UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista

Manguezais urbanos de São Sebastião (litoral norte de São Paulo): análise espaço-temporal, caracterização estrutural e lixo no mangue

MARIA CAROLINA DE SOUZA DESTITO

SÃO VICENTE - SP

2024

Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente (SP) - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - Fax (13) 3569-7146 - diretor.clp@unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista

Manguezais urbanos de São Sebastião (litoral norte de São Paulo): análise espaço-temporal, caracterização estrutural e lixo no mangue

Aluna: Maria Carolina de Souza Destito

Orientadora: Marília Cunha-Lignon

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE - SP

2024

D476m

DESTITO, Maria Carolina de Souza Destito
Manguezais urbanos de São Sebastião (litoral norte de São Paulo): análise espaço-temporal, caracterização estrutural e lixo no mangue / Maria Carolina de Souza Destito DESTITO. -- São Vicente, 2024
84 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientadora: Marília Cunha-Lignon Cunha-LIgnon

1. Lixo no mar. 2. Ecossistema costeiro. 3. Resíduos sólidos. 4. Imagem de satélite. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Resumo

A resiliência dos manguezais urbanos frente às interações e impactos antrópicos será eficiente se o ecossistema estiver saudável, recebendo o aporte de nutrientes, a frequência de inundações periódicas e a redução de efeitos estressores que os afetam. A complexidade estrutural da vegetação de mangue amplia a capacidade de capturar e acumular lixo de diversas origens e tamanhos, além do constante fluxo de água das marés ser um facilitador no transporte dos resíduos sólidos. O presente estudo visa avaliar os manguezais urbanos de São Sebastião, litoral norte de São Paulo, considerando a análise espaço-temporal, caracterização estrutural e o lixo no mangue. Para tanto, foram selecionadas três subáreas de florestas urbanas de mangue, Norte (Enseada), Centro (Colhereiro) e Sul (Barra do Sahy), que foram analisadas durante as estações do outono, inverno e primavera de 2023 e o verão de 2024. O mapeamento espaço-temporal de cada subárea foi elaborado com auxílio de imagens de satélite obtidas no *Google Earth Pro*, entre 2002 e 2023 e calculada a área total dos manguezais urbanos em cada ano. Os resultados mostraram que aumento dos manguezais na subárea Centro e redução no Norte e Sul. Os dados de caracterização estrutural de vegetação típica de mangue e do lixo no mangue em cada subárea, foram estudados utilizando-se as metodologias de Schaeffer-Novelli et al. (2015), GESAMP (2019) e UNEP (2009), respectivamente. As três subáreas apresentaram desenvolvimento e características estruturais arbóreas de indivíduos jovens, com dominância em área basal para indivíduos mortos na região Norte, e para o Centro e Sul dominância de indivíduos vivos. Na região Norte, houve dominância de *Laguncularia racemosa* (mangue branco). No manguezal localizado no Centro, as três parcelas apresentaram predomínio de *Avicennia schaueriana* (mangue preto) com poucos representantes de *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) e *L. racemosa*. Já a região Sul é composta por uma floresta com dominância de *L. racemosa*, mas também com representantes de *R. mangle* e *A. schaueriana*. Em todas essas subáreas do estudo foram encontradas diversas categorias de lixo, sendo o plástico o material em maior abundância em todas as coletas. É importante destacar, que na subárea Sul foi coletada o maior volume de lixo no mangue (11,5 kg), somado as coletas de todas estações. Em relação à abundância, a subárea Norte apresentou maior dominância para o plástico. A divulgação dos resultados foi por meio de redes sociais. A presente pesquisa é uma ferramenta que contribui para a conservação do ecossistema manguezal no município, utilizando o monitoramento de imagens de satélite, avaliando a saúde dos manguezais e a necessidade de uma gestão eficiente em relação a problemática dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Lixo no Mar; Ecossistema costeiro; Resíduos sólidos; Imagem de satélite.

Abstract

The resilience of urban mangroves facing interactions and anthropic impacts will be efficient if the ecosystem is healthy, receiving nutrient input, the frequency of periodic floods and the reduction of stressors that affect them. The structural complexity of mangrove vegetation increases the capacity to capture and accumulate waste of many sources and sizes, in addition to the constant flow of tidal water facilitating the transport of solid waste. The present study aims to evaluate the urban mangroves in São Sebastião, north coast of São Paulo, considering the spatial-temporal analysis, structural characterization and waste in the mangrove. For this purpose, three subareas of urban mangrove forests were selected: North (Enseada), Center (Colhereiro) and South (Barra do Sahy), which were analysed during the fall, winter and spring seasons of 2023 and summer of 2024. The spatiotemporal mapping of each subarea was elaborated with the help of satellite images obtained in Google Earth Pro between 2002 and 2023. The total area of urban mangroves was calculated each year. The results show an increase in mangroves in the Center subarea and a reduction in the North and South. The data on the structural characterisation of typical mangrove vegetation and mangrove litter in each subarea were studied using the methodologies of Schaeffer-Novelli et al. (2015), Gesamp (2019) and Unep (2009), respectively. The three subareas present distinct tree development and arboreal structural characteristics of young individuals in the North region, and for the Center and South, dominance of living individuals. In the North region, *Laguncularia racemosa* (white mangrove). In the mangrove located in the Center, the three plots showed with a predominance of *Avicennia schaueriana* (black mangrove) with few representatives of *Rhizophora mangle* (red mangrove) and *L. racemosa*. On the other hand, the southern region is composed of a forest composed of *L. racemosa*, but also with representatives of *R. mangle* and *A. schaueriana*. In all these studied subareas, many categories of trash were found, with plastic being the material in greater abundance in all collections. It is essential to highlight that the most significant volume of trash in the South subarea was collected in the mangrove (11.5 kg) and added to the collections from all seasons. Concerning abundance, the North subarea showed the most remarkable dominance for plastic. The results were disseminated through social media. This research is a tool that contributes to the preservation of the municipality's mangrove ecosystem, using satellite image monitoring, evaluating the health of the mangroves and the need for effective management of the solid waste problem.

Keywords: Marine litter; Coastal ecosystem; Solid waste; Satellite image.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Deposição do lixo nos manguezais. Adaptado de Bijsterveldt et al. (2021).....	15
Figura 2	Município de São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.	17
Figura 3	Litoral de São Sebastião com destaque para as subáreas de estudo: Manguezal da região Norte (A), região Centro (B) e região Sul (C). Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	18
Figura 4	APA Baleia-Sahy em destaque em verde e vermelho. Fonte: Instituto de Conservação Costeira (2022).....	20
Figura 5	Imagem de satélite da subárea da região Norte, com destaque para o polígono (amarelo) de vegetação de mangue. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	21
Figura 6	Imagem de satélite da subárea da região Centro, com destaque para o polígono (amarelo) de vegetação de mangue. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	22
Figura 7	Imagem de satélite da subárea Sul, com destaque para o polígono (amarelo) de vegetação. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	23
Figura 8	Esquema da localização das parcelas para a caracterização estrutural em uma floresta de mangue, ao longo de um transecto perpendicular ao gradiente de inundação pelas marés. Adaptado de Schaeffer-Novelli et al. (2015).....	24
Figura 9	Série temporal de imagens de satélite do manguezal urbano da região Norte, A – 2005, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	32
Figura 10	Caracterização dos polígonos no manguezal da região Norte, nas imagens de satélite A – 2005, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	33
Figura 11	Sobreposição das imagens de quatro anos da região Norte, definido pelas cores azul A, amarelo B, verde C e rosa D. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	34
Figura 12	Série temporal de imagens de satélite do manguezal urbano da região do Centro, A – 2003, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	35
Figura 13	Caracterização dos polígonos na vegetação de mangue da região do Centro, nas imagens de satélite A – 2003, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	36
Figura 14	Sobreposição das imagens de quatro anos da região do Centro, definido pelas cores azul A, amarelo B, verde C e rosa D. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	37
Figura 15	Série temporal de imagens de satélite do manguezal urbano da região Sul, A – 2002, B – 2009, C – 2016 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	38
Figura 16	Caracterização dos polígonos na vegetação de mangue da região do Centro, nas imagens de satélite A – 2002, B – 2009, C – 2016 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.....	39

Figura 17 Sobreposição das imagens de quatro anos da região Sul. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024..... 40
Figura 18 Dominância em área basal de troncos vivos e mortos, por espécies de mangue na região Norte..... 44
Figura 19 Dominância em área basal de troncos vivos e mortos, por espécies de mangue na região Central (%)..... 46
Figura 20 Dominância de área basal de troncos vivos e mortos por espécies na região Sul (%)..... 48
Figura 21 O eixo Y apresenta a quantidade (nº) e o eixo X a categoria de lixo, representado no gráfico o total de lixo coletado nas três subáreas durante os quatros períodos..... 60
Figura 22 Abundância (%) das categorias de lixo coletado durante o estudo..... 61
Figura 23 Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos para a subárea Norte nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão)..... 62
Figura 24 Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos para a subárea Centro nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão)..... 63
Figura 25 Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos para a subárea Sul nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão)..... 63
Figura 26 Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos das três subáreas nos quatro períodos de coletas (Outono, Inverno, Primavera e Verão)..... 64
Figura 27 Gráfico sobre a quantidade (%) total de lixo coletado por subárea..... 65
Figura 28 Gráfico sobre o peso (kg) total do lixo coletado por subárea..... 66
Figura 29 O eixo Y apresenta a porcentagem em relação a quantidade de lixo e o eixo X o período (Outono, Inverno, Primavera e Verão) por subárea (Norte, Centro e Sul)..... 67
Figura 30 Peso (kg) do lixo no mangue coletado por estação (Outono, Inverno, Primavera e Verão) em todas as subáreas..... 67
Figura 31 O eixo Y apresenta a abundância (nº), o eixo X o período de coleta, a linha do gráfico a quantidade e as colunas o peso do lixo coletado distribuídos por subárea de estudo (Norte, Centro e Sul)..... 68
Figura 32 Ilustração sobre o impacto do lixo no manguezal. Adaptado de Luo et al. (2021)..... 70
Figura 33 Divulgação virtual na rede social do grupo de pesquisa. Fonte: @mangrove.monitoring, 2023. Link: https://www.instagram.com/p/CvVDqtuurGi/?igshid=MzRlODBiNWFlZA==..... 72
Figura 34 Divulgação Julho sem Plástico na rede social Instagram do grupo de pesquisa MIM. Fonte: @mangrove.monitoring, 2024. Link: https://www.instagram.com/p/C-GSrAPuzst/?img_index=1..... 73
Figura 35 Divulgação do glossário na rede social Instagram do grupo de pesquisa MIM. Fonte: @mangrove.monitoring, 2024.

Link:
https://www.instagram.com/p/C2m6PuIulKI/?igsh=MXN0aDFrZHdrMnc3Ng=..... 74
Figura 36 Divulgação do Lixo no Mangue e diferentes graus de urbanização nas regiões do litoral norte e sul do estado de São Paulo. Fonte: @mangrove.monitoring, 2024.
Link:
https://www.instagram.com/p/C3p9VRHs7_k/..... 75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Compartimentos do manguezal onde lixo no mangue pode ser encontrado.....	29
Quadro 2	Padrão referente ao tamanho da unidade amostral do lixo. Fonte: GESAMP (2019) e PEMALM (2021).....	29
Quadro 3	Características das duas florestas de mangue da região Norte.....	43
Quadro 4	Características das duas florestas de mangue da região Norte.....	44
Quadro 5	Características das três florestas de mangue da região Central.....	46
Quadro 6	Características do manguezal da região Sul (Barra do Sahy).....	48
Quadro 7	Registro fotográfico do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo, nos quatro períodos.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Coordenadas geográficas de cada parcela (P1, P2, P3), nas três subáreas de estudo (Norte, Centro e Sul)..... 26

Tabela 2 Datas das coletas de lixo no mangue nas subáreas de estudo no município de São Sebastião, nas quatro estações..... 27

Tabela 3 Lista de parâmetros para cada lixo no mangue coletado, considerando período da coleta, localização (subárea), categoria, tipo de material, compartimento do manguezal, tamanho, peso, quantidade, abundância e origem do lixo encontrado. Adaptado: UNEP (2009), GESAMP (2019)..... 28

Tabela 4 Valores das áreas totais (m²) referente aos polígonos para as três subáreas (Norte, Centro e Sul) nas quatro escalas temporais (anos)..... 41

Tabela 5 Resumo dos dados de estrutura vegetal das florestas de mangue estudadas nas parcelas das três subáreas: Enseada, Colhereiro e Barra do Sahy. Rh, *Rhizophora mangle*; Lg, *Laguncularia racemosa*; Av, *Avicennia schaueriana*..... 49

Tabela 6 Classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período do Outono/2023..... 52

Tabela 7 Classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período do Inverno/2023..... 54

Tabela 8 Classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período da Primavera/2023..... 55

Tabela 9 Classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período do Verão/2024..... 56

SUMÁRIO

I	Introdução…….	12
II	Objetivos gerais…….....	16
a	Objetivos específicos…….	16
III	Material e métodos……	16
a	Área de estudo……...	16
b	Mapeamento espaço-temporal……...……	21
c	Caracterização estrutural dos manguezais…….....	23
d	Lixo no mague……...	26
e	Divulgação……	30
IV	Resultados e discussão……	31
a	Área de estudo……...	31
b	Mapeamento espaço-temporal…….....	31
c	Caracterização estrutural dos manguezais urbanos.....	42
d	Lixo no mague……..	51
e	Divulgação……	71
V	Conclusões……	76
VI	Referências…….....	79

I. Introdução

Os manguezais são ecossistemas costeiros encontrados nas zonas tropical e subtropical, na interface entre os ambientes terrestre e marinho, onde recebem o aporte de água doce e salgada. Ocupam 145.068 km² de área no planeta, segundo dados de 2020 (JIA et al., 2023). Seguido apenas da Indonésia, o litoral brasileiro ocupa segundo lugar no mundo em manguezais, os quais ocupam 14.000km² distribuídos entre os estados do Amapá à Santa Catarina, e no estado de São Paulo ocupam uma área de 240 km² (ICMBIO, 2018). Em São Sebastião existem poucas áreas de manguezais, 3,4 km², em função da proximidade com a Serra do Mar, o que limita a extensão das planícies costeiras (APAMLN, 2019)

Este ecossistema se desenvolve em regiões sujeitas ao regime de marés, portanto as espécies vegetais possuem adaptações à flutuação de salinidade, características para se desenvolverem em solos principalmente lodosos e anóxicos, e estruturas radiculares para realizarem as trocas gasosas com o meio externo. As florestas de mangue no Brasil são representadas por três gêneros, compostas por seis espécies vegetais lenhosas típicas de mangue: o mangue-vermelho, também conhecido em algumas regiões como mangue-verdadeiro ou "sapateiro" pertencente ao gênero da *Rhizophora*, com as espécies *R. mangle*, *R. harrissoni* e *R. racemosa*; o mangue-branco, ou mangue-manso ou "tinteira" da espécie *Laguncularia racemosa*; e o mangue-preto, siriba ou sereiba do gênero *Avicennia*, com as espécies *A. schaueriana e A. germinans* (ICMBIO, 2018; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2024).

O ecossistema manguezal são de grande importância para as comunidades ribeirinhas e caiçaras como fonte de recursos, além de proteção para as zonas costeiras contra tempestades e processos erosivos (ICMBIO, 2018). São ambientes valiosos, pois fornecem serviços de bens essenciais, contribuindo significativamente aos meios de subsistência, bem-estar e segurança dessas comunidades.

Os manguezais se enquadram em algumas legislações de proteção ao ecossistemas, como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) onde define-se que as Unidades de Conservação (UC) são territórios protegidos por lei por conta de suas características naturais como sua flora, fauna e ecossistemas, divididos em duas categorias: a de Proteção Integral e a de Uso Sustentável, de modo a preservar o patrimônio ecológico existente e assegurar a proteção e conservação dos manguezais (BRASIL, 2000). No Brasil, 120 UCs apresentam o manguezal em seu interior, abrangendo uma área de 12.114 km², representado por 87% do ecossistema no país. A configuração do SNUC compõe diferentes categorias de manejo e níveis de proteção dessas áreas costeiras, assegurando a guarita do ecossistema para diversos setores

produtivos (ICMBIO, 2018). Os manguezais são protegidos legalmente segundo o Código Florestal Lei Federal nº 12.651/12, onde se estabelecem normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente (APP), podendo ser citada a Resolução CONAMA nº 369/06, que estabelece restrições para intervenção em áreas de APP, na qual os manguezais se enquadram (CETESB, 2006).

Dentro das legislações municipais e suas definições, o Artigo 71 da Lei Complementar nº263/2021, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Sebastião, define o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) como "porções do território do Município destinadas ao desenvolvimento das atividades urbanas onde a ordenação e o controle do uso do solo estão sujeitos às políticas espaciais, de desenvolvimento urbano e demais disposições referentes às legislações de parcelamento, uso e ocupação do solo do município, sendo áreas urbanizadas ou passíveis de urbanização, expansão urbana ou implantação de empreendimentos logísticos e industriais". Os manguezais urbanos enfrentam diversas ameaças às pressões antrópicas e, no litoral norte paulista, não seria exceção. Com isso, a Lei federal nº14.285/2021 dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, o parcelamento do solo urbano sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas (BRASIL, 2021).

Como forma de avaliação da conservação dessas áreas costeiras, os estudos de conservação e monitoramento em áreas de manguezais têm-se utilizado de geotecnologias que permitem acompanhar o mapeamento temporal utilizando imagens de satélite em diferentes áreas, principalmente do uso e cobertura de vegetação da superfície terrestre (SOUZA et al., 2019). O uso de ferramentas de sensoriamento remoto tem gerado resultados importantes para o conhecimento da ecologia, planejamento e uso sustentável dos manguezais frente às pressões antrópicas, facilitando o diagnóstico para os tomadores de decisões na gestão costeira integrada (SANTOS et al., 2016).

Um fator antrópico que pode ser avaliado nos manguezais é a questão do lixo no mangue. Os emaranhados de raízes e troncos característicos das árvores de mangue aprisionam sedimentos, retendo também lixo e diversos tipos de objetos poluentes, tornando os manguezais vulneráveis a uma série de ameaças antropogênicas (ICMBIO, 2018). Essas áreas tornam-se vulneráveis perante as pressões antrópicas advindas das instalações da indústria petrolífera, pesqueira, turística, e dos loteamentos imobiliários, do descarte incorreto de resíduos sólidos, dentre outras atividades, que contribuem para o aumento de sua degradação (FERREIRA, 2016). Diante de todo esse cenário, os manguezais continuam sendo um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta (UNEP, 2021).

Pesquisadores desenvolveram estudos relacionados com resíduos sólidos em áreas costeiras (praias arenosas, manguezais) no Brasil. Almeida et al. (2013) avaliaram a presença de lixo na Baía do Sueste em Fernando de Noronha (PE); Belarmino et al. (2014) verificaram a presença de poluição em manguezal do rio Potengi em Natal (RN). Já Oliveira et al. (2011) avaliaram a presença de lixo em praia arenosa de Massaguaçu, Litoral norte de SP, e Cordeiro (2010) que avaliou o lixo recolhido no Estuário de São Vicente (SP). Esses estudos retratam a preocupação e a problemática da presença desses resíduos em diversos pontos de regiões litorâneas. Nos manguezais, a complexidade estrutural da vegetação de mangue amplia a capacidade de capturar resíduos de fontes terrestres, de águas doce e marinha (LUO et al., 2021).

Para este trabalho, é importante a definição de termos como lixo marinho, resíduos sólidos e lixo no mangue. Segundo UNEP (2021), o termo 'lixo marinho' é utilizado para denominar os materiais encontrados em abundância no ecossistema marinho, definido como "qualquer material sólido processado descartado ou abandonado no ambiente marinho e costeiro, incluindo o transporte desses materiais por meio de rios, drenagens, sistemas de esgoto ou vento, excluindo-se os materiais orgânicos (como restos de alimentos e vegetais)". De acordo com a Lei n.º12.305/2010 do Ministério do Meio Ambiente da Política Nacional de Resíduos Sólidos (CETESB, 2010), define-se como resíduos sólidos "material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, nos estado sólido ou semissólido, cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, podendo ser segregados e direcionados a diversos meios de destinação final, como compostagem, reciclagem, aterros, etc". E o lixo no mangue, é um termo definido recentemente pelo grupo de pesquisa de Monitoramento Integrado de Manguezais – MIM. Ainda sobre definições e legislações sobre os resíduos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (regulamentada pelo Decreto Federal n.º 7.404/2010), institui "diretrizes, princípios, instrumentos e responsabilidades importantes para a gestão de resíduos sólidos e reduzir das fontes de poluição dos mares". Considerando uma visão ampla e integrada do problema, também pode-se destacar o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) Lei Federal n.º 7.661/1988 (regulamentado pelo Decreto Federal n.º 5.300/2004), que dispõe sobre regras de uso sustentável e ocupação da zona costeira (BRASIL, 1988).

O município de São Sebastião está com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) em elaboração. Em 2023, o Conselho Municipal do Meio Ambiente (COMAM) convocou a participação de representantes da sociedade civil para compor o grupo de sustentação para a elaboração do PMGIRS. Os regulamentos são

instrumentos importantes para permitir o avanço de uma localidade no enfrentamento dos problemas ambientais, decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (SÃO SEBASTIÃO, 2023).

A quantidade de lixo encontrado no mar representa cerca de 80% de material originado em terra (JAMBECK et al., 2015), um número alto, pois o uso e a produção de plásticos estão aumentando gerando preocupações no mundo todo, e tendo como consequência, o descarte inadequado em aterros sanitários. Outra situação crítica se dá com o acúmulo de lixo nos habitats naturais, problemas físicos para a vida silvestre que resultam em ingestão, interações e impactos negativos, tornando insustentável essa relação para toda forma de vida (THOMPSON et al., 2009). A abundância de plásticos é um risco para as árvores de mangue que possuem adaptações na exposição dos sistemas radiculares, ficando vulneráveis à asfixia por sufocamento (Figura 1) (BIJSTERVELDT et al., 2021). O constante fluxo de água nos manguezais facilita o depósito sedimentar e, consequentemente, também o transporte do lixo de diversas origens e tamanhos, o qual acaba encalhando no substrato, raízes e galhos da floresta (LUO et al., 2021).



Figura 1. Deposição do lixo nos manguezais. Adaptado de Bijsterveldt et al. (2021).

I. Objetivo geral:

O presente estudo tem como objetivo analisar os manguezais urbanos do município de São Sebastião, localizado no litoral norte de São Paulo.

a. Objetivos específicos:

- ✓ Mapear os manguezais em três subáreas do estudo, a partir de análise espaço-temporal com uso de imagens de satélite;
- ✓ Caracterizar a floresta de mangue nas três subáreas do estudo, utilizando dados de estrutura vegetal;
- ✓ Analisar e caracterizar os resíduos sólidos encontrados nos manguezais das três subáreas do estudo, obedecendo aos parâmetros descritos;
- ✓ Divulgar informações do projeto para o público geral pelas redes sociais do grupo de pesquisa Monitoramento Integrado de Manguezais (@mangrove.monitoring).

