



O PLÁSTICO NAS PRAIAS DA ILHA DE SÃO VICENTE, BRASIL: DA CARÊNCIA SOCIAL AO REGISTRO SEDIMENTAR

Liliane Martins Costa¹ & Emiliano Castro de Oliveira²

¹ Graduação em Engenharia de Petróleo e Recursos Renováveis, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Rua Doutor Carvalho de Mendonça, 144 – Encruzilhada, Santos, SP, Brasil – 11.070-100

² Departamento de Ciências do Mar, Instituto de Saúde e Sociedade, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Rua Doutor Carvalho de Mendonça, 144 – Encruzilhada, Santos, SP, Brasil – 11.070-100. liliane.mcosta@hotmail.com; emiliano.oliveira@unifesp.br

RESUMO

As zonas costeiras são impactadas pela ação antrópica, sendo que o número de partículas plásticas vêm aumentando consideravelmente. Este tipo de partícula se deposita nas praias, podendo passar por fragmentação, sem biodegradação, ficando milimétricos e micrométricos, dando a falsa impressão de que não estão presentes nas praias. A Baixada Santista é uma região composta por nove cidades, localizadas no estado de São Paulo, dentre estas Bertioga, São Vicente e Santos, que foram as cidades escolhidas para a realização deste trabalho, devido à sua densidade populacional junto à costa. Este trabalho teve como objetivo estudar a composição sedimentológica de praias da Baixada Santista – SP, com atenção às partículas orgânicas e plásticas, e mapear a região em busca das possíveis origens de tais partículas. Foram identificadas partículas de: minerais; bioclastos minerais; bioclastos vegetais; pellets plásticos; tampas plásticas; linhas de pesca; fibras plásticas; embalagens plásticas e não identificáveis. As principais áreas de origem das partículas plásticas se apresentam como as áreas de ocupação sem saneamento básico e a ampla área portuária. A depender da relação com o seu entorno, as proporções de um determinado tipo de partícula variam, indicando maior representatividade de um dos tipos de área fonte.

Palavras-chave: partículas plásticas, sedimentação, praia, Baixada Santista

PLASTICS ON THE BEACHES OF SAINT VICENTE ISLAND, BRAZIL: FROM SOCIAL CARE TO SEDIMENTAL REGISTRATION

ABSTRACT

Coastal areas are impacted by anthropic action, and plastic particles are increasing considerably. This type of particle is deposited in the beaches, being able to undergo fragmentation, without biodegradation, becoming millimetric and micrometric, giving the false impression that they are gone. The Baixada Santista is a region composed of nine cities, located in the state of São Paulo, among these Bertioga, São Vicente and Santos, which were the cities chosen to carry out this study, due to its population density along the coast. This study looked after the sedimentological composition of beaches of Baixada Santista - SP, with attention to plastic particles, and to map the region in search of the possible origins of such particles. Particles of: minerals were identified; mineral bioclasts; flora bioclasts; plastic pellets; plastic caps; fishing lines; plastic fibers; plastic packing and unidentifiable fragments. The main origin of the plastic particles are presented as the areas of occupation without basic sanitation and the port area. Depending on the relationship with their surroundings, the proportions of a particular type of particle vary, indicating greater representativeness of one of the types of source area.

Key-words: Plastic particles, Sedimentation, Beaches, Baixada Santista.



INTRODUÇÃO

As zonas costeiras recebem sedimentos de origem continental e marinha, que são transportados por rios, marés, ondas e ventos. Dentre os tipos de sedimentos depositados nas zonas costeiras, os sedimentos antrópicos, especialmente as partículas de plástico, vem aumentando em proporção (DERRAIK, 2002), quando relacionados aos sedimentos terrígenos, aloquímicos e ortoquímicos (FOLK, 1968). Além de alterar a composição dos depósitos sedimentares, a presença de sedimentos antrópicos no ambiente interfere no meio biótico, causando danos a indivíduos ou a sistemas ecológicos inteiros (DERRAIK, 2002).

