

De onde vem o lixo que vai para o mar?

Estudo sobre as
potenciais fontes
terrestres em
Santos, Brasil



COMBATE ÀS FONTES DE
POLUIÇÃO MARINHA POR
RESÍDUOS SÓLIDOS

CONCEPÇÃO E COORDENAÇÃO

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)/
secretaria@abrelpe.org.br.

A ABRELPE é uma associação civil sem fins lucrativos, que congrega e representa as empresas que atuam nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Sua atuação está pautada nos princípios da preservação ambiental e do desenvolvimento sustentável e seu objetivo principal é promover o desenvolvimento técnico-operacional do setor de resíduos sólidos no Brasil.

No contexto internacional, a ABRELPE é a representante no Brasil da ISWA – International Solid Waste Association, a principal entidade mundial dedicada às questões relacionadas aos resíduos sólidos, e sede da Secretaria Regional para a América do Sul da IPLA (Parceria Internacional para desenvolvimento dos serviços de gestão de resíduos junto a autoridades locais), um programa reconhecido e mantido pela ONU através da UNCRD - Comissão das Nações Unidas para Desenvolvimento Regional. Além disso, a ABRELPE é integrante da Iniciativa para os Resíduos Sólidos Municipais da CCAC (em inglês, Climate and Clean Air Coalition), uma parceria internacional para o meio ambiente que atua em diversas frentes para redução de poluentes e no combate às mudanças climáticas.

AUTORIA

O Instituto EcoFaxina – Limpeza, Monitoramento e Educação Ambiental é uma associação civil sem fins lucrativos, fundada em 2008 na cidade de Santos com o objetivo de combater a poluição marinha no estuário de Santos e São Vicente por meio da elaboração de projetos e da promoção de políticas públicas para a redução do plástico no oceano. A principal estratégia é a recuperação de áreas degradadas de manguezais e a redução de resíduos sólidos flutuantes no sistema estuarino, devido ao descarte das ocupações irregulares. Para tanto, são desenvolvidas ações voluntárias de limpeza como uma forma de chamar a atenção da sociedade para o grave quadro de poluição marinha e desmatamento de manguezais no estuário. Ao mesmo tempo, os voluntários retiram o máximo possível de resíduos sólidos presentes nos ecossistemas costeiros da região, principalmente o plástico. As ações também são uma ferramenta de pesquisa e conscientização ambiental, que propiciam uma nova perspectiva do problema para quem participa. Até o momento, o EcoFaxina realizou 97 ações voluntárias, as quais envolveram 2.263 voluntários na retirada de mais de 52 toneladas de resíduos sólidos do ambiente marinho.



Figura 1. Voluntários do EcoFaxina ao final de uma ação. Foto: William R. Schepis.

1. DE ONDE VEM O LIXO NO MAR?	5
2. FONTES TERRESTRES DE POLUIÇÃO MARINHA	6
2.1. COMUNIDADES DE PALAFITAS	6
2.1.1. DIQUE DA VILA GILDA	12
2.1.2. JARDIM SÃO MANOEL.....	16
2.1.3. VILA ALEMOA.....	22
2.1.4. VILA DOS CRIADORES.....	26
2.2. CANAIS DE DRENAGEM URBANA.....	28
2.2.1. CANAIS DA ORLA	29
2.3. PRAIAS.....	32
3. DISCUSSÃO DAS EVIDÊNCIAS COLOCADAS E PRIMEIRAS CONCLUSÕES...37	
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXO I. REGISTROS FOTOGRÁFICOS.	
ANEXO II. MAPAS GEORREFERENCIADOS.	

O presente estudo apresenta três grupos principais de fontes terrestres de poluição marinha por resíduos sólidos: ocupações irregulares conhecidas como comunidade de palafitas, situadas nas margens do estuário de Santos e São Vicente; os canais de drenagem, que atravessam as áreas mais densamente urbanizadas da parte insular do município e chegam à orla da praia; e a praia em si, que, além do impacto causado pelos dois grupos anteriores aqui mencionados, é também uma área onde os frequentadores descartam seus resíduos de forma irregular. Cada “hotspot” ou ponto de vazamento de resíduos sólidos será descrito em suas características ambientais, usos, ocupação antrópica e aspectos que evidenciam os impactos de sua poluição por resíduos sólidos no ambiente marinho.

As **evidências** para estabelecer esses três “hotspots” de vazamento de resíduos sólidos são de **origem empírica** (por registro fotográfico e pela experiência do Instituto EcoFaxina em uma década de monitoramento ambiental e desenvolvimento de ações voluntárias no estuário, parceiro do presente estudo) e, também, **científica** (por meio de modelagem hidrodinâmica e experiência acadêmica e científica dos profissionais envolvidos no estudo).

Uma vez realizadas as devidas caracterizações, o estudo se encerra com um breve debate sobre os elementos expostos e evidencia a necessidade de se ampliar o diálogo entre as ações de combate ao lixo no mar e os principais atores da sociedade para possíveis soluções.



Figura 2. Intervenção realizada por voluntários do Instituto EcoFaxina na Ponta da Praia utilizando resíduos coletados no manguezal. Foto: William R. Schepis.

2. FONTES TERRESTRES DE POLUIÇÃO MARINHA

2.1. COMUNIDADE DE PALAFITAS

O Sistema Estuarino de Santos e São Vicente (SESS) está localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), porção central do litoral do Estado de São Paulo, e sofre influência de múltiplas atividades antrópicas poluidoras que alteram seus processos ecológicos. Nas décadas de 1960 e 1970, a expansão do Porto de Santos e do Polo Industrial de Cubatão, bem como o aumento do turismo no litoral paulista, geraram uma crescente demanda por mão de obra, resultando em grandes fluxos migratórios para a RMBS. Por consequência, regiões de manguezal e encostas de morro passaram a constituir locais de construções e moradias ilegais (AFONSO, 2005).



Figura 3. Porção insular do município de Santos (em vermelho) e Áreas de Preservação Permanente ocupadas por comunidades de palafitas (em amarelo).

As comunidades de palafitas representam um dos temas mais preocupantes do ponto de vista ambiental na região. Em Santos, além de destruírem as últimas áreas remanescentes de manguezais de sua porção insular, caracterizam-se como uma das principais fontes poluidoras do sistema estuarino devido à disposição ilegal de resíduos sólidos e efluentes sanitários que ocorre diariamente em grandes quantidades no ecossistema.

CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA

Os maiores sistemas de manguezais da RMBS estão localizados no SESS, no rio Itapanhaú, no Canal de Bertioga e na foz do rio Itanhaém. Esse ecossistema tem sido degradado gradativamente por atividades industriais poluidoras e pela expansão de áreas urbanas, além de extensas ocupações irregulares e aterramentos, responsáveis pela desestruturação da sua funcionalidade.

Manguezal é definido como ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, suscetíveis ao regime de marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Ocorrem tipicamente em associação com outros ecossistemas costeiros, tais como recifes de coral, bancos de algas marinhas, planícies de lama e planícies de areia. Enquanto os manguezais podem persistir isoladamente, sua associação com outros ecossistemas reforça importantes funções ecológicas, como o fornecimento de recursos

pesqueiros e equilíbrio da biodiversidade. Os manguezais estão ligados a ecossistemas adjacentes por meio de interações físicas, bioquímicas e biológicas, as quais facilitam a presença e a manutenção desses sistemas associados.