II. Material e Métodos

a. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no município de São Sebastião, localizado na porção norte do litoral do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil (Figura 2). A cidade apresenta área territorial de 402.395 km², distribuídas em 53 praias ao longo da costa norte, centro e sul do município (Figura 3). De acordo, com o IBGE (2021) estima-se aproximadamente a população fixa de 81.595 habitantes. São Sebastião compreende uma estância turística e recebe visitantes ao longo do ano todo, de quem busca contato com a natureza e suas belas paisagens. Para a extensão total das áreas de vegetação de mangue consideram-se 3,4 km² no município, pois apresentam áreas de manguezais fragmentadas e distribuídas ao longo da costa. A literatura apresenta manguezais pertencentes aos bairros que envolvem os rios Una, Sahy e Cubatão, e as áreas da baía do Araçá, Canto do Mar/Enseada e Colhereiro no centro da cidade (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2017; APAMLN, 2019).

As três subáreas do presente estudo foram selecionadas não apenas por estarem distribuídas pelo município, sendo uma na costa Norte, outra na região Central e na região Sul, mas também por serem fragmentos de manguezais em meio urbano; sendo áreas definidas como Unidades de Conservação (região Norte e Sul), a região do Centro possui forte visibilidade para a expansão portuária e são áreas de fácil acesso para o estudo. São também áreas importantes onde as escolas, Organizações não Governamentais (ONGs) e prefeitura desenvolvem

atividades de sensibilização para conservação, educação ambiental e mutirão de limpeza nos manguezais, vegetação e praia.

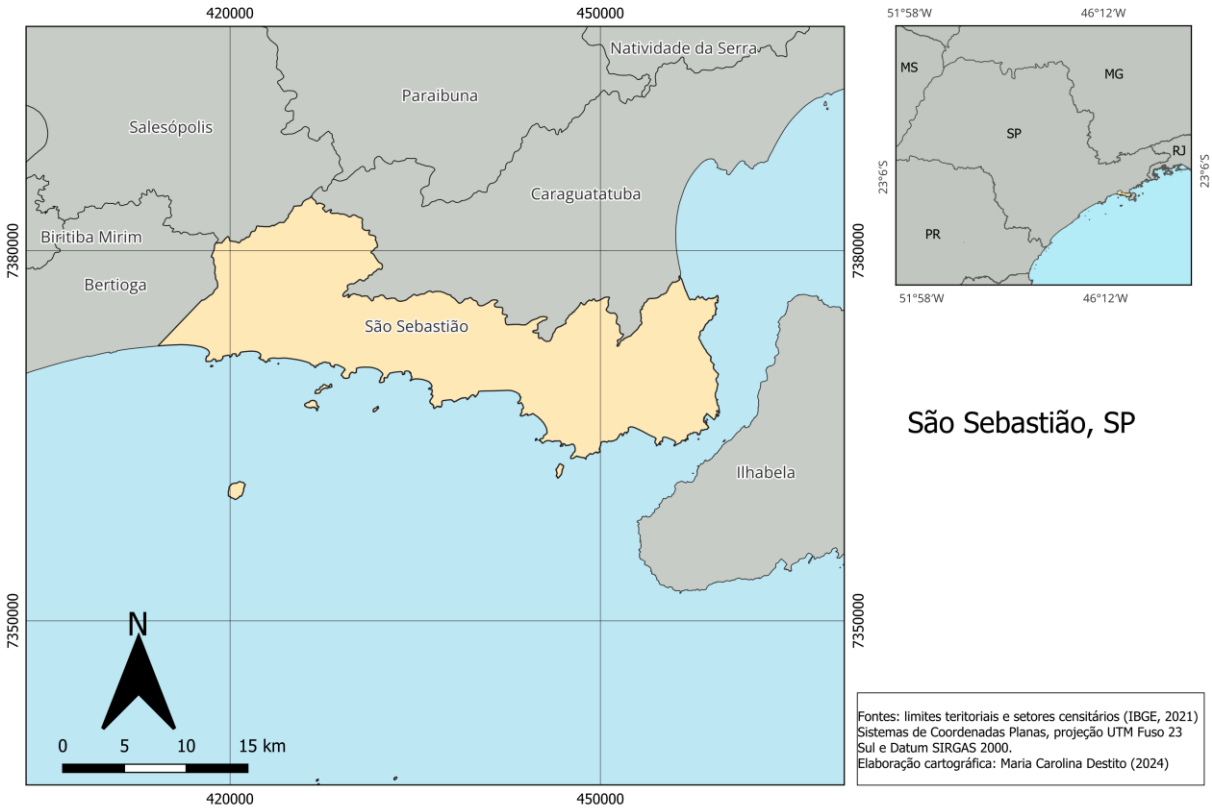


Figura 2. Município de São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

O presente estudo selecionou três subáreas de florestas de mangue nas regiões da costa Norte, Centro e Sul. A Costa Norte (A) localizada no bairro da Enseada, próximo à divisa com o município de Caraguatatuba; a segunda área situada na região do Centro (B) conhecido como mangue do Colhereiro, próximo da travessia de pedestres e automóveis que faz conexão entre os municípios de São Sebastião à Ilhabela; e a terceira área localizada na região Sul (C) denominado mangue da Barra do Sahy (Figura 3). Essas três subáreas de estudo são denominadas como manguezais urbanos ou periurbanos, caracterizados segundo os vetores de perturbação como antropogênicos, desenvolvimento urbano na região, a disposição de resíduos sólidos, poluição de esgotos, sendo fortes nestes locais as evidências de impactos frequentes causados pelas atividades humanas.



Figura 3. Litoral de São Sebastião com destaque para as subáreas de estudo: Manguezal da região Norte (A), região Centro (B) e região Sul (C). Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

Região Norte (Enseada)

A praia da Enseada apresenta mar calmo, sem ondas, rasa e dissipativa, faz divisa com o município limítrofe, Caraguatatuba e pouco visitada por turistas. Essa região é frequentada por moradores, visitantes das casas de veraneio e pescadores artesanais. Apesar da prefeitura de São Sebastião e terceiro setor atuarem na região realizando mutirões de limpeza de praia, rios e no manguezal, atividades de educação ambiental com escolas da região e conversas com a comunidade do bairro sobre a importância do descarte correto de lixo e conservação do ecossistema, há despejo inadequado de efluentes, dado o rompimento do duto em área adjacente ao fragmento de manguezal urbano (OECO, 2022).

Os remanescentes de manguezais da Costa Norte de São Sebastião estão localizados em áreas que sofreram intenso impacto no processo de urbanização mais consolidado e encontram-se em estágio avançado de regeneração. Este manguezal foi reconhecido como ecologicamente relevante na criação da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte, pelo Decreto n.º 53.525/2008 (INSTITUTO TERRA E MAR, 2020).

Região Centro (Colhereiro)

O fragmento de vegetação do mangue do Colhereiro, na região Central do município, localizado próximo do Terminal Aquaviário Almirante Barroso (TEBAR), principal setor de serviços do município, recebe petróleo nacional e importado por navio petroleiro, é administrado pela Companhia Docas de São Sebastião (CDSS)(SÃO SEBATSIÃO, 2022). Próximo do manguezal do Colhereiro localiza-se a Travessia Litorânea São Sebastião-Ilhabela, a qual é operado pela DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S. A.), realizando o transporte fluviomarinho entre os municípios. Essa área é considerada prioritária para conservação por ser um local de reprodução de peixes, abrigar grande biodiversidade, avistamento de avifauna na região e ter uma influência direta urbana (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2017).

Região Sul (Barra do Sahy)

O manguezal da região Sul, localizado às margens dos rios Sahy e Negro, apresenta uma área extensa de manguezal que faz ligação com vegetação de restinga e mata atlântica pertencente à UC. A área de estudo é uma parte da UC, e encontra-se próxima à praia da Barra do Sahy, de casas de veraneio, ranchos de pescadores e comércio local.

Nesta região é possível encontrar uso e parcelamento do solo loteado para instalação de condomínios de alto padrão. Consequentemente, a região também é afetada pela poluição dos rios e descarte irregular de efluentes domésticos desprovido de planejamento, oriundo da consolidação da estância turística e indústria imobiliária (INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO COSTEIRA, 2022).

A região da Barra do Sahy teve, ao longo dos anos, relevância ecológica e econômica e em vista disso, em 2013, foi aprovada a criação de uma UC de Uso Sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) Baleia-Sahy pela Lei municipal n.°2.257/2013. A área total territorial da UC (Figura 4), abrange 1.003.447,88 m², contemplando o manguezal, curso d'água e mata atlântica, localizado entre as praias Barra do Sahy e Baleia, dando origem ao nome da Área de Proteção Ambiental (APA) Baleia-Sahy (INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO COSTEIRA, 2022).



Figura 4. APA Baleia-Sahy em destaque em verde e vermelho. Fonte: Instituto de Conservação Costeira (2022).

Segundo o diagnóstico participativo da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APA Marinha do Litoral Norte), todos os remanescentes de manguezais de São Sebastião apresentam um determinado grau de degradação e estão vulneráveis ao formato de uso e ocupação das áreas costeiras, citando como maiores ameaças a especulação imobiliária, aterramento, ocupação irregular e poluição das águas marinhas e estuarinas (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014).

São áreas de interesse da prefeitura e terceiro setor onde desenvolvem atividades como mutirões de limpeza, educação ambiental com alunos das escolas públicas e com a comunidade do entorno. Essas regiões foram selecionadas para o estudo, pois são manguezais com diferentes paisagens naturais e urbanísticas no entorno e diferentes fisionomias, além de serem fragmentos de manguezais urbanos com grande importância para a manutenção da biodiversidade e comunidade local (SÃO SEBASTIÃO, 2023). As áreas de unidades de conservação protegidas legalmente em São Sebastião se estendem sobre a maior parte do território em áreas de florestas, relevos e variações de solo, características da região que restringem o desenvolvimento habitacional para a construção de novas edificações. Ao longo dos anos, o litoral norte apresentou consideráveis mudanças no uso e cobertura do solo junto com o crescimento econômico, expansão imobiliária e intensificação do turismo na Estância Turística de São Sebastião. A cidade conta com áreas de floresta de mata atlântica, vegetação de restinga e fragmentos de manguezais ao longo da costa (APAMLN, 2019).

b. Mapeamento espaço-temporal

Para a análise espaço-temporal foram utilizadas das imagens de satélite disponíveis no Google Earth Pro versão 7.3.6.9796. Foi feito delineamento dos polígonos de quatro datas referentes a cada subárea de estudo. A primeira etapa foi a criação no recorte das imagens nas diferentes datas históricas nas subáreas de estudo. Em seguida, foram criados os contornos das áreas de manguezal. As capturas das imagens aéreas foram feitas obedecendo o mesmo ângulo e posição geográfica, permitindo assim melhor visualização e comparação temporal. A delimitação da floresta nas subáreas levou em consideração a vegetação de mangue, possível presença de vegetação de transição em alguns trechos do manguezal, como restinga, desmatamento no centro da floresta e/ou alagadiço. As imagens foram selecionadas com um intervalo entre 4 a 9 anos, mas priorizando a qualidade das imagens em relação às interferências atmosféricas e melhor definição. No Google Earth foram calculadas as áreas totais das florestas de mangue nas subáreas de estudo.

A subárea da região Norte do município apresenta uma vegetação onde a delimitação da área de mangue urbano foi dividida em dois polígonos, pois apresenta uma faixa de areia cortando o manguezal, onde faz conexão da rodovia com a praia. Foram selecionadas imagens de 2005, 2009, 2014 e 2023. Abaixo, a imagem de satélite destaca o polígono em amarelo para a floresta presente na subárea Norte (Figura 5).

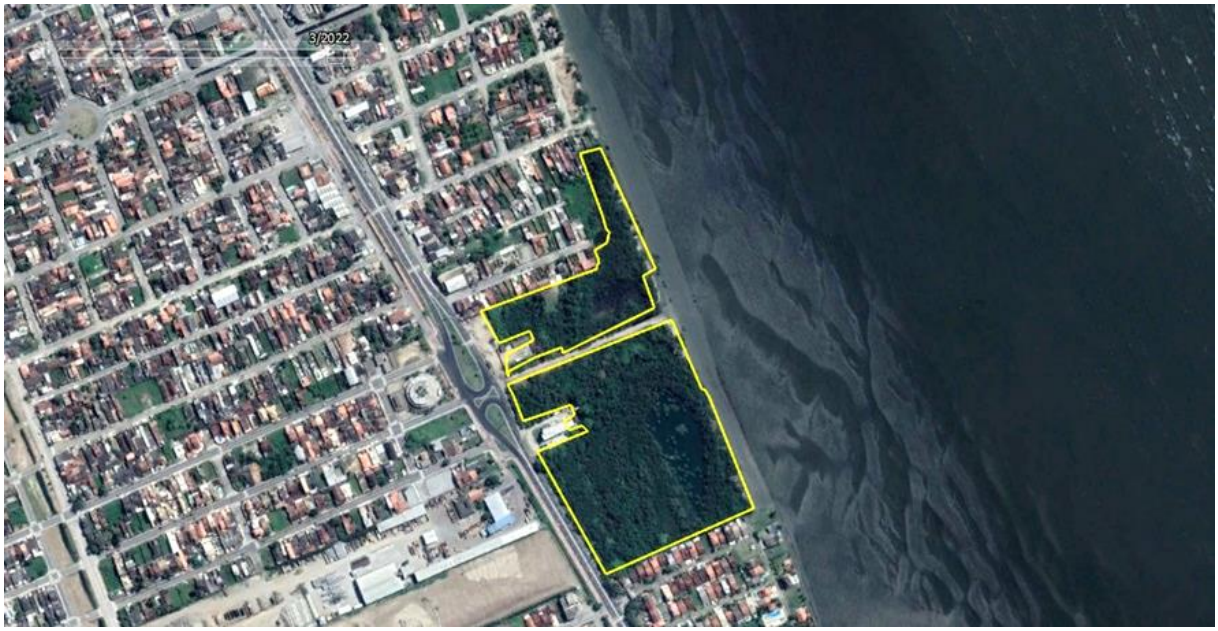


Figura 5. Imagem de satélite da subárea da região Norte, com destaque para o polígono (amarelo) de vegetação de mangue. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024

A subárea da região do Centro apresenta um fragmento de vegetação de mangue urbano fazendo limite com o canal de São Sebastião, favorecendo a inundaçao periódica em grande parte da floresta. A área de vegetação de manguezal e oportunista, faz limite com o meio aquático e o meio urbano. Para a região Central foram selecionadas imagens dos anos 2003, 2009, 2014 e 2023. Abaixo imagem da subárea com destaque para a vegetação de mangue da subárea do Centro (Figura 6).



Figura 6. Imagem de satélite da subárea da região Centro, com destaque para o polígono (amarelo) de vegetação de mangue. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

O perímetro delimitado para a região Sul abrange vegetação de mangue e também pequenos fragmentos de vegetação de restinga e oportunista, presentes em toda faixa de transição que faz conexão entre os ambientes aquático e o terrestre. O manguezal da região Sul, da Barra do Sahy, se estende além deste polígono em destaque, contemplando uma grande área de vegetação que se estende na faixa de transição do meio aquático e adentra o ambiente terrestre, situado a leste do mapa, o qual pertence à APA Baleia-Barra do Sahy (Figura 7). No presente estudo, considerou-se apenas uma porção de floresta de mangue para a caracterização estrutural e coleta de lixo nesse ambiente (Figura 7), em função de maior interferência do meio urbano, casas e construções próximas da área selecionada. O período selecionado para captura das imagens de satélite pelo Google Earth Pro foram 2002, 2009, 2016 e 2023.



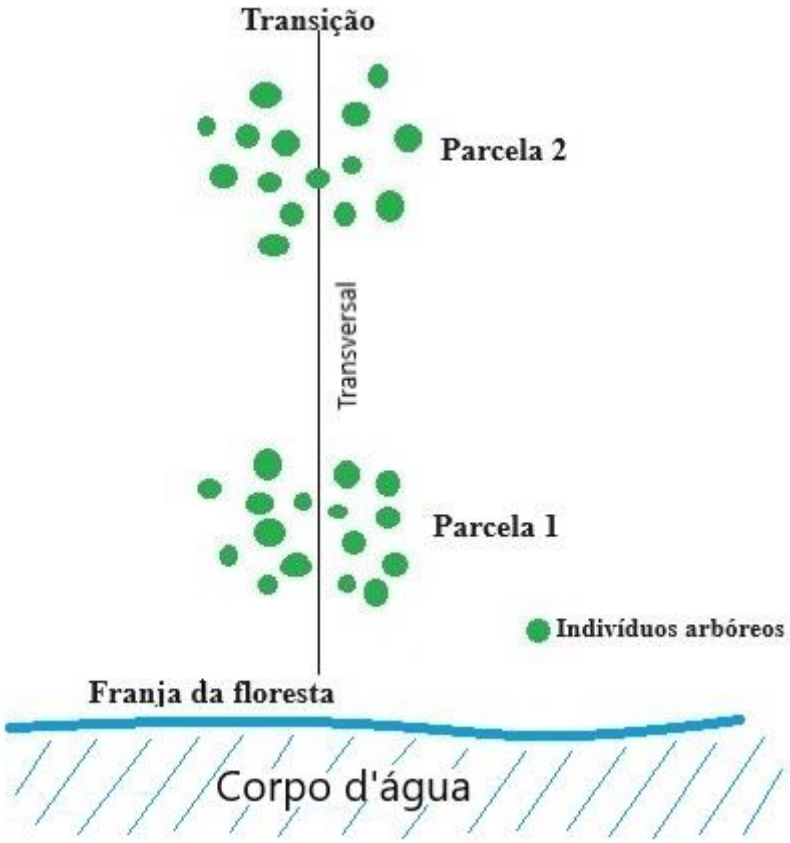
Figura 7. Imagem de satélite da subárea Sul, com destaque para o polígono (amarelo) de vegetação. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

c. Caracterização estrutural dos manguezais

As coletas de dados de estrutura vegetal nos manguezais foram realizadas nos dias 30/05, 31/05 e 01/06/2023. As áreas das parcelas em cada região foram selecionadas considerando as diferentes pressões antrópicas urbanas do entorno, de forma que cada parcela selecionada representasse a floresta de mangue de sua região.

Inicialmente, para coleta amostral de caracterização de estrutura de vegetação de mangue, foram traçados transectos utilizando o mapa de cada região, de forma que fosse perpendicular ao perfil de inundação da floresta em direção à área de transição, do ambiente aquático para o terrestre, cruzando a floresta de mangue. A partir deste, foram delimitadas duas parcelas para a subárea Norte, devido ao contexto do manguezal não apresentar um conjunto de 20 a 30 indivíduos arbóreos, segundo a metodologia proposta. Para as subáreas Centro e Sul, foram delimitadas três parcelas em cada, posicionadas obedecendo o gradiente de inundação pelas marés, sendo uma parcela delimitada próxima ao corpo d'água (franja), outra parcela no meio da floresta de mangue e a terceira próxima do ambiente de transição no interior da floresta (Figura 8).

As áreas delimitadas são de tamanhos variáveis, compreendendo de 20 a 30 indivíduos medidos acima de 1m de altura, em função da densidade da floresta, adotando-se metodologia de Schaeffer-Novelli et al. (2015). A coleta de dados *in situ* considerou o desenvolvimento das árvores, sendo indivíduos vivos ou mortos, identificação das espécies, altura e DAP. Não foram contabilizados indivíduos menores que 1,30m de altura, de acordo com a metodologia.



,

Figura 8. Esquema da localização das parcelas para a caracterização estrutural em uma floresta de mangue, ao longo de um transecto perpendicular ao gradiente de inundação pelas marés. Adaptado de Schaeffer-Novelli et al. (2015).

Para as medidas de diâmetro à altura do peito (DAP) foi utilizada trena graduada (Forestry Suppliers 283D) em unidades de π (3,14159), a fim de mensurar os troncos dos indivíduos arbóreos na altura do peito do medidor e a árvore foi demarcada com barbante. Posteriormente, os dados foram calculados utilizando fórmulas numa planilha de *Excel* (Microsoft), gerando resultados de valores de DAP médio, área basal, altura média, densidade relativa das florestas de mangue e dominância de área basal por espécie de troncos vivos e mortos.

A área basal de uma floresta é a soma da área basal de todos os troncos medidos por unidade de área, sendo a área basal definida como a área que um tronco ocupa em uma floresta de mangue (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015). Esta medida está relacionada ao volume de troncos e biomassa, representando o grau de desenvolvimento estrutural da floresta, assim como indicador de eventuais impactos ocorridos, refletindo nos valores de área basal morta (MENGHINI, 2008). Para o cálculo de área basal, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$AB = 0{,}00007854\ (dap)^2$$

AB= área basal $(m)^2$

Dap= diâmetro à altura do peito (cm)

O diâmetro médio de uma floresta é o diâmetro da árvore de área basal média e permite comparações entre florestas e correlação entre valores. Para esse resultado, o cálculo para área basal da árvore média é o seguinte:

$$dap = \frac{\overline{(AB)}\ \overline{(12732{,}39)}}{n}$$

AB = área basal

n = número de indivíduos por hectare

Os valores de altura total das árvores foram obtidos utilizando um telêmetro digital (*RangeFinder* 600 m). A altura total é a distância da base da árvore até a extremidade máxima da copa. E o resultado da altura desse indivíduo é a soma do valor do telêmetro mais a altura do medidor. Também foi utilizado a régua graduada (Bosch GR 500) onde o valor da altura é obtido no momento da medição. O cálculo para a altura média é o resultado da média aritmética de todas as árvores vivas de cada parcela (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015).

A floresta de mangue pode ser representada também pela contribuição do número de espécies arbóreas, descritas em densidade. A densidade de uma floresta representa sua idade e amadurecimento, sendo que uma floresta jovem é representada por valores de densidade elevada, ou seja, indivíduos muito próximos e com baixo valor de área basal, e floresta madura com baixa densidade (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015).

$$\text{Densidade relativa} = \frac{\text{número de indivíduos de uma espécie}}{\text{Número total de indivíduos}} \times 100$$

A dominância relativa (*DoR*) indica a contribuição percentual em área basal de cada espécie, incluindo os troncos vivos e mortos, com perda de biomassa de acordo com a classe de diâmetro, permitindo resultados quanto ao grau de maturidade.

$$\textit{Dominância relativa} = \frac{\textit{dominância de uma espécie}}{\textit{dominância total (AB)}} \textit{ X 100}$$

O registro para localização das parcelas nas florestas, foram obtidos utilizando-se GPS Garmin, Map modelo 78S. As coordenadas geográficas foram gravadas no ponto dentro das parcelas de estudo em cada subárea, Norte (ENP1, ENP2), Centro (COP1, COP2, COP3) e Sul (BSP1, BSP2, BSP3) (Tabela 1).