O aumento da quantidade de partículas de plástico que atinge o mar e as praias, faz com que os processos de limpeza antrópica não sejam mais eficientes, uma vez que com o passar do tempo as partículas plásticas se fragmentam em pedaços menores, que não são mais coletados pelos referidos processos de limpeza (COSTA et al., 2010) e que não se degradam. Neste contexto, as praias acabam acumulando grande parte destas partículas, permitindo a incorporação ao registro sedimentar (ZALASIEWICZ, 2016).

Os materiais plásticos se tornam parte dos sedimentos praias tanto em atividades terrestres (onshore) como em atividades em mar (offshore), sendo perdidos, manuseados de forma incorreta ou depositados deliberadamente pelas pessoas (DERRAIK, 2002). Há também a parcela que é transportada por rios, canais de maré em estuários e sistemas de drenagem municipais, permitindo que os materiais plásticos alcancem praias muitas vezes distantes da fonte destes detritos (MCDERMID & MCMULLEN, 2004).

Santos, São Vicente e Bertioga são municípios que integram a região metropolitana da Baixada Santista (Fig. 1), no estado de São Paulo, junto aos

municípios de Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe e Praia Grande. A população desta região é de aproximadamente 1,8 milhões de pessoas, podendo atingir 4 milhões em períodos de festas, tais como final de ano e Carnaval, segundo estimativas das prefeituras citadas. De acordo com o trabalho “Panorama dos Resíduos Sólidos na Região Metropolitana da Baixada Santista” (AGEM & IPT, 2018), Santos e São Vicente são as cidades com maiores populações, sendo estas concentradas nas zonas costeiras das cidades. Já Bertioga é um dos municípios com menor ocupação. A cidade de Cubatão, situada no interior do estuário da Baixada Santista, não possui praias, mas suas áreas ocupadas, por habitações e indústria, têm contato direto com os canais de maré e rios do estuário. A região apresenta 2 polos de alta industrialização, o polo petroquímico de Cubatão e o porto de Santos, sendo ambos os maiores polos do gênero no país (CARMO & CAM, 2009). No âmbito da gestão dos resíduos sólidos, a Baixada Santista carece de soluções de limpeza urbana que contemplem a coleta seletiva e de resíduo de serviços de saúde (AGEM & IPT, 2018). O mesmo diagnóstico mostra que o plástico representa aproximadamente 18,5 % de resíduos gerados na Baixada Santista.

O objetivo principal do presente trabalho foi analisar amostras de detritos plásticos coletadas junto a sedimentos praias, em três praias da Ilha de São Vicente (municípios de São Vicente e Santos; Fig. 1A), comparando-as com uma praia de controle, em região ambientalmente preservada, com o menor incidência de partículas plásticas, no município de Bertioga (Fig. 1B). Já o objetivo secundário foi realizar uma análise espacial, através de uma série temporal de imagens de satélite, com a finalidade de identificar as principais fontes potenciais dos detritos plásticos encontrados na análise principal.