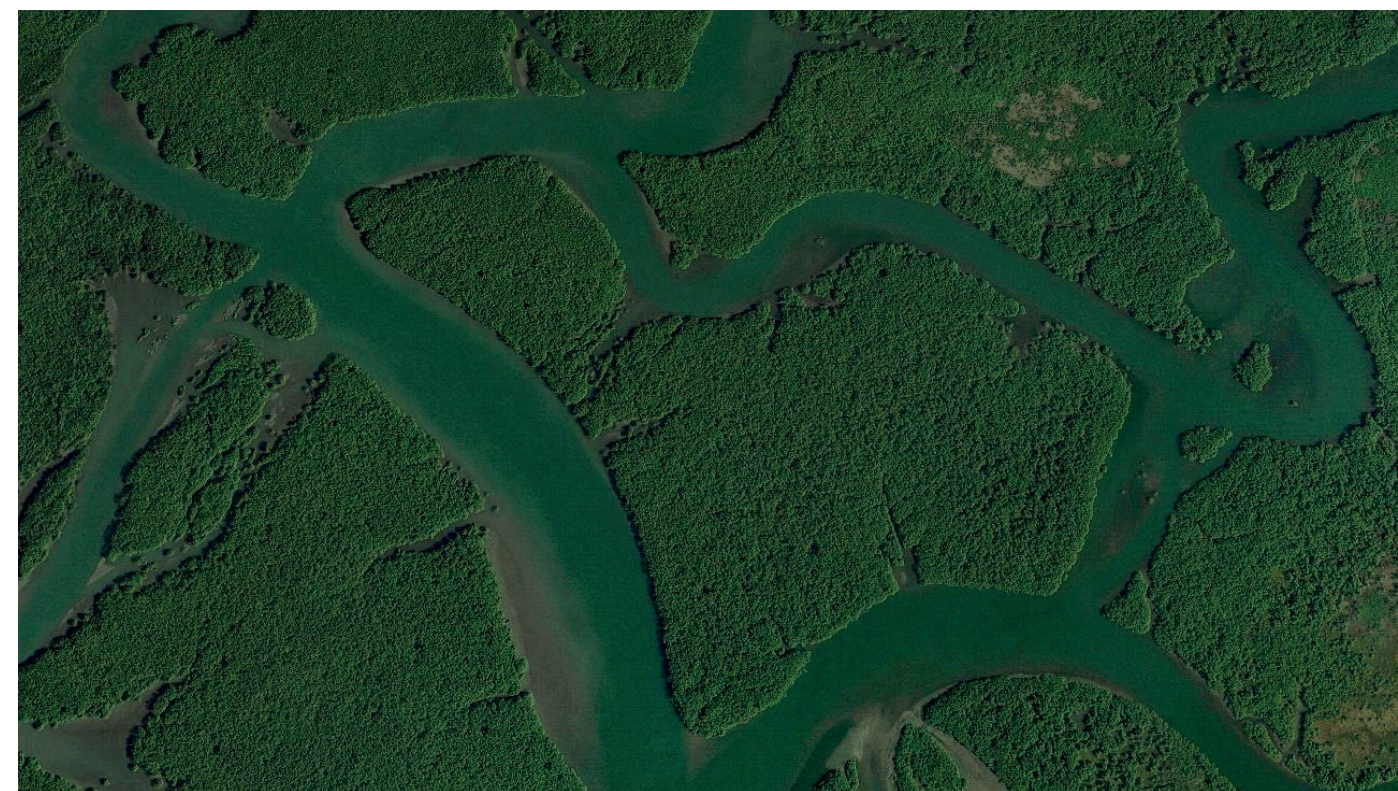


Figura 4. Manguezal do estuário de Santos e São Vicente. Foto: Tadeu Sampaio.

A posição dos manguezais na interface terra-mar significa que eles desempenham um papel importante na captura de sedimentos terrestres. As estruturas radiculares complexas funcionam como um filtro físico e biológico e reduzem o fluxo de nutrientes e sedimentos prejudiciais para os bancos de algas marinhas, costões rochosos e recifes de coral adjacentes. Essa filtragem também reduz a turbidez das águas costeiras, permitindo que algas e corais recebam a quantidade de luz necessária.

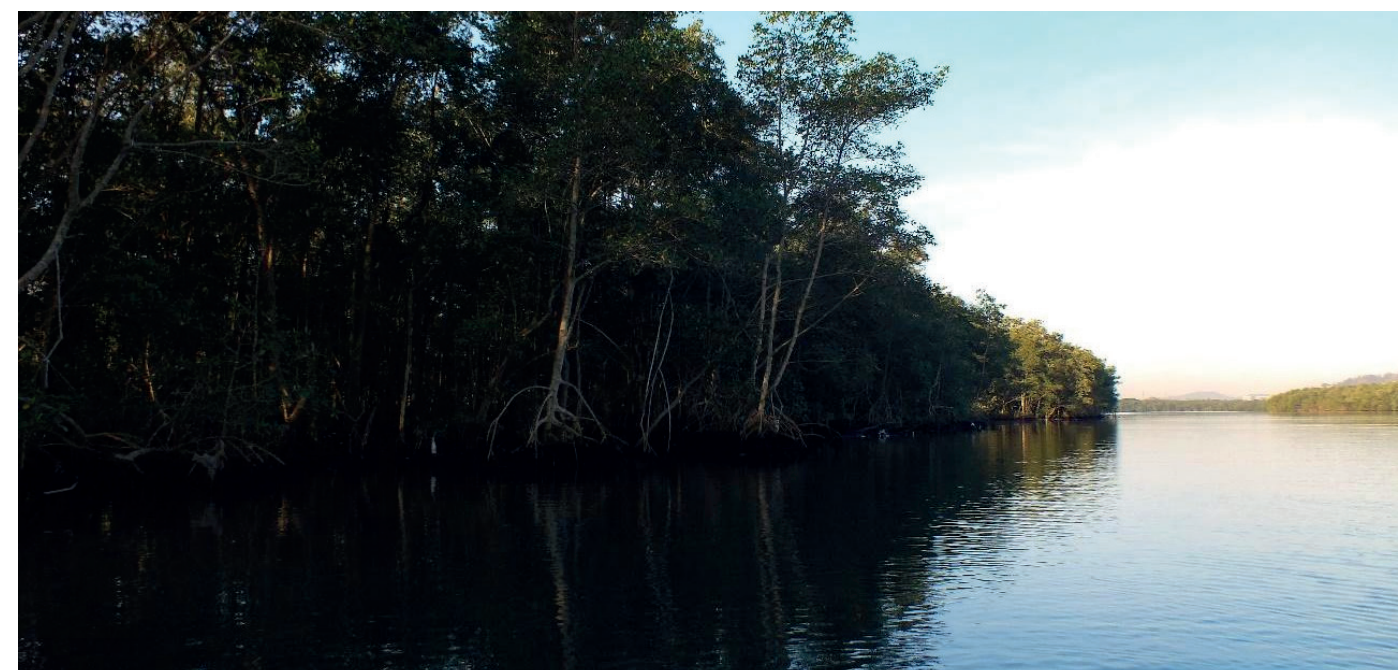


Figura 5. Manguezal do estuário de Santos e São Vicente. Foto: William R. Schepis.

Em termos de produtividade, os manguezais estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo, e possuem um alto potencial de armazenamento e exportação de carbono, o qual pode fluir para os sistemas adjacentes com as correntes de marés e, também, entrar indiretamente na cadeia alimentar a partir de espécies migratórias durante a maré alta, momento em que elas se alimentam de organismos associados a esse ambiente. Esses, por sua vez, podem aumentar o crescimento e a produção de uma variedade de espécies que vivem em ecossistemas próximos.

A ocorrência de múltiplos ecossistemas também afeta a diversidade de espécies, cujo número é maior onde os manguezais encontram-se adjacentes a outros ecossistemas, tais como recifes de coral. Os manguezais também podem melhorar a resiliência dos corais, proporcionando um refúgio natural do estresse térmico induzido pelas mudanças climáticas e acidificação oceânica.

No contexto local, é possível listar diversos benefícios socioambientais decorrentes de serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal no estuário de Santos. Ele retém sedimentos transportados por rios e canais de drenagem, retardando o assoreamento de canais navegáveis e reduzindo gastos com dragagens. Fornece áreas naturalmente alagáveis que contribuem para a macrodrenagem da Zona Noroeste e para a redução dos alagamentos, principalmente durante marés de sizígia¹. Atuam como um filtro biológico, depurando milhares de litros de esgoto lançados no sistema estuarino e melhorando a qualidade da água. Abriga rica biodiversidade com muitas espécies de valor comercial, exercendo um importante papel na manutenção dos estoques pesqueiros, aumentando a produtividade e fornecendo segurança alimentar para milhares de pessoas. A rica biodiversidade aliada às suas belezas naturais faz do manguezal um atrativo turístico com um grande potencial a ser explorado.



Figura 6. Pescador no estuário de Santos e São Vicente.
Foto: William R. Schepis.

1 - Período de lua cheia ou nova, quando a Lua e o Sol estão alinhados e seus efeitos gravitacionais se somam, produzindo as maiores marés altas (preia-mar) e as menores marés baixas (baixa-mar), denominadas marés de sizígia ou marés vivas.

