os sistemas de ondas de maior energia provenientes de S-SE, estando presentes nesses setores os arcos praias mais extensos de SP, com cerca de 70 Km (de Ilha Comprida a Praia Grande). O setor II abriga praias do tipo enseada, de morfodinâmica intermediária, ora com tendências dissipativas de alta energia e de baixa energia, ora com tendências reflexivas (SOUZA, 2012).

No setor IV ocorre mudança na direção da linha de costa, formando um grande embaçamento costeiro de orientação N-S representado pelas baías de Santos e de São Vicente, com a presença do Estuário Santista. As praias no interior das baías de São Vicente e Santos seguem orientações gerais EW e possuem morfodinâmica predominante dissipativa de baixa energia. No Guarujá, a maior parte das praias tem orientação NE-SW e apresenta estados intermediários com tendências dissipativas (SOUZA, 2012).

Em relação ao setor V, Souza (2012) caracterizou as praias de Bertioga como dissipativas com tendências intermediárias, e reflexivas e de alta energia em São Sebastião. Praias de estado morfodinâmico identificado como “misto” foram encontradas no setor VI, pois a presença da ilha e canal de São Sebastião resultou na formação de praias de muito baixa hidrodinâmica de ondas. E no setor VII, as reentrâncias formando grandes enseadas e pequenas baías

legaram vários tipos morfodinâmico, sendo mais comuns as dissipativas e reflexivas de baixa energia, e as intermediárias com tendências dissipativas e reflexivas de alta energia (SOUZA, 2012).

Por fim, os trabalhos de Souza (2012) apontam que, em termos gerais, de sul para norte do litoral paulista aumenta a refletividade das praias, enquanto a dissipativa diminui. Ainda conclui que isso é consequência da variabilidade da fisiografia costeira, que implica na mudança de forma e direção da linha de costa, bem como na sua orientação em relação ao ataque das ondas mais energéticas ligadas aos sistemas frontais e ciclones extratropicais (SSW-S-SSE).

O conhecimento da classificação morfodinâmica e suas atualizações para as praias de São Paulo (SOUZA; SUGUIO, 1996; SOUZA, 1997; SOUZA, 2012) se constitui na mais importante base para a análise da presença de pellets em praias arenosas. O estado morfodinâmico da praia contribui para inferir os processos de chegada do material, correlacionando-o com o distanciamento das prováveis fontes, nesse caso, as áreas portuárias.

6.3 Presença e distribuição de pellets em praias de São Paulo

Em períodos distintos durante os anos de 2011, 2012 e 2014 foram realizados trabalhos em campo com o objetivo de observar e diagnosticar a presença de pellets de plástico em praias do Estado de São Paulo, durante os quais foram percorridos mais de 600 Km ao longo dos 15 municípios costeiros, de acordo com os roteiros apresentados na figura abaixo. (Figura 6.6)

ÁREA	PERÍODO	ROTEIRO
Baixada Santista e Litoral Sul	Setembro 2011	Santos até Ilha Comprida
Litoral Norte	Setembro 2011	São Sebastião até Ubatuba
Baixada Santista	Dezembro 2011	Bertioga

Litoral Sul	Maio 2012	Ilha Comprida até Cananéia
Litoral Norte	Maio 2012	Ubatuba
Baixada Santista	Setembro 2011	São Vicente, Santos e Guarujá
Litoral Norte	Abril 2014	Ubatuba

Figura 6.6: Roteiros de campo pelo litoral paulista
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

O diagnóstico foi realizado observando os seguintes itens: estado morfodinâmico da praia, presença de linhas de deixa de marés ordinárias e de ressacas e material associado às deixas. Buscou-se identificar linhas de deixa preservadas de interferências antropogênicas, a exemplo de limpeza das praias (trator ou rastelo), atividades recreativas e náuticas (tráfego de embarcações).

O procedimento de coleta ocorria após as observações, sendo realizado de acordo com o seguinte critério: em aproximadamente 10 metros lineares de deixa preservada (de praia onde são encontrados) foram coletados os pellets encontrados em dois setores específicos: (a) Zona de Deixa Atual (ZDD), comumente associada ao estirâncio; (b) Zona de Deixa na Pós-Praia (ZDPP), sendo esta comumente associada aos últimos eventos intensos de ressacas.

Para melhor definir a gradação de pellets em uma praia, foi elaborada uma classificação para as quantidades encontradas, designadas pelas categorias: ausente, raros, poucos e muitos. Em relação ao metro linear de linha de deixa, foram atribuídos os valores no quadro abaixo (figura 6.7):

PELLETS POR METRO LINEAR	INTENSIDADE
0	Ausente
1 a 5	Raros
6 a 11	Poucos
> 12	Muitos

Figura 6.7: Quantidade de pellets encontrados por linha de deixa
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Os trabalhos foram executados em 55 arcos praias, cujos estados morfodinâmicos foram classificados e atualizados por Souza (1997, 2012). Desses, foram encontrados e coletados pellets em 39 praias distribuídas por todos os municípios, enquanto que em 16 eles não foram localizados, mesmo para trechos distintos observados ao longo do arco praial. (Figura 6.8)

Figura 6.8: Ausência e presença dos pellets por quantidade de praias (municípios)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

6.3.1 Litoral Norte

Neste segmento do litoral foram analisadas 36 praias ao longo dos municípios de Ilhabela (7), Caraguatatuba (4), São Sebastião (4) e Ubatuba (21). Os pellets foram encontrados e coletados em 26 arcos praias, enquanto que em 13 praias eles não foram visualizados, sendo, por sua vez, classificados como ausentes. Estes resultados foram sintetizados de acordo com as coletas realizadas na ZDD e ZDPP das praias. (Figura 6.9)

LITORAL NORTE							
PRAIA	MUNICÍPIO	ZDD	QTD	ZDPP	QTD	TPPr	MD
Armação	Ilhabela	Ausente	0	Ausente	0	0	M
Barreiros	Ilhabela	Ausente	0	Ausente	0	0	M
Curral	Ilhabela	Ausente	0	Poucos	6	6	M
Engenho D'Água	Ilhabela	Ausente	0	Ausente	0	0	M
Perequê	Ilhabela	Ausente	0	Raros	4	4	M
Ponta das Cabras	Ilhabela	Ausente	0	Ausente	0	0	M
Saco da Capela	Ilhabela	Raros	4	Poucos	7	11	M
Cidade	Caraguatatuba	Ausente	0	Raros	2	2	Db-I
Massaguaçu	Caraguatatuba	Ausente	0	Raros	2	2	Ra-I e Da
Palmeiras	Caraguatatuba	Muitos	14	Muitos	16	30	Db-I
Tabatinga	Caraguatatuba	Raros	4	Muitos	23	27	I-Rb
Baraqueçaba	São Sebastião	Ausente	0	Raros	2	2	Db
Cigarras	São Sebastião	Poucos	8	Poucos	8	16	I-Rb
Maresias	São Sebastião	Ausente	0	Raros	3	3	I
Pontal da Cruz	São Sebastião	Poucos	7	Poucos	6	13	M
Barra Seca	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb-I
Cais	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb
Domingas Dias	Ubatuba	Ausente	0	Raros	2	2	Rb
Dura	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Db
Estaleiro / Ubatumirim	Ubatuba	Ausente	0	Raros	4	4	Db-I
Fazenda-Bicas	Ubatuba	Poucos	6	Muitos	12	18	Db-I
Félix	Ubatuba	Ausente	0	Raros	2	2	I-Ra
Fortaleza	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb-I
Iperoig	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb
Itaguá	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb
Itamambuca	Ubatuba	Ausente	0	Raros	5	5	Ra-I e Db
Lázaro	Ubatuba	Raros	3	Muitos	18	21	Db-I
Maranduba	Ubatuba	Raros	4	Poucos	6	10	Db
Perequê-Açu	Ubatuba	Ausente	0	Poucos	6	6	Db
Perequê-Mirim	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	I-Db
Praia Grande	Ubatuba	Poucos	9	Muitos	16	25	I-Da
Sununga	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	I-Ra
Tenório	Ubatuba	Raros	3	Muitos	13	16	I-Db
Toninhas	Ubatuba	Muitos	14	Muitos	19	33	I-Rb
Vermelha de Fortaleza	Ubatuba	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb-I
Vermelha do Norte	Ubatuba	Ausente	0	Raros	3	3	Ra-I

ZDD: Zona de Deixa Atual
QTD: quantidade por metro (linear)

ZDPP: Zona de Deixa Pós-Praia
TPPr: Total de pellets por praia

Figura 6.9: Síntese dos trabalhos (Litoral Norte) – pesquisa de campo (2011-2014)
Fonte: Elaborado pelo autor com base em pesquisa de campo (2015)

Os estados morfodinâmicos da classificação de Souza (1997, 2012) para as praias paulistas devem ser lidos de acordo com as seguintes designações: **D** (Dissipativa), **I** (Intermediária), **R** (Reflectiva), **a** (alta energia), **b** (baixa energia) e **M** (Misto). Por exemplo, as praias do Estaleiro / Ubatumirim (Db-I) e Itamambuca (Ra-I e Db) correspondem, respectivamente, a Dissipativa de baixa energia com tendência a intermediária; e Reflectiva de alta energia com tendência a intermediária e também Dissipativa de alta energia. Esse último exemplo corresponde a uma praia que apresenta estágios diferentes ao mesmo tempo.

A compilação dos resultados das amostras coletadas nas zonas das praias (ZDD e ZDPP) indicou que, dentre as praias nas quais são encontrados, os pellets estão majoritariamente concentrados na zona de deixa da pós-praia (ZDPP), o que pode ser observado na sequência dos gráficos que apresentam as concentrações por zonas da praia, para cada município analisado. (Figuras: 6.10; 6.11; 6.12; 6.13)

Figura 6.10: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.11: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.12: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.13: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

De um modo geral, o estado morfodinâmico das praias do Litoral Norte é variável, devido à particularidade da região, pois a costa é dominada por enseadas e baías (SOUZA, 2012) que influenciam no desenho costeiro e, por sua vez, na morfodinâmica. Isto porque as atividades naturais sobre a costa tem perfil diferenciado, comparado às áreas de costas oceânicas retilíneas.

Verifica-se, então, que apesar dos obstáculos naturais da fisiografia, os pellets chegam às praias do norte de SP, que em sua maior parte tendem a configurações mais abrigadas frente aos regimes naturais. No entanto, ainda que forçantes naturais como marés meteorológicas propiciem a presença desse material nas praias, tanto em suas linhas de deixa de estirâncio, como na pós-praia, busca-se comparar o setor com outras realidades a fim de melhor conhecimento.

6.3.2 Baixada Santista

Os trabalhos realizados ao longo dessa região apontam para números maiores em relação à costa norte do Estado. Aqui foram analisados 14 arcos de praia nos municípios de Bertioga (3), Guarujá (4), Santos (1), São Vicente (2), Praia Grande (1), Mongaguá (1), Itanhaém (1) e Peruíbe (1), dos quais 11 apresentaram pellets e em 3 estiveram ausentes.

A seguir, o quadro síntese compila as informações dos trabalhos realizados neste setor. Vale salientar que no quadro a praia de Santos corresponde a apenas um arco praial, considerando-se apenas uma subdivisão em três pontos, porque foram examinadas áreas distintas do seu comprimento. (Figura 6.14)

BAIXADA SANTISTA							
PRAIA	MUNICÍPIO	ZDD	QTD	ZDPP	QTD	TPPr	MD
Santos - Boqueirão	Santos	Muitos	12	Muitos	19	31	I-Db
Santos - José Menino	Santos	Muitos	13	Muitos	17	30	I-Db
Santos - Ponta da Praia	Santos	Muitos	12	Muitos	16	28	I-Db
Astúrias	Guarujá	Raros	4	Raros	4	8	Db-I
Góes	Guarujá	Poucos	9	Muitos	21	30	Rb-I
Guaiúba	Guarujá	Poucos	7	Muitos	12	19	I-Db
Perequê	Guarujá	Raros	4	Muitos	19	23	Db-I
Gonzaguinha	São Vicente	Ausente	0	Ausente	0	0	Rb e Db
Itararé	São Vicente	Muitos	12	Muitos	19	31	I-Db
Praia Grande	Praia Grande	Poucos	7	Muitos	14	21	Da-I
Mongaguá	Mongaguá	Ausente	0	Ausente	0	0	Da-I
Itanhaém	Itanhaém	Sem ZDD	0	Raros	3	3	Da-I
Peruíbe	Peruíbe	Sem ZDD	0	Poucos	6	6	Da-I
Boracéia	Bertioga	Muitos	18	Muitos	21	39	Da-I
Guaratuba	Bertioga	Muitos	13	Muitos	16	29	Da-I
Itaguapé (fz)	Bertioga	Ausente	0	Ausente	0	0	Da-I

ZDD: Zona de Deixa Atual
QTD: quantidade por metro (linear)

ZDPP: Zona de Deixa Pós-Praia
TPPr: Total de pellets por praia

Figura 6.14: Síntese dos trabalhos (Baixada Santista) – pesquisa de campo (2011)
Fonte: Elaborado pelo autor com base em pesquisa de campo (2015)

A Baixada Santista se destaca pelas maiores concentrações de pellets em cada município. Diferentemente do setor anterior (LN), nessa região se concentram quantidades maiores tanto na ZDD quanto na ZDPP. Inclusive, na ZDD, a chegada do material é constante nas deixas de momento, pois com ou sem outros materiais associados, sempre será verificada a presença de pellets.

Todavia, as análises apontam que, ainda assim, a ZDPP abriga maior quantidade do material, conforme apresentam os gráficos a seguir (figuras 6.15; 6.16; 6.17; 6.18; 6.19; 6.20; 6.21; 6.22). E isto referente às deixas preservadas de interferências antropogênicas, visto que praias como Santos, Praia Grande e os arcos praias do Guarujá recebem, cotidianamente, os tratores da limpeza pública urbana que visam remover o lixo das praias, remobilizando a ZDPP. Mas o padrão das observações se deteve em horários e deixas preservadas dessas ações.

Quatro praias se diferenciaram em relação ao perfil geral da Baixada Santista: Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe e o trecho da foz do Itaguapé (Bertioga). Na primeira, os pellets não foram encontrados em nenhuma das zonas analisadas, nem associado a qualquer tipo de material. Pequena quantidade foi visualizada em Itanhaém e Peruíbe, mas exclusivamente na ZDPP. E em Bertioga, no trecho da foz do rio Itaguapé, não foi visto nenhum pellet, embora a área esteja relacionada a intensa atividade hidrodinâmica caracterizada por desembocaduras fluviais.

Figura 6.15: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.16: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.17: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.18: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.19: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.20: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.21: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.22: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

A Baixada Santista se enquadra no domínio de três setores morfodinâmicos caracterizados por Souza (1997), sendo eles o setor III (Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande), setor IV (São Vicente, Santos e Guarujá) e o setor V (Bertioga e parte de São Sebastião). Por sua vez, as praias analisadas são englobadas nesses três compartimentos do litoral, nos quais predominam as praias dissipativas (SOUZA, 2012).

Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe são praias dissipativas de alta energia com tendência a Intermediária (Da-I), no entanto, Mongaguá (ausência total) se diferenciou de Itanhaém e Peruíbe, mas por baixa concentração. Em contrapartida, Praia Grande, com o mesmo estado, apresentou muitos pellets ao longo da praia. Já na praia do Góes (Guarujá), do tipo reflectiva de baixa energia com tendência à intermediária (Rb-I), muitos pellets estavam na ZDD quanto na ZDPP.

Nota-se que, em maior parte, o padrão morfodinâmico das praias em relação à concentração de pellets (ausente, maior ou menor) pode ser muito similar, como nas situações supracitadas. Todavia, alterações podem se dar por

conta da proximidade das praias em relação à fonte. A praia do Góes, por exemplo, está diante do canal de saída da zona portuária-industrial de Santos, e se trata de uma praia extremamente dinâmica. Praia Grande, por sua vez, se aproxima mais do estuário de Santos, comparada a Mongaguá, por exemplo.