Tabela 1. Coordenadas geográficas de cada parcela (P1, P2, P3), nas três subáreas de estudo (Norte, Centro e Sul).

Subárea	Parcela	Latitude	Longitude
Norte – Enseada	ENP1	23°43’03.2”S	45°25’26.9”W
	ENP2	23°43’05.4”S	45°23’49.7”W
Centro – Colhereiro	COP1	23°48’29.9”S	45°23’48.0”W
	COP2	23°48’30.7”S	45°23’49.7”W
	COP3	23°48’31.1”S	45°23’51.7”W
Sul – Barra do Sahy	BSP1	23°46’31.0”S	45°41’33.2”W
	BSP2	23°46’29.6”S	45°41’35.1”W
	BSP3	23°46’28.7”S	45°41’35.8”W

d. Lixo no mangue

O termo lixo no mangue definido neste estudo é apresentado como, “todo resíduo sólido, persistente, processado ou manufaturado de origem antrópica que é descartado ou perdido, independentemente de sua origem, entra no ecossistema manguezal.” Este termo será utilizado para qualquer categoria de lixo encontrado no ecossistema.

Sobre a metodologia utilizada, foi considerando o período amostral para as coletas de lixo nos manguezais, realizado no período das quatro estações nos anos de 2023 e 2024. Para tanto, foram considerados os seguintes critérios: preferência durante a baixa-mar de acordo com a

previsão das marés, condição meteorológica, disponibilidade e deslocamento da equipe. A data prevista para a coleta de verão de 2023 foi cancelada devido ao desastre ambiental que acometeu a região do Litoral Norte, atingindo os ecossistemas, as comunidades e toda infraestrutura do município. Portanto, as coletas de dados foram realizadas nos períodos de outono, inverno, primavera de 2023 e verão de 2024 (Tabela 2).

Tabela 2. Datas das coletas de lixo no mangue nas subáreas de estudo no município de São Sebastião, nas quatro estações.

Subárea/Período	Outono/2023	Inverno/2023	Primavera/2023	Verão/2024
Norte	20/jun	14/set	20/dez	20/fev
Centro	20/jun	16/set	21/dez	16/mar
Sul	30/mai	23/set	21/dez	19/mar

O lixo encontrado dentro das subáreas dos manguezais foi coletado obedecendo um diâmetro médio de 50 metros dentro das subáreas e/ou considerando um tempo estimado de 30 minutos de coleta. Assim que o lixo foi coletado, na área externa da floresta de mangue, foi realizada a avaliação e triagem. Para cada material recolhido foi retirado, de maneira superficial, o excesso de sedimento aderido e possíveis galhos emaranhados, facilitando a identificação e pesagem do lixo no mangue.

Para a caracterização do lixo no mangue, foi definida uma lista de parâmetros importantes para descrever o lixo coletado, avaliando-se tanto de forma individual quanto o conjunto de lixo retirado em cada subárea. Também foi levado em consideração a estação do ano que foram realizadas as coletas e o local das subáreas do estudo. Outros parâmetros que podem ser classificados são a categoria de cada material (como o plástico, papel, vidro, tecido etc) e o tipo do material, como por exemplo sacola plástica, fragmento de plástico duro (material difícil de ser definido) entre outros materiais. A classificação por tamanho de cada ítem está apresentada na Quadro 2 como Macrolixo e Mesolixo. A pesagem foi realizada em campo de todo o lixo recolhido em cada subárea por período de coleta, utilizando uma balança digital portátil modelo Tomate® com pesagem máxima de 50 kg. E por fim, foi realizada a avaliação da contagem de todos os materiais individuais, a abundância definida em relação à categoria do lixo e a origem do lixo, podendo ser classificado como terrestre ou carreado pelo mar (marinha) (Tabela 3) (BIANCHINI et al., 2023). Para a coleta do lixo no mangue foram utilizadas as metodologias propostas por GESAMP (2019) – *Guidelines for the monitoring and assessement of plastic*

litter in the ocean e UNEP (2009) – *United Nations Environment Programme*, sobre o lixo no mar e adaptadas para o contexto dos manguezais.

Tabela 3. Lista de parâmetros para cada lixo no mangue coletado, considerando período da coleta, localização (subárea), categoria, tipo de material, compartimento do manguezal, tamanho, peso, quantidade, abundância e origem do lixo encontrado. Adaptado: UNEP (2009), GESAMP (2019).

Parâmetros	
I	Estações do Ano
II	Localização do lixo coletado (subárea)
III	Tipo de Categoria (matéria prima)
IV	Tipo de Material (produto)
V	Compartimento do Manguezal (galhos, troncos, raízes, sedimento, superfície)
VI	Tamanho
VII	Massa (kg)
VIII	Contagem (quantidade)
IV	Abundância
X	Origem (terrestre e/ou marinha)

Fonte: Bianchini et al. (2023).

Os compartimentos do manguezal onde o lixo foi encontrado podem ser classificados da seguinte maneira: localizados em galhos das árvores, sob o sedimento (considerado sedimento superficial, enterrado a 20 cm da superfície), na superfície do sedimento (sobre o solo) e sobre as raízes (Quadro 1).

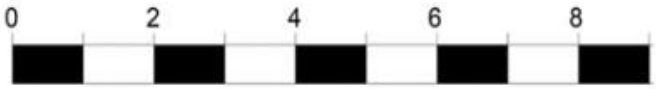
Quadro 1. Compartimentos do manguezal onde lixo no mangue pode ser encontrado.

Galhos	Sedimentos	Superfície	Raízes
			

Esses parâmetros para análise do lixo no mangue descrevem também sobre a classificação em relação ao tamanho para cada material, segundo a metodologia por GESAMP (2019), onde define como Macrolixo ou Mesolixo, portanto, todo material com até 2,5 cm de tamanho será definido como Mesolixo e acima desse valor até 1,0 m de comprimento como Macrolixo (Quadro 2).

Quadro 2. Padrão referente ao tamanho da unidade amostral do lixo. Fonte: GESAMP (2019) e PEMALM (2021).

Tamanho	Tamanho relativo	Dimensão	Unidades de medida
Macro	Grande	2,5cm – 1m	Metros Centímetros Milímetros
Meso	Médio	0,5 – 2,5cm	Centímetros Milímetros



As coletas de lixo em campo foram definidas por estação do ano a fim de observar a variedade de resíduos encontrados e a possibilidade de associar com o fluxo do turismo e a frequência de pessoas próximo das subáreas de mangue urbanos. Foram feitas análises quantitativas e qualitativas.

e. Divulgação

O presente estudo forneceu materiais para publicações sobre os manguezais urbanos e a problemática do descarte inadequado de lixo no mangue, que pode se acumular nas árvores,

sedimentos, raízes e superfície, os quais foram encontrados nos manguezais urbanos de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A divulgação foi realizada em colaboração com o grupo de pesquisa Monitoramento Integrado de Manguezais (MIM), cujo compromisso é monitorar a dinâmica e qualidade ambiental dos manguezais, sendo elaboradas postagens na rede social contribuindo com conhecimentos, informações e definições técnicas sobre os manguezais.

Os resultados deste estudo foram divulgados para o público em geral com postagem em redes sociais. Inicialmente foi desenvolvida uma divulgação contribuindo com a proposta do tema 'Julho Sem Plástico'. Na postagem foram utilizandos registros fotográficos da equipe e informações obtidas durante a coleta de dados em 2023 sobre o lixo no mangue. Sobre o movimento 'Julho Sem Plástico' (*Plastic Free July*) criado em 2011 na Austrália pela "*Earth Carers Waste Education"*, a proposta é sensibilizar as pessoas quanto a responsabilidade de seus hábitos com a geração de resíduos, a repensar o consumo excessivo de produtos, alertando sobre a problemática dos resíduos sólidos descartados no planeta e contribuindo com a diminuição da geração de lixo principalmente o material plástico, encontrados em grande escala tanto em terra quanto no mar (PLASTICFREEJULY, 2023).

No ano seguinte, em 2024, foi divulgada a segunda postagem referente aos conceitos relacionados ao lixo no mangue, lixo no mar, e resíduos sólidos. Os termos lixo no mar e resíduos sólidos são citados nesta pesquisa e em estudos anteriores, no entanto, o termo lixo no mangue compreende abordagem recente, considerando os poucos estudos existentes sobre esta problemática, a qual foi abordada no presente trabalho. A necessidade da definição do termo lixo no mangue surgiu em relação ao volume de lixo coletado nos manguezais urbanos de São Sebastião. A postagem apresentou o glossário referente aos três conceitos, divulgado por meio da rede social do MIM.

Ainda no primeiro semestre de 2024, também foi elaborada uma divulgação sobre as características do lixo no mangue encontrados durante os estudos das coletas de campo na região sul e norte do estado de São Paulo, comparado aos diferentes graus de urbanização e pressões antrópicas. Divulgação postada também no perfil da rede social do MIM.

No início do segundo semestre do mesmo ano, foi lançada uma nova publicação sobre o tema 'Julho Sem Plástico', apresentando imagens de campo obtidas durante as coletas, os resultados sobre abundância das categorias de lixo no mangue e o conteúdo sobre a presença do plástico no ambiente costeiro-marinho, encontrados durante as coletas de estudo nas três subáreas do litoral norte de São Paulo. Para todas as divulgações do estudo foram registradas a quantidade de curtidas, comentários e compartilhamentos sobre as postagens.

III. Resultados e discussão

a. Área de estudo

Para o município de São Sebastião, pode-se citar as leis e suas definições para áreas urbanas e proteção de vegetação nativa, como o Artigo 71 da Lei Complementar nº263/2021, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Sebastião, onde define o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). Segundo o Plano Diretor, as três subáreas se enquadram como zonas de urbanização, com definições distintas para cada subárea. Cada zoneamento apresenta funções e delimitações do perímetro de áreas urbanas dentro do município de São Sebastião sendo a região Norte classificada como "Macroárea de Qualificação da Urbanização", a região Centro "Macroárea de Estruturação e Uso Logístico" e a região Sul "Macroárea de Urbanização Dirigida" (SÃO SEBASTIÃO, 2021).

Com isso também pode-se citar, a Lei federal nº14.285/2021, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas (BRASIL, 2021). Área urbana consolidada atende os seguintes critérios:

- ✓ Está incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica;
- ✓ Dispõe de sistema viário implantado;
- ✓ Está organizada em quadras e lotes predominantemente edificados;
- ✓ Possui, no mínimo, dois dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:
    - Drenagem de águas pluviais;
    - Esgotamento sanitário;
    - Abastecimento de água potável;
    - Distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
    - Limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.

b. Mapeamento espaço-temporal

Região Norte (Enseada)

Na subárea norte podemos encontrar uma grande área de manguezal e um alagadiço apresentando ausência de vegetação. O manguezal está localizado entre o oceano e o continente,

além da rodovia ao fundo e construções de moradias e empreendimentos imobiliários fazendo divisa com a área de vegetação. É possível verificar um bairro de casas bem consolidado. No centro da área verde (floresta de mangue) existe uma via para pedestres, que faz conexão da estrada com a praia (Figura 9).



Figura 9. Série temporal de imagens de satélite do manguezal urbano da região Norte, A – 2005, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

A partir da delimitação de polígonos na subárea Norte, foi possível verificar alterações na cobertura vegetal da floresta de mangue entre os anos de 2005 e 2023. A área analisada no ano de 2005 foi calculada em 7670 m², registrando ausência de vegetação em alguns locais e exposição do solo, sendo a visualização do alagadiço ao sul do quadrante maior e no entorno, possuiu presença de vegetação de mangue (Figura 10). Essa mesma área é calculada em 8030 m² no ano 2009, seguindo para 7950 m² em 2014 e 7540 m² em 2023.

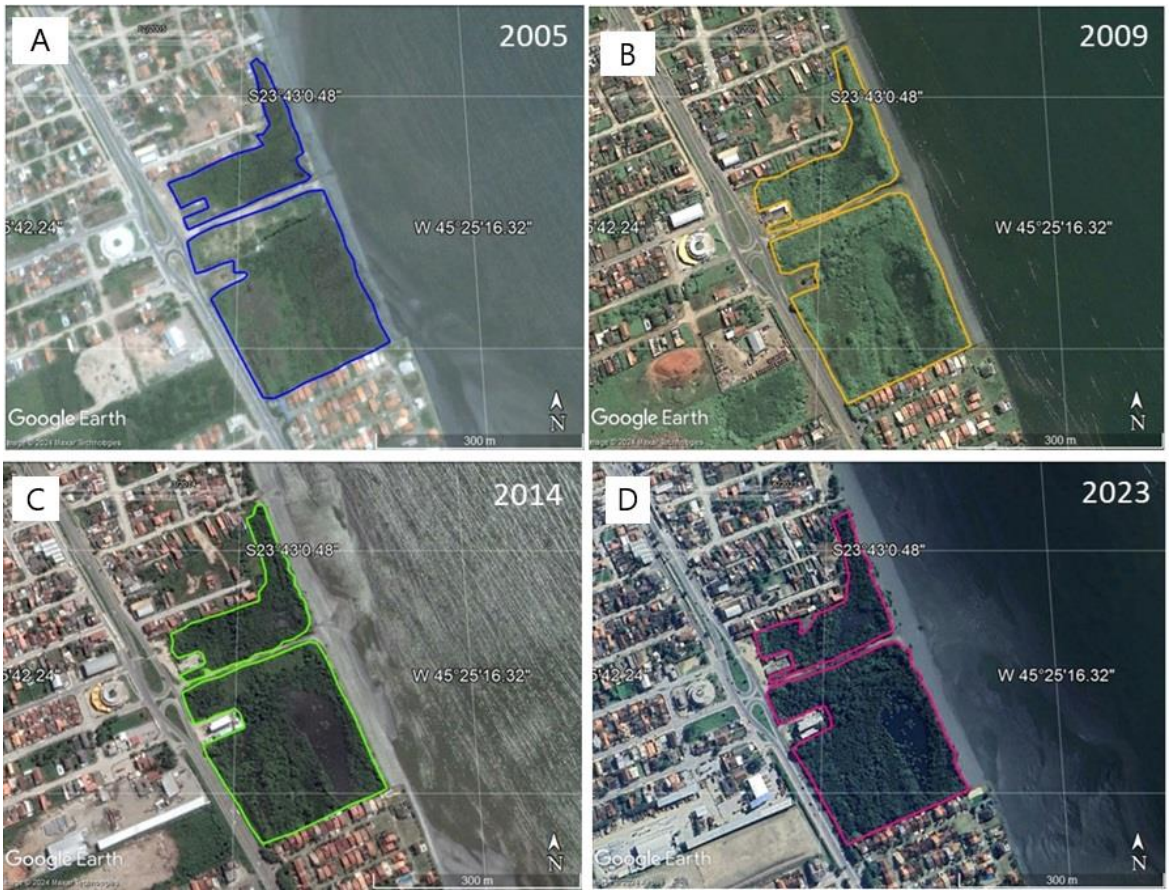


Figura 10. Caracterização dos polígonos no manguezal da região Norte, nas imagens de satélite A – 2005, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

A partir da sequência de imagens temporais verifica-se a dinâmica de alteração da área total de vegetação. Sendo que para o ano de 2005 apresenta um valor de 7665,1 m² de área total dos polígonos delimitados, para 2009 um total de 8025,4 m², em 2014 equivalente a 7949,6 m² e já na imagem de satélite de 2023 um valor de 7539,4 m².

A sobreposição de imagens temporais observada na Figura 11, ilustra a dinâmica de alterações na área total da floresta de mangue, com registro de aumento entre 2005 e 2009, seguido de compressão da vegetação a partir de 2009, com redução de área quando comparada à imagem A para D de 1257 m².



Figura 11. Sobreposição das imagens de quatro anos da região Norte, definido pelas cores azul A, amarelo B, verde C e rosa D. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

Dada a proximidade dos fragmentos vegetais com empreendimentos imobiliários, os valores de redução da área de floresta de mangue, podem estar relacionados à pressão antropogênica. São Sebastião apresenta pressão demográfica e imobiliária desde 1970, sendo a implementação da rodovia Rio-Santos (BR-101) um facilitador na construção de loteamentos e condomínios residenciais de forma desordenada (SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE SÃO PAULO, 2024).

Região Centro (Colhereiro)

A subárea do Centro apresenta imagens nas quais é possível verificar não só a vegetação de floresta de mangue na grande área de estudo, mas também a presença de espécies de vegetação oportunista como as Leucena (*Leucaena leucocephala*), Dalbergia (*Dalbergia spp.),* Hibiscus (*Hibiscus spp*.) dominando a área localizada a oeste das imagens de satélite em todos os períodos. Também é possível observar uma mancha urbana consolidada no entorno da subárea do estudo, demonstrando as instalações da área portuária (Porto Organizado de São

Sebastião) e nas adjacências as instalações da DERSA para o acesso na travessia de São Sebastião a Ilhabela. De acordo com as imagens apresentadas, trata-se de um bairro central e urbanizado. A região do Centro apresenta um fragmento de manguezal bastante demarcado fazendo limite com a área urbana, apresentado nas imagens aéreas de 2003 (A), 2009 (B), 2014 (C) e 2023 (D) (Figura 12).

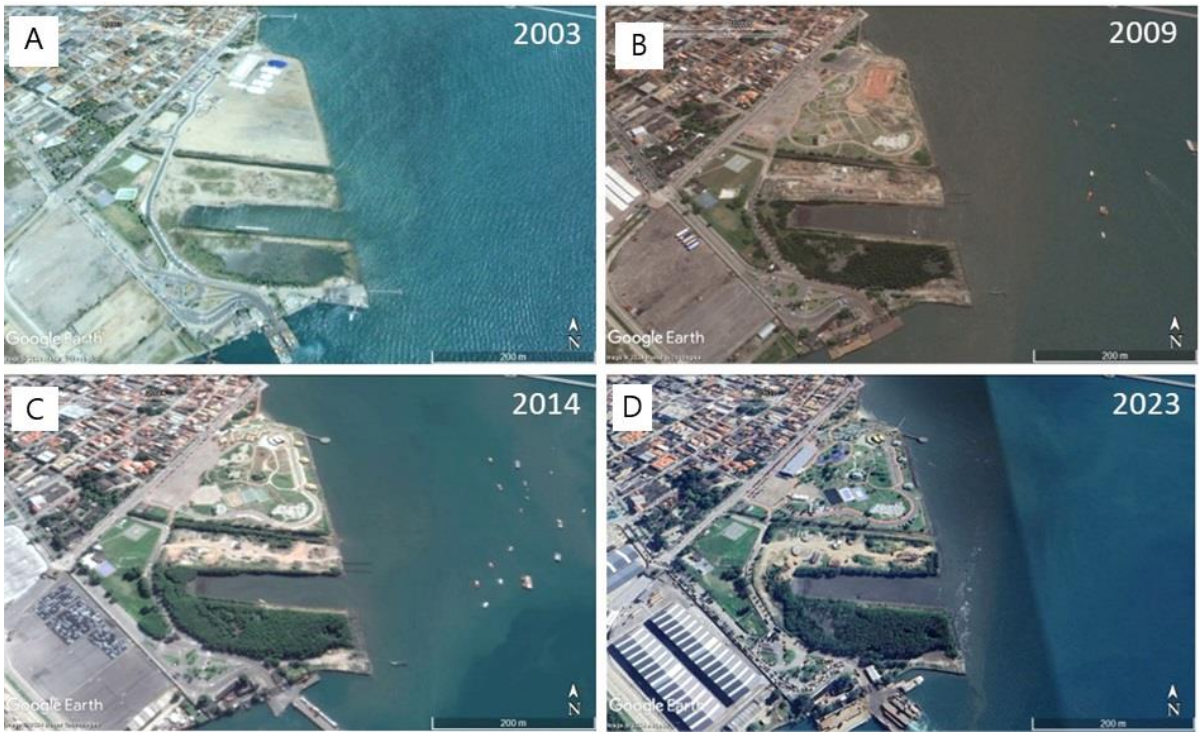


Figura 12. Série temporal de imagens de satélite do manguezal urbano da região do Centro, A – 2003, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

A delimitação dos polígonos para a área do Centro, apresentou um crescimento na cobertura vegetal a partir do ano de 2003 de 1669,5 m², a 2023 para 2156,6m², apresentando um aumento total na área de 4871 m². As imagens temporais apresentaram ao longo dos anos a formação de um manguezal recente no Colhereiro, observado na imagem de 2003, com uma vegetação de coloração verde clara e aparentemente a exposição do solo representando ausência de vegetação. Os polígonos delimitados nas imagens são referentes às áreas de mangue e à vegetação oportunista também presente na região ao leste (fazendo limite com a área de transição) (Figura 13).

Observa-se que em 2003, este manguezal apresenta indivíduos arbóreos espaçados com grande clareira e exposição de solo. A partir do ano seguinte (2009) a vegetação está mais densa, com uma pequena clareira na parte interna e exposição de solo na franja da floresta. Já para as

imagens de satélite de 2014 e 2023, observa-se uma evolução na floresta de mangue, apresentando-se mais densa e um crescimento de vegetação na franja do mangue do Colhereiro (Figura 13).

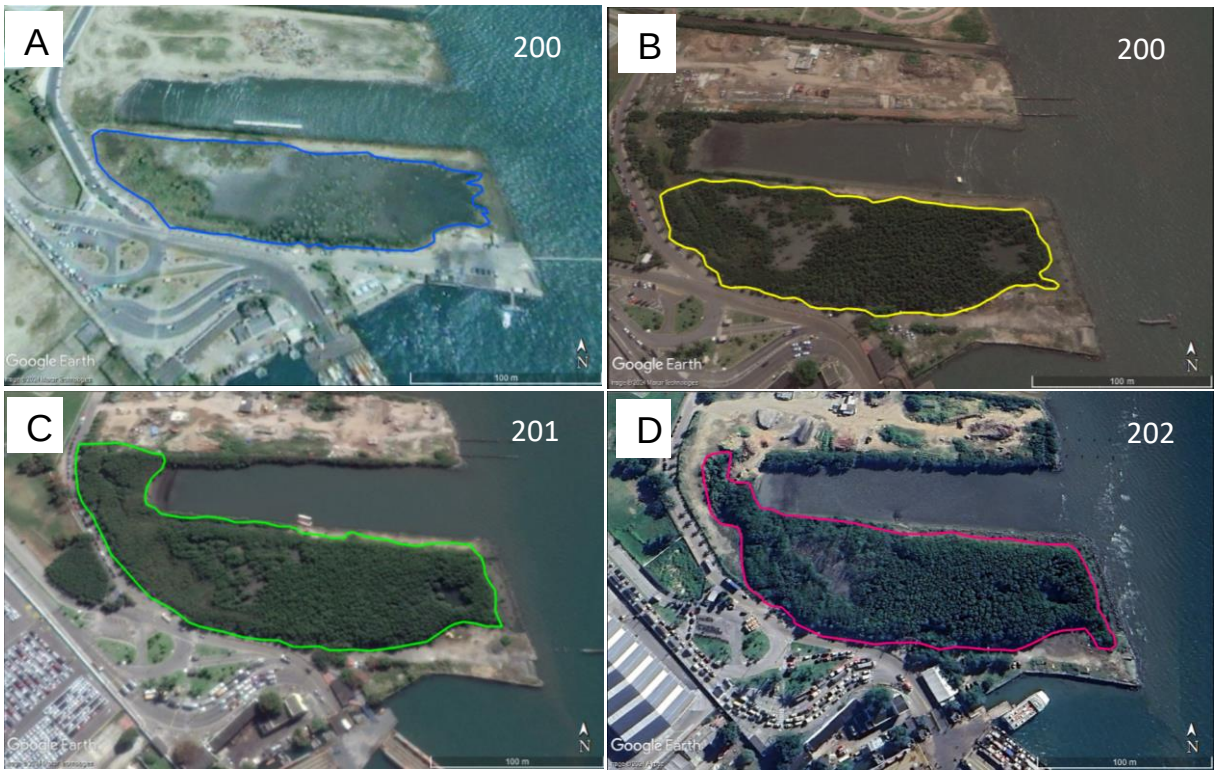


Figura 13. Caracterização dos polígonos na vegetação de mangue da região do Centro, nas imagens de satélite A – 2003, B – 2009, C – 2014 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

A imagem abaixo (Figura 14) é a junção dos polígonos dos quatro anos selecionados do mangue da região do Centro, a fim de se visualizar a dinâmica e a expansão da vegetação. Observa-se uma expansão de manguezal em todos os vértices do polígono. É possível visualizar que ao longo dos anos, o manguezal apresentou um aumento na cobertura vegetal da floresta desta subárea, um crescimento da vegetação tanto nas áreas que apresentavam anteriormente exposição de solo, como o desenvolvimento de árvores de mangue na franja da subárea do Centro.

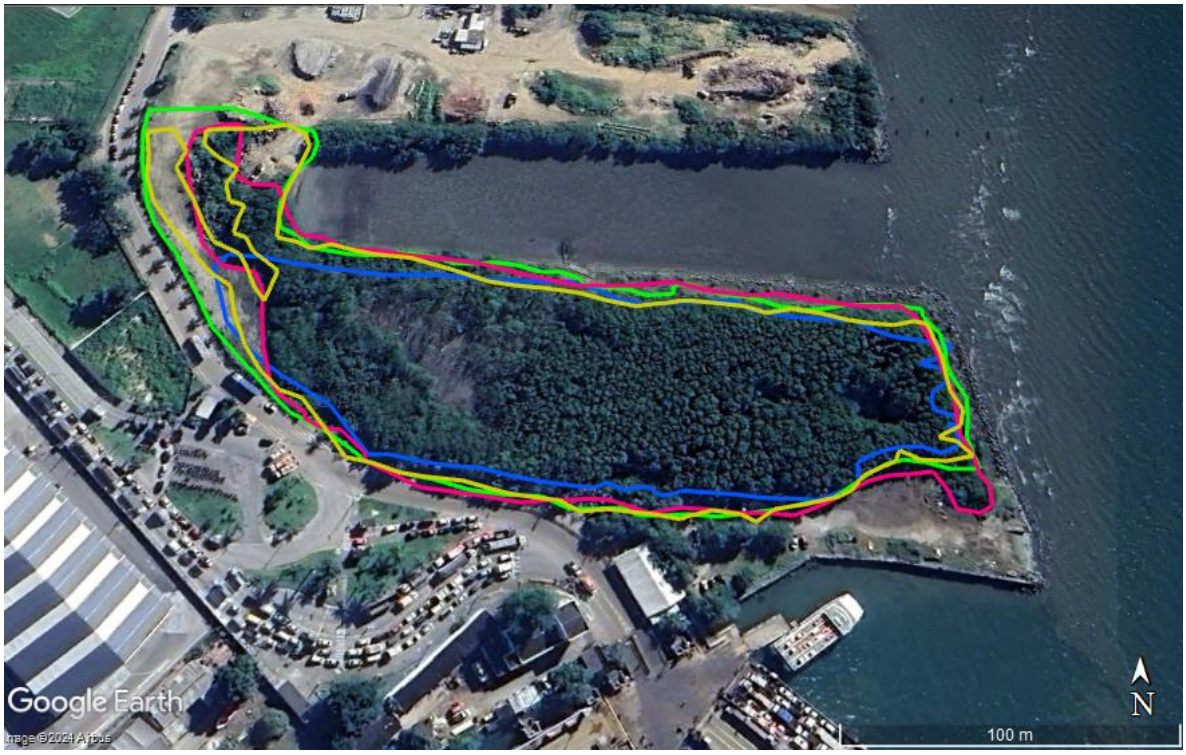


Figura 14. Sobreposição das imagens de quatro anos da região do Centro, definido pelas cores azul A, amarelo B, verde C e rosa D. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

Ao longo dos anos observa-se o manguezal dominando a porção leste da imagem de satélite, apresentando um crescimento em toda franja da floresta. A vegetação de restinga possui uma forte relação entre a floresta de mangue, dado que quando um aumenta o outro diminui. Os manguezais dessa área estão sob forte influência da maré, favorecendo seu desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2011).

Região Sul (Barra do Sahy)

A região Sul de São Sebastião, apresentada no período evolutivo dos anos de 2002, 2009, 2016 e 2023, mostra um adensamento imobiliário próximo da vegetação, o manguezal está ligado ao corpo d'água e a faixa de areia da Barra do Sahy (Figura 15).



Figura 15. Série temporal de imagens de satélite do manguezal urbano da região Sul, A – 2002, B – 2009, C – 2016 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

A delimitação do polígono na região Sul, apresenta uma área de vegetação para o ano de 2002 representando um total de 3058,5 m², o que para a imagem de satélite seguinte de 2009 3171,4 m², já em 2016 uma área de 2950,9 m² e para a imagem mais recente de 2023, 2934,3 m² (Figura 16).

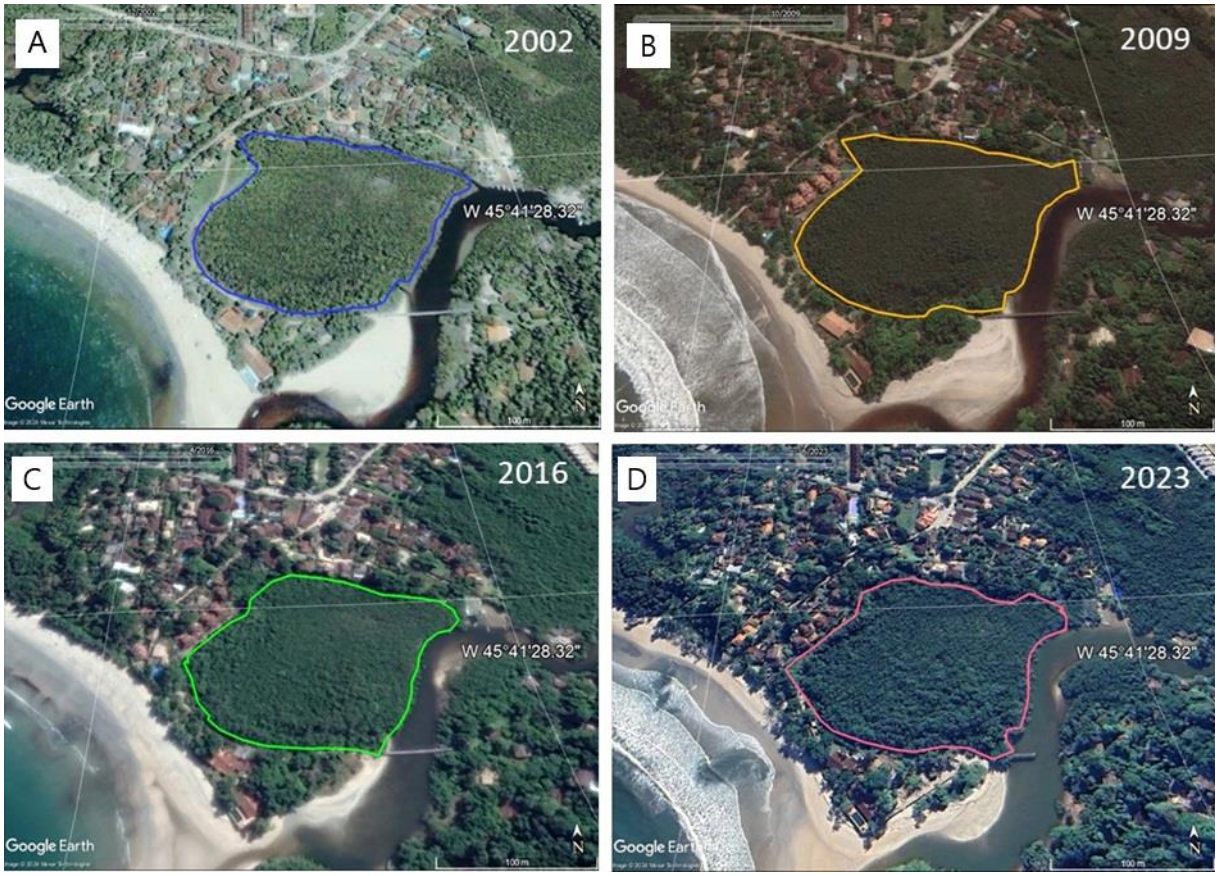


Figura 16. Caracterização dos polígonos na vegetação de mangue da região do Centro, nas imagens de satélite A – 2002, B – 2009, C – 2016 e D – 2023. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

A partir da análise dos polígonos nas imagens de satélite ao longo dos anos, é possível verificar as alterações e dinâmica na paisagem da subárea da Barra do Sahy (Figura 17). De acordo com essa sobreposição de delimitação dos polígonos para os anos selecionadas, houve perda de vegetação ao longo dos anos, comparando a primeira imagem de 2002 com a mais recente de 2023, uma redução cerca de 1242 m², observado tanto na franja da floresta como na parte interna, limite com área urbana.

Essa perda de vegetação na franja da floresta está relacionada com a atividade natural de erosão ocasionada pelo fluxo de água do curso do rio. Nas outras áreas de perda de vegetação do manguezal deve-se a fatores antrópicos como o aumento dos empreendimentos imobiliários e construções irregulares próximos à praia. É possível verificar o aumento no adensamento populacional e a instalação de casas de veraneio ao longo dos anos, consequentemente favorecendo o desmatamento (APAMLN, 2019). Pela região Sul ser Unidade de Conservação desde 2013, é considerada uma das áreas de floresta de mangue da região Sul mais conservadas, quando comparada às outras duas subáreas do estudo (ICC, 2022).



Figura 17. Sobreposição das imagens de quatro anos da região Sul. Fonte: Maria Carolina Destito, 2024.

Com a sobreposição das quatro imagens, referente às três subáreas, é possível avaliar a dinâmica das áreas de vegetação, alterações e aumento ou redução dessas áreas de floresta. As imagens de satélite proporcionam uma visão multitemporal de áreas da superfície terrestre. Apresentam a dinâmica do ambiente, destacando possíveis impactos causados por fenômenos naturais e antrópicos por meio de uso e ocupação do espaço geográfico (SANTOS, 2011).

Os valores das áreas totais foram calculados a partir do perímetro delimitado para cada ano apresentado, referente à mesma área de estudo (Tabela 4). As quatro imagens de satélite em cada subárea apresentaram variações com aumento e também redução nas áreas de manguezais, mas para a imagem B, em comparação às anteriores, todas as regiões (Norte 8025,4 m^3, Centro 2086,9 m^2 e Sul 3171,4 m^2) obtiveram aumento de vegetação de 3603m^2 para a região Norte, 4174 m^2 região do Centro e 1129 m^2 para a região Sul, com o crescimento e desenvolvimento do manguezal. Mas a partir da imagem B, as regiões Norte e Sul reduziram as áreas de vegetação ao longo dos anos. Na tabela 2 abaixo, comparou-se a imagem A com a mais recente, sendo a imagem D, para cada subárea, totalizando valores de perda ou ganho de

vegetação, sendo para a região Norte perda de vegetação de 1,257m², no Centro ganho de 4,871m² e para a região Sul 1,242m² de área.

Tabela 4. Valores das áreas totais (m²) referente aos polígonos para as três subáreas (Norte, Centro e Sul) nas quatro escalas temporais (anos).

Imagem satélite	**Norte** (m²)	**Centro** (m²)	**Sul** (m²)
A (2002/2003/2005)	76,651	16,695	30,585
B (2009)	80,254	20,869	31,714
C (2014/2016)	79,496	24,417	29,509
D (2023)	75,394	21,566	29,343
Balanço de perdas e ganhos de áreas (A-D)	-1,257	4,871	-1,242

As imagens de satélite e fotografias aéreas têm sido utilizadas desde os anos 80 para analisar o ambiente natural, incluindo os manguezais (SANTOS e BITTENCOURT, 2016). Segundo Kuenzer et al. (2011), a fotografia aérea e imagens de satélite têm sido as ferramentas de sensoriamento remoto utilizadas para mapear e estudar ambientes costeiros. A qualidade e abordagens qualitativas são utilizadas para acompanhar o crescimento dos manguezais na interface terra-mar, tendo três recursos importantes para a composição de imagens de sensoriamento remoto, como a vegetação, solo e água (KUENZER et al., 2011). A partir dos valores das áreas totais dos polígonos delimitados ao longo dos anos, é possível observar o crescimento de áreas de manguezal para a subárea do Centro, mas para as outras duas subáreas (Norte e Sul), ocorreu uma perda significativa de 1,3 m², como observado ao longo das imagens de satélite analisadas.

Essa perda de vegetação de mangue ao longo dos anos deve-se à dinâmica do crescimento urbano, influenciado principalmente, pelo desenvolvimento econômico da região, indicando uma expansão urbana de 2002 a 2023 e, consequentemente, uma redução nas áreas de manguezal analisadas, o que é representado nos resultados das áreas totais dos polígonos ao longo dos quatro anos selecionados para a três subáreas (MAPBIOMAS, 2023).

Com o estudo de análise espaço-temporal foi possível constatar a grande pressão antropogênica nas três subáreas de manguezais urbanos da costa de São Sebastião. Apesar

disso, observou-se o desenvolvimento de área de vegetação em algumas áreas do estudo. Em contrapartida, para outras áreas, a pressão antropogênica exercida sobre a floresta, demonstrou a redução de vegetação.

Os estudos sobre análises multitemporais utilizando imagens de satélite fornecem informações sobre a incidência de pressões antrópicas, que foram os principais agentes de mudanças de áreas de floresta de mangue entre os períodos de 2000 a 2016 (GOLDBERG et al., 2020). A aplicação dessa ferramenta de sensoriamento remoto traz resultados para o conhecimento ecológico do ecossistema para o planejamento e uso sustentável dos manguezais diante da ação humana e decisões na perspectiva da gestão costeira integrada (SANTOS; BITENCOURT, 2016).

A partir da década de 70, o município começou a apresentar expansão demográfica e imobiliária. O fator que facilitou o acesso à região foi a implementação da rodovia Rio-Santos (BR-101), acelerando a implantação de loteamentos e condomínios residenciais de forma desordenada (SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE SÃO PAULO, 2024).

Amaral et al. (2010) destacam a proximidade de núcleo de manguezais com a malha urbana, como fatores importantes de exposição dessas florestas a ação antrópica. Com a expansão imobiliária, crescimento demográfico, consequentemente novas oportunidades de trabalhos surgiram no litoral norte e resultando num aumento na mancha urbana. Além disso, estudos sobre manguezais urbanos ou periurbanos, definem esse termo como áreas com maiores interferências antrópicas e proximidade com as zonas urbanas dos municípios (VELDE et al., 2019; VENTURA e LANA, 2014).

c. Caracterização estrutural dos manguezais urbanos

Região Norte (Enseada)

Na subárea de estudo da região Norte (Enseada), as duas parcelas foram delimitadas em fragmentos isolados de florestas de mangue. A área de estudo desta região apresenta a dominância de vegetação de restinga, localizadas próximo das árvores de mangue.

Apresentando as parcelas delimitas, ENP1 e ENP2, estão em áreas mais distantes entre elas, mas com alterações na vegetação, sugestivo de uma área com grande interferência antrópica, como observado pelo acúmulo de lixo no mangue e de descarte incorreto de efluentes, apresentando em uma das parcelas 100% de indivíduos mortos (Quadro 3).

Nas duas florestas de mangue da subárea da região Norte (ENP1 e ENP2) dominam a

espécie *L. racemosa*, com desenvolvimento estrutural de indivíduos arbóreos intermediários. AENP1 é representada por dominância em área basal de indivíduos vivos 57,1% (Figura 18), DAP médio de 3,3 cm, altura média intermediária das árvores de 4,2 m e densidade relativa dos troncos vivos de 61,9% (Tabela 3). Já a ENP2 possui 100% de área basal dominada por troncos mortos de *L. racemosa* representado por árvores inclinadas e cortadas (Figura 18). Os dados da região Norte representam uma grande área de manguezal degradada pelos efeitos estressores do entorno da vegetação, o qual afetam diretamente o desenvolvimento do ecossistema e a qualidade ambiental da região. As maiores ameaças aos fragmentos de mangue de São Sebastião são a especulação imobiliária, aterramento, ocupação irregular, atividade portuária e a poluição (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014). Menghini (2008) ao avaliar a recomposição natural em florestas de mangue da Ilha Barnabé na Baixada Santista (SP), observou que a *L. racemosa* seja a espécie mais adaptada a efeitos estressores, sendo uma espécie dominante em florestas de recomposição, por apresentar menos tempo de germinação e possuir propágulos com maior facilidade de dispersão. Segundo Schaeffer-Novelli (1986), a espécie *L. racemosa* é mais evidente em áreas com maior presença de sedimento arenoso, de baixa salinidade e mais resistente às pressões antrópicas. Os registros fotográficos apresentados no quadro abaixo, apresentam visão geral das parcelas de estudo dominada por *L. racemosa*, a densidade é representada por indivíduos arbóreos de baixo DAP (média de 3,34 cm), dossel com poucas folhas, indivíduos mortos e a presença de solo arenoso (Quadro 3).

Quadro 3. Características das duas florestas de mangue da região Norte.

Parcela	Floresta de mangue	Dossel	Sedimento
ENP1 2,5m x 2,5m			
ENP2 4m x 4m			

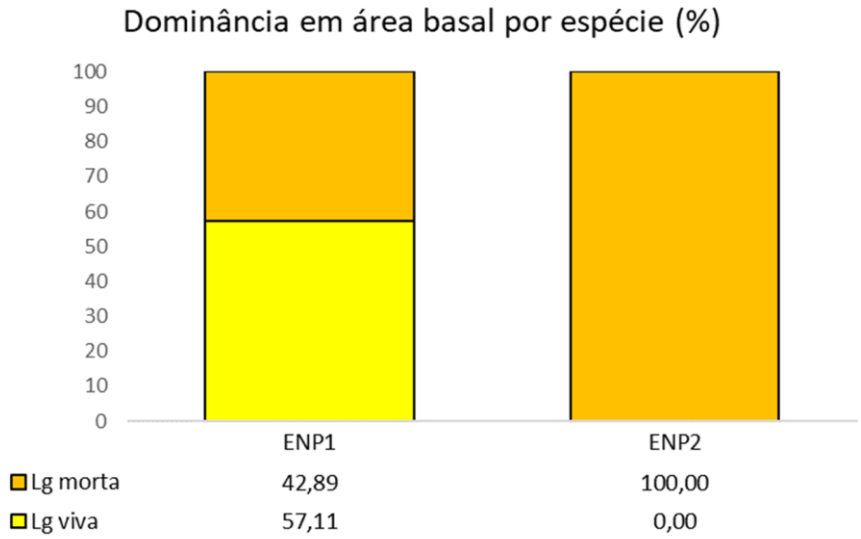


Figura 18. Dominância em área basal de troncos vivos e mortos, por espécies de mangue na região Norte.

A subárea da Costa Norte é atingida por diversos fatores antrópicos como observado em campo. Foi possível verificar instalações de construção próximas das floresta de mangue estudadas; o despejo incorreto de efluentes a céu aberto e diretamente no solo; aterramento do solo oriundo do descarte incorreto de materiais utilizados na construção civil; supressão de vegetação apresentando corte retilíneo nos troncos das árvores de mangue; o acúmulo e descarte de resíduos sólidos de diversas origens, acarretando impactos negativos no ecossistema da região de estudo (Quadro 4). É possível verificar a presença desses fatores estressores afetando diretamente a região, impossibilitando o desenvolvimento da vegetação de manguezal e a qualidade do ecossistema com o descarte incorreto de efluente diretamente no solo e vegetação local (Quadro 4).

Quadro 4. Registros de atividades humanas no manguezal e seu entorno da região Norte: a. corte de árvore de mangue; b. descarte incorreto de efluentes; c. rede de pesca abandonada.



Região Centro (Colhereiro)

Para o manguezal da região Centro (Colhereiro), as três parcelas apresentam dossel com a copa fechada e a floresta de mangue com maior representatividade da espécie *A. schaueriana* (Quadro 5). A parcela COP1, delimitada mais próxima do canal de São Sebastião, apresentou dominância em área basal de *A. schaueriana* de troncos vivos 92% (Figura 19), DAP médio dos indivíduos arbóreos com 6,8 cm, altura média de 5,1m e densidade relativa de troncos vivos de 80,9% (Tabela 5). É importante ressaltar que a COP1 é uma parcela mais próxima da franja da floresta, mais susceptível às inundações periódicas.

A PCO2 apresentou uma floresta com dominância de *A. schaueriana* em área basal de indivíduos vivos representando 93,8% (Figura 19), mas com presença de poucos representantes de *R. mangle* e *L. racemosa*. Os valores de DAP médio de 12,4 cm, altura média das árvores de 9,4 m e densidade relativa dominada por troncos vivos (76,6%). Já para os representantes das outras duas espécies, a área basal de indivíduos vivos foram representados por 0,17% para *R. mangle* e 0,05% de *L. racemosa* (Tabela 5).

Para a COP3, parcela delimitada mais próxima da transição de vegetação, do comércio local e maior número de trânsito de pedestres, composto exclusivamente por indivíduos arbóreos de *A. schaueriana* vivos e mortos, com 89% de dominância em área basal de indivíduos vivos (Figura 19), DAP médio de 5,57 cm e altura média de 5,2 m. Apresentando densidade relativa para os troncos vivos de 70,2% de *A. schaueriana*, o que define uma floresta com maior densidade em comparação com as parcelas anteriores (Tabela 5). O quadro abaixo apresenta imagens das três parcelas referente a subárea do mangue do Colhereiro (COP1, COP2 e COP3), com diferentes tamanhos nas delimitações dos quadrantes, dossel das árvores representando a densidade de vegetação e a presença de pneumatóforos (Quadro 5).

Quadro 5. Características das três florestas de mangue da região Central.