RESÍDUOS SÓLIDOS

As comunidades de palafitas ocupam um ecossistema de transição entre a terra e o mar e permanecem cercadas por água a maior parte do tempo, portanto podem ser consideradas uma fonte aquática de poluição marinha por resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos descartados no manguezal por habitantes das palafitas possuem quantidades e características iguais aos resíduos sólidos urbanos (RSU) descartados nas áreas urbanizadas da cidade. Contudo, é possível identificar alguns resíduos relacionados às condições sociais desses locais, como embalagens plásticas de leite do Programa Vivaleite, distribuídos a famílias de baixa renda pelo Governo do Estado de São Paulo; preservativos, cartelas de pílulas anticoncepcionais e aplicadores vaginais, distribuídos por Agentes Comunitários de Saúde (ACS) da Prefeitura Municipal de Santos nos postos públicos de saúde; e madeiras, comumente encontradas nesse ambiente devido as construções características das palafitas que devem ser substituídas a cada seis meses.



Figura 7. Voluntária coletando resíduos no sedimento. Foto: William R. Schepis.



Figura 8. Voluntária exibindo cartela de anticoncepcional retirada do manguezal. Foto: William R. Schepis.



Figura 9. Secretário do Meio Ambiente de Santos, Marcos Liborio, e voluntários do Ecofaxina após uma ação de limpeza. Foto: William R. Schepis.



Figura 10. Perímetro ocupado por submoradias no Dique da Vila Gilda.

- **Microrregião:**
Zona Noroeste de Santos
- **Bairros adjacentes:**
Jardim Castelo, Rádio Clube e Bom Retiro
- **Coordenadas geográficas:**
23°56'30.87"S - 46°23'10.54"O
- **Área:**
24 ha

Tabela 1. População residente em submoradias no Dique da Vila Gilda.

Divisões	Submoradias	População	Homens	Mulheres	Média
Caminho da Capela	589	1.972	909	1.063	3,4
Caminho São José	1.082	3.770	1.767	2.003	3,5
Caminho São Sebastião	1.264	4.434	2.116	2.318	3,5
Vila Telma	251	973	490	483	3,9
Mangue Seco	165	580	280	300	3,5
Butantã	167	577	280	297	3,5
Total	3.518	12.306	5.842	6.464	3,5

Fonte: IBGE, Censo 2010.

Considerada a maior comunidade de palafitas do Brasil, esse aglomerado subnormal² está localizado na região noroeste da porção insular de Santos sobre uma Área de Preservação Permanente na margem do Rio dos Bugres, o qual constitui parte da divisa com o município de São Vicente em 2,7 km lineares.

2 - Conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas...) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa (IBGE, 2011).



Figura 11. Vista aérea de parte das palafitas no Dique da Vila Gilda. Foto: Tadeu Sampaio.

Até a década de 1950, o rio dos Bugres se encontrava envolto por uma extensa área de manguezal, uma das últimas remanescentes na porção insular, que vem sendo suprimida ao longo do tempo pelo histórico de sua ocupação. A partir de então, ocorreram as primeiras intervenções nos bairros Rádio Clube e Jardim Castelo, com a construção de um dique e canais de drenagem por toda sua extensão pelo antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). Suprimiu-se boa parte do manguezal que cobria toda a bacia do rio, possibilitando a instalação das primeiras ocupações irregulares na década de 1960. Grande parte do mangue foi aterrado, restando somente cerca de 50 metros da margem do rio, a qual foi ocupada por palafitas.



Figura 12. Moradias de palafitas em meio aos resíduos sólidos e esgoto no Dique da Vila Gilda. Foto: William R. Schepis.



Figura 13. Perímetro ocupado por submoradias no Jardim São Manoel.

- **Microrregião:**
Zona Noroeste de Santos
- **Bairros adjacentes:**
Jardim São Manoel
- **Coordenadas geográficas:**
23°55'55.97"S - 46°22'51.78"O
- **Área:**
11,6 ha

Tabela 2. População residente em submoradias no Jardim São Manoel.

Divisões	Submoradias	População	Homens	Mulheres	Média
Caminho da União	479	1.876	960	916	3,9
João Carlos da Silva	354	1.239	604	635	3,5
Total	833	3.115	1.564	1.551	3,7

Fonte: IBGE, Censo 2010.



Figura 14. Fragmento de manguezal próximo à comunidade de palafitas do Jardim São Manoel é um dos pontos com maior acúmulo de resíduos sólidos no estuário. Foto: Ricardo Teles.



Figura 15. Voluntários do Instituto EcoFaxina se preparam para a coleta em área de manguezal próxima à comunidade de palafitas do Jardim São Manoel. Foto: William R. Schepis.



Figura 16. Perímetro ocupado por submoradias na Vila Alemoa.

Tabela 3. População residente em submoradias na Vila Alemoa.

Divisão	Submoradias	População	Homens	Mulheres	Média
Vila Alemoa	858	2.896	1.427	1.469	3,4

Fonte: IBGE, Censo 2010.

- **Microrregião:**
Zona Noroeste de Santos
- **Bairros adjacentes:**
Chico de Paula
- **Coordenadas geográficas:**
23°55'55.97"S - 46°22'51.78"O
- **Área:**
8,91 ha

A Vila Alemoa ocupa área pública e particular, e está em processo de regularização fundiária dos imóveis de alvenaria em áreas já consolidadas. Contudo, ainda existem centenas de palafitas ocupando áreas de manguezal no local.



Figura 17. Porto e comunidade de palafitas dividem os espaços sobre o manguezal do estuário. Foto: William R. Schepis.



Figura 18. Perímetro ocupado por palafitas na Vila dos Criadores.

Tabela 4. População residente em submoradias na Vila dos Criadores.

Divisão	Submoradias	População	Homens	Mulheres	Média
Vila dos Criadores	281	1.029	545	484	3,7

Fonte: IBGE, Censo 2010.

- **Microrregião:**
Zona Noroeste de Santos
- **Bairros adjacentes:**
Almoa e Piratininga
- **Coordenadas geográficas:**
23°55'19.55"S - 46°23'36.27"O
- **Área:**
15,4 ha

Ocupação na mesma área do antigo aterro sanitário municipal. No local existe rede parcial de água, energia elétrica, iluminação pública e telefone. Não há rede de esgoto e equipamentos urbanos. No entorno, há vários terminais de carga do Porto de Santos.

2.2. CANAIS DE DRENAGEM URBANA

Os canais de Santos foram construídos para melhorar o saneamento e acabar com as epidemias que afetavam o município. Atualmente, funcionam principalmente para drenar águas pluviais, porém, também recebem efluentes sanitários por meio de ligações clandestinas na rede pluvial.



Figura 19. Canais de drenagem urbana na porção insular de Santos.

CONTEXTO HISTÓRICO

Entre 1890 e 1904, cerca de 22 mil pessoas vieram a óbito em Santos, o que representava número superior à metade da população da época (cerca de 45.000 habitantes), dizimadas por doenças epidêmicas como febre amarela, febre tifoide, malária, varíola e peste bubônica.

As tripulações dos navios não queriam desembarcar e preferiam ficar ao largo, tal o medo de contrair doenças. O porto estava a ponto de ser fechado. A falta de saneamento concedia a Santos o estigma de “Porto Maldito”, o que prejudicava o crescimento da cidade.

Em 1905, após muitos anos de polêmica, o governo resolve executar a nova rede de esgotos, e Saturnino de Brito, cuja missão era iniciar a construção de nove canais de drenagem da cidade, desenvolveu o projeto. Em 1910, os canais 1 e 2 estavam prontos, substituindo antigos rios e córregos que se enchavam com a chuva ou com as marés.

Com a instalação das redes de esgoto e águas pluviais, foram extintos os focos que provocaram diversos surtos epidêmicos em Santos, ao final do século XIX e começo do século XX e, em 1968, o município contava com 15 canais, conforme a lista a seguir:

- | | |
|--|---|
| • Canal 01 (1907) - Av. Pinheiro Machado | • Canal 07 (1911) - Av. Francisco Manoel (ao lado da Santa Casa) |
| • Canal 02 (1910) - Av. Bernardino de Campos | • Canal 08 (1912) - Av. Moura Ribeiro |
| • Canal 03 (1923) - Av. Washington Luís | • Canal 09 (1911) - Av. Barão de Penedo |
| • Canal 04 (1911) - Av. Siqueira Campos | • Canal 10 (1968) - Av. General San Martin (conhecido como Canal 7) |
| • Canal 05 (1927) - Av. Almirante Cochrane | • Canal 11 (1968) - Continuação da Av. Afonso Pena |
| • Canal 06 (1917) - Av. Joaquim Montenegro | |

- | | |
|--|---|
| • Canal 12 (1968) - Rádio Clube - Av. Hugo Maia | • Canal 14 (1968) - São Jorge - Av. Eleonor Roosevelt |
| • Canal 13 (1968) - Santa Maria - Av. Alberto de Carvalho e Av. Roberto de Molina Cintra | • Canal 15 (1968) - Av. Jovino de Melo |

2.2.1. CANAIS DA ORLA

Em toda a extensão da orla de Santos há sete canais de drenagem que desembocam nas praias, sendo que em seis deles há comportas retentoras do fluxo localizadas nas praias. Essas comportas permanecem normalmente fechadas e o conteúdo é direcionado para a Estação de Pré-Condicionamento de Esgotos (EPC) e deste, é lançado ao mar via emissário submarino juntamente com os efluentes do esgoto doméstico.