6.3.3 Litoral Sul

Um número menor de praias foi analisado neste segmento litorâneo, em comparação aos dois anteriores. Compreende os municípios de Iguape (2), Ilha Comprida (1) e Cananéia (2), sendo 05 praias observadas, com a presença dos pellets em todas. A seguir, o quadro apresentado sintetiza a realidade de campo em relação às coletas. (Figura 6.23)

LITORAL SUL							
PRAIA	MUNICÍPIO	ZDD	QTD	ZDPP	QTD	TPPr	MD
Juréia	Iguape	Raros	5	Muitos	13	18	Da
Leste	Iguape	Ausente	0	Poucos	6	6	Da
Ilha Comprida	Ilha Comprida	Muitos	13	Muitos	31	44	Da
Ilha do Cardoso - Cambriú	Cananéia	Ausente	0	Poucos	7	7	Db-I
Ilha do Cardoso - Marujá	Cananéia	Sem LD	0	Muitos	13	13	Db-I

ZDD: Zona de Deixa Atual

ZDPP: Zona de Deixa Pós-Praia

QTD: quantidade por metro (linear)

TPPr: Total de pellets por praia

Figura 6.23: Síntese dos trabalhos (Litoral Sul) – pesquisa de campo (2011-2012)
Fonte: Elaborado pelo autor com base em pesquisa de campo (2015)

Tanto quanto nas outras duas regiões, no Litoral Sul os pellets estiveram quase que absolutamente concentrados na ZDPP, com maior ocorrência em Ilha Comprida, que também se destacou pela presença de muitos pellets na ZDD. Entretanto, em Iguape e Cananéia as incidências em ZDD foram muito menores, quando comparadas todas as praias avaliadas no segmento. (Figuras 6.24; 6.25; 6.26)

Figura 6.24: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.25: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.26: Pellets encontrados por zona da praia (ZDD e ZDPP)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

As praias da Juréia, Leste e Ilha Comprida são classificadas como dissipativas de alta energia (Da), enquanto que em Cambriú e Marujá (Ilha do Cardoso) predomina o estado dissipativa de baixa energia com tendência à intermediária (Db-I). No entanto, a chegada e distribuição dos pellets nessas praias pode estar diretamente vinculada à proximidade de área fonte, visto que praias vizinhas (a norte) como Peruíbe, Itanhaém e Mongaguá não registram quantidades grandes de pellets, ainda que possuam o mesmo estado morfodinâmico (dissipativa).

6.4 Distribuição e fontes no litoral

Como já é sabido, os pellets de plástico possuem características físicas que os tornam flutuantes, na maioria das vezes. É por conta dessa capacidade que eles viajam por milhares de quilômetros sobre as águas, sendo facilmente transportados pelas ondas, marés e correntes de maré. A chegada nas praias está relacionada a sua movimentação nesses sistemas, a exemplo das ondas,

que transportam não apenas os pellets, mas também outros materiais a eles associados.

Observou-se, com os itens anteriores, que é nas zonas de deixa da pós-praia (ZDPP) que os pellets se concentraram intensamente. Nesta zona, na maioria das praias, considerando suas características de peso, densidade e tamanho, os sistemas de marés ordinárias (frequentes) não seriam suficientes para, isoladamente, transportá-los aos pontos mais altos das feições.

Para que haja esse transporte é necessária a ocorrência de um evento de maior intensidade, a exemplo dos extremos de marés meteorológicas / ressacas, que detêm a capacidade de avançar sobre a costa. Dessa forma, são transportadas (para áreas mais altas das praias) grandes quantidades de matéria orgânica (gravetos, restos animais, material biodetrítico) e resíduos em geral (plásticos, vidros, metais, bem como os próprios pellets), formando as linhas de deixa.

Rossetti (2008) ilustrou, com o movimento de um objeto na superfície da água, como seria o seu comportamento com o avanço da onda, no transporte do material. (Figura 6.27) Da mesma forma, as marés meteorológicas, sob forte agitação marítima, são transportadoras de materiais flutuantes sobre as praias, depositando-os sobre o sistema praial. (Figura 6.28) Assim, é possível inferir a chegada na praia e a deposição de pellets nas zonas de deixa da pós-praia (ZDPP).

Figura 6.27: Comportamento de objeto sobre a onda
Fonte: Adaptado de Rossetti (2008)

Figura 6.28: Transporte dos pellets por meio de maré meteorológica
Fonte: Adaptado de Souza et al. (2005)

Dentre os processos ocorrentes, as ressacas anteriores podem ser dimensionadas a partir da herança da linha de deixa nas zonas mais altas de uma praia (de acordo com a sua morfodinâmica e características como largura, comprimento, declividade, etc.), o que, inclusive, subsidiou as observações realizadas em todos os segmentos anteriormente mencionados.

Por outro lado, para além dos sistemas que contribuem para a chegada e adesão dos pellets nas praias (ondas, marés ordinárias, marés meteorológicas / ressacas e morfodinâmica), deve-se, ainda, considerar a relação distância-proximidade de prováveis fontes, como no caso dos portos de São Sebastião, Santos e Paranaguá (PR).

Todavia, é importante salientar que na região portuária de Santos existe empresas que fabricam e transportam pellets a partir daquele local. As informações obtidas durante a pesquisa sinalizavam que o Porto de Paranaguá não trabalha com esse tipo de material, bem como o Porto de São Sebastião, cujas atividades praticamente se restringem à petroquímica. Contudo, na ANTAQ e na CODESP esses portos estão cadastrados como transportadores

de granéis sólidos e químicos, o que não os anula da possibilidade em, minimamente, transitar a carga.

Como visto anteriormente, praias com morfodinâmica iguais podem apresentar similaridade ou mesmo diferenças, no que tange à concentração de pellets, tanto em ZDD quanto em ZDPP. Mas a distância das fontes e as correntes litorâneas associadas aos processos costeiros em geral, aumentam as possibilidades de chegada (ZDD) e acúmulo (ZDPP) do material nas praias. Algumas correlações verificadas nas praias dos setores analisados confirmaram essas tendências.

Partindo desses pressupostos, os resultados das coletas foram agrupados de acordo com as regiões do litoral (Norte, Baixada Santista e Sul), com a finalidade de interpretar as concentrações e observar as suas tendências. As menções anteriores apresentaram o acúmulo dos pellets principalmente nas zonas de pós-praia de todos os sistemas analisados, todavia, a distribuição geral desses microplásticos foi detalhada nos gráficos a seguir. (Figuras 6.29; 6.30; 6.31)

Figura 6.29: Concentrações e tendências por região (Litoral Norte)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.30: Concentrações e tendências por região (Baixada Santista)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 6.31: Concentrações e tendências por região (Litoral Sul)
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Embora o maior número de praias analisadas tenha sido no município de Ubatuba, assim como o maior número de pellets coletados nas amostras (145), regionalmente a maior concentração do material se deu nos municípios da

Baixada Santista, nos quais foram coletados 298 exemplares, expressivamente concentrados em Santos (89), Guarujá (80) e Bertioga (68). O litoral sul apresentou uma concentração interessante, praticamente equilibrada entre Iguape e Cananéia, mas expressiva em Ilha Comprida, que, de acordo com Souza (2012) é a maior praia de SP, com 72 Km de comprimento.

O Litoral Norte registrou menor concentração nos municípios de São Sebastião e Ilhabela, cujo estado morfodinâmico das praias varia entre **M**, **Db**, **I-Rb** e **I**. Exceto Maresias, com orientação para S, as outras praias estão associadas ao canal, cuja hidrodinâmica é diferenciada devido a presença da Ilha de São Sebastião, não havendo ondas geradas em mar aberto, predominando as ondulações formadas por ventos locais (fracos a moderados) e intensas correntes de fundo (SOUZA, 2012).

A praia de Maresias, pela sua orientação, receberia influências dos sistemas e correntes provenientes de sul. Considerando que o porto de São Sebastião está mais a norte e no canal, para que essa praia receba maiores quantidades de pellets é necessário que haja a influência de intensos sistemas provindos de sul, além de extremos de marés meteorológicas. No entanto, sob condições normais, a sua condição intermediária (**I**) acumula poucos pellets.

Caraguatatuba apresentou pellets em todas as praias analisadas, com destaque para Palmeiras, com orientação para E, e Tabatinga, orientada para S-SW. Essas praias são mais abertas em relação aos sistemas de circulação, cuja quantidade de pellets (muitos) pode ser exatamente provinda da sua fonte sul mais próxima, que é o canal e a zona portuária de São Sebastião.

Ubatuba tem a situação mais complexa do litoral paulista, devido à fisiografia costeira, com a presença de inúmeras enseadas e baías, características de um litoral intensamente recortado. Embora o número de praias analisadas nesse município tenha sido o maior (21), os microplásticos foram encontrados em apenas 12 delas, em situações de rara a alta concentração. Os destaques para maior quantidade foram nas praias (e orientações) de Fazenda-Bicas (S), Lázaro (S-SW), Praia Grande (SE), Tenório (S) e Toninhas (E).

Com exceção do Lázaro, essas praias estão, em geral, com suas aberturas voltadas para as áreas de atuação dos sistemas meteorológicos de sul e leste, inclusive de influência de ciclones extratropicais. O deslocamento de correntes de superfície (S-N) contribui com o transporte de materiais em flotação,

com chegada a essas praias. O Lázaro corresponde ao arco praiial mais aberto, com característica **Db-I**, cuja orientação S-SW não impede que ante eventos mais intensos, a praia receba pellets.

A elevada concentração na Baixada Santista a diferencia em relação à costa de SP, por ser a maior área fonte do Estado. Como já relatado, existe empresas de produção de polímeros no entorno do estuário santista, além das operações logísticas envolvendo carga, transporte e descarga. A praia de Santos e as praias do Guarujá e de São Vicente adjazem essa fonte, por isso apresentam quantidades elevadas dos microplásticos.

O arco praiial de Santos (**I-Db**) está sob influência direta do canal de saída do estuário santista, de onde provém grande parte dos pellets de plástico, considerando a informação supramencionada. Por sua vez, o acúmulo ao longo dessa praia é absolutamente grande, tanto em superfície quanto, segundo os estudos proferidos por Manzano (2009), soterrados. Com seu embaimento voltado para S, essa praia é diretamente influenciada por sistemas meteorológicos, inclusive aqueles relacionados a eventos extremos.

Assim, após situações de intensidade meteorológica e oceanográfica, a quantidade de pellets sobre a praia se eleva consideravelmente, significando que a relação entre saída e entrada de material na região é alta. Os processos hidrodinâmicos de superfície influenciam diretamente no deslocamento de quantidades de pellets para as praias de municípios imediatamente vizinhos, a exemplo do Guarujá e de São Vicente.

No Guarujá foram encontrados pellets em todas as praias analisadas, todavia, a praia do Góes, que tem estado morfodinâmico **Rb-I** acumulava a maior quantidade. Para esta praia, especificamente, vale assinalar a sua condição especial de localização em frente ao canal do porto / saída do estuário. Astúrias, voltada para E apresentou menor quantidade durante a pesquisa em campo. No entanto, Guaiúba (S) e Perequê (E), apresentaram valores maiores, mas são influenciadas pelas correntes de superfície S-N.

As praias de São Vicente são influenciadas pelos sistemas hidrodinâmicos internos do estuário e da baía de Santos. Bertioga, classificadas como Da-I, estão voltadas para S. No entanto, o trecho da praia de Itaguapé (no trecho da foz) possui hidrodinâmica peculiar às áreas de desembocadura, cuja dinâmica modifica a área, não sendo encontrado aí nenhum pellet de plástico.

As praias do setor centro-sul da Baixada Santista já foram explicadas anteriormente, tendo como principal fator vinculado à ausência ou baixa concentração, o distanciamento de fontes portuárias. Por essa razão, pequena quantidade ou mesmo ausência de pellets caracterizam esta área. Verifica-se, portanto, que os municípios de maior acúmulo de pellets são, exatamente, aqueles mais próximos às fontes emissoras desse material nas águas costeiras, que no caso da Baixada Santista são aqueles no entorno do estuário santista.

Para sul, Ilha Comprida concentrou a maior quantidade de pellets nas praias, comparada à Iguape e Cananéia. Praias de estado **Da** e **Db-I**, e a consideração de correntes no sentido S-N para a região, apontam a probabilidade de um porto a sul, que, nesse caso, seria o complexo portuário de Paranaguá. No entanto, a concentração de pellets nesse segmento do litoral tem sido importante na definição de que esses acúmulos estão associados às fontes próximas e condicionados pela circulação de correntes em superfície e influência de processos costeiros.

Os trabalhos em campo, as coletas e a análise das concentrações por praias, zonas da praia, municípios e região definiram melhor a correlação entre presença / acúmulo de pellets e proximidade / distanciamento de fontes. Dessa forma, a regionalização dessas informações permitiu a elaboração de um mapa que apresenta claramente essa realidade na qual os segmentos apresentam zonas de concentração em cada região. (Figura 6.32)

Foram criadas categorias para a quantidade de pellets coletados em cada município, formando uma escala cujo objetivo é representar esse pólos de concentração em cada zona do litoral do Estado. Áreas de concentração definidas a norte do porto de São Sebastião, a norte do porto de Santos e a norte de Paranaguá (PR).

Figura 6.32: Concentração de pellets em praias do Estado de São Paulo, Brasil
Fonte: Falcão, Plínio (2015)

6.5 Referências do capítulo

ASSIREU, A.T. **Análise da circulação superficial oceânica na costa sudeste-sul do Brasil, a partir da utilização dos dados de derivadores rastreado por satélite.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L. **Introdução à Engenharia Ambiental.** O desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

FIGUEIREDO, F.E.L. (Org.) **Zona costeira paulista.** Relatório de Qualidade Ambiental. São Paulo: SMA / CPLA, 2012.

MESQUITA, A.R. Marés, circulação e nível do mar na costa sudeste do Brasil, **Arquivos Fundespa**, 1997.

SOUZA, C.R. de G. Praias arenosas oceânicas do Estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, Special Issue, p. 307-371, 2012.

SOUZA, C.R. de G. **As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo.** Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. Coastal erosion and beach morphodynamics along the state of São Paulo (SE Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.68 (3), p.405-424, 1996.

7 PELLETS EM PRAIAS DA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA: CORRELAÇÃO ENTRE ÁREA FONTE E ACÚMULO NAS PRAIAS

7.1 Região Metropolitana da Baixada Santista

Trata-se de uma das mais importantes áreas do Estado de São Paulo, abrangendo os municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, com uma área territorial de 2.422 Km² e uma população de 1,7 milhão de habitantes (IBGE, 2014).

A região caracteriza-se pela diversidade de funções nos seus municípios. Além do parque industrial de Cubatão e do Complexo Portuário de Santos, desempenha funções de destaque em nível estadual, como as atividades industrial e de turismo (EMPLASA, 2015).

Com aproximadamente 13 Km de cais, quase 500 mil m² de armazéns, o Porto de Santos, maior e mais importante complexo portuário da América do Sul, movimenta anualmente 76 milhões de toneladas, entre carga geral, líquidos e sólidos a granel e mais de 40% do movimento nacional de contêineres. As atividades industriais em Cubatão, assim como as portuárias em Santos, respondem por um enorme Produto Interno Bruto (EMPLASA, 2015).

O presente estudo conduziu trabalhos nos seguintes municípios e praias: Bertioga (Itaguapé), Guarujá (Guaiúba, Tombo, Enseada e Góes), Praia Grande (arco praial), Santos (arco praial), São Vicente (Gonzaguinha) e Juréia (São Sebastião / limite com Bertioga), totalizando 09 praias em 39,8 Km de costa. (Figura 7.1) Além das praias, foi realizado um trabalho no Estuário de Santos para fundamentar a referência à região como principal fonte no Estado.