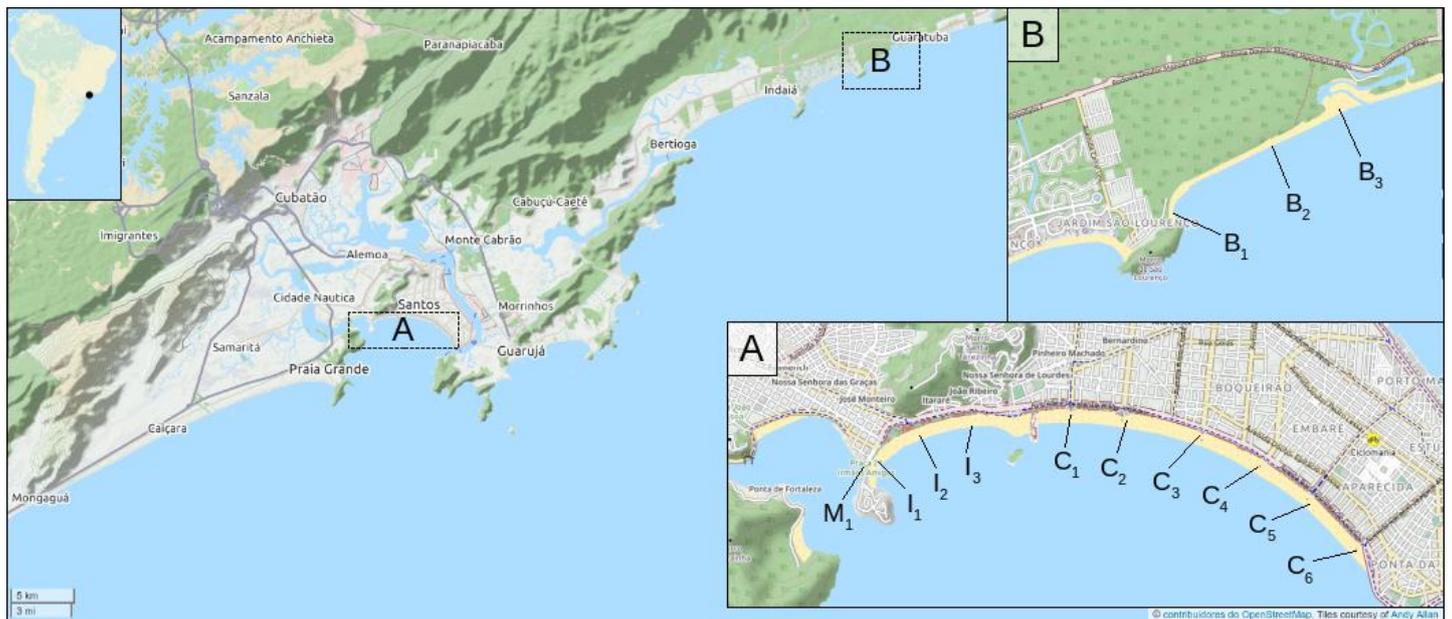


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. A – Detalhe da área de amostragem em São Vicente (M1, I1 a I3) e Santos (C1 a C6); Detalhe da área de amostragem em Bertioga (B1 a B3).

MATERIAIS E MÉTODOS

Quatro praias foram amostradas em três cidades da Baixada Santista: Itaguapé, em Bertioga, Milionários e Itararé, em São Vicente, e as praias dos Canais de 1 a 6, em Santos (Fig.1). A praia de Itaguapé foi utilizada como praia de controle, já que se encontra afastada de centros industrializados e urbanizados, estando dentro do Parque Estadual da Serra do Mar, do Estado de São Paulo, estando assim susceptível a menor aporte de partículas plásticas.

Em cada praia, as amostras foram coletadas na faixa de detritos que marca a onda máxima da última maré alta, também conhecida como linha de maré cheia ou deixa, com auxílio de uma espátula, em um quadrante de 50 cm por 50 cm, com profundidade aproximada de 2 cm, a fim de preencher um saco plástico de 1 l de volume. Em seguida, foram secas em

estufa a 50° C e peneiradas em 2 peneiras (1 mm e 0,5 mm).

Foi utilizada a metodologia de TERRY & CHILINGAR (1955) para uma análise qualitativa geral dos materiais amostrado, com distinção percentual das partículas plásticas e partículas de origem orgânica retidas nas peneiras e o material não retido pelas mesmas, menores que 0,5 mm.

A análise quantitativa foi feita através da contagem manual, com separação das partículas de origem orgânica (restos vegetais e bioclásticos) e partículas plásticas, com auxílio de uma lupa de bancada, Zeiss Stemi DV4. As amostras entre 0,5 e 1 mm e as amostras maiores de 1 mm, foram observadas com auxílio da lupa e foram definidos os seguintes critérios para posterior análise qualitativa e comparações das mesmas. Em seguida os resultados foram processados no software Libre Calc.