A EPC tem por finalidade remover o material sólido e o material flutuante. Após a remoção, recebe determinada quantidade de cloro para eliminar bactérias. O processo envolve três etapas: gradeamento para remoção de sólidos finos e grosseiros, caixas de areia para remoção de sólidos, e cloração para desinfecção.

Em períodos de maior pluviosidade, a EPC apresenta capacidade reduzida, portanto, as comportas são abertas e as águas pluviais contidas nos canais são liberadas diretamente ao mar (AMBROZEVICIUS, 2011). Durante esses períodos, os resíduos presentes nos canais juntamente com os resíduos carregados pelas chuvas, atingem o mar e contribuem para a poluição das praias.

Santos apresenta precipitações médias anuais de 2.500 mm concentradas no período primavera-verão e causadas principalmente pelas frentes frias e temperaturas elevadas, com grande influência da Serra do Mar, já que se trata de uma barreira natural.

RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos chegam aos canais pelas galerias pluviais pela ação de ventos e pelo descarte direto por parte da população. Nesses canais é possível encontrar diversos tipos de resíduos, desde fraldas até televisores. Entretanto, os mais encontrados são: garrafas PET, sacolas plásticas, isopor, copos descartáveis e latas de alumínio.



Figura 20. Resíduos sólidos no Canal 4, entre os bairros Boqueirão e Embaré. Foto: William R. Schepis.



Figura 21. Resíduos sólidos encontrados no Canal 4. Fotos: William R. Schepis.



2.3. PRAIAS



Figura 22. Orla de Santos e suas praias.

A orla marítima faz parte da zona costeira, delimitada pela área de interface entre a terra firme e o mar (MMA, 2006). O limite definido para zonas marinhas é de 10 m de profundidade, enquanto que na zona terrestre é de 50 metros em áreas urbanizadas e 200 metros em áreas não urbanizadas, demarcados a partir da linha de preamar na direção do continente (MMA, 2006).

Os tipos de orla são avaliados com base em dois critérios: (1) vulnerabilidade aos processos naturais e antrópicos, como forma da orla, posição e características físicas; (2) nível e tipo de ocupação de cada local, bem como seu respectivo adensamento populacional (MMA, 2006).

A caracterização da orla marítima de Santos, realizada no presente estudo, foi conduzida de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) no Projeto Orla, cujas diretrizes gerais de âmbito nacional orientam sobre o uso e ocupação na zona costeira.

CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA

A praia é subdividida em sete porções por seis canais de drenagem urbana, que saindo da cidade atravessam a praia perpendicularmente. Os sete setores da praia, de oeste à leste são: José Menino, Pompéia, Gonzaga, Boqueirão, Embaré, Aparecida e Ponta da Praia.

De acordo com o Projeto Orla (MMA, 2006), a orla é classificada como sendo de Classe C, com paisagens predominantemente antropizadas sobressaindo o padrão urbano de ocupação, com nível de adensamento populacional de médio a alto, multiplicidade de usos, e grande potencial de poluição sanitária e estética.

As praias de Santos possuem características do tipo de orla semi-abrigada, apresentando-se como enseadas de baixa concavidade e com trechos mais suscetíveis às ações de ondas, e praias mais protegidas em função dos processos de refração (alteração na velocidade das ondas) e difração (espalhamento radial da energia da onda devido à interação com obstáculos naturais, como ilhas, ou obras civis, como os quebra-mares) (SOARES & CHACALTANA, 2015).

Na maré alta, há correntes em direção ao mar aberto na porção mediana da baía; em situações de baixa mar, há movimentos anti-horários na região como a geomorfologia de fundo e as variações horizontais de pressão causados pelas descargas fluviais dos canais, além das marés e os ventos sinóticos (PONÇANO & FÚLFARO, 1976).



Figura 23. Alunos de Biologia Marinha da Universidade Santa Cecília (UNISANTA) realizando análise de resíduos sólidos flutuantes (RSF) depositados pelo mar na Ponta da Praia. Foto: Tadeu Sampaio.

As praias recebem ondas proveniente do Sul, que perdem intensidade à medida que se aproximam da Ponta da Praia, sendo a praia José Menino a mais exposta a essas ondulações, uma vez que se encontra mais próxima da região de quebra-mar. Devido a essa condição e às modificações sofridas após a urbanização do município e da construção do Porto, essa região passou por uma aceleração do processo da erosão (ITALIANI, 2014). Para minimizar esse processo e os fenômenos da ressaca cada vez mais recorrentes, um projeto piloto de inserção de tapetes constituídos de bag (saco geotêxtil) contendo areia está sendo realizado (PREFEITURA DE SANTOS, 2018).

Os ventos são predominantes de leste-nordeste durante o ano todo (CASTRO et al.,2006). Sistemas frontais (frentes frias) caracterizam-se como sendo a perturbação sinótica mais importante (CASTRO et al.,2006), com uma ocorrência de 3 a 6 por mês, com média de 3 em fevereiro e 5 em outubro (OLIVEIRA, 1986 apud CASTRO et al.,2006).

CARACTERIZAÇÃO URBANA

A disposição da orla é do tipo linear e contínua em que a praia segue por quase oito quilômetros de extensão; é formada basicamente pelas seguintes figuras paisagísticas: "mar + praia linear + canais + emissário + porto".



Figura 24. Vista panorâmica da orla de Santos. Foto: Diego Silvestre.

A distribuição espacial urbana é contínua, na forma de corredor. A malha urbana define a forma como a ocupação é dividida e estruturada, abrigando diversos usos: habitacional, comercial e de serviços, com predominância de construções prediais do tipo de malha urbana convencional normal. Na região próxima à Ponta da Praia, insere-se também a categoria de malha urbana portuária devido à presença do canal do Porto de Santos.

A urbanização é do tipo vertical, com predominância de edifícios de mais de nove andares e novas construções que ultrapassam 30 andares.

As formas de acesso às praias do município de Santos são por avenidas e calçadas.

Quanto ao diagnóstico paisagístico, a caracterização da orla é feita com base na observação de elementos de morfologia e da fisiologia: ausência de vegetação nativa, mas presença de jardins ao longo da sua orla, sendo estes muito conhecidos; presença de canais de drenagens; presença de coberturas urbanas; canal portuário que liga a região da Baía de Santos ao Porto, onde estão localizados terminais de carga e descarga; e presença de comunidades de palafitas no lado oposto do canal, localizado no município de Guarujá.

A configuração paisagística da urbanização varia entre o tipo de orla urbana comum e orla bairro-jardim, sendo grandes espaços ocupados por jardins, calçadas gramadas, avenidas arborizadas e edifícios seguindo recuos mínimos exigidos pelas legislações urbanísticas vigentes.

POPULAÇÃO FLUTUANTE

A população flutuante é a diferença entre residentes permanentes e temporários, que por sua vez utilizam meios de alojamento, alimentação, bens e equipamentos, infraestrutura, serviços e comércio disponíveis principalmente para a população residente permanente (AGEM, 2017).

No caso de Santos, observa-se que a população flutuante corresponde a 56,5% da população residente (fixa) na RMBS (AGEM, 2017).

É importante salientar que durante a temporada, período que se estende de dezembro a março, o acréscimo no número de frequentadores das praias não se restringe ao aumento da população flutuante, sendo influenciado majoritariamente pela população residente. Portanto, os impactos ambientais decorrentes desse acréscimo de frequentadores não podem ser atribuídos apenas aos turistas.

RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos encontrados nas praias de Santos são provenientes majoritariamente de três fontes poluidoras: comunidades de palafitas, frequentadores e canais de drenagem urbana.



Figuras 26. Resíduos Sólidos Flutuantes depositados pelo mar na praia do Boqueirão. Fotos: William R. Schepis.