A escolha da região e, especificamente, destes municípios, se deu pela sua condição de maior área-fonte emissora de pellets de plástico na costa do Estado de São Paulo, na qual, previamente, já foram identificadas (conforme capítulo anterior) as maiores concentrações de microplásticos do segmento litorâneo.

Figura 7.1: Praias amostradas em municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista (2014)
 Fonte: Falcão, Plínio (2015)

7.2 Os pellets no Estuário de Santos / São Vicente

A poluição marinha e costeira, como dito anteriormente, tem considerável parte de suas origens no interior dos continentes, no qual ocorrem inúmeras atividades industriais, agrícolas, pecuária e agroindustriais. Canais fluviais, drenagens, estuários e desembocaduras correspondem a alguns dos meios pelos quais agentes dessas poluições chegam às águas oceânicas e costeiras, vindo a interferir diretamente nos ecossistemas da costa, como é o caso das praias.

O estuário é um ecossistema costeiro para o qual existem várias definições. Para Rossetti (2008), a mais utilizada por geólogos e geomorfólogos é a de que esse sistema corresponde a um corpo de água semifechado no qual ocorre mistura de processos fluviais e marinhos. Segundo Tundisi; Tundisi (2008), são formados por movimentos de submergência ou emergência das áreas costeiras, resultantes da movimentação de placas e de efeitos locais, como, por exemplo, direção e força das correntes, ação das ondas, deposição de sedimentos lançados por rios, glaciações e efeitos das marés.

A distribuição da energia total produzida pela interação de processos fluviais e marinhos resulta na subdivisão interna do estuário em três setores: um interno, dominado por processos fluviais; um central, dominado por processos de baixa energia e no qual ocorre equilíbrio entre processos marinhos (principalmente representado por correntes de maré) e fluviais; e um externo, em que se dá o domínio de processos marinhos (ondas e correntes de maré) (ROSSETTI, 2008).

Segundo Tundisi; Tundisi (2008), os sedimentos refletem a complexa e dinâmica natureza desse ecossistema e a sua deposição é decorrente do fluxo a partir dos rios, do trabalho da água costeira e da distribuição de correntes no interior do estuário. Próximo à costa os sedimentos dominantes são arenosos, e, no seu interior, há sedimento fino e muitas vezes argiloso, com grande concentração de matéria orgânica.

O Estuário de Santos e São Vicente está localizado ao sul do Trópico de Capricórnio, compreendendo a área da escarpa da Serra do Mar, planície

sedimentar, até o mar entre os rios Mongaguá e Itapanhaú, em Bertioga (ALFREDINI; ARASAKI, 2009). Segundo Herz (1991) apud Alfredini; Arasaki (2009), nas áreas planas do Estuário de Santos, sujeitas à ação das marés, ocorrem cerca de 40% dos manguezais do litoral paulista.

A última etapa dos trabalhos de campo da pesquisa envolveu uma verificação de possível presença de pellets em pontos desse Estuário, tomando como base o princípio da zona industrial-portuária como precisa fonte emissora de pellets no ambiente. Para essa atividade contou-se com uma embarcação rápida particular, alugada no Guarujá, e num percurso de 3 horas foram observadas algumas áreas de mangue e planícies de maré dentro do estuário.

Essas observações se justificam pela aferição de presença e quantidade de pellets na zona estuarina, relacionando-os com as praias externas ao estuário, visto que os canais funcionam como elo entre seu interior e as águas externas. Embora seja um ambiente muito dinâmico, sobretudo pelos efeitos das correntes e das marés, podendo apresentar vários cenários, é consistente a existência do material, exatamente por conta do aglomerado produtivo e logístico local.

O percurso obedeceu ao seguinte roteiro: subida pelo canal estuarino de Santos, em seguida o Canal da Cosipa, depois o Largo do Caneú e, por fim, a entrada do Canal da Bertioga. Durante a atividade foram realizadas 17 paradas, as quais foram denominadas, em geral, como ponto de coleta (PC). Ali eram observadas as características como fisiografia local, intervenções humanas e associação dos pellets com outros materiais ou resíduos. Todavia, coletas foram realizadas quando, de fato, pellets eram encontrados. (Figura 7.2)

● Pellets encontrados

● Pellets não encontrados

Figura 7.2: Roteiro e coletas no Estuário de Santos e São Vicente – Pesquisa de campo 2014
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os resultados obtidos a partir do roteiro foram sintetizados e organizados no quadro a seguir. (Figura 7.3)

PONTO	PE	PRPM	MANGUEZAL	LIXO	OCUPAÇÃO
PC-1	0	X		X	X
PC-2	0	X			
PC-3	5	X			
PC-4	0	X			
PC-5	6		X		
PC-6	0		X		
PC-7	8		X	X	
PC-8	0		X		
PC-9	3		X	X	
PC-10	4		X		
PC-11	0	X			
PC-12	11	X		X	X
PC-13	13	X		X	X
PC-14	12	X		X	X
PC-15	0	X		X	
PC-16	3	X		X	X
PC-17	7	X		X	

PE: Pellets encontrados PRPM: Praia / Planície de maré arenosa

Figura 7.3: Pellets no Estuário de Santos / São Vicente
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

As amostras coletadas nos 17 pontos visitados (11 em praias ou planícies de maré arenosas e 6 em manguezais) apresentaram um total de 72 pellets, distribuídos em 10 locais de observação. Desse total, 6 corresponderam aos trechos com praias ou planícies de maré arenosas (com 51 pellets) e 4 em manguezais (com 21 pellets).

Com base na figura 7.2 verifica-se que ao longo de todo o estuário existem pellets em quantidades variadas, distribuídos em diferentes partes do ecossistema, comprovando que a sua chegada a manguezais, planícies de maré e praias é constante. Nas 6 áreas de planícies de maré e praias nas quais foram detectados, era marcante a presença de outros tipos de lixo em 5 pontos (PC-12, 13, 14, 16 e 17), com destaque para resíduos de plástico

(embalagens, rótulos, pets, tampas, etc.). Esta ocorrência foi similar em 2 (PC-7 e PC-9) dos 4 manguezais nos quais os pellets se acumulavam.

Note-se que entre o PC-2 e o PC-6 (apesar da existência de pellets em alguns) não foi detectado lixo associado de nenhum tipo, mais à jusante do Canal da Cosipa. No entanto, a partir do Largo do Caneú até às proximidades de saída do Canal Estuarino de Santos, a quantidade foi grande, sobretudo associada às pequenas praias em áreas de periferização socioespacial no entorno do canal, a exemplo dos PC 12, 13, 14 e 16. Isto significa dizer que, apesar da hidrodinâmica intensa, parte desses dejetos é adicionada ao sistema a partir das próprias áreas informais no entorno do estuário (para além de outras possíveis fontes).

Todavia, pellets de plástico foram encontrados desde o PC-3, à jusante do Canal da Cosipa, significando que além da presença de fontes na própria região, as correntes de superfície contribuem com a dispersão dos grânulos por todo o sistema estuarino, ademais da possibilidade de também serem oriundos de outros canais. As marés, sobretudo de sizígia, exercem papel fundamental na hidrodinâmica local, podendo influenciar na saída de maior quantidade de material do estuário para o oceano e, em seguida, chegando às praias na zona costeira.

Harari; Camargo (1998) verificaram que, durante uma simulação referente à composição de nove componentes principais de maré, em condições de sizígia, as correntes de superfície vazantes mais intensas apresentaram valores inferiores na área costeira em relação às áreas rasas, tornando esses valores mais intensos que os de enchente. Enquanto que na Baía de Santos, nota-se grande contraste de intensidade das correntes entre o lado de São Vicente e o lado de Santos / Guarujá; nas enchentes (e vazantes) de sizígia, se tem convergência (e divergências) das correntes nos canais de Bertioga e São Vicente e correntes num único sentido no canal do Porto de Santos. (Figura 7.4)

Figura 7.4: Correntes de superfície vazantes máximas na sizígia, nas áreas interiores rasas
 Fonte: Harari; Camargo (1998)

Muito embora se trate de uma análise que visa compreender a circulação de maré para observar a região costeira de Santos, o modelo permite observar uma das situações comuns no que se refere ao funcionamento e à influência da maré de sizígia em parte do interior do estuário.

Mas apesar do modelo supraexemplificado, Harari et al. (2009) ainda confirmam que, por outro lado, as correntes residuais modeladas na Baía de Santos apresentam um padrão definido no decorrer do ano, típico de um estuário, com as seguintes características: (a) na superfície as correntes residuais são, predominantemente, para fora do estuário, em direção ao mar aberto; (b) no nível de 5m, duas áreas podem ser definidas, sendo uma mais próxima ao canal de São Vicente, com correntes residuais em direção à costa, e outra no setor sudeste da baía, acompanhando o fluxo residual de superfície.

No entanto, ainda que a hidrodinâmica seja influenciada, também, por outros fatores meteorológicos, oceanográficos, o exemplo apresentado para correntes de superfície evidencia que, uma vez no interior do estuário, os pellets de plástico serão movimentados por distintas áreas do sistema, se acumulando em outros ecossistemas ou mesmo sendo ejetado para o mar. E de acordo com Harari et al. (2009), estudos demonstram que a distribuição das correntes é fortemente correlacionada com o transporte de materiais em suspensão e à própria distribuição de sedimentos.

Os exemplos possuem validade para qualquer tipo de resíduo leve, que seja transportado por superfície. E os plásticos, de um modo geral, se destacam porque sólidos provenientes de embalagens, pets, rótulos, quase sempre são movimentados por essa dinâmica. Entretanto, os pellets de plástico possuem características específicas, cujo transporte é ainda mais factível: capacidade total de flutuação, tamanho (2 a 5 mm), peso e densidade baixos, ou seja, podem passar por diversos obstáculos até, finalmente, se acumularem numa área mais abrigada, como um manguezal, planície de maré, praia ou mesmo alguma estrutura / armadilha antropogênica.

Apesar das dificuldades de identificação exata da fonte específica, no que se refere ao agente produtivo / logístico de pellets (o que, inclusive nem tangencia o objetivo da pesquisa), constata-se que a zona portuária e seu aglomerado adjacente é, de fato, uma fonte emissora de pellets no estuário e, por sua vez, no mar. Outra dificuldade de mensuração está a despeito da temporalidade a qual esses grânulos podem estar no ambiente, o que demandaria, talvez, análises físico-químicas e químicas, na tentativa de inferir.

Portanto, tratá-los numa perspectiva de área-fonte pode fornecer subsídios para estudos mais específicos de identificação e discussões mais ampliadas, na tentativa de buscar mitigações. Todavia, o tratamento das prováveis fontes emissoras nas águas já se torna pressuposto para entender a sua presença e dinâmica na zona costeira, especialmente nas praias, permitindo melhor compreensão e, por sua vez, possibilidades de ação frente aos principais problemas ocasionados.

7.3 Amostragem nas praias: resultados

Uma vez verificada a concentração de pellets em pontos distintos do Estuário de Santos, confirmando a área como uma fonte, devido ao conjunto de atividades exercidas na região acerca da produção e logística de resinas poliméricas plásticas, buscou-se compreender a presença desse material nas praias, tomando como exemplos algumas localidades da Baixada Santista.

Foram 9 praias escolhidas para se realizar a amostragem, localizadas em Bertioga, Guarujá, Praia Grande, Santos, São Vicente e uma área-praia de controle localizada no limite entre Bertioga e São Sebastião. Vale assinalar que as praias selecionadas no setor se localizam no domínio de três setores morfodinâmicos do litoral paulista, sendo o III, IV e V. (Figura 7.5A)

Os sistemas provindos de S que se formaram na semana da campanha (21 a 28/11/2014) e avançaram sobre a costa sudeste, provocaram a entrada de um forte sistema frontal no dia 26 pela manhã, mas que se estabilizou pela tarde. Apesar das evidências meteorológicas (anteriormente previstas) de se instalar por mais dias, chegaram a formar ondulações moderadas na costa, mas não em estado de promover maiores perturbações, a exemplo de marés meteorológicas / eventos de ressacas. (Figura 7.5B)

Como já descrito anteriormente (capítulo 4), o critério de seleção das praias trabalhadas foi: i) a concentração de pellets no município; ii) estado morfodinâmico da praia; iii) influências de ressacas anteriores (presença de zonas de deixa preservadas); iv) orientação em relação à área-fonte. Cada um desses itens fundamenta a averiguação amostral no sentido de alcançar os objetivos propostos, além da confirmação das hipóteses.

O método amostral elaborado para identificar a presença de pellets nas praias teve como base o sistema praial em sua largura, considerando as duas principais áreas: o estirâncio e a pós-praia, nos quais se encontram representados, normalmente, a zona de deixa atual (adotada na pesquisa como ZDD) e a Zona de deixa da pós-praia (adotada como ZDPP). O método consistiu na definição de transectos equidistantes, setorizados em seis áreas desde o estirâncio (linha d'água - P6) até o final da pós-praia (P0).

Nos transectos demarcados foram medidas: largura total da praia, da pós-praia (P0-P3) e do estirâncio (P4-P6). Seguidamente, estabeleceu-se o $\frac{1}{3}$ da pós-praia, a partir dos quais foram distribuídos os intervalos amostrais: P0-P1, P1-P2 e P2-P3. As amostragens foram realizadas dentro desses intervalos estabelecidos, o que pode ser verificado por meio do esquema a seguir. Ao mesmo tempo, foram verificadas as zonas de deixa atuais (ZDD), em aproximadamente 10 metros lineares, perpendicularmente ao transecto, com o intuito de verificar a chegada recente de pellets. (Figura 7.5C)

Figura 7.5A: Praias amostradas e suas posições em relação à área-fonte
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.5B: Sistemas meteorológicos – deslocamento costa SE do Brasil
Fonte: SIMEPAR (2014)

No próximo tópico, no qual serão apresentados os resultados, haverá, para cada praia, o quadro correspondente à situação supracitada, indicando todas as medidas encontradas, por transectos analisados.

Figura 7.5C: Transecto e intervalos amostrais
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nesta etapa, os trabalhos em campo foram realizados no período de 21 a 28/11/2014, com as amostragens nas praias executadas sequencialmente, conforme apresentam o quadro abaixo, com a síntese das informações acerca das condições meteorológicas durante a campanha. (Figura 7.6)

PRAIA	MUNICÍPIO	DATA	EMP	CM	TA	TP	PM
Itaguapé	Bertioga	25/11/2014	Da-I	Instável	Nublado / chuva fina	28,1	Sizígia
Guaiúba	Guarujá	23/11/2014	I-Db	Instável	Nublado / chuva fina	26,4	Sizígia
Tombo	Guarujá	21/11/2014	I-Ra	Instável	Encoberto / seco	28,1	Sizígia
Enseada	Guarujá	22/11/2014	I-Da	Instável	Encoberto / seco	27,8	Sizígia
Góes	Guarujá	26/11/2014	Rb-I	Instável	Nublado / seco	31,8	Sizígia
Praia Grande	Praia Grande	27/11/2014	Da-I	Instável	Nublado / seco	26,4	Sizígia
Santos	Santos	24/11/2014	I-Db	Instável	Nublado / seco	27,1	Sizígia
Gonzaguinha	São Vicente	23/11/2014	Rb e Db	Instável	Encoberto / seco	27,4	Sizígia
Juréia*	São Sebastião*	25/11/2014	Ra-I	Instável	Nublado / chuva fina	27,2	Sizígia

***Amostragem especial (Juréia é limítrofe entre Bertioga e São Sebastião)**

EMP: estado morfodinâmico predominante CM: condição meteorológica
TA: tempo atmosférico TP: temperatura média PM: período de maré

Figura 7.6: Síntese da área / período meteorológico de campo (novembro / 2014)
 Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Pretende-se, no entanto, a partir do próximo tópico, apresentar os resultados da amostragem realizada em cada uma das praias. Os dados obtidos responderam pela distribuição dos polímeros nas áreas analisadas, tornando-se importante na consolidação do estudo regional relacionado às fontes poluidoras no litoral paulista.