A análise de imagens de satélite se deu pela identificação, recorte e demarcação das áreas



desprovidas de urbanização e saneamento básico, na região estuarina da Baixada Santista, e das áreas que compõem o Porto de Santos, através de imagens do software Google Earth Pro.

RESULTADOS

Foram analisadas treze amostras, coletadas nas quatro cidades, resultando num total de 4954 partículas retidas nas peneiras, sendo 320 partículas plásticas e 4634 partículas de origem orgânica (Fig. 2 e 3).

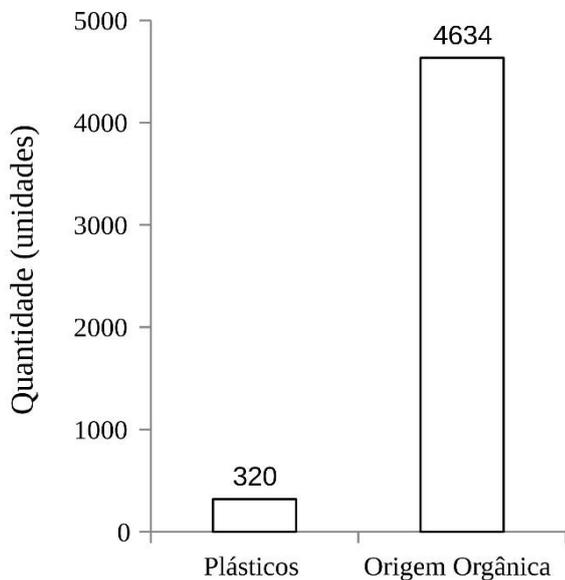


Figura 2: Gráfico da contribuição percentual de tipos de partículas em cada ponto amostral, separadas por tipo e faixa granulométrica.

As partículas plásticas são compostas por pellets; eppendorfs; tampas variadas; linhas de pesca; embalagens; fibras e não identificáveis (Fig. 4 A a D). Já as partículas de origem orgânica são compostas por fragmentos bioclásticos minerais, como fragmentos conchas e equinodermos, e vegetais, tais como talos, folhas e sementes (Fig. 4 E e F). Os componentes

minerais terrígenos foram incluídos na análise quantitativa apenas, não sendo analisados qualitativamente. Os fragmentos de bioclastos minerais que ficaram retidos nas peneiras, foram contabilizados como partículas de origem orgânica (Fig. 3).

A análise das imagens de satélite permitiu a identificação das áreas de potencial origem das partículas plásticas (Fig. 5), representadas por áreas de moradia sem urbanização e sem saneamento básico e áreas portuárias. Esta análise permitiu ainda a utilização do recurso de série histórica do software Google Earth Pro, gerando 3 pares de imagens comparativas, tomadas em 2009 e 2018, das potenciais áreas fonte das partículas plásticas citadas acima (Fig. 6 A a F).

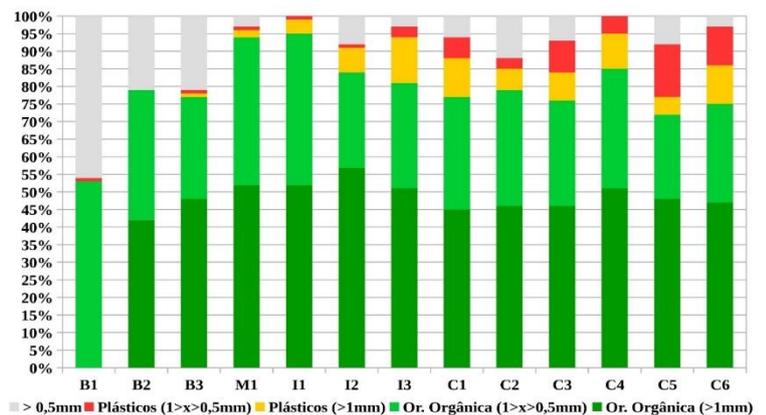


Figura 3: Gráfico da quantidade de partículas amostradas, separadas em plásticos e de origem orgânica.