3. DISCUSSÃO DAS EVIDÊNCIAS APRESENTADAS E PRIMEIRAS CONCLUSÕES

Toneladas de resíduos sólidos chegam a baías protegidas na República Dominicana, Indonésia, Polinésia, Havaí e também em frente à praia de Santos, onde são coletadas diariamente cerca de 50 toneladas de resíduos sólidos (PREFEITURA DE SANTOS). Na República Dominicana, garrafas plásticas, sacolas, embalagens de isopor e outros resíduos que estão entupindo a praia de Montesinos são provenientes do rio Ozama, onde milhares de pessoas que vivem em assentamentos informais nas margens do rio despejam até 90 mil toneladas de resíduos por ano (THE NEW YORK TIMES, 2018).

Após serem descartados irregularmente no manguezal, os resíduos sólidos flutuantes, principalmente os plásticos, são transportados por correntes de maré e ventos até a baía de Santos, e podem ser encontrados na superfície e na coluna d'água com potencial de atingirem correntes fora da baía. E justamente por serem os principais mecanismos de circulação da água, responsáveis pela manutenção dos ambientes costeiros, hoje são responsáveis por espalhar os plásticos pelo ecossistema.



Figura 28. Palafitas em meio ao lixo no mar. Foto: William R. Schepis.

O presente estudo assume que as evidências colocadas ao longo do documento levam ao entendimento de que as comunidades de palafitas são o principal “hotspot” de poluição marinha por resíduos sólidos urbanos no município de Santos. De acordo com dados oficiais, 19.346 pessoas vivem nas quatro comunidades identificadas no estudo, ou o equivalente a 5% da população santista (IBGE, 2018). Ainda que estejam inseridas em bairros com serviços de coleta regular e seletiva, sua distribuição não permite a coleta porta a porta, exigindo que os moradores dessas áreas caminhem até pontos onde estejam disponibilizados os containers da limpeza pública. Como muitos não o fazem, por diferentes condições físicas e socioeconômicas (não objeto de análise do presente estudo), o descarte irregular é favorecido pelo regime de marés sob o qual essas comunidades estão sujeitas. Dessa forma, as marés são consideradas pelos moradores das palafitas como o “lixeiro da favela”.

Em condições de sizígia, nota-se grande contraste de intensidade das correntes entre o canal de São Vicente e o canal de Santos; nas enchentes³ (e vazantes⁴) de sizígia, há convergência (e divergência) das correntes nos canais de Bertioga e São Vicente e correntes em um único sentido no canal do Porto de Santos. Na sizígia, as correntes apresentam rotação anti-horária ao longo do ciclo de maré. Durante a quadratura⁵, as correntes de superfície não apresentam um sentido definido de rotação; e nas vazantes das áreas rasas, as correntes nos Canais de Bertioga, São Vicente e Santos são em um único sentido (RIBEIRO et al., 2015).



Figura 29. Resíduos sólidos flutuantes descartados no manguezal pelas comunidades de palafitas são transportados para o mar por correntes de maré. Foto: William R. Schepis.

Outra fonte poluidora de origem terrestre são os canais de drenagem urbana, que contribuem com parte da poluição marinha em dias de chuva, quando seu escoamento é realizado diretamente na orla. Contudo, os resíduos aportados ao mar pelos canais não ultrapassam a zona de rebentação, em que a variação da maré e a ação das ondas rapidamente os deposita na faixa de areia, podendo ser confundido com resíduos provenientes das comunidades de palafitas devido à sua característica domiciliar. É importante ressaltar que alguns canais fazem descarga direta, ou seja, não possuem comportas (Figura 30).



Figura 30. Principais fontes terrestres de poluição marinha por resíduos sólidos e a influência em sua dispersão pelas correntes de maré.

Um estudo conduzido por pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP) apontou que o estuário de Santos, além de contaminar suas praias, está enviando material contaminante para praias do litoral norte. De acordo com a pesquisa, metais pesados foram encontrados na área, resultado da combinação do descarte do polo industrial de Cubatão e do descarte de resíduos nas áreas de mangue que fluem em direção à baía de Santos. Segundo a diretora do IO-USP, Ana Maria Vaninas, correntes da região transportam os resíduos. “Os materiais são carregados para o sul de São Sebastião, onde ficam depositados numa faixa de cem metros de profundidade”, diz Vanina. De acordo com a pesquisa, o descarte causa impactos sobre os processos biológicos e sobre os ecossistemas da região (JORNAL METRO, 2010).

Um caso emblemático que trouxe evidências da saída de resíduos sólidos flutuantes da baía de Santos e a sua dispersão pelo litoral paulista foi o acidente ocorrido com o navio Log In Pantanal, em 11 de agosto de 2017, quando 45 contêineres caíram na barra de Santos e espalharam produtos

3 - Período entre uma baixa-mar e uma preia-mar quando a altura da maré aumenta.
4 - Período entre uma preia-mar e uma baixa-mar quando a altura da maré diminui.
5 - Período de lua quarto crescente ou minguante, quando a Lua e o Sol estão desalinhados e seus efeitos gravitacionais diminuem, produzindo as menores amplitudes de maré, denominadas marés de quadratura ou marés mortas.

por toda a baía, atingindo diversas praias em Guarujá, Santos e São Vicente. Em 19 de agosto, a Prefeitura de Peruíbe localizou mercadorias em praias fechadas do Mosaico da Juréia-Itatins. Em 24 de agosto, treze dias após o acidente, fiscais do Instituto Chico Mendes encontraram mercadorias no arquipélago de Alcatrazes, que fica a 35 km da costa de São Sebastião. Em 17 de setembro de 2018, ou seja, mais de um ano após o acidente, foram encontrados enfeites de Natal na praia do Toque-Toque Grande, em São Sebastião. No total, cerca de 5 mil enfeites já foram encontrados e recolhidos em praias de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba (G1, 2018).



Figura 31. Praia de São Sebastião após o acidente em Santos. Foto: Antônio Marcos da Silva/Vanguarda Repórter.



Figuras 32. Mercadorias espalhadas por praias e costões rochosos do Guarujá. Fotos: G1.

MODELAGEM HIDRODINÂMICA

Para corroborar as observações de campo e dados de pesquisas anteriores, a modelagem hidrodinâmica do estuário em um cenário de sizígia foi feita pelo Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da Universidade Santa Cecília (NPH/UNISANTA). Os dados obtidos mostram como as correntes de maré atuam na dispersão dos resíduos sólidos no sistema estuarino.

Os movimentos foram estimados a partir de resultados de modelo numérico hidrodinâmico baseado no “Princeton Ocean Model — POM” (BLUMBERG & MELLOR, 1987). O POM é um modelo tridimensional não linear com as equações hidrodinâmicas completas (para nível do mar, correntes, temperatura, salinidade e densidade), cujas soluções são obtidas em sistema de coordenadas sigma (que acompanha o relevo submarino), considerando a separação de modos e fechamento turbulento de segunda ordem (MELLOR, 1998).

No gráfico de preia-mar e baixa-mar do dia 28 de agosto de 2018, é possível observar que a primeira preia-mar foi às 3:08 e a preia-mar seguinte às 15:34. A primeira baixa-mar foi às 9:43 e a baixa-mar seguinte às 21:29.