7.3.1 Bertioga: praia de Itaguapé

Trata-se de uma praia com fisiografia retilínea e orientação a NE, localizada no setor morfodinâmico V. São 3 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é dissipativa de alta energia, com tendência à intermediária (Da-I). Essa praia foi amostrada no dia 25/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 4 transectos equidistantes (a cada 750m), em condição meteorológica instável, com tempo nublado, acompanhado de chuva fina com temperatura média de 28,1°C. (Figura 7.7)

■ Transectos demarcados

Figura 7.7: Praia de Itaguaré, Bertioga (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

As larguras medidas ao longo desses transectos apresentaram, na ocasião, uma zona de pós-praia com tamanhos inferiores ao estirâncio, sob a influência da preamar de sizígia, período no qual se encontrava a maré durante a campanha. (Figura 7.8)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Itaguaré 1	121,84	66,34	55,5	18,5
Itaguaré 2	64,66	49,7	14,96	4,98
Itaguaré 3	54,4	48,5	5,9	1,96
Itaguaré 4	40,7	31,5	9,2	3,06

Figura 7.8: Medidas da praia de Itaguaré durante campanha – 2014
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nos terços ($\frac{1}{3}$) de pós-praia foram estabelecidos os intervalos amostrais entre P0 e P3, cujos resultados das análises estão expressos nos gráficos a seguir. (Figuras 7.9, 7.10, 7.11 e 7.12)

Figura 7.9 e 7.10: Pellets e material associado em Itaguapé, Bertioga, SP / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.11 e 7.12: Pellets e material associado em Itaguapé, Bertioga, SP / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Duas referências foram utilizadas para as análises: volume, em gramas, da amostra coletada, representada por material associado, como matéria orgânica e outros tipo de lixo marinho, e quantidade de pellets extraída da amostra. Foi encontrado nessa praia um total de 250 pellets distribuídos nas áreas amostradas entre ZDD e P0. A maior concentração ocorreu na ZDD, considerando 3 dos 4 transectos analisados.

A ocorrência de pellets na pós-praia se deu com maior intensidade no transecto 2, no qual houve uma distribuição mais equilibrada ao longo do perfil, comparadamente aos outros transectos. Por ser uma praia Da-I, os pellets tem chegado mais facilmente pelas marés ordinárias, sendo abundantemente encontrados na ZDD.

O volume de material associado aos pellets foi relativamente pequeno em todas as amostras, tanto em nível de matéria orgânica quanto de outros resíduos. Isto indica que os pellets chegam a essa praia, independentemente de estarem associados a outros materiais transportados em superfície.

A largura geral do estirâncio (maior em relação à pós-praia) é um indicativo de que a própria hidrodinâmica promovida pelas marés frequentes faz o trabalho de deposição e, ao mesmo tempo, de remoção dos pellets de volta para o mar (uma espécie de lavagem, haja vista a versatilidade dos grânulos em formatos, peso, densidade e material, facilitadores do seu transporte). Dessa forma, eles retornam ao sistema e, possivelmente, transportados para outros pontos ou mesmo a outros locais do litoral.

7.3.2 Guarujá: praias de Guaiúba, Tombo, Enseada e Góes

➤ Guaiúba

Trata-se de uma praia orientada a NW, localizada no setor morfodinâmico IV. São 0,5 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é intermediária com tendência à dissipativa de baixa energia (I-Db). Essa praia foi amostrada no dia 23/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 3 transectos equidistantes (a cada 165m), em condição meteorológica instável, com tempo nublado, acompanhado de chuva fina com temperatura média de 26,4°C. (Figura 7.13)

Transectos demarcados

Figura 7.13: Praia de Guaiúba, Guarujá (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Diferentemente da praia abordada anteriormente, ao longo dos transectos analisados encontrou-se pós-praia com largura superior ao

estirâncio, muito embora seja uma praia pequena em suas dimensões. (Figura 7.14)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Guaiúba 1	65,20	22,60	42,60	14,02
Guaiúba 2	32,53	3,95	28,58	9,52
Guaiúba 3	27,93	10,63	17,30	5,77

Figura 7.14: Medidas da praia de Guaiúba durante campanha – 2014

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nos terços ($\frac{1}{3}$) de pós-praia foram estabelecidos os intervalos amostrais entre P0 e P3, cujos resultados se expressam nos gráficos a seguir. (Figuras 7.15, 7.16 e 7.17)

Figura 7.15 e 7.16: Pellets e material associado em Guaiúba, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.17: Pellets e material associado em Guaiúba, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Em termos quantitativos, foram extraídos 298 pellets nessa praia. As amostras apresentaram maior concentração na pós-praia, sobretudo nos perfis 1 e 3, enquanto que no 2 o maior destaque se deu para pellets encontrados na ZDD.

A parte mais superior da pós-praia apresentou quantidade maior de grânulos apenas no primeiro perfil (1), que corresponde ao trecho mais largo da praia, validando a ideia de que nessa área somente a ação de eventos extremos seria capaz de acumular uma quantidade tão superior de grânulos em relação às outras.

Cabe destacar a matéria orgânica associada aos pellets encontrados tanto em ZDD quanto na pós-praia, pois estes se acumularam sem uma associação direta com esse material. Isto significa que, independentemente de existir material sob transporte, os pellets possuem comportamento hidrodinâmico específico e, por sua vez, facilitado no que se refere a chegadas às praias.

➤ Tombo

A praia, orientada a NE e localizada no setor morfodinâmico IV, possui 0,9 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é intermediária com tendência à reflectiva de alta energia (I-Ra). Essa praia foi amostrada no dia 21/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 4 transectos equidistantes (a cada 225m), em condição meteorológica instável, com tempo encoberto e seco, à temperatura média de 28,1°C. (Figura 7.18)

Transectos demarcados

Figura 7.18: Praia do Tombo, Guarujá (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

As larguras aferidas determinaram uma praia cujas dimensões de pós-praia são mais extensas em relação ao estirâncio, e nas quais foram estabelecidos os terços ($\frac{1}{3}$) e definidos os intervalos amostrais (P0-P3). (Figura 7.19)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Tombo 1	80,16	16,76	63,40	21,20
Tombo 2	46,92	8,26	38,66	12,69
Tombo 3	38,66	17,91	20,75	6,91
Tombo 4	48,45	7,05	41,40	13,80

Figura 7.19: Medidas da praia do Tombo durante campanha – 2014

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Todavia, os resultados da amostragem realizada nesta praia foram compilados nos gráficos a seguir. (7.20, 7.21, 7.22 e 7.23)

Figura 7.20 e 7.21: Pellets e material associado em Tombo, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.22 e 7.23: Pellets e material associado em Tombo, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Embora tenham sido encontrados 189 pellets no segmento praial, a sua maior concentração está distribuída na pós-praia, principalmente nas porções superiores. A ZDD apresentou pequena quantidade (inferior a 10 pellets), embora exista uma boa correlação entre presença de pellets e material associado, bem distribuído ao longo do perfil.

Partindo-se do princípio de zonas de pós-praia larga e com maior concentração nas áreas mais altas, infere-se que a energia da praia ou mesmo os eventos extremos praticam a deposição do material, principalmente quando se verifica que a chegada comum na ZDD é muito inferior ou quase que inexistente em alguns trechos da praia.

A estreita faixa de estirâncio ratifica a informação de que eventos de maior energia promovem a chegada de material às zonas superiores, como a pós-praia. Para além, deve-se destacar que a posição da praia do Tombo é favorável em relação à fonte, devido à proximidade e aos mecanismos de transporte hidrodinâmico, de maior e menor energia, atuantes na saída do canal estuarino de Santos, que contribui para dispersão de materiais em superfície, como no caso dos pellets.

➤ Enseada

A praia, orientada a NE e localizada no setor morfodinâmico IV, possui 5 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é intermediária com tendência à dissipativa de alta energia (I-Da). Essa praia foi amostrada no dia 22/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 12 transectos equidistantes (a cada 2.400m), em condição meteorológica instável, com tempo encoberto e seco, à temperatura média de 27,8°C. (Figura 7.24)

Transectos demarcados

Figura 7.24: Praia da Enseada, Guarujá (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Consiste numa praia larga e extensa, cuja zona de pós-praia é bem definida e maior em relação ao estirâncio. Os transectos foram demarcados para orientar as amostragens, definindo os terços que formam os intervalos amostrais entre P0-P3.

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Enseada 1	100,92	37,80	63,12	21,04
Enseada 2	139,02	48,62	90,40	30,80
Enseada 3	111,80	48,08	63,72	21,24
Enseada 4	106,79	28,82	77,97	25,99
Enseada 5	116,32	35,27	81,05	27,01
Enseada 6	108,41	34,71	73,70	24,50
Enseada 7	83,68	17,80	65,88	21,89
Enseada 8	91,72	18,79	72,93	24,31
Enseada 9	66,27	17,30	48,97	16,32
Enseada 10	93,81	27,56	66,25	22,08
Enseada 11	74,92	22,92	52,00	17,66
Enseada 12	46,42	17,37	29,05	9,68

Figura 7.25: Medidas da praia da Enseada durante campanha – 2014
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os resultados obtidos a partir da amostragem e análise das amostras coletadas estão representados no conjunto de gráficos a seguir, que representa o perfil da praia da Enseada quanto à acumulação de material. (Figuras 7.26 a 7.37)

Na amostragem realizada na praia da Enseada foram retirados 75 pellets em seu conjunto de amostras, apresentando a menor quantidade entre as praias analisadas. Ainda assim, a distribuição dessa quantidade foi diferenciada ao longo da praia, porque em sua maior parte estiveram concentrados na área central (considerando a extensão), precisamente entre os transectos 5 e 10.

Cabe destacar que nos setores nos quais os pellets não foram encontrados, havia matéria orgânica que, muitas vezes, está associada aos grânulos de plástico. A atividade hidrodinâmica e as marés participam ativamente na deposição desse material nas praias e o fato dos pellets não estarem muito associados a ele significa que o seu transporte tem sido mais concentrado nessa praia, por meio de uma hidrodinâmica mais particularizada.

Enseada tem uma pós-praia bastante alongada e a maior presença de pellets ocorreu exatamente na porção superior (P0-P1 e P1-P2), em

contraponto com o P2-P3 e, principalmente, a ZDD, na qual se registrou rara chegada. Essa distribuição evidencia, mais uma vez, que o acúmulo nessa praia é resultante de atividades de maior energia, a exemplo dos extremos de ressaca, muito embora esteja num raio próximo à grande área-fonte considerada, que seria a zona portuária de Santos.

Vale assinalar que a praia da Enseada é intitulada como uma das melhores praias do Estado de São Paulo por conta da sua categorização do Programa Internacional Bandeira Azul. Isto significa que existe uma atenção especial dessa praia com relação aos processos de limpeza, ao que se deduz a passagem de máquinas e varredores.

Todavia, vale reiterar que a amostragem envolve um rastejo da camada superficial de areia, além do que, na data, não havia sinais de qualquer trabalho executado, com deixas de marés ordinárias e ressacas bem preservadas.

Figura 7.26 e 7.27: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.28 e 7.29: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.30 e 7.31: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.32 e 7.33: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.34 e 7.35: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.36 e 7.37: Pellets e material associado na praia da Enseada, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

➤ Góes

A praia, orientada a EW e localizada no setor morfodinâmico IV, possui 0,2 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é reflectiva de baixa energia com tendência à intermediária (Rb-I). Essa praia foi amostrada no dia 26/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 3 transectos equidistantes (a cada 66m), em condição meteorológica instável, com tempo nublado e seco, à temperatura média de 31,8°C. (Figura 7.38)

Transectos demarcados

Figura 7.38: Praia do Góes, Guarujá (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

O primeiro passo, considerando o padrão estabelecido para os procedimentos amostrais, envolveu a demarcação dos transectos para análise e mensuração das larguras ao longo da praia, conforme o quadro a seguir. (Figura 7.39)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Góes 1	38,84	14,04	24,80	8,26
Góes 2	30,50	9,75	20,75	6,92
Góes 3	33,60	7,50	26,10	8,70

Figura 7.39: Medidas da praia de Guaiúba durante campanha – 2014
 Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

A praia do Góes, conforme visto em capítulos anteriores, se trata de uma praia de condições anômalas, diferenciadas, quando comparadas às outras localidades aqui estudadas e até mesmo na própria região. A dinâmica envolvida na paisagem dessa praia lhe confere essa especialidade, em decorrência da sua fisiografia e outros fatores como os oceanográficos, meteorológicos e até antropogênicos.

Trata-se de uma praia estreita, cujas zonas de estirâncio e pós-praia são relativamente encurtadas, sendo esta última muito maior. Todavia, nessa praia foram extraídos 912 pellets das amostras coletadas durante a amostragem sobre 3 transectos espacialmente delimitados. A quantidade de material entre orgânico e microlixo também esteve em evidência e numa boa associação com os grânulos encontrados nas amostras, estando todos bem distribuídos ao longo da pós-praia.

Dentre os fatores como transporte hidrodinâmico *versus* processos costeiros, como atuantes na acumulação de pellets sobre as praias, no caso da praia do Góes se encontra a sua proximidade (frontal) com o canal estuarino de Santos, seguramente, a área-fonte de origem desses grânulos. No entanto, eventos de maior ou menor intensidade, marés ordinárias ou meteorológicas, são os principais agentes de acumulação de pellets de plástico nesta praia.

Figura 7.40 e 7.41: Pellets e material associado em praia do Góes, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.42: Pellets e material associado em praia do Góes, Guarujá (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

7.3.3 Praia Grande: Praia Grande, SP

Com orientação para NE, a praia está localizada no setor morfodinâmico III, possui 24 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é dissipativa de alta energia com tendência à intermediária (Da-I). Essa praia foi amostrada no dia 27/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 13 transectos equidistantes (a cada 1.846m), em condição meteorológica instável, com tempo nublado e seco, à temperatura média de 26,4°C. (Figura 7.43)

Transectos demarcados

Figura 7.43: Praia Grande (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Sendo um dos maiores segmentos de praia do litoral paulista, os transectos foram demarcados. Apresentou zonas de pós-praia largas, que permitiram maiores espaços entre os intervalos amostrais (P0-P3), conforme o quadro abaixo. (Figura 7.44)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Praia Grande 1	43,95	21,93	22,02	7,34
Praia Grande 2	47,76	24,85	22,91	7,63
Praia Grande 3	70,50	18,70	51,80	17,26
Praia Grande 4	70,42	23,12	47,30	15,76
Praia Grande 5	75,98	17,20	58,78	19,59
Praia Grande 5	78,15	21,63	56,52	18,84
Praia Grande 7	75,35	30,90	44,45	14,81
Praia Grande 8	97,52	22,02	75,50	25,16
Praia Grande 9	95,20	20,00	75,20	25,07
Praia Grande 10	101,65	20,00	81,65	27,21
Praia Grande 11	149,36	21,42	127,94	42,64
Praia Grande 12	139,29	16,29	123,00	41,00
Praia Grande 13	113,38	21,78	91,60	30,53

Figura 7.44: Medidas de Praia Grande durante campanha – 2014
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

A amostragem realizada enumerou resultados variáveis ao longo de todos os transectos, o que pode ser observado a partir dos gráficos que sintetizam as análises, conforme seguem. (Figuras 7.45 a 7.57)

Figura 7.45 e 7.46: Pellets e material associado em Praia Grande (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.47 e 7.48: Pellets e material associado em Praia Grande (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.49 e 7.50: Pellets e material associado em Praia Grande (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.51 e 7.52: Pellets e material associado em Praia Grande (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.53 e 7.54: Pellets e material associado em Praia Grande (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.55 e 7.56: Pellets e material associado em Praia Grande (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.57: Pellets e material associado em Praia Grande (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

A partir da amostragem realizada, foi retirado das amostras um total de 448 pellets de plástico nesta praia, distribuídos ao longo de todos os perfis analisados, com distribuição variada entre a zona de pós-praia (P0-P3) e a ZDD, sendo encontrados em abundância e com frequência. Houve intensidades diferentes no acúmulo, sendo que da área inicial até o centro da praia as concentrações maiores se deram na pós-praia e do centro até o final (área da Marinha Brasileira), as ZDD apresentaram maiores quantidades.