Figura 4: A – Fotografia em lupa da amostra C6, ressaltando a presença de pellets plásticos em meio a matéria orgânica vegetal; B – Fotografia da amostra I6, ressaltando presença de tampa, fibras e embalagens plásticas em meio a matéria orgânica vegetal; C – Fotografia da amostra C4, ressaltando a presença de pellets plásticos em meio a matéria orgânica vegetal; D - Fotografia em lupa da



amostra C₂, ressaltando a presença de linha de pesca e fibras plásticas; E – Fotografia da amostra C₄, ressaltando matéria orgânica vegetal, bioclóstos e eppendorf; F – Fotografia da amostra C₅, ressaltando a presença de bioclastos e pellets.



Figura 5: Imagem de satélite da Ilha de São Vicente e arredores com marcação de áreas de moradias sem saneamento básico (amarelo) e áreas portuárias (laranja).

Os números de 1 a 3 correspondem a localização das áreas analisadas na Figura 6.

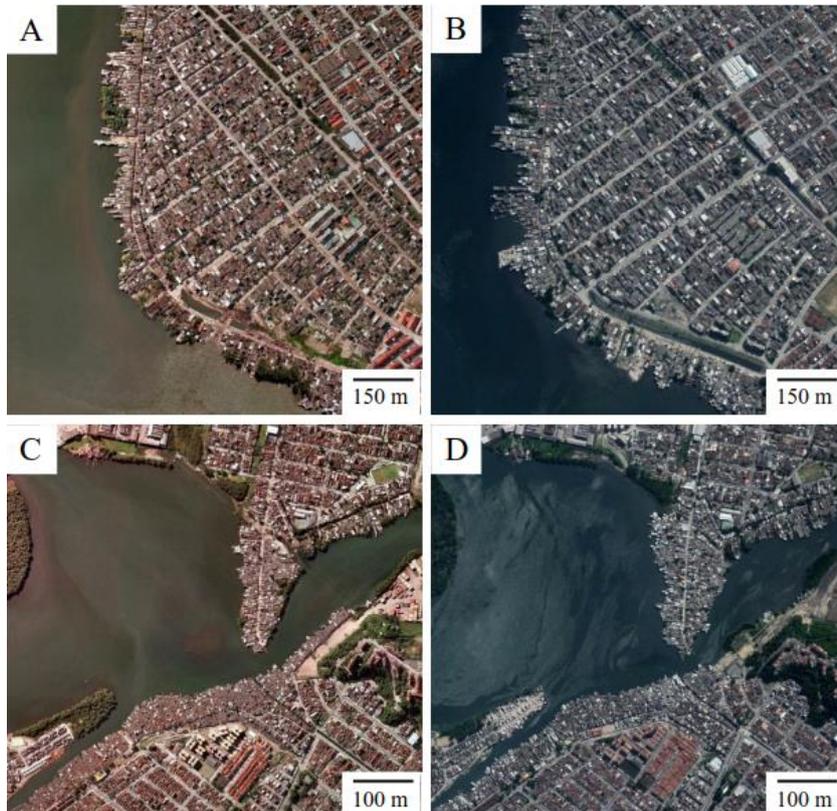




Figura 6: A – Imagem de satélite da Vila Margarida, São Vicente, em 2009; B - Imagem de satélite da Vila Margarida, São Vicente, em 2018; C - Imagem de satélite da Vila São Manoel e parte da Zona Noroeste, Santos, em 2009; D - Imagem de satélite da Vila São Manoel e parte da Zona Noroeste, Santos, em 2018; E - Imagem de satélite da Ilha Barnabé, Santos, em 2009; F - Imagem de satélite da Ilha Barnabé, Santos, em 2018.

DISCUSSÃO

As praias analisadas apresentam tendências dissipativas, de plano pouco inclinado, concordante com o esperado para praias em ambiente estuarino, similar ao observado por FREIRE et al. (2006). Já as características dos minerais terrígenos encontrados permitem associação à dinâmica costeira, ou seja, a interação entre os processos meteorológicos e oceanográficos atuantes naquela região, em contexto similar ao descrito por OLIVEIRA et al. (2007) no litoral de Santa Catarina, que favorecem o transporte e deposição de grãos de areia fina e muito fina, bem selecionados, com arredondamento variável, concordante com a classificação regional proposta por SOUZA (2012). Devido à granulometria fina, estes grãos não foram amostrados nas peneiras utilizadas, sendo incluídos na porcentagem total de partículas menores que 0,5 mm (Fig. 3).

Os bioclastos minerais tem origem intrabacinal, podendo ser gerados próximo às praias analisadas, como é o caso dos partículas de equinodermos, bivalves e gastrópodes (Fig. 4E e 4F), ou então podem ter sido trazidos para as praias por aumento na energia de ondas resultante de eventos climáticos ocorridos no

local (GEROTTO et al., 2014; Fig. 4D). Os bioclastos vegetais compõem a maior parte das partículas de origem orgânica amostradas, sendo compostos por talos, galhos, raízes, folhas e sementes (Fig. 4B, 4C, 4D e 4E), sendo oriundos do mangue que cobre a planície de maré do estuário da Baixada Santista. O transporte destas partículas se dá, principalmente, pelas correntes de maré nos canais do estuário (Fig. 3), sendo depois distribuídas nas praias pelas correntes e ondas.

Aproximadamente 75% dos detritos plásticos encontrados no mar tem origem terrestre, seja pelo descarte direto ou pelo descarte e transporte por rios, canais de maré e vento (DERRAIK, 2002; SOBRAL et al., 2011; FERNANDINO et al., 2016). As características químicas e físicas dos plásticos fazem com que sua aceitação para fabricação de embalagens e artefatos seja ampla e, estas mesmas características, fazem com que a maioria dos plásticos não se biodegradem, persistindo no ambiente na forma original ou fragmentado, devido a abrasão, quebra ou fotodegradação (SOBRAL et al., 2011). Desta forma, a distribuição das partículas de plástico atinge todos os oceanos, e permitiriam a utilização destes como indicadores geológicos, compondo a proposta de um



novo período, o Antropoceno. (ZALASIEWICZ et al., 2016).

Sendo identificados em tamanhos maiores que 1 mm (Fig. 4A, 4C e 4F), os pellets foram encontrados em maior quantidade no ponto C₆, o que pode ser justificado pela proximidade ao Porto de Santos, podendo se originar a partir de perdas no manuseio, lavagem dos tanques dos navios e quando ocorre a transferência para as unidades de moldagem (DERRAIK, 2002; SOBRAL et al., 2011). As chuvas e os ventos podem transportar os pellets para os cursos de água e logo para o mar, possibilitando a dispersão destes até pontos distantes das possíveis fontes, como se observa no ponto B₁. Um tipo de partícula plástica pouco usual encontrada nas praias de Santos e São Vicente são os eppendorfs, visível na figura 4E, utilizados para a comercialização de drogas inaláveis, principalmente cocaína, que são descartados diretamente na praia. Tampas de embalagens, principalmente garrafas, foram encontradas nos pontos da praia de Itararé em São Vicente, diferentemente das embalagens plásticas, que foram identificadas em todas as praias amostradas. Ambas as partículas podem ter sido descartadas em outros locais ou na própria praia, compondo a maior parte deste lixo plástico (DERRAIK, 2002; FERNANDINO, 2012). Fragmentos de linhas de pesca e outras fibras plásticas (Fig. 4B e 4D) foram encontradas nas amostras da praia de Itararé e Santos, indicando alta atividade pesqueira nesta região e ineficiência dos sistemas de filtragem no saneamento regional, uma vez que a predominância das correntes no estuário da Baixada Santista não permite a fácil entrada de material vindo de fora da baía de Santos (FERNANDINO et al., 2016; ZALASIEWICZ et al., 2016). As partículas não identificáveis são compostas por produtos que foram muito danificados ou fragmentados, e estavam presentes em todas as amostras, incluindo as da praia de Itaguapé, indicando

que a dispersão das partículas de plástico é ampla regionalmente, e que o tamanho diminuto deste tipo de partícula cria uma ilusão de que algumas praias da região estudada não possuem este tipo de contaminação (DERRAIK, 2002).

A utilização das imagens de satélite do sistema Google para a identificação das áreas fonte das partículas plásticas permitiu a delimitação de áreas de habitação carentes de saneamento básico em contato direto com o estuário, presentes nos municípios de Santos, São Vicente, Praia Grande, Cubatão e Guarujá, e as áreas de atividade portuária, presentes nos municípios de Santos e Guarujá (Fig. 5). A identificação das áreas fonte, tal como FERNANDINO et al. (2016) apresenta, demonstra que a Baixada Santista carece de saneamento básico completo e de um efetivo plano de fiscalização ambiental na sua estrutura portuária. Entre os anos 2009 e 2018, ocorreu expansão das áreas de ocupação sem saneamento e também do sistema portuário (Fig. 6), sendo que algumas áreas, tais como a Vila Margarida (Fig. 6A e 6B), a Vila São Manoel (Fig. 6C e 6D) e a Ilha do Barnabé (Fig. 6E e 6F), tiveram grande incremento de ocupação, sem que houvesse o mesmo ritmo de atuação do poder público (AGEM & IPT, 2018). Os efeitos da poluição por partículas plásticas na Baixada Santista podem ficar descaracterizados pela atuação das prefeituras de Santos e São Vicente na limpeza das praias, utilizando tratores e caminhões, em um serviço que ocorre diariamente a partir das 6:00 da manhã, mas em situações fora do controle dos serviços públicos, como na greve da prestadora de serviço de limpeza pública de São Vicente, em 2016, foi possível observar o grande volume de partículas plásticas que seria depositado nas praias do estuário (Fig. 7A a 7D).



Figura7: Fotografias do período sem limpeza da praia em São Vicente (Abril de 2016). A – Fotografia a distância da linha de deixa; B – Fotografia a média distância da linha de deixa; C – Detalhe da composição das partículas plásticas; D – Detalhe da composição dos restos vegetais em meio às partículas plásticas.

CONCLUSÕES

A depender do ambiente do entorno de uma praia, as proporções de materiais a serem identificados na linha de deixa pode variar, sendo que praias próximas a áreas urbanas tendem a ter uma maior quantidade de partículas plásticas.

As praias de Santos e São Vicente apresentam a particularidade de serem praias de um sistema estuarino, e além das partículas plásticas, recebe grande quantidade de partículas vegetais, oriundas do mangue

presente na planície de maré do estuário. Mesmo com limpeza diária, estas praias apresentam grande incidência de partículas de plástico, muitas não recolhidas devido ao tamanho sub centimétrico. Em Bertioga, apesar de não haver limpeza diária, a praia encontra-se inserida em uma reserva ambiental e a urbanização mais próxima são condomínios com alto padrão de saneamento e baixa visitação.

A proximidade das praias de Santos e São Vicente do Porto de Santos faz com que a presença de pellets seja bastante representativa, sendo que estes foram identificados até mesmo em Bertioga. Do ponto



de vista da urbanização, a presença de variados tipos de partículas plásticas nestas praias indica relativa deficiência nos sistemas de saneamento das cidades da região. A ocorrência ampla de partículas plásticas oriundas de embalagens permite o questionamento da participação das empresas que as utilizam no impacto ambiental, fato raramente ressaltado. As ocorrências de eppendorfs, utilizados como embalagem para cocaína, é um indicativo do consumo deste entorpecente na região de Santos e São Vicente.

A ocupação de áreas de moradia sem saneamento básico e o Porto de Santos seguem se expandindo, de 2009 a 2018, o que acarretará aumento do número de partículas plásticas nas praias da região se não forem implementadas políticas públicas de saneamento, moradia e fiscalização ambiental mais rígida.

AGRADECIMENTOS

A UNIFESP e ao Laboratório GEOPETRO, do Departamento de Ciências do Mar do Instituto de Saúde e Sociedade da UNIFESP, por viabilizar a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista; IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2008. Panorama dos Resíduos Sólidos na RMBS Baixada Santista – São Paulo, Brasil
- CARMO & CAM. 2009. População e mudanças climáticas no contexto litorâneo: uma análise na Região Metropolitana da Baixada Santista. Revista VeraCidade – Ano IV - Nº 4
- COSTA, MÔNICA F. et al. 2010. On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. *Environ Monit Assess* 168:299–304. (doi: 10.1007/s10661-009-1113-4)
- DERRAIK, JOSÉ G. B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 44 (2002) 842–852 (2002). (Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5))
- FERNANDINO, GERSON. 2012. Análise qualitativa de poluição por plástico na praia de Itaquitanduva-SP, Brasil. EM: *Cadernos de Geociências*, v. 9, n. 2, pp. 121-124. (Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/6546/4597>)
- FERNANDINO, GERSON. et al. 2016. Considerations on the effects of tidal regimes in the movement of floating litter in an estuarine environment: Case study of the estuarine system of Santos-São Vicente, Brazil. (doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.05.080)
- FREIRE, PAULA.; TABORDA, RUI.; ANDRADE, CÉSAR. 2006. Caracterização das praias estuarinas do Tejo. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. (Disponível em: <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/freire-et-al%2006.pdf>)
- FOLK, ROBERT L. 1968. Petrology of sedimentary rocks. 190p., Austin, Texas, Hemphill's The University of Texas. (Disponível em: <http://hdl.handle.net/2152/22930>)
- GEROTTO, AMANDA. 2014. Descrição dos bioclastos fósseis da praia de Santos, litoral de São Paulo. Em: XXVI Congresso de Iniciação Científica da UNESP
- MCDERMID, KARLA J. & MCMULLEN, TRACY L. 2004. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 48, Issues 7–8, Pages 790-794. (Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.10.017>)
- NAZARETH, MONICK.; MARQUES, MÔNICA R.C.; LEITE, MARCIA C.A.; CASTRO, ÍTALO BRAGA. 2019. Commercial plastics claiming biodegradable status: Is this also accurate for marine



environments?. *Journal of hazardous materials*, v. 366, p. 714-722, 2019. (Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.052>)

OLIVEIRA, U. ROCHA. et al. 2007. Aspectos granulométricos dos sedimentos siliciclásticos do sistema praia – duna frontal da folha Sombrio, sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Geosul*, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. v. 22, n. 43, p 123-146, jan./jun. (Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12661/11825>)

SOBRAL, PAULA; FRIAS, JOÃO; MARTINS, JOANA. 2011. Microplásticos nos oceanos – um problema sem fim à vista. *IMAR FCTUNL – Instituto do Mar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Campus da Caparica*. 2829-516 Caparica. *Ecologi@* pp. 12-21. (Disponível em:

https://www.speco.pt/images/Artigos_Revista_Ecologia/revistaecologia_3_art_3_3.pdf).

SOUZA, CELIA REGINA DE GOUVEIA. 2012. 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 – USP, Volume Especial 30*, p. 307-371. (doi: <https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0112.0014>)

TERRY, R. D., & G. V. CHILINGAR. 1955. Comparison charts for visual estimation of percentage composition. *Journal of Sediment Petrology* 25: 229-234; (Disponível, somente tabela em: <http://funnel.sfsu.edu/courses/geol426/Handouts/Estimate%20percentages.pdf>)

ZALASIEWICZ, JAN. et al. 2016. The geological cycle of plastics and their use as stratigraphic indicator of the anthropocene. *Anthropocene*, v. 13, pp. 4–1. (Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.002>).