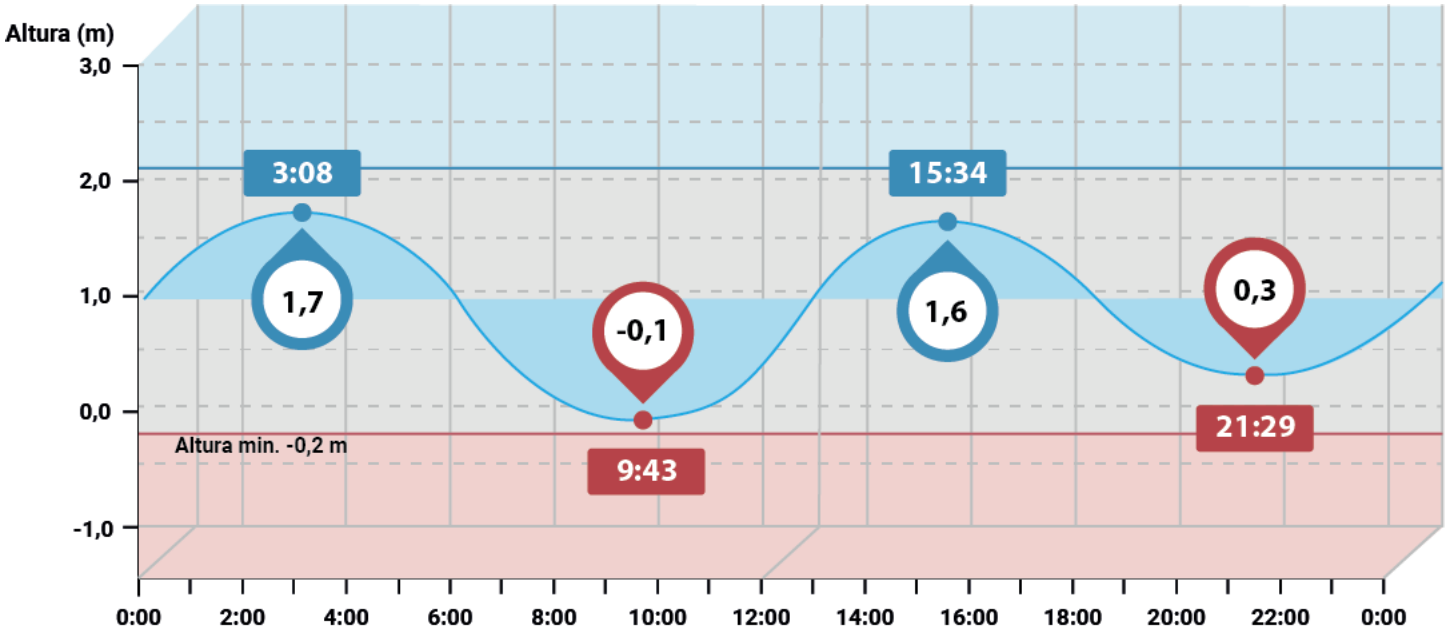


Figura 33. Coeficiente de marés no dia 28 de agosto. Fonte: Adaptado de tabuademares.com.br.

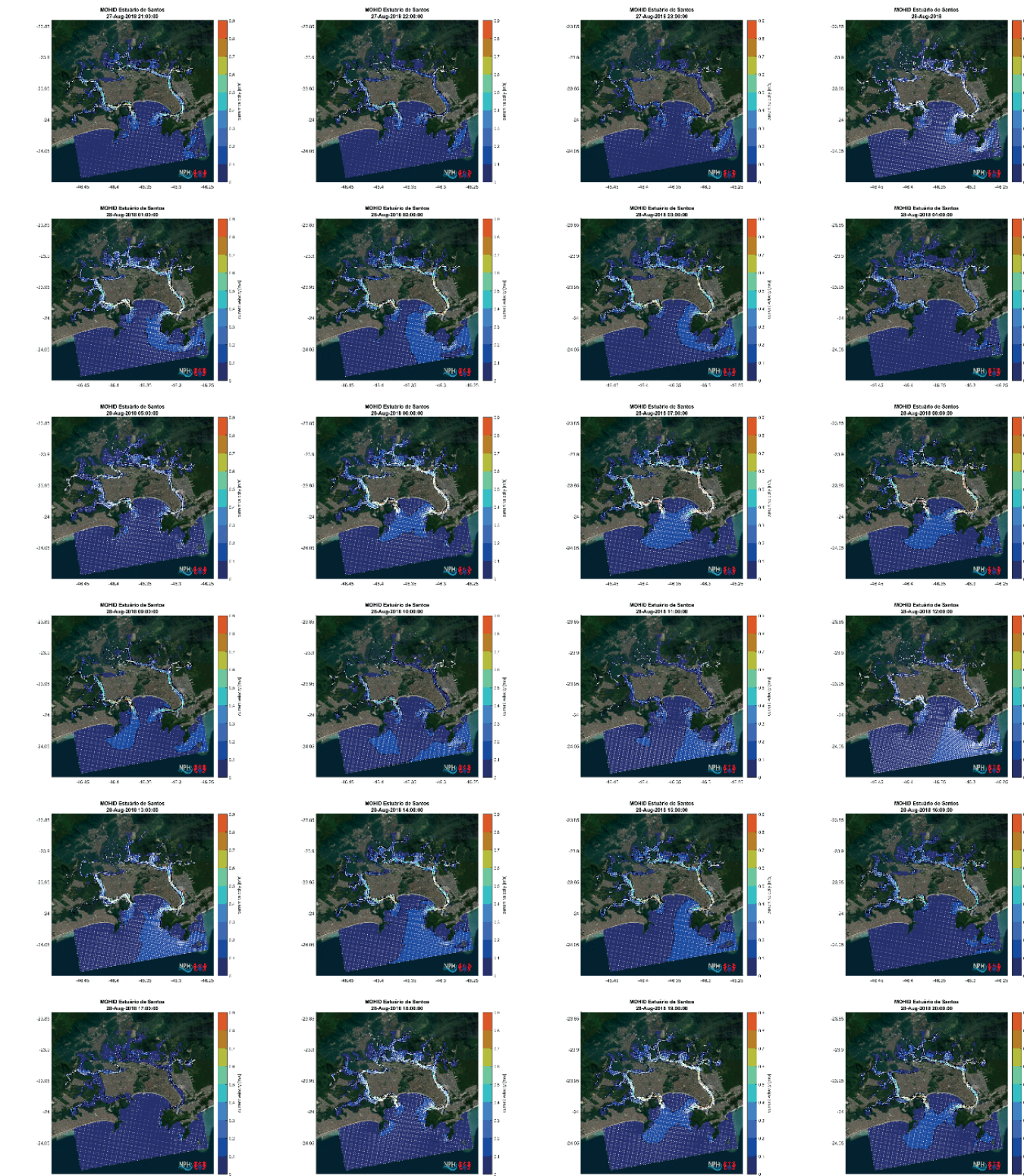


Figura 34 a 58. A sequência de imagens da modelagem hidrodinâmica em cenário de sizígia mostra o sentido e a velocidade das correntes de superfície enchentes e vazantes (m/s) nos canais do SESS, notando-se grande contraste de intensidade entre as correntes dos canais de São Vicente e Santos durante vazantes, momento em que as correntes de superfície mais intensas apresentam valores de 20.2 crn/s na área costeira e de 74.3 crn/s nas áreas rasas (canais estuarinos). Frames de hora em hora no período de 27/08-21h00 à 28/08-20h00. Fonte: NPH-UNISANTA.