Para além da hidrodinâmica e dos processos costeiros, a exemplo das ondas, marés, correntes longitudinais, essa praia possui atributos para uma acumulação mais intensa e variável, como a apresentada pela amostragem. Seria, inicialmente, a sua posição geográfica em relação à área-fonte, cuja fisiografia costeira e orientação (NE) facilitam a chegada e retenção de material, nesta distribuição cuja amostragem apresentou. (ver figura 7.43)

Os volumes de material associado a esses pellets, a exemplo de matéria orgânica e outros resíduos / microlixo, foi praticamente compatível em todos os pontos analisados, em correlação direta com a quantidade de pellets encontrada a partir de cada amostra. E embora seja uma praia constantemente

rastelada pela limpeza pública, as deixas estavam preservadas nos locais nos quais foram demarcados os transectos para verificação e amostragem.

É necessário apontar que apenas no primeiro perfil (transecto 1), pellets não foram encontrados em nenhuma das quatro áreas amostradas entre ZDD e P3, muito embora os teores de matéria orgânica normalmente associada se fizessem presentes. Todavia, vale assinalar que este primeiro ponto foi estabelecido geograficamente no limite entre os municípios / praias de Praia Grande com Mongaguá, que em outros estudos (capítulo 6) já não eram encontrados os grânulos em nenhuma área observada.

7.3.4 Santos: praia de Santos, SP

A praia, orientada a NW e localizada no setor morfodinâmico IV, possui 5,2 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico predominante é intermediária com tendência à dissipativa de baixa energia (I-Db). Essa praia foi amostrada no dia 24/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 11 transectos equidistantes (a cada 472m), em condição meteorológica instável, com tempo nublado e seco, à temperatura média de 27,1°C. (Figura 7.58)

Transectos demarcados

Figura 7.58: Praia de Santos (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Com exceção do último perfil (localizado na Ponta da Praia), as larguras aferidas determinaram áreas de pós-praia bem maiores em relação às de estirâncio, nos quais foram estabelecidos os pontos amostrais nos terços (P0-P3). (Figura 7.59)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Santos 1	171,47	69,67	101,80	33,30
Santos 2	224,36	50,18	174,18	58,06
Santos 3	225,18	37,05	188,13	62,71
Santos 4	138,88	26,88	112,00	37,30
Santos 5	50,13	10,35	39,78	13,26
Santos 6	72,89	14,52	58,37	19,45
Santos 7	85,88	14,38	71,50	23,83
Santos 8	52,72	13,32	39,40	13,03
Santos 9	71,82	15,09	56,73	18,91
Santos 10	88,30	18,90	69,40	23,12
Santos 11	24,84	20,54	4,30	1,07

Figura 7.59: Medidas da praia de Santos durante campanha – 2014
 Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os resultados obtidos a partir das amostragens realizadas no arco praial de Santos estão distribuídos nos gráficos a seguir. (Figuras 7.60 a 7.70)

Figura 7.60 e 7.61: Pellets e material associado na praia Santos (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.62 e 7.63: Pellets e material associado na praia Santos (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.64 e 7.65: Pellets e material associado na praia Santos (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.66 e 7.67: Pellets e material associado na praia Santos (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.68 e 7.69: Pellets e material associado na praia Santos (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.70: Pellets e material associado na praia Santos (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

A praia de Santos tem como principal atributo a sua localização em relação à área-fonte tratada neste estudo: a região do complexo industrial-portuário no Estuário de Santos e São Vicente. A maior proximidade da fonte se estabelece como principal razão para a quantidade de pellets extraída do material resultante dos procedimentos de amostragem ao longo da praia, que foi de 3.914 unidades em 11 transectos analisados.

Com relação às amostras, a matéria orgânica predominava como material associado, mas nesta praia havia uma série de outros microlixos de origem plástica, desde fragmentos a lacres de produtos de higiene pessoal, alimentícios, vestuários, etc. Foram verificados diversos tipos de lixo ao longo da praia, ainda que o programa de limpeza seja constante por meio do rastelamento e varredura.

Com relação às áreas amostradas, em Santos os pellets estiveram concentrados em grande quantidade em todas as zonas da praia, tanto na ZDD quanto na pós-praia, em todos os pontos amostrais (P0-P3). A hidrodinâmica que distribui esse material é ainda amparada por outros processos costeiros, como marés, ondas, correntes de maré, deriva litorânea e eólicos (por meio dos joeiramentos).

Algumas amostras apresentaram valores bastante significativos no que tange à concentração do material, todavia, isso ocorreu tanto em ZDD, quanto em pós-praia, para distintos locais da extensão praial. Os principais exemplos seriam em Santos 4 (P0-P1) com 459, Santos 8 (P0-P1) com 356 e Santos 10 (ZDD) com 776 pellets acumulados. Isto se deve, como supramencionado, à atuação de outros processos costeiros que contribuem para a dispersão.

Todavia, embora haja distribuição por toda a praia, é importante observar que a pós-praia, mesmo em suas áreas mais altas (P0-P1) concentram quantidades grandes. Não coincidentemente, os perfis nos quais foram encontradas as maiores quantidades de pellets na pós-praia, foram, comprovadamente, aqueles que possuíam as menores larguras em relação ao restante, a exemplo de Santos 4, 6, 7 e 8.

Isso demarca a possível atuação de eventos extremos contribuírem para maior acumulação nessas zonas mais estreitas, haja vista as concentrações (menos intensas) também existentes nas áreas mais largas de pós-praia nos

outros transectos. Quanto à ZDD, é frequente a entrada dos microplásticos, podendo, geralmente, estar associada a algum material.

7.3.5 São Vicente: praia do Gonzaguinha, SP

A praia, orientada a EW e localizada no setor morfodinâmico IV, possui 1 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico varia entre reflectiva e dissipativa de baixa energia (Rb e Db). Essa praia foi amostrada no dia 23/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foram definidos 5 transectos equidistantes (a cada 200m), em condição meteorológica instável, com tempo encoberto e seco, à temperatura média de 27,4°C. (Figura 7.71)

Transectos demarcados

Figura 7.71: Praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nos terços ($\frac{1}{3}$) de pós-praia foram estabelecidos os intervalos amostrais entre P0 e P3, cujos resultados das análises estão expressos nos gráficos a seguir. (Figura 7.72)

TRANSECTO	PRAIA (largura)	ESTIRÂNCIO (largura)	PÓS-PRAIA (largura)	PÓS-PRAIA (1/3) (largura)
Gonzaguinha 1	129,51	20,39	109,12	36,37
Gonzaguinha 2	90,81	26,36	64,45	21,45
Gonzaguinha 3	68,07	19,30	48,77	16,25
Gonzaguinha 4	60,07	15,07	45,00	15,00
Gonzaguinha 5	12,45	9,84	2,61	0,87

Figura 7.72: Medidas da praia do Gonzaguinha durante campanha – 2014
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nesta praia foram encontrados 116 pellets a partir das amostragens realizadas nos cinco transectos analisados. Com exceção do Gonzaguinha 5, os valores de largura se expandem na pós-praia em relação ao estirâncio. Trata-se de uma praia cuja morfodinâmica oscila entre dois estados (Rb e Db), porém, a chegada de pellets na ZDD foi observada em pequenas quantidades, sendo bem definida e concentrada ao longo da zona de pós-praia.

Nas amostras, além de pellets, havia quantidade considerável de matéria orgânica (gravetos e algas) e microlixo na forma de fragmentos de plástico, similar ao que foi encontrado com frequência nas praias de Santos. Por conseguinte, este segmento também se particulariza pela maior proximidade da área-fonte, por meio do Canal de São Vicente, que conecta o Estuário ao mar, inclusive como zona de transporte de material por correntes de superfície. (Ver figura 7.4 e 7.71)

Como foi verificado, a maior concentração se deu ao longo da pós-praia e em menor quantidade na área mais extensa (Gonzaguinha 1), e exatamente a mais estreita (Gonzaguinha 5) apresentou quantidade de pellets similar aos outros transectos. A posição da praia em relação ao canal e a hidrodinâmica das correntes de superfície interfere nessa deposição. (Ver figura 7.4)

Figura 7.73 e 7.74: Pellets e material associado na praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.75 e 7.76: Pellets e material associado praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP) / Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.77: Pellets e material associado praia do Gonzaguinha, São Vicente (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

7.3.6 Praia da Juréia: São Sebastião / Bertioga

A praia, orientada a EW e localizada no setor morfodinâmico V, possui 0,2 Km de comprimento e o seu estado morfodinâmico é reflectiva de alta energia com tendência à intermediária (Ra-I). Essa praia foi amostrada no dia 25/11/2014, sob maré de sizígia, na qual foi demarcado apenas 1 transecto, no setor E (zona de sotamar), longitudinal à praia, em condição meteorológica instável, com tempo nublado e chuva fina, à temperatura média de 27,2°C. (Figura 7.78)

Transectos demarcados

Figura 7.78: Praia da Juréia – limite São Sebastião / Bertioga (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Muito embora esteja localizada no município de São Sebastião, ela é limítrofe com o município de Bertioga e foi selecionada neste estudo apenas como uma área de observação e controle dos processos associados à

concentração de pellets. O cenário encontrado foi de uma praia bastante inclinada, típica de morfodinâmica reflectiva.

Todavia, a amostragem foi realizada por meio do transecto demarcado no canto E, entre o mar (P6 – Mar) e a lagoa (P6 – Lagoa) em perfil longitudinal à área da lagoa, na qual foram encontrados pellets. (Figura 7.79) Vale assinalar que, na ocasião, essa formação barrava o contato da lagoa com o mar, e a zona deixa com os pellets encontrados estava longitudinal à lagoa, a qual certamente acumula pellets do seu contato anterior direto com o mar, antecedente aos processos sedimentares que limitaram esses espaços.

Figura 7.79: Perfil da área amostral, praia Juréia – limite São Sebastião / Bertioga (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Figura 7.80: Amostragem Juréia – limite São Sebastião / Bertioga (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nesse local, a amostragem foi feita apenas em três pontos do transecto (extremidades e centro), seguindo a mesma lógica (P0-P3) e a partir da qual foram extraídos 56 pellets, associados a grande quantidade de matéria orgânica (gravetos e folhas secas), sendo estes os únicos exemplos de microlixo.

A concentração dos pellets foi similar em todos os pontos amostrados entre P0 e P3, todavia, a diferença dessa praia se particularizou pela sua posição, apresentando a lagoa como principal área de controle desse material, retido no seu interior devido ao fechamento do contato com o mar.

Ademais, no restante da praia não eram visualizados pellets nem em supostas deixas de ressacas anteriores, parcialmente desfeitas. E o controle observado foi que a sua condição de reflectiva recebe pellets em situações de eventos extremos, o que ficou comprovado pela linha de deixa amostrada, em contato com a lagoa costeira, conforme visualizado na figura 7.79.

7.3.7 Considerações gerais

As amostragens tratadas neste capítulo foram realizadas em 56 transectos (9 praias estudadas), resultando em 168 amostras extraídas a partir dos intervalos P0-P1, P1-P2 e P2-P3 (pós-praia) e 55 amostras coletadas em zonas de deixa atuais (ZDD). Os procedimentos aplicados permitiram a aquisição de 6.258 unidades de pellets de plástico distribuídos ao longo das praias analisadas, com colorações, formas, tamanhos, peso e densidade (conforme tipo de material) diferenciados. (Figura 7.81)

Figura 7.81: Amostragem em praias da Região Metropolitana da Baixada Santista (SP)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Itaguapé tem um perfil diferente comparado às demais praias amostradas. Um pouco mais distanciada da fonte, e sob influência das correntes e sistemas que transportam materiais na superfície, provenientes de S, ela tem uma fisiografia retilínea capaz de receber pellets com facilidade, com morfodinâmica dissipativa (Da-I). A alta energia contribui com a concentração,

de forma constante, desses microplásticos na ZDD, mas eventos de maior intensidade seriam responsáveis pela distribuição nas zonas mais altas da pós-praia.

Vale assinalar a presença de desembocadura do rio Itaguaré, que em épocas de cheia (que não foi o caso do período) pode contribuir com alterações na hidrodinâmica local, influenciando na distribuição de pellets nas proximidades, que nesta praia foram encontrados em maior quantidade na ZDD, com quantitativamente harmônica no sentido dos 4 transectos.

A praia de Guaiúba tem orientação (NW) direcionada ao setor no qual se encontram a baía e o canal estuarino de Santos, o que significa a abertura para área-fonte, determinante para a chegada de material com facilidade, com o auxílio das correntes de superfície.

No entanto, a condição de praia intermediária, que tem dentre as suas características a inclinação, permite a entrada e saída do material com facilidade em áreas mais elevadas, desde que haja impulso para distribuí-los ao longo da praia, o que evidencia os eventos extremos como principais forçantes na retenção de pellets.

As elevadas concentrações na pós-praia em detrimento de uma ZDD com raros pellets encontrados evidencia a necessidade de uma energia maior empregada para que ocorra essa distribuição, como foi verificado na praia do Tombo, cuja morfodinâmica intermediária se tendencia à formação de uma praia reflectiva de alta energia, cuja transição é dada por meio das características morfológicas e sedimentares do ambiente.

A Enseada, cuja orientação está para NE, representou o menor nível de retenção. Embora esteja em relativa proximidade da fonte e se caracterizar como praia I-Da, as barreiras fisiográficas da costa e as correntes de superfície e longitudinais de transporte podem controlar a chegada mais constante de pellets nesse arco. Mas a pequena retenção verificada principalmente na pós-praia evidencia uma demanda por maior energia para que esses grânulos se depositem nas áreas mais elevadas.

A praia do Góes, com seu regime diferenciado, apesar de reflectiva, possui pequena largura e se torna influenciada pelo canal proveniente da área fonte, visto que quaisquer mudanças no interior da baía influenciam a sua área. No entanto, energia é suficientemente necessária para que os pellets possam

ser espalhados em suas porções mais afastadas (superiores) em termos de pós-praia.

Praia Grande é influenciada por fonte também, mas a energia demanda por sua largura é alta para que os pellets cheguem aos diversos pontos da pós-praia, nos quais foram encontrados. Todavia, uma ZDD abundante em grânulos ao longo de sua extensão, caracteriza a facilidade de chegada do material nessa praia, cujo estado morfodinâmico é dissipativa com alta energia, fazendo com que marés ordinárias também repercutam em forma depositária de pellets ao longo das deixas de ZDD e início de pós-praia.

A relação quantidade *versus* variabilidade encontrada em Santos torna esta praia a mais importante de todos os arcos analisados durante esta pesquisa, pela sua condição de referência. Trata-se de um segmento intermediário com tendências a dissipativa de baixa energia, mas o sistema de transporte longitudinal envolvido pelas correntes litorâneas, para além das marés ordinárias, agrega elevada importância na chegada e retenção de pellets nesse arco. No entanto, das suas mínimas às máximas largas, pellets estão acumulados nas áreas mais altas da pós-praia, levados por eventos extremos.

A praia do Gonzaguinha se particulariza também pela adjacência à área-fonte, visto que está situada no contexto do canal de São Vicente, advindo do interior do estuário. A variação morfodinâmica desta praia não lhe atribui mudanças quanto ao acúmulo de grânulos na ZDD, que é diminuta, mesmo porque se trata de um sistema de baixa energia. Contudo, a concentração se intensifica no sentido da pós-praia, devido à intensidade dos eventos que promovem essa distribuição.

As análises se findaram a partir da observação da praia da Juréia, cuja escolha se deu pelo fato de ser limítrofe (a norte) com a RMBS, além de servir de controle para observação de processos. Como reflectiva de alta energia, com tendência à intermediária, pellets não foram encontrados, pois a soma de inclinação e alta energia não garantiram esses acúmulos.

Mas conforme apresentado anteriormente, uma lagoa costeira no setor E da praia formou uma linha de deixa na qual foi possível amostrar e entender que os grânulos ficaram retidos naquela área também por meio da ocorrência de marés meteorológicas / eventos extremos.

A convergência entre o que sai por meio das correntes de superfície dos canais da área-fonte, em termos de material e energia, com os sistemas de marés e correntes longitudinais costeiras, favorece o processo de chegada dos pellets nas praias. A proximidade destas com a fonte garante uma retenção em termos quantitativos, muito maior do que em arcos mais distantes, razão pela qual na amostragem realizada foram extraídas 6.258 unidades de pellets, distribuídas variavelmente pelo sistema.

A análise reservada sob o prisma do estado morfodinâmico das praias, que as classifica como dissipativas, intermediárias e reflectivas apoiou a constatação de que níveis de energia maior ou menor podem significar diferentes formas do material chegar, se dispersar e acumular. Todas as praias estão suscetíveis à chegada de um grânulo leve, flutuante, de baixa densidade e que pode ser transportado pela superfície por meio de correntes, ondas e marés.

No entanto, para a área de estudo, nas praias dissipativas os pellets chegam facilmente, salvo elas estejam muito distanciadas da fonte, ainda que sistemas de correntes possam contribuir; mas a energia alta ou baixa, associada às marés ordinárias ou correntes litorâneas propagarão os grânulos de forma diferente. As praias intermediárias são mais influenciadas pela proximidade das fontes e orientação do arco praial relacionada à ação das correntes. Já nas praias reflectivas, eles encontram maior dificuldade para chegar e se abrigar, mesmo que sejam próximas à fonte.

Todavia, o que coaduna os três estados supramencionados para a dispersão de pellets de plástico em toda a largura de uma praia são os eventos de maior energia, pois somente eles são capazes de transportar grandes quantidades de materiais, aos quais os pellets normalmente se associam. Mas independentemente de material associado, esses microplásticos possuem versatilidade por conta das suas características físicas, lhes permitindo serem facilmente transportados sem qualquer associação.

Portanto, a aplicação do método amostral elaborado para mensurar quantidades e distribuição relacionadas às zonas da praia (estirâncio e pós-praia) apresentou validade a partir do panorama geral para a área de estudo. A sua aplicabilidade se torna viável a qualquer localidade do espaço geográfico, desde que atinentes a dois critérios: (a) diagnóstico prévio da existência e

gradiente visual de concentração de pellets nas praias da região estabelecida como escala de análise; (b) presença de fontes relacionadas ao sistema industrial-logístico envolvido pela cadeia produtiva do material na região.

Atendidas essas duas premissas, as análises precedentes aos trabalhos e a definição dos locais podem ser iniciadas. Essa diretriz se fundamentou numa concepção empírica acerca do problema visualmente existente nas praias e clamado internacionalmente pela comunidade científica. Daí a proposição do método que envolveu a análise regional baseada em praias, pois ele comprovou que mesmo naquelas maiores, mais abrigadas e de maior complexidade hidrodinâmica, os pellets de plástico sempre se acumulam quando da relação distância da fonte *versus* energia / intensidade de eventos.

Para além das dimensões geográficas de projeção desse material no ambiente, no que compete a essa distribuição, ficou evidente o conjunto das diferenças para cada um dos sistemas praias analisados: o tamanho e diversidade dos pellets, seu comportamento específico para o meio hidrodinâmico, a largura da praia, o estado morfodinâmico e os processos costeiros como mecanismos de deposição e dispersão.

Mas a consolidação dessas premissas (que amparam as análises de presença e dispersão desses microplásticos em praias) se dá por meio da existência de energia propulsora, capaz de propagar esse material para os mais diversos pontos de uma praia, desde a sua chegada à ZDD como nas áreas mais distantes da pós-praia. Esta energia provém da atuação dos eventos extremos de ressacas / marés meteorológicas que, como comprovado, espalham esses grânulos por zonas mais distantes das praias, cujas marés ordinárias nem sempre alcançam.

7.3.8 Referências do capítulo

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras e gestão de portos e costas**. A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2009.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO – EEMPLASA. **Região Metropolitana da Baixada Santista**. Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br> Acessado em: 26 de abril de 2015.

HARARI, J.; FRANÇA, C.A.S.; MARQUES, J. Aplicação da modelagem numérica da Baía de Santos (SP): correntes residuais e dispersão de poluentes. In: RIBEIRO, W. C. **Governança da água no Brasil**. Uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; FAPESP; CNPq, 2009.

HARARI, J.; CAMARGO, R. Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): circulação de maré. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v.46, n.2, p.135-156, 1998.

ROSSETTI, D.F. Ambientes costeiros. In: FLORENZANO, T.G. (org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

8. CONCLUSÃO

O termo panorama, quando tratado na ciência, tem uma função básica: discernir as análises para além de um objeto ou paradigma, pautando-as no universo de teorias, práticas e, sobretudo, das táticas, que podem ser adotadas na busca pelo conhecimento e solução de qualquer problema, em uma escala maior. Esta prerrogativa ampara as demandas do mundo contemporâneo nos seus mais elevados graus de diversidade e complexidade.

As dimensões da ciência geográfica para com os estudos do ambiente encontram suporte em diversas abordagens teóricas, cuja escala subsidia inúmeras possibilidades de uso na promoção de um produto final. E este resultado é conduzido às reflexões e/ou ampliações no contexto das ações que podem ser inseridas no planejamento ambiental, territorial ou mesmo urbano e regional, necessariamente veementes na atualidade.

É definida nesta lógica que a ciência não se finda, pelo contrário, lida com transformações e permanências a todo o tempo, visto que o seu marco principal é o conjunto de contribuições provindas de diversos meios de análise e elaboração de propostas. Os métodos, procedimentos e recursos constituem-se como os meios para a consolidação das ideias, bem como esse percurso se firma como o principal legado metodológico.

Essa foi a trajetória assumida no contexto de desenvolvimento da pesquisa cujos resultados neste escrito foram apresentados, de modo que foram atendidos os objetivos nela propostos. A busca pelo conhecimento do tema associada à empiria e à fundamentação científica acerca da área de estudo consolidaram a prática científica e acadêmica presentes nesta Tese, cuja abordagem se deu em torno do panorama da poluição costeira em praias do Estado de São Paulo, no Brasil.

Foi adotada como preocupação a presença de um componente polimérico cujas atividades industriais e logísticas tem perdido imensas quantidades durante as operações, repercutindo na sua presença no oceano e na zona costeira pelo mundo: os pellets de plástico. Detalhadamente descritos ao longo do trabalho, foi constatado que sua presença e permanências podem

se prolongar quando acumulados nos ecossistemas, a exemplo das praias, aqui tratadas como objeto.

Afirmado pela literatura científica internacional (baseada em estudos realizados pelo mundo) como um dos problemas de maior envergadura no contexto da poluição marinha e costeira (lixo marinho plástico), os pellets demandaram a atenção desta pesquisa. E um dos enfoques foi a sua análise a partir do contexto do que se denominou de área-fonte, ou seja, aquela na qual ele é produzido / manipulado / transportado e, por sua vez, ejetado ou perdido no ambiente.

Por isto que na costa paulista foram adotados os sistemas portuários de São Sebastião e Santos, bem como o porto de Paranaguá, no Paraná, como principais fontes regionais de distribuição desses materiais ao longo da costa. Ali se encontravam as possibilidades de aferição dos problemas de presença e distribuição a partir da abordagem regional e à luz da ciência geográfica.

Nesta ordem, o percurso produzido constatou que as praias tem nessas áreas-fonte um forte suprimento de pellets, cujas áreas adjacentes a essas zonas são aquelas nas quais podem ser encontrados em abundância e em frequência ao longo do sistema praial. Os mecanismos ambientais detalhadamente tratados apresentaram as contribuições dos diversos processos envolvidos, como os costeiros, na oferta desses microplásticos pelas praias.

A variação morfológica e os estados morfodinâmicos (dissipativa, intermediária e reflectiva) mostraram que os grânulos se diferenciam no comportamento entre chegada e distribuição, todavia se tornam em comum quando um agente lhes coloca no mesmo patamar. É o caso dos eventos de maior energia, conhecidos como extremos, a exemplo das marés meteorológicas e ressacas que ocorrem periodicamente no litoral.

Estes eventos, independentemente das características da praia, são potenciais na distribuição dos pellets. Isto ficou comprovado nos 09 arcos praias analisados na Região Metropolitana da Baixada Santista, quando o método amostral aplicado permitiu a identificação do material desde zonas de deixa atuais (ZDD) até as mais distanciadas / elevadas porções da zona de pós-praia, na qual, muitas vezes, somente a energia desses eventos mais intensos é capaz de chegar, transportando o que está na sua superfície.

Confirmadas as hipóteses estruturadas, os resultados apresentados efetivaram as funções estabelecidas pela ciência no que tange à prática e ao diálogo científico, sobretudo com o tratamento de uma temática emergente, cujas ações ainda podem ser diversas no sentido de aperfeiçoamento das técnicas e das políticas de gestão do meio. Sem dúvida este é um dos produtos mais apropriados da produção acadêmica e científica, ademais da prioritária formação do pesquisador ou docente.

Essa construção pode definir parâmetros no desenvolvimento de mitigações por parte de todos os agentes produtores envolvidos no problema, desde os processadores da matéria-prima aos interlocutores logísticos que transitam esse material. Inclui-se aí, soberanamente, a sociedade civil, que possui o importante papel de observador atento e crítico da realidade e seu entorno, a quem cabe cobrar ações firmes e ambientalmente racionais.

Pertinente à área da Geografia, o principal impacto desta pesquisa é a inserção da temática no campo geográfico, abrindo possibilidades de estudos ainda mais específicos e uma discussão ampliada acerca dos entraves e dos principais desafios para as regiões litorâneas. Dessa forma, a demanda por mais conhecimento temático prevalece para contribuir com a definição de um papel mais diretivo, consolidado e efetivo no que se refere às políticas.

Considerando este raciocínio atrelado ao produto desta pesquisa, desempenhado ao longo de sua trajetória, que se pôde situar duas propostas no âmbito geográfico, também balizadoras da discussão e capazes de abrir novas possibilidades. Frutos de reflexões ao longo da investigação, seu tema, objeto, e do aperfeiçoamento de outras técnicas que possam contribuir para a continuidade com novos estudos.

A primeira proposta definida teria como foco a articulação dos métodos aqui aplicados a outros índices de controles ambientais nas praias, atrelados aos processos costeiros, com vistas à elaboração de uma carta de suscetibilidade de acúmulo e retenção de microlixo nas praias, com destaque para os pellets de plástico. A sua contribuição se daria no sentido de monitorar algumas áreas e fazer com que os agentes envolvidos tenham pleno conhecimento das dimensões do problema, em termos quantitativos e qualitativos.

Na segunda proposta, mais ampla e de maior impacto, seria a busca pela consolidação de uma Geografia do Litoral no Brasil, que ainda não está consolidada enquanto subárea. O país tem um dos mais extensos litorais da Terra e no mar está a sua maior biodiversidade e fonte de recursos, para além dos processos de ocupação, uso e pressões demográficas sobre essa faixa, com fortes demandas ambientais e territoriais. O bastante para trazer à tona, de modo mais contundente, o conhecimento aprofundado do maior recurso existente no país.

A consolidação dessa área se daria em torno da elaboração de agrupamento de fóruns e/ou disciplinas acadêmicas direcionadas para cursos de Geografia (Licenciatura e Bacharelado), buscando inserir o conhecimento à formação básica [e no próprio currículo nacional]. Isto ocorreria a partir de um maior dimensionamento temático em livros didáticos, paradidáticos, além de constante tratamento público do tema, gerando capacidades [in]formativas para além do científico, mas sobretudo no senso comum.

Acredita-se que a partir dessa inserção no plano educacional e de informação veiculada, por meio dos instrumentos da divulgação científica, novas tecnologias e difusão do conhecimento, os resultados sociais podem ser alcançados. E desta maneira, o senso crítico e a cidadania estariam mais fundamentados no intuito de cobranças futuras por parte da sociedade civil organizada e envolvida diretamente nas ações e tomadas de decisões que melhor funcionem e gerenciem o território.

Portanto, ademais dessas bases aplicáveis ao cotidiano e aos princípios de cidadania, o tema tende a consolidar ainda mais o papel da ciência geográfica nos seus campos de atuação e formação, contribuindo com a busca pela harmonização dos sistemas ambientais e a apropriação mais racional dos recursos. Além disso, fortalece a maior tendência de amparar e formar com solidez uma concepção socioambiental e ética para com o espaço.

9. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A.N. **Brasil: paisagens de exceção**. O litoral e o pantanal mato-grossense. Patrimônios básicos. Cotia: Ateliê Editorial, 2006.
- AB'SÁBER, A.N. **Litoral do Brasil**. Brazilian Coast. São Paulo: Metalivros, 2005.
- AB'SÁBER, A.N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, n.18, p.1-22, 1969.
- AB'SÁBER, A.N. Contribuição à Geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, 18 (1), p.3-48, 1955.
- AFONSO, C.M. **A paisagem da Baixada Santista**. São Paulo: FAPESP / EDUSP, 2006.
- ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras e gestão de portos e costas**. A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- AMORIM, M.C.C.T.; SANT'ANNA NETO, J.L.; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional**. Questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013.
- ANDRADE-NETO, G.F.; BORIO, C.; OLIVEIRA, A. O clean cost index é um bom índice para indicar a poluição por lixo marinho? – Estudo de caso na Costa dos Coqueiros, Bahia. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: AOCEANO, 2010.
- ANDRADY, A.L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.1596-1605, 2011.
- ARAÚJO, M.C.B. de; COSTA, M.F. Municipal services on tourist beaches: costs and benefits of solid waste collection. **Journal of Coastal Research**, vol. 22, n.5, p.1070-1075, 2006a.
- ARAÚJO, M.C.B. de; COSTA, M.F. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Waste Management**, p.1-7, 2006b.
- ASHTON, K.; HOMES, L.; TURNER, A. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.60, p. 2050-2055, 2010.
- ASSIREU, A.T. **Análise da circulação superficial oceânica na costa sudeste-sul do Brasil, a partir da utilização dos dados de derivadores**

rastreado por satélite. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

BAIRD, C. **Química Ambiental.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

BAPTISTELLI, S. C.; HARARI, J.; ALFREDINI, P. Using “MIKE 21” and “POM” for numerical simulations of the hydrodynamics in Baixada Santista Region (São Paulo, Brazil). **Afro-America Global Sea Level Observing System News**, 12(1), 2008.

BARBOSA, L.M. As dunas da foz do rio São Francisco. **Ciência Hoje**, v.32, n. 188, p.72-75, 2002.

BARNES, D. K. A.; WALTERS, A.; GONÇALVES, L. Macroplastics at sea around Antarctica. **Marine Environmental Research**, 70, p.250-252, 2010.

BARNES, D.K.A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R.C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 364, p.1985-1998, 2009.

BARRAGÁN MUÑOZ, J.M.B. (Coord.) **Manejo costero integrado en Iberoamérica:** diagnóstico e propuestas para una nueva política pública. Cádiz: Red Ibermar / CYTED, 2012.