Parcela	Floresta de mangue	Dossel	Sedimento
COP1 8m x 8m			
COP2 8m x 12m			
COP3 5m x 5m			

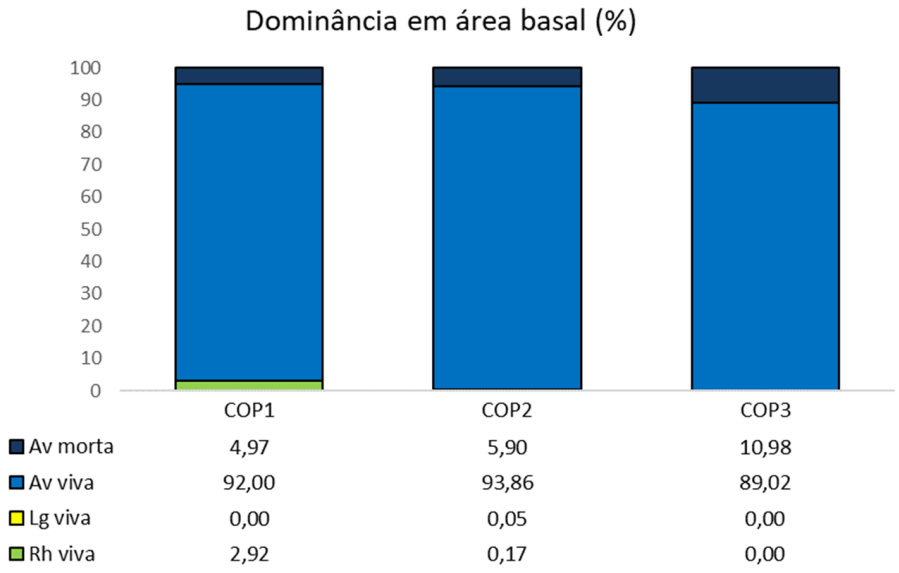


Figura 19. Dominância em área basal de troncos vivos e mortos, por espécies de mangue na região Central (%).

Apesar do manguezal estar inserido em área urbana e constantemente submetido às pressões de estressores, como podemos a influência da travessia hidroviária (balsa) devido ao movimento ininterrupto de pedestres e automóveis, às atividades do Terminal portuário – TEBAR e o aporte irregular de resíduos sólidos carregados pela água e vento (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014).

Devido a região do Centro estar localizada em área de travessias hidroviárias constantes, maior exposição às ondulações e movimentos das marés, apresentou uma floresta de manguezal com dominância de indivíduos de *A. schaueriana*, com presença de vegetação de transição

próximo da bacia. Uma pesquisa estudou, dois tipos fisiográficos de manguezal sendo franja e bacia arbustiva, sobre a germinação de duas espécies de mangue (*A. schaueriana* e *L. racemosa*) na região sudeste do Brasil e concluiram que os propágulos de *A. schaueriana* apresentam um melhor processo de germinação em regiões de franjas (CAVALCANTI, 2007).

Região Sul (Barra do Sahy)

Na região Sul (Barra do Sahy), foram delimitadas três parcelas ao longo do gradiente de inundação das marés, BSP1, BSP2 e BSP3. A parcela BSP1, localizada mais próxima do curso do rio, apresentou dominância de área basal com 69,2% de troncos vivos de *R. mangle*, seguido de *A. schaueriana* (16,5%) e *L. racemosa* (10,0%) (Figura 20). A floresta apresenta DAP médio de 7cm, altura média dos indivíduos de 3,1m e 87,2% de densidade relativa de troncos vivos (Tabela 5).

Para a BSP2, a dominância de área basal por espécie apresentou 59,1% de troncos vivos de *L. racemosa* (Figura 20). A floresta apresenta DAP médio de 5,5 cm, altura média de 4,2 m e 59% de densidade relativa de troncos vivos (Tabela 5), presença de indivíduos jovens (26%), pouco desenvolvidos, com troncos finos muito próximos, indicando alta densidade (7346 troncos/em).

Já para a BSP3, dominância de área basal de 90,6% de troncos vivos de *L. racemosa* (Figura 20), com DAP médio em 5,8 cm, altura média de 5,4 m e 85% de densidade relativa de troncos vivos (Tabela 5).

A floresta de mangue para a região Sul, apresenta cobertura vegetal com a presença das três espécies arbóreas, com indivíduos jovens e também desenvolvidos, apresentando dossel fechado com vegetação densa (Quadro 6).

Quadro 6. Características do manguezal da região Sul (Barra do Sahy).

Parcela	Floresta de mangue	Dossel	Sedimento
BSP1 7m x 7m			
BSP2 7m x 7m			
BSP3 7m x 7m			

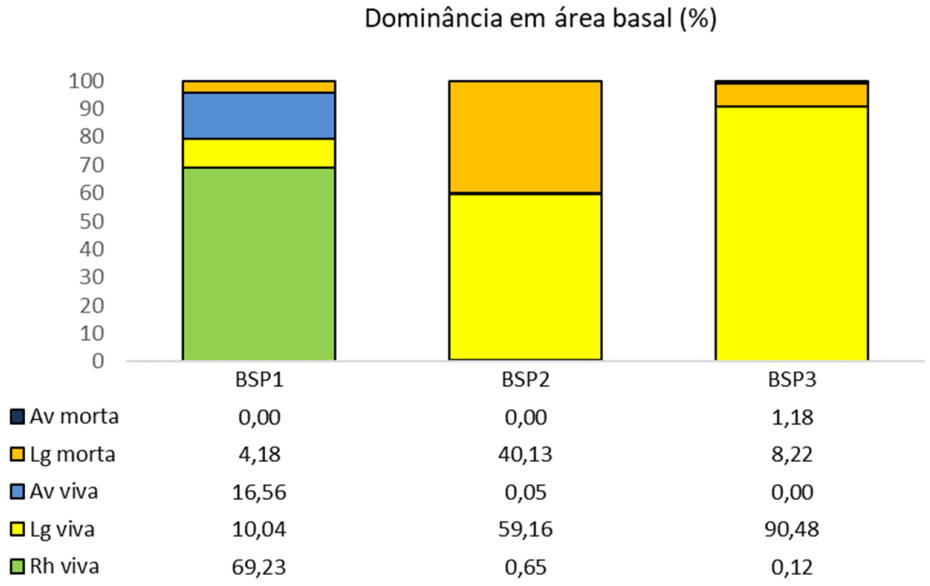


Figura 20. Dominância de área basal de troncos vivos e mortos por espécies na região Sul (%).

Tabela 5. Resumo dos dados de estrutura vegetal das florestas de mangue estudadas nas parcelas das três subáreas: Enseada, Colhereiro e Barra do Sahy. Rh, *Rhizophora mangle*; Lg, *Laguncularia racemosa*; Av, *Avicennia schaueriana*.

Subárea	Parcela	DAP (cm) médio	Altura média (m)	Densidade relativa (%)		Dominância em Área Basal por espécie de vivos e mortos (%)					
				Troncos vivos	Troncos mortos	Rh viva	Lg viva	Av viva	Rh morta	Lg morta	Av morta
Enseada (Norte)	ENP1	3,34	4,24	61,90	38,10	0,00	57,11	0,00	0,00	42,89	0,00
	ENP2	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Colhereiro (Centro)	COP1	6,82	5,15	80,95	19,05	2,92	0,00	92,00	0,11	0,00	4,97
	COP2	12,45	9,48	76,67	23,33	0,17	0,05	93,86	0,03	0,00	5,90
	COP3	5,57	5,20	70,27	29,73	0,00	0,00	89,02	0,00	0,00	10,98
Barra do Sahy (Sul)	BSP1	7,05	3,17	87,27	12,73	69,23	10,04	16,56	0,00	4,18	0,00
	BSP2	5,54	4,25	59,02	40,98	0,65	59,16	0,05	0,00	40,13	0,00
	BSP3	5,89	5,45	85,42	14,58	0,12	90,48	0,00	0,00	8,22	1,18

A partir da análise de caracterização estrutural das espécies arbóreas de mangue é possível observar que as três áreas de estudos apresentam fisionomias distintas com indivíduos jovens/intermediário, de dominância de espécies sendo para a parcela mais próxima do curso d'água há dominância de *R. mangle*. Nas parcelas localizadas no centro da floresta a dominância é de *L. racemosa*. Também observou-se o desenvolvimento estrutural das árvores de mangue e diferentes graus de conservação, como o acúmulo de sedimento arenoso favorecendo o crescimento da espécie *L. racemosa*, dificultando a inundação pelas marés e favorecendo o crescimento de vegetação de transição, também podemos citar o impacto das construções imobiliárias e o contínuo descarte irregular do lixo.

A alta mortalidade dos indivíduos arbóreos, baixos valores de DAP e presença de vegetação de transição em grande área do manguezal podem ser observadas na subárea norte (ENP2). Esses dados apresentados estão relacionados com as principais pressões antrópicas referentes ao crescimento desordenado na região, o adensamento populacional, instalações turísticas, hoteleiras e loteamentos urbanísticas (DESTITO et al., 2023).

A estrutura vegetal demonstrou que as parcelas possuem características distintas, como constatado por Cunha-Lignon et al. (2015) em estudos desenvolvidos em áreas de manguezais da região de Cananeia, litoral sul de São Paulo. Os autores indicaram que florestas de mangue com valores de percentual de dominância de área basal de indivíduos mortos menores que 20%, sendo considerada uma floresta conservada. A floresta de mangue nas parcelas ENP1 (42,8%) e ENP2 (100%) apresentaram altos valores de troncos mortos, refletindo alterações antrópicas muito próximas nessas florestas, sobretudo pelos efeitos do crescimento urbano nas regiões.

A floresta de mangue jovem na subárea Centro, representada pela parcela COP2, possui alto desenvolvimento estrutural, dominada por *A. schaueriana*, com contribuições em área basal com DAP ≥ 10 cm, como apresentado nos estudos de Petri et al. (2011), que ao analisarem os manguezais do rio Benevente, em Anchieta (ES), observaram grande contribuição em área basal na classe diamétrica ≥ 10 cm, indicando o elevado desenvolvimento estrutural das florestas de mangue. O mesmo ocorreu nos estudos de Almeida et al. (2014) para os manguezais do rio Tabatinga, em Suape (PB). Já para as florestas de mangue nas parcelas COP1 e COP3 apresentaram menor desenvolvimento estrutural, com valores de diâmetro médio abaixo ≤ 10 cm e alta densidade de indivíduos da mesma espécie, *A. schaueriana*.

Já para a subárea Sul (na Barra do Sahy), a parcela BSP2 mesmo apresentando 40,1% de troncos mortos, dominância de *L. racemosa*, média de 4,2 m de altura e 5,5 cm médio de DAP, tais resultados são característicos de florestas com alterações antrópicas, valores reduzidos de diâmetro e altura médio como resultados de intervenções humanas recorrentes. Essa

heterogeneidade estrutural, demonstrada na floresta é forte indicador de área alterada e o desenvolvimento estrutural reduzido pode ser devido a alterações antrópicas, as quais não permitem que o manguezal atinja sua maturidade estrutural (SOARES, 1999; PERIA et al., 1990; JIMENEZ et al., 1985).

Nas três subáreas de estudo pode-se observar forte influência urbana sobre a floresta de mangue, definida por meio de estudos de caracterização estrutural onde fornecem informações sobre a qualidade ambiental, alertando sobre a necessidade de medidas de conservação, gestão e recuperação de manguezais urbanos que se encontram sob grande pressão antrópica (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2015).

Diante dos dados de caracterização estrutural apresentados, a alta densidade relativa de troncos vivos, indica que as áreas de estudo são de florestas em estágio intermediário de desenvolvimento, e que para essas áreas continuarem seu crescimento, a do manguezal precisa receber as condições naturais como o aporte periódico de água salobra, nutrientes e ausência da interferência antrópica.

c. Lixo no Mangue

O lixo coletado apresentou variedades em relação ao tamanho e composição do material, demonstrando expressiva influência antrópica em todas as subáreas do estudo. Foram encontrados exemplares de diversas categorias, tamanhos e materiais, como lixo de embalagens alimentícias, garrafas pet, diversos tipos de lixo fragmentados de várias categorias, material relacionado às atividades pesqueiras e náuticas. Pode-se observar grande quantidade de lixo no mangue oriundo do uso humano, aglomerados em diversos compartimentos do manguezal, como emaranhados nas raízes, sobre os sedimentos e superfícies, muito provavelmente pela facilidade com que esses materiais chegam aos manguezais durante as inundações das marés e são depositados nesses compartimentos da floresta quando as marés secam.

Sobre os conceitos utilizados nesta pequisa para se referir aos resíduos, o “lixo no mangue” foi definido ao longo do desenvolvimento do presente estudo devido a necessidade de um termo sobre a poluição dos ecossistemas manguezais. Os termos “resíduos sólidos” e “lixo no mar” são bastante utilizados, mas neste trabalho destaca-se a importância da definição para o termo “lixo no mangue”, proposto pelo grupo de pesquisa Monitoramento Integrado de Manguezais (MIM), como “todo resíduo sólido, persistente, processado ou manufaturado de origem antrópica que é descartado ou perdido, independentemente de sua origem, que é encontrado no ecossistema manguezal”. Todos os resíduos sólidos descartados incorretamente no ambiente podem ser definidos como lixo no mangue ou lixo no mar, e podem causar uma série de

problemas como interação e morte de animais aquáticos e terrestres, contaminação de água e solo, afetando a qualidade ambiental do ecossistema, saúde humana ou até mesmo a destruição de seus habitats naturais (FUNDAÇÃO MAMÍFEROS AQUÁTICOS, 2022).

O detalhamento da classificação do lixo no mangue considerou o período da estação do ano, a subárea, a categoria, tipo material, compartimento, tamanho, quantidade e peso total (Tabelas 6, 7, 8 e 9).

A Tabela 6. Representa a classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período do Outono/2023.

Subárea	Categoria	Material	Compartimento	Tamanho	Quantidade	Peso (kg)
Norte 20/06/2023	Borracha	Fragmento de chinelo de borracha	Superfície	Macro	1	0,475
	Borracha	Calçado	Superfície	Macro	1	
	Isopor	Fragmentos de isopor	Superfície	Macro	4	
	Plástico	Isqueiros	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Bastão de plástico	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Copo descartável	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Garrafa pet 880 mL	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Garrafa pet 330 mL	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Fragmento de plástico duro	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Embalagem plástica (alimento)	Galhos	Macro	3	
	Plástico	Sacola plástica	Galhos	Macro	1	
	Plástico	Tampa plástica	Superfície	Meso	2	
Centro 20/06/2023	Plástico	Sacola plástica	Sedimento; Raízes	Macro	5	0,305
	Plástico	Copo descartável	Superfície, Sedimento	Macro	3	
	Plástico	Fragmento de plástico	Sedimento; Raízes	Macro	1	
Sul 30/05/2023	Alumínio	Lata de alumínio	Superfície	Macro	1	7,820
	Borracha	Fragmento de calçado	Raízes	Macro	2	
	Isopor	Petrecho pesca (boia)	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Saco plástico	Raízes	Macro	6	
	Plástico	Garrafa pet 600 mL	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Garrafa plástica 500 mL	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Garrafa pet 2 L	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Garrafa pet	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Corda	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Galão plástico	Superfície	Macro	1	
	Tecido	Colete salva vidas	Superfície; Raízes	Macro	1	
	Tecido	Fragmento de tecido	Sedimento	Macro	1	

Vidro	Garrafa vidro longneck	Sedimento	Macro	1	

*Não foi considerado peso do flutuante de canoa havaiana, pois o mesmo ultrapassava o limite da balança (até 50kg).

Durante as coletas de outono, foram observadas várias categorias de materiais de lixo coletados em diversas partes dos compartimentos e de variados tamanhos. Para a região Norte, a maior quantidade de lixo foi retirada da superfície do solo, devido ao fato da característica estrutural de vegetação do manguezal da subárea ser dominada por pneumatóforos de *L. racemosa,* estruturas radiculares que favorecem a retenção do lixo no mangue. Já o Centro, foi a subárea com o menor peso coletado e menor quantidade de materiais encontrados, apresentando apenas nove amostras de lixo retirados, com maior predominância dos sedimentos e raízes, lixo no mangue na categoria de plástico por apresentar maior facilidade de retenção e se enroscar nos galhos e raízes da *A. schaueriana*, espécie dominante na subárea. A subárea Sul destacou-se apresentando maior volume de lixo coletado e maior quantidade (7,820 kg e 22 objetos), sendo grande parte desse lixo retirado das raízes, representado pelas três espécies de árvores de mangue com estruturas radiculares que facilitam a retenção do lixo no mangue durante as inundações periódicas.

O plástico foi a categoria mais abundante nas três subáreas no período do outono, resultando em 35 unidades e representados por maior parte do lixo recolhidos ser de tamanho Macro (2,5 cm a 1 m). Grande quantidade do lixo para a subárea Norte, foi retirada da superfície, já nas subáreas Centro e Sul a maior quantidade foi retirada das raízes dos mangues.

É importante relatar que um único material (colete salva vidas) foi encontrado encharcado de água e lama, e teve grande contribuição no resultado do peso total dos materiais encontrados na subárea Sul. Também vale destacar uma haste de canoa havaiana utilizada para a prática do esporte na região, abandonada no manguezal da mesma subárea, que foi registrada como lixo no mangue. Mas esse item não foi inserido na tabela, pois ultrapassou os limites de pesagem da balança portátil e também do tamanho definido para o lixo no mangue.

As datas das coletas para o período do inverno/2023 foram realizadas em dias alternados considerando a programação de escolas e instituições de terceiro setor organizados para realizar mutirões de limpeza nos manguezais, de modo que tais atividades não comprometeram os resultados da coleta de lixo no mangue deste estudo.

Tabela 7. Classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período do Inverno/2023.

Subárea	Categoria	Material	Compartimento	Tamanho	Quantidade	Peso (kg)
Norte 14/09/2023	Plástico	Embalagem alimentícia	Superfície	Macro	1	0,795
	Plástico	Petrecho de pesca (linha nylon)	Superfície; Galhos; Raízes	Macro	3	
	Plástico	Petrecho de pesca (corda)	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Garrafa pet	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Garrafa plástica	Sedimento	Macro	1	
	Plástico	Fragmento de plástico	Superfície	Macro	1	
	Tecido	Sacola de tecido	Superfície	Macro	1	
Centro 16/09/2023	Alumínio	Lata de alumínio	Superfície	Macro	1	1,615
	Alumínio	Fragmento de metal	Superfície	Macro	1	
	Borracha	Copo descartável	Sedimento	Macro	1	
	Papel	Embalagem alimentício Tetra Pak	Raízes	Macro	2	
	Plástico	Fragmento de sacola plástica	Superfície; Raízes; Sedimentos	Macro	10	
	Plástico	Embalagem alimentícia	Sedimento	Macro	1	
	Plástico	Copo descartável	Sedimento; Raízes	Macro	3	
	Plástico	Garrafa pet 200ml	Sedimento	Macro	1	
	Plástico	Tampa plástica	Superfície	Macro	1	
	Tecido	Fragmento de tecido	Raízes	Macro	1	
	Vidro	Garrafa vidro	Sedimento	Macro	1	
Sul 23/09/2023	Isopor	Tampa de isopor	Superfície	Macro	1	0,460
	Plástico	Sacola plástica	Sedimento; Raízes	Macro	4	
	Plástico	Garrafa pet 2 l	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Embalagem produto de limpeza	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Fragmento de plástico	Raízes	Macro	1	

Avaliando a subárea Norte no período do inverno, a grande parte do lixo plástico é recolhido da superfície do compartimento do manguezal. O Centro foi a subárea que apresentou maior quantidade e maior volume de lixo coletados (23 itens e 1,615 kg), retirados grande parte dos sedimentos e das raízes dos mangues. Em relação a abundância de lixo para as três subáreas, o plástico foi a categoria com maior representatividade, destacando com 29 unidades, mas também outras categorias de lixo foram coletadas.

As coletas para a primavera foram realizadas no final do período da estação. Os dados abaixo apresentam a descrição do lixo recolhido nas subáreas de florestas de mangue de São Sebastião (Tabela 8).

Tabela 8. Representa a classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período da Primavera/2023.

Subárea	Categoria	Material	Compartimento	Tamanho	Quantidade	Peso (kg)
Norte 20/12/2023	Alumínio	Blister (remédio)	Superfície	Macro	1	0,985
	Papel	Maço de cigarro	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Embalagem cerveja Itaipava	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Embalagem alimentícia	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Saco plástico	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Copo descartável	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Rótulos de bebida de garrafa	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Garrafa plástica pequena	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Embalagem saco de ração	Superfície	Macro	1	
Centro 21/12/2023	Alumínio	Lata de alumínio	Raízes	Macro	3	1,200
	Borracha	Calçado infantil	Raízes	Macro	1	
	Isopor	Fragmento de isopor	Raízes	Macro	5	
	Plástico	Cabo de plástico	Sedimento	Macro	1	
	Plástico	Copo descartável	Sedimento	Macro	7	
	Plástico	Garrafa plástica pequena	Raízes; Superfície	Macro	4	
	Plástico	Embalagem higiene	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Sacola plástica	Raízes; Superfície; Sedimento	Macro	10	
	Vidro	Garrafa de vidro	Sedimento	Macro	1	
	Vidro	Embalagem de vidro	Sedimento	Macro	1	
Sul 21/12/2023	Borracha	Fragmento de EVA	Sedimento	Macro	1	1,490
	Isopor	Fragmento de isopor	Raízes	Macro	1	
	Isopor	Embalagem marmitex	Raízes	Macro	2	
	Plástico	Sacola plástica	Raízes	Macro	2	
	Plástico	Embalagem alimentícia	Superfície	Macro	1	

	Plástico	Copo descartável	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Garrafa plástica	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Tecido Cadeira de praia	Raízes	Macro	3	

Todos os itens recolhidos na subárea do Norte no período da primavera foram encontrados na superfície do solo e grande maioria representados por plásticos. Na subárea do Sul no período da primavera, observou-se maior volume de lixo coletado (1,490 kg), sendo que a maioria dos itens foram retirados dos compartimentos das raízes do manguezal. Destacando-se para a abundância da categoria de materiais plásticos, representados nas três subáreas do estudo, totalizando 47 unidades recolhidas (Tabela 8).

A últitma coleta foi para o período do Verão, época com maior frequência de turistas e visitantes no município. A tabela abaixo (Tabela 9) caracteriza os resíduos sólidos encontrados e recolhidos nas subáreas de estudo.

Tabela 9. Classificação do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo no período do Verão/2024.

Subárea	Categoria	Material	Compartimento	Tamanho	Quantidade	Peso (Kg)
Norte 20/02/2024	Alumínio	Lata de alumínio	Superfície	Macro	1	2,050
	Borracha	Calçados	Superfície	Macro	5	
	Isopor	Fragmento de isopor	Superfície	Macro	3	
	Papel	Maço de cigarro	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Embalagem óleo Singer	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Pente de cabelo	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Vaso de planta	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Copo descartável	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Plástico duro	Superfície	Macro	4	
	Plástico	Embalagem alimentícia	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Embalagem de produto	Superfície	Macro	1	
	Plástico	Fragmento de chupeta de criança	Superfície	Meso	1	
	Plástico	Fios de nylon	Superfície	Meso	3	
	Plástico	Rótulo de alimento	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Fragmento de plástico	Superfície	Macro	2	
	Vidro	Garrafa de vidro	Superfície	Macro	1	
	Vidro	Frasco de vidro	Superfície	Macro	1	

Centro 16/03/2024	Plástico	Fragmento de plástico mole	Raízes	Macro	16	0,990
	Plástico	Copo descartável	Sedimento	Macro	1	
	Plástico	Fita de plástico	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Embalagem alimentícia	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Plástico grande	Raízes	Macro	1	
Sul 19/03/2024	Alumínio	Lata de alumínio	Superfície	Macro	2	1,760
	Isopor	Fragmento de isopor	Superfície	Macro	3	
	Plástico	Sacola plástica	Raízes	Macro	1	
	Plástico	Tampa plástica	Superfície	Meso	1	
	Plástico	Garrafa plástica	Superfície	Macro	2	
	Plástico	Embalagem alimentícia	Superfície	Macro	1	

O período de Verão descatou-se com o maior volume de lixo coletados para a subárea Norte (2,05 kg) encontrados todos no compartimento da superfície do manguezal. Para a subárea do Centro, uma grande quantidade do lixo no mangue foi retirada das raízes e no Sul recolhido da superfície do solo. A categoria de lixo com maior abundância para o período de Verão para as três subáreas de estudo foi o material plástico apresentando também 47 unidades retirados dos manguezais (Tabela 9).

Verificou-se que para as três subáreas durante os quatro períodos coletados, totalizou em 160 tipos de materiais de plástico, sendo a categoria com maior abundância de lixo no mangue. O plástico são polímeros presentes em diversos materiais de uso cotidiano encontrados nos manguezais como as garrafas pet, diversas sacolas plásticas, copos descartáveis, variedades de tampas, embalagens de produtos alimentícios, fragmentos de plástico mole, produtos infantis (exemplo, chupeta), materiais utilizados para atividades pesqueiras, náuticas e esportivas (Quadro 7).

Quadro 7. Registro fotográfico do lixo no mangue coletado nas três subáreas de estudo, nos quatro períodos.

Subárea	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Norte				
Centro				
Sul				

Também é importante destacar os trabalhos das instituições de terceiro setor atuantes na região, como o Instituto de Conservação Costeira (ICC) presente na região da Barra do Sahy, que desenvolve atividades educacionais com os alunos da região sobre a conservação do meio ambiente. Assim também, o Instituto Terra e Mar (ITM) é um grupo de profissionais muito atuantes na região do bairro da Enseada, que realizam diversas atividades de educação ambiental, inclusive mutirões de limpeza da praia e do manguezal. E a Secretaria do Meio Ambiente (SEMAM) em conjunto com o projeto Mar Sem Lixo da Fundação Florestal (FF), que realizam com frequência algumas atividades no município, dentre essas atividades, mutirões de limpeza nos manguezais do município.

Em Abril de 2024 a SEMAM em parceria com o Mar Sem Lixo (FF) retiraram do manguezal do Colhereiro (Centro) e das ajacências 300 kg de lixo, contendo materiais de ferro, plásticos entre outros. Criado em novembro de 2023, e incluindo os municípios de Bertioga, Guarujá e São Sebastião, o projeto Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) Mar Sem Lixo foi criado pela Fundação Florestal (FF) como “programa de prevenção e combate ao lixo no mar nas unidades de conservação costeiras, insulares e marinhas sob gestão da FF”. Além de

prevenir e combater o escape de lixo no oceano, o projeto também conta com a ação da comunidade local e tradicional das regiões como pagamento por serviços ambientais, educação ambiental e comunicação social, desenvolvimento e monitoramento. Portanto, em períodos do defeso (reprodução dos animais marinhos), os pescadores recebem um valor referente a quantidade de lixo retirado do mar ou ecossistemas costeiros (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2023). As atividades de mutirões de limpezas são ações importantes realizadas em parceria com as instituições, escolas e comunidade, para conscientização e sensibilização da problemática do lixo descartado incorretamente e o impacto que os resíduos acarretam na biodiversidade dos ecossistemas costeiros.

O lixo no mangue coletado durante este estudo foi avaliado em diversas categorias. Sendo assim, foi possível distribuir esses resultados em valores de abundância do lixo retirados das três subáreas do estudo e distribuídos em sete categorias de lixo, definidos como o plástico, isopor, borracha, vidro, tecido, papel e alumínio (Figura 21). Esses resultados foram apresentados distribuídos tanto por categorias como também por subáreas, e também foram avaliados apenas pelas categorias do lixo, somando o resultado de cada categoria das três subáreas e transformados em porcentagem (Figura 21).

A abundância de lixo retirado das três subáreas de estudo (Norte, Centro e Sul), nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão), indicam a quantidade (número) de material recolhido referente às sete categorias mais encontradas. É possível observar a abundância de plástico em todas as subáreas, sendo mais encontrado na subárea do Centro com 68 itens, na sequênca no Norte com 58 e depois na subárea do Sul com 34 itens de diversos tipos de plásticos (Figura 21).

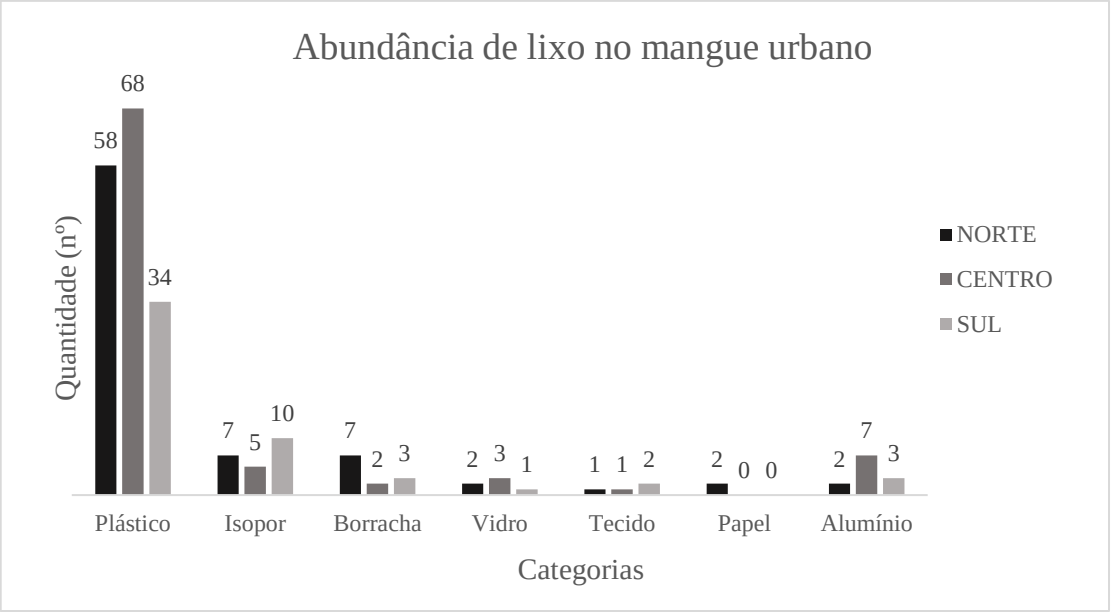


Figura 21. O eixo Y apresenta a quantidade (nº) e o eixo X a categoria de lixo, representado no gráfico o total de lixo coletado nas três subáreas durante os quatros períodos.

O gráfico (Figura 22) apresenta os resultados em porcentagem, referente a soma de todos os materiais por categoria das três subáreas coletadas durante os quatro períodos do estudo. Os resultados destacam para a categoria de plástico com maior abundância, seguido do valor de isopor encontrados em materiais como embalagens para alimentos, boia utilizado na pesca e muitos fragmentos de isopor que se deterioram ao longo do tempo. Grande parte dos resíduos encontrados nos manguezais estão relacionados com o consumo e as atividades realizadas ao redor do estuário, sacolas de mercados, como a pesca, o consumo e descarte incorreto de alimentos a pronta entrega (Figura 22).

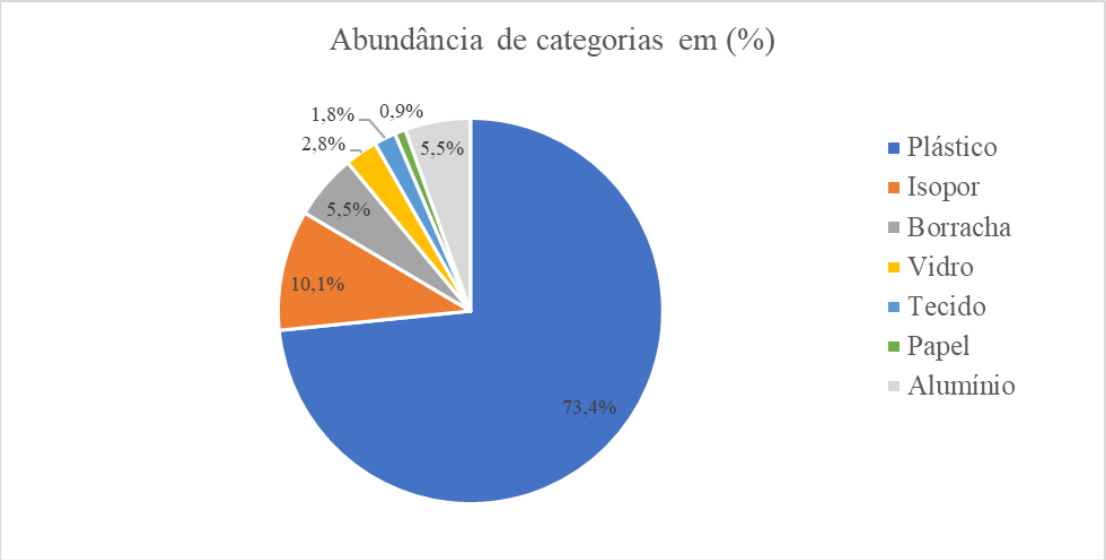


Figura 22. Abundância (%) das categorias de lixo coletado durante o estudo.

O item plástico é o material mais abundante encontrado no ambiente marinho-costeiro, utilizado em muitas embalagens e produtos de consumo humano citados neste estudo. Possuem alta durabilidade, flutuabilidade e de fácil dispersão no ambiente aquático. Como observado por Cordeiro e Costa (2010), houve maior representatividade da categoria de plástico no lixo coletado no manguezal em São Vicente, litoral sul de São Paulo. O plástico está entre os principais resíduos mais encontrados nos ambientes, o que é bastante óbvio, pois reflete seu uso generalizado na vida humana, além de sua versatilidade, persistência ambiental e baixa taxa de reutilização e reciclagem. Além da preocupação global sobre o consumo e descarte do plástico, a composição de lixo nos manguezais também inclui materiais de vidro, metal, tecido, plástico, borracha, isopor, petrechos de pesca e materiais mistos (CORDEIRO e COSTA, 2010).

O plástico, além de ter uma grande durabilidade no ambiente, é de fácil dispersão sendo carreado pela força do vento e das marés. Apresenta características físicas por ser leve facilitando o encalhe, e está presente na grande maioria dos produtos e na vida cotidiana das pessoas. O acesso livre aos plásticos de uso único, como plásticos descartáveis que possuem uma vida útil extremamente curta (como os copos descartáveis) e a carência de políticas públicas, permitem que esses produtos estejam presentes em muitas situações cotidianas do ser humano. As características dos manguezais, como as raízes, galhos, as oscilações das marés também contribuem bastante para o encalhe e acúmulo de resíduos nas regiões costeiras.

Em estudos desenvolvidos por Almeida et al. (2013), no manguezal da Baía do Sueste em Fernando de Noronha (PE), as amostras de lixo encontradas em maior abundância foram respectivamente plástico e isopor. O estudo confirma a relação do lixo coletado no ecossistema,

com as atividades desenvolvidas no entorno do estuário, demonstrando influência do lixo com os materiais consumidos nas proximidades (ALMEIDA et al., 2013).

Grande parte do lixo no mangue foi classificada como tamanho Macro (de 2,5 cm a 100 cm) para as três subáreas. Na subárea Norte, a superfície sobre o substrato foi o local onde a maior parte dos resíduos foi encontrada. Para essa subárea verificou-se alta mortandade de indivíduos arbóreos dominadas por *L. racemosa* em ambiente apresentando diversos fatores de pressão antrópica, como desmatamento e aterramento. Para a subárea do Centro a maior quantidade de resíduos foi encontrada no sedimento e nas raízes, pneumatóforos das árvores, devido, em grande parte, à característica de floresta de mangue da região ser dominada por *A. schaueriana* e sedimento lodoso. Já para a subárea Sul a dominância foi para o lixo encontrado na superfície e raízes, visto que é uma floresta mista, dominada por *L. racemosa* em sua porção interna e mais próximo da área de transição, com maior presença nessa porção mais interna, de sedimento arenoso (Figuras 23, 24 e 25).

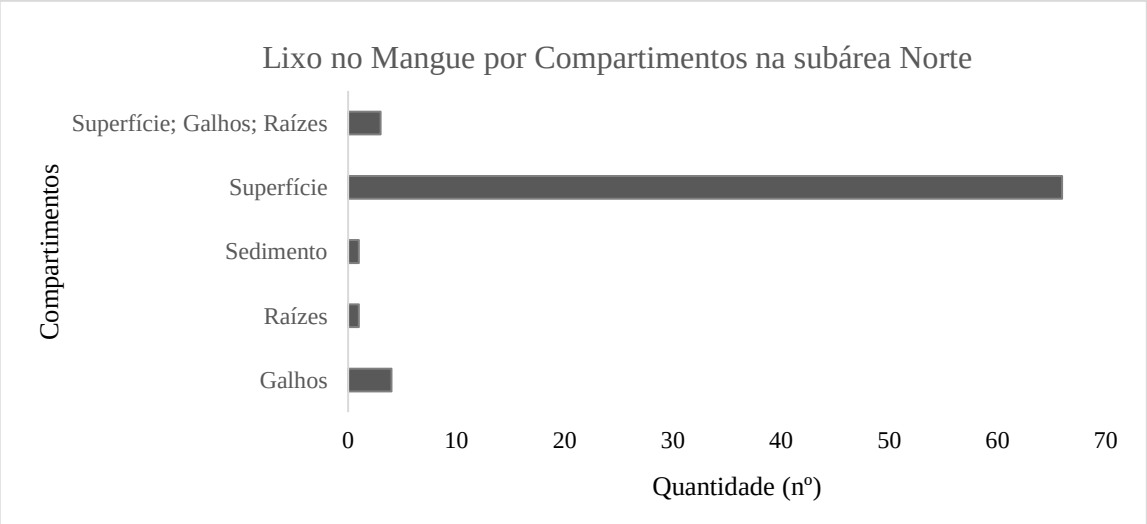


Figura 23. Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos para a subárea Norte nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão).

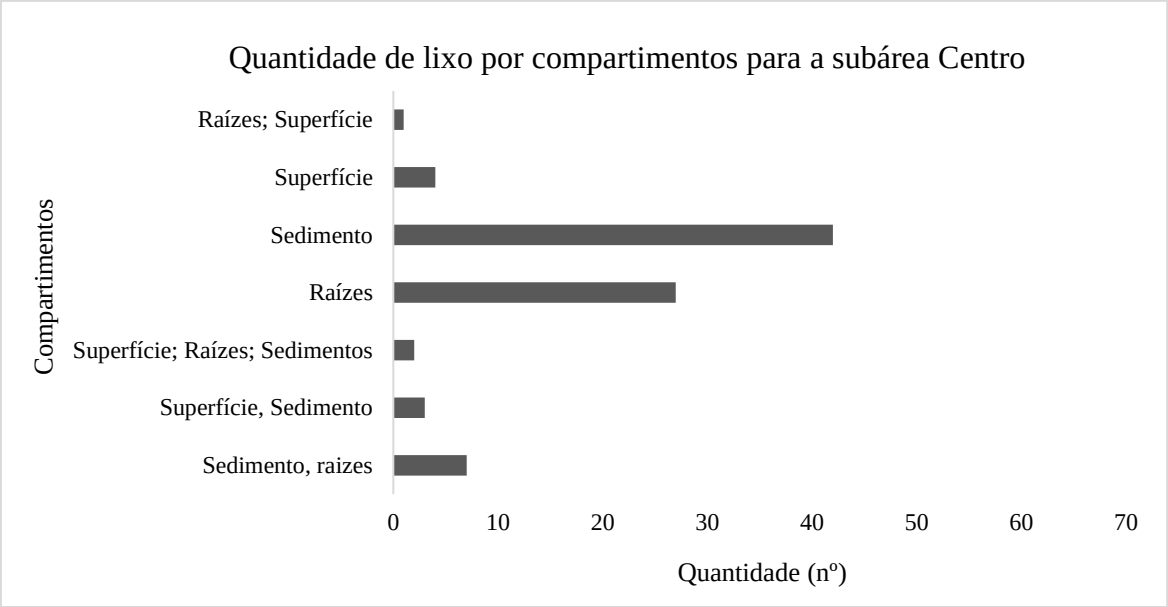


Figura 24. Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos para a subárea Centro nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão).

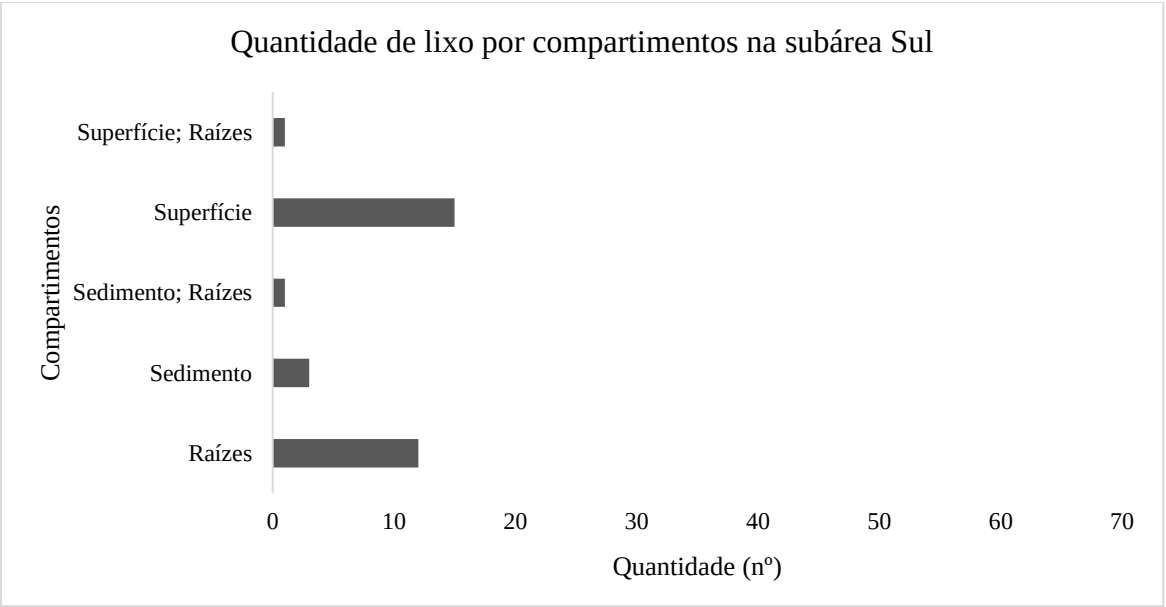


Figura 25. Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos para a subárea Sul nos quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão).

Os itens enquadrados em mais de um compartimento, foram classificados como tal pela dificuldade em estabelecer apenas um local, visto que o material foi encontrado metade de sua superfície em cada compartimento descrito, ou foi encontrado mais de um material de mesma origem em locais diferentes (Figura 26).

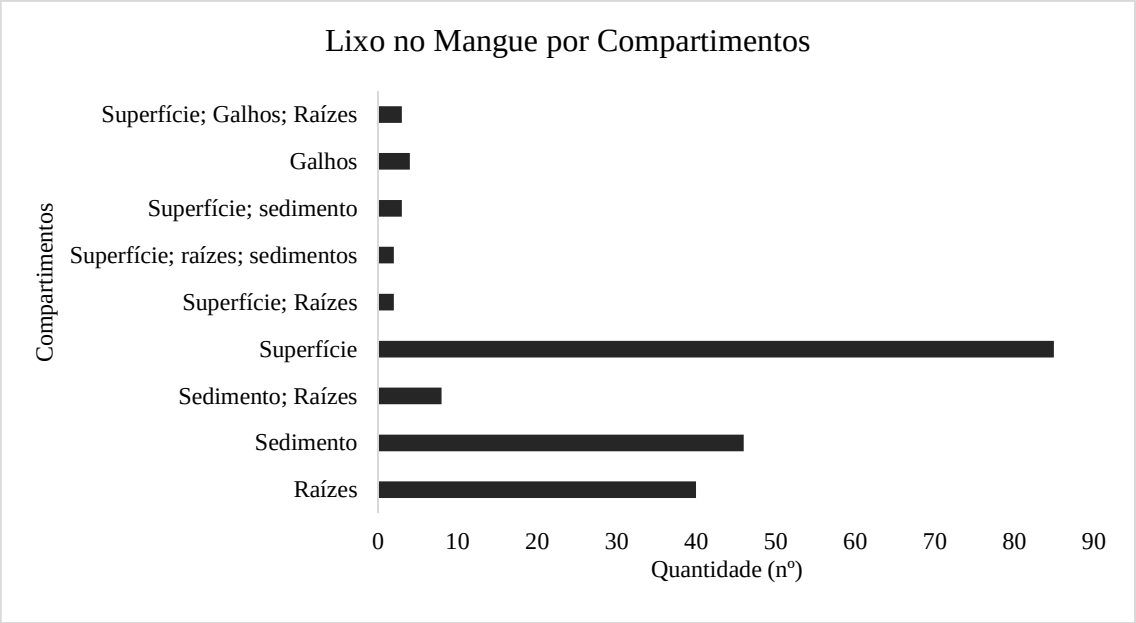


Figura 26. Quantidade de lixo no mangue separados por compartimentos das três subáreas nos quatro períodos de coletas (Outono, Inverno, Primavera e Verão).

As características do compartimento onde o lixo no mangue fica depositado, são descritas no estudo de Luo et al. (2021), relacionando as características das adaptações morfológicas dos sistemas radiculares das espécies arbóreas de mangue, onde acabam representando armadilhas eficientes para capturar lixo plástico, principalmente as sacolas plásticas. Segundo o autor, o tamanho do lixo também interfere, apresentando alto potencial de captura para resíduos de médio e grande porte. Em estudos realizado no rio Potengi (Natal, RN), detectou-se a grande contribuição de sacolas plásticas encontradas nos manguezais, principalmente pela facilidade desses materiais ficarem enroscados nas raízes, na superfície, galhos e enterrados no sedimento (BELARMINO, 2014).

No presente estudo foi demosntrado o encalhe de objetos nas raízes, sedimentos ou superfície, variando de acordo com as características e presença das espécies de mangue da subárea. O estudo de Martin et al. (2019), realizado em manguezais da Costa Saudita do Mar Vermelho e Golfo Arábico, constatou a presença de grande quantidade de plástico e outras categorias, confirmando que grande parte desses materiais foi encontrada associada aos pneumatóforos, enquanto redes ou cordas mais propensas a enroscar em galhos de árvores de mangue (MARTIN, 2019). Com estas referências é possível avaliar, diante das categorias de lixo encontradas junto e com o tipo de compartimentos que ficam enroscados, a relação dos sistemas radiculares das espécies de mangue, que facilitam a retenção e acúmulo de resíduos em ambientes costeiros.

Também foi avaliada a quantidade (porcentagem) total de todas as categorias de lixo coletadas e definidas por cada subárea, Norte, Centro e Sul (Figura 27).

O gráfico sobre a quantidade de lixo é representado pelo número de lixo que foi coletado em cada subárea durante os quatro períodos (Outono, Inverno, Primavera e Verão). A quantidade total de itens recolhidos nas três subáreas durante todas as coletas foi de 218 resíduos. Essa quantidade de lixo foi melhor descrita em porcentagem, portanto a subárea da região do Centro obteve maior quantidade de lixo recolhidos representando 39,4%, seguida da região Norte com 36,2% e com menor quantidade de materiais recolhidos da floresta de mangue a região Sul apresentando 24,3% (Figura 27).

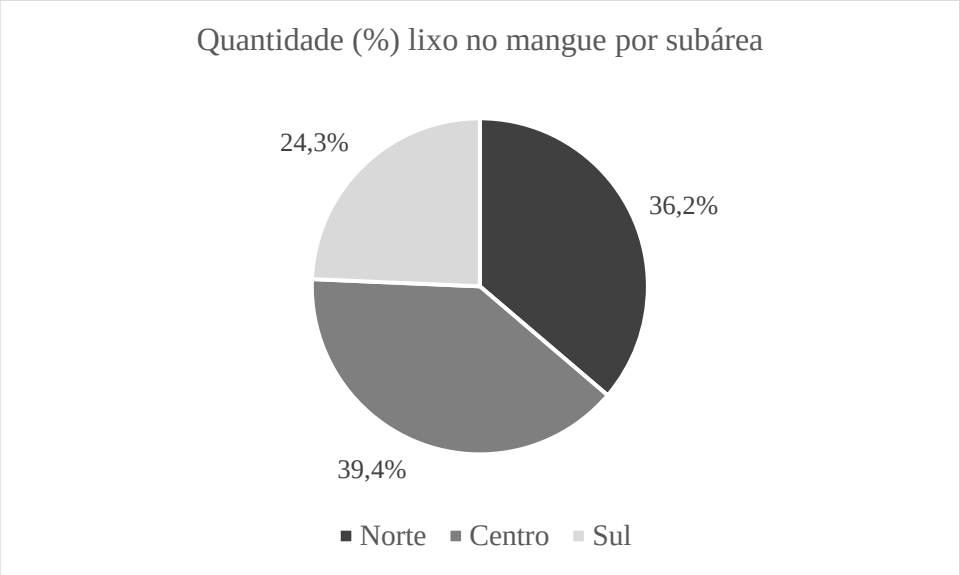


Figura 27. Gráfico sobre a quantidade (%) total de lixo coletado por subárea.

Já o volume total de todos os itens coletados representou 19,945 kg de lixo no mangue, sendo que a região com a maior deposição de resíduos foi a Sul, apresentando 11,53kg de lixo no mangue, seguida das subáreas da região do Centro com 4,11 kg e o Norte apresentando 4,31 kg coletados durante os quatro períodos do estudo (Outono, Inverno, Primavera e Verão) (Figura 28). O volume de lixo coletado não corresponde a maior quantidade de lixo na subárea, pois alguns materiais retirados dos manguezais são mais pesados, mas representados em menor quantidade.

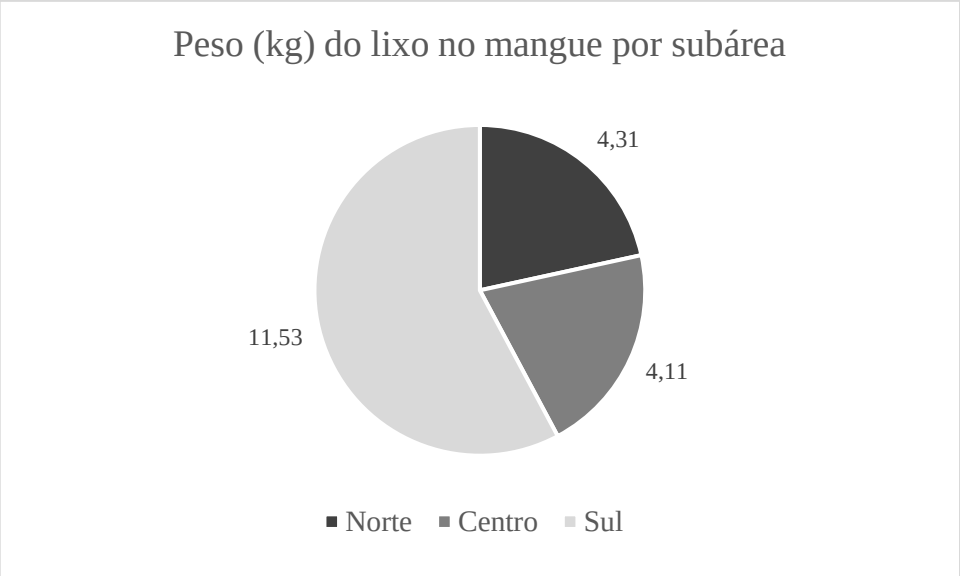


Figura 28. Gráfico sobre o peso (kg) total do lixo coletado por subárea.

A quantidade de lixo não está relacionada ao volume de peso que foi coletado, pois cada íten coletado é classificado de acordo com sua categoria. E cada categoria de lixo apresenta volume e dimensões diferentes.

É possível observar a quantidade, número de itens de lixo, coletados em cada período (Outono, Inverno, Pirmavera e Verão) nas três subáreas do estudo (Norte, Centro e Sul). Destaca-se a maior quantidade retirada no Centro no período do Inverno e Primavera; também observou-se grande quantidade na subárea do Norte para o Verão. Já para a subárea da região Sul verificou-se grande quuantidade no Outono, mas é possível afirmar que em todas as subáreas, durante os quatro períodos, foi encontrado lixo no mangue (Figura 29).

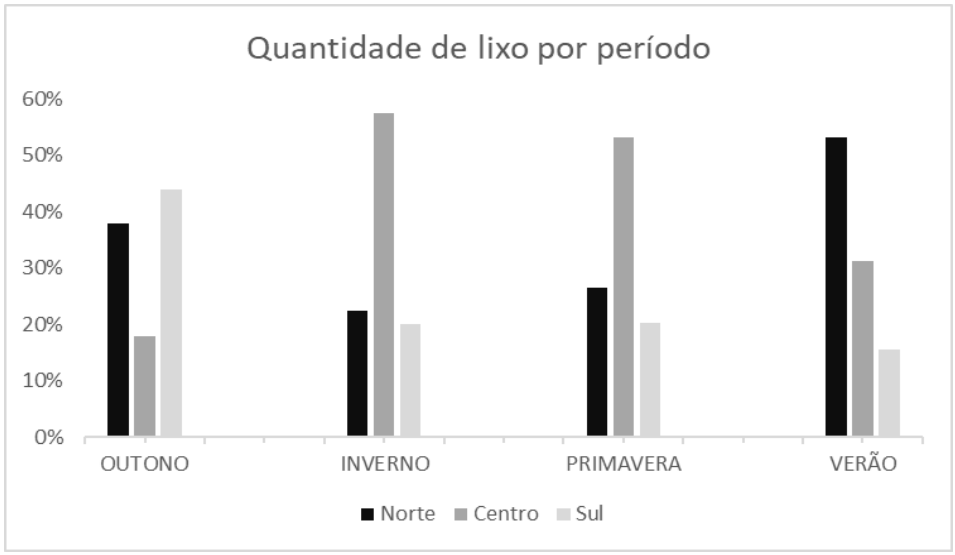


Figura 29. O eixo Y apresenta a porcentagem em relação a quantidade de lixo e o eixo X o período (Outono, Inverno, Primavera e Verão) por subárea (Norte, Centro e Sul)

O volume de lixo somados das três subáreas e descritos por período de coleta (Outono, Inverno, Primavera e Verão), demonstra que no Outono foi coletado maior peso de lixo no mangue, seguido do Verão, Primavera e Inverno. O peso do lixo coletado não é proporcional a abundância de lixo recolhido, como dito anteriormente (Figura 30).

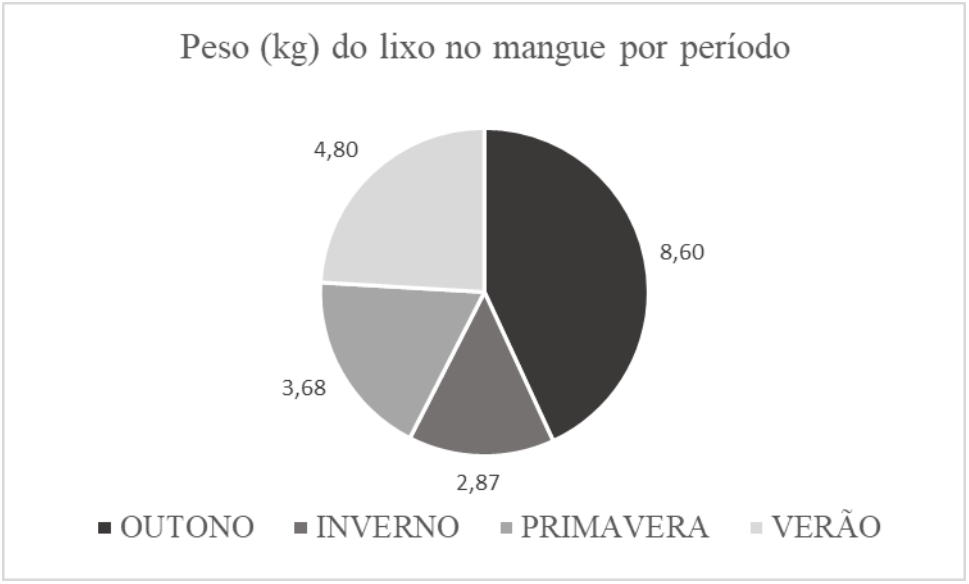


Figura 30. Peso (kg) do lixo no mangue coletado por estação (Outono, Inverno, Primavera e Verão) em todas as subáreas.

A evolução da abundância de lixo com o volume, distribuídos por subáreas e correlacionando os períodos, demosntra a evolução desses dois parâmetros (Figura 31). É

possível visualizar o valor da abundância em categoria com o peso do que foi coletado na Subárea Norte apenas no período do Verão, já para a subárea do Centro no Outono e para o Sul, os dois parâmetros em maior volume e abundância para o Outono e menor valor para o Inverno são proporcionais. Para os outros períodos os valores dos dois parâmetros analisados são inversamente proporcionais, demonstrando que o peso do lixo não se relaciona com a abundância. Esses dados demonstram o comportamento dessas subáreas nos períodos climáticos para esses dois parâmetros do lixo no mangue avaliados.

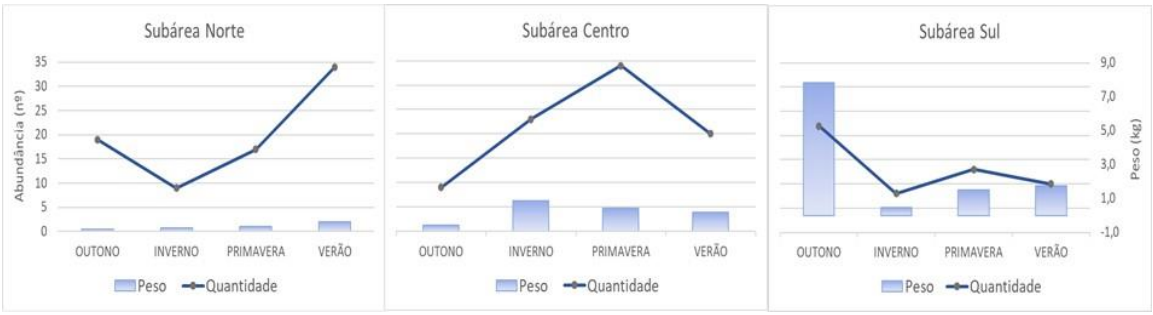


Figura 31. O eixo Y apresenta a abundância (nº), o eixo X o período de coleta, a linha do gráfico a quantidade e as colunas o peso do lixo coletado distribuídos por subárea de estudo (Norte, Centro e Sul).

Considerando esses resultados, é difícil correlacionar o turismo na temporada mais quente do ano na cidade, com o peso e a quantidade de lixo encontrados nos manguezais, pois o município recebe turistas durante o ano inteiro, em feriados ou finais de semana, hospedados em pousadas casas de veraneio para aluguel e outras opções de hospedagens. Demonstra que na cidade de São Sebastião, além do turismo, a grande frequência dos moradores no descarte incorreto do lixo, afeta a biodiversidade costeira.

A questão do lixo pode também ser definida como de origem terrestre ou marinha e com isso traçar um perfil da região de acordo com o lixo encontrado. Para a região Norte foi possível identificar grande parte do lixo coletado de origem terrestre, já que a influência das marés interfere menos no manguezal da região. Para a região do Centro, tanto a proximidade das áreas urbanas no manguezal, quanto o grande fluxo de pessoas, e transportes no entorno, traz a presença de lixo terrestre para o ecossistema. Também pode-se evidenciar a influência do depósito de materiais de construção civil localizados na porção oeste do manguezal, onde os resíduos permeiam para as margens do manguezal. Mas também é possível classificar lixo de origem marinha carreado pelas marés durante as inundações frequentes. Já para a região Sul do

estado, a predominância de lixo de petrechos de pesca devido a constância da atividade local dos caiçaras e ribeirinhas da região que utilizam a pesca para seu sustento e alimentação.

Os parâmetros de lixo avaliados demonstram que, nas três subáreas do estudo durante os quatro períodos climáticos, foi possível encontrar lixo emaranhado nos mangues ou depositados no sedimento. O lixo no mangue comprova a pressão antrópica sobre as florestas urbanas nos manguezais do município.

A produção de plástico cresceu exponencialmente desde a década de 1950, com o aumento de pessoas empregadas na produção de polímeros. Os plásticos são materiais resistentes, leves, forte e baratos, acarretando o uso intenso pela a sociedade, mas trazendo consequências negativas para o ambiente e a saúde humana. Mais de dois terços de 430 milhões de toneladas de plástico que aõ produzidas mundialmente são produtos de vida curta, ou seja, produtos que rapidamente se transformam em resíduos (UNEP, 2021). As ameaças da poluição por plásticos à biota aquática põe em risco a vida de muitos seres vivos, sujeitos aos riscos de emaranhamento e ingestão dos resíduos acumulados nos ecossistemas (DERRAIK, 2002).

A poluição por lixo afeta todos os ecossistemas costeiros e aquáticos, no entanto, o lixo no mangue é pouco estudado (LUO et al., 2021). A complexidade das estruturas de manguezais contribui para o acúmulo de lixo proveniente de fontes terrestres, de águas doce e marinha resultando em impactos negativos nos ecossistemas costeiros (Figura 32). Estudos apresentam o impacto que o lixo plástico afetando as espécies aquáticas e marinhas, e colocando em risco sua sobrevivência, visto que muitos já se encontram ameaçados por outras atividades antropogênicas (DERRAIK, 2002).

O material e propriedade do lixo estão relacionados à sua abundância, vulnerabilidade, compartimento em que ficará depositado afetando as atividades locais como a pesca, navegação ou o turismo (PEMALM, 2021). As regiões costeiras são potenciais zonas para o acúmulo de resíduos. Isso deve-se ao fato pela proximidade de fontes geradoras (cidades, portos, navios etc.), como também pelas ações dos ventos, ondas e marés (TURRA, 2020). A caracterização do lixo no mangue permite entender melhor a complexidade de um manguezal conforme a retenção de diferentes categorias de lixo e possíveis fontes poluidoras (LUO et al., 2021) (Figura 32).



Figura 32. Ilustração sobre o impacto do lixo no manguezal. Adaptado de Luo et al. (2021).

A problemática do lixo influencia nos processos de restauração, tornando um problema nessas áreas. O estudo de Huber (2004), apresenta áreas de manguezais do Itacorubi, Praia da Bina e Saco Grande em Florianópoli– - SC, onde precisaram ser monitoradas com maior frequência devido a constância de lixo que se depositou nessas áreas, afetando negativamente o desenvolvimento das plantas.

O problema da poluição em áreas urbanizadas implica na redução das áreas de conservação dos manguezais. A degradação desses ecossistemas e a funcionalidade na prestação de serviços ecossistêmicos como resultado da poluição, podem não causar uma mortalidade imediata nas árvores, mas provocam um declínio gradual no crescimento e na produtividade do ecossistema (FRIESS, 2019).

O desenvolvimento e avaliação inicial poderá fornecer resultados sobre a condição ambiental das áreas de mangue urbano do município de São Sebastião, de maneira a projetar e nortear programas efetivos de monitoramento de manguezais, bem como auxiliar na tomada de decisão para medidas de destinação correta do lixo depositado nas áreas costeiras. A qualidade ambiental dos manguezais está relacionada com as principais pressões antrópicas que sofrem, como o desmatamento em consequência do adensamento populacional e loteamentos urbanísticos, o descarte irregular de efluentes e lixo, a interferência da zona portuária, travessia de balsa, polo petroquímico e a indústria pesqueira, são alguns modelos de perturbação que podem ser observados nas áreas de estudo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2017).

d. Divulgação

Como forma de conscientizar e sensibilizar as pessoas sobre a problemática global do lixo que se acumulam em ambientes aquáticos e costeiros, os temas foram abordados por meio da rede social. Foram realizadas duas postagens referentes a este estudo, uma primeira postagem sobre o material de lixo encontrado no interior da floresta de mangue e a interação negativa dos animais silvestres. A segunda postagem de divulgação abordando as definições dos conceitos referentes aos resíduos sólidos, lixo no mar e lixo no mangue. As imagens selecionadas e apresentadas nas postagens representam, além do lixo encontrado no manguezal, o tipo de atividade esportiva frequente na região, a interação de animais com o lixo encontrado no meio ambiente e a urbanização próxima dos manguezais.

Na primeira postagem, foram divulgadas três imagens registradas durante o estudo de campo no manguezal do Sul (Barra do Sahy) em 2023. As três imagens são referentes ao lixo plástico encontrado durante os estudos de campo no mangue urbano de São Sebastião. Duas fotografias são referentes a um flutuante de uma canoa havaiana encalhado no interior da floresta, representando as atividades esportivas e aquáticas que podem ser encontradas no estuário, e a terceira imagem desse mesmo post é o registro de um ninho de ave composto por gravetos e fios de nylon, este encontrado no manguezal da subárea do Centro. Neste post pode-se verificar a presença de plástico presente em diversos tipos de materiais e a interação do lixo no mangue afetando a vida silvestre causando impacto na biodiversidade (Figura 33).



Figura 33. Divulgação virtual na rede social do grupo de pesquisa.

Fonte: @mangrove.monitoring, 2023. Link: https://www.instagram.com/p/CvVDqtuurGi/?igshid=MzRlODBiNWFlZA==

O material de divulgação sobre o presente estudo foi apresentado na campanha ‘Julho Sem Plástico’, com postagem na rede social grupo de pesquisa MIM’ (Figura 33). A postagem atingiu 475 visualizações, 59 curtidas, dois comentários e cinco compartilhamentos.

Continuando com o tema ‘Julho sem Plástico’, para o ano seguinte, de 2024, foi elaborado mais uma postagem sobre o tema. O plástico é o material mais encontrado no ambiente marinho-costeiro e possui alta durabilidade, sendo um material de fácil dispersão no meio aquático e carreado para qualquer ambinete onde a água consiga transportar. Devido aos manguezais receberem inundações duas vezes ao dia, acaba sendo um material que se acumula facilmente nesses ambientes, além de suas árvores possuírem adaptações que retém esse lixo, dificultando a saída do mesmo nos ambientes costeiros. As imagens foram selecionadas a partir da coleta de dados em campo realizada durante as quatro estações do ano no município de São Sebastião. Também foi apresentada referência bibliográfica sobre o tema e resultados obtidos durante a coleta de lixo e monitoramento dos manguezais urbanos (Figura 34).

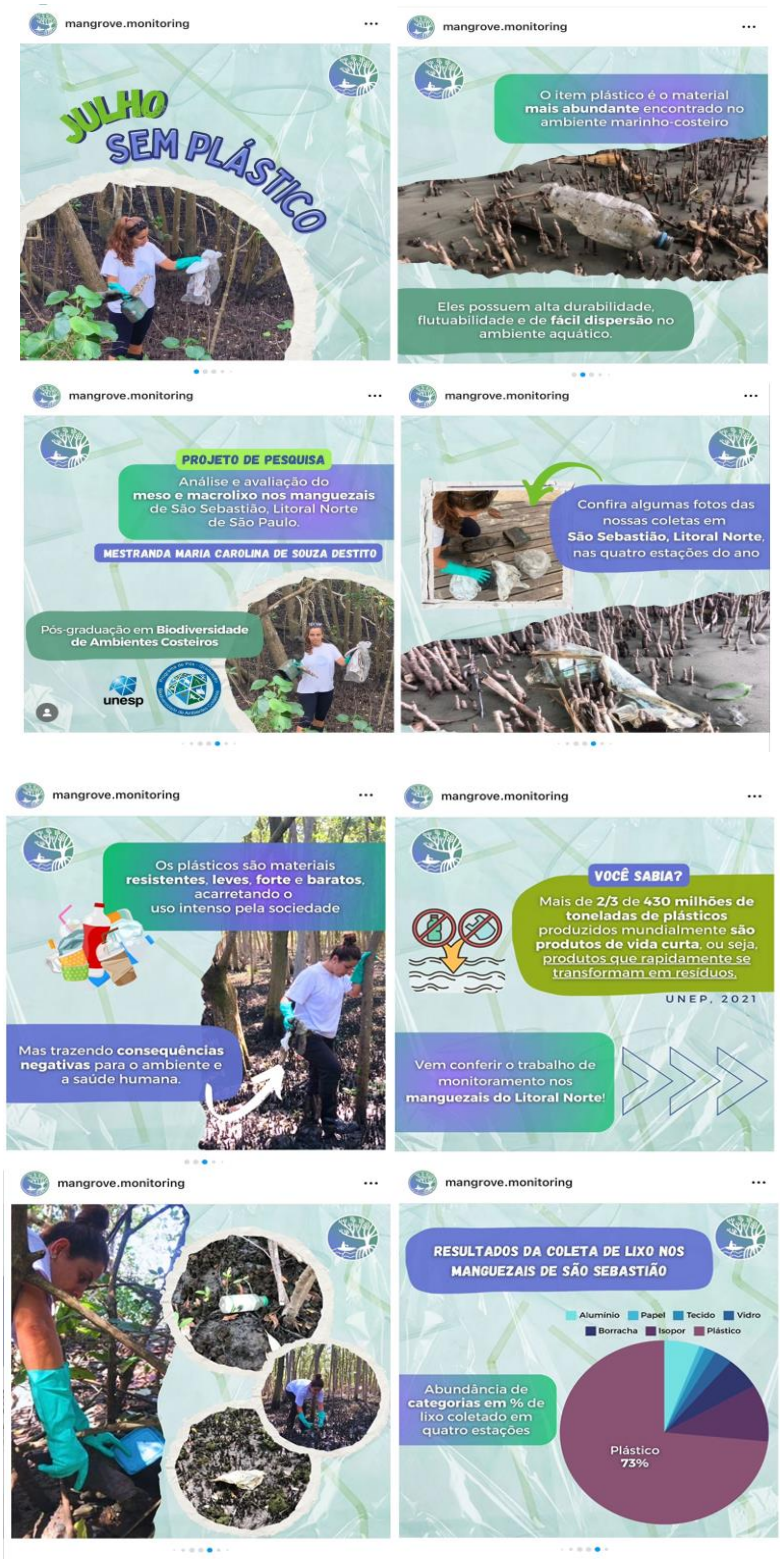


Figura 34. Divulgação Julho sem Plástico na rede social Instagram do grupo de pesquisa MIM.

Fonte: @mangrove.monitoring, 2024.

Link: https://www.instagram.com/p/C-GSrAPuzst/?img_index=1

A postagem atingiu 684 visualizações, sendo 87% de perfis de seguidores da página e 13% de não seguidores; apresentando 65 curtidas no conteúdo apresentado e um compartilhamento.

Para o tema da seguinte divulgação, foi abordado sobre os conceitos base utilizados neste estudo (resíduos sólidos, lixo no mar e lixo no mangue). Os resíduos sólidos definidos pela MMA (2022) e lixo no mar por UNEP (2021) são citados com maior frequência em estudos sobre a problemática do lixo nos oceanos e gerenciamento costeiro. Já o termo citado recentemente "lixo no mangue", foi definido neste estudo para se referir ao lixo encontrado em diferentes compartimentos dos manguezais (Figura 35).



Figura 35. Divulgação do glossário na rede social Instagram do grupo de pesquisa MIM. Fonte: @mangrove.monitoring, 2024.
Link: https://www.instagram.com/p/C2m6PuIulKI/?igsh=MXN0aDFrZHdrMnc3Ng=

A divulgação da postagem referente aos conceitos sobre lixo atingiu 589 visualizações sendo 91,1% de seguidores da página e 8,9% não seguidores. Também podemos visualizar que a postagem atingiu 71 curtidas, um comentário e 11 compartilhamentos. A plataforma é

utilizada como facilitador na disseminação de informações e conteúdos, atingindo todos os tipos de públicos.

No mês de fevereiro foi elaborada mais uma postagem no perfil do grupo de pesquisa do MIM, sobre o lixo no mangue e as principais características desses resíduos encontrados no litoral norte e no litoral sul do estado de São Paulo, onde possuem estudos sendo desenvolvidos por pesquisadores sobre o tema de lixo no mangue (Figura 36). As fotos são registros fotográficos de campo obtidas durante as coletas e enfatizam a proximidade da urbanização em zonas costeiras e os efeitos do lixo nas estruturas das árvores de mangue, como lixo entrelaçado em galhos e sistemas radiculares do mangue.



Figura 36. Divulgação do Lixo no Mangue e diferentes graus de urbanização nas regiões do litoral norte e sul do estado de São Paulo. Fonte: @mangrove.monitoring, 2024.
Link: https://www.instagram.com/p/C3p9VRHs7_k/

A postagem sobre o ‘Lixo no Mangue e diferentes graus de urbanização’ atingiu 803 visualizações de contas na rede social do perfil do MIM, sendo 89,5% perfil de seguidores da página e 10,5% não seguidores; 151 curtidas no conteúdo, três comentários na postagem, 24 compartilhamentos (Figura 36).

As redes sociais são fortes disseminadoras na divulgação científica, utilizadas para alcançar o maior número de pessoas, podendo ser usadas de diversas formas, com textos, vídeos e imagens (UFMG, 2021). Com o avanço dos recursos disponibilizados por elas, as instituições de ensino e pesquisa exploram as redes sociais como ferramenta pedagógica importante para a colaboração no processo educativo, na construção crítica e reflexiva de informação e conhecimento. As plataformas diponibilizam dados descritivos dos grupos de pesquisa como número de visualizações, curtidas, alcance da página, engajamento, publicações, seguidores, número de pessoas que curtem a página e faixa etária do público (SCHIAVI et al., 2021).

IV. Conclusões

O estudo de florestas de mangue urbano nas subáreas Norte, Centro e Sul de São Sebastião revelou importantes variações na composição e saúde dos ecossistemas, evidenciando as três espécies típicas de árvores de mangue, *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa e Avicennia schaueriana,* indicativo da diversidade e importância ecológica desses ecossistemas

A subárea Norte apresentou uma alta mortalidade de *L. racemosa* (ENP1 38% e ENP2 100%) e uma degradação significativa, com redução na vegetação de mangue devido as atividades antrópicas como desmatamento e construção. Em contraste, a subárea Centro experimentou um crescimento na área de manguezal, demonstrando condições favoráveis para o desenvolvimento de *A. schaueriana*, indicando um ambiente mais saudável e conservado. Já a subárea Sul, embora desenvolvida e conservada apresentando as três espécies arbóreas, também registrou perda de área devido ao aumento de construções e pressões antrópicas. A alta mortalidade de *L. racemosa* na subárea Norte levanta preocupações sobre a saúde dessa população e as possíveis causas subjacentes, como fatores ambientais antrópicos.

A avaliação espaço-temporal permitiu visualizar de forma quantitativa e qualitativa a dinâmica das áreas de mangue em estudo. É possível verificar que na região Norte, onde o manguezal está bastante degradado, houve uma redução de 1,257 m² da vegetação de mangue, a partir de 2009. Já na região do Centro, a floresta de mangue, em condições favoráveis,

apresentou um crescimento de 4,871 m² na área total de manguezal, a partir de 2003. E para a região Sul, verificou-se um decréscimo de 1,242 m² de vegetação de mangue, a partir de 2009. O manguezal perdeu áreas devido ao aumento de construções no entorno, casas e empreendimento imobiliários, mas ainda assim pode-se considerar um manguezal desenvolvido e conservado.

Com os dados de caracterização de estrutura vegetal foi possível verificar diferentes graus de desenvolvimento e de dominância para cada subárea do estudo. A região Norte apresentou uma área bastante degradada com grande mortandade de indivíduos arbóreos e a dominância de uma espécie nas duas parcelas, sendo esta mais resistente a efeitos estressores. Já para a região do Centro, uma floresta de mangue mais conservada, representada por indivíduos mais desenvolvidos, dominada por *A. schaueriana*, sendo encontrados poucos representantes de *R. mangle* e *L. racemosa* e menor quantidade de árvores mortas. E para a região Sul, a presença floresta com alta densidade, o que caracteriza uma sucessão de vegetação em crescimento. É possível verificar a presença de efeitos estressores antrópicos nas três subáreas do estudo.

O acúmulo de lixo, principalmente plástico, foi evidente em todas as subáreas, com a maior quantidade coletada na região Centro (39,4%) e maior volume para o Sul (11,53 kg). O monitoramento das estações do ano indicou flutuações na quantidade de lixo, com variações em períodos específicos, refletindo as dinâmicas locais e descarte. Foi possível verificar a presença de lixo no mangue nas três subáreas de estudo, nas quatro estações do ano, sendo a categoria mais abundante nas três subáreas foi o plástico apresentando 73,4%. O plástico esteve presente em 160 itens recolhidos, constando nesse resultado 58 unidades de sacolas plásticas, seguido de 23 unidades de copos descartáveis. Grande parte do lixo no mangue coletado foi encontrado nos compartimentos da superfície, sedimentos e raízes. A partir da avaliação entre os períodos climáticos juntamente com o volume do lixo coletado, verificou-se que no Outono apresentou o peso expressivo de 8,60 kg. A análise de peso em conjunto com abundância constatou-se que para a subárea do Norte obteve maior resultado para os dois parâmetros nos períodos da Primavera e Verão. Já para o Centro um aumento no Inverno e Primavera, e para a subárea Sul o período do Outono apresentou maior valor de peso e abundância.

Os meios de divulgação são importantes ferramentas para comunicação social, técnico-científico, comunidade, terceiro setor e poder público. No presente estudo foram produzidos materiais para a publicação.

O estudo da caracterização estrutural do mangue facilitou a compreensão do contexto ambiental nas três subáreas, juntamente com a análise espaço-temporal permitindo visualizar o crescimento e degradação nas florestas de mangue do município de São Sebastião, litoral norte

de São Paulo. As abordagens de análise espaço-temporal, caracterização estrutural e lixo no mangue trazem resultados importantes para o desenvolvimento sustentável do município, comprometendo-se às questões econômica, social e política.

Essas análises, a partir do estudo desenvolvido, ressaltam a necessidade de intervenções em uma gestão sustentável e eficaz para conservar esses ecossistemas costeiros, especialmente na região Norte mais ameaçada. A classificação da região Sul sendo APA – Baleia Sahy, apresenta um passo importante para a conservação do ecossistema e qualidade ambiental da região, mas requer monitoramento contínuo e ações de conscientização para minimizar os impactos antrópicos e promover ações para recuperação das áreas degradadas.

V. Referências

ALMEIDA, P.M.M.; SCHMID, K.; CRUZ, C.B.M.; SOARES, M.L.G.2011. Dinâmica de um remanescente de floresta de mangue no município do Rio de Janeiro. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remot– - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1982

ALMEIDA, V.C.; COELHO-JUNIOR, C.; ASSAD, L.P.; BARCELLOS, R.L.; TRAVASSOS, P.E.P.F.; FEITOSA, F.A.do N. 2013. Constatação de resíduos sólidos no manguezal da Baía do Sueste – Fernando de Noronha – PE. Tropical Oceanography, Recife, v. 42, n. especial, p. 1-12, 2014.

AMARAL, A.C.Z.; MIGOTTO, A.E. 2010. Araçá: biodiversidade, impactos e ameaças. Biota Neotrop. Vol. 10. Nº1.

APAMLN, 2019. Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte – Plano de Manejo. Fundação Florestal. Governo do Estado de São Paulo.

BELARMINO, P.H.P.; SILVA, S.M.; RUFENER, M.C.; ARAUJO, M.C.B. 2014. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. Revista de Gestão Costeira Integrada / *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 14(3):447-457.

BIANCHINI, F.; DESTITO, M.C.; CUNHA-LIGNON, M. 2023. Diretrizes para métodos de amostragem de meso e macrolixos no ecossistema manguezal. SIBAC – III Simpósio de Biodiversidade de Ambientes Costeiros. UNESP – Campus Litoral Paulista (UNESP – CLP).

BIJSTERVELDT, C.E.J.V.; WESENBEECK, B.K.V.; RAMADHANI, S.; RAVEN, O.V.; GOOL, F.E.V.; PRIBADI, R.; BOUMAN, T.J. 2021. Does plastic waste kill mangroves? A field experiment to assess the impact of macro plastics on mangrove growth, stress response and survival. Science of the Total Environment 756 (2021) 143826.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acessado em: 01/02/2024.

BRASIL. Lei federal nº14.285, de 29 de dezembro de 2021. Altera as Leis nºs 12.651 de 25 de maior de 2012 (Código Florestal). Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14825.htm. Acessado em: 01/08/2024.

BRASIL. Lei Federal nº 9985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acessado em: 01/02/2024.

CAVALCANTI, V.F., DE ANDRADE, A.C.S., & SOARES, M.L.G. 2007. Germinação de Avicennia schaueriana e Laguncularia racemosa em dois tipos fisiográficos de manguezal. *Botânica Aquática* , *86* (3), 285-290.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, CETESB. 2006. Dispõe sobre Área de Preservação Permanente – APP. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2006_Res_CONAMA_369.pdf. Acessado em: 01/08/2024.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, CETESB. 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/lei_12305_020810_br.pdf. Acessado em: 01/02/2024.

CORDEIRO, C.A.M.M.; COSTA, T.M. 2010. Evaluation of solid residues removed from a mangrove swamp in the Sao Vicente Estuary, SP, Brazil. Marine Pollution Bulletin 60 (2010) 1762–1767.

CUNHA-LIGNON, M.; ALMEIDA, R.; LIMA, N.G.B.; GALVANI, E.; MENGHINI, R.P.C.; COELHO-JR, C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y., 2015. Monitoramento de manguezais: abordagem integrada frente às alterações ambientais. Anais VIII CBUC-Trabalhos Técnicos. Curitiba: 1-17.

DERRAIK, J. G. B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin. Volume 44, Issue 9. Pages 842-852.

DESTITO, M.C. . ; BIANCHINI, . ; CUNHA-LIGNON, M. 2023. Pincipais pressões antrópicas nos manguezais urbanos de São Sebastião, Litoral Norte de São Paulo. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente. II Congresso de Biodiversidade Virtual – CONBIV. V.4. Nº2. 2675-813k.

FERREIRA, A. C.; LACERDA, L. D. 2016. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. Ocean and Coastal Management, v. 125, p. 38-46.

FRIESS, D.A.; ROGERS, K.; LOVELOCK, C.E.; KRAUSS, K.W.; HAMILTON, S.E.; LEE, S.Y.; LUCAS, R.; PRIMAVERA, J.; RAJKARAN, A.; SHI, S. 2019. The state of the worlds mangrove forests: past, present, and future. Annual Review of Environmental and Resources. 44.16.1-16.27.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2017. Produto – - Diagnóstico Técnico (DT– - Meio Biótico – APA Marinha do Litoral Norte de São Sebastião. Consórcio Fundação Florestal.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2014. Produto – - Diagnóstico Participativo (DP) APA Marinha do Litoral Norte e ARIE de São Sebastião. Consórcio Fundação Florestal.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2023. Programa Mar Sem Lixo. Disponível em: https://fflorestal.sp.gov.br/mar-sem-lixo/. Acessado em 01/05/2024.

FUNDAÇÃO MAMÍFEROS AQUÁTICOS, 2022. Lixo nas praias: o maior desafio da década do oceano. Disponível em: https://mamiferosaquaticos.org.br/blog/lixonaspraias. Acessado em: 01/10/2024.

GESAMP. 2019. Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean. 123p.

GOLDBERG, L.; LAGOMASINO, D.; THOMAS, N.; FATOYINBO, T. 2020. Global declines in human-driven mangrove loss. Primary research. Article.

GOOGLE EARTH PRO. 2024. Google Earth Pro, versão 7.3.6.9796 (64-bit). Acessado em: 01/03/2024.

HUBER, M.V. 2004. Estudo comparativo de três projetos de restauração de áreas degradadas de manguezais da grande Florianópolis, SC. Dissertação Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTIC– - IBGE, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-sebastiao.html. Acessado em: 01/08/2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, ICMBIO. 2018. Atlas dos Manguezais do Brasil. Instituto Chico mendes de conservação da Biodiversidade, Brasília. 179p.

INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO COSTEIRA, ICC. 2022. Disponível em: <https://www.icc.eco.br/apa-baleia-sahy/>. Acessado em: 25/08/2022.

INSTITUTO TERRA E MAR, 2020. Diagnóstico Socioambiental dos Remanescentes de Manguezal e Restinga na Baía da Enseada, em São Sebastião-SP e Proposta de Criação de Unidade de Conservação Municipal.

JAMBECK, J.R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T.R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, 347, n.6223, p. 768-771.

JIA, M.; WANG, Z.; MAO, D.; REN, C.; SONG, K.; ZHAO, C.; WANG, C.; XIAO, X.; WANG, Y. 2023. Mapping global distribution of mangrove forests at 10-m resolution. Science Bulletin 68 (2023) 1306-1316.

JIMENEZ, J. A., LUGO, A. E., & CINTRON, G. (1985). Tree Mortality in Mangrove Forests. *Biotropica*, *17*(3), 177–185. https://doi.org/10.2307/2388214.

KUENZER, C.; BLUEMEL, A.; GEBHARDT, S.; OUOC, T.V.; DECH, S. 2011. Remote sensing of mangrove ecosystems: a review. Remote Sensing, 3:878-928.

LUO, Y.; NOT, C.; CANNICI, S. 2021. Mangroves as unique but understudied traps for anthropogenic marine debris: A review of present information and the way forward. Environmental Pollution, 271: 116291.

MARTIN, C.; ALMAHASHEER, H.; DUARTE, C.M. 2019. Mangrove forests as traps for marine litter. Environmental Pollution 247 (2019) 499 e 508.

MENGHINI, R. P. Dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados: Ilha Barnabé (Baixada Santista), SP, Brasil. Tese de Doutorado. 222 p. 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MMA. 2022. Plano de Ação de Combate ao Lixo no Mar. Brasília, DF.

OECO, 2022. O Eco, Jornalismo Ambiental. Acessado em: 01/05/2024. Disponível em: https://oeco.org.br/reportagens/protegendo-as-muitas-faces-dos-manguezais-brasileiros/

OLIVEIRA, A.L.; TESSLER, M.G.; TURRA, A. 2011. Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management 11(1):75-84

PEMALM, 2021. Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo. Org: Turra, A.; Neves, A. M.; Panarelli, A. M.; Elliff, C. I.; Romanelli, M. F.; Mansor, M. T., Andrade, M. M.; Grilli, N. M.; Cardoso, O. A.; Zanetti, R.; Scrich, V. M. Primeira edição. São Paulo: PEMALM, 72 p.

PERIA, L. C. S., FERNANDES, P. P. C. P., MENEZES, G. V., GRASSO, M. & TOGNELLA, M. M. P., 1990, Estudos estruturais comparativos entre bosques de mangue impactados (Canal de Bertioga) e não-impactados (Ilha do Cardoso), Estado de São Paulo, pp. 183-193. *In: Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo*, Águas de Lindóia, São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, v.2.

PETRI, D.J.C.; BERNINI, E.; SOUZA, L.M. & REZENDE, C.E. 2011. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. Biota Neotrop. 11(3). Disponível em: http://www.biotaneotropica.org.br/v11n3/en/abs tract?inventory+bn02011032011

PLASTICFREEJULY, 2023. Plastic Free Foundation, Australia. Disponível em: https://www.plasticfreejuly.org/. Acessado em: 30/11/2023.

PORTO DE SÃO SEBASTIÃO, PORTOSS. 2022. Cia DOCAS de São Sebastião. Disponível em: <http://portoss.sp.gov.br/home/meio-ambiente/monitoramento-ambiental/>. Acessado em: 25/08/2022.

SANTOS, F.M.M. 2011. Uso de geotecnologias para mapeamento de manguezais. Boletim Científico ESMPU, Brasília, a. 10 – n. 35, p. 137-156.

SANTOS, L.C.M.; BITTENCOURT, M.D. 2016. Remote sensing in the study of Brazilian mangroves: review, gaps in the knowledge, new perspectives and contributions for management. Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management, 16(X).

SÃO SEBASTIÃO. 2023a. COMAM (Conselho Municipal de Meio Ambiente) 01/2023. Disponível em: https://www.saosebastiao.sp.gov.br/comam/pdfs/edital_de_convocacao_1_2023.pdf Acessado em: 01/05/2024.

SÃO SEBASTIÃO, 2023b. SEMAM (Secretaria Municipal de meio Ambiente). 07/2023. Disponível em: https://www.saosebastiao.sp.gov.br/noticia.asp?id=N257202317252. Acessado em: 01/09/2024.

SÃO SEBASTIÃO, 2021. Lei Complementar nº263/2021, dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São Sebastião. Disponível em: https://www.saosebastiao.sp.gov.br/sistemas/oficialdocs/arquivos/24210263.pdf. Acessado em 01/08/2024.

SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2024. Caracterização Socio Ambiental de Uso e Ocupação do Solo. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-ocasionadas-pelo-meio-ambiente/doc/06solo_infra.pdf. Acessado em: 01/09/2024.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C. & CINTRÓN, G. 2015. Monitoramento do Ecossistema Manguezal: estrutura e características funcionais. *In*: Turra, A. & Dedanai, M.R. (orgs). Protocolos de campo para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros. Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo – SP: IOUSP, p. 65 – 83. 255p. Capítulo 4.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; BERNINI, E.; LAGE-PINTO, F.;ALMEIDA, R.; REIS-NETO, A.S.; CUNHA-LIGNON, M.; BITTENCOURT, S. 2024. Ecossistema manguezal no Brasil: Situação do conhecimento científico e recomendações para sua gestão, proteção e conservação. Capítulo2. Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento [recurso digital] / Organizadores: Wolfgang J. Junk; Cátia Nunes da Cunha. 1.ed. - Cuiabá-MT: Carlini & Caniato Editorial, 2024. 720 p.

SCHIAVI, M.T.; CAMARGO, G.M.; HOFFMANN, W.A.M. 2021. As redes sociais como uma ferramenta de pesquisa para avaliar o impacto da divulgação de grupos de pesquisa – estudo de caso. Revista Tecnologia e Sociedade. ISSN: 1984-3526. Disponível em: http:///periodicos.ufpr.edu.br/rts.

SOARES, M.L.G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Oceanografia , Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

THOMPSON, R.C.; MOORE, C.J.; SAAL, F.S.V.; SWAN, S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364. n.1526, p. 2153-2166.

TURRA, A. 2020. Lixo nos Mares: do entendimento à solução / Alexander Turra, Marina Ferreira Mourão Santana, Andréa de Lima Oliveira, Lucas Barbosa, Rita Monteiro Camargo, Fabiana Tavares Moreira, Márcia Regina Denadai. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

UFMG, 2021. Universidade Federal de Minas Gerais. Periódicos. Disponível em: https://www.periodicosdeminas.ufmg.br/entenda-a-importancia-das-redes-sociais-na-divulgacao-cientifica/ Acessado em: 15/01/2024.

UNEP/IOC, 2009. United Nations Environment Programme. Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. Regional Seas Reports and Studies No. 186 IOC Technical Series No. 83.

UNEP, 2021. United Nations Environment Programme (2021). Turning off the Tap. How the world can end plastic pollution and create a circular economy. Nairobi.

VELDE, K.V.; HUGÉ, J.; FRIESS, D.A.; KOEDMAN, N.; DAHDOUH-GUEBAS, F. 2019. Stakeholder discourses on urban mangrove conservation and management. Ocean & Coastal Management. Volume 178.

VENTURA, A.O.B.; LANA, P.C. 2014. A new empirical index for assessing the vulnerability of peri-urban mangroves. Journal of Environmental Management, Volume 145, Pages 289-298.