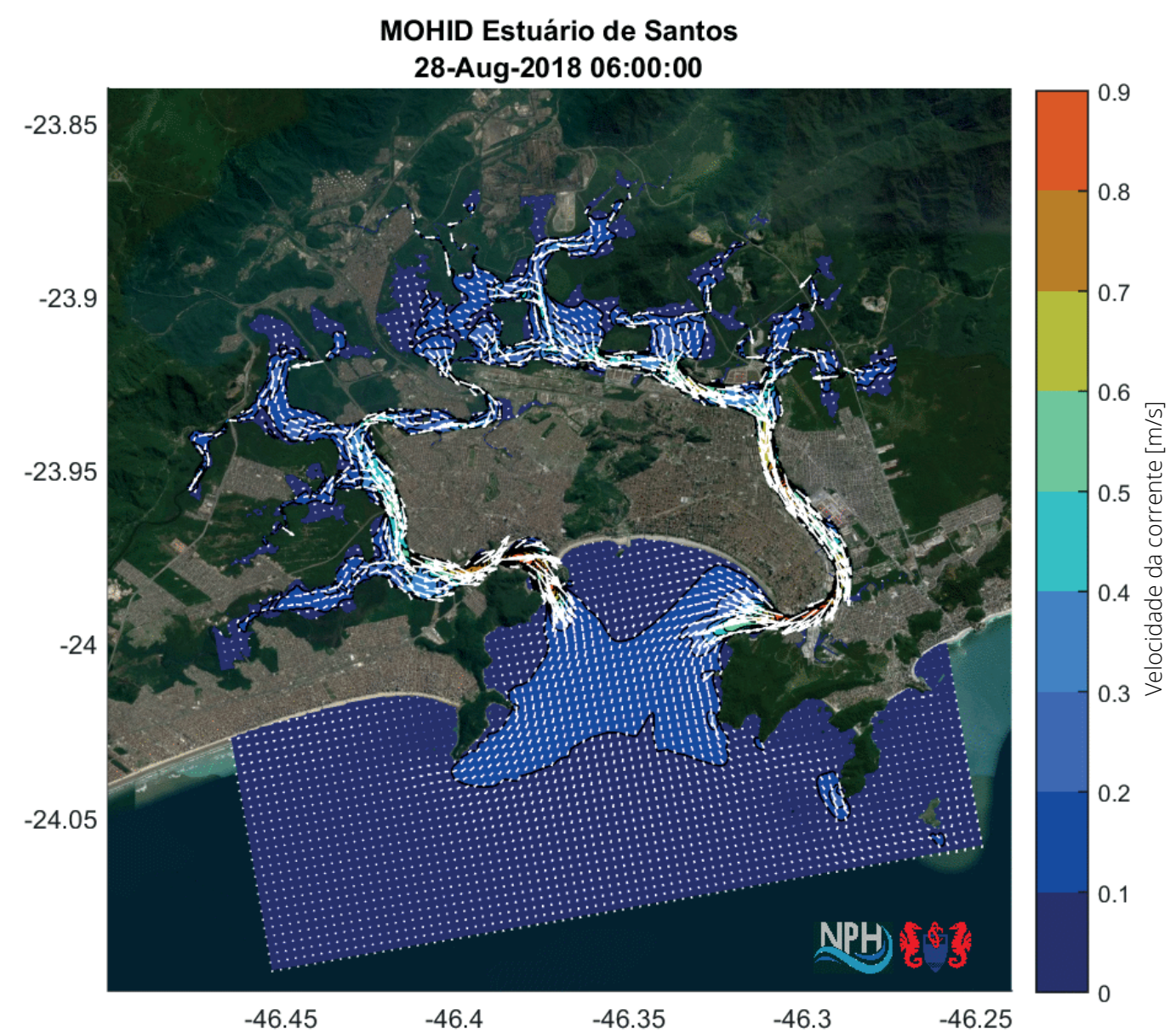
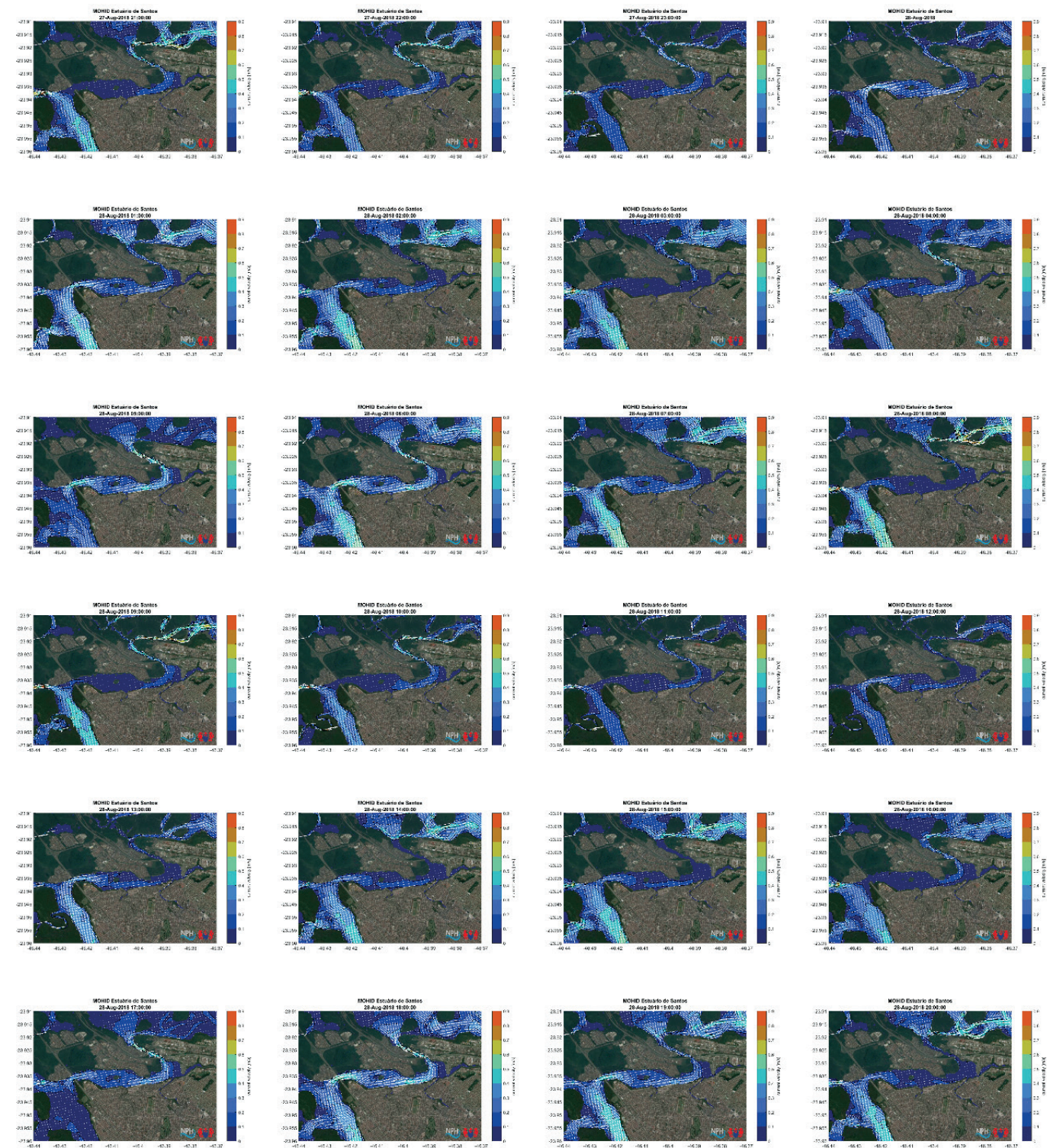


Figura 59. Modelagem hidrodinâmica às 6 horas do dia 28/08/2018, momento de intensa vazante de sizígia no SESS. Fonte: NPH-UNISANTA.



Figuras 60 a 83. Modelagem hidrodinâmica na região do estuário onde estão localizadas as comunidades de palafitas. Frames de hora em hora no período de 27/08-21h00 à 28/08-20h00. Fonte: NPH-UNISANTA.