BARRAGÁN MUÑOZ, J.M.B. (Coord.) **Manejo costero integrado y política publica en Iberoamérica:** un diagnóstico. Necesidad de cambio. Cádiz: Red Ibermar / CYTED, 2009.

BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. **Las áreas litorales de España.** Del análisis geográfico a la gestión integrada. Barcelona: Ariel, 2004.

BARRY, R.G.; CHORLEY, R.J. **Atmosfera, tempo e clima.** Porto Alegre: Bookman, 2013.

BÉGUERY, M. **A exploração dos oceanos.** A economia do nosso futuro. São Paulo: Difel, 1979.

BETTS, K. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. **Environmental Science & Technology**, 42:8995. 2008.

BIRD, E. **Coastal Geomorphology.** An introduction. Chichester: John Wiley, 2000.

BOLAND, R.C.; DONOHUE, M.J. Marine debris accumulation in the nearshore marine habitat of the endangered Hawaiian monk seal, *Monachus schauinslandi*. **Marine Pollution Bulletin**, 46, 1385-1394, 2003.

BOURNE, W.R.P.; IMBER, M.J. 1982. Plastic pellets by collected by a prion on Gough Island, Central South Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v.13, p. 20-21.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L. **Introdução à Engenharia Ambiental**. O desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

CÂMARA, V.M.; ALONSO, H.G.A.; DÍAZ-BARRIGA, F.; ASMUS, C.I.R.F. A geração e o acúmulo de poluentes e suas ameaças para a saúde a curto e longo prazos. In: GALVÃO, L.A.C.; FINKELMAN, J.; HENAO, S. (Orgs.) **Determinantes ambientais e sociais da saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011.

CAMARGO, R.; HARARI, J.; DIAS, P. L. S.; CARUZZO, A.; ZACHARIAS, D. C. Implementação de sistema de previsão de marés meteorológicas no Atlântico Sudeste. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBMET, 2000.

CAMARGO, R.; HARARI, J. Modelagem numérica de ressacas na plataforma sudeste do Brasil a partir de cartas sinóticas de pressão atmosférica na superfície. **Boletim do Instituto Oceanográfico da USP**, 42(1), p.19-34, 1994.

CAPEL, H. **Geografía humana y ciencias sociales**: una perspectiva histórica. Barcelona: Montesinos Editor, 1987.

CARPENTER, E.J.; ANDERSON, S.J.; HARVEY, G.R.; MIKLAS, H.P.; PECK, B.B. Polystyrene spherules in coastal waters. **Science**, New Series, vol. 178, p.749-750, 1972.

CARPENTER, E.J.; SMITH, K.L. Plastics on the Sargasso Sea surface. **Science**, 178: 1240-41, 1972.

CARSON, H.S. The incidence of plastic ingestion by fishes: from the prey's perspective. **Marine Pollution Bulletin**, 74, p.170-174, 2013.

CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. **Geografia**: conceitos e temas. 15ª ed. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2012.

CASTRO, I.E. Análise geográfica e o problema epistemológico da escala. **Anuário do Instituto de Geociência da UFRJ**, n.1, 1992.

CASTRO, P.; HUBER, M.E. **Biologia Marinha**. 8ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CHAVES, P.T.; SERAFIM, C.F.S. **Geografia**: ensino fundamental e ensino médio. O mar no espaço geográfico brasileiro. Coleção Explorando o Ensino, vol. 8. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

CHRISTOPHERSON, R.W. **Geossistemas**. Uma introdução à Geografia Física. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CLAESSENS, M.; MEESTER, S.; VAN LANDUYT, L.; CLERCK, K.; JANSSEN, C.R. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.2199-2204, 2011.

COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p. 2588-2597, 2011.

COLTON, J.B.; KNAPP, F.D.; BURNS, B.R. Plastic particles in surface waters of the Northwestern Atlantic. **Science**, New Series, vol. 185, p.491-497, 1974.

COMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (C.G.G) **Exploração do Littoral**. 1ª secção. Cidade de Santos à fronteira do Estado do Rio de Janeiro, 1915.

COMISSÃO GEOGRAPHICA E GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (C.G.G) **Exploração do Littoral**. 2ª secção. Cidade de Santos à fronteira do Estado do Paraná, 1920.

CORCORAN, P.L. Plastics and beaches: a degrading relationship. **Marine Pollution Bulletin**, v.58, n.1, p. 80-84, 2009.

CORDEIRO, C.A.M.M.; COSTA, T.M. Avaliação dos resíduos sólidos retidos nas franjas de manguezais de São Vicente, SP, Brasil. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: AOCEANO, 2010.

CORRÊA, R.L. **Trajetórias geográficas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CORRÊA, R.L. **Região e organização espacial**. 6ª ed. São Paulo: Ática, 1998. 6ª ed.

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. **Environ. Monit. Assess.**, v. 168, p.299-304, 2010.

CUNDELL, A.M. 1973. Plastic Materials accumulating in Narragansett Bay. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 4, issue 4, p.187-188

DAVIDSON-ARNOTT, R. **Introduction to coastal processes and Geomorphology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

DAVIES, J.L. Geographical variations in coastal development. In: CLAYTON, K.M. (org.) **Geomorphology**. Text Series 4. London: Longman, 1977.

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

DIAS FILHO, M.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, 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 de Gestão Costeira Integrada**, vol., 2010.

DIEGUES, A.C.S. **Ecologia humana e planejamento costeiro**. São Paulo: Nupaub / USP, 2001.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ELDER, D. L.; VILLENEUVE, J.P. Polychlorinated biphenyls in the Mediterranean Sea. **Marine Pollution Bulletin**, vol.8:1, p. 19-22, 1977.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO – EMPLASA. **Região Metropolitana da Baixada Santista**. Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br> Acessado em: 26 de abril de 2015.

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.

ERIKSEN, M.; MAXIMENKO, N.; THIEL, M.; CUMMINS, A.; LATTIN, G.; WILSON, S.; HAFNER, J.; ZELLERS, A.; RIFMAN, S. Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. **Marine Pollution Bulletin**, 68, p.71-76, 2013.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Abordagens de problemas ambientais em praias: ênfase na industrialização, lixo marinho e seus riscos. In: XV ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA – EGAL, Havana. **Anais...** La Habana: Universidad de La Habana, 2015.

FALCÃO, P.M. Lixo marinho de origem industrial e as suas abordagens de risco. In: LOURENÇO, L. (Org.) **Multidimensão e territórios de risco**. Coimbra: Riscos & Universidade de Coimbra, 2014a.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Contribuições da Geomorfologia Costeira aos estudos sobre pellets de plástico em praias de SP, Brasil. **Geonorte**, v.10, n.1, p.71-76, 2014b.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Diagnóstico da presença de grânulos plásticos em praias do Estado de São Paulo, Brasil. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS – CBG, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2014c.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C. R. de G. Lixo marinho de origem industrial e as suas abordagens de risco. In: III CONGRESSO INTERNACIONAL DE RISCOS, Guimarães. **Anais...** Guimarães: Associação Riscos, 2014d.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Diagnóstico da presença de grânulos plásticos (pellets) em praias do Estado de São Paulo, Brasil. In: 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG-BA/SE, 2014e.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Por que estudar os pellets de plástico na Geomorfologia Costeira? In: 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG-BA/SE, 2014f.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C. R. de G. Pellets plásticos nas praias do mundo: análise do estado da arte como ferramenta de auxílio à gestão costeira. In: Juan Manuel Barragán Muñoz. (Org.). **Gestión Integrada de Áreas Litorales, mirando a Iberoamerica**. Cádiz: Universidad de Cádiz, 2012a.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C. R. de G. Pellets plásticos nas praias do mundo: análise do estado da arte como ferramenta de auxílio à gestão costeira. In: I CONGRESO IBEROAMERICANO DE GESTIÓN INTEGRADA DE AREAS LITORALES, Cádiz. **Anais...** Cádiz: Universidad de Cádiz, 2012b.

FALCÃO, P. M.; SOUZA, C. R. de G. Diagnóstico sobre a presença de pellets de plástico em praias do Estado de São Paulo, Brasil. In: II WORKSHOP ANTROPICOSTA IBEROAMERICA, Montevideo. **Anais...** Montevideo, Universidad de Montevideo, 2012c.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C. R. de G. Avaliação do conhecimento sobre a presença de grânulos plásticos (pellets) em praias do mundo: 1970-2011. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AOCEANO, 2012d.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Avaliação do conhecimento sobre a presença de grânulos plásticos (pellets) em áreas litorâneas do mundo: 1970-2011. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO / III ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SUL-AMERICANO, Búzios. **Anais...** Búzios: ABEQUA, 2011a.

FALCÃO, P.M.; SOUZA, C.R. de G. Grânulos plásticos em praias: abordagens no mundo e no Brasil. In: XXIV SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG-BA/SE, 2011b.

FALCÃO, P.M. **Litorais urbanos: problemas ambientais nas metrópoles regionais de Salvador, Recife e Fortaleza – Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

FIERZ, M.S.M. **As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do Estado de São Paulo: contribuição à Geomorfologia das planícies costeiras.** Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FIGUEIREDO, F.E.L. (Org.) **Zona costeira paulista.** Relatório de Qualidade Ambiental. São Paulo: SMA / CPLA, 2012.

FISNER, M.; TANIGUCHI, S.; MOREIRA, F.; BÍCEGO, M. C.; TURRA, A. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in plastic pellets: variability in the concentration and composition at different sediment depths in a sandy beach. **Marine Pollution Bulletin**, 70, p.219-226, 2013.

FRANKEL, E. **Ocean environmental management.** New Jersey: Prentice Hall, 1995.

FRENCH, P.W. **Coastal and estuarine management.** Routledge environmental management series. London: Routledge, 1997.

FRIAS, J.P.G.L.; SOBRAL, P.; FERREIRA, A.M. Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. **Marine Pollution Bulletin**, v.60, p. 1988-1992, 2010.

GARRETA-HARKOT, P. F.; IVAR DO SUL, J. A.; OLIVEIRA, A. L.; REBOUÇAS, G. N.; BARRETO, F. P. Projeto lixo marinho: estratégias de ação para enfrentamento do problema no litoral brasileiro. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: AOCEANO, 2010.

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

GOMES, P.C.C. O conceito de região e sua discussão. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. **Geografia: conceitos e temas.** 15ª ed. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2012.

GRIGORYEV, A.A. The theoretical fundaments of modern Physical Geography. In: VZAIMODEISTVIE, N.P.I.Z. **The interaction os Sciences in the study of the Earth.** Moscow: Progress Publisher, 1968.

GREGORY, K.J. **A natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 1985.

GREGORY, M.R. Virgin plastic granules on Some Beaches of Eastern Canada and Bermuda. **Marine Environmental Research**, 10, p.73-92, 1983.

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.

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

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2001.

HAESBAERT, R. China na nova dinâmica global-fragmentadora do espaço geográfico. In: HAESBAERT, R. (Org.) **Globalização e fragmentação no mundo contemporâneo**. Niterói: Editora da UFF, 2013. 2ª ed. Revista e ampliada.

HALFELD, H.G.F. **Atlas e Relatório concernente à Exploração do Rio São Francisco**. Desde a Cachoeira da Pirapora até o Oceano Atlântico. Rio de Janeiro: Lithographia Imperial, 1860.

HARARI, J.; FERREIRA, F. R.; DEGASPARI, F. A.; SARTOR, S. M. Modelagem numérica da hidrodinâmica e da dispersão de esgoto na Baía de Santos, SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.18, n.1, p.205-214, 2013.

HARARI, J.; FRANÇA, C.A.S.; MARQUES, J. Aplicação da modelagem numérica da Baía de Santos (SP): correntes residuais e dispersão de poluentes. In: RIBEIRO, W. C. **Governança da água no Brasil**. Uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; FAPESP; CNPq, 2009.

HARARI, J.; CAMARGO, R.; FRANÇA, C. A. S.; MESQUITA, A. R.; PICARELLI, S. S. Numerical modeling of the hydrodynamics in the coastal area of São Paulo State – Brazil. **Journal of Coastal Research**, 39, p. 1560-1563, 2006.

HARARI, J.; CAMARGO, R. Numerical simulation of the tidal propagation in the coastal region of Santos (Brazil, 24°S 46°W). **Continental Shelf Research**, v.23, p.1597-1613, 2003.

HARARI, J.; GORDON, M. Simulações numéricas da dispersão de substâncias no porto e baía de Santos, sob a ação de marés e ventos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.6, n.4, p.115-131, 2001.

HARARI, J.; CAMARGO, R. Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): circulação de maré. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v.46, n.2, p.135-156, 1998.

HARDISTY, J. Beach and nearshore sediment transport. In: PIE, K. (ed.) **Sediment transport and depositional processes**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994.

HATJE, V.; COSTA, M.F.; CUNHA, L.C. Oceanografia e Química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. **Química Nova**, vol. 36, n10, p. 1497-1508, 2013.

HAYS, H.; CORMONS, G. Plastic particles found in Tern Pellets, on Coastal Beaches and at Factory Sites. **Marine Pollution Bulletin**, vol.05:3, p. 44-46, 1974.

HOWELL, E. A.; BOGRAD, S. J.; MORISHIGE, C.; SEKI, M. P.; POLOVINA, J. J. On North Pacific circulation and associated marine debris concentration. **Marine Pollution Bulletin**, 65, p. 16-22, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas geográfico ds zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: CIRM-Marinha do Brasil / IBGE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo e informações demográficas – 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 26 de abril de 2015.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **International Convention for the Prevention of Pollution from Ships – Marine Pollution (MARPOL)**. Disponível em: <http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions.aspx> Acessado em: 21 de dezembro de 2014.

INTERNATIONAL PELLET WATCH – IPW. **Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) using Beached Plastic Resin Pellets**. Disponível em: <http://www.pelletwatch.org> Acessado em: 12 de fevereiro de 2015.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. The presente and future of microplastics pollution in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.185, p.352-364, 2014a.

IVAR DO SUL, J.A.; COSTA, M.F.; SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, M.C.B. Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. **Marine Pollution Bulletin**, v. 78, p.252-257, 2014b.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Plastic pollution risks in an estuarine conservation unit. **Journal of Coastal Research**, special issue, n. 65, p.48-53, 2013a.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F.; BARLETTA, M.; CYSNEIROS, F.J.A. Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, 75, p.305-309, 2013b.

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). **Marine Pollution Bulletin**, v.58, p.1229-1244, 2009.

IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: from the 1970 until now and where do we go from here? **Marine Pollution Bulletin**, 54, p.1087-1104, 2007.

JAMBECK, J.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, vol. 347, issue 6223, 2015.

JESUS, L. V.; ANDRADE, A. C. S. Parâmetros granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas, Aracaju – SE. **Scientia Plena**, vol. 9, n.5, 2013.

KARTAR, S.; ABOU-SEEDO, F. Polystyrene spherules in the Severn Estuary - A progress report. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 7, issue 7, p.52, 1973.

KARTAR, S.; MILNE, R. A., SAINSBURY, M. Polystyrene waste in the Severn Estuary. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 4, 144, 1973.

KARAPANAGIOTI, H.K.; ENDO, S.; OGATA, Y.; HIDESHIGE, T. Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 62, issue 2, p.312-317, 2011.

KLUMB-OLIVEIRA, L.A.; PEREIRA, N.E.S.; LEÃO, R.R. Morfodinâmica multitemporal em praia refletiva no litoral Centro-Norte do RJ, em resposta ao clima de ondas regional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n.1, 2015.

KUMAR, H.D.; HÄDER, D.P. **Global aquatic and atmospheric environment**. Berlin: Springer-Verlag, 1999.

LACOSTE, Y. **A Geografia** – isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra. 19ªed. Campinas: Papirus, 2012.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. 2006. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas. 6ª ed.

LEE, J.; HONG, S.; SONG, Y.K.; HONG, S.H.; JANG, Y.C.; JANG, M.; HEO, N.W.; HAN, G.M.; LEE, M.J.; KANG, D.; SHIM, W.J. Relationships among the abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea. **Marine Pollution Bulletin**, 77, p.349-354, 2013.

LUTGENS, F.K.; TARBUCK, E.J. **The atmosphere**. An introduction to meteorology. New Jersey: Pearson Education, 2010.

MAJER, A.P.; VEDOLLIN, 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.

MANO, E.B.; MENDES, L.C. **Introdução a polímeros**. São Paulo: Editora Blucher, 1999. 2ª ed. rev. e ampl.

MANO, E.B. **Polímeros como materiais de Engenharia**. São Paulo: Editora Blucher, 1991.

MANSOR, M.T.C.; CAMARÃO, T.C.R.C.; CAPELINI, M.; KOVACS, A.; FILET, M.; SANTOS, G.A.; SILVA, A.B. **Resíduos sólidos. Cadernos de Educação Ambiental**, nº6. São Paulo: SMA, 2010.

MANZANO, A.B. **Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MARCHESANI, D.S.; YANG, S.H.; ODA, D.V.; COSTA, M.H.N.; TAVARES FILHO, O.M.; BERTOZZI, C.P. Avaliação dos resíduos sólidos no estuário de Santos e São Vicente, Baixada Santista, SP, Brasil. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: AOCEANO, 2010.

MARQUES, J.S. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia** – Uma atualização de bases e conceitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MATTHEWS, G. Pollution of the oceans: an international problem? **Ocean Management**, v.1, p.161-170, 1973.

MATO, Y.; ISOBE, T.; TAKADA, H.; KANEHIRO, H.; OHTAKE, C.; KAMINUMA, T. Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. **Environmental Science & Technology**, v.35, p.318-324, 2001.

MARRONI, E.V.; ASMUS, M.L. **Gerenciamento Costeiro**. Uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental. Pelotas: USEB, 2005.

MENDONÇA, A.A.R.; SANTOS, J.A.T.N.; FALCÃO, P.M. Esférulas plásticas em praias da Cidade Baixa, Baía de Todos os Santos, Nordeste do Brasil. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AOCEANO, 2012.

MINCHIN, D. Tar pellets and plastics as attachment surfaces for lepadid cirripedes in the North Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v.32, p. 855-859, 1996.

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

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**. Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. 2ª ed. São Paulo: Annablume, 2007.

MORAES, A.C.R. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. 4ª ed. São Paulo: Annablume, 2005.

- MORAES, A.C.R. **Bases da formação territorial do Brasil**. O território colonial brasileiro no “longo” século XVI. São Paulo: Hucitec, 1999.
- MORAES, A.C.R. **Geografia**. Pequena história crítica. São Paulo: Hucitec, 1983.
- MORRIS, A.W.; HAMILTON, E.I. Polystyrene spherules in the Bristol Channel. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 5, issue 5, p.26-27, 1974.
- MORRIS, R.J. Floating plastic debris in the Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 11, p.125, 1980.
- MORRIS, R.J. Plastic debris in the surface waters of the South Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 11, p. 164-166, 1980.
- MOURA, J.R.S. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia** – Uma atualização de bases e conceitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia** – Uma atualização de bases e conceitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a.
- MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.1, p.35-44, 2001b.
- NAEHER, J. **Excursões na Província da Bahia**. A Terra e a Gente da Província Brasileira da Bahia, vol. 1, Salvador, 1881.
- O OCEANO...Nosso futuro. 1999. **Relatório da Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos**. Rio de Janeiro: Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos, 248 p.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- 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.; BURRES, E.; SMITH, W.; VELKENBURG, M.V.; LANG, J.S.; LANG, R.C.; 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, L.R.N. (Org.) **ZEE Baixada Santista**. Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor Costeiro da Baixada Santista. São Paulo: SMA, 2013.

OLIVEIRA, R.C. Sistemas costeiros e impactos decorrentes da ação antrópica: os cenários da Costa do Cacau e Costa do Descobrimento no Estado da Bahia e Região Metropolitana da Baixada Santista no Estado de São Paulo – Brasil. In: VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, II SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

OLIVEIRA, R.C. Ambiente costeiro – fragilidades e impactos relacionados a ação antrópica: o cenário da Baixada Santista no Estado de São Paulo, Brasil. In: XII ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, Montevideu. **Anais...** Montevideu: Universidad de Montevideu, 2009.

PALMEIRA, A. C. P. A.; CAMARGO, R.; PALMEIRA, R. M. J. Efeito do detalhamento dos ventos na modelagem de agitação marítima no oeste do Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.1, p.117-125, 2012.

PARK, D. **Waves, tides and shallow-water processes**. Burlington: The Open Univeristy, 1999.

PEIXOTO, C.A.B. (Org.) **Geodiversidade do Estado de São Paulo**. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. São Paulo: CPRM / Serviço Geológico do Brasil, 2010.

PEPPER, I.L.; GERBA, C.P.; BRUSSEAU, M.L. **Environmental and pollution Science**. London: Elsevier, 2006.

PETERSEN, J.F.; SACK, D.; GABLER, R.E. **Fundamentos de Geografia Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PHILLIPS, D.J.H. The marine environment and its management in Australia: na introduction. **Marine Pollution Bulletin**, v.25, n.5-8, p.121-122, 1992.

PIANOWSKI, F. 1997. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**. Monografia. Rio Grande: FURG, 1997. 79p.

PINTO, L.F.M. Metro linear: unidade de medida ou vício de linguagem. **Web Banas Metrologia e Instrumentação**, v.1, p.1-9, 2010.

PLATICS EUROPE. Plastics – the Facts 2011. An analysis of European Plastic Production, demand and recovery for 2010. **Reports**, UE: Association of Plastics Manufacturers, 2011.

POSSATTO, F.E.; BARLETTA, M.; COSTA, M.F.; IVAR DO SUL, J.A.; DANTAS, D.V. Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.1098-1102, 2011.

RAMOS E SILVA, C.A. (Org.) **Oceanografia Química**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

RIOS, L.M.; MOORE, C.; JONES, P.R. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.54, p. 1230-1237, 2007.

RUA, J. Estados Unidos: ainda a potência dominante no século XXI? In: HAESBAERT, R. (Org.) **Globalização e fragmentação no mundo contemporâneo**. Niterói: Editora da UFF, 2013. 2ª ed. Revista e ampliada.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil**. Subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009a.

ROSS, J.L.S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: LEMOS, A.I.G.; GALVANI, E. (Orgs.) **Geografia, tradições e perspectivas**: interdisciplinaridade, meio ambiente e representações. São Paulo: Clacso / Expressão Popular, 2009b.

ROSS, J.L.S.; FIERZ, M.S.M.; AMARAL, R. Da ecodinâmica à fragilidade ambiental: subsídios ao planejamento e gestão ambiental. In: LEMOS, A.I.G.; ROSS, J.L.S.; LUCHIARI, A. (Orgs.) **América Latina**: sociedade e meio ambiente. São Paulo: Clacso / Expressão Popular, 2008.

ROSS, J.L.S. (Org.) **Geografia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2001.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:250.000. São Paulo: IPT / FAPESP, 1997.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, vol. 8, 1994.

ROSSETTI, D.F. Ambientes costeiros. In: FLORENZANO, T.G. (org.) **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

RUA, J. Estados Unidos: ainda a potência dominante no século XXI? In: HAESBAERT, R. (Org.) **Globalização e fragmentação no mundo contemporâneo**. Niterói: Editora da UFF, 2013. 2ª ed. Revista e ampliada.

RYAN, P.G. The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. **Marine Environmental Research**, 23, p.175-206, 1978.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental**. Conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANT'ANNA NETO, J.L. Dinâmica atmosférica e o caráter transicional do clima na zona costeira paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p.34-49, 1994.

SANTANA NETO, S.P.; SILVA, I.R.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Lixo global, clima de ondas e deriva litorânea ao longo das praias do Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil. **Scientia Plena**, vol. 10, n.7, 2014.

SANTOS, I.R. Naves flutuantes de plástico. **Ciência Hoje**, vol. 37:220, p. 64-65, 2005.

SANTOS, I.R.; BAPTISTA NETO, J.A.; WALLNER,-KERSANACH, M. Resíduos sólidos. In: BAPTISTA NETO, J.A.; WALLNER,-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S.M. **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: EDUSP, 2008.

SANTOS, M. **Por uma Geografia nova**. São Paulo: EDUSP, 2004.

SANTOS, M.C. **Turismo em ambiente costeiro no Brasil e em Portugal**. Salvador: EDUNEB, 2012.

SANTOS, R.F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, J.A.T.N.; FALCÃO, P.M. Lixo marinho em Salvador – Bahia: pellets de plástico nas praias da Calçada a Boa Viagem. In: SEMINÁRIO SUSTENTABILIDADE, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E RECURSOS NATURAIS – SUSDER, Salvador. **Anais...** Salvador: IFBA / Insituto Kirimurê, 2012.

SENE, E. **Globalização e espaço geográfico**. São Paulo: Contexto Acadêmica, 2004.

SCHMIEGELOW, J.M.M. **O planeta azul**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SCOTT, G. Plastics packagigng and coastal pollution. **Int. J. Environmental Science**, 3: 35-6, 1972.

SCOTT, G. 1973. Improving the environment: chemistry and plastic waste. **Chemistry in Britain**, 267-71.

SHIBER, J.G. Plastic pellets and Tar on Spain's Mediterranean beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v.18, p. 84-86, 1987.

SHIBER, J.G. Plastic pellets on Spain's "Costa del Sol" beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v.13, p.409-412, 1982.

SHIBER, J.G. Plastic pellets on the coast of Lebanon. **Marine Pollution Bulletin**, v.10, p.28-30, 1979.

SILVA-CAVALCANTI, J.S.; ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M.F. Plastic litter on na urban beach – a case study in Brazil. **Waste Management Research**, n.27, p.93-97, 2009.

- SOUZA, C.R. de G. Praias arenosas oceânicas do Estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, Special Issue, p. 307-371, 2012.
- SOUZA, C.R. de G. Impactos das mudanças climáticas no litoral do Estado de São Paulo (Sudeste do Brasil). In: VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, II SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.
- SOUZA, C.R. de G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 9(1), p. 17-37, 2009a.
- SOUZA, C.R. de G. Flood risk assessment in coastal drainage basins through a multivariate analysis within a GIS-Based Model. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 56, p. 900-904, 2009b.
- SOUZA, C.R. de G. Carta de suscetibilidade morfométrica de bacia de drenagem ao desenvolvimento de inundações no Litoral Norte de São Paulo. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UGB, 2006. (Cd-rom)
- SOUZA, C.R. de G. Risco a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. (Cd-rom)
- SOUZA, C.R. de G. **As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- SOUZA, C.R. de G.; SOUZA, A.P.; ROSA, E.G. Avaliação histórica da ocorrência de ressacas na Baixada Santista, SP. In: XIV CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, Natal. **Anais...** Natal: ABEQUA, 2013.
- SOUZA, C.R. de G.; SOUZA, A.P.; FERREIRA, R.S. Monitoramento praias antes e durante as obras de dragagem do porto de Santos, São Paulo (Brasil). In: I CONGRESO IBEROAMERICANO DE GESTIÓN INTEGRADA DE AREAS LITORALES, Cádiz. **Anais...** Cádiz: Universidad de Cádiz, 2012b.
- SOUZA, C.R. de G.; LUNA, G.C. Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão no município de Caraguatatuba (Litoral Norte de São Paulo, Brasil). **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 10(2), p. 179-199, 2010.
- SOUZA, C.R. de G.; LUNA, G.C. Taxas de retrogradação e balanço sedimentar em praias sob risco muito alto de erosão no município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo). **Quaternary and Environmental Geosciences**, 1(1), p. 25-41, 2009.

SOUZA, C.R. de G.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ESTEVES, L.S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S.R.; PATCHINEELAM, S.M.; ADDAD, J.E. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. The coastal erosion risk zoning and the state of São Paulo Plan for Coastal Management. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 35, p. 530-547, 2003.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. Coastal erosion and beach morphodynamics along the state of São Paulo (SE Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.68 (3), p.405-424, 1996.

SOUZA, M.L. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2013.

SPÓSITO, E.S.; SANTOS, L.B. **O capitalismo industrial e as multinacionais brasileiras**. São Paulo: Outras Expressões, 2012.

STRAHLER, A.N.; STRAHLER, A.H. **Geografía Física**. 3ª ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1989.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. São Paulo: T.A. Queiroz Editor, 1992.

TAKADA, H. Call for pellets! International Pellet Watch Global Monitoring of POPs using beached plastic resin pellets. **Marine Pollution Bulletin**, v.52, p. 1547-1548, 2006.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI, F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TESSLER, M. G.; CAZZOLI Y GOYA, S. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, 17, p. 11-23, 2005.

TESSLER, M.G.; MAHIQUES, M.M. Processos oceânicos e produtos sedimentares. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI,

F. (Orgs.) **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

THOMPSON, R.; MOORE, C.; VOM SAAL, F. S.; SWAN, S. H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** 364, p. 1973-1976, 2009.

THOMPSON, R.; MOORE, C.; ANDRADY, A.; GREGORY, M.; TAKADA, H.; WEISBERG, S. New directions in plastic debris. **Science**, 1117b, 2005.

THOMPSON, R.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R.P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S.J.; JOHN, A.W.G.; McGONICLE, D.; RUSSELL, A.E. Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, 304, 838, 2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

TUCKER, M. **Techniques in sedimentology**. Cambridge: Blackwell Scientific Publications, 1988.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TURRA, A.; MANZANO, A.B.; DIAS, R.J.S.; MAHIQUES, M.M.; BARBOSA, L.; BALTHAZAR-SILVA, D.; MOREIRA, F.T. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. **Scientific Reports**, 4:4435, 2014.

TURRA, A.; MALUF, A.; MANZANO, A.B. 2008. Invasão de plásticos nos oceanos. **Ciência Hoje**, v. 46, n.246, p.40-45.

UNITED NATIONS (UN) – **Member States of the United Nations**. Disponível em: <http://www.un.org/en/members/>. Acessado em: 04 de abril de 2015.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós**. São Paulo: EDUSP, 2003.

VASCONCELOS, F.P. **Gestão integrada da zona costeira**. Ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius Editora, 2005.

VENTURI, L.A.B. (Org.) **Geografia**. Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011.

VILES, H.; SPENCER, T. **Coastal problems**. Geomorphology, ecology and society at the coast. Oxford: Routledge, 1995.

VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ÂNGULO, R.J.; DILLENBURG, S.R. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

WALDICHUK, M. The state of pollution in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.20, n.12, p. 598-602, 1989.

Web of Knowledge ISI – EndNoteWeb. Disponível em:
<http://www.myendnoteweb.com> Acessado em: 21 de maio de 2011.

WEBER, P. Abandoned seas: reversing the decline of the oceans. **Worldwatch Institute Review**, Washington D.C., p.89-111, 1993.

WICANDER, R.; MONROE, J.S. **Fundamentos de Geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

WOODROFFE, C.D. **Coasts**. Form, process and evolution. Cambridge: University Press, 2002.

WONHAN, J. Plastic debris in the sea. **Marine Pollution Bulletin**, v.17, n.10, p. 476-476, 1986.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **International Programme on Chemical Safety**. Disponível em:
http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/pesticides/en/ Acessado em: 12 de abril de 2015.

WRIGHT, R.T.; NEBEL, B.J. **Environmental science**: toward a sustainable future. New Jersey: Pearson Education, 2002.

ZARFL, C.; FLEET, D.; FRIES, E. Microplastics in oceans. **Marine Pollution Bulletin**, 62, p.1589-1591, 2011.

ZUJAR, J.O.; VILLALTA, I.V.; ROMERO, G.G. El acceso de los estados al mar: áreas costeras y cuencas marinas. In: VIVERO, J.L.S. (Org.) **Los océanos**. Medio ambiente, recursos y políticas marinas. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2001.