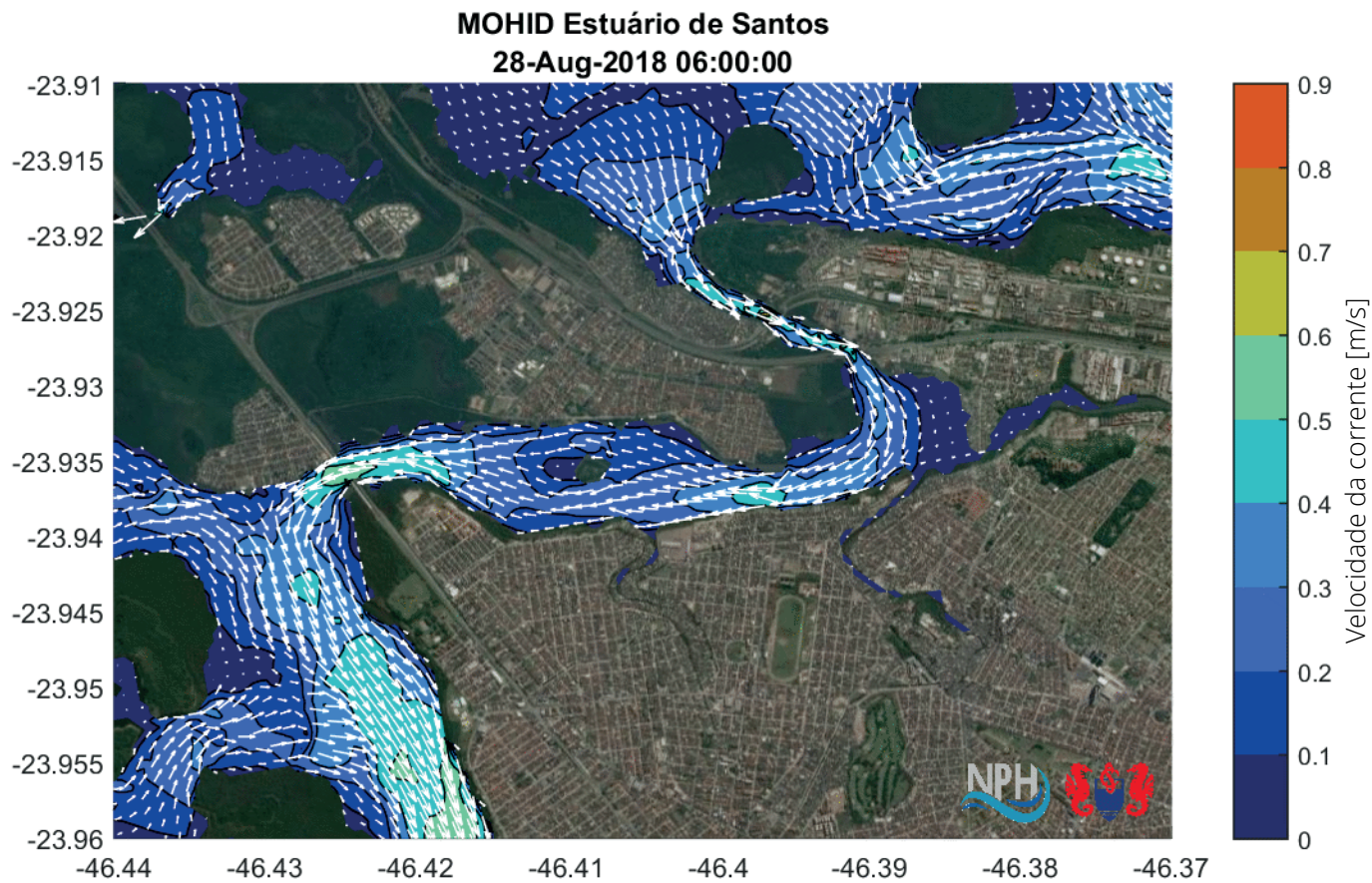


Figura 84. Modelagem hidrodinâmica da região onde estão as comunidades de palafitas às 6 horas do dia 28/08/2018, momento de intensa vazante de sizígia no SESS. Durante a vazante os resíduos descartados no manguezal são transportados pelas correntes de superfície para o canal de São Vicente. Fonte: NPH-UNISANTA.

Assim exposto, os dados apresentados no presente relatório confirmam a hipótese levantada no relatório anterior, de que há um vazamento de resíduos sólidos para o ambiente marinho proveniente de áreas com deficiência na cobertura dos serviços regulares de limpeza urbana. Essas, conforme demonstrado pela modelagem hidrodinâmica, estão sujeitas ao regime de maré, que atuam na dispersão e transporte dos resíduos sólidos gerados nesse ambiente.

Portanto, feito o reconhecimento das principais fontes terrestres de poluição marinha por resíduos sólidos no município de Santos e os elementos que interferem em sua dispersão no ambiente marinho, o projeto agora se dedicará a identificar o quê vaza: tipos de materiais descartados inadequadamente que se deslocam pelo entorno da ilha; mapeamento ortográfico georreferenciado das comunidades de palafitas e registros de imagens (com auxílio de drone para identificação de áreas de deposição); número de submoradias; estimativa populacional atualizada de cada comunidade; e quantidade de resíduos descartados diariamente no estuário. Esse levantamento será realizado na orla da praia e no manguezal remanescente da ilha, o qual permitirá obter mais informações e apontar ações mitigatórias para o Plano de Ações a ser desenvolvido em sequência.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, C.M. Transformação ambiental e paisagística na Baixada Santista, SP. Paisagem Ambiente: ensaios (20): 85-130p. São Paulo, 2005.

AGEM. Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista. Etapa 2 – Panorama dos Resíduos Sólidos na RMBS (versão para oficinas microrregionais). Agência Metropolitana da Baixada Santista. Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, 48p. 2017.

ALLSOPP, M.; WALTERS, A.; SANTILLO, D. & JOHNSTONE, P. Plastic Debris in the World's Oceans. 43p., Greenpeace, Amsterdam, Netherlands, 2006.

AMBROZEVICIUS, A.P. Poluição aquática em Santos (SP): Uma abordagem interdisciplinar. Dissertação de Mestrado. Interunidades em Ciência Ambiental. Universidade de São Paulo, São Paulo, 123p., 2010.

BLUMBERG, A.F. & MELLOR, G.L. A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model, Three-Dimensional Coastal Ocean Models, N. Heaps (ed), Am. Geoph. Union, 208p., 1987.

CASTRO, B.M.; LORENZZETTI, J.A.; SILVEIRA, I.C.A. & MIRANDA, L.B. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B., MADUREIRA, L. S-P. (Eds.). O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

COHAB-ST. Projeto Integrado de Urbanização do Dique Vila Gilda, Companhia de Habitação da Baixada Santista, 2007.

DIÁRIO DO LITORAL. Santos é a cidade mais verticalizada do Brasil, aponta pesquisa. Diário do Litoral, 2018. Disponível em <http://www.diariodolitoral.com.br/cotidiano/santos-e-a-cidade-mais-verticalizada-do-brasil-aponta-pesquisa/117399/>.

FABIANO, C. & MUNIZ, S. Regularização Fundiária - Dique Vila Gilda: caminhos para a regularização. Boletim Eletrônico, BE 3370, ANO VIII, Editor: Sérgio Jacomino. São Paulo, 2008.

G1. Contêineres que afundaram na costa de SP devem ser retirados do mar em até 30 dias. G1 Santos e Região, 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/conteineres-que-afundaram-na-costa-de-sp-devem-ser-retirados-do-mar-em-ate-30-dias.ghtml>.

G1. Enfeites de Natal ainda chegam às praias do litoral norte de SP mais de um ano após queda de contêineres no mar. G1 Vale do Paraíba e Região, 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2018/09/17/enfeites-de-natal-ainda-chegam-as-praias-do-litoral-norte-de-sp-mais-de-um-ano-apos-queda-de-conteineres-no-mar.ghtml>.

G1. Resíduos de contêineres que caíram de navio são encontrados a 100 km de local do acidente na costa de SP. G1 Santos e Região, 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/porto-mar/noticia/residuos-de-conteineres-que-cairam-de-navio-sao-encontrados-a-100-km-de-local-do-acidente-na-costa-de-sp.ghtml>.

GODINHO, R.E. Nova metodologia de projeção da população flutuante. Anais. Associação Brasileira de Estudos Populacionais. 13p., 2016.

HARARI, J. & CAMARGO, R. Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): circulação de maré. Revista Brasileira de Oceanografia, 46(2), 135-156p., 1998.

IBGE. Censo demográfico 2010. Aglomerados subnormais - Primeiros resultados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

IMO. "International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), annex V prevention of pollution by garbage from ships". International Maritime Organization. London, 1988.

ITALIANI, D.M. Resposta morfodinâmica à alimentação artificial da Ponta da Praia, Santos, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

JORNAL METRO SANTOS. Praias escondem lixo do estuário. Jornal Metro Santos, 187(1), 2p, 2010. Disponível em <https://www.scribd.com/document/37856000/Jornal-Metro-Santos-17-09-2010>.

LAIST, D.W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: Marine debris - Sources, Impacts and Solutions. Springer Series on Environmental Management (eds Coe, J.M. & Rogers, D.B.) 99-139p. Springer, 1997.

MELLOR, G.L. Users Guide for a Three-Dimensional, Primitive Equation Numerical Ocean Model. Princeton Ocean Model, 1998.

MMA. Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, 73p., 2006.

OLIVEIRA, A.S. Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção na Amazônia. 115p. Dissertação de Mestrado - INPE/SJC, São José dos Campos - SP, 1986.

PIRES-VANIN, A.M.S. A influência do complexo estuarino da baixada santista sobre o ecossistema da plataforma adjacente (ECOSAN), 2004.

PONÇANO, W.L. & FÚLFARO, V.J. 1976. Sedimentação atual nas adjacências da Ponta de Itaipu e Baía de Santos: implicações na escolha de locais de lançamento de material dragado. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1. Rio de Janeiro, 1976.

PREFEITURA DE SANTOS. Instalado primeiro bag do projeto piloto contra ressaca e erosão na Ponta da Praia. Prefeitura de Santos, Santos, 17 fev. 2018. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/instalado-primeiro-bag-do-projeto-piloto-contrar-ressaca-e-erosao-na-ponta-da-praia>.

PREFEITURA DE SANTOS. Serviço: Limpeza de praias. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=servico/limpeza-das-praias>.

RIBEIRO, R.B.; SAMPAIO, A.F.P.; LEITAO, P.M.C.F.L.; LEITAO, J.M.C.F.L. & PUIA, H.L. Modelagem numérica operacional do nível do mar e correntes para o Estuário de Santos. XI Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite, Arraial do Cabo, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean Ecological Research, 1995.

SCHMIDT, C; KRAUTH, T. & WAGNER, S. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. Environmental Science & Technology, 2017.

SOARES, S.B. & CHACALTANA, J.T.A. Refração e difração de ondas em regiões costeiras. II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

THE NEW YORK TIMES. Wave After Wave of Garbage Hits the Dominican Republic. The New York Times, 2018. Disponível em <https://www.nytimes.com/2018/07/23/world/americas/dominican-republic-garbage.html>.





COMBATE ÀS FONTES DE
POLUIÇÃO MARINHA POR
RESÍDUOS SÓLIDOS



SWEDISH ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY