



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo

IVONICE SENA DE SOUZA

**DINÂMICA DA PAISAGEM COSTEIRA E OS IMPACTOS DA ELEVAÇÃO DO
NÍVEL MÉDIO DO MAR NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO
IGUAPE, NO RECÔNCAVO BAIANO**

SÃO CRISTÓVÃO-SE
2023

IVONICE SENA DE SOUZA

**DINÂMICA DA PAISAGEM COSTEIRA E OS IMPACTOS DA ELEVAÇÃO DO
NÍVEL MÉDIO DO MAR NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO
IGUAPE, NO RECÔNCAVO BAIANO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia-PPGEO da Universidade Federal de Sergipe-UFS, como requisito obrigatório para obtenção de título de Doutora em Geografia, na Área de Concentração Produção do Espaço Agrário e Dinâmicas Territoriais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosemeri Melo e Souza.
Linha de Pesquisa: Dinâmica Ambiental e Ordenamento do Território.

SÃO CRISTÓVÃO-SE
2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S729d Souza, Ivonice Sena de.
Dinâmica da paisagem costeira e os impactos da elevação do nível médio do mar na reserva extrativista marinha da baía do Iguape, no Recôncavo Baiano / Ivonice Sena de Souza ; orientadora Rosemeri Melo e Souza. – São Cristóvão, SE, 2023. 210 f.: il.

Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Ecologia costeira - Bahia. 2. Reservas naturais. 3. Plantas do manguezal. 4. Impacto ambiental. 5. Salinidade. I. Souza, Rosemeri Melo e, orient. II. Título.

CDU 911.52:504(813.8)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

IVONICE SENA DE SOUZA

**DINÂMICA DA PAISAGEM COSTEIRA E OS IMPACTOS DA ELEVAÇÃO DO
NÍVEL MÉDIO DO MAR NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO
IGUAPE, NO RECÔNCAVO BAIANO**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, na área de concentração produção do espaço agrário e dinâmicas territoriais e linha de pesquisa dinâmica ambiental e ordenamento do território.

Aprovada em 12 de dezembro de 2023.

Banca Examinadora:

Dr^a. Rosemeri Melo e Souza – PPGEO e DEAM / UFS

Dr^a. Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto - PPGEO e DGE / UFS

Dr. Jailton de Jesus Costa - CODAP e PRODEMA / UFS

Dr^a. Márcia Eliane Silva Carvalho – PPGEO e DGE / UFS

Dr. Dante Severo Giudice - UCSAL

SÃO CRISTÓVÃO-SE
2023

“O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente”

Mahatma Gandhi

“Ninguém conhece as suas próprias capacidades enquanto não as colocar à prova”

Públio Siro

Dedico este trabalho a minha família (pai, mãe, irmãos e a minha filha), sem eles eu não teria alcançado mais essa meta. Muito obrigada por tudo!

Aos pescadore(a)s e marisqueiro(a)s pela luta do dia a dia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização geográfica da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano (BA).....	25
Figura 02: Desenho da Tese.....	29
Figura 03: Distribuição espacial dos estressores das mudanças climáticas.....	48
Figura 04: Cenários de padrões de reposta do manguezal conforme as alterações do nível do mar.....	50
Figura 05: Etapas do método hipotético dedutivo - Karl Popper.....	54
Figura 06: Fluxograma da implementação estrutural do modelo BR-MANGUE.....	55
Figura 07: Cena 216_69, da imagem do ano de 2022, composição 654.....	59
Figura 08: Composição colorida para a imagem Landsat 9.....	62
Figura 09: Recorte espacial da RESEX Baía do Iguape - espaço celular vazio.....	63
Figura 10: Chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra representadas pela imagem LANDSAT 9.....	66
Figura 11: Metadados da Imagem Landsat 8, ano de 2017.....	72
Figura 12: Espaço celular preenchido com atributos de uso e cobertura da terra para a RESEX Baía do Iguape- BA.....	74
Figura 13: Espaço celular preenchido com atributos de solo para a RESEX Baía do Iguape- BA.....	75
Figura 14: Espaço celular preenchido com atributos de altimetria para a RESEX Baía do Iguape- BA.....	76
Figura 15: Recorte amostral para levantamento estrutural de um bosque de mangue.....	79
Figura 16: Localização geográfica das áreas selecionadas para o estudo da composição florística dos manguezais, na RESEX Baía do Iguape – Recôncavo Baiano.....	80
Figura 17: Mapa de localização da Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape – Cachoeira, Maragogipe e São Félix – BA.....	88
Figura 18: Climograma da Baía do Iguape - BA.....	91
Figura 19: Floresta Ombrófila Densa na comunidade quilombola de Salaminas Putumuju, município de Maragogipe- BA.....	92
Figura 20: Cobertura vegetal de manguezal na RESEX Baía do Iguape. A: <i>Rhizophora mangle</i> L. (mangue vermelho) na localidade do rio Sinunga, São Félix – BA; B: <i>Avicennia schaueriana</i>	

(mangue preto) na localidade do rio Sinunga, São Félix – BA. C: <i>Laguncularia racemosa</i>	
(mangue branco) na localidade de São Roque do Paraguaçu, Maragogipe- BA.....	93
Figura 21: Pedologia - RESEX Baía do Iguape.....	96
Figura 22: Imagens dos solos indiscriminados de mangue.....	97
Figura 23: Os tipos de solos e seus respectivos usos e cobertura na RESEX Baía do Iguape - BA.....	98
Figura 24: Altimetria - RESEX Baía do Iguape.....	101
Figura 25: Barragem Pedra do Cavalo a montante da RESEX Baía do Iguape- BA.....	102
Figura 26: Algumas imagens da área da RESEX no município de Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano; A: B e C: Imagens do Estaleiro Naval nas proximidades das comunidades de Enseada e São Roque do Paraguaçu. C: Embarcação UMS Safe Concordia, de propriedade do grupo norueguês Prosafe atracado no Estaleiro Enseada, em Maragogipe. D: Ponto de embarque e desembarque das travessias de São Roque para a localidade da Enseada, Maragogipe-BA.....	104
Figura 27: Fatores antropogênicos responsáveis pela redução dos recursos pesqueiros na RESEX Baía do Iguape- BA.....	105
Figura 28: Mapeamento multitemporal de uso e cobertura da terra na RESEX a Baía do Iguape/BA.....	110
Figura 29: Localização geográfica e seus respectivos usos e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape.....	111
Figura 30: Cobertura vegetal de manguezal na área de estudo representados nas imagens de campo.	113
Figura 31: As imagens A e B mostram a presença de resíduos sólidos nas áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape, no entorno da área urbana de Maragogipe.....	117
Figura 32: A: Área de manguezal circundada por pastagens e área urbanizada na localidade de Coqueiros, município de Maragogipe - BA. B: Evolução dos manguezais em área de apicum, Guai-Capanema, Maragogipe-BA.....	118
Figura 33: Evolução das áreas de manguezal na RESEX Baía do Iguape, em Cachoeira - BA.....	119
Figura 34: Árvores da piaçava na comunidade quilombola de Salaminas Putumuju. B: Etapa de beneficiamento artesanal da piaçava.....	120
Figura 35: Pastagens e áreas de manguezais na localidade de Najé, Maragogipe-BA.....	121
Figura 36: Área de conflito: espelho d'água, manguezais e os cultivos de eucalipto.....	122

Figura 37: Floresta Ombrófila Densa, município de Cachoeira- BA.....	124
Figura 38: Temperatura da Superfície Terrestre - RESEX Baía do Iguape, Recôncavo Baiano (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022)	127
Figura 39: Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape e seu entorno (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022)	128
Figura 40: Temperatura de Superfície e o uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape e seu entorno (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022)	132
Figura 41: Tipos de usos e cobertura que apresentaram temperaturas elevadas no estudo de temperatura da superfície terrestre na RESEX Baía do Iguape- BA. A: Solo exposto devido ao cultivo do aipim; B: Pastagens em descanso; C: Área de apicum; D: Área urbanizada.....	133
Figura 42: Classes de uso e cobertura da terra na Baía do Iguape. (A) Situação inicial sem ENMRM (2020), (B) Final da Simulação após ENMRM de 1 m (2100)	137
Figura 43: Simulação dos impactos de elevação do nível médio relativo do mar para a poligonal da RESEX Baía do Iguape- BA.....	139
Figura 44: Simulação dos impactos de elevação do nível médio relativo do mar na RESEX Baía do Iguape e seu entorno.....	140
Figura 45: Caranguejo-uçá (<i>Ucides cordatus</i>) na RESEX Baía do Iguape, em Maragogipe, próximo ao cais.....	143
Figura 46: Imagens representativas de uso e cobertura da RESEX Baía do Iguape e seu entorno. A: Manguezais com presença de resíduos sólidos e fezes de equinos; B: Moradias e áreas de pastagens. C: Área preparada para plantio de mandioca; D: Armações de pesca conhecida como camboa (curral de pesca), no fundo da imagem é possível visualizar uma plantação de eucalipto.....	144
Figura 47: Mapeamento das artes fixas de pesca identificadas na área de estudo através de imagens <i>Google Earth</i> de 2014. “Camboas” 163 (pontos vermelhos) na Baía do Iguape.....	146
Figura 48: Atividades pesqueiras na RESEX Baía do Iguape. A: Peca com rede grande, na cidade de Maragogipe- BA. B: Extração manual de Sururu, comunidade de Santiago do Iguape, Cachoeira-BA.....	148
Figura 49: Área de transição de mangue para área de vegetação.....	150
Figura 50: Barreira antrópica para a migração dos manguezais, RESEX Baía do Iguape, município de Maragogipe-BA.....	151

Figura 51: Cerca de uma fazenda no entorno do manguezal e áreas de apicum dentro da propriedade, na Baía do Iguape.....	152
Figura 52: Pastejo de gado em área de apicum na RESEX Baía do Iguape, Cachoeira-BA.....	153
Figura 53: Altura e diâmetros médios para as espécies de mangues amostradas na RESEX Baía do Iguape – BA.....	157
Figura 54: Área de estudo 1 próximo a foz do rio Sinunga – São Félix - BA.....	160
Figura 55: Mosaico de imagens (A, B e C) de diferentes locais na Foz do Rio Sinunga, destacando o brotamento dos mangue da espécie <i>Laguncularia racemosa</i> e Figura 53 D: <i>Rhizophora mangle</i> , São Félix-BA.	162
Figura 56: Ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais. A e B: Imagens da ação do avanço da maré na área de transição manguezal e remanescente da vegetação Ombrófila. C e D: Áreas de apicum preservadas favorável a migração dos manguezais no avanço do nível médio do mar.....	163
Figura 57: Área de estudo 3 no Vale do Iguape, próximo a comunidade de Santiago do Iguape – Cachoeira - BA.....	165
Figura 58: Ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais próxima a comunidade de Santiago do Iguape. A: Área de transição de manguezal com outros ambientes B: Áreas de manguezais e apicum cercados.	166
Figura 59: Área de estudo 2 na Ponta do Ferreiro em Salaminas Putumuju, Maragogipe - BA.....	168
Figura 60: Imagens de campo na localidade de Salaminas, Maragogipe- BA. A: Solapamento das raízes do mangue devido a ação das marés. B: Ambiente de transição do bosque de mangue com outras feições típicas de manguezais. C e D: Destaque para as raízes da <i>Rhizophora mangle</i> na localidade de Salaminas.....	170

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Unidades Taxonômicas da Paisagem propostas por George Bertrand em 1968.....	36
Quadro 02: Estudos internacionais e nacionais de modelagem de impactos de elevação do Nível Médio do Mar sobre as florestas de manguezais.....	42
Quadro 03: Autores que contribuíram para o sexto relatório do IPCC na avaliação dos impactos das mudanças climáticas, em relação ao eixo Oceanos e ecossistemas costeiros e seus serviços ambientais.....	45
Quadro 04: Autores nacionais e internacionais que participaram do Comitê da Terceira Conferência Internacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, em 2014, no Brasil.....	46
Quadro 05: Potenciais impactos positivos e negativos das mudanças climáticas na biomassa e extensão da floresta de manguezais.....	49
Quadro 06: Composição das informações contidas no banco de dados com arquivos vetoriais.....	57
Quadro 07: Composição das informações contidas no banco de dados com arquivos matriciais.....	58
Quadro 08: Composição das informações contidas no banco de dados com arquivos alfanuméricos.....	58
Quadro 09: Níveis de abstração adotados no mapeamento de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape, adaptados dos Manuais de uso e ocupação das Terras e do Manual de vegetação.....	64
Quadro 10: Elementos de interpretação de imagens de SR.....	65
Quadro 11: Elementos e valores da fórmula de conversão para radiância extraídos do metadados da imagem do Sensor Landsat 8 e 9, banda 10 – 2017 e 2022.....	70
Quadro 12: Atividades de campo realizadas na RESEX Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Projeção de aumento da temperatura e do nível do mar para o século XXI.....	44
Tabela 02: Projeções de aumento médio do nível do mar.....	47
Tabela 03: Imagens do Sensor Landsat e suas respectivas datas.....	59
Tabela 04: Características das bandas das imagens de satélite Landsat 5.....	60
Tabela 05: RMS dos georreferenciamento da cena.....	61
Tabela 06: Índice Kappa.....	68
Tabela 07: Matriz de confusão 1986.....	68
Tabela 08: Matriz de confusão 1994.....	68
Tabela 09: Matriz de confusão 2003.....	68
Tabela 10: Matriz de confusão 2017.....	69
Tabela 11: Matriz de confusão 2022.....	69
Tabela 12: Coeficientes de Acurácia Global dos Mapas.....	69
Tabela 13: Elementos e valores da formula de conversão para radiância extraídos do metadados da imagem do Sensor Landsat 8 e 9, banda 10 – 2017 e 2022.....	71
Tabela 14: Elementos e valores utilizados para transformar radiância em temperatura Kelvin.....	72
Tabela 15: Descrição da equação sobre Densidade absoluta.....	81
Tabela 16: Descrição da equação sobre Densidade relativa.....	81
Tabela 17: Descrição da equação da Frequência absoluta.....	82
Tabela 18: Descrição da equação da Frequência relativa.....	82
Tabela 19: Descrição da equação sobre a área basal.....	82
Tabela 20: Descrição da equação da dominância absoluta.....	82
Tabela 21: Descrição da equação da dominância relativa.....	83
Tabela 22: Descrição da equação sobre o valor de importância.....	83
Tabela 23: Dados referente as marés na região do Iguape.....	94
Tabela 24: Quantificação das classes de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape.....	112
Tabela 25: Quantificação das áreas de cobertura (em Km ²), assim como percentagem (%), por município da área de estudo, para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022.....	114
Tabela 26: Temperaturas mínimas e máximas na RESEX Baía do Iguape para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022.....	129

Tabela 27: Eventos de <i>El Niño e La Niña</i> que ocorreram na história.....	130
Tabela 28: Temperaturas máximas e mínimas para as áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022)	134
Tabela 29: Classes de Uso e Cobertura da terra e seus respectivos ganhos e perdas na ENMRM na RESEX Baía do Iguape.....	138
Tabela 30: Padrões de declínio, resistência e expansão do manguezal para o período de aproximadamente a cada 20 anos de elevação do NMRM simulados.....	141
Tabela 31: Composição florística do manguezal da RESEX Baía do Iguape - BA.....	156
Tabela 32: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas na RESEX Baía do Iguape-BA.....	157
Tabela 33: Áreas amostradas na franja do bosque de mangue, próximo ao curso d'água na RESEX Baía do Iguape – BA.....	158
Tabela 34: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais na RESEX Baía do Iguape – BA.....	159
Tabela 35: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de franja, próximo ao curso d'água no bosque de mangue da área 1 no rio Sinunga, São Félix-BA.....	159
Tabela 36: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais no bosque de mangue da área 1 no rio Sinunga, São Félix-BA.....	161
Tabela 37: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de franja, próximo ao curso d'água no bosque de mangue da área 3 na comunidade de Santiago do Iguape, Cachoeira- BA.....	164
Tabela 38: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais no bosque de mangue da área 3 na comunidade de Santiago do Iguape-BA, Cachoeira - BA.....	166
Tabela 39: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de franja, próximo ao curso d'água no bosque de mangue da área 2 em Salaminas, Maragogipe-BA.....	167
Tabela 40: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais no bosque de mangue da área 2 em Salaminas, Maragogipe-BA.....	169

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA- Área de Proteção Ambiental

AIM- Área Influência da Maré

BD- Banco de Dados

BDG- Banco de Dados Geográficos

BM- Baixa Mar

BTS- Baía de Todos os Santos

CAAE- Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CCAF- Comitê de Compensação Ambiental Federal

CEP- Comitê de Ética em Pesquisa

cm- Centímetros

DOLs: Distúrbios Ondulatórios de Leste

ENMRM- Elevação do Nível Médio Relativo do Mar

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária

GPS- Sistema de Posicionamento Global

GEE- Gases de Efeito Estufa

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBIO- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INEMA- Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

INPE- Instituto de Pesquisas Espaciais

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas)

Ha- Hectares

Lat/Long- Latitude/ Longitude

LANDSAT- Land Remote Sensing Satellite/ Thematic Mapper

m - Metro

MDE- Modelo Digital de Elevação

MMA- Ministério do Meio Ambiente

MPF- Ministério Público Federal

M.W.W.S - Preamar média de sizígia (“Mean High Water Springs”)

M.H.W.N- Preamar média quadratura (“Mean High Water Neaps”)

M.L.W.S- Baixa-mar média de sizígia (“Mean Low Water Springs”)

M.L.W.N- Baixa-mar média de quadratura (“Mean Low Water Neaps”)
NMRM- Nível Médio Relativo do Mar
PBMC- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PDI- Processamento Digital de Imagens
PM- Preamar
OLI- Operational Land Imager
QGIS- Quantum GIS
RCP- Representative Concentration Pathways (Caminhos Representativos de Concentração)
RESEX- Reserva Extrativista
RMS - Root Mean Square
SIG- Sistemas de Informação Geográficas
SIRGAS- Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
SISBIO- Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SRTM- Shuttle Radar Topography Mission
WGS- World Geodetic System
TSM- Temperatura Superficial do Mar
TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGS- Teoria Geral dos Sistemas
TIRS - Thermal Infrared
TM- Thematic Mapper
TSM- Temperatura Superficial do Mar
VCAS- Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
UC- Unidade de Conservação
UFOP- Universidade de Ouro Preto
UFS- Universidade Federal de Sergipe
USGS- United States Geological Survey
UTM- Universal Transversal de Mercator
ZCIT- Zona de Convergência Intertropical

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado forças, coragem e muita sabedoria para a realização de mais uma etapa muito importante da minha vida. Agradeço a minha fonte de inspiração, o amor da minha vida, a minha filha, Yasmin. Agradeço a minha família, especialmente a minha querida Mãe, Marilene, por todo apoio durante todo este percurso; ao meu Pai, Francisco; ao meu irmão, Marcos Antônio, e, em especial, a minha irmã-amiga Ana Paula por estar comigo em cada etapa deste processo. Aos poucos e verdadeiros amigos, pelas ajudas e incentivos.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe – PPGEO/UFS pelo apoio institucional à realização deste estudo. Agradeço também, a gestora do ICMBio, na pessoa de Rafaela Farias (ICMBio) e Vinicius Costa, pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa; aos conselheiros da RESEX, especialmente, a Sr^a. Janete da comunidade do Guai, ao Sr. Edson da comunidade de Santiago do Iguape e Sr. Hélio da comunidade de Salaminas e todos os pescadores e marisqueiras da RESEX Baía do Iguape pela inestimável acolhida, envolvimento e ajuda durante os trabalhos de campo nos municípios de São Félix, Maragogipe e Cachoeira.

Agradeço a Danilo, morador da localidade do rio Sinunga, no município de São Félix, aluno na escola onde trabalho. Danilo me acompanhou nos percursos das trilhas nos bosques de mangue, além de auxiliar nas medições das estruturas dos mangues. Ele fez parte do laboratório dos “erros e acertos”, na execução da atividade de identificação da composição e mensuração florística dos manguezais. Além disso, ele pôde compartilhar com a equipe de pesquisadores as picadas de moribundos.

Um agradecimento muito especial a minha orientadora pelo apoio, dedicação e pelas ricas sugestões, contribuições e discussões nas orientações acerca do trabalho realizado. Não tenho palavras para agradecer e definir a pessoa maravilhosa que você é. Só tenho agradecer! Que Deus continue te abençoado imensamente, professora Rose.

Ao Professor Denilson da Silva Bezerra por disponibilizar o código do modelo para a realização da modelagem, muito obrigada!

Para a realização deste trabalho também foi essencial a compreensão da diretora do Colégio Estadual Rômulo Galvão, do município de São Félix, Hozana Mota Costa Pinto, as vices- diretoras, Elaine Cristina e Glauce Souza e ao coordenador Aldo Júlio Fróes por entender a minha ausência na escola, em alguns momentos, muito obrigada!

As minhas colegas, Carla Alessandra Melo e Michele Silva, amizade que me acompanham desde da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), obrigada meninas pelo incentivo na realização do doutorado em outro Estado, e por todo apoio.

Ao meu colega, Rafael Vinicius de São José, pela amizade e trocas de ideias sobre o trabalho desenvolvido. Meu irmão, muito obrigada!

Aos meus colegas de turma, especificamente Acácia Maria no doutorado e Karolaine no mestrado, pela amizade. Ao Secretário Jobson, mesmo no pouco tempo de convivência. Um muito obrigada aos professores do PPGeo/UFS, Alexandrina Luz Conceição, Christiane Senhorinha Soares Campos, Jose Eloizio da Costa, Josefa de Lisboa Santos, Maria Augusta Mundim Vargas, Francisco Jablinski Castelhana, Marcia Eliane Silva Carvalho e Neise Mare de Souza Alves, pelas dicas e ensinamentos.

Aos meus companheiros das viagens de campo, Ana Paula Sena, Marcos Antônio e Danilo.

À banca examinadora, pela disponibilidade e contribuições. Obrigada Prof^a. Dra. Josefa Eliane Pinto, Prof. Dr. Jailton Costa, Prof. Dr. Dante Severo Giudice e Prof^a. Dr^a. Márcia Eliane Silva.

Meu muito obrigada a todos!!!

RESUMO

As zonas costeiras estão expostas aos riscos ambientais provocados pelas mudanças climáticas, acelerada pelas ações antrópicas e, dentre suas consequências, destaca-se a provável Elevação do Nível Médio Relativo do Mar (ENMRM). As projeções apontam para um cenário de impactos em diversas cidades e ecossistemas costeiros, até o final do século XXI. Neste contexto, ressalta-se que de todos os elementos que compõem a paisagem costeira, o ecossistema manguezal é considerado o mais vulnerável aos impactos de ENMRM devido ao aumento da salinidade que poderá ser provocado por este evento. Pesquisas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) preveem um cenário alarmante até 2100, quando poderá chegar a mais de um metro. Neste sentido, o estudo tem como objetivo geral analisar os efeitos sistêmicos relativos à elevação do nível médio do mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape (RESEX Baía do Iguape), localizada no Recôncavo Baiano. No recorte espacial, optou-se por gerar um buffer de 500 metros no entorno da poligonal da RESEX. A percepção de território para comunidades tradicionais nem sempre está limitada às demarcações legais. Neste sentido, buscou-se por meio de um modelo espacialmente explícito, baseado em autômatos celulares e Sistema de Informações Geográficas (SIG), identificar padrões de resistência, migração e/ou inundação desses manguezais. Nesta perspectiva, o método científico que direciona este estudo é o hipotético-dedutivo, com base na análise integrada da paisagem numa perspectiva sistêmica. Os procedimentos metodológicos englobaram etapas de gabinete e campo, o primeiro corresponde a pesquisa bibliográfica, organização de um banco de dados geográficos em ambiente SIG, tabulação de dados, tratamento e geração de produtos cartográficos, processamento digital de imagens de satélite, confecção de mapas de uso e cobertura da terra, estimativas de temperatura de superfície terrestre e modelagem dos impactos de ENMRM sobre os manguezais. Já a etapa de campo corresponde a observação e verificação *in loco*, coleta de coordenadas geográficas, registro fotográfico, identificação florística, medições da estrutura dos mangues e entrevistas com pescadores e marisqueiras. A simulação dos impactos decorrentes da elevação do nível do mar compreende o intervalo temporal de 2022 a 2100. Quando ocorre a ENMRM em direção ao continente, as áreas de manguezais podem ser inundadas/erodidas. Na RESEX Baía do Iguape, nos últimos 36 anos (1986 a 2022), houve expansão da área de manguezal. Na estimativa de temperatura da superfície da terra, foi detectado que as áreas antropizadas e o apicum apresentaram as maiores temperaturas e as áreas de florestas ombrófilas densas, as menores. De acordo com os resultados obtidos a partir da modelagem, a área de mangue migrada não compensará a área de manguezal extinta. A perda de manguezais implicará na redução dos espaços de pesca e mariscagem. O avanço dos manguezais em direção ao continente se darão em áreas de apicum e de vegetação. As áreas favoráveis a migração dos manguezais estão ameaçadas, estas encontram-se sobre o uso antrópico. Além disso, os resultados indicam que o ecossistema manguezal encontrará barreiras que inviabilizarão a sua migração para o continente. A migração dos manguezais estará condicionada ao uso que se dará ao solo em seu entorno. As atividades antrópicas podem acelerar o processo de degradação dos manguezais frente à elevação do nível do mar, quando estas atuam como fatores que inviabilizam a migração do mangue para o continente. Na reserva, foram registrados três espécies de mangue, distribuídos em *Laguncularia racemosa* (mangue-branco), *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho) e *Avicennia schaueriana* (mangue-preto). Nesta conjuntura, as simulações ambientais são essenciais na busca de compreensão dos padrões de resposta do manguezal ao possível evento de ENMRM, sobretudo em áreas de uso e ocupação complexos, onde há uma intensa ocupação e exploração antrópica, permitindo gerar diagnósticos e prognósticos para um melhor gerenciamento do espaço costeiro, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de adaptação frente a ENMRM. O uso de técnicas de modelagem é fundamental para prever e entender os possíveis impactos antes que estes ocorram.

Palavras-Chave: Comunidades pesqueiras, elevação das marés, manguezal, modelagem ambiental, zona costeira.

ABSTRACT

Coastal areas are exposed to environmental risks caused by climate change accelerated by human actions and, among their consequences, the probable Rise in the Average Relative Sea Level (ENMRM) stands out. Projections point to a scenario of impacts on several cities and coastal ecosystems until the end of the 21st century. In this context, it is noteworthy that of all the elements that make up the coastal landscape, the mangrove ecosystem is considered the most vulnerable to the impacts of ENMRM due to the increase in salinity that could be caused by this event. Research by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022) predicts an alarming scenario by 2100, when it could reach more than one meter. In this sense, the study's general objective is to analyze the systemic effects related to the rise in average sea level on mangroves and fishing communities in the Marine Extractive Reserve of Baía do Iguape (RESEX Baía do Iguape), located in Recôncavo Baiano. In the spatial outline, it was decided to generate a 500 meter buffer around the RESEX polygon. The perception of territory for traditional communities is not always limited to legal demarcations. In this sense, we sought, through a spatially explicit model, based on cellular automata and Geographic Information System (GIS), to identify patterns of resistance, migration and/or flooding of these mangroves. From this perspective, the scientific method that directs this study is hypothetical-deductive, based on the integrated analysis of the landscape from a systemic perspective. The methodological procedures included office and field stages, the first corresponding to bibliographical research, organization of a geographic database in a GIS environment, data tabulation, treatment and generation of cartographic products, digital processing of satellite images, creation of maps of land use and cover, land surface temperature estimates and modeling of ENMRM impacts on mangroves. The field stage corresponds to on-site observation and verification, collection of geographic coordinates, photographic records, floristic identification, measurements of the structure of the mangroves and interviews with fishermen and shellfish gatherers. The simulation of impacts resulting from sea level rise covers the time range from 2022 to 2100. When the ENMRM occurs towards the continent, mangrove areas can be flooded/eroded. At RESEX Baía do Iguape, in the last 36 years (1986 to 2022), there has been an expansion of the mangrove area. When estimating the temperature of the earth's surface, it was detected that the anthropized areas and the apicum presented the highest temperatures and the areas of dense rainforests, the lowest. According to the results obtained from the modeling, the migrated mangrove area will not compensate for the extinct mangrove area. The loss of mangroves will result in a reduction in fishing and shellfishing spaces. The advance of mangroves towards the continent will occur in areas of apicum and vegetation. Areas favorable to mangrove migration are threatened and are subject to anthropogenic use. Furthermore, the results indicate that the mangrove ecosystem will encounter barriers that will make its migration to the continent unfeasible. The migration of mangroves will be conditioned on the use that will be given to the surrounding land. Human activities can accelerate the process of degradation of mangroves in the face of rising sea levels, when these act as factors that make the migration of mangroves to the continent unfeasible. In the reserve, three species of mangrove were recorded, distributed in *Laguncularia racemosa* (white mangrove), *Rhizophora mangle* (red mangrove) and *Avicennia germinans* (black mangrove). At this juncture, environmental simulations are essential in the search for understanding mangrove response patterns to the possible MRSLR event, especially in areas of complex use and occupation, where there is intense human occupation and exploitation, allowing the generation of diagnoses and prognoses for a better management of coastal space, assisting in the development of adaptation strategies in the face of ENMRM. The use of modeling techniques is essential to predict and understand possible impacts before they occur.

Keywords: Fishing communities, tidal elevation, mangroves, environmental modeling, coastal zone.

RESUMEN

Las zonas costeras están expuestas a riesgos ambientales provocados por el cambio climático acelerado por la acción humana y, entre sus consecuencias, destaca el probable Aumento del Nivel Promedio Relativo del Mar (ENMRM). Las proyecciones apuntan a un escenario de impactos en varias ciudades y ecosistemas costeros hasta finales del siglo XXI. En este contexto, cabe destacar que de todos los elementos que conforman el paisaje costero, el ecosistema de manglares es considerado el más vulnerable a los impactos de los ENMRM debido al aumento de la salinidad que podría provocar este evento. Una investigación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022) pronostica un escenario alarmante para el año 2100, cuando podría alcanzar más de un metro. En este sentido, el objetivo general del estudio es analizar los efectos sistémicos relacionados con el aumento del nivel medio del mar sobre los manglares y las comunidades pesqueras en la Reserva Extractiva Marina de Baía do Iguape (RESEX Baía do Iguape), ubicada en Recôncavo Baiano. En el trazado espacial se optó por generar un buffer de 500 metros alrededor del polígono RESEX. La percepción del territorio por parte de las comunidades tradicionales no siempre se limita a demarcaciones legales. En este sentido, buscamos, a través de un modelo espacialmente explícito, basado en autómatas celulares y Sistemas de Información Geográfica (SIG), identificar patrones de resistencia, migración y/o inundación de estos manglares. Desde esta perspectiva, el método científico que orienta este estudio es hipotético-deductivo, basado en el análisis integrado del paisaje desde una perspectiva sistémica. Los procedimientos metodológicos incluyeron etapas de gabinete y campo, la primera correspondiente a investigación bibliográfica, organización de una base de datos geográfica en ambiente SIG, tabulación de datos, tratamiento y generación de productos cartográficos, procesamiento digital de imágenes satelitales, creación de mapas de uso y cobertura del suelo, estimaciones de la temperatura de la superficie terrestre y modelización de los impactos de los ENMRM en los manglares. La etapa de campo corresponde a la observación y verificación in situ, recolección de coordenadas geográficas, registros fotográficos, identificación florística, mediciones de la estructura de los manglares y entrevistas a pescadores y mariscadores. La simulación de los impactos resultantes del aumento del nivel del mar cubre el rango de tiempo de 2022 a 2100. Cuando el ENMRM ocurre hacia el continente, las áreas de manglares pueden quedar inundadas/erosionadas. En la RESEX Baía do Iguape, en los últimos 36 años (1986 a 2022), hubo una expansión del área de manglares. Al estimar la temperatura de la superficie terrestre, se detectó que las zonas antropizadas y el apicum presentaron las temperaturas más altas y las zonas de bosques densos, las más bajas. Según los resultados obtenidos del modelado, el área de manglares migrados no compensará el área de manglares extintos. La pérdida de manglares se traducirá en una reducción de los espacios para la pesca y el marisqueo. El avance de los manglares hacia el continente se dará en zonas de apicum y vegetación. Las áreas favorables a la migración de manglares están amenazadas y sujetas a uso antropogénico. Además, los resultados indican que el ecosistema de manglar encontrará barreras que harán inviable su migración al continente. La migración de manglares estará condicionada al uso que se le dará a los terrenos aledaños. Las actividades humanas pueden acelerar el proceso de degradación de los manglares ante el aumento del nivel del mar, cuando estos actúan como factores que hacen inviable la migración de manglares al continente. En la reserva se registraron tres especies de mangle, distribuidas en *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (mangle negro). En esta coyuntura, las simulaciones ambientales son fundamentales en la búsqueda de comprender los patrones de respuesta de los manglares ante el posible evento ENMRM, especialmente en áreas de uso y ocupación complejas, donde existe intensa ocupación y explotación humana, permitiendo generar diagnósticos y pronósticos para un mejor gestión del espacio costero, ayudando en el desarrollo de estrategias de adaptación frente a las ENMRM. El uso de técnicas de modelización es esencial para predecir y comprender posibles impactos antes de que ocurran.

Palabras clave: Comunidades pesqueras, elevación de mareas, manglares, modelación ambiental, zona costera

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	22
SEÇÃO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	31
1.1 Geografia e a Abordagem Integrada da Paisagem.....	32
1.2 Contribuições do Geoprocessamento na Análise Espacial e Modelagem Ambiental.....	39
1.3 Elevação do Nível Médio do Mar e os Impactos sobre as Florestas de Manguezal.....	44
SEÇÃO 2: PERCURSO METODOLÓGICO	52
2.1 Abordagem Metodológica da Pesquisa.....	53
2.2 Banco de Dados Geográficos e Processamento Digital de Imagem - Uso e Cobertura da Terra e Modelagem Simulatória.....	56
2.3 Mapeamento Multitemporal de Uso e Cobertura das Terras.....	64
2.4 Validação dos mapas de Uso e Cobertura das Terras.....	67
2.5 Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape.....	70
2.6 Simulação Espacial-BR- Mangue.....	72
2.7 Alterações Estruturais nos Bosques de Mangue e no Substrato.....	77
2.8 Padrões Fitogeográficos dos Manguezais.....	77
2.9 Trabalhos de Campo e entrevistas.....	83
SEÇÃO 3: CONFIGURAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO IGUAPE- BA.....	86
3.1 Área de Estudo.....	87
3.2 Aspectos Climáticos na RESEX Baía do Iguape-BA.....	89
3.3 Cobertura Vegetal na RESEX Baía do Iguape-BA.....	91
3.4 Regime de Marés na RESEX Baía do Iguape.....	94
3.5 Aspectos Pedológicos na RESEX Baía do Iguape-BA.....	95
3.6 Hipsometria/Altimetria na RESEX Baía do Iguape-BA.....	100
3.7 Conflitos Socioambientais na RESEX Baía do Iguape-BA.....	102
SEÇÃO 4: DINÂMICA DA PAISAGEM E OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS AMBIENTAIS ANTRÓPICAS E NATURAIS.....	106
4.1 Dinâmica Espaço-Temporal de Uso e Cobertura das Terras na Reserva Extrativista Marinha da Baía de Iguape.....	107
4.2 Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape.....	125
4.3 Modelação Espacial da Elevação do Nível Médio do Mar sobre os Manguezais na RESEX Baía do Iguape.....	135

4.4 Composição e estrutura florística dos manguezais, frente aos impactos da elevação do nível médio do mar na RESEX Baía do Iguape.....	155
CONCLUSÃO.....	172
REFERÊNCIAS	176
ANEXOS.....	194
Anexo A- Autorização do MMA/ICMBio à realização de pesquisa na RESEX Marinha Baía do Iguape.....	195
Anexo B - Formulário de Campo.....	198
Anexo C- Parecer CEP UFS.....	199
Anexo D- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	206
Anexo E- Roteiro de Entrevistas semiestruturadas.....	208

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A zona costeira se constitui de características naturais particulares, ou seja, possui uma diversidade de ambientes costeiros associados a diferentes ecossistemas, no entanto, é uma das áreas sob forte perturbação/pressão ambiental em nível global; estando submetida a uma intensa concentração populacional (Gruber; Barboza; Nicolodi, 2003). Por essa razão, trata-se de uma região geográfica vulnerável e sujeita a ocorrência de eventos naturais extremos devido a sua interface entre a zona continental e a zona marinha, propensa a riscos ambientais (Iwama; Batistella; Ferreira, 2014).

Um dos riscos ambientais que a zona costeira está sujeito é a mudança climática, acelerada pelas ações antrópicas e, dentre suas consequências, destaca-se a provável Elevação do Nível Médio Relativo do Mar (ENMRM). A ENMRM no século passado variou de 0,12 metros (m) a 0,22 m e este avanço poderá oscilar de 0,26 m a 0,59 m até a última década do século XXI (IPCC, 2007). Pesquisas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) preveem um cenário ainda mais alarmante até 2100, onde a ENMRM pode chegar a 0,97 m, podendo exceder o alcance provável em mais de um metro em 2100 (IPCC, 2022). As projeções apontam para um cenário de impactos em inúmeras cidades e ecossistemas costeiros (IPCC, 2014).

Os impactos mais prováveis da ENMRM consistem nas inundações costeiras, erosão da linha de costa, perda de ambientes, como: praias, dunas e manguezais, afetando diretamente a dinâmica ambiental e social das áreas litorâneas em nível global, sendo que alguns desses eventos já vem ocorrendo na zona costeira brasileira. Estudos apontam que de todos os elementos que compõem a paisagem costeira, o ecossistema manguezal é considerado o mais vulnerável aos efeitos de ENMRM, isso porque são ecossistemas situados entre o mar e a terra firme, ao longo de boa parte dos litorais tropicais e subtropicais de todo o mundo. Os manguezais atuam como barreiras contra eventos naturais (inundação, ventos e ondas) extremos na costa litorânea.

Os manguezais encontram-se sob ameaças das mudanças climáticas e, conseqüentemente da ocorrência de eventos, como ressacas, tempestades, vendavais e da elevação do nível médio relativo do mar. Esses eventos têm capacidade para submergir, erodir e agredir esses ambientes costeiros que são ocupados pelos manguezais (Escobar; Castro, 2022). “A água do mar, ao invadir o baixo curso dos rios, criará um desequilíbrio nos manguezais por aumentar a salinidade” (Tavares, 2020, p. 74).

Cabe destacar que o Brasil é o segundo país em extensão de áreas de manguezal (13.400 Km²), ficando atrás apenas da Indonésia (42.550 Km²) (Spalding; Blasco; Field, 1997). No Brasil, os manguezais são encontrados ao longo da costa de todos os estados litorâneos, exceto, no estado do Rio Grande do Sul. Na Bahia, este ecossistema encontra-se na zona costeira de todos os municípios, ocupando uma área de aproximadamente 1.000 km² (Ramos, 2002). Além disso, os manguezais têm função importante para as comunidades estuarinas e costeiras, como alternativa de trabalho e renda, principalmente, para as mulheres e jovens do entorno da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape (RESEX Baía do Iguape).

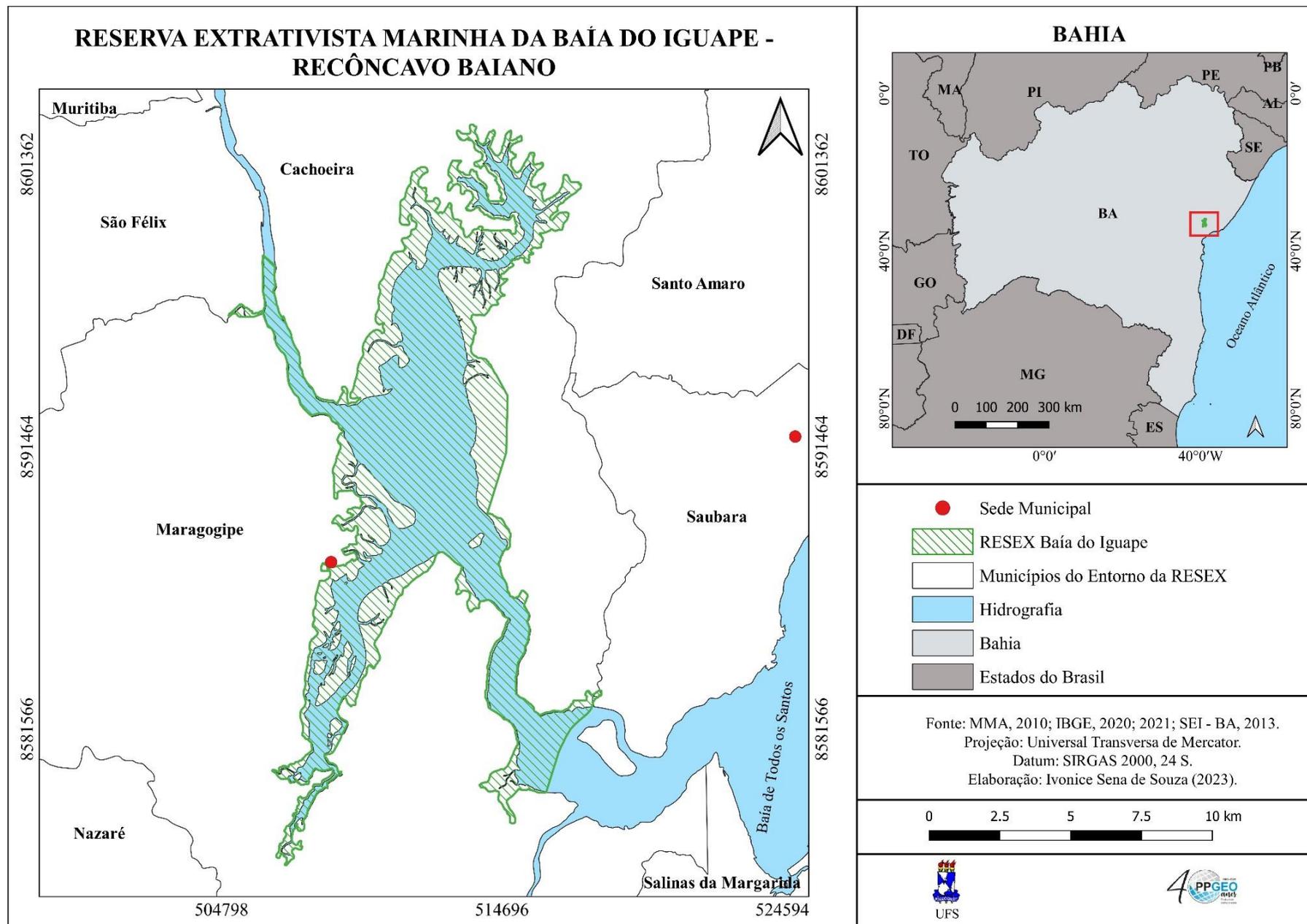
A RESEX Baía do Iguape possui uma floresta de manguezal complexa, e esta vem passando por constantes processos de degradação, tais como: poluição e aterramento dos manguezais, para a expansão urbana; dentre outros problemas ambientais, os quais contribuem para a vulnerabilidade deste ao provável processo de ENMRM.

Em razão da discussão exposta acima, a tese tem como recorte espacial a RESEX Baía do Iguape. A RESEX Baía do Iguape abrange os municípios de Cachoeira, Maragogipe e São Félix, uma área que possui atividade pesqueira predominantemente artesanal (Figura 01). Nas adjacências da RESEX Baía do Iguape, estão localizadas, aproximadamente, 51 comunidades rurais com uma população de mais de 12.000 habitantes, que utilizam a reserva na obtenção de recursos pesqueiros (Zagatto, 2019).

Nestas comunidades, nas áreas próximas à vegetação de manguezal e estuários, a presença de atividades como a pesca e a mariscagem é acentuada. Contudo, as comunidades pesqueiras que vivem na região, sofrem ameaças de diversos setores econômicos, que afetam diretamente o modo de vida pesqueira e o ecossistema manguezal. Além disso, agora, as ameaças das mudanças climáticas. “A elevação do nível médio do mar e a ocorrência de eventos climáticos extremos deverão afetar fortemente os manguezais, mesmo dentro de áreas protegidas” (Escobar; Castro, 2022, n. p).

Portanto, pescadores e marisqueiras encontram-se também vulneráveis as mudanças climáticas, por serem dependentes de recursos marinhos e pesqueiros para a sua sobrevivência. Esse efeito reflete em uma vulnerabilidade socioeconômica para as comunidades destas regiões. A elevação do nível do mar pode contribuir para a insegurança alimentar dessas comunidades.

Figura 01: Localização geográfica da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano (BA).



Partindo desta explanação, este estudo busca responder os seguintes questionamentos:

- ❖ Qual o padrão de resposta dos manguezais a ENMRM para a RESEX da Baía do Iguape?
- ❖ Qual a estimativa de temperatura da superfície terrestre para a RESEX da Baía do Iguape?
- ❖ Qual o grau de vulnerabilidade dos manguezais frente aos impactos da provável ENMRM para a RESEX da Baía do Iguape?
- ❖ De que forma as atividades antrópicas podem acelerar o processo de degradação dos manguezais frente à elevação do nível do mar?
- ❖ Quais as consequências socioambientais da ENMRM para as comunidades que dependem do ecossistema manguezal como meio de sobrevivência?
- ❖ De que forma os efeitos dos eventos de ENMRM repercutirá sobre a reprodução socioespacial das comunidades pesqueiras?
- ❖ A aplicação de instrumentos de Geoprocessamento (Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto) e modelos computacionais permitirão compreender a dinâmica dos padrões de resposta dos manguezais frente ao provável evento de ENMRM?

Diante das questões apresentadas, defende-se a tese de que a elevação do nível médio do mar sobre os manguezais impactará diretamente nos espaços pesqueiros utilizados por pescadores e marisqueiras da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano.

Nesse entendimento, a pesquisa tem como objetivo geral analisar os efeitos sistêmicos relativos da elevação do nível médio do mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no período de 2022 a 2100. Para alcançar o objetivo principal foram elencados seis objetivos específicos:

- ❖ Discutir o uso e cobertura da terra para a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape;
- ❖ Estimar a temperatura de superfície terrestre na RESEX Baía do Iguape;
- ❖ Modelar cenários hipotéticos de elevação do nível médio do mar;
- ❖ Averiguar o comportamento do ecossistema manguezal a partir destas modelagens;
- ❖ Avaliar as alterações estruturais nos bosques de mangue e no substrato;
- ❖ Identificar os padrões fitogeográficos dos manguezais.

Neste estudo, foi utilizada a categoria geográfica de análise “Paisagem”. A utilização desta categoria busca fundamentar as questões relacionadas aos impactos que os manguezais sofrerão com uma possível elevação do nível médio do mar.

Nas últimas décadas, os avanços do Geoprocessamento vêm apresentando grande potencial nos estudos ambientais, principalmente no âmbito da Geografia Física Aplicada, que tem como preocupação o estudo da organização dos sistemas ambientais físicos (Christofoletti, 1999), permitindo realizar simulações e modelagens ambientais para entender prováveis eventos naturais, por exemplo, entender a dinâmica da elevação do nível médio do mar e suas repercussões sobre as comunidades pesqueiras localizadas no entorno da zona costeira brasileira, permitindo o desenvolvimento de estratégias de adaptação frente ao possível evento de ENMRM.

Os estudos que foram realizados referentes ao tema da tese desenvolvida, tratam em sua maioria de estudos aplicados, ou seja, testes de aplicações de técnicas, especificamente o uso do Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e procedimentos computacionais para gerar ou simular cenários de elevação do nível médio relativo do mar e os impactos da elevação sobre os manguezais. Podemos classificar esses estudos como técnicos, sem incluir a população costeira, os ribeirinhos, as comunidades costeiras, os pescadores (comunidades tradicionais). Neste estudo foram utilizados metodologicamente os instrumentos técnicos para a realização das simulações, no entanto, envolve as comunidades tradicionais pesqueiras. A singularidade da tese está no olhar/abordagem para as comunidades tradicionais extrativistas.

A escolha da RESEX da Baía do Iguape se deu, principalmente, por esta agregar um maior número de pescadores, e pela importante floresta de manguezal ali existente, banhado por estuários e pelas comunidades pesqueiras costeiras que direta ou indiretamente dependem dos manguezais como meio de sobrevivência, trata-se de uma região com alto grau de dependência econômica da pesca. Além disso, o litoral baiano vem sendo destacado pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2016) como região vulnerável aos efeitos das mudanças do clima.

Diante desta situação, é importante conhecer os prováveis impactos da ENMRM sobre o ecossistema manguezal e as implicações socioambientais deste evento para as comunidades pesqueiras da RESEX Baía do Iguape. Nesta conjuntura, as modelagens ambientais são fundamentais na busca da compreensão dos padrões de resposta do manguezal ao evento de ENMRM, sobretudo em áreas de uso e ocupação complexos onde há uma intensa ocupação e exploração antrópica, permitindo gerar diagnósticos e prognósticos para um melhor gerenciamento do espaço costeiro, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de adaptação frente aos eventos de ENMRM.

Tendo em vista o contexto, o estudo do assunto em questão, sobretudo sob o olhar da ciência geográfica, é de singular relevância, visto que esta ciência se preocupa em entender as transformações e dinâmicas ambientais ocorridas no espaço geográfico, decorrentes das relações homem/natureza. Esta ciência oferece subsídios teóricos, metodológicos e técnicos, para compreender e analisar a dinâmica ambiental dos sistemas naturais diante de eventos extremos e suas repercussões na sociedade.

Para a fundamentação teórica, o presente estudo procura fornecer subsídios teóricos em futuras pesquisas sobre a temática abordada, além de auxiliar estudos locais, destacando suas particularidades. Além disso, este estudo utilizou-se de aplicação de teorias e técnicas que venham contribuir para uma melhor gestão e conservação do ecossistema manguezal, contribuindo para as metodologias de modelagem ambiental.

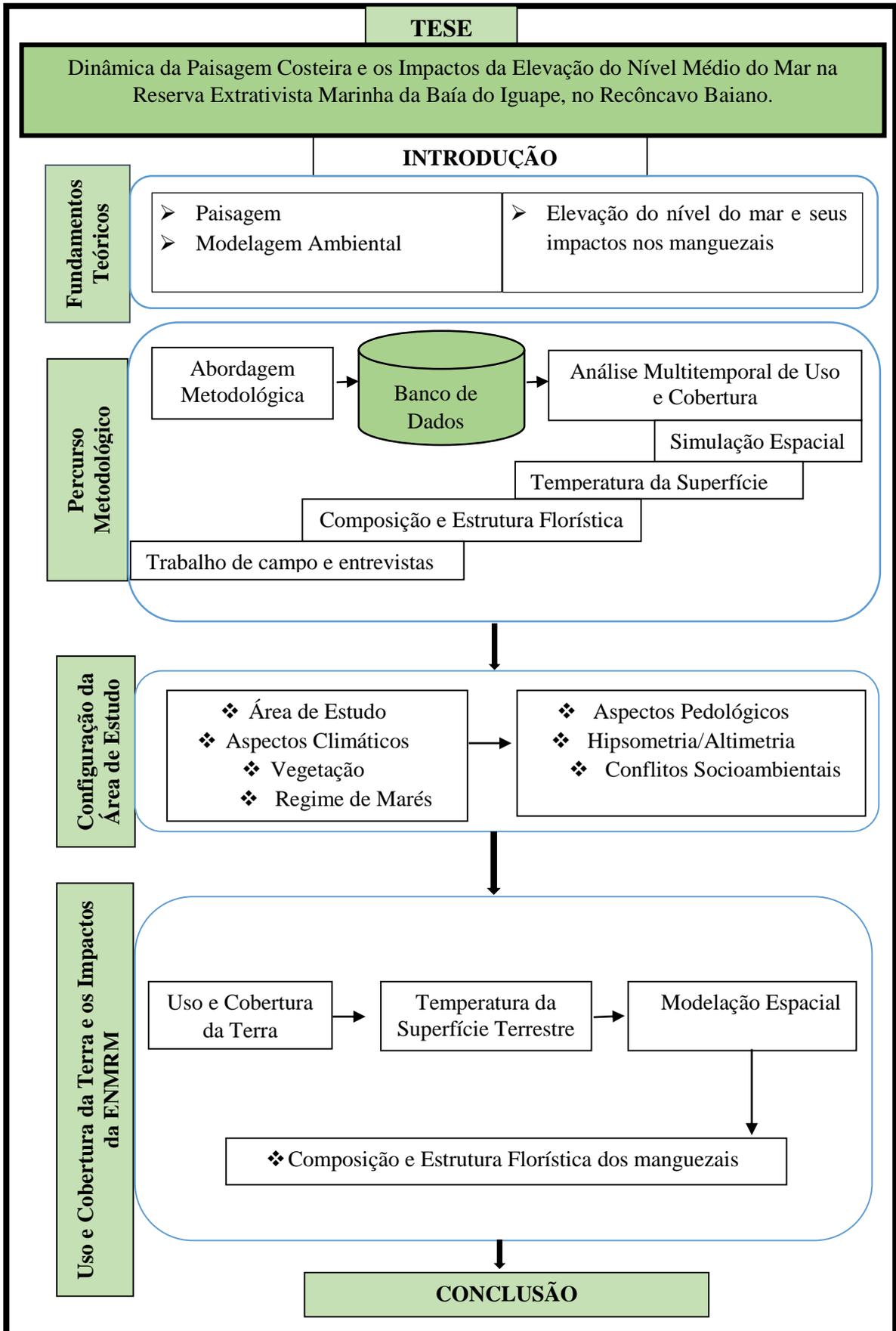
A presente pesquisa está organizada numa introdução, um capítulo teórico, um capítulo metodológico, um capítulo de resultados e a conclusão (Figura 02). Na introdução, é apresentado o tema abordado na tese, com destaque para as questões de pesquisa, a tese defendida, os objetivos e a justificativa.

Na Seção I, encontra-se a fundamentação teórica, neste tópico é abordada a categoria de análise geográfica, Paisagem, posteriormente discute-se as temáticas abordagem sistêmica e os estudos geográficos, as contribuições do Geoprocessamento na análise espacial e modelagem ambiental, elevação do nível médio relativo do mar e os impactos sobre as florestas de manguezais.

A Seção II é denominada de “Percurso Metodológico”, o qual se refere aos procedimentos realizados em gabinete e em campo. Este tópico apresenta a abordagem metodológica adotada na tese, a organização de um Banco de Dados Geográficos (BDG), Processamento Digital de Imagem (PDI), os procedimentos adotados para o mapeamento multitemporal da RESEX Baía do Iguape, procedimentos para a simulação espacial BR-MANGUE. Além do levantamento da composição e estrutura florística dos manguezais, entrevistas e trabalho de campo.

A Seção III é composta pela configuração da RESEX Baía do Iguape, esta caracterização aborda sobre alguns aspectos ambientais da área de estudo, como aspectos climáticos, vegetação, conflitos socioambientais, regime de marés, aspectos pedológicos e altimetria.

Figura 02: Desenho da Tese.



A Seção IV esta intitulada “Dinâmica da Paisagem Costeira e os Impactos da Elevação do Nível Médio do Mar na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano” é subdividida em quatro tópicos principais, o primeiro tópico corresponde aos resultados referentes à análise da dinâmica multitemporal de uso e cobertura das terras para a RESEX Baía do Iguape. O segundo tópico é composto pela estimativa de temperatura da superfície terrestre para os usos da terra. O terceiro tópico apresenta os padrões de resposta do manguezal conforme as alterações do nível médio relativo do mar. O quarto e último tópico da seção corresponde a composição e estrutura florística dos manguezais que estão sujeitos aos impactos do aumento do nível das marés.

Em seguida é apresentada a conclusão da pesquisa e recomendações de estudos futuros. E, por fim, apresenta-se as referências bibliográficas utilizadas no embasamento teórico e nas discussões acerca da tese desenvolvida.

SEÇÃO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A Seção traz em seu conteúdo a fundamentação teórica da categoria de análise geográfica adotada para a tese denominada “Dinâmica da Paisagem Costeira e os Impactos da Elevação do Nível Médio do Mar na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano”. A tese está respaldada na categoria Paisagem, desenvolvida na perspectiva da análise sistêmica. A categoria de análise geográfica Paisagem fundamenta as questões relacionadas aos impactos que os manguezais sofrerão com uma possível elevação do nível médio relativo do mar e sua repercussão nas comunidades pesqueiras que direta e indiretamente dependem desse ecossistema como meio de renda e sobrevivência.

A categoria abordada sobre o tema serve de suporte teórico e conceitual para o seu desenvolvimento. Segundo Minayo (2002, p. 18) “a teoria é um conhecimento de que nos servimos no processo de investigação como um sistema organizado de proposições, que orientam a obtenção de dados de análise dos mesmos, e de conceitos, que veiculam seu sentido”. O respaldo teórico demonstra como o pesquisador direciona o seu objeto de estudo; é a base para o direcionamento da investigação científica.

Diante de tal exposto, as categorias que proporcionaram a discussão deste trabalho foram: paisagem, posteriormente discute-se as temáticas abordagem sistêmica e os estudos geográficos, contribuições do geoprocessamento na análise espacial e modelagem ambiental, elevação do nível médio do mar e os impactos sobre as florestas de manguezal.

1.1 Geografia e a Abordagem Integrada da Paisagem

O espaço geográfico pode ser analisado por meio de diferentes conceitos (Suertegaray, 2000, 2002). A análise da leitura do espaço geográfico é complexa, conferindo a esta ciência cinco categorias de análise: região, paisagem, território, lugar e espaço. Cada um destes conceitos tem sido objeto de vasto debate teórico sobre o modo de abordar um determinado tema (Corrêa, 2000).

De acordo com Corrêa (2000)

“Como toda ciência, a Geografia possui alguns conceitos-chave, capazes de sintetizarem a sua objetivação, isto é, o ângulo específico com que a sociedade é analisada, ângulo que confere à Geografia a sua identidade e a sua autonomia relativa no âmbito das ciências sociais” (Corrêa, 2000, p. 16).

Na ciência geográfica, a paisagem adquiriu um caráter múltiplo, resultado da forma de como o termo foi direcionado durante um determinado contexto histórico e cultural. Na década de 1970, Bertrand nas suas discussões já destacava as múltiplas interpretações acerca do tema (Carvalho; Cavicchioli; Cunha, 2002). Para os referidos autores, essas especificidades representam a riqueza no centro da paisagem. O termo paisagem tem origem no latim *pagus* (país), com sentido de lugar, unidade territorial (Zacharias, 2006). Nas línguas derivadas do latim, surgiram os significados *paisaje* (do espanhol), *paysage* (do francês), e *paesaggio* (do italiano) (Bonfim; Lima, 2020). Nas línguas germânicas a expressão “*land*” substanciou a adoção de *landschaft* (do alemão), *landscape* (do inglês), ao passo que na língua indo-européia, com predomínio do idioma eslavo, o “*land*” adjetivou a palavra *landschaftskund* (do russo).

Na língua inglesa, o termo *Landscape* (paisagem) é derivado de *landscip* que surgiu no século XVI, dizem respeito a organização dos campos, enquanto *scenary* significa cenário, panorama. Em holandês escreve-se *landschap*, originado do vocábulo germânico *landschaft*, que significa uma unidade de ocupação humana, uma jurisdição (Christofolletti, 1999). Entretanto, Metzger (2001) afirma que a primeira referência à palavra “paisagem” na literatura aparece no "Livro dos Salmos". Nele, “a paisagem refere-se à bela vista que se tem do conjunto de Jerusalém, com os templos, castelos e palacetes do Rei Salomão” (Metzger, 2001, p. 01).

Ainda de acordo com o autor supracitado, essa referência inicial, visual e estética, foi adotada pela literatura e pelas artes em geral, principalmente pela pintura na segunda metade do século XVIII. Neste contexto, os pintores e escritores pré-românticos, românticos, os simbolistas e os impressionistas, retratavam a real beleza da natureza, também analisavam a paisagem como um reflexo da "paisagem interior", dos sentimentos de melancolia e solidão (Metzger, 2001).

Na contemporaneidade, encontra-se no Dicionário Aurélio (Ferreira, 2004, p. 650) o significado de paisagem referindo-se a um “espaço de terreno que se abrange num lance de vista”. Na ciência geográfica, o termo paisagem refere-se a uma das categorias de análise que contribui para a compreensão da dinâmica existente entre homem e natureza. Como já apresentado, o conceito de paisagem sempre acompanhou a humanidade, mas só a partir do século XIX, a noção de paisagem se torna conhecido com Humboldt.

Na Geografia, especificamente, no âmbito da Geografia Física, os primeiros estudiosos a organizar os elementos básicos da paisagem foram os naturalistas Humboldt e Dokuchaev com a Geografia russa e alemã (Carvalho *et al.*, 2002). Os dois (Dokuchaev e Humboldt) recorriam a uma visão global do mundo e afirmavam que tão importante quanto os estudos

especializados, era a árdua compreensão da unidade formada pela relação entre os distintos componentes da natureza (Medeiros; Oliveira; Diniz, 2018).

Humboldt destacou-se por sua visão holística da paisagem, de forma que associava elementos diversos da natureza e da ação humana, sistematizando, assim, a ciência geográfica (Pedras, 2000). Assim, a paisagem idealizada por Humboldt é definida como “o exercício constante de uma mente curiosa que tenta se aproximar ao encontro do novo. Aqui, cabe destacar as construções dos quadros de Humboldt, que remetem sempre a realidade física-espacial” (Pedras, 2000, p. 98). Posteriormente, surge na Geografia Alemã o termo “*Landschaft*”, essa concepção se aproximava da ideia positivista de Humboldt, que vê nela um anexo de semelhanças de fatos naturais, porém negam o elemento libertador e estético (Schier, 2003).

Nesse sentido, percebe-se que Humboldt utilizou o conceito de paisagem a partir de uma configuração antropogênica, ou seja, provando que a paisagem é o resultado do distanciamento do espírito humano do seu meio natural (Schier, 2003). Do ponto de vista de Schier (2003), esse distanciamento é fundamental porque inicia um processo de liberação cultural do meio natural, visto que Ratzel não separa a paisagem como uma forma local e delimitada, que desempenha uma influência direta na sua cultura.

Na segunda metade do século XX, a paisagem vai ser estudada na Geografia sob olhar sistêmico, embasado pelos princípios da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), proposta estabelecida por Ludwig von Bertalanffy, nas décadas de 1930 e 1940. Essa teoria, deu novos rumos às pesquisas das áreas naturais e da paisagem (voltando a se assemelhar com as sùmulas naturalistas de Humboldt e Dokuchaev (Medeiros; Oliveira; Diniz, 2018).

Os geógrafos russos perceberam a necessidade de aplicar o conceito de paisagem com a finalidade de gestão territorial, nesse sentido desenvolveram o conceito de geossistema. (Maximiano, 2004, p. 88). Nesse contexto, Sotchava foi um dos principais nomes da escola soviética nas pesquisas Geossistêmicas, influenciado pelo embasamento da TGS formulou os Geossistemas. Assim, ele utilizou toda a teoria sobre paisagens (*Landschaft*) elaborada pela escola russa e formulou a Teoria Geral dos Geossistemas, em que o conceito de paisagem é considerado sinônimo de Geossistema (Rodriguez; Silva, 2002). Posteriormente, a Teoria Geossistêmica foi re-elaborada por Bertrand (Guerra; Souza; Lustosa, 2012).

Na perspectiva de Sotchava, o Geossistema é dividido em três ordens dimensionais (planetária, regional e topológica), onde as unidades homogêneas são chamadas de geômeros e as unidades de estrutura diferenciada de geócoros (Medeiros; Oliveira; Diniz, 2018).

Neste contexto, os geógrafos franceses Bertrand e Tricart, também contribuíram para as investigações sobre a paisagem baseadas na visão sistêmica, utilizando métodos distintos. Tricart (1977) propôs a classificação Ecodinâmica, marcando o começo da teoria sistêmica na Geografia, classificando o meio ambiente em estáveis, intergrades e instáveis. Para Tricart (1977), um sistema é como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia.

Bertrand (2004) por sua vez, foi responsável pela concepção da Análise Integrada da Paisagem, considerando fatores naturais e sociais (Lima; Brito; Farias, 2021). Essa análise é corroborada a partir do conceito de paisagem desenvolvido pelo referido autor, neste sentido, para o geógrafo, Georges Bertrand,

a paisagem não é uma simples adição de elementos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Dentro deste conceito Bertrand não privilegia nem a esfera natural nem a humana na paisagem, ele traz a paisagem de forma homogênea (Bertrand, 2004, p. 1).

Bertrand (2004) observa a paisagem como sendo homogênea, não dá prioridade nem ao cultural e nem ao natural, para ele os dois elementos têm o mesmo peso, é o que se confirma com Schier:

percebe-se, assim, que Bertrand não privilegia nem a esfera natural nem a humana na paisagem e demonstra certa facilidade em enxergar a paisagem de forma homogênea, entendendo que sociedade e natureza estão relacionadas entre elas formando uma só entidade de um mesmo espaço geográfico (Schier, 2003, p. 80).

Neste contexto, Bertrand (2004) apresenta um sistema taxonômico que permite classificar as paisagens em seis níveis temporo-espaciais, que se agrupam em unidades superiores e unidades inferiores (Quadro 01). As unidades superiores - Zona, Domínio e Região; de outra parte as unidades inferiores, o Geossistema, o Geofácies e o Géotopo. Dentro das seis categorias apresentadas, Bertrand dá uma maior ênfase para o Geossistema (Britto; Ferreira, 2011).

No Brasil, destacam-se dois importantes geógrafos propagadores das concepções geossistêmicas, o primeiro é o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro pelo fato de ter tido contato com teóricos russos e franceses (Neves; Sampaio, 2010). O segundo é Aziz Nacib Ab'Saber que se destaca com aportes acerca da metodologia e instrumentos nas pesquisas geomorfológicas no país. Para Ab'Saber (2003), a paisagem resulta da relação entre os

processos passados e atuais, sendo que os processos passados foram responsáveis pela compartimentação regional e os processos atuais respondem pela dinâmica atual da paisagem.

Quadro 01: Unidades Taxonômicas da Paisagem propostas por George Bertrand em 1968.

UNIDADE DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORAL-ESPACIAL (A. CAILLEUX J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMASÉRIE DE PAISAGEM	UNIDADE ELEMENTARES				
			RELEVO (1)	CLIMA (2)	BOTÂNICA	BIOGEOGRAFIA	UNIDADE TRABALHADA PELO HOMEM (3)
ZONA	G I <i>grandeza</i> G.I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G.II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G.III.IV	Picos da Europa	Região estrutural		Andar Série		Quartirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G.IV-V	<i>Atlântico</i> Montanhês (calcário sombreado com faia higrófila a <i>Aspernula odoraia</i> em "terra fusca")	Unidade estrutural	Local		Zona equatorial	
GEOFÁCIES	G.VI	Prado de ceifa com <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morânico			Estádio Agrupamento		Exploração ou quartirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTOPO	G.VII	"Lapiés" de dissolução com <i>Aspidium lonchius</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima		Biótopo Biocenose	Parcela (casa em cidade)

NOTA: As correspondências entre as unidades são muito aproximadas e dadas somente a título de exemplo. 1- conforme A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers; 2- conforme M. Sorre; 3- conforme R. Brunet.

Fonte: Bertrand (2004).

Por consequente, abordagens integradas da paisagem, influenciadas a partir das noções da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1977) inspiraram geógrafos, que analisaram o ambiente por vieses sistêmicos. Dentre eles, podemos citar Monteiro (2000), Crepani (2001), Mendonça (2001), Ab' Saber (2003), Santos (2004), Ross (2006) e Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2013) e Christofolletti (1990).

Portanto, a adoção da paisagem como categoria de análise possibilita a compreensão das transformações e intervenções humanas na superfície terrestre. Em síntese, faz-se necessário, portanto, destacar a importante contribuição da Teoria Geral do Sistema para as várias propostas de abordagem metodológica de análise integrada para a interpretação da paisagem.

Atualmente, o conceito de paisagem, especificamente, a análise integrada da paisagem, vem ganhando destaque, principalmente nos estudos ambientais. Como nos estudos da análise integrada da paisagem como subsídio à gestão de riscos e resposta a desastres naturais (Lima; Monteiro, 2020), para a gestão ambiental da Zona Costeira e na gestão das unidades de conservação (Garcia; Moreira; Burns, 2018).

Na discussão acerca dos conceitos geográficos, aplicados a gestão das unidades de conservação brasileiras, Garcia, Moreira e Burns (2018) abordam o conceito de paisagem. Enquanto Silva junior e Gonçalves (2021) discutem sobre unidades de conservação a partir da concepção da categoria paisagem sob o entendimento do geógrafo Milton Santos. Já Tambosi (2008) analisou a paisagem no entorno de três unidades de conservação, o estudo buscou subsidiar a criação da zona de amortecimento das reservas. Todavia, o que se percebe é que a maioria dos estudos realizados em unidades de conservação, geralmente focam na análise das unidades de paisagem, nesse sentido, cita-se a pesquisa de Nolasco (2017), que realizou uma análise da paisagem das unidades de conservação de Boa Nova, no estado da Bahia. Dessa forma, os estudos de paisagem é uma categoria de fundamental importância na discussão no âmbito da gestão e planejamento da zona costeira, em especial em unidades de conservação inseridas nestes espaços. Além disso, é de suma importância realizar estudos que levem em consideração a abordagem sistêmica, especificamente, nos estudos geográficos.

No contexto da abordagem sistêmica dos estudos geográficos, vale destacar que a Geografia brasileira foi fortemente influenciada pela Teoria Geral dos Sistemas, principalmente, no que se refere aos estudos da paisagem e dos Geossistemas. A aplicação da visão sistêmica nos estudos da Geografia, inicia-se na década de 1950, sendo empregadas em pesquisas relacionadas ao campo hidrológico e climatológico. O embasamento teórico-conceitual da Teoria Geral do Sistema respalda-se no princípio de que os elementos não atuam de forma isolada, mas que funcionam e fazem parte de um universo maior (Christofolletti, 1990).

Neste sentido, Christofolletti (1990) ressalta a importância de realizar estudos na Geografia, principalmente, na Geografia Física que venham a analisar os componentes da natureza como um todo, para entender a unidade resultante da interação e as conexões existentes no conjunto, do contrário há o risco de se perder a compreensão do funcionamento complexo e dinâmico do todo, em que todos os elementos são integrados e indissociáveis (Christofolletti, 1979).

Para a Geografia, a organização espacial é unidade integrada, ela é composta por diversos elementos que se expressam na estrutura espacial, que se interagem pelos fluxos de matéria e energia. Considerando-se a focalização em sistemas, dois grupos podem ser destacados: os geossistemas (organizações espaciais oriundas dos processos do meio ambiente físico) e os sistemas socioeconômicos (organizações espaciais oriundas dos processos ligados às atividades humanas) (Christofolletti, 1990).

Os estudos da Geografia Física, assim, correspondem ao estudo dos Geossistemas, os elementos que compõem o Geossistema se apresentam de forma concreta na superfície terrestre,

constituindo-se de grande relevância espacial para a análise geográfica, torna-se imprescindível que os elementos apareçam ocupando áreas e territórios, que sejam visualizados em documentos tais como fotos aéreas, imagens de radar e satélites e outros documentos (Idem, 1990).

Quanto a essa visualização Christofolletti (1990), destaca que

No Geossistema, a topografia, a vegetação e os solos preenchem tais requisitos, mas o clima não é componente materializável e visível na superfície terrestre, embora seja perceptível e contribua significativamente para o sentir e perceber das paisagens. (...). O clima surge como controlador dos processos e da dinâmica do Geossistema, mas não como elemento integrante da organização espacial (Christofolletti, 1990, p. 02).

As características de cada elemento são específicas, há estrutura, funcionamento e organização, entretanto, cabe destacar que ainda existe uma dificuldade de aplicar a abordagem de sistemas para os componentes da hidrosfera e da atmosfera (Idem, 1990).

Os sistemas naturais apresentam um dinamismo capaz de transformar seus estados através de sucessivas modificações, que são caracterizadas pelas transferências de matéria e energia. Deste modo, o estado de estabilidade é uma situação quase impossível de ser alcançado em qualquer sistema natural, uma vez que todos eles estão submetidos às modificações ambientais (Lopes; Silva; Goulart, 2015).

Ao lado das condições climáticas e das influências desempenhados pelas atividades antrópicas, que podem ser contabilizados como *inputs* de energia e matéria interferindo nas características, a sociedade constituem fatores importantes para se compreender o ritmo e a magnitude dos processos e as transformações geradas nos sistemas ambientais físicos na dinâmica e transformação dos sistemas (Christofolletti, 1990).

Neste contexto, destaca-se a preocupação com os impactos ambientais decorrentes da ação antropogênica sobre os sistemas naturais, para propor medidas de mitigação adequadas. Tendo em vista a preservação/conservação dos sistemas naturais, é importante se obter o conhecimento adequado dos processos, do funcionamento e equilíbrio do Geossistema, dos limiares dos fenômenos e da interação com as atividades humanas (Idem, 1990).

Christofolletti (1999) destaca a importância do uso dos SIGs, nos processos de análise espacial e modelagens, especificamente, o sensoriamento remoto se destaca como fonte de aquisição de dados e os SIGs como ferramenta de aquisição e manipulação de dados espaciais e/ou temporais, além disso, análises e aplicações de modelagens são importantes para prever e entender o comportamento de determinados fenômenos, como o caso dos prováveis impactos que os manguezais podem sofrer frente a elevação do nível médio do mar e o manejo inadequado. Neste sentido, no tópico a seguir serão apresentadas as contribuições do

Geoprocessamento na análise espacial e na modelagem ambiental, com foco, principalmente para as aplicações voltados para os impactos de elevação do Nível Médio do Mar sobre as florestas de manguezais.

1.2 Contribuições do Geoprocessamento na Análise Espacial e na Modelagem Ambiental

A ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita, ou seja, incorporando o espaço à análise (Câmara *et al.*, 2002).

Segundo Rosa (2011, p. 02), a análise espacial está obrigatoriamente associada à Geografia e corresponde ao estudo da distribuição espacial de qualquer fenômeno, à procura de padrões espaciais. Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes de ambiente, abrangendo o meio biofísico, a ocupação humana e seu interrelacionamento (Câmara; Medeiros, 1998). Desta forma, a análise espacial compreende a análise exploratória, na qual a apresentação visual dos dados é representada em forma de mapas.

As tecnologias que permitem os estudos das análises espaciais são conhecidas como: Geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica, Geoinformação e mais recentemente Geotecnologias. Embora cada termo apresente um conceito diferente, abordam mais ou menos a mesma temática (Rosa, 2011).

As análises espaciais são realizadas a partir das ferramentas de Geoprocessamento que se referem a um conjunto maior na qual estão incluídas as diversas geotecnologias de coleta, armazenamento e uso integrado com análises destes dados geográficos. As geotecnologias incluem, por exemplo, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o Sensoriamento Remoto (SR), a Cartografia Digital (CD) e o Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Souza Filho; Crósta, 2003). O Geoprocessamento também é chamado de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o qual permite realizar processamentos computacionais, armazenamentos e integração de dados georreferenciados.

Deste modo, pode-se apontar os estudos ambientais, onde é significativa a utilização das Geotecnologias, principalmente em análises espaciais com subsídio ao prognóstico de eventos futuros (Câmara; Medeiros, 1998). Nesta perspectiva, vale ressaltar que “a modelagem de sistemas ambientais se enquadra no contexto abrangente da análise espacial” (Christofolletti, 1999, p. 31). Sendo assim, cabe destacar os estudos de modelagem simulatória que “permite conhecer a evolução dos sistemas e planejar o gerenciamento das organizações espaciais dos

recursos naturais ao nível local, regional e nacional. Principalmente, as análises sobre as mudanças climáticas globais e suas repercussões no cenário ambiental” (Idem, 1999).

Para discutir sobre modelagem, primeiro é necessário entender o que é um modelo, nesse sentido, Christofolletti (1999), afirma que dentre as diversas definições existentes sobre modelos, há uma certa imperceptibilidade entre estes. No entanto, este autor, ressalta a aceção apresentada pelos pesquisadores Haggett e Chorley (1967; 1975). Que define modelos como

uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade (Christofolletti, 1999, p. 08).

Para Christofolletti (1999) esta definição ainda permanece como sendo a mais adequada. Nesse processo de transpor e elaborar um esboço representativo, deve-se ressaltar que não é a realidade em si que se encontra representada, mas a visão de como o pesquisador compreende essa realidade (Idem, 1999). No âmbito da modelagem, discute-se a questão dos tipos de modelos. Na Geografia, no que se refere à linguagem utilizada, destacam-se as seguintes categorias: modelos matemáticos, modelos de sistemas, modelos preditivos e modelos gráficos. Aqui, não será detalhado cada um dos modelos. No entanto, cabe destacar o modelo preditivo, modelo este que foi utilizado neste trabalho. Os “modelos preditivos que, construídos como imagens de sistemas, como matrizes de relações entre os elementos de um sistema espacial, preveem a sua evolução quando se modificam alguns parâmetros, isto é, certas condições de *input* e valores das variáveis de seus elementos e das relações” (Christofolletti, 1999, p. 8).

Nesta perspectiva, a modelagem ambiental possui a função de representar os fenômenos da natureza e de estabelecer esboços, podendo assumir a formulação qualitativa ou quantitativa. Neste sentido, torna-se fundamental os procedimentos de simulação (Idem, 1999).

No livro “Modelagem de Sistemas Ambientais”, Christofolletti (1999) destaca as funções dos modelos, tais a saber: a psicológica, a comunicativa, promissora, logicidade, normativa, adequação, previsibilidade e a simulação de cenários possíveis em função de mudanças ambientais, relacionar as mensurações dos processos a curto prazo com a evolução das formas a longo prazo, condensação temporo-espacial, desenvolver “explicações” aplicáveis a todas as escalas. Aqui, neste estudo, vale destacar a função do modelo quanto a simulação de cenários possíveis em função de mudanças ambientais (Idem, 1999). Tendo em vista que o objetivo deste estudo é a modelagem simulatória dos impactos de elevação do nível médio do

mar sobre os manguezais e a repercussão deste efeito para as comunidades tradicionais extrativistas da RESEX Baía do Iguape.

A função do modelo de simulação de cenários possíveis de mudanças ambientais serve como instrumentos para o planejamento, ou seja, realizar previsões, buscando-se minimizar os impactos decorrentes de tal evento. “A simulação pode ser feita desde uma simples projeção ou tendência para sistemas complexos em sua distribuição espacial. Se as previsões forem corretas, pode-se tomar decisões e fazer escolhas entre os cenários simulados pela modelagem” (Christofoletti, 1999, p. 23).

As mudanças climáticas é pauta de discussão e preocupação em âmbito nacional e internacional. Portanto, estudos de modelagem podem servir como orientação para realizar hipóteses e elaborar modelos simulando as decorrências na oscilação do nível mar, na ocupação das regiões litorâneas, nas atividades agrícolas, nos deslocamentos populacionais, nas redes de transporte, nas áreas de lazer, etc. A simulação de cenários é instrumento fundamental nos estudos sobre impactos ambientais, neste estudo impacto ambiental natural, a fim de avaliar as repercussões em face das possíveis alternativas de mitigações (Idem, 1999).

Retomando o ponto a respeito da criação de hipóteses e elaboração de modelos, cabe destacar que a presente pesquisa levantou a hipótese de que a elevação do nível médio relativo do mar sobre os manguezais impactará diretamente os espaços pesqueiros utilizados por pescadores e marisqueiras. Nos estudos sobre os modelos de impactos climáticos, a modelagem procura analisar as consequências das mudanças climáticas sobre o nível dos mares. Neste sentido, a tese em desenvolvimento buscou entender as consequências do aumento do nível das marés sobre o ecossistema manguezal.

Quanto as implicações da elevação do nível médio do mar, destacam-se alguns trabalhos de modelagem simulatória com ênfase nos estudos dos impactos deste evento nas áreas de manguezais. Os estudos sobre o ecossistema manguezal tanto em âmbito nacional (Lacerda; Menezes; Molisani, 2007; Duarte; Rezende, 2019; Souza *et al.*, 2021; Santos; Araújo; Souza, 2021), quanto no meio internacional (Lymburner *et al.*, 2020; Nguyen *et al.*, 2021; Basáñez-Muñoz; Jordán-Garza; Serrano, 2021) demonstraram como foco o estudo da redução dos manguezais, levando-se em consideração os fatores antrópicos, como a supressão dos mangues para implantação de carcinicultura, expansão urbana, agronegócio, dentre outras situações (Oliveira; Souza; Sobral, 2017; Souza *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2021; Barbosa *et al.*, 2021).

Atualmente, pesquisadores de vários países se dedicam a avaliar, investigar, simular, modelar, projetar e analisar os possíveis impactos de elevação do nível médio do mar sobre os manguezais (Rojas *et al.*, 2018; Muslim *et al.*, 2020). Cabe destacar as contribuições de (Zhang

et al., 2023; Wang *et al.*, 2022; Syahid *et al.*, 2022; Kh'ng; Teh; Koh, 2021; Caldwell, 2020; Ghosh; Kumar; Langat, 2019; Wilson, 2017; Khan *et al.*, 2016; Bezerra, 2014; Bezerra *et al.*, 2017; Tomaz, 2018; Tomaz *et al.*, 2019; Bezerra; Araújo, 2019) sobre a temática de modelagem dos impactos de elevação do nível médio do mar (Quadro 02). Sendo que estes estudos se beneficiaram dos Sistemas de Informações Geográficas para as suas análises espaciais.

Quadro 02: Estudos internacionais e nacionais de modelagem de impactos de elevação do Nível Médio do Mar sobre as florestas de manguezais.

País	Autores	Modelagem
China	Zhang <i>et al.</i> (2023).	Simularam os possíveis impactos da elevação do nível do mar na distribuição dos mangues e <i>Spartina alterniflora</i> na zona costeira da China. Os autores usaram o modelo SLAMM. Para simular os efeitos contínuos de longo prazo (2015-2100) das mudanças espaço-temporais no mangue e <i>Spartina alterniflora</i> . O ArcGis foi usado para avaliar e comparar os impactos do SLR no uso da terra. Os pesquisadores obtiveram os seguintes resultados: A redução da vegetação está positivamente correlacionada com a taxa de aumento do nível do mar. Diferenças de maré e taxas de sedimentação afetam a resposta da distribuição de mangue e <i>S. alterniflora</i> ao aumento do nível do mar, bem como interações entre organismos. Os autores constataram que o uso da terra é uma das ferramentas fundamentais para a conservação efetiva dos manguezais.
	Wang <i>et al.</i> (2022).	Realizaram modelagens de adaptação dos manguezais em cenários de mudanças climáticas. Os autores usaram um modelo de entropia máxima para prever áreas adequadas para os manguezais no extremo norte do país, para o período de 2030 e 2050. Os pesquisadores realizaram dois cenários, no primeiro (2030), os habitats apropriados para os manguezais são estimados em 13.435 ha, o que aumentaria 33,9% em comparação com o cenário atual. No cenário dois (2050), a área adequada seria de 23.120 ha, com uma taxa de aumento de 96,5%.
Indonésia	Syahid <i>et al.</i> (2022).	Realizaram modelagem para prever o futuro aumento do nível do mar e o impacto deste evento para as terras adequadas para a reabilitação e restauração de manguezais na Indonésia. De acordo com os autores, os resultados do estudo indicam que existem várias áreas que apresentam alta exposição, enquanto outras áreas apresentam baixa exposição.
Estados Unidos (Flórida)	Kh'ng; The; Koh (2021). Caldwell (2020).	Modelaram os impactos de elevação do nível do mar para Everglades, o estudo teve como objetivo projetar uma possível mudança no aumento gradual do nível do mar. A simulação revelou que o aumento do nível do mar pode causar alteração nas madeiras dos manguezais halofíticos. Ainda na Flórida, Caldwell (2020), realizou um estudo para testar a vulnerabilidade do ecossistema manguezal, no sul da Flórida, frente ao aumento do nível do mar.
Bangladesh	Ghosh; Kumar; Langat (2019).	Realizaram modelagem geoespacial nas florestas de manguezais de Sundarbans para avaliar os impactos do aumento do nível do mar na distribuição espacial de espécies de mangue, além disso, foi estimado o potencial de inundação e perdas de áreas de

		manguezais. Estes autores constataram em suas pesquisas que todas as cinco espécies de manguezais existentes no Sundarbans de Bangladesh serão afetadas pelo evento de ENMRM.
Índia	Khan <i>et al.</i> (2016).	Realizaram projeções de elevação do nível do mar dos possíveis impactos causadas pelas mudanças climáticas para a área de manguezal de Pichavaram na costa de TamilNadu, Índia. De acordo com os estudos realizados pelos pesquisadores a região pode sofrer uma ENMRM variando de 22,40 a 53,70 cm até 2100.
Caribe	Wilson (2017).	Discute os impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas de mangue no litoral e ambientes marinhos do Caribe em pequenas ilhas.
Brasil	Bezerra (2014); Bezerra <i>et al.</i> (2017); Tomaz (2018); Tomaz <i>et al.</i> (2019); Bezerra e Bezerra (2023). Bezerra e Araújo (2019).	Realizaram simulações para identificar os padrões de resposta dos manguezais aos impactos decorrentes de uma elevação do nível médio do mar para o estado do Maranhão. Foi realizada uma simulação considerando 88 eventos de elevação de 0,011 a 0,97 m, para o intervalo de tempo de 2012 a 2100. No final da simulação (ano 2100), a área de mangue inicial (4.180 km ²) foi reduzida para 2.916 km ² , representando uma perda de 30,24%. Estes autores utilizam um modelo espacialmente explícito, baseado em autômato celulares para o entendimento dos impactos da ENMM sobre os manguezais da zona costeira Maranhense.
	Filgueras, Silva e Corrêa (2021).	Estimaram os impactos do nível do mar sobre os manguezais na Baía de Babitonga. Para a realização da projeção de cenários futuros de ENMM, os autores utilizaram os limites máximos e mínimos de dois Caminhos Representativos de Concentração (RCP). Os autores desenvolveram dois cenários, um otimista e outro pessimista, o primeiro cenário levou em consideração um cenário de redução de combustíveis fósseis, enquanto o segundo cenário, o pessimista, um cenário onde o consumo de combustíveis fósseis apresenta aumento até o final de 2100. Os resultados destes cenários apontaram um contínuo decréscimo do percentual de ocupação, pelas áreas originais de mangue.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

No contexto, o uso dos Sistemas de Informação Geográfica na modelagem ambiental tornou-se fundamental, principalmente na aplicação de procedimentos de análise espacial. A espacialidade é característica inerente aos SIGs para os procedimentos da modelagem. “Os programas de SIGs são constantemente utilizados para o processamento de dados, elaboração de mapas relacionados com os inputs dos dados ou resultados de modelos e na própria elaboração de modelos” (Christofolletti, 1999, p. 29).

No meio científico, os modelos são considerados como de grande potencial, principalmente nos estudos de Geociências, Geografia Física e na análise ambiental, tanto como instrumentos para se estabelecer previsões ou na compreensão da teoria. Quanto as limitações dos modelos, a aceitação e a aplicabilidade rapidamente se ampliam e dificuldades técnicas em sua implementação vão sendo aos poucos superadas. Observa-se que os modelos estão se tornando cada vez mais importantes como procedimentos técnicos nas análises das mais

diversas disciplinas (Christofoletti, 1999). Assim, no próximo tópico é apresentado uma discussão sobre a temática elevação do nível médio relativo do mar e os impactos sobre as florestas de manguezal.

1.3 Elevação do Nível Médio Relativo do Mar e os Impactos sobre as Florestas de Manguezal

As emissões antropogênicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) aumentaram desde a era pré-industrial, estimuladas em grande parte pelo desenvolvimento econômico e populacional. Isso levou a concentrações de poluentes na atmosfera, alterando o balanço radiativo e causando o aquecimento global. Seus efeitos, em conjunto com outros elementos, resultantes das atividades humanas, foram detectados em todo o sistema climático e é muito provável que tenham sido a causa principal do aquecimento observado desde meados do século XX (IPCC, 1997; IPCC-AR6, 2022).

As alterações nas concentrações dos GEE deverão acarretar mudanças globais e regionais na temperatura e na precipitação, o que trará sérias consequências socioambientais, como, por exemplo, calor extremo, degelo do ártico, aumento do nível do mar, extinção de vertebrados, plantas e insetos, declínio nos recifes de corais, declínio nos cardumes de pesca, desaparecimento de ecossistemas, como o manguezal (IPCC, 1997; IPCC-AR6, 2022).

As projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) indicam que a mudança da temperatura global para o final do século XXI, provavelmente extrapolará 1,5°C em relação a 1850 a 1900 para todos os cenários, é provável que exceda 2°C, e um aumento do nível médio do mar com previsões de até 0,82m (Tabela 01).

Tabela 01: Projeção de aumento da temperatura e do nível do mar para o século XXI.

Mudança média global de temperatura	Cenários AR5	2046-2065		2081-2100	
	Cenário	Média (m)	Variação provável (m)	Média (m)	Variação provável (m)
	RCP 2.6	1.0	0.4 a 1.6	1.0	0.3 a 1.7
	RCP 4.5	1.4	0.9 a 2.0	1.8	1.1 a 2.6
	RCP 6.0	1.3	0.8 a 1.8	2.2	1.4 a 3.1
	RCP 8.5	2.0	1.4 a 2.6	3.7	2.6 a 4.8
Elevação média global do nível do mar	Cenário	Média (m)	Variação provável (m)	Média (m)	Variação provável (m)
	RCP 2.6	0,24	0,17 a 0,32	0,40	0,26 a 0,55
	RCP 4.5	0,26	0,19 a 0,33	0,47	0,32 a 0,63
	RCP 6.0	0,25	0,18 a 0,32	0,48	0,33 a 0,63
	RCP 8.5	0,30	0,22 a 0,38	0,63	0,45 a 0,82

Fonte: IPCC (2014, p. 60).

Marengo (2006) alerta que, em 2100, pode passar de um metro a altura do nível médio do mar. A previsão é que tanto o aquecimento quanto a elevação do nível médio do mar continuem para além de 2100 em todos os cenários, mesmo que as emissões de GEE sejam limitadas. O aumento da temperatura e a elevação do nível do mar podem afetar significativamente as atividades humanas e os ecossistemas costeiros e terrestres (IPCC, 2014).

Nesta perspectiva, o Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC-AR6, 2022), aborda os impactos, adaptações e vulnerabilidades das mudanças climáticas sobre os ecossistemas terrestres, costeiros e oceânicos. Nesse sentido, observa-se (Quadro 03) que pesquisadores de diversos países, de diferentes instituições buscam entender e explicar os possíveis impactos deste evento sobre estes ecossistemas.

Quadro 03: Autores que contribuíram para o sexto relatório do IPCC na avaliação dos impactos das mudanças climáticas, em relação ao eixo Oceanos e ecossistemas costeiros e seus serviços ambientais.

Autor	País	Vínculo institucional
COOLEY, Sarah	EUA	Conservação Oceânica
ESQUEMA, Davi	Austrália	Universidade da Costa do Sol
BOOP, Laurent	França	LSCE
BOYD, Filipe W.	Austrália	Instituto de Estudos Marinhos e Antárticos, Universidade da Tasmânia
DONNER, Simon	Canadá	Universidade da Colúmbia Britânica
GHEBREHIWET, Dawit Yemane	África do Sul	Secretaria de Agricultura, Silvicultura e Pesca; Ramo e Gestão das pescas
HT. Shin-ichi	Japão	A Universidade de Tóquio
KIESSLING, Wolfgang	Alemanha	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
MARTINETTO, Paulina	Argentina	Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia
OJEA, Elena	Espanha	Universidade de Vigo
RACAULT, Marie-fanny	Reino Unido	Faculdade de Ciências Ambientais, Universidade de East Anglia
ROST, Björn	Alemanha	Instituto Alfred Wegener, Centro Helmholtz de Pesquisa Polar e Marinha
SKERN-MAURITZEN, Mette	Noruega	Instituto de Investigação Marinha
HILMI, Karim	Marrocos	Instituto Nacional de Pesquisa Halieutique
LEVIN, Lisa	EUA	Universidade da Califórnia em San Diego

Fonte: Adaptado de IPCC (2022).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

No tópico referente aos ecossistemas oceânicos e costeiros e seus serviços ambientais, no qual se insere as discussões relacionadas ao ecossistema manguezal, pesquisadores de países como Tailândia, Indonésia, China, Austrália, África do Sul, Índia, Ucrânia, Suíça, República Dominicana e Nigéria abordam sobre a temática. Em 2014, no Brasil, ocorreu a Terceira Conferência Internacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, este evento contou com um

Comitê Científico Nacional e Internacional (Quadro 04) que discutiu e apresentou metodologias de vulnerabilidade e adaptação futura às mudanças climáticas.

Quadro 04: Autores nacionais e internacionais que participaram do Comitê da Terceira Conferência Internacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, em 2014, no Brasil.

Autor	País
Jose A. Marengo	Brasil
Pavel Kabat	Áustria
Maria Lemos	EUA
Paulina Aldunce Ide	Chile
Eduardo Assad	Brasil
Ian Burton	Canada
Francisco Meza	Chile
Jean Palutikoff	Austrália
Jason Spensley	Panamá
Anand Parthwardhan	Índia

Fonte: Conferência Internacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (2014).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Os pesquisadores do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas apontam que o Cenário Caminhos Representativos de Concentração (RCP) 2.6, tem por conjectura que sejam executadas as metas para rigorosa mitigação, com o objetivo de manter o aquecimento global em temperaturas não superiores a 2°C, acima das temperaturas pré-industriais. Já o Cenário RCP 8.5 tem por base que nenhum esforço adicional seria realizado para reduzir as emissões de GEE, além daquelas em vigor atualmente, e considerando o crescimento das emissões globais, impulsionado pelo crescimento da população mundial e atividades econômicas (Braun; Aumond, 2017).

Kopp *et al.* (2014) em sua pesquisa sobre projeções prováveis da elevação do nível do mar nos séculos XXI e XXII, levantam diferentes projeções de aumento médio global do nível do mar. As projeções realizadas por Kopp *et al.* (2014) expõem resultados próximos aos cenários apresentados pelo relatório do IPCC de 2013, embora com valores um pouco mais elevados (Tabela 02).

Tabela 02: Projeções de aumento médio do nível do mar.

cm	ACP 8.5					ACP 4.5					ACP 2.6				
	50	17-83	5-95	0.5-99.5	99.9	50	17-83	5-95	0.5-99.5	99.9	50	17-83	5-95	0.5-99.5	99.9
21000__Components															
GIC	18	14-21	11-24	7-29	<30	13	10-17	7-19	3-23	<25	12	9-15	7-17	3-20	<25
GIS	14	8-25	5-39	3-70	<95	9	4-15	2-23	0-40	<55	6	4-15	3-17	2-31	<45
AIS	4	-8 to 15	- 11 to 33	- 14 to 91	<155	5	- 5 to 16	- 9 to 33	- 11 to 88	<150	6	- 4 to 17	- 8 to 35	- 10 to 39	<155
TE	37	28-46	22-52	12-62	<65	26	18-34	13-40	4-48	<55	19	13-26	8-31	1-38	<40
LWS	5	3-7	2-8	- 0 to 11	<11	5	3-7	2-8	- 0 to 11	<11	5	3-7	2-8	- 0 to 11	<11
Total	79	62-100	52-121	39-176	<245	59	45-77	36-93	24-147	<215	50	37-65	29-82	19-141	<210

Projections by year

2030	14	12-17	11-18	8-21	<25	14	12-16	10-18	8-20	<20	14	12-16	10-18	8-20	<20
2050	29	24-34	24-34	16-49	<60	26	21-31	18-35	14-44	<55	25	21-29	18-33	14-43	<55
2100	79	62-100	52-121	39-176	<245	59	45-77	36-93	24-147	<215	50	37-65	29-82	19-141	<210
2150	130	100-180	80-230	60-370	<540	90	60-130	40-170	20-310	<480	70	50-110	30-150	20-290	<460
2200	200	130-280	100-370	60-630	<950	130	70-200	40-270	10-520	<830	100	50-160	30-240	10-500	<810

Other projections for 2100

ARS	73	53-97				52	35-70			43	28-60				
H14		70-120	50-150								40-60	25-70			
J12	110		81-165			75			52-110	57		36-83			
S12						90			64-121	75		52-96			

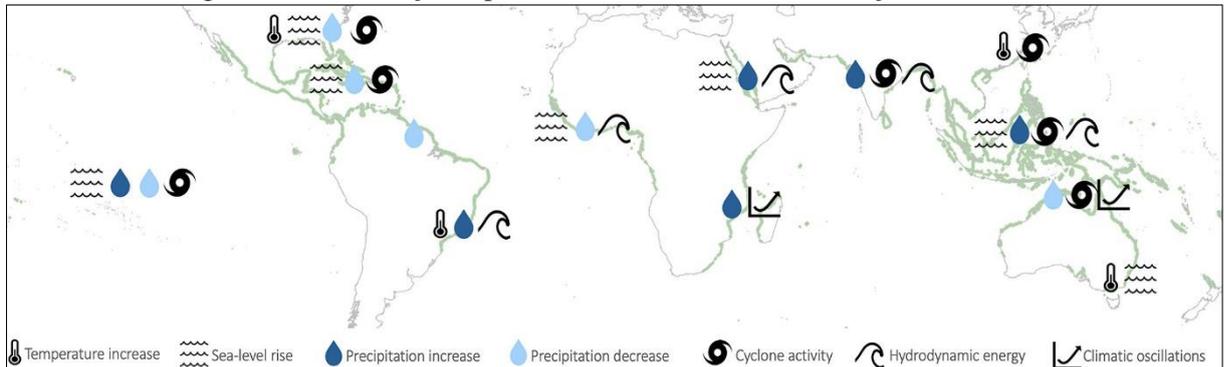
^a TE: Thermal expansion, LWS: Land water storage, H14: Horton *et al.*, [2014], J12: Jevrejeva *et al.*, [2012].

All values are cm above 2000 CE baseline except for ARS, which is above a 1986 – 2005 baseline.

Fonte: Kopp *et al.* (2014).

Quanto a elevação do nível médio do mar, Friess *et al.* (2022) chamam a atenção para o AR6 do IPCC, este aponta que o aumento do nível do mar influenciará mais os manguezais na América do Norte e Central, Ásia e Austrália, em comparação com a América do Sul (IPCC, 2022). Os pesquisadores supracitados apresentaram em suas pesquisas a distribuição espacial dos estressores das mudanças climáticas (Figura 03).

Figura 03: Distribuição espacial dos estressores das mudanças climáticas.



Fonte: Friess *et al.* (2022).

Na distribuição espacial dos estressores das mudanças climáticas, os autores apontam o aumento da temperatura, a elevação do nível do mar, o aumento e diminuição da precipitação, as atividades do ciclone, energia hidrodinâmica e as oscilações climáticas. A partir desses estressores, Friess *et al.* (2022) desenvolveram um estudo que questiona e discute “Como seria um mundo mais quente 2°C, para os Manguezais?”. Neste estudo são apresentados os potenciais impactos positivos e negativos referentes às mudanças climáticas na biomassa e extensão da floresta de manguezais (Quadro 05).

Os referidos pesquisadores apresentam os impactos esperados para a biomassa e a extensão dos manguezais para cada um dos estressores das mudanças climáticas apresentados anteriormente. Para o estressor aumento da temperatura, espera-se que ocorra na biomassa maior crescimento e produtividade, enquanto nas áreas áridas possivelmente ocorrerá crescimento reduzido. Quanto à extensão, espera-se um aumento da competição com plantas de restinga. Quanto ao estressor elevação do nível do mar, provavelmente ocorrerá crescimento reduzido na zona entremarés mais baixa e crescimento potencial na zona entremarés superior. Na extensão poderá ocorrer uma redução e migração terrestre em locais sem barreiras antrópicas e naturais.

Quadro 05: Potenciais impactos positivos e negativos das mudanças climáticas na biomassa e extensão da floresta de manguezais.

Estressor das mudanças climáticas	Impactos esperados das mudanças climáticas		Confiança no impacto nos manguezais segundo o IPCC (2022)	Principais referências
	Biomassa vegetal.	Extensão areal.		
CO ₂ enriquecimento	Maior crescimento e produtividade.	Aumento da competição com plantas de restinga.	—	(2012)
Aumento de temperatura	Maior crescimento e produtividade. Crescimento reduzido em áreas áridas.	Maior extensão nos limites da faixa latitudinal, substituindo o pântano salgado. Extensão reduzida em áreas áridas.	Confiança média a alta.	(2014), Adame e colaboradores (2021), Chapman e colaboradores (2021).
Elevação do nível do mar	Crescimento reduzido na zona entremarés mais baixa. Crescimento potencialmente aumentado na zona entremarés superior.	Extensão reduzida Migração terrestre em locais sem barreiras.	Evidência robusta, alta concordância; provável, confiança média; provável em alto risco; alta confiança.	(2015), Sasmito e colaboradores (2016), Schuerch e colaboradores (2018).
Aumento da precipitação	Aumento do crescimento das plantas em resposta ao aporte de água doce, redução da salinidade e nutrientes.	Diminuição da área devido à lavagem, deposição de sedimentos e sufocamento durante inundações.	—	(2017), Simard e colaboradores (2019), Adams e Rajkaran (2021).
Diminuição da precipitação	Crescimento e produtividade reduzidos.	Diminuição da área nas regiões áridas.	Confiança média.	(2017), Lovelock e colaboradores (2017), Asbridge e colaboradores (2019), Adame e colaboradores (2021).
Aumento da atividade do ciclone	Redução da biomassa aérea e da altura das árvores.	Diminuição da área onde os ciclones levam à mortalidade em larga escala.	Alta confiança.	(2018), Simard e colaboradores (2019), Krauss e Osland (2020).
Aumento da energia hidrodinâmica	Mortalidade de uma única planta, redução do recrutamento.	Diminuição da área devido à erosão.	—	(2015), Sippo e colaboradores (2018), Adams e Rajkaran (2021).
Mudanças nas oscilações climáticas	Crescimento reduzido devido ao estresse fisiológico. Diminuição da produtividade devido a danos mecânicos, ventos e inundações Aumento da produtividade a partir da entrada de nutrientes das águas de inundação em estuários áridos.	Diminuição da área devido à morte.	Evidência muito alta, evidência média.	(2017), Lovelock e colaboradores (2017), Asbridge e colaboradores (2019).

Fonte: Friess *et al.* (2022).

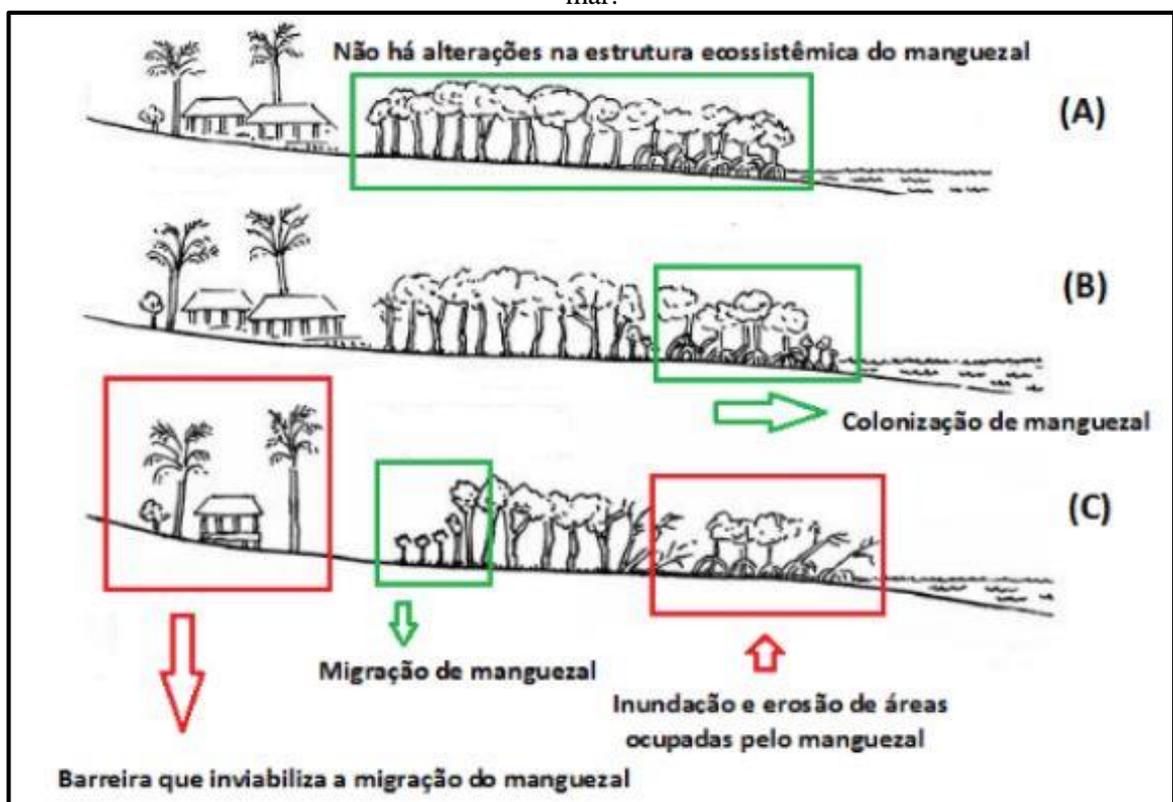
Tradução: Ivonice Sena de Souza (2023).

Segundo Marengo (2006), o aumento na temperatura e mudanças na precipitação, com a elevação do nível do mar, vão ter impactos significativos nos habitats dos manguezais e criarão novas ondas de inundação. Este autor ainda ressalta que a elevação do nível do mar poderia extinguir os manguezais em quase 1%/ano. Essa consequência poderia causar mudanças na distribuição de espécies e afetar a pesca na região, onde os peixes usam os manguezais como refúgio e berçário (Marengo, 2006).

Segundo Bezerra (2014), os manguezais podem apresentar variados padrões de resposta em relação a elevação do nível do mar, esse processo dependerá das características locais e regionais, como: padrões locais nas taxas da elevação do nível do mar e nos processos de sedimentação/erosão, amplitude da maré local, topografia do relevo e das formas de uso e ocupação dos solos adjacentes.

Quanto ao padrão de resposta da dinâmica dos manguezais a elevação do NMRM, Gilman, Ellison e Coleman (2007) sugerem três cenários gerais para as alterações no Nível Médio Relativo do Mar - NMRM: (A) cenário de não elevação, (B) retração do NMRM e (C) elevação do NMRM; tendo-se em consideração uma escala local (Figura 04).

Figura 04: Cenários de padrões de reposta do manguezal conforme as alterações do nível do mar.



Fonte: Bezerra (2014) adaptado de Gilman; Ellison e Coleman (2007).

De acordo com Bezerra (2014), no cenário de não elevação, não haverá avanço do nível do mar em relação à superfície de ocorrência do manguezal, não há modificações significativas na composição local do manguezal (Figura 4-A). No caso em que ocorre retração do NMRM em relação à área de ocorrência do manguezal (Figura 4-B), há a probabilidade de o manguezal ocupar áreas que estavam submersas, e dependendo da topografia, ampliar-se lateralmente ou em direção ao próprio canal do rio, em situações em que a taxa de sedimentação for maior que a taxa de elevação do mar no local.

O cenário de ENMRM em relação à superfície de ocupação do manguezal (Figura 4-C), ocorre à inundação permanente e erosão de áreas ocupadas pelo manguezal e o deslocamento da área de influência das marés (AIM), caso não existam barreiras à sua colonização como, por exemplo, construções antrópicas, o manguezal poderá migrar em direção ao continente. Outra possibilidade é de o manguezal resistir ao aumento do NMRM em situações em que ocorra intensa acreção vertical e acreção longitudinal de sedimento, e que estas excedam as taxas de elevação da coluna d'água (IDEM). Diante dos três cenários e dos dados disponíveis pelo IPCC, é importante realizar estudos que demonstrem como o ecossistema se comportará diante dos efeitos da ENMRM e as implicações socioambientais para a população que depende desse ecossistema como meio de sobrevivência.

No Brasil, os estudos voltados ao entendimento do padrão de resposta do manguezal a ENMRM vêm sendo discutidos principalmente para a ilha do Maranhão e para a parte oriental da Amazônia legal, onde vêm sendo desenvolvidas e testadas importantes metodologias para modelagem espaciais, buscando entender a capacidade de resistência e resiliência do ecossistema manguezal à ENMRM (Bezerra; Amaral; Kampel, 2013; Bezerra, 2014; Bezerra *et al.*, 2017; Tomaz, 2018; Bezerra; Araújo, 2019).

Atualmente, com o advento das Geotecnologias (Sistemas de Informações Geográficas, Sensoriamento Remoto, Cartografia Digital, Sistema de Posicionamento Global), com os modelos computacionais passou a existir uma gama de contribuições referentes a uma variedade de exemplares e técnicas de aplicação destes instrumentos na identificação de alvos em ambientes costeiros e no estudo da dinâmica dos manguezais, principalmente com enfoque no mapeamento e quantificação das áreas de mangue. No entanto, este trabalho vai além de mapear e quantificar as áreas de manguezais, busca realizar simulações afim de entender os possíveis impactos que este ecossistema está exposto, na provável ENMRM e as consequências deste evento para os pescadores e marisqueiras que dependem deste ecossistema. Na seção a seguir apresenta-se o percurso metodológico utilizado para alcançar os resultados do presente estudo.

SEÇÃO 2: PERCURSO METODOLÓGICO

2. PERCURSO METODOLÓGICO

Esta seção apresenta as etapas metodológicas que foram utilizadas para a construção da tese intitulada “Dinâmica da Paisagem Costeira e os Impactos da Elevação do Nível Médio do Mar na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano”. A presente pesquisa foi esquematizada sob as bases da Geografia Física Aplicada, utilizando o método hipotético-dedutivo, por meio da análise sistêmica e integrada da paisagem.

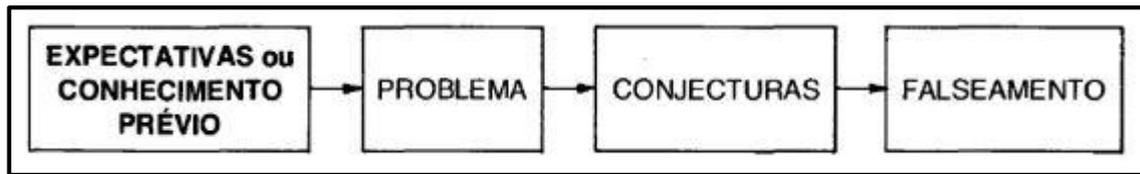
Desse modo, primeiro abordou-se sobre a escolha metodológica para a tese. Em seguida, apresenta-se a construção do banco de dados geográficos, de forma sequencial aos objetivos, discorre-se sobre os processos técnicos realizadas para cada seção, na sequência apresentada, a saber: mapeamento multitemporal de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape, validação dos mapas de uso e cobertura das terras, estimativa de temperatura de superfície terrestre, procedimentos para a simulação espacial BR- MANGUE, observações em campo das estruturas nos bosques de mangue e no substrato, levantamento da composição e estrutura florística dos manguezais, trabalhos de campo e entrevistas.

2.1 Abordagem Metodológica da Pesquisa

De acordo com Gil (2011), para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar as concepções mentais e técnicas que possibilitam sua verificação, e deste modo, determinar o método pelo qual se chegou a esse conhecimento. Nos estudos de “modelagem de sistemas ambientais insere-se como procedimento metodológico o hipotético-dedutivo, pois expressa configurações elaboradas em decorrência de hipóteses ou de explicações” (Christofolletti, 1999, p. 21). Nesse sentido, o método científico que direciona o presente estudo é o hipotético-dedutivo, proposto por Karl Popper (1975). Definido como um método que permite o entendimento e que, a partir de hipóteses, deduz as possíveis proposições tidas como verdades em relação ao objeto de estudo (Marconi; Lakatos, 2003).

No método hipotético-dedutivo, em um primeiro momento, identifica-se o problema a ser resolvido e formula-se as hipóteses relevantes. Em seguida, estas serão testadas, com o intuito de compreender e descobrir soluções aceitáveis da realidade que se almeja estudar (Figura 05) (Idem, 2003).

Figura 05: Etapas do método hipotético dedutivo - Karl Popper.

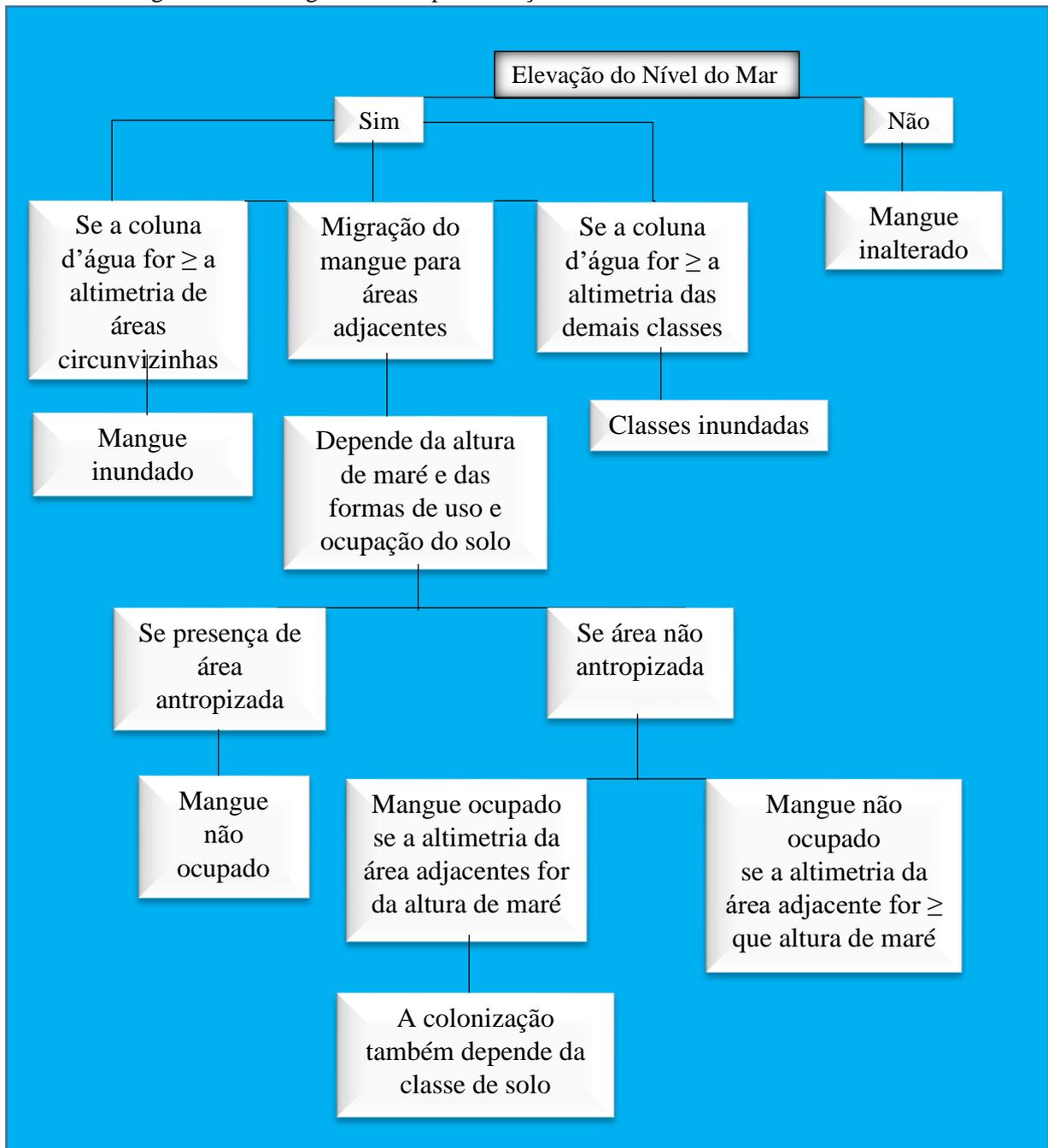


Fonte: Lakatos; Marconi (2003).

A tese desenvolve-se à luz da análise integrada da paisagem na perspectiva sistêmica, cuja abordagem torna-se fundamental para orientar os procedimentos da modelagem sobre sistemas ambientais (Christofoletti, 1999). A referida abordagem consiste na observação do objeto enquanto sistema aberto e que seu funcionamento se dá através de processos e respostas. Essa perspectiva visa compreender o funcionamento, desempenho e organização dos componentes da unidade; a noção de estrutura na abordagem sistêmica é um componente importante, principalmente no que diz à sua capacidade em refletir o grau de mudanças no desempenho funcional (Monteiro, 2003). Neste sentido, cabe destacar os manguezais como importantes sistemas abertos onde há constante fluxo de energia que entra e sai em meio à dinâmica das marés, dos materiais provenientes dos componentes litológicos, da quantidade de calor e umidade.

Para realização da modelagem simulatória do sistema manguezal, foram adotados os princípios teóricos de Bezerra (2014), o qual desenvolveu o BR-MANGUE, que objetivou simular os impactos da ENMRM em manguezais através de um modelo computacional e uso de um Sistema de Informação Geográfico. O BR-MANGUE é um modelo experimental elaborado de acordo com os princípios teóricos descritos por Bezerra (2014). Através desse modelo conceitual é possível simular e entender o padrão de resposta do manguezal à dinâmica de elevação do nível do mar, baseado em autômatos celulares e SIG para identificar padrões de resistência, migração e/ou inundação dos manguezais para diferentes eventos de ENMRM. A partir desses componentes do modelo conceitual, foram criados os respectivos módulos na implementação do modelo computacional (Bezerra *et al.*, 2019). Na Figura 06, é apresentado um fluxograma que demonstra a estrutura organizacional do modelo conceitual, e como ele foi idealizado por Bezerra (2014).

Figura 06: Fluxograma da implementação estrutural do modelo BR-MANGUE.



Fonte: Bezerra (2014).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

O fluxograma foi idealizado para duas situações: ocorrência de elevação do nível médio do mar e não aumento do nível médio do mar. Na ocorrência de ENMRM o mangue pode responder a esse evento conforme os usos da terra. Só ocorrerá a ENMRM, se a coluna d'água for maior ou igual a altimetria de áreas circunvizinhas de mangue, nessa circunstância o mangue é inundado. A segunda situação corresponde a migração do mangue para áreas adjacentes, e dependerá da altura de maré e das formas de uso e ocupação do solo. Se existir a presença de área antropizada

– o mangue não ocupa. Se área não antropizada – o mangue ocupa se a altimetria da área adjacente for menor ou igual a altura de maré. Mangue não ocupa se a altimetria da área adjacente for maior que altura de maré. Não havendo aumento do nível do mar, o ecossistema manguezal não sofrerá impacto. A colonização também dependerá das classes de usos da terra, se é favorável ou não para o desenvolvimento desse ecossistema (Bezerra, 2014).

2.2 Banco de Dados Geográficos, Processamento Digital de Imagem e Modelagem Simulatória

Para o desenvolvimento da tese, foram estruturados três Bancos de Dados Geográficos (BDG), compostos de dados primários e secundários, com informações geoespaciais para o desenvolvimento da cartografia temática e outras informações sobre a RESEX Baía do Iguape, em ambiente SIGs. Nesta perspectiva, foi construído para a área de estudo, três Bancos de Dados (BD): dois com informações espaciais, com arquivos vetoriais (*shapefiles* - polígonos, linhas e pontos) e matriciais (*raster* - imagens digitais geradas por sensoriamento remoto). Os dados primários e secundários, necessários para a construção dos BD foram obtidos a partir de órgãos e instituições estaduais, federais e internacionais: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) dentre outros. Para isso, todos os arquivos (vetoriais e matriciais) foram reprojatados para o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) com o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000).

O Banco de Dados Geográficos 01 compreende dados vetoriais obtidos no IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>) (Quadro 06). Sendo, os temas vetoriais: *shapes* dos municípios, Unidades de Conservação (UCs), pedologia, limite da área de estudo, dentre outros. Além de geração de novos dados (pontos linhas e polígonos) no ambiente SIG, como a delimitação do buffer de 500 metros no entorno da área estudada, criação de um espaço celular¹ para área de estudo, espaço celular preenchido com atributos de solos, altimetria e uso e cobertura da terra. Considerando que a visão de território das comunidades pesqueiras pode ser diferente da delimitação oficial, optou-se por gerar um *buffer* de 500 metros no entorno da área mapeada. A percepção de território para comunidades tradicionais nem sempre estão limitadas às demarcações legais.

¹ Modelo baseado em autômatos celulares. Estes consistem em uma grade de células, onde cada uma está em um estado possível dentro de um conjunto finito de estados (UFRGS, 2022).

Quadro 06- Composição das informações contidas no banco de dados com arquivos vetoriais.

Banco de dados geográficos	Tipo de dados		Escala	Disponível em:
BDG 01	Vetoriais	Informação ambiental (Pedologia).	1:250.000	IBGE: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html
		Informações sobre Unidades de Conservação.	1:1.000.000	https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados.html . https://sosgisbr.com/tag/icmbio . http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload . https://antigo.mma.gov.br/seguranc-a-quimica/cartas-de-sensibilidade-ao-oleo/base-de-dados .
		Dados de Maré.		https://antigo.mma.gov.br/seguranc-a-quimica/cartas-de-sensibilidade-ao-oleo/base-de-dados .
		Malha municipal.	1:1.000.000 1:5.000.000	IBGE: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

O Banco de Dados Geográficos 02 é composto por dados matriciais (imagens do satélite Landsat 5, 7, 8 e 9 e o Modelo Digital de Elevação (MDE), os quais são disponibilizados no catálogo de imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) e *Earth Explorer do USGS* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens de Satélites do Landsat 5 e 7 foram adquiridas no catálogo de imagens do INPE, enquanto as imagens do Landsat 8 e 9 foram adquiridas no *Earth Explorer do USGS* (Quadro 07). Os temas raster são compostos por imagens Landsat, sendo imagens dos anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022, Modelos Digitais de Elevação – MDE proveniente da Shuttle Radar Topography Mission- SRTM.

Quadro 07: Composição das informações contidas no banco de dados com arquivos matriciais.

Banco de dados geográficos	Tipo de dados		Escala	Disponível em:
BDG 02	Matriciais	Modelo Digital de Elevação- MDE	30 metros	Earth Explorer/USGS: https://earthexplorer.usgs.com
		Landsat 5 Landsat 7 Landsat 8 Landsat 9	30 metros	INPE: http://www.dgi.inpe.br/CDSR Earth Explorer/USGS: https://earthexplorer.usgs.com

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

O Banco de Dados Geográfico 03 está organizado em tabelas do Excel com coordenadas geográficas coletadas em campo com o Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Quadro 08). Além disso, houve também dados derivados dos arquivos vetoriais e matriciais, dos BDG 01 e 02. As informações do terceiro BD foram utilizadas para caracterização da área de estudo, mapeamento e validação dos mapas de uso e cobertura da terra, e na construção de gráficos e tabelas para análise dos fenômenos estudados.

Quadro 08: Composição das informações contidas no banco de dados com arquivos alfanuméricos.

Banco de dados geográficos	Tipo de dados		Escala	Disponível em:
BDG 03	Planilhas	Pontos de campo	2023	Coordenadas geográficas

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Para a análise da dinâmica de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape foi definido um recorte espaço-temporal de 36 anos (1986, 1995, 2003, 2017 e 2022). Esse recorte levou em consideração a disponibilidade das imagens. A seleção das imagens (período) teve como critério a qualidade da imagem (quantidade de nuvens, sombra de nuvens e menor número de ruídos ou erros), foram utilizadas imagens de diferentes anos. As imagens selecionadas datam de: 14 de junho de 1986; 06 de julho de 1994; 12 de janeiro de 2003; 17 de julho de 2017 e 17 de junho de 2022 (Tabela 03). As imagens obtidas correspondem a estação outono-inverno, exceto a imagem de 12 de janeiro de 2003, obtida na estação verão, essa imagem foi escolhida por não conseguir nenhuma imagem de qualidade para a referida década no período outono-inverno.

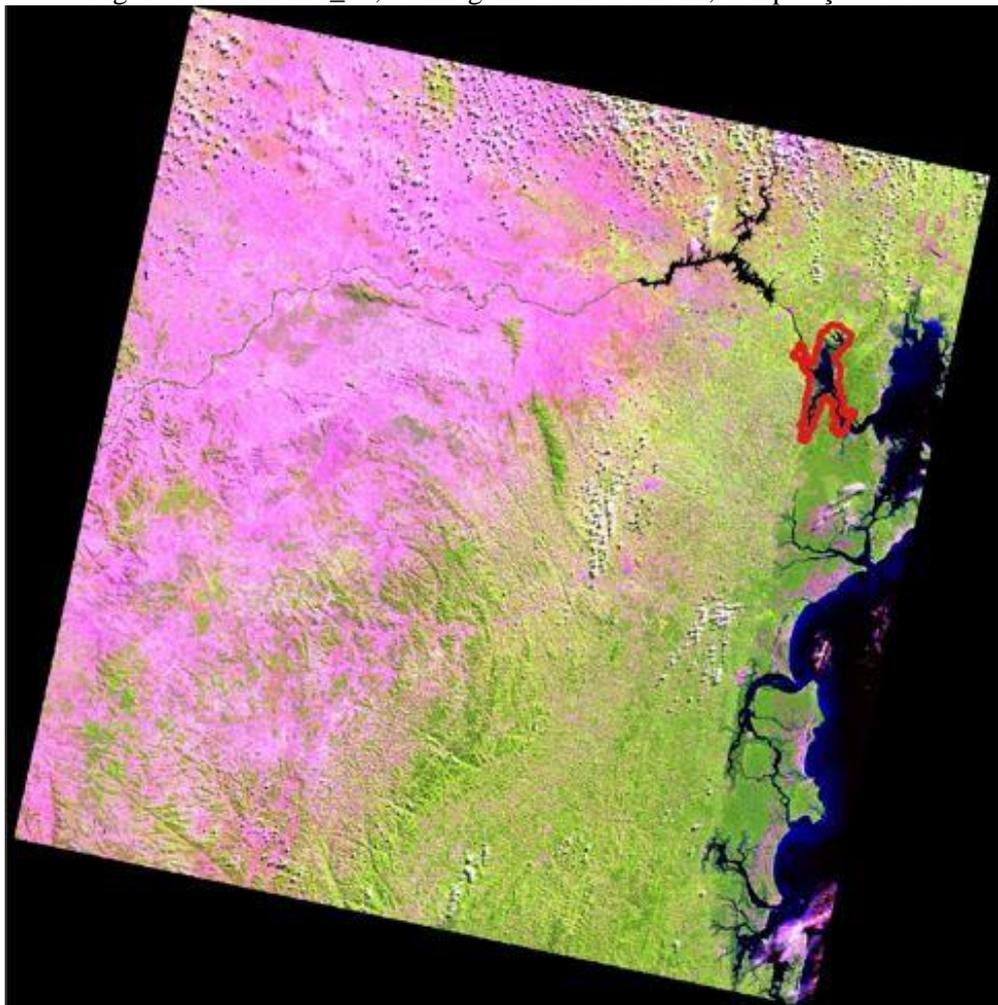
Tabela 03: Imagens do Sensor Landsat e suas respectivas datas.

Sensor	Data da imagem	Estação do ano	Cena
Landsat 5	14/06/1986	Outono	216_069
Landsat 5	06/07/1994	Inverno	216_069
Landsat 7	12/01/2003	Verão	216_069
Landsat 8	17/07/2017	Inverno	216_069
Landsat 9	17/06/2022	Outono	216_069

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

As imagens do Sensor Landsat 5 com sensor Thematic Mapper (TM), disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), possui sete bandas espectrais (três no visível, um no infravermelho próximo, dois no infravermelho médio e um no termal) com resolução espacial (30m). Nas referidas imagens, a RESEX Baía do Iguape está localizada na cena 216_069 (Figura 07).

Figura 07: Cena 216_69, da imagem do ano de 2022, composição 654.



Fonte: USGS (2022). Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

As imagens do Landsat 5 com sensor Thematic Mapper (TM), apresentam período de revisita de 16 dias e resolução espacial de 30m para as bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e de 120 m² e para banda 6 termal. A imagem Landsat 7 com sensor Thematic Mapper (TM⁺), também apresenta período de revisita de 16 dias. Já a imagem do Landsat 8 com sensores Operational Terra Imager (OLI) e Thermal Infrared (TIRS) possui mesmo período de revisita e resoluções espaciais de 15 m para a banda 8 pancromática, 30m para as bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9 e de 100 m para as bandas termais 10 e 11. O Landsat 9, quanto a resolução espacial, o satélite possui as mesmas características do Landsat 8. A diferença do Landsat 8 para o landsat 9, é que o Landsat 9 transmite dados com maior resolução radiométrica, o Landsat 9 pode diferenciar mais de 16.000 tons de uma determinada cor de comprimento de onda. Enquanto, os demais satélites da série são capazes de detectar apenas 256. O Landsat 9 carrega dois instrumentos que capturam imagens: o Operational Land Imager 2 (OLI-2), que detecta luz visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas em nove comprimentos de onda, e o Sensor Infravermelho Térmico 2 (TIRS-2), que detecta radiação térmica em dois comprimentos de onda para medir as temperaturas da superfície da Terra e suas mudanças (Tabela 04).

Tabela 04: Características das bandas das imagens de satélite Landsat 5.

Características das Bandas do Satélite Landsat 5 TM (Thematic Mapper)		
Bandas Espectrais	Comprimento de Onda (µm)	Resolução Espacial (m)
B1 - Azul	0,45 – 0,52	30 m
B2 - Verde	0,52 – 0,60	30 m
B3 - Vermelho	0,63 – 0,69	30 m
B4 – Infravermelho Próximo	0,76 – 0,90	30 m
B5-Vermelho Médio	1,55- 1,75	30 m
B6 – Infravermelho Termal	10,4 – 12,5	120 m
B7 – Infravermelho Distante	2,08 – 2,35	30 m
Características das Bandas do Satélite Landsat 7 ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus)		
Banda Espectrais	Intervalo espectral (µm)	Resolução (m)
B1 - Azul	0,45 – 0,515	30 m
B2 – Verde	0,525 – 0,605	30 m
B3 – Vermelho	0,63 – 0,69	30 m
B4 – Infravermelho próximo	0,76 – 0,90	30 m
B5 – Infravermelho médio	1,55 – 1,75	30 m
B6 - Infravermelho termal	10,4 – 12,5	60 m
B7 – Infravermelho médio	2,09 – 2,35	30 m
B8 - Pancromático	0,52 – 0,90	15 m
Características das Bandas do Satélite Landsat 8 OLI e TIRS		
Banda Espectrais	Intervalo espectral (µm)	Resolução (m)
OLI1 – Costeira/aerossol	0,43 - 0,45	30 m
OLI2 – Azul	0,45 - 0,51	30 m
OLI3 – Verde	0,53 – 0,59	30 m
OLI4- Vermelho	0,64 – 0,67	30 m
OLI5- Infravermelho Próximo	0,85 – 0,88	30 m
OLI6 – Infravermelho de Ondas Curtas	1,57 – 1,65	30 m
OLI7- Infravermelho de Ondas Curtas	2,11 – 2,29	30 m
OLI8- Pancromática	0,50 – 0,68	15 m

OLI9- Cirrus	1,36 – 1,38	30 m
OLI10- Infravermelho Termal1	10,60 – 11,19	100 m
OLI11- Infravermelho Termal2	11,50 – 12,51	100 m
Características das Bandas do Satélite Landsat 9 OLI e TIRS		
Banda Espectrais	Intervalo espectral (µm)	Resolução (m)
OLI1 – Costeira/aerossol	0,43 - 0,45	30 m
OLI2 – Azul	0,45 - 0,51	30 m
OLI3 – Verde	0,53 – 0,59	30 m
OLI4- Vermelho	0,64 – 0,67	30 m
OLI-2- 5 Infravermelho Próximo	0,85 - 0,88	30 m
OLI-2-6 Infravermelho de Ondas Curtas1	1,57 - 1,65	30 m
OLI-2- 7 Infravermelho de Ondas Curtas2	2,11 - 2,29	30 m
OLI-2-8 Pancromática	0,50 - 0,68	15 m
OLI-2-9 Cirrus	1,36 - 1,38	30 m
OLI-2-10 Infravermelho Termal1	10,6 - 11,19	100 m
OLI-2-11 Infravermelho Termal2	11,5 - 12,51	100 m

Fonte: USGS (2022). Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

As imagens trabalhadas foram georreferenciadas com RMS (*Root Mean Square*) sempre inferior a um pixel (Tabela 05). Apenas as imagens do Landsat 5 e 7 foram georreferenciadas, isso porque as imagens do Landsat 8 e 9, são disponibilizadas com as distorções corrigidas. As técnicas de processamento incluíram a seleção das bandas, georreferenciamento e recorte do limite da Reserva, além de um buffer de 500 m.

Tabela 05: RMS dos georreferenciamento da cena.

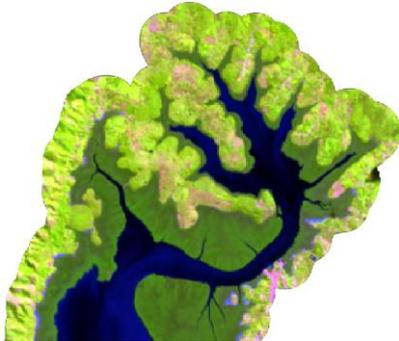
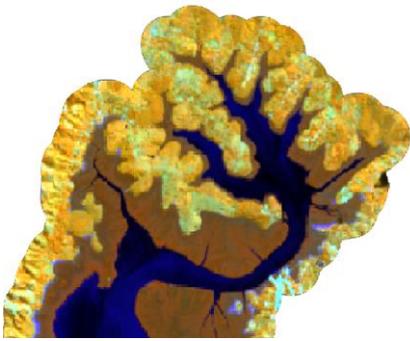
Sensor	Data da imagem	RMS
Landsat 5	14/06/1986	0,2
Landsat 5	06/07/1994	0,1
Landsat 7	12/01/2003	0,3
Landsat 8	17/07/2017	Ortorretificada
Landsat 9	17/06/2022	Ortorretificada

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

No processamento, foram testadas algumas combinações de bandas, cores e contrastes, com o objetivo de se extrair o máximo de informações das imagens. As bandas espectrais consideradas no trabalho, para a imagem Landsat 5 e 7 foram R5G4B3 e R4G5B3. A composição colorida utilizada para as imagens Landsat 8 e 9 foram R6G5B4 e R5G6 B2 (Figura 08).

Na realização da modelagem simulatória foi criado um espaço celular para a área de estudo. A poligonal da RESEX Baía do Iguape conta com células de área igual a 100 x 100 metros para representar os seus 10.074 ha. No entanto, foi criado um buffer no entorno da poligonal da RESEX, com isso o espaço celular é composto por 17.919 ha.

Figura 08: Composição colorida para a imagem Landsat 9.

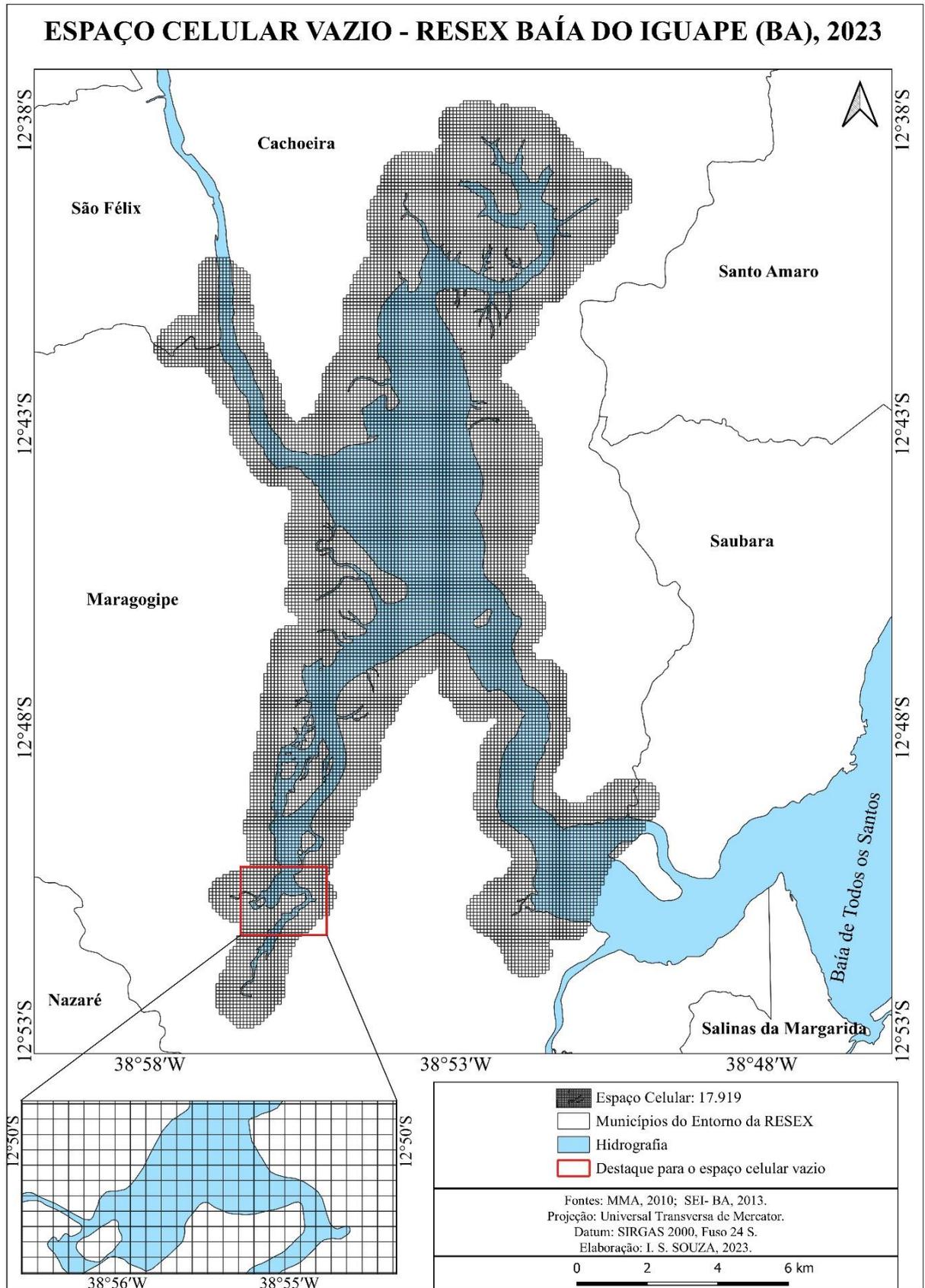
Satélite	R6G5B4	R5G6B2
LANDSAT 9		

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Quanto menor o tamanho de cada célula, mais representativa e confiável será a representação da área, possibilitando uma avaliação menos generalista de forma a considerar um contexto mais fiel do fenômeno estudado. No entanto, diminuir o tamanho da célula implicará diretamente em um maior número de células, exigindo bem mais recursos computacionais para executar o procedimento. Sabe-se que quanto maior a área geográfica representada por uma célula, menor a qualidade no processo de simulação. À medida que se diminui o tamanho das células, se ganha uma maior confiabilidade (Borges *et al.*, 2019). Nesta perspectiva, criou-se células que representam 100 x 100 metros da área de estudo.

O banco de dados para a simulação dos impactos de elevação do nível do mar e o espaço celular foram criados no *software* TerraView 4.2.0, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com projeção/Datum: LatLong/WGS84. Adotando a resolução espacial de 100 m² (10 m x 10 m), o recorte espacial da RESEX Baía do Iguape foi constituído por um espaço celular contendo 17.919 células (Figura 09).

Figura 09: Recorte espacial da RESEX Baía do Iguape - espaço celular vazio.



Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

2.3 Mapeamento Multitemporal de Uso e Cobertura das Terras

Para a execução do objetivo específico definido em discutir o uso e cobertura da terra para a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, foi fundamental a confecção dos mapeamentos de usos e cobertura da terra, nessa etapa foram utilizadas imagens de satélite do Landsat-5, 7, 8 e 9.

A fim da realização desta etapa, foi fundamental o Manual Técnico em Geociências do IBGE: O Manual Técnico de Uso da Terra (2013). Entretanto, foi necessário adaptá-lo à realidade local e a partir das leituras, definindo as classes de usos (Agropecuária, Rios, Área Urbana, Solo Exposto, apicum, Floresta) (Quadro 09).

Quadro 09: Níveis de abstração adotados no mapeamento de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape, adaptados dos Manuais de uso e ocupação das Terras e do Manual de vegetação.

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Espelho d'água	Rio, lago, açude e represa	Rio
Superfície terrestre	Área natural	Manguezal
		Outros tipos de Vegetação
	Área antrópica	Urbanização
		Solo exposto
		Agropecuária

Fonte: IBGE, 2013. Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

As imagens de satélite da RESEX foram analisadas e interpretadas. O processo de fotointerpretação envolve pelo menos duas etapas: observação e interpretação (Moreira, 2011). Alguns fatores são importantes para o processo de interpretação das imagens de satélite, são eles: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização (Florenzano, 2007). Conforme apresentado no quadro 10. A identificação de objetos em imagens produzidas por sensores remotos mediante interpretação visual é eficaz quando o interesse é acessar as características geométricas e a aparência geral dos objetos (Ponzoni *et al.*, 2007). “O uso e cobertura da terra é a informação mais acessível numa imagem de satélite, pois a mesma permite a visualização e identificação direta dos elementos ali geometricamente apresentados” (Leite; Rosa, 2012, p. 91).

Após o estudo desses fatores de interpretação foi possível identificar quais as classes de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape (Figura 10). Em seguida deu-se início ao processo de elaboração dos mapas de uso e cobertura das terras. Posteriormente, foram realizadas as vetorizações sobre os recortes das Imagens Landsat 5, 7, 8 e 9, referentes ao recorte

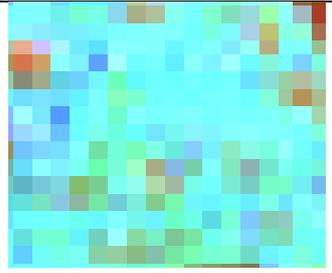
da RESEX Baía do Iguaçu na composição R4G5B3, utilizou-se como base para a vetorização um zoom na escala de 1:50.000.

Quadro 10: Elementos de interpretação de imagens de SR.

Elementos de interpretação de imagens	Considerações
Tonalidade/cor	<p>A tonalidade cinza é um elemento utilizado para interpretar as imagens em preto e branco. Nesse tipo de imagem, as variações da cena fotografada ou imageada são representadas por diferentes tonalidades, ou tons de cinza, que variam do branco ao preto. Quanto mais energia um objeto refletir, ele vai tender ao branco, quanto menos energia um objeto refletir, ele vai tender o preto.</p> <p>A cor é um elemento usado para facilitar a interpretação das imagens. É mais fácil interpretar imagens coloridas do que em preto e branco.</p>
Textura	<p>Refere-se ao aspecto liso ou rugoso dos objetos em uma imagem. A textura é um elemento muito importante na identificação de unidades de relevo: a textura lisa corresponde a áreas de relevo plano, enquanto a textura rugosa corresponde a áreas de relevo acidentado.</p>
Tamanho	<p>Em função do tamanho, pode se distinguir uma residência de uma indústria, uma área industrial de uma residencial, grandes avenidas de ruas de tráfego local, um sulco de erosão de uma voçoroca.</p>
Forma	<p>É um elemento de interpretação tão importante que alguns objetos, feições ou superfícies são identificadas apenas com base nesse elemento. Assim estradas e rios são facilmente identificados pela sua forma linear (e curvilínea). Formas irregulares são indicadoras de objetos naturais (matas, lagos, feições de relevo, pântanos etc.), formas regulares indicam objetos artificiais ou culturais, construídos pelo homem (reflorestamento, aeroportos, etc.).</p>
Sombra	<p>Em imagens bidimensionais, a altura de objetos como árvores, edifícios, relevo etc., pode ser estimada pelo elemento sombra. A sombra representada em uma imagem pode ajudar na identificação de alguns objetos como pontes, chaminés, postes, árvores e feições de relevo.</p>
Padrão	<p>Refere-se ao arranjo espacial ou a organização desses objetos em uma superfície. A exemplo dos padrões espaciais das unidades habitacionais ou de um arruamento.</p>
Localização	<p>A localização geográfica de um objeto pode ajudar na identificação em imagem. A exemplo de áreas urbanas, podem se localizar próximos a rios, rodovias e litorais.</p>

Fonte: Florenzano (2007). Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Figura 10: Chave de interpretação das classes de uso e cobertura da terra representadas pela imagem LANDSAT 9.

Classe	Alvo/Imagem Composição	Imagem de Campo
Manguezal		
Água		
Área Urbana		
Agropecuária		
Vegetação		
Solo Exposto/apicum		

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

2.4 Validação dos Mapas de Uso e Cobertura das Terras

A fase de validação foi realizada através de pontos coletados em campo com o GPS, para todas as classes de uso e cobertura e para complementar a validação foram utilizados os índices do coeficiente Kappa e o Coeficiente Global. A etapa de campo foi fundamental para a determinação e reconhecimento das classes verificadas, além do registro fotográfico. O índice de coeficiente Kappa é uma medida de concordância entre dois observadores ou entre dois instrumentos que classificam uma série de unidades observacionais conforme as classes de uma variável qualitativa (Ribeiro, 2020). No caso, as duas observações referem-se a imagem de satélite utilizada para a realização da vetorização (verdade terrestre) e o mapeamento resultante da vetorização, o estimado método manual.

O índice Kappa serve para validar a verdade terrestre, seja uma classificação supervisionada, uma classificação não supervisionada ou uma interpretação manual, como no caso da vetorização. O índice do coeficiente Kappa e o Coeficiente Global foram realizados no ArcGis. Para gerar os pontos aleatórios, distribuídos na área de estudo, foi utilizada a ferramenta *create accuracy assessment points*. Para a avaliação dos índices de acurácia, realizou-se o cruzamento das informações de todas as classes de uso e cobertura vetorizadas e as classes observadas nas imagens de referência, juntamente com os dados de campo. Assim, foram associados os pontos aleatórios com as classes de uso e cobertura das terras geradas na vetorização.

Para cada ponto criado para validação, foi classificado numa das seis classes de uso e cobertura pré-definidas, de acordo com o levantamento de campo e a interpretação visual da imagem de satélite da área de estudo. Para gerar a matriz de confusão, foi utilizada a ferramenta *“compute confusion matrix”*, para formar a matriz de confusão utilizou os pontos gerados aleatoriamente, identificados através da interpretação visual. A exatidão global é calculada dividindo-se a soma dos valores da diagonal principal, que representa o número de elementos vetorizados corretamente (Hellden *et al.*, 1980).

O resultado da estatística Kappa² normalmente é comparado aos valores contidos na tabela 06, proposta por Landis e Koch (1977), a fim de indicar a qualidade do mapa temático. Os dados obtidos para este trabalho foram tabulados em matrizes de confusão (Tabelas 07, 08, 09, 10 e 11). Através destas matrizes, foi possível efetuar a avaliação de desempenho global através do índice Kappa (Landis; Koch, 1977), Exatidão global (Hellden *et al.*, 1980).

² É uma tabela que permite a visualização do desempenho de um algoritmo de classificação.

Tabela 06: Índice Kappa.

Valor de Kappa	Concordância
0	Péssima
0 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Boa
0,61 – 0,80	Muito Boa
0,81 - 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

Tabela 07: Matriz de confusão 1986.

		Dados de Referência - Pontos						
		Espelho d'água	Agropecuária	Área urbana	Mangue	Solo exposto	Vegetação	Total
Classes do Mapa	Espelho d'água	75	0	0	1	0	0	76
	Agropecuária	0	38	0	0	0	6	44
	Área Urbana	0	0	10	0	0	0	10
	Mangue	0	0	0	39	0	1	40
	Solo Exposto	0	0	0	0	9	1	10
	Vegetação	0	1	0	0	0	35	36
	Total	75	39	10	40	9	43	216

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Tabela 08: Matriz de confusão 1994.

		Dados de Referência - Pontos						
		Espelho d'água	Agropecuária	Área urbana	Mangue	Solo exposto	Vegetação	Total
Classes do Mapa	Espelho d'água	74	0	0	0	0	0	74
	Agropecuária	0	35	0	1	0	3	39
	Área Urbana	0	1	8	0	0	1	10
	Mangue	0	0	0	41	0	0	41
	Solo Exposto	0	0	2	0	7	1	10
	Vegetação	0	0	0	0	0	39	39
	Total	74	36	10	42	7	44	213

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Tabela 09: Matriz de confusão 2003.

		Dados de Referência - Pontos						
		Espelho d'água	Agropecuária	Área urbana	Mangue	Solo exposto	Vegetação	Total
Classes do Mapa	Espelho d'água	74	0	0	0	0	0	74
	Agropecuária	0	49	0	0	0	3	52
	Área Urbana	0	0	10	0	0	0	10
	Mangue	0	0	0	41	0	0	41
	Solo Exposto	0	0	0	1	9	0	10
	Vegetação	0	1	0	0	0	27	28
	Total	74	50	10	42	9	30	215

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Tabela 10: Matriz de confusão 2017.

Dados de Referência - Pontos								
	Espelho d'água	Agropecuária	Área urbana	Mangue	Solo exposto	Vegetação	Total	
Classes do Mapa	Espelho d'água	74	0	0	0	0	74	
	Agropecuária	0	36	0	1	4	41	
	Área Urbana	0	0	9	1	0	10	
	Mangue	0	0	0	41	0	41	
	Solo Exposto	1	0	0	0	9	10	
	Vegetação	1	0	0	0	0	36	36
	Total	76	36	9	43	9	41	212

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Tabela 11: Matriz de confusão 2022.

Dados de Referência - Pontos								
	Espelho d'água	Agropecuária	Área urbana	Mangue	Solo exposto	Vegetação	Total	
Classes do Mapa	Espelho d'água	70	2	0	2	0	74	
	Agropecuária	0	32	0	1	1	34	
	Área Urbana	0	0	10	0	0	10	
	Mangue	0	0	0	42	0	42	
	Solo Exposto	0	0	0	0	9	10	
	Vegetação	3	0	0	0	0	39	42
	Total	73	34	10	45	9	41	212

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A acurácia dos mapeamentos para os dois índices analisados (exatidão global e de Kappa) para os anos vetorizados (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022), foram acima de 90% (Tabela 12).

Tabela 12: Coeficientes de Acurácia Global dos Mapas.

	Ano	Exatidão Global	Índice Kappa	Qualidade do Mapa
Mapas	1986	0,95	0.93	Excelente
	1994	0,95	0.94	Excelente
	2003	0,97	0.96	Excelente
	2017	0,95	0.94	Excelente
	2022	0,95	0.93	Excelente

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

O mapeamento de 2003 foi o que apresentou melhor coeficiente para os dois índices em relação aos demais anos. No entanto, os demais anos apresentam índice de exatidão global de 0,95, enquanto para o Kappa, os anos de 1986 e 2022, o índice foi de 0,93, para os anos de 1994 e 2017 foi de 0,94, enquanto o mapeamento de 2003 o índice obtido corresponde a 0,96. Estes valores se enquadram em mapas de qualidade “excelente”, de acordo com a proposta de Landis e Koch (1977).

2.5 Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape

Para a obtenção dos resultados de temperatura da superfície terrestre da RESEX Baía do Iguape, foram essenciais as imagens termais do sensor LANDSAT 5, 7, 8 e 9, para os respectivos anos, 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022. A estimativa da temperatura de superfície terrestre para o ano de 1986, 1994 e 2003, foram utilizadas as imagens infravermelha termal (banda 6), em seguida a banda termal (banda 6) foi inserida no programa *ArcGis 10.1*. Essas bandas foram georreferenciadas, em seguida realizou-se o recorte da área de estudo. Posteriormente foi realizada a conversão de Números Digitais (DN) para radiância, para fazer essa conversão foi utilizada a seguinte equação:

$$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{QCALMAX - QCALMIN} \right) (QCAL - QCALMIN) + LMIN_{\lambda}$$

No quadro 11- segue a fórmula utilizada na conversão para radiância.

Quadro 11- Elementos e valores da fórmula de conversão para radiância extraídos do metadados da imagem do Sensor Landsat 8 e 9, banda 10 – 2017 e 2022.

L_{λ}	Radiância espectral na abertura do sensor em watts/ (metro quadrado * ster * μm)
QCAL	Valor quantizado calibrado de um pixel em nível de cinza
LMIN	Radiância espectral que é dimensionada para QCALMIN em watts// (metro quadrado * ster * μm);
LMAX	Radiância espectral que é dimensionada para QCALMAX em watts/ (metro quadrado * ster * μm);
QCALMIN	Valor mínimo quantizado calibrado de um pixel (correspondente à LMIN) em nível de cinza;
QCALMAX	Valor máximo quantizado calibrado de um pixel (correspondente à LMAX) em nível de cinza igual a 255.

Fonte: Metadados da imagem do Sensor Landsat 8 e 9, banda 10 – 2017 e 2022.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Fórmula utilizada na conversão do brilho de Temperatura em Kelvin:

$$Tb = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)}$$

Onde:

Tb	Temperatura da superfície
K1	Constante de calibração (607,76)
K2	Constante de calibração (1260,56)

Fórmula utilizada na Conversão da Temperatura de Kelvin para Graus Celsius (°C):

$$TST = T_b \text{ Kelvin} - 273.15$$

As etapas descritas acima foram realizadas para as imagens Landsat 5 e 7 (1988, 1994 e 2003). Para as imagens Landsat 8 e 9 (2017 e 2022) foram utilizadas as imagens infravermelha termal (banda 10), a qual ocorreu o recorte da área de interesse, em seguida houve a conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin, conforme equações 1 e 2 disponibilizadas pela USGS. Para a realização do cálculo da temperatura de superfície terrestre foram utilizadas as seguintes fórmulas, conforme Coelho e Correia (2013). Segue a fórmula utilizada na conversão para radiância e a tabela 13 com os elementos e valores de conversão.

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL$$

Tabela 13: Elementos e valores da formula de conversão para radiância extraídos do metadados da imagem do Sensor Landsat 8 e 9, banda 10 – 2017 e 2022.

$L\lambda$	Radiância espectral do sensor de abertura em watts/(m ² sr n)
ML	Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04
AL	Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000
Q_{cal}	Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10

Fonte: Coelho e Correia (2013).

Os valores de fator multiplicativo de redimensionamento e o fator de redimensionamento aditivo específico, são encontrados nos metadados das imagens, como pode ser observado na figura 11.

Realizada a etapa de transformação dos valores em radiância, utilizou-se uma segunda fórmula, essa foi utilizada para transformar os valores de radiância em temperatura de valor Kelvin:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)}$$

Figura 11: Metadados da Imagem Landsat 8, ano de 2017.

```

LC08_L2SP_216069_20220617_20220629_02_T1_MTL - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
END_GROUP = LEVEL1_MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = LEVEL1_RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2165E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2458E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1480E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6802E-03
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 5.9238E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.4732E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9654E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.0955E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3151E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-08
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -60.82711
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -62.28770
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -57.39759
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -48.40088
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -29.61892
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.36596
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.48272
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -54.77647
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.5757
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000

```

Fonte: USGS (2017).

Na tabela 14, seguem os elementos e os valores referentes utilizados na transformação da radiância em temperatura de valor Kelvin.

Tabela 14: Elementos e valores utilizados para transformar radiância em temperatura Kelvin.

T	Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K)
K2	Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)
K1	Constante de calibração 1 = 774.89 (K)
$L\lambda$	Radiância espectral em Watts/(m ² sr n)

Fonte: Coelho e Correia (2013).

Após este procedimento, os valores de temperatura Kelvin foram subtraídos pelo seu valor absoluto (273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C).

2.6 Simulação Espacial- BR- MANGUE

Para a realização da simulação de elevação do nível médio do mar sobre os manguezais, foram adotados como base os princípios teóricos de Bezerra (2014), o qual desenvolveu o BR-MANGUE, que objetivou simular os impactos da ENMRM em manguezais através de um modelo espacialmente explícito, baseado em autômatos celulares e uso de Sistema de Informação Geográfico (SIG). Por meio do referido modelo foi realizada simulação da ENMRM para a RESEX Baía do Iguape em 78 eventos de elevação de 0.013 a 1,0 m, que

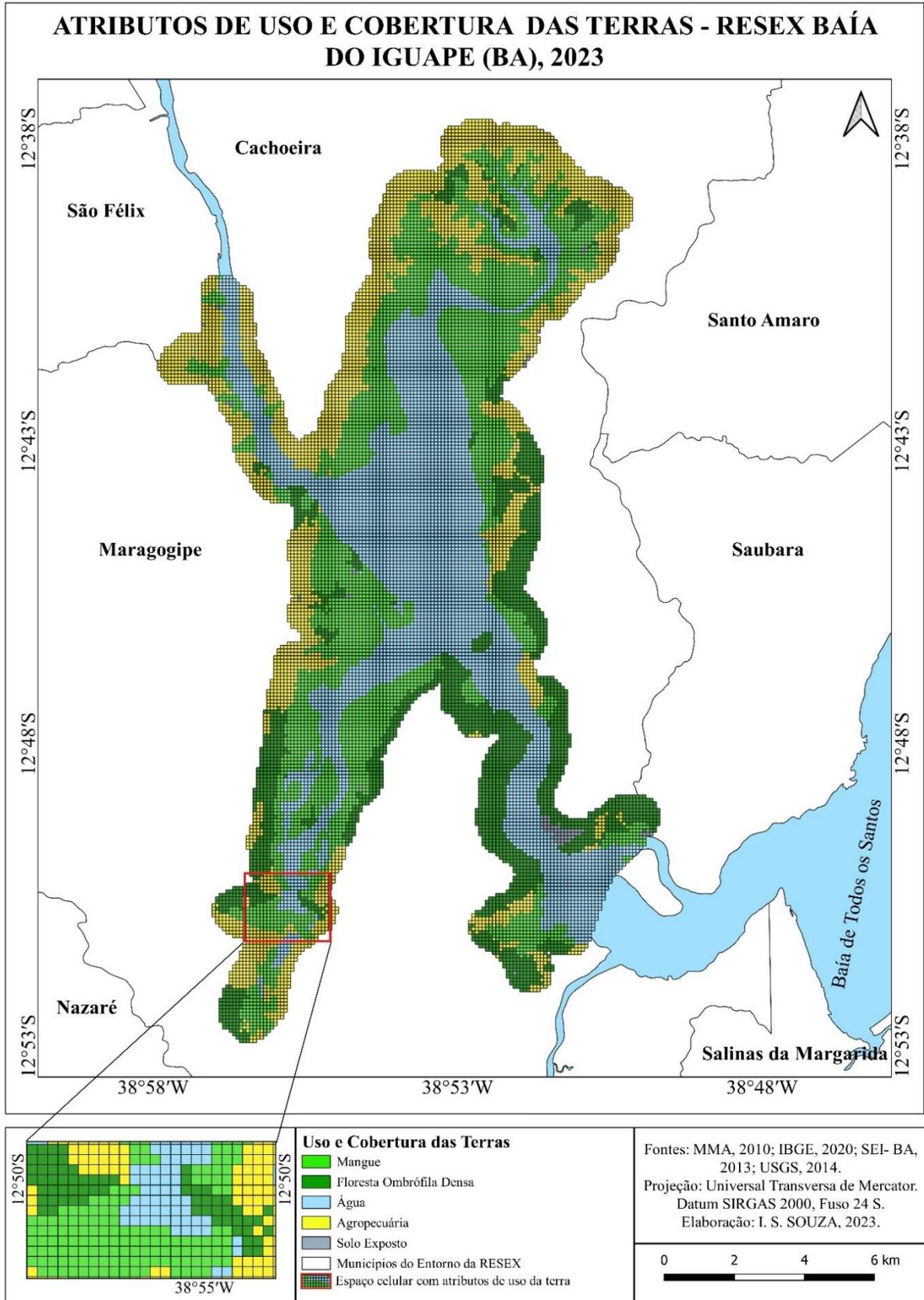
equivalem ao intervalo de tempo de 2022 a 2100 anos, distribuídos como uma progressão aritmética de razão 0,013 m. A escolha do período até 2100, se deu devido as discussões ocorridas pelo IPCC, que afirma que até o final deste século a altura relativa do nível médio do mar, pode chegar a 1 metro.

Os procedimentos de modelagem estão sendo realizados com o objetivo de simular os seguintes eventos: avanço da ENMRM sobre o continente; impacto dos obstáculos à migração do manguezal no continente para o desenvolvimento de novas áreas de manguezal; e variação das áreas de manguezal (área total, área remanescente, área perdida e área migrada). Os dados utilizados para a modelagem foram os planos de informação contendo o mapeamento de uso e cobertura da terra da RESEX Baía do Iguape, informações de solos, dados de altimetria e um espaço celular vazio do recorte espacial da área de estudo.

Para obter os dados de altimetria, foi utilizada imagem do Shuttle Radar Topography Mission–SRTM, disponibilizado no site da USGS. Inicialmente, o espaço celular se encontra vazio, sem informações geográficas no banco de dados, para preencher as células com valores de atributos. O espaço celular foi sobreposto aos arquivos com informações geográficas (uso e cobertura da terra, altimetria e solo) e cada célula assume a informação geográfica que ocupa a maior parte.

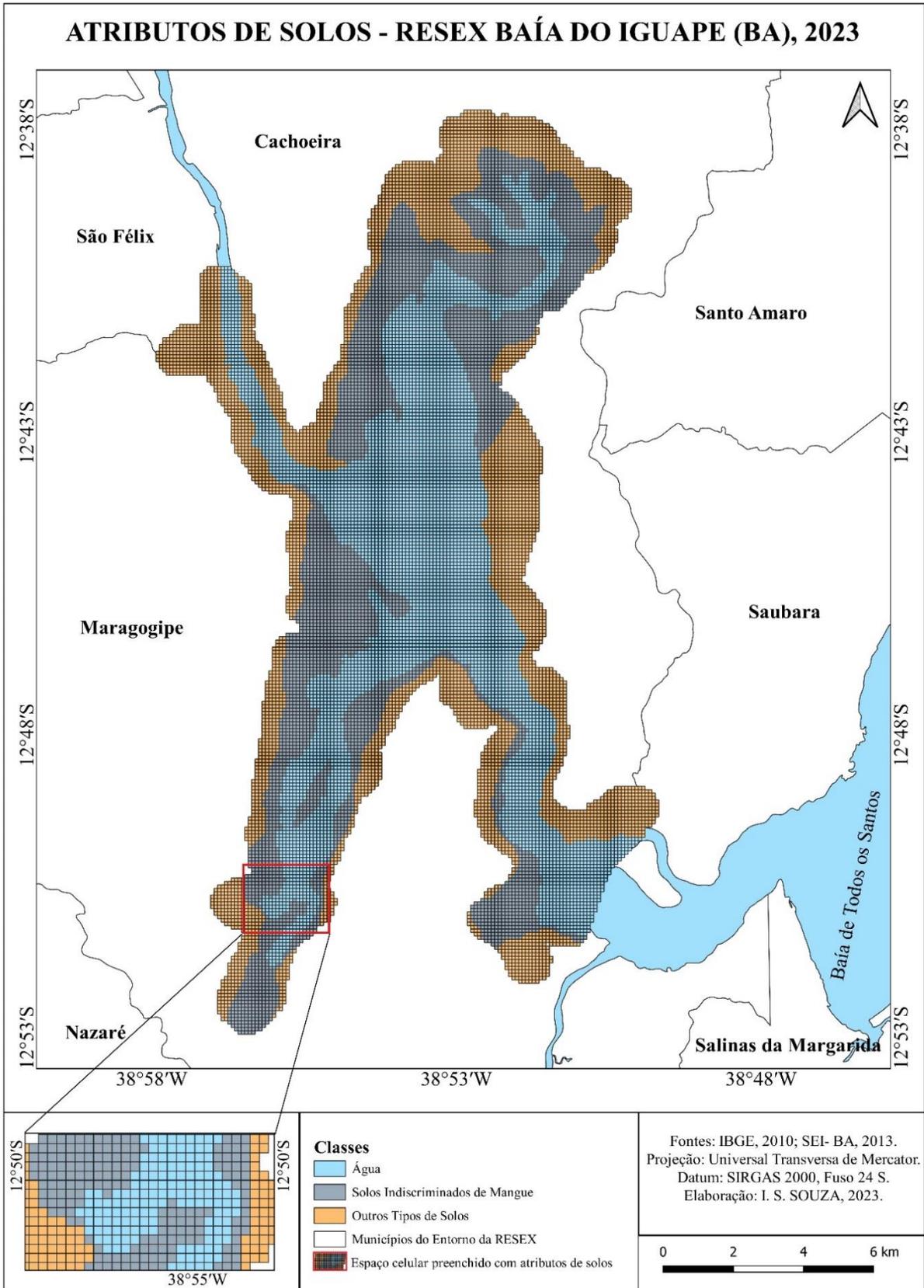
O estado inicial da célula corresponde às classes de uso e cobertura da terra no momento inicial para o ano de 2022 e, para este estudo foram definidas as seguintes classes de uso e cobertura: mangue, água, vegetação, antropização, solo exposto (Figura 12), e atributos que correspondem às classes de solos (Figura 13) e altimetria. Para o atributo altimetria, atribuiu-se o valor mínimo de altitude de cada célula, para representar o relevo da área (Figura 14). O valor de área de influência de maré correspondeu ao valor (2 m).

Figura 12: Espaço celular preenchido com atributos de uso e cobertura da terra para a RESEX Baía do Iguape- BA.



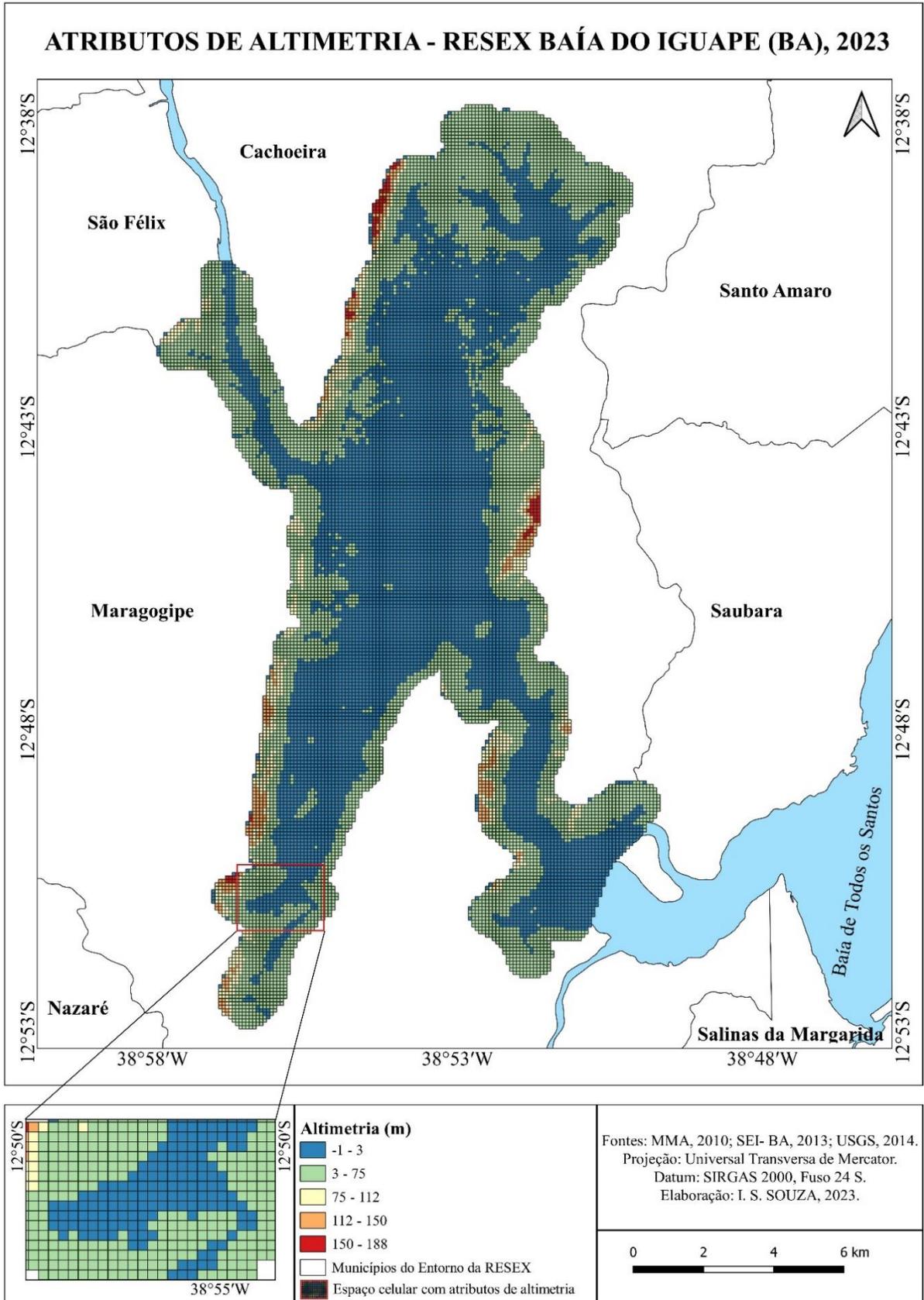
Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Figura 13: Espaço celular preenchido com atributos de solo para a RESEX Baía do Iguape- BA.



Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Figura 14: Espaço celular preenchido com atributos de altimetria para a RESEX Baía do Iguape- BA.



Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A base de dados geográfica e o espaço celular foram criados no *software* TerraView 4.2.0, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com projeção/Datum: LatLong/WGS84. Adotando a resolução espacial de 100 m² (10 m x 10 m), o recorte espacial da RESEX Baía do Iguape foi constituído por um espaço celular contendo 17.919 células. A implementação do BR-Mangue foi baseada no modelo computacional de autômatos celulares, um sistema lógico que tem o conceito de célula como unidade básica: cada célula possui uma vizinhança de células em um estado inicial que pode variar durante a simulação, conforme suas regras de transição (Bezerra, 2014).

O modelo conceitual foi realizado em experimento computacional usando a plataforma de modelagem espacialmente explícita integrada com base de dados geoespaciais TerraME (<http://www.terrame.org>), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Universidade de Ouro Preto (UFOP). O TerraME é um ambiente para modelagem dinâmica espacial com suporte para modelos baseados em autômatos celulares e agentes, com base integrada em um ambiente 2D denominada espaço celular.

O código do modelo conceitual implementado utiliza a linguagem de programação Lua. A linguagem Lua é um software livre, de código aberto, relativamente simples com suporte para outras linguagens computacionais (<http://www.lua.org/>).

2.7 Alterações Estruturais nos Bosques de Mangue e no Substrato

Na avaliação das alterações nas estruturas dos bosques de mangue e no substrato foram realizadas visitas *in situ*, registros fotográficos e coleta de coordenadas geográficas. Além de entrevistas com pescadores e marisqueiras, cujo procedimento indicou se as pessoas das comunidades no entorno da RESEX vêm percebendo alguma alteração no nível das marés e conseqüentemente nos manguezais. Ressalta-se a seleção de entrevistados por idade adulta com experiência, que desenvolvem atividade pesqueira e que se encontravam disponíveis.

2.8 Padrões Fitogeográficos dos Manguezais

Na identificação da composição e estrutura florística dos manguezais foi adotada a metodologia proposta por Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986). “Tal conhecimento é de grande valor para entender seu funcionamento e, possivelmente, suas respostas às mudanças climáticas” (Schaeffer-Novelli; Vale; Cintrón, 2015, p. 67).

Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015) ressaltam a necessidade de seleção de áreas para monitoramento que sejam mais vulneráveis aos possíveis impactos decorrentes da

ENMRM. Neste contexto, as áreas/parcelas demarcadas levaram em consideração os resultados da modelagem simulatória dos impactos da elevação do nível do mar. As áreas de manguezais selecionadas foram delimitadas usando trena e demarcadas com fios de náilon. Cada área teve tamanho adequado para incluir no mínimo 30 árvores com diâmetro maior ou igual a 2,5 cm. Os diâmetros de troncos, incluindo-se árvores mortas, foram medidas e registradas (IDEM, 2015).

Para o cálculo do diâmetro médio, seguiu a orientação de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), definindo-o como o diâmetro da árvore de área basal média. Os autores mencionados acima ressaltam que para a realização do monitoramento devem ser consideradas, no mínimo, duas zonas ao longo de um perfil de inundação:

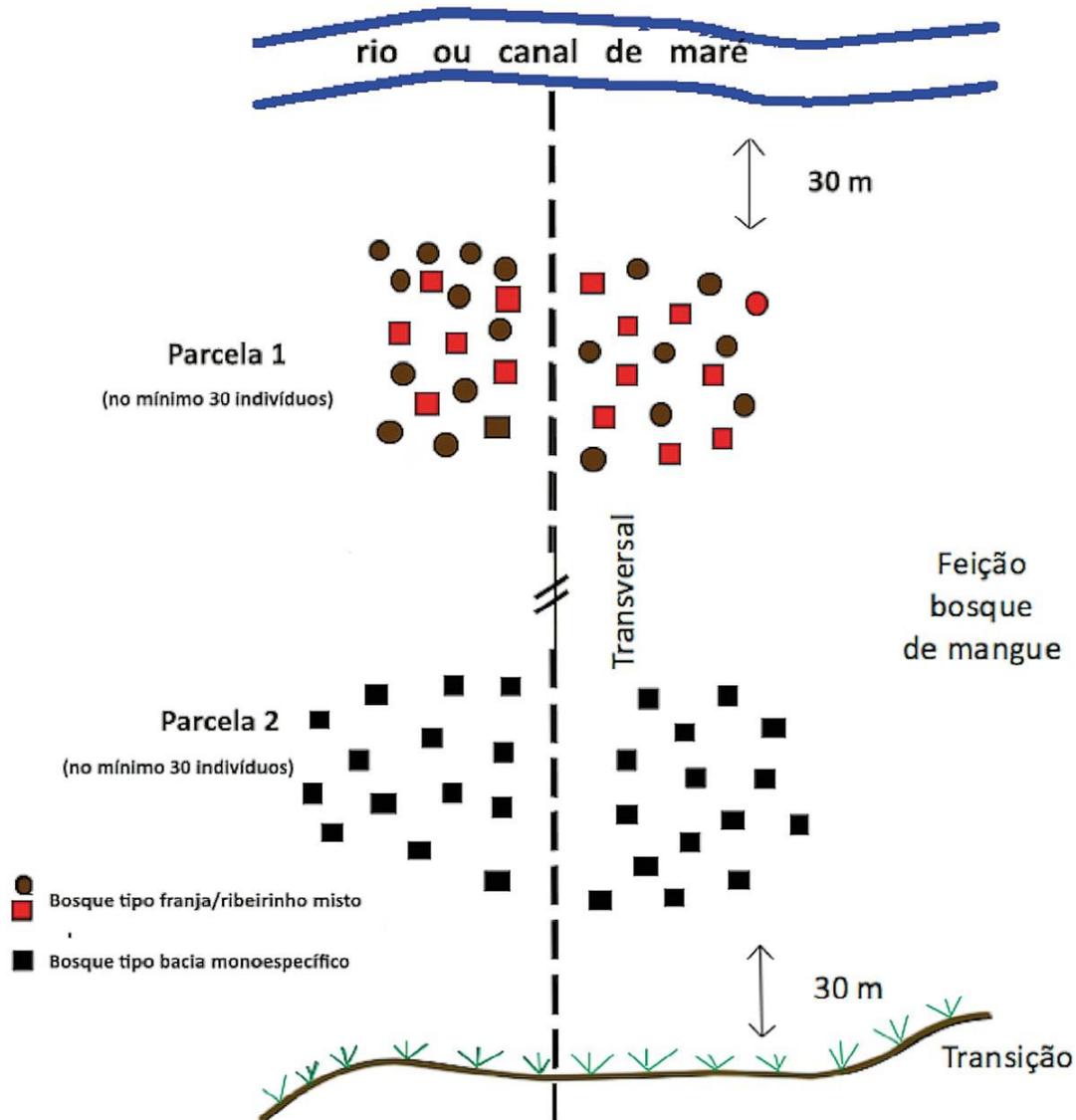
- a franja do bosque de mangue, próximo ao curso d'água
- o ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais (apicum e/ou clareira topográfica) ou com ecossistemas adjacentes, tais como vegetação de restinga, cordão praial, duna, encosta ou outras feições da Mata Atlântica (Figura 15).

Portanto, as parcelas selecionadas foram dispostas ao longo de um transecto perpendicular ao gradiente de inundação, visando caracterizar a zona fisiográfica de franja e a zona de transição com o ecossistema adjacente.

Moro e Martins (2011) definem parcela como um quadrado ou retângulo com uma área conhecida que é estabelecida na vegetação. Sendo possível usar uma só parcela grande (método de parcela única) ou várias parcelas menores (método de parcelas múltiplas). Neste estudo, optou-se por usar uma só parcela de tamanho 10 x 30 m para as áreas próximas ao curso d'água, totalizando uma área amostral de 900 m² e parcela única de tamanho 10 x 20 m para a área de transição, totalizando uma área amostral de 600 m². Sendo que tanto para as áreas próximas ao rio como para a área de transição foi selecionada uma unidade amostral para cada município, totalizando ao todo seis parcelas, sendo três para as áreas próximas ao curso d'água e 3 para a área de transição.

A seleção das parcelas ocorreu de modo seletivo, ou seja, as áreas selecionadas foram definidas a partir de um critério prévio. Na seleção das áreas amostrais para o levantamento da composição e estrutura florística dos manguezais na RESEX da Baía do Iguape, teve como parâmetro os resultados obtidos na modelagem de ENMRM sobre os manguezais para cada município que abrange a Unidade de Conservação. Nesse sentido, as áreas selecionadas para os municípios de Cachoeira e Maragogipe foram áreas em que segundo os resultados da modelagem ocorrerão perdas de manguezais com o evento de aumento do nível das marés.

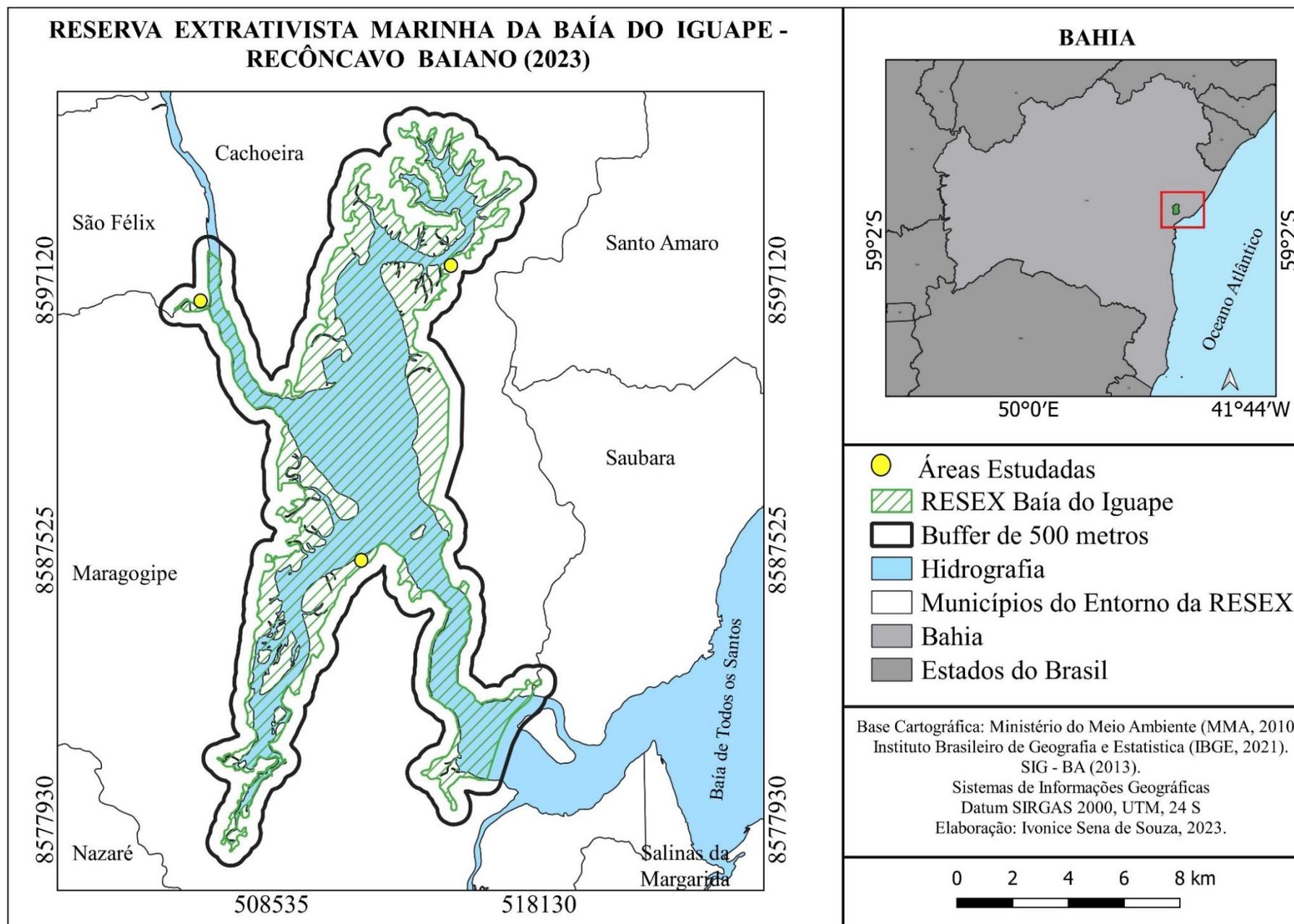
Figura 15: Recorte amostral para levantamento estrutural de um bosque de mangue.



Fonte: Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015).

Nesse contexto, vale destacar as ideias de Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015) na qual deve-se monitorar áreas mais vulneráveis aos possíveis impactos decorrentes da ENMRM. Quanto à escolha do município de São Félix, levou-se em consideração a ausência de barreiras antrópicas para a migração dos manguezais. Assim, a área de estudo 1, corresponde a localidade do rio Sinunga, próximo a sua foz, situado no município de São Félix. A segunda área amostral corresponde ao Vale do Iguape, próximo a comunidade de Santiago do Iguape, em Cachoeira e a área de estudo 3 - Ponta do Ferreiro, localidade de Salaminas no município de Maragogipe (Figura 16).

Figura 16: Localização geográfica das áreas selecionadas para o estudo da composição florística dos manguezais, na RESEX Baía do Iguape – Recôncavo Baiano.



No estudo da estrutura dos manguezais, buscou-se analisar e discutir os seguintes parâmetros: abundância, frequência, densidade, dominância, área basal e valor de importância. De acordo com Moro e Martins (2011) e descritos por Luz (2018) no seu trabalho intitulado “Monodominância em Bosques de Mangue como consequência de tensores ambientais”. Segue a descrição e fórmulas para cada parâmetro analisado (Tabelas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22):

Abundância ou Números de indivíduos: Corresponde ao número de indivíduos amostrados e refere-se ao número de indivíduos registrados para dada espécie quanto para comunidade como um todo e é representada pela letra “N”.

Densidade Absoluta: Refere-se ao número de indivíduos por unidade de área ou volume. A densidade absoluta é obtida pela equação:

$$DA_{bi} = \frac{n_i}{A}$$

Tabela 15: Descrição da equação sobre Densidade absoluta.

n_i	Número de indivíduos amostrados da espécie
A	Área total amostrada.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023)

Densidade Relativa: Porcentagem de indivíduos amostrados que pertencem a uma mesma espécie.

$$DR_i = 100 \times \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Tabela 16: Descrição da equação sobre Densidade relativa.

n_i	Número de indivíduos amostrados da espécie
N	Número total de indivíduos amostrados da comunidade.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Frequência Absoluta: Proporção de número de unidades amostrais com presença de uma dada espécie em relação ao total de unidades amostrais.

$$FA_{bi} = 100 \times \left(\frac{P_e}{P_t} \right)$$

Tabela 17: Descrição da equação da Frequência absoluta.

Pe	Número de unidades amostrais que a espécie ocorre
Pt	Número total de unidades amostrais.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Frequência Relativa: É a proporção da frequência absoluta da comunidade que dada espécie possui.

$$FRi = 100 \times \left(\frac{FAbi}{Fat} \right)$$

Tabela 18: Descrição da equação da Frequência relativa.

FAbi	Frequência relativa de dada espécie
Fat	Somatório da frequência absoluta de todas as espécies.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Área Basal: É a área ocupada pela secção transversal dos indivíduos de uma determinada espécie.

$$Gi = \frac{(DAP^2) \times \pi}{4}$$

Tabela 19: Descrição da equação sobre a área basal.

DAP	Corresponde ao diâmetro na altura do peito.
π	Equivale a 3,1416.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Dominância Absoluta: É a contribuição em área basal de uma espécie para comunidade.

$$DoAi = \frac{\sum Gi}{A}$$

Tabela 20: Descrição da equação da dominância absoluta.

$\sum Gi$	Somatório da área basal de todos os indivíduos da espécie
A	Área total amostrada.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Dominância Relativa: É a proporção da área basal total da comunidade que cada espécie possui.

$$DoRi = 100 \times \left(\frac{Gi}{Gt} \right)$$

Tabela 21: Descrição da equação da dominância relativa.

Gi	Área basal da espécie (obtida pela soma das áreas basais de todos os indivíduos da espécie i)
Gt	Área basal total (obtida pela soma das áreas basais de todos os indivíduos amostrados de todas as espécies).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Valor de Importância: É o valor composto que agrega as variáveis densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, indicando quais espécies têm maior contribuição para a comunidade.

$$Vli = \frac{(DRi + FRi + DoR)}{3}$$

Tabela 22: Descrição da equação sobre o valor de importância.

DRi	Densidade relativa da espécie
FRi	Frequência relativa da espécie
DoR	Dominância relativa da espécie

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

2.9 Trabalhos de Campo e entrevistas

No ano de 2019, a pesquisadora deste trabalho participou de forma voluntária do Projeto de “Monitoramento participativo para o manejo da biodiversidade e dos recursos naturais na RESEX Marinha Baía do Iguape, Bahia”, aplicando questionários na Unidade de Conservação (UC) com pescadores e marisqueiras sobre o Acordo de Gestão. A pesquisa teve duração de oito meses, sendo que a pesquisadora saía a campo duas vezes na semana para aplicação dos referidos questionários. Essa atividade permitiu que a mesma conhecesse toda a RESEX e as comunidades em seu entorno, assim como os problemas que afetam a reserva. Além disso, permitiu conhecer lideranças comunitárias, conselheiros da reserva e funcionários do ICMBio.

Esse conhecimento prévio da área de estudo possibilitou o desenvolvimento dos trabalhos de campo. Durante o desenvolvimento da pesquisa da Tese “Dinâmica da Paisagem Costeira e os Impactos da Elevação do Nível Médio do Mar na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano”, foram realizados 10 trabalhos de campo na RESEX Baía do Iguape. Estes campos foram realizados sempre na companhia de algum familiar

juntamente com os conselheiros da reserva e moradores da comunidade. Vale destacar que os campos em equipe ocorreram devido às medidas de segurança, visto que eram atividades em locais isolados e de difícil acesso.

Nas atividades de campo foram utilizados câmera fotográfica, Sistema de Posicionamento Global (GPS), diário de campo, tubos de PVC, fita métrica e linha de náilon. O primeiro campo foi realizado em janeiro de 2023, e teve por finalidade uma visita ao ICMBio, para apresentar o termo de autorização para a realização da pesquisa. Para as pesquisas em áreas de UCs é preciso solicitar autorização aos responsáveis pela gestão das Unidades, no caso da RESEX Baía do Iguape, a autorização foi solicitada no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO). A autorização foi concedida pelo órgão, cujo número do pedido é 86545-1, conforme consta o documento em Anexo A. Neste mesmo dia foi possível realizar coleta de coordenadas geográficas, registros fotográficos, verificação da composição e comportamento dos manguezais e identificação dos usos (essas últimas cinco atividades se repetiram nos demais campos em conjunto com outras tarefas). A segunda atividade de campo ocorreu no mês de março, essa visita foi realizada novamente ao ICMBio para combinação da apresentação do Projeto ao Conselho deliberativo da RESEX. Conforme pode ser observado no quadro 12.

Quadro 12: Atividades de campo realizadas na RESEX Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano.

Data	Atividades
09/01/2023	Visita ao ICMBio; Coleta de coordenadas geográficas e fotos – Rio Sinunga, Coqueiros, Najé e Maragogipe
16/03/2023	Visita ao ICMBio para combinação da apresentação do Projeto ao Conselho.
29/03/2023	Apresentação do Projeto ao Conselho Deliberativo da Resex Baía do Iguape.
26/04/2023	Coleta de coordenadas, fotos e reconhecimento e escolha previa da área de mangue a ser medida, localidade do Rio Sinunga.
18/05/2023	Mensuração e identificação da composição Florística dos mangues – Rio Sinunga.
15/06/2023	Coleta de coordenadas geográficas e fotos, verificação da composição e comportamento dos manguezais e identificação dos usos nesta localidades de Guai, Capanema.
13/07/2023	Mensuração e identificação da composição Florística dos mangues – Rio Sinunga, São Félix.
09/10/2023	Coleta de coordenadas geográficas e fotos, verificação e mensuração e identificação da composição e estrutura florística e comportamento dos manguezais e identificação dos usos nesta localidades de Santiago do Iguape, Cachoeira.
10/10/2023	Coleta de coordenadas geográficas e fotos, verificação e mensuração e identificação da composição e estrutura florística e comportamento dos manguezais e identificação dos usos nesta localidades de Salaminas, Maragogipe.
19/10/2023	Participação do evento “Global Mangue” - Fórum Internacional de Educação Ambiental em Áreas de Manguezais, no município de Maragogipe.

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

No desenvolvimento desta etapa, foi imprescindível a realização de uma apresentação da proposta de pesquisa para o Conselho Deliberativo da UC. O conselho deliberativo é responsável pelas aprovações das pesquisas na reserva. A terceira atividade de campo foi realizada no mês de abril, na área de abrangência do município de São Félix (Rio Sinunga), nessa visita realizou-se o reconhecimento e escolha prévia da área de mangue a ser medida. O quarto campo ocorreu em maio, para a realização da mensuração e identificação da composição florística dos mangues no Rio Sinunga. Nessa visita, foi observado em campo, a forma como seria delimitada as parcelas para a realização da mensuração dos manguezais. A quinta atividade de campo ocorreu no mês de junho, no município de Maragogipe. Em julho, foi realizado um novo campo nos manguezais da comunidade do Rio Sinunga - São Félix.

Esta localidade foi a mais visitada durante o desenvolvimento dos trabalhos de campo, esse fato se deu por ser um local de fácil acesso. Esse foi o laboratório para os “erros e acertos” na execução das atividades de identificação da composição e mensuração florística dos manguezais. No mês de outubro, foram realizadas atividades de campo para as localidades de Santiago do Iguape e Salaminas, nestas comunidades foram realizados o levantamento e mensuração da composição florística e comportamento dos manguezais e identificação dos usos nesta localidades. Ainda no mês de outubro, a pesquisadora teve a oportunidade de participar do evento “Global Manguê” - Fórum Internacional de Educação Ambiental em Áreas de Manguezais, onde foi discutido a situação dos manguezais diante das ações antrópicas e das mudanças climáticas, além disso, o evento proporcionou visitas técnicas em manguezais no entorno da área urbana da cidade de Maragogipe, contribuindo, assim para o desenvolvimento e discussões deste trabalho.

Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com pescadores e marisqueiras a partir da leitura do TCLE, elaborado segundo resolução nº466 de 2012, sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 2012b) e aprovado, juntamente com o roteiro de entrevistas, pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal de Sergipe (UFS), conforme Certificado de Apresentação e Apreciação Ética (CAEE) N. 55997922.4.0000.5546 – Parecer N. 5.792.983 (CEP-UFS) (Anexo 02). As respostas obtidas das entrevistas realizadas com pescadores e marisqueiras serviram de base para compreender de que forma a elevação do nível médio das marés impactará sobre os espaços de pesca. As respostas adquiridas foram agrupadas e generalizadas no decorrer das seções. A partir destas, foi possível conhecer as pescarias e os mariscos coletados na RESEX e, principalmente o ambiente de coleta – mangue ou espelho d’água.

***SEÇÃO 3: CONFIGURAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA RESERVA EXTRATIVISTA
MARINHA DA BAÍA DO IGUAPE***

3. CONFIGURAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO IGUAPE

A presente seção é composta pela caracterização da RESEX Baía do Iguape, esta aborda sobre alguns aspectos ambientais da área de estudo, como aspectos climáticos, vegetação, conflitos socioambientais, regime de marés, aspectos pedológicos e altimetria, sendo estes temas fundamentais para a realização da modelagem dos impactos de elevação do nível médio relativo do mar sobre os manguezais e seu entorno.

3.1 Área de Estudo

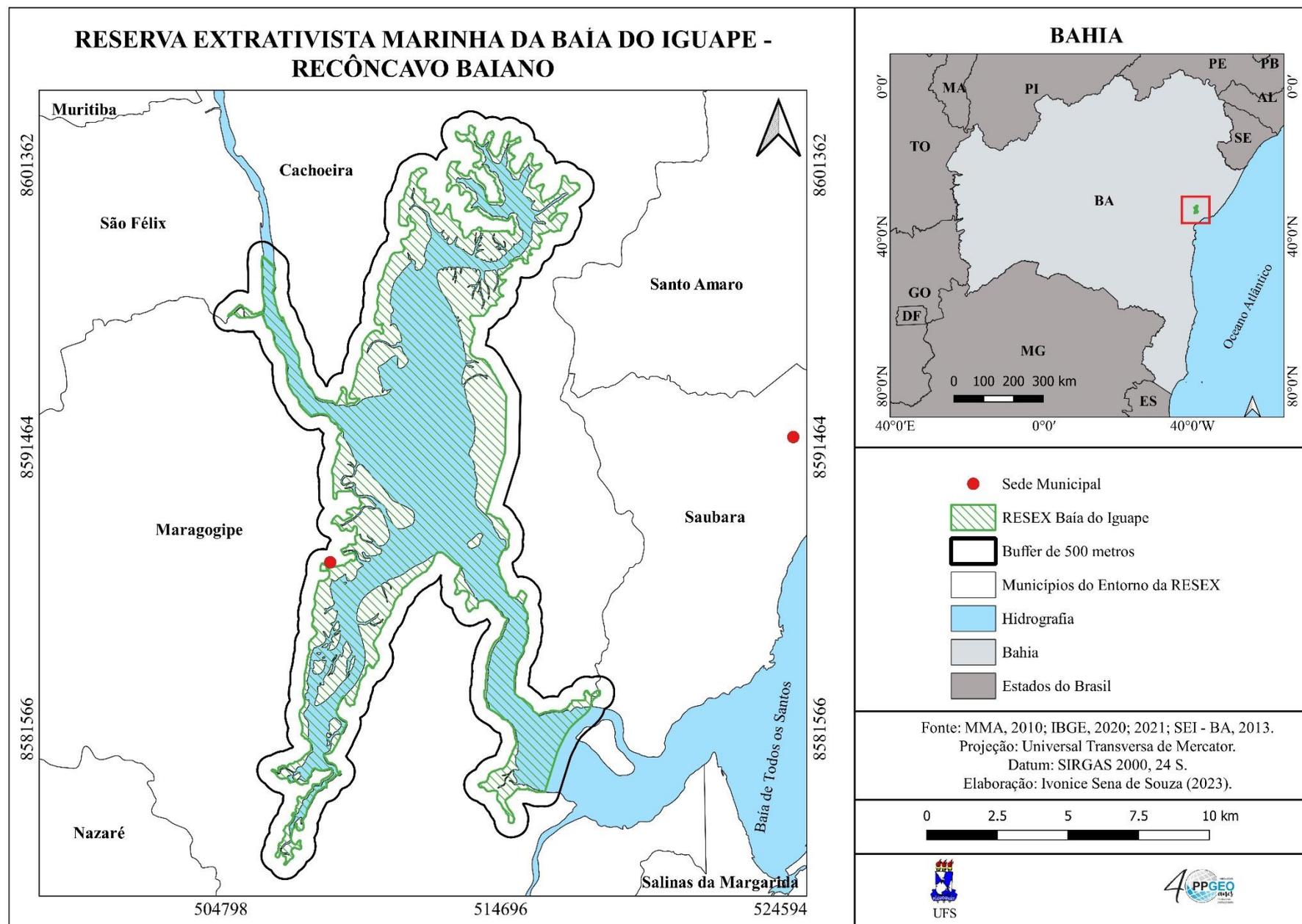
Localizada no Recôncavo Baiano, a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape (RESEX da Baía do Iguape), abrange municípios de Cachoeira, São Félix e Maragogipe, distante cerca de 110 km de Salvador, capital da Bahia, numa área de 10.074 hectares (ha), o equivalente a 100.74 km², situada no baixo curso do rio Paraguaçu. A área da UC nos respectivos municípios, a saber, São Félix 94,487 ha (0,94 km²); Maragogipe 4.145 (41,45 km²) e Cachoeira 5.833,66 ha (58,35 km²). A RESEX Baía do Iguape é constituída por 2.831, 24 hectares em terrenos de manguezais e 5.286,29 hectares de águas internas brasileiras (MMA, 2010).

A RESEX Baía do Iguape foi decretada em 11 de agosto de 2000 e, é a primeira RESEX da Bahia. A UC está sobreposta com a Área Protegida – APA Baía de Todos os Santos, a área sobreposta à UC corresponde a 6.167 ha (61,37%). A RESEX Baía do Iguape foi criada pelo Governo Federal por ser uma área que possui uma atividade pesqueira predominantemente artesanal, realizada por comunidades tradicionais (Unidades de Conservação no Brasil, 2023).

Em 2013, os componentes do Projeto Envolver aplicaram entrevistas em mais de 3.344 casas e mais de 3.400 famílias foram ouvidas. No levantamento, foi constatado que o município de Maragogipe possui a maior concentração de famílias de pescadores e marisqueiras da região. Das 3.414 famílias entrevistadas, 76% têm na pesca a principal fonte de renda. Em casa, 66% dos entrevistados ajudam a catar os mariscos e 62% ajudam a pescar (ICMBio, 2013).

Considerando que a visão de território das comunidades pesqueiras pode ser diferente da delimitação oficial, optou-se por gerar um *buffer* de 500m no entorno da poligonal da RESEX Baía do Iguape (Figura 17). A percepção de território para comunidades tradicionais nem sempre estão limitadas às demarcações legais. Nesta análise, considera-se a área de entorno importante para o presente estudo. Além disso, as florestas de manguezais ultrapassam os limites legais da RESEX.

Figura 17: Mapa de localização da Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape – Cachoeira, Maragogipe e São Félix – BA.



Em 2009, a RESEX Baía do Iguape teve a poligonal modificada, e essa modificação foi realizada para atender a interesses econômicos, ou seja, para que a Petrobrás mantenha um estaleiro que tinha metade do empreendimento irregular dentro da área. Com a brecha, o governo do estado instala ali um pólo naval.

Desde de 2009, a RESEX é administrada com a supervisão de um Conselho Deliberativo, que inclui representantes do ICMBio, da Capitania dos Portos, de prefeituras, de diversas comunidades locais e ainda um representante de universidade e um de empresas. O conselho deliberativo é um lugar de manifestação dos propósitos comunitários, diante de um Estado constitucionalmente soberano, mas instável, com históricas relações de enfrentamento (Santos; Jovelino; Silva, 2018, p. 180).

3.2 Aspectos Climáticos na RESEX Baía do Iguape-BA

O estudo do tempo e do clima ocupa uma posição central e importante no amplo campo da ciência ambiental. Os processos atmosféricos influenciam nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera, e litosfera (Ayoade, p.1, 2003). Nesse sentido, é importante entender os processos atmosféricos que exercem influência sobre os outros componentes da natureza, a qual a RESEX Baía do Iguape se insere.

A Baía do Iguape encontra-se sob clima quente e úmido, situada na costa leste do nordeste, é uma região considerada complexa em relação a outras áreas do Nordeste, essa complexidade ocorre pelos mecanismos dinâmicos que favorecem a pluviosidade. Tal dinâmica pode ser explicada pela diversidade de sistemas da circulação atmosférica, que atuam na região, tais como: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL); Brisas Terrestre e Marítima (Santos *et al.*, 2012; Genz, 2007).

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste são ondas que se deslocam nos ventos alísios para oeste no Atlântico Tropical. Esses distúrbios são distintos como sendo o principal sistema que provoca precipitação no leste do Nordeste do Brasil (Coutinho e Fisch, 2007). Os DOLs atuam sobre a zona costeira (entre abril e agosto). Os DOLs, ocasionalmente provocam chuvas fortes (Santos *et al.*, 2012).

A ZCIT é um sistema meteorológico que tem sua formação a partir da convergência dos ventos alísios, vindos do Nordeste. Os ventos alísios são úmidos e, constantemente, seguem em direção à região equatorial. O encontro deles em baixos níveis da atmosfera forma a conjunto de nuvens da Zona de Convergência Intertropical. Além da convergência dos ventos alísios, as altas temperaturas da superfície do mar também influenciam no posicionamento da ZCIT e na

intensidade dela. A ZCIT se desloca para o Hemisfério Sul no fim do verão e início do outono, principalmente entre os meses de março e abril, quando tem maior influência na faixa norte das regiões Norte e Nordeste do Brasil (INMET, 2023). Na Baía do Iguape, o período chuvoso (outono-inverno) está associado a ZCIT, que é um dos principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas entre os meses de março e maio.

As Brisas são classificadas em: brisas marítimas e brisas terrestres. A primeira corresponde a uma corrente formada por ventos diurnos que sopram do oceano em direção ao continente. Enquanto, a brisa terrestre é uma corrente formada por ventos noturnos que sopram do continente em direção ao oceano. As Brisas influenciam a precipitação na faixa litorânea, principalmente entre maio e julho (Lessa *et al.*, 2009; Genz, 2007).

Neste contexto, vale ressaltar os principais fenômenos atmosféricos responsáveis pela variabilidade interanual das chuvas no Nordeste brasileiro, que são: a oscilação da temperatura superficial do mar (TSM) dos oceanos Atlântico tropical, conhecidas também como dipolo do Atlântico Norte e Sul, e Pacífico Tropical, popularmente conhecido como El Niño e La Niña. Essas anormalidades das águas superficiais dos oceanos Atlântico e Pacífico interferem na circulação normal e repercutem na variação dos índices de chuvas para o Nordeste (Palmas, 2010).

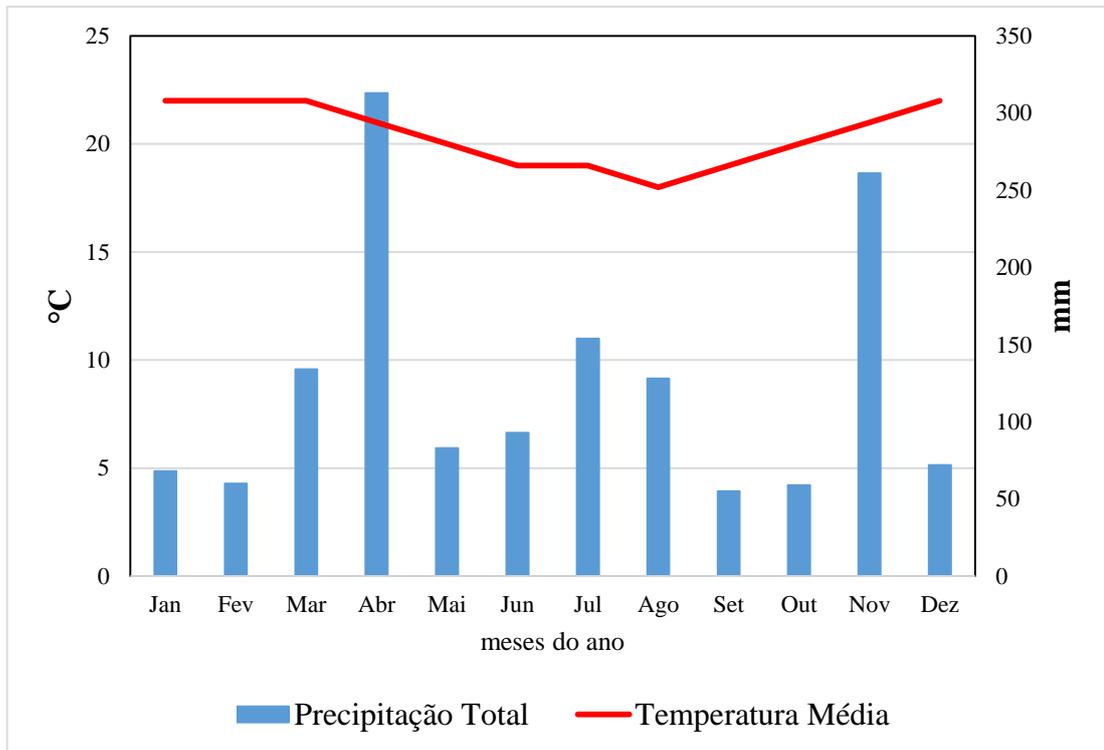
O Dipolo do Atlântico é uma mudança anormal na temperatura da água do mar no Oceano Atlântico Tropical. Esse fenômeno muda a circulação meridional da atmosfera (Hadley) e impede ou aumenta a formação de nuvens sobre o Nordeste do Brasil, diminuindo ou aumentando a precipitação (Aragão, 1998).

O El Niño é um fenômeno associado ao comportamento anômalo da TSM sobre o oceano Pacífico central e leste, gerando uma alteração no sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico Tropical que tem consequências no tempo e no clima de todo o globo. Além do aquecimento das águas superficiais, afeta a direção e intensidade dos ventos, causando o enfraquecimento dos ventos alísios. Com essas alterações, há mudanças na circulação atmosférica em altos e baixos níveis, como por exemplo a célula de Walker que tem seus ramos ascendentes e descendentes deslocados. Portanto, o El Niño representa a fase quente, a La Niña é conhecida como a fase fria, sendo, o resfriamento das águas superficiais do Pacífico Equatorial, causando efeitos opostos ao do El Niño (Bezerra, 2023).

A umidade relativa do ar, na RESEX Baía do Iguape apresenta dois períodos, o período chuvoso e o período seco, o período chuvoso corresponde aos meses do Outono e começo do Inverno, quando sopram os ventos alísios de Sudeste; o período seco ocorre na Primavera e no Verão, as chuvas são menos frequentes, devido ao predomínio dos alísios menos úmidos de

Nordeste (Azevedo, 1950). No Climograma abaixo é possível observar dados climatológicos da área de estudo com dados referentes ao ano de 2022. Observa-se uma pluviosidade total anual de 1480 mm, sendo o mês mais chuvoso abril (Figura 18).

Figura 18: Climograma da Baía do Iguape - BA.



Fonte: INMET (2023). Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A temperatura média anual na região do estuário é de 24°C, com amplitude térmica anual de 5°C, sendo a média mensal mínima de 21°C e a máxima de 26°C. Sendo os meses de novembro a março os que apresentam as maiores temperaturas e julho e agosto as menores.

3.3 Cobertura Vegetal na RESEX Baía do Iguape-BA

A Vegetação da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano encontra-se no Domínio da Mata Atlântica e, dentre as grandes formações de cobertura vegetal, podem ser citadas as Florestas Ombrófilas e a Vegetação com influência Fluviomarinha (Manguezal). A seguir, uma breve caracterização das mesmas de acordo com a classificação do IBGE (2012).

As Florestas Ombrófilas apresentam cobertura vegetal densa, sempre verde, com árvores frondosas e estrutura pluriestratificada (IBGE, 2012), como pode-se observar na figura 19. No entorno da RESEX Baía do Iguape, há uma grande variedade de estágios de sucessão e

de regeneração, além de áreas de transição entre a Floresta Ombrófila e o mangue, a Floresta Ombrófila e as áreas cultivadas.

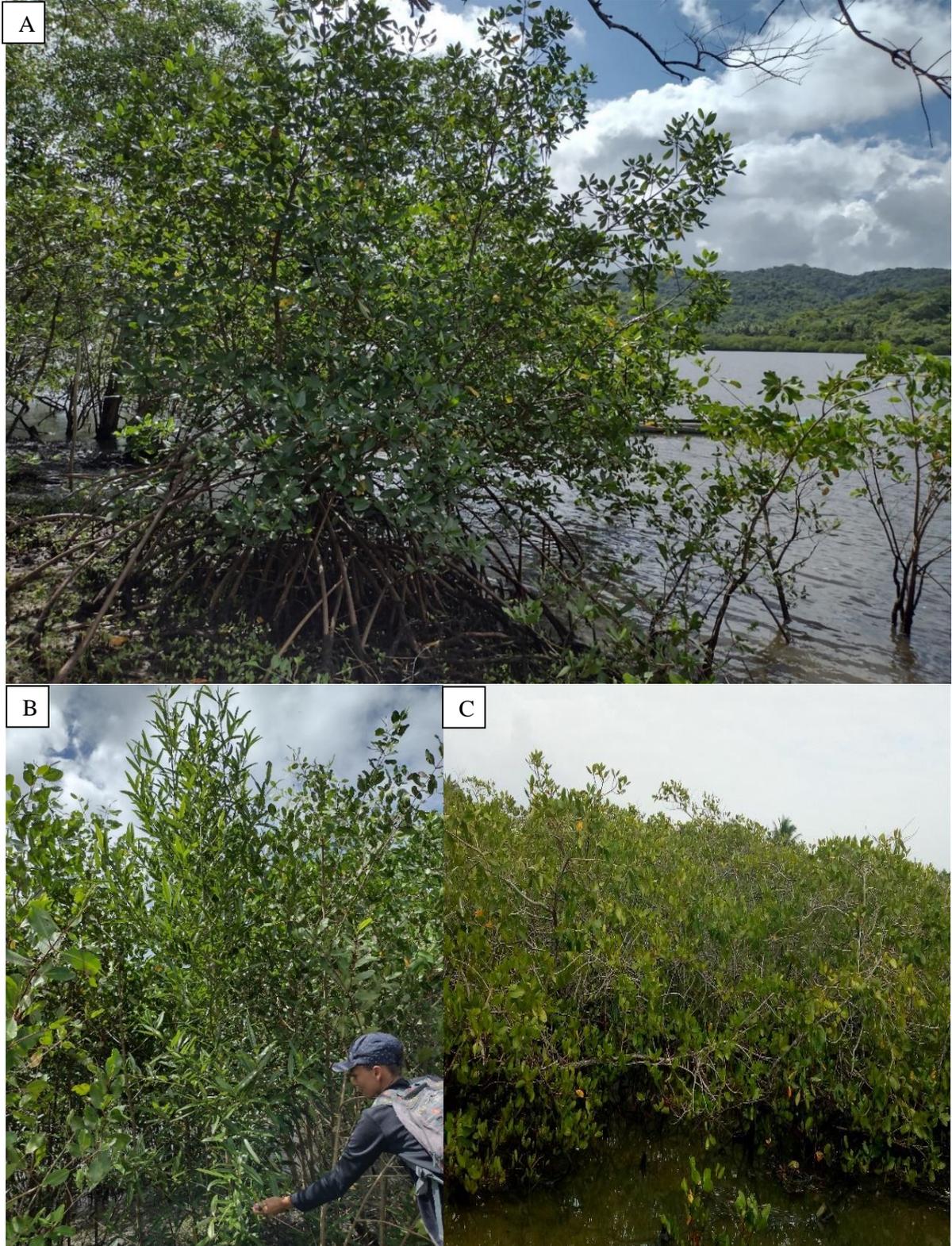
Figura 19: Floresta Ombrófila Densa na comunidade quilombola de Salaminas Putumuju, município de Maragogipe- BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

A Vegetação com Influência Fluvio-marinha (Manguezal) é característica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e córregos no mar, onde, nos solos limosos cresce uma planta especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophora mangle*, *Avicennia* sp., cujas espécies variam conforme a latitude, e *Laguncularia racemosa* que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar (IBGE, 2012). Na RESEX Baía do Iguape o estrato vegetal natural predominante é a cobertura de manguezal. Os mangues são compostos por *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* (mangue preto) (Figura 20).

Figura 20: Cobertura vegetal de manguezal na RESEX Baía do Iguape. A: *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho) na localidade do rio Sinunga, São Félix – BA; B: *Avicennia schaueriana* (mangue preto) na localidade do rio Sinunga, São Félix – BA. C: *Laguncularia racemosa* (mangue branco) na localidade de São Roque do Paraguaçu, Maragogipe- BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

3.4 Regime de Marés na RESEX Baía do Iguape

A estação maregráfica da região do Iguape está localizada no rio Paraguaçu – no píer de atracação (MMA, 2013). A maré propaga pela Baía de Todos os Santos (BTS) até chegar ao limite da cidade de Cachoeira, logo a jusante da Barragem de Pedra do Cavalo (Lessa *et. al.*, 2001; Genz, 2006). Ao se propagar pela BTS, a onda de maré é amplificada, alcançando maré de sizígia 2,54 m em Itaparica, para 2,71 m em Najé (Genz, 2006). Concomitante à amplificação da maré, ocorre uma defasagem de tempo média de 1,5 horas entre a preamar no oceano e aquela em Cachoeira (Genz, 2006).

Na Baía do Iguape, a maré é classificada como semidiurna (MMA, 2013), com número de forma variando entre 0,11 (mar aberto) e 0,04 (Najé) (Genz, 2006). As marés semidiurnas, apresentam duas Preamar (MMA) e duas Baixa Mar (BM) no período de 1 dia lunar, (1 dia lunar tem aproximadamente 24h 50m, em oposição ao dia solar de 24 horas, as marés não ocorrem todos os dias à mesma hora num mesmo local), sendo o intervalo de tempo entre uma Preamar (PM) e a Baixa Mar (BM) consecutiva de pouco mais de 6 horas. Normalmente, há apenas variações relativamente pequenas nas alturas de duas PM ou de duas BM sucessivas (Miguens, 1996).

O nível médio das marés da área de estudo é de 1.65 m acima do nível do mar; a média das preamares de sizígia corresponde a cerca de 3.01 m acima do nível de redução. A média das marés das PM de quadratura é de 231 m acima do nível de redução. A média das BM de quadratura corresponde a 1m acima do nível de redução. A amplitude média de maré no Iguape é de cerca 1,31 m, enquanto a amplitude chegar a 2,71 m (MMA, 2013). Observa-se os dados mencionados na tabela 23.

Tabela 23: Dados referente as marés na região do Iguape.

	Baía do Iguape
M.H.W.S- Preamar média de sizígia (“Mean High Water Springs”)	301 cm acima do NR
M.H.W.N- Preamar média quadratura (“Mean High Water Neaps”)	231 cm acima do NR
M.L.W.S- Baixa-mar média de sizígia (“Mean Low Water Springs”)	30 cm acima do NR
M.L.W.N- Baixa-mar média de quadratura (“Mean Low Water Neaps”)	100 cm acima do NR
Amplitude Média	1. 31 m
Amplitude	2.71 m

Fonte: MMA (2013). Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

3.5 Aspectos Pedológicos na RESEX Baía do Iguape-BA

O recorte espacial da pesquisa apresenta em sua classificação pedológica diferentes tipos de solos: **Espodossolos, Gleissolos, Chernossolos, Argissolos, Neossolos Quartzarênico, Luvisolos e Vertissolos** (Figura 21). Segue uma descrição sobre os solos encontrados na área de estudo, de acordo com a EMBRAPA (2018) e o IBGE (2007).

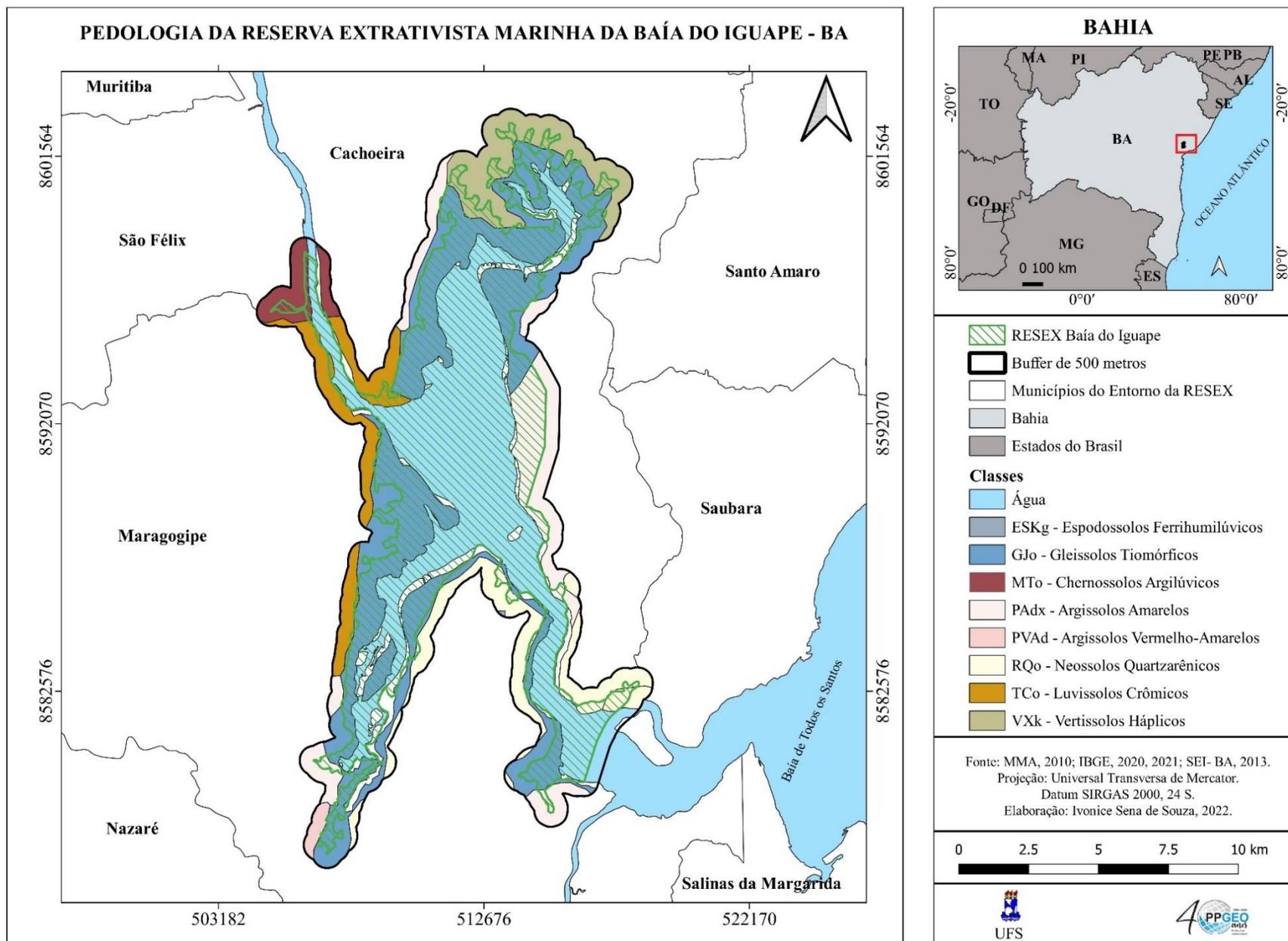
Os **Argissolos** representam 10,1% da área de estudo, o equivalente a 17,8 km², no entanto, este tipo de solo encontra-se fora dos limites da RESEX, está presente apenas no recorte de 500 metros, nos municípios de Cachoeira e Maragogipe. Os Argissolos como característica destaca-se o aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B, geralmente acompanhado de boa diferenciação de cores. Este tipo de solo apresenta profundidade variável, mas em geral são pouco profundos (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007).

Neste tipo de solo encontra-se a prática de agropecuária, como a criação de gado e cultivos, também é vista a vegetação do tipo ombrófila densa, tanto para o município de Cachoeira como para o município de Maragogipe. Além disso, a comunidade de São Francisco do Paraguaçu está situada sobre esse tipo de solo.

Os **Espodossolos Ferri-humilúvicos** encontram-se fora dos limites da RESEX, no recorte de estudos, situados no município de Maragogipe, representam apenas 0,01% dos solos no recorte dos 500 metros. Os Espodossolos são solos bastante característicos, em razão de sua gênese. Apresentam diferenciação significativa entre os horizontes, e, na maioria das vezes, têm um horizonte espódico de cores escurecidas ou avermelhadas/ amareladas (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007). Os Espodossolos são em geral muito pobres no tocante a nutrientes minerais e têm textura arenosa predominantemente (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007).

Os **Gleissolos** estão localizados predominantemente na RESEX Baía do Iguape, nos municípios de Maragogipe e Cachoeira, representam 31,2% da área, o equivalente a 52,1 km². Os Gleissolos são solos característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento (margens de rios, ilhas, grandes planícies, etc.). Apresentam cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2018). Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural. Ocorrem em praticamente todas as regiões brasileiras, ocupando principalmente as planícies de inundação de rios e córregos (IBGE, 2007).

Figura 21: Pedologia - RESEX Baía do Iguape.



Os Gleissolos compreendem aos solos indiscriminados de mangues, que são muito pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos flúvio-marinhas recentes misturados com detritos orgânicos, de natureza e granulometria variada. Estes não constituem solos por não apresentarem nenhum horizonte. Ocorrem nas várzeas da baixada litorânea, como parte dos estuários de rios, próximo às lagoas, sob vegetação de mangues com influência das marés (Oliveira Neto; Silva, 2021). Na figura 22, é possível observar os solos indiscriminados de mangue na RESEX Baía do Iguape.

Figura 22: Imagens dos solos indiscriminados de mangue.

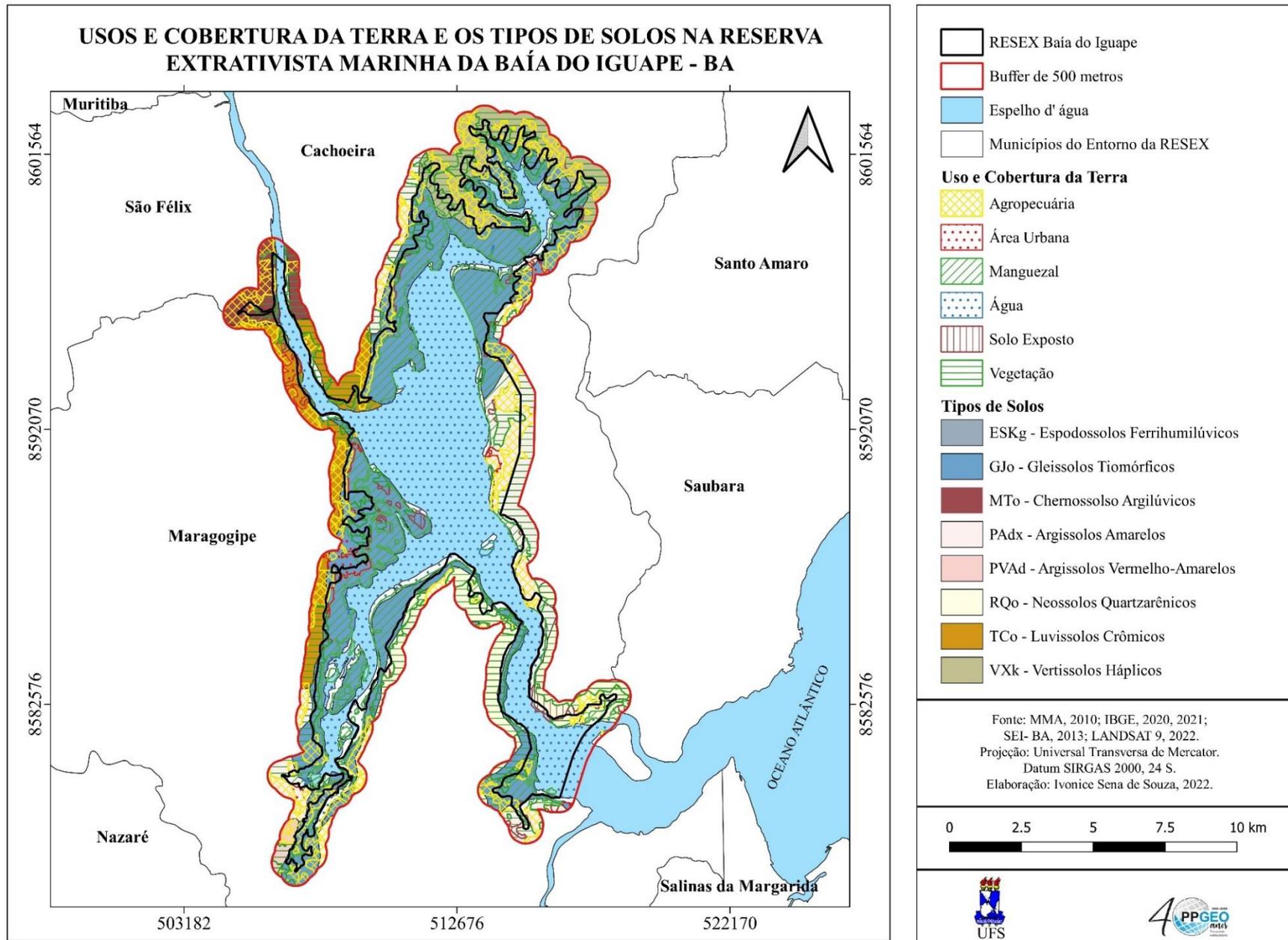


Fonte: Trabalho de campo (2023).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Neste tipo de solo predominam a cobertura vegetal de mangue, na área urbana do município de Maragogipe, assim como a comunidade de Santiago do Iguape. Neste tipo de solo encontra-se também a prática de pecuária e agricultura, esta última em menor proporção. Como pode ser observada no mapa abaixo (Figura 23).

Os **Luvissolos** estão situados nos municípios de Maragogipe e Cachoeira, fora dos limites legais da RESEX, exceto na margem esquerda do rio na foz do rio Paraguaçu, no município de Cachoeira, onde uma pequena parte deste solo está localizado no recorte da RESEX. Os Luvissolos representam 9,6% (5,7 km²) do recorte de estudo. São solos de profundidade média, com cores desde vermelhas a acinzentadas, horizonte B textural ou nítico abaixo de horizonte A fraco, moderado ou horizonte E, argila de atividade alta e alta saturação por bases. Geralmente apresentam razoável diferenciação entre os horizontes superficiais e os subsuperficiais. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007).

Figura 23: Os tipos de solos e seus respectivos usos e cobertura na RESEX Baía do Iguape - BA.



No solo do tipo Luvisolos predominam as área urbanizadas das localidades de Coqueiros e Najé, no município de Maragogipe, também encontra-se cobertura vegetal do tipo Floresta Ombrófila Densa.

Os **Neossolos** representam 7,2 % (12,1km²) dos solos presentes na área de estudo, este tipo de solo é encontrado nos municípios de Cachoeira e Maragogipe. A maior parte deste tipo de solo está fora dos limites legais da RESEX, encontrando-se dentro do recorte dos 500 metros, exceto, na margem direita da Baía, próximo de São Roque, no setor de Cachoeira. Os Neossolos são constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B. Os Neossolos Quartzarênicos, muito expressivos no Brasil, são comuns na região litorânea e em alguns estados do Nordeste (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007). No Neossolo Quartzarênicos encontram-se a cobertura Florestal Ombrófila Densa e a atividade agropecuária.

Os **Vertissolos** na área de estudo encontram-se no município de Cachoeira, no Vale do Iguape, este tipo de solo está localizado dentro e fora dos limites da RESEX. Este representa 7 % (11,5km²) dos solos. Os Vertissolo são solos minerais, com horizonte vértico, cores desde escuras a amareladas, acinzentadas ou avermelhadas, profundos e pouco profundos, geralmente com presença de fendas no perfil, como consequência da expansão e contração do material argiloso, superfícies de fricção (*slickensides*) e estrutura fortemente desenvolvida do tipo prismática. São solos férteis e têm ocorrência associada a condições de clima e relevo que dificultam a remoção dos cátions básicos do solo. São expressivos no Semiárido Nordestino, e no Recôncavo Baiano (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007). Este tipo de solo é utilizado pela agricultura, também encontramos a formação florestal Ombrófila Densa.

Os **Chernossolos** estão localizados nos municípios de São Félix e Cachoeira, este tipo de solo não se encontra dentro dos limites da RESEX, apenas no recorte de 500 metros. Os Chernossolo representam 2,5% (4,1 km²) da área de estudo. São solos de pequena e média espessuras, que se caracterizam pela presença de um horizonte superficial A do tipo chernozêmico (teores consideráveis de matéria orgânica, cores escurecidas e boa fertilidade), sobre horizontes subsuperficiais avermelhados ou escurecidos com argila de alta atividade (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007). Nos solos Chernossolos encontram-se a cobertura vegetal do tipo ombrófila densa, agropecuária e áreas de mangue, essa situada na localidade do Rio Sinunga, município de São Félix.

3.6 Hipsometria/Altimetria na RESEX Baía do Iguape-BA

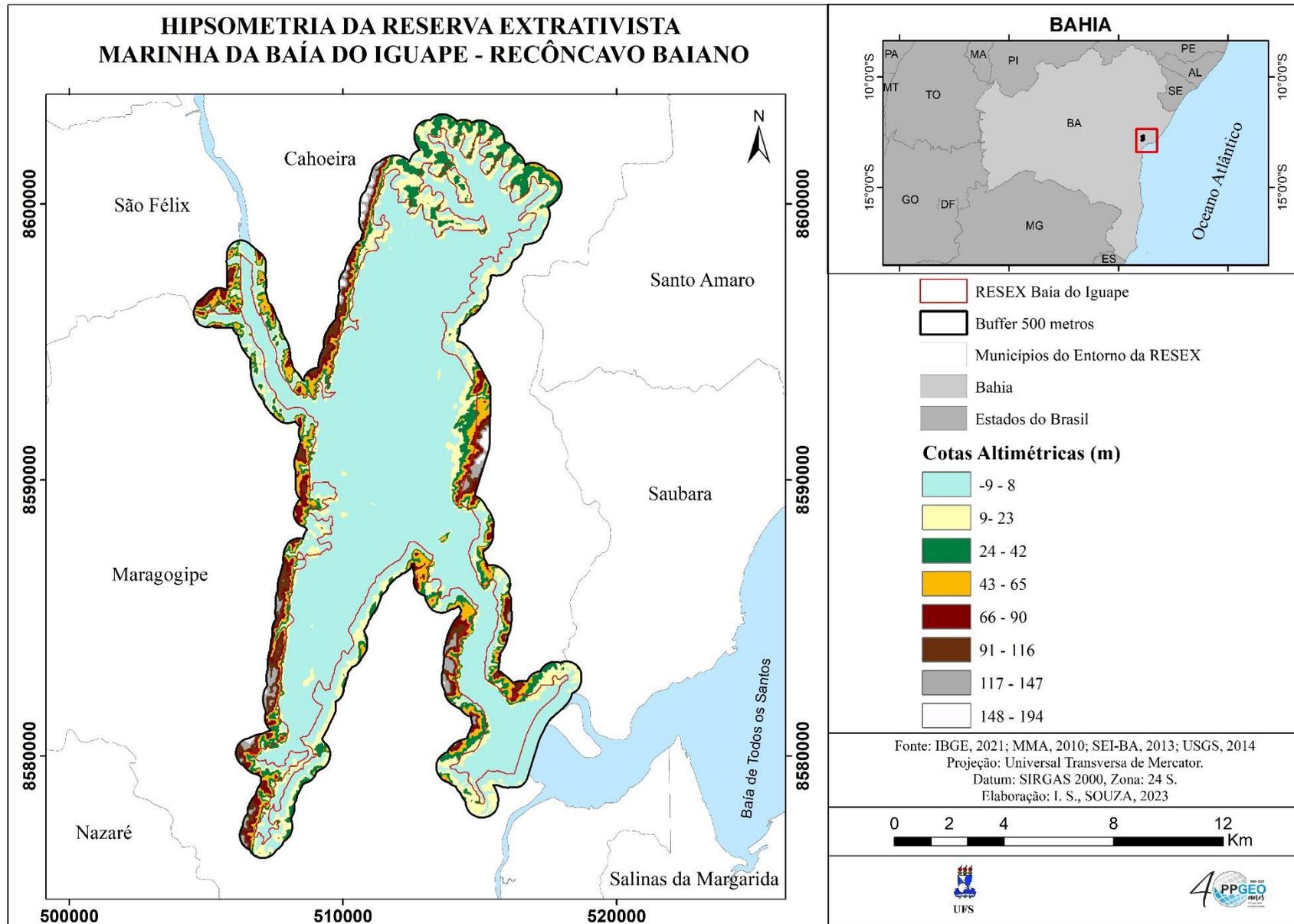
A hipsometria se preocupa em estudar as interrelações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante a sua distribuição em relação as faixas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação as variações altimétricas a partir de determinada isoipa base (Christofolletti, 1990, p. 117).

A variação altimétrica da RESEX Baía do Iguape compreende cotas que variam de -1 (pontos mais baixos), a 113 metros, isso dentro dos limites legais da UC, considerando o entorno de 500m as cotas altimétricas chegam a 174 (Figura 24). Sendo que a Baía se encontra em cotas altimétricas baixas.

Os pontos mais baixos compreendem as planícies marinhas e planície Fluviomarinha. A Planície Fluviomarinha abrange área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas. Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras fluviais (IBGE, 2009).

As áreas de topografia baixa estão sujeitas as inundações e aos impactos de elevação do nível médio do mar. No entorno da Resex a topografia é elevada apresentando assim uma barreira natural, ou seja, um obstáculo natural para o avanço dos manguezais em direção ao continente. Isso significa que com o aumento do nível do mar, os manguezais tendem a sofrer com maior intensidade os impactos deste evento, podendo ocorrer a redução das áreas deste ecossistema.

Figura 24: Altimetria - RESEX Baía do Iguape.



3.7 Conflitos Socioambientais na RESEX Baía do Iguape

No entorno da RESEX Baía do Iguape, encontram-se diversos empreendimentos que geram conflitos socioambientais e impactam diretamente as atividades pesqueiras da região. A montante da RESEX, encontra-se a Barragem de Pedra do Cavalo, inaugurada em 1985 (Figura 25). A construção da barragem teve como objetivo evitar as enchentes que atingiam as cidades de São Félix e Cachoeira e melhorar o abastecimento de água potável para a região de Feira de Santana, Salvador e região metropolitana (Souza *et al.* 2021). Após a construção da barragem a biodiversidade na RESEX reduziu, no entanto, a situação agravou-se com a implantação da Usina Hidrelétrica de Pedra do Cavalo em 2005, responsável pelas alterações na qualidade da água (como a salinidade).

Figura 25: Barragem Pedra do Cavalo a montante da RESEX Baía do Iguape- BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

De acordo com os relatos dos extrativistas beneficiários da RESEX Baía do Iguape, quando a Usina Hidroelétrica de Pedra do Cavalo passa a operar, são causados impactos que não existiam antes (Genz, 2006; ICMBio, 2017). Entretanto, em 2009, venceu a licença ambiental de operação da Usina Hidroelétrica de Pedra do Cavalo, pois a companhia deixou passar o prazo regulamentar para a solicitação da renovação da licença. O Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), órgão estadual ambiental da Bahia, transformou

então o processo de licenciamento de uma "renovação" para um novo licenciamento, com todas as etapas necessárias. Desde então, a usina vem operando sem licença (Aguiar; Cançado, 2020).

Neste contexto, dentre os inúmeros impactos causados pela Hidroelétrica, cabe destacar, a alteração da dinâmica da água que afeta diretamente o modo de vida das comunidades tradicionais pesqueiras da região. Vale destacar, que o município de Maragogipe, já chegou a ser o segundo maior produtor de pescado no estado (Genz, 2006). Hoje, encontra-se numa situação agravada em relação a situação econômica de pescadores e marisqueiras da Baía do Iguape, gerando uma imagem depreciativa sobre a viabilidade dos modos de vida tradicionais extrativistas (ICMBio, 2017).

Além destes dois empreendimentos (hidroelétrica e a barragem), destaca-se a construção do Estaleiro Naval, na comunidade de São Roque do Paraguaçu, que, para os pescadores e marisqueiras dessa área e da comunidade de Enseada do Paraguaçu, além da redução dos espaços de pesca, com a circulação de navios vindos de fora, colaborou com o aparecimento de algumas espécies que antes não se via na RESEX (Souza *et al.*, 2021). Além disso, ao analisar imagens de satélite, percebe-se que áreas antes ocupadas por cobertura de manguezal foram suprimidas para a instalação do Estaleiro Naval, espaços que antes eram utilizadas pelos pescadores e marisqueiras para pesca e mariscagem.

Em 2019, por exemplo, o estaleiro naval recebeu a embarcação UMS Safe Concordia, de propriedade do grupo norueguês Prosafe, para realização de manutenção, como pode ser observada na figura 26. Os impactos antrópicos mencionados acima contribuem para a vulnerabilidade das comunidades pesqueiras e, além disso, as atividades antropogênicas podem acelerar o processo de degradação dos manguezais frente à elevação do nível do mar.

A insatisfação das comunidades pesqueiras e marisqueiras com o funcionamento destes empreendimentos fica clara em diversas manifestações em audiência pública do Ministério Público Federal (MPF). Em audiência pública, no ano de 2017, foi reconhecido o impacto ambiental causado pelo estaleiro naval inserido no interior da RESEX, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), ficou incumbido de repassar R\$ 3 milhões em recursos de compensação ambiental, relativos ao empreendimento Estaleiro Enseada do Paraguaçu, para UC federais. O IBAMA atendeu a recomendação do MPF. No entanto, o Comitê de Compensação Ambiental Federal (CCAF), destinou boa parte do valor da indenização a UC que não haviam sido diretamente impactada pelo empreendimento. Sendo que a compensação ambiental deve ser destinada a UC diretamente afetada por empreendimentos danosos - como é o caso da Baía do Iguape (BAHIA NOTICIAS, 2017).

Figura 26: Algumas imagens da área da RESEX no município de Maragogipe, na região do Recôncavo Baiano; A: B e C: Imagens do Estaleiro Naval nas proximidades das comunidades de Enseada e São Roque do Paraguaçu. C: Embarcação UMS Safe Concordia, de propriedade do grupo norueguês Prosafe atracado no Estaleiro Enseada, em Maragogipe. D: Ponto de embarque e desembarque das travessias de São Roque para a localidade da Enseada, Maragogipe- BA.



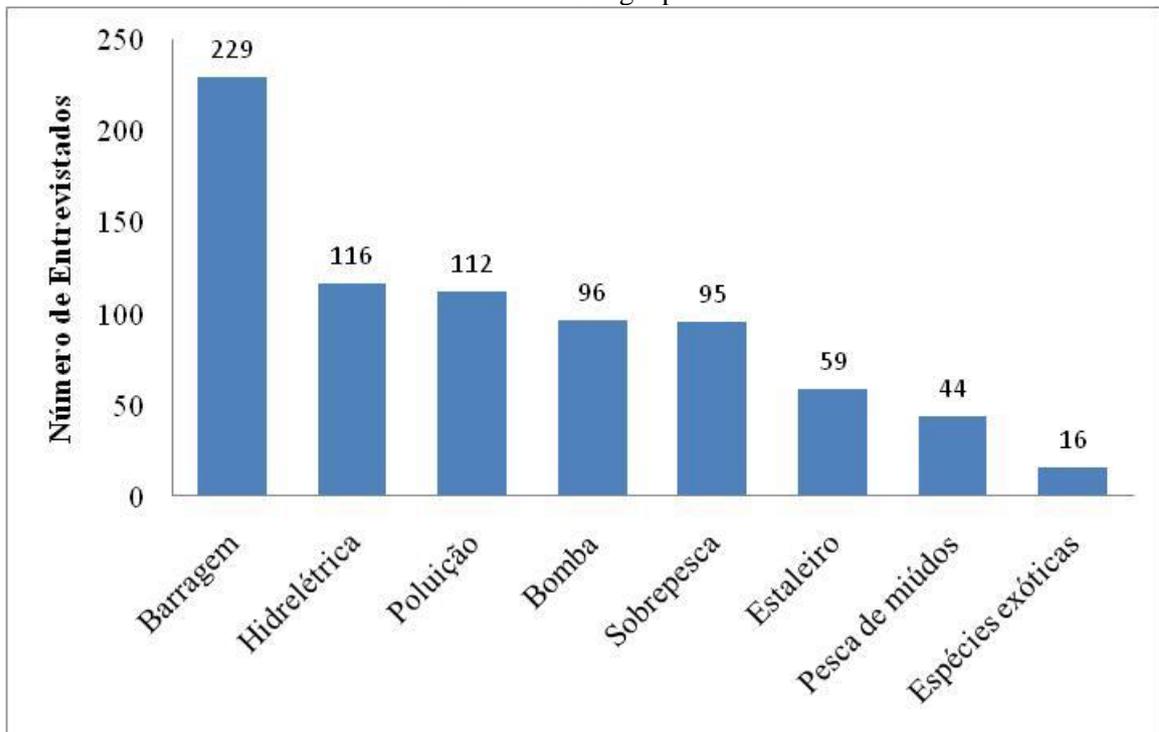
Fonte: Trabalho de campo (2019).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2019).

A população pesqueira ainda enfrenta a problemática da poluição por esgotos e resíduos sólidos dos assentamentos urbanos. Tais ações afetam diretamente os recursos pesqueiros na Baía do Iguape. Entrevistas realizadas em 2019, com pescadores e marisqueiras sobre o acordo de pesca na RESEX, os mesmos enumeraram diversos fatores responsáveis pela redução dos recursos pesqueiros. No gráfico, observa-se que os pescadores e marisqueiras apontam como principais agentes responsáveis pela redução dos recursos pesqueiros, a Barragem Pedra do Cavalo e a usina hidrelétrica que funciona nesta barragem. A poluição, a pesca com bomba, sobrepesca, pesca de miúdos³, espécies exóticas e o funcionamento do estaleiro naval são

³ Refere-se a pescados que não atingiram o tamanho adequado para serem capturados.

problemas ambientais que se somam aos supracitados, no entanto, estes afetam em menor proporção (Figura 27). Nas comunidades e nas reuniões com os conselheiros da RESEX, ou seja, em toda a UC é nítida a revolta da população pesqueira com a forma como operam a hidrelétrica. Na maioria das vezes, quando liberam água, não avisam previamente. Essa ação acaba destruindo os apetrechos de pesca dos pescadores. O impasse continua entre a empresa responsável por operar a hidrelétrica e os pescadores e marisqueiras. A vazão descontrolada de água da barragem vem provocando o extermínio de peixes e mariscos (A TARDE, 2023).

Figura 27: Fatores antropogênicos responsáveis pela redução dos recursos pesqueiros na RESEX Baía do Iguape- BA.



Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2021).

Além de todas problemáticas ambientais antrópicas, referidos na figura 27, os pescadores e marisqueiras estão vulneráveis as mudanças climáticas, especificamente aos efeitos da elevação do nível médio do mar. Os efeitos das mudanças climáticas deverão afetar os recursos pesqueiros.

***SEÇÃO 4: DINÂMICA DA PAISAGEM E OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS
AMBIENTAIS ANTRÓPICAS E NATURAIS***

4. DINÂMICA DA PAISAGEM E OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS AMBIENTAIS ANTRÓPICAS E NATURAIS

A presente seção está subdividida em quatro tópicos, estes são complementares, o primeiro tópico corresponde as discussões acerca da temática, uso e cobertura da terra no contexto das análises dos impactos de elevação do nível médio relativo do mar, este é considerado um importante indicador ambiental, de fundamental importância para se conhecer quais os usos e cobertura da terra serão impactados pelo possível evento. O segundo tópico intitulado “Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape” apresenta uma análise espaço – temporal da temperatura da superfície terrestre da área de estudo. A temperatura da superfície terrestre é um indicador na análise de mudanças do clima, permitido detectar redução ou aumento da temperatura ao longo dos anos estudados. O terceiro tópico apresenta os resultados da modelagem da dinâmica do manguezal diante dos impactos de ENMRM, apresentando às áreas que possivelmente serão ocupadas pela migração dos manguezais no caso da ocorrência deste evento, as barreiras que tendem a inviabilizar o avanço dos manguezais, além de mostrar as localidades em que poderão ocorrer perda de manguezais. O quarto e último tópico desta seção tem como objetivo mostrar a composição florística e a estrutura dos manguezais que possivelmente sofrerão com os prováveis impactos de ENMRM.

Neste tópico os resultados estão descritos da seguinte forma: primeiro os resultados estão apresentados de forma geral, considerando todas as áreas/parcelas amostradas para a RESEX, em seguida, os resultados são apresentados levando em consideração as áreas amostradas para as franjas do bosque de mangue, próximo ao curso d’água e, posteriormente são apresentados os resultados para todas as áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais para a área de estudo. Por último, os resultados são apresentados por localidades, ou seja, resultados obtidos para as áreas na borda de mangue e áreas de transição.

4.1 Dinâmica Espaço-Temporal de Uso e Cobertura das Terras na Reserva Extrativista Marinha da Baía de Iguape

No âmbito das discussões acerca da temática relacionadas às análises de uso, cobertura e ocupação da terra, existe uma polissemia entre estes termos, têm pesquisadores (Caioni *et al.*, 2017; Silveira, 2019; Nascimento *et al.*, 2018) que trabalham com o termo uso e ocupação da terra ou ocupação e uso da terra, enquanto outros estudiosos (Pinto *et al.*, 2021; Braz; Oliveira; Cavalcanti, 2019; Santos; Souza; Freitas, 2020) abordam sobre uso e cobertura da Terra ou cobertura e uso da Terra. Quanto a discussão acerca do conceito de uso da terra e cobertura da

terra, Leite e Rosa (2012), ressaltam que esses conceitos são muito próximos, por isso, muitas vezes são usados indistintamente.

Nesta perspectiva, Leite e Rosa (2012) chamam a atenção para o entendimento de Araújo Filho; Meneses; Sano (2009) sobre a temática cobertura da terra, para estes autores, o termo está diretamente associado com tipos de cobertura natural ou artificial (...) acerca das atividades de uso, a partir do que é basicamente informações de cobertura da terra. No entanto, Novo (1989) define o termo “uso da terra” como a utilização “cultural da terra”, enquanto o termo “cobertura da terra” ou “*land cover*” refere-se ao seu “revestimento”. Ainda, existe outra discussão sobre os termos uso da terra ou uso do solo, nesse sentido, esses dois termos “pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem” (Rosa, 2007, p. 163). O uso e cobertura da terra é informação básica que representa elementos naturais e antrópicos dispostos sobre o espaço geográfico (Braz; Oliveira; Cavalcanti, 2019).

Os mapas de uso da terra e de cobertura da terra são instrumentos que auxiliam (...) para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno (Araújo Filho; Meneses; Sano, 2009, p. 172). Vale ressaltar, que as informações sobre esse tema devem descrever não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo (Santos, 2004).

Segundo Souza e Lobão (2016) os mapeamentos de uso e ocupação são importantes, a partir destes é possível analisar e compreender as alterações que ocorrem no espaço geográfico, os mapeamentos fornecem respostas sobre as distribuições das tipologias de uso e ocupação das terras, além de permitir análise dos principais impactos ambientais e os fatores responsáveis pela perda da vegetação (Souza; Lobão, 2016, p. 2).

Os mapeamentos de uso e cobertura da terra são fundamentais para o entendimento dos problemas ambientais que vem ocorrendo em determinado local, principalmente, no contexto das mudanças climáticas. O Manual Técnico de Uso da Terra destaca que no contexto das mudanças globais, os levantamentos de uso e cobertura da terra fornecem subsídios para as análises e avaliações dos impactos ambientais, (...) da perda da biodiversidade, das mudanças climáticas (...) (IBGE, 2013). Nesse sentido, as análises de uso e cobertura da terra constituem um importante indicador ambiental para identificar as barreiras de migração dos manguezais em evento de elevação do nível médio do mar. A migração dos manguezais está condicionada aos usos que serão dados a terra e que a ação antrópica poderá dificultar essa migração.

Diante da discussão acima, o presente tópico tem como objetivo analisar a dinâmica de uso e cobertura da Terra na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, utilizando imagens

do sensor Landsat de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022. O mapeamento de uso e cobertura das terras na RESEX Baía do Iguape, foi realizado para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022 (Figura 28).

Para a RESEX Baía do Iguape foram identificadas 5 classes de uso e cobertura da terra. Sendo estes: Área urbana, solo exposto, agropecuária, vegetação e manguezal e água, ou seja, espelho d'água. A figura 29 mostra a localização geográfica e os registros fotográficos de alguns usos e cobertura da terra encontrados na Unidade de Conservação. O espelho d'água é um espaço de extrema importância para as comunidades tradicionais pesqueiras do entorno da reserva. Local de prática pesqueira, tais como: a pesca de camarão (*Caridea sp.*), baiacu (*Lagocephalus sp.*), xaréu (*Caranx spp.*), pescada (*Cynoscion spp.*), robalo (*Centropomus spp.*), beijupirá (*Rachycentron canadum*), arraia (*Rajidae sp.*), dentre outros. Na reserva, a classe espelho d'água representa a classe com maior área para todos os anos mapeados, seguida da classe mangue. Ao longo dos 36 anos houve uma redução da classe espelho d'água, tanto para o recorte da RESEX como para o entorno de 500 m. Uma redução de aproximadamente 1 km², incluindo todo o recorte espacial delimitada para estudo.

Os manguezais para o ano de 1986 correspondem a 26,6 km² (25,8%), em 1994 correspondia a 27 km² (26,8%), um aumento de 0,4 km². Em 2003, foi mapeada uma área de 26,2 km², (26%), em relação ao ano de 1994, houve uma redução de 0,8 km². Já em 2017, houve um aumento de 1,2 km², enquanto o mapeamento de 2022 corresponde a 27,9 km² (27,8%), representando um aumento de 0,5 km². Esta quantificação refere-se a poligonal da RESEX Baía do Iguape. No entanto, foi realizado um buffer de 500 metros no entorno da poligonal da RESEX, a partir deste buffer observa-se que existem áreas de manguezais que estão fora dos limites da RESEX. Para o mapeamento de 1986, com o buffer de 500 metros foi constatada uma área de 33,2 km² (19,8%), enquanto para o ano de 1994 foi mapeada uma área de 33,8 km² (20,3%), um aumento de 0,6 km². O mapeamento dos manguezais para o ano de 2003, corresponde a 34 km², (20,5%), um aumento de 0,2 km², em relação ao ano de 1994.

Figura 28: Mapeamento multitemporal de uso e cobertura da terra na RESEX a Baía do Iguape/BA.

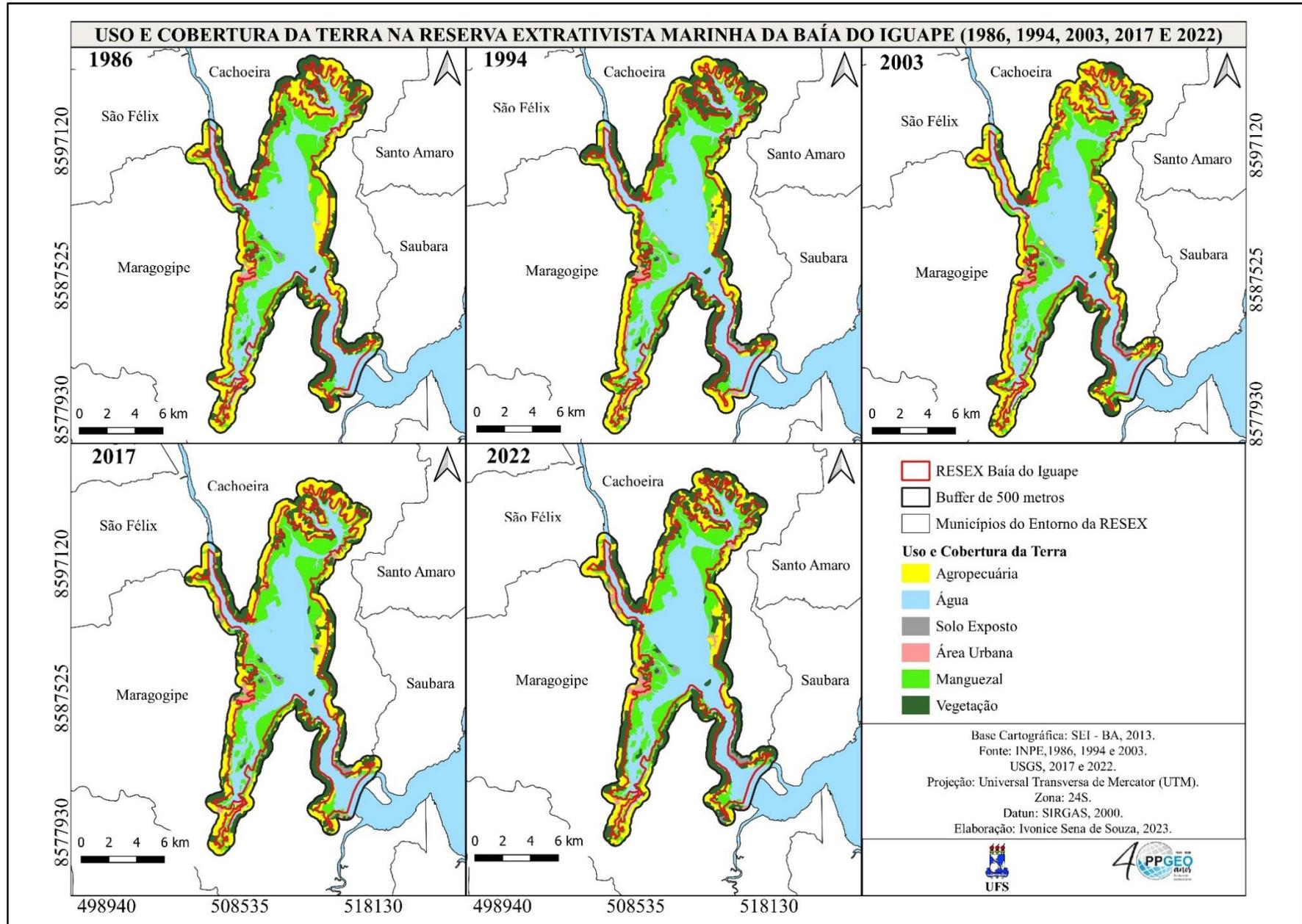
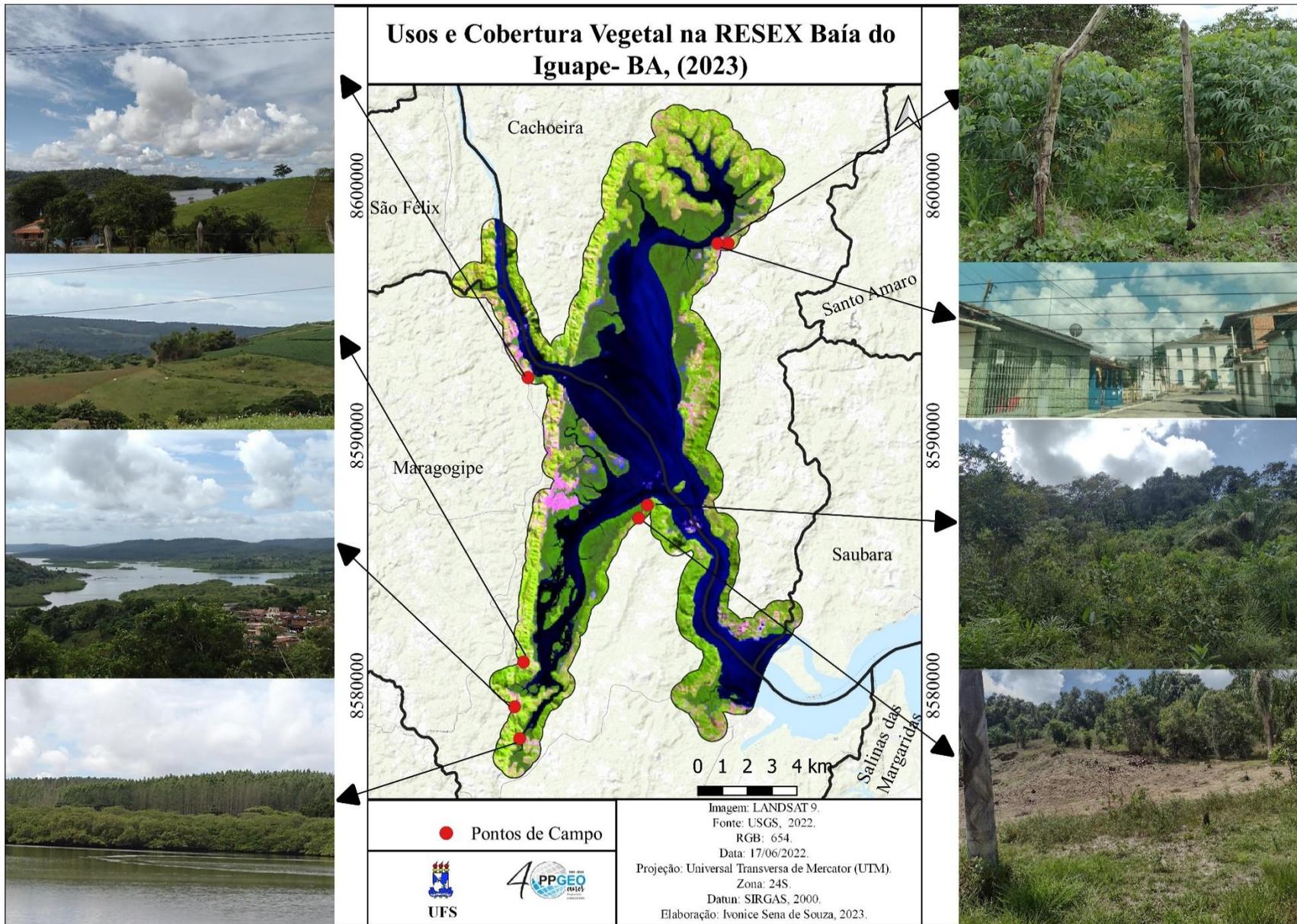


Figura 29: Localização geográfica e seus respectivos usos e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape.



Fonte das fotos: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Para o mapeamento sem o buffer, o mesmo ano mostra que houve uma redução da área de manguezal, mas com o buffer a área total não apresenta redução da área de manguezal. No ano de 2017 foi mapeada uma área de 34,3 km² (20,5%), um aumento de 0,3 km² em relação ao ano de 2003 e o mapeamento de 2022, houve um aumento de 0,7 km², ou seja, uma área de 34,7 km² (21%) (Tabela 24).

Tabela 24: Quantificação das classes de uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape.

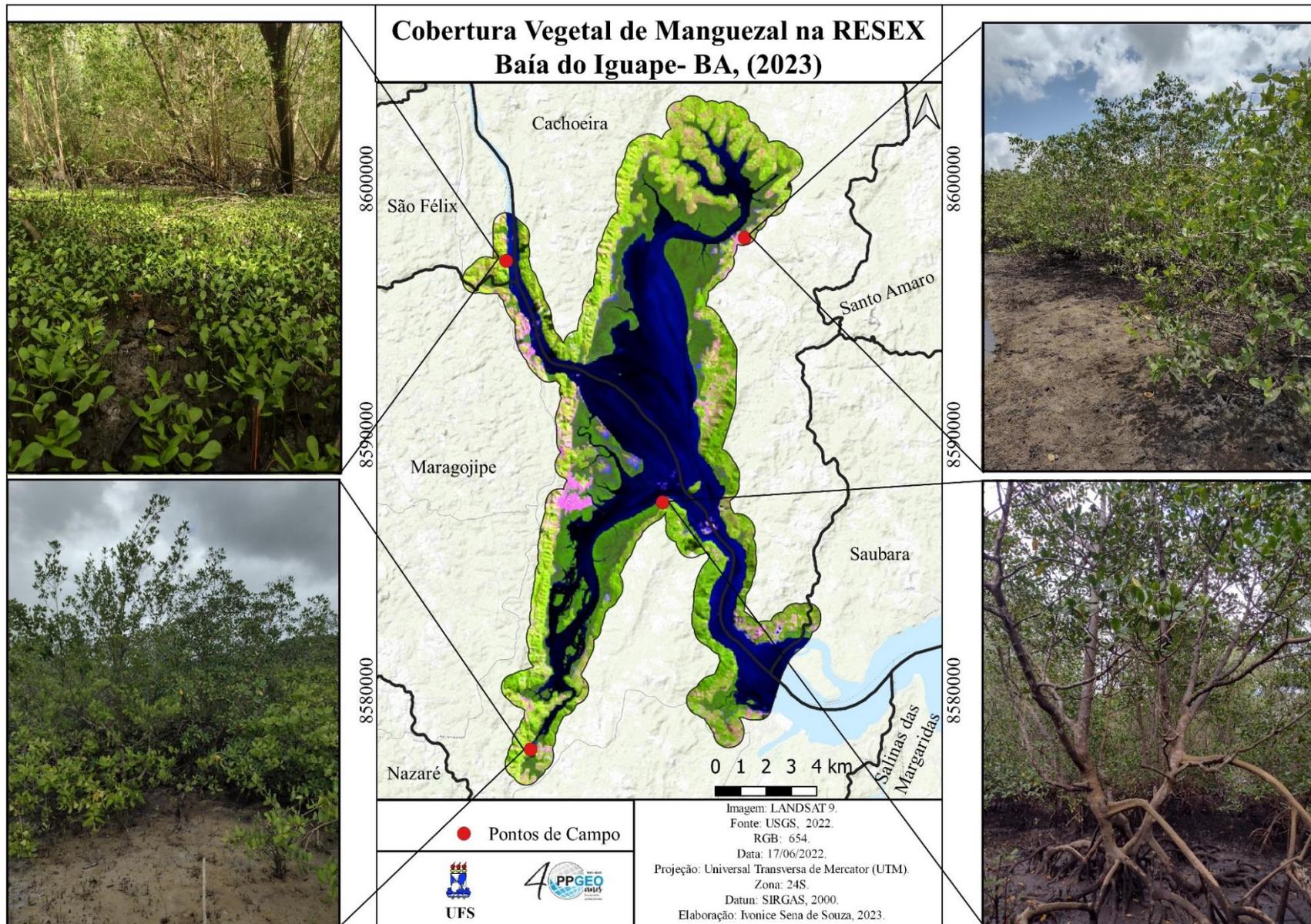
Área das classes de Uso e Cobertura da Terra na RESEX Baía do Iguape										
Uso da Terra	1986		1994		2003		2017		2022	
	Km ²	%								
Agropecuária	8,6	8,5	7,0	7,0	11,6	7,5	7,5	5,8	5,8	5,8
Floresta	5,5	5,5	6,6	6,5	3,8	5,8	5,8	7,0	7,1	7,0
Mangue	26,6	26,5	27,0	26,8	26,2	26,0	27,2	27,0	27,9	27,8
Área Urbana	0,5	0,5	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2
Espelho d'água	58,0	57,5	57,0	56,6	56,1	57,0	57,0	56,8	57,2	56,8
Solo exposto	1,5	1,5	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	1,4	1,5	1,4
Total	100,7	100	100,7	100	100,7	100	100,7	100	100,7	100
Área das classes de Uso e Cobertura da Terra na RESEX Baía do Iguape, com buffer de 500 metros										
Uso da Terra	1986		1994		2003		2017		2022	
	Km ²	%								
Agropecuária	36,5	21,8	32,5	19,5	45,0	27	32,5	19,5	28,3	17,0
Floresta	30,2	18,3	32,6	19,5	21,3	12,9	32,5	19,5	35,5	21,2
Mangue	33,2	19,8	33,8	20,3	34,0	20,5	34,3	20,5	35,0	21,0
Área Urbana	1,5	0,8	2,0	1,2	2,0	1,2	2,5	1,5	3,3	2,0
Espelho d'água	63,0	37,8	62,2	37,3	61,6	36,6	61,6	37,0	61,8	37,0
Solo exposto	2,5	1,5	3,8	2,2	3,0	1,8	3,3	2,0	3,0	1,8
Total	166,9	100	166,9	100	166,9	100	166,9	100	166,9	100

Fonte: Mapeamentos de uso e cobertura da terra (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Nesta perspectiva, percebe-se que nos manguezais presentes dentro dos limites legais da RESEX, houve declínio apenas no ano 2003, enquanto os mapeamentos com o buffer de 500 metros, apresentaram aumento em todos os anos mapeados, ou seja, para os últimos 36 anos. Quando a quantificação das áreas de manguezais é desmembrada por município (Figura 30), percebe-se que o município de Cachoeira (Tabela 25), apresentou maior ganho de extensão de mangue nos últimos 36 anos, com 1,1 km², considerado toda a área, isto é a poligonal da RESEX mais os 500 m de buffer. Esse aumento ocorre também no município de Maragogipe, porém, em menor proporção que o município de Cachoeira, Maragogipe, apresentando uma evolução de 0,7 km². Na figura 28, pode - se observar a localização geográfica de diferentes tipos de mangues na RESEX Baía do Iguape.

Figura 30: Cobertura vegetal de manguezal na área de estudo representados nas imagens de campo.



Fonte das fotos: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Tabela 25: Quantificação das áreas de cobertura (em Km²), assim como percentagem (%), por município da área de estudo, para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022.

Manguezal	1986		1994		2003		2017		2022	
	Km ²	%								
Cachoeira	18,2	54,5	18,3	54,2	18,3	54,2	18,6	54,3	19,3	55,0
Maragogipe	14,7	44,2	15,1	44,5	15,5	45,6	15,2	44,4	15,4	44,0
São Félix	0,2	0,8	0,3	0,9	0,1	0,3	0,3	0,9	0,2	0,7
Saubara	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3
Total	33,2	100	33,8	100	34,0	100	34,3	100	35	100

Fonte: Mapeamentos de uso e cobertura da terra (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Ao longo dos anos analisados houve uma oscilação na quantificação das classes de usos e cobertura da terra, a única classe que apresentou evolução sem declínio durante os anos mapeados foi o manguezal. O aumento das áreas de manguezal proporcionam mais espaços de pesca e mariscagem, no entanto, com a perspectiva de elevação do nível médio do mar a tendência é que ocorram perdas de mangue, essa situação fará com que haja a redução destes espaços de pesca.

Ornellas (2022) realizou estudos multitemporais para a Baía do Iguape, o autor utilizou como base os anos de 1986, 2000, 2005 e 2020, o único período que coincide com o presente estudo é o ano de 1986, no entanto, o mapeamento realizado pelo autor corresponde a 2.666 hectares, o que é equivalente a 26,66 km². Os dados obtidos pelo referido autor correspondem ao mapeamento realizado para este estudo. Na análise realizada por Ornellas (2022), percebe-se o aumento da classe manguezal, o autor aponta que esse fator pode estar relacionado com as mudanças ocorridas pela instalação da Barragem de Pedra do Cavalo em 1985 e a geração de energia em 2005, ressaltando que a partir da instalação destes empreendimentos a Baía do Iguape apresentou mudanças nas condições ambientais de suas águas, principalmente após a construção da barragem, quando ocorreu a diminuição do aporte fluvial e o aumento da salinidade. Com as mudanças climáticas e aumento do nível relativo do mar aumentará a salinidade. Nesse evento poderá ocorrer duas situações, a primeira é a migração dos manguezais, caso não existam barreiras e a segunda situação é a perda de mangue, visto que estes poderão não resistir ao aumento da salinidade.

Fatores de origem antrópica como alterações locais na hidrodinâmica das marés a partir da construção de barragens, dragagens, estradas, ou ainda modificações no aporte sedimentar, também podem provocar aumento ou diminuição nas áreas de apicuns (Nascimento *et al.*, 2022, p. 119). Geralmente, o aumento das áreas de manguezais em direção aos apicuns é considerado como indicador de mudanças climáticas, entretanto, não foi observado indício de mudanças ambientais naturais e sim de origem antrópica e, caso este evento já esteja ocorrendo na área de

estudo, este encontra-se em pequena magnitude. Os impactos causados pela barragem são tão desastrosos que conseguem invisibilizar outros problemas ambientais. De acordo com relatos de pescadores e marisqueiras com a implantação dos empreendimentos citados acima houve morte de manguezais. O que se percebe é que houve um desequilíbrio ambiental com o aumento da salinidade e, posteriormente os manguezais se adaptaram as novas condições ambientais, sendo que essas novas condições proporcionaram a migração dos manguezais. Esse aumento da área de manguezal pode estar associado também há uma maior pluviosidade em relação à evaporação, de marés meteorológicas ou da variação no nível do mar (Nascimento *et al.*, 2022; Nascimento, 2017; Oliveira, 2017; Hadlich; Ucha, 2009).

Alguns estudos realizados em Reservas Extrativistas Marinhas (Machado; Soares; Faria, 2021; Aguiar *et al.*, 2022) constataram que as mudanças ocorridas nestes ambientes e, principalmente nos manguezais vem ocorrendo de efeitos naturais, ou seja, da variação do nível relativo do mar. Sendo estas as principais modificações observadas entre 2014 e 2020 para a RESEX Marinha de Cururupu, no Maranhão. No estudo realizado por Aguiar *et al.* (2022) para a Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras, localizada no estado da Bahia, os autores fizeram uma análise de uso e cobertura da terra e, constataram em verificação *in loco* alguns problemas ambientais, como um empreendimento privado, que estava drenando áreas alagadas da comunidade, ameaçando potencialmente afetar o recurso hídrico subterrâneo que essa comunidade consome. Constatou-se também a morte natural de mangue em alguns pontos específicos quando este em contato direto com a água salgada do mar (evidenciando certo aumento no fluxo do mar). Observa-se que as duas Unidades de Conservação (RESEX Baía do Iguape e RESEX de Canavieiras) tem em comum os problemas ambientais antrópicos, quase sempre de origem de algum empreendimento.

Outro fator que tem contribuindo para a preservação e conservação das áreas de manguezais, são as Reservas Extrativistas. Aguiar *et al.* (2020) afirmam que a RESEX tem se revelado um importante instrumento do ponto de vista ambiental voltado para a conservação de ambientes naturais e os meios de sobrevivência dos seus beneficiários, bem como para promover a sustentabilidade. Quanto ao papel das Unidades de Conservação, Rodrigues e Szlafstein (2011, p.11) ressaltam que “a criação das UC por si só não garante total preservação dos recursos naturais, já que as atividades do entorno pressionam os recursos ali protegidos.” A maioria das unidades de conservação encontram-se sobre forte pressão de atividades antrópicas em seu entorno, como a pecuária, barragens, hidrelétricas, agricultura, carcinicultura, empreendimentos privados, como pode ser observado na RESEX Marinha da Baía do Iguape - BA (Souza *et al.*, 2021), RESEX Marinha de Canavieiras - BA (Aguiar *et al.*,

2022), RESEX Marinha Acaú – Goiana – PE/PB (Silva *et al.*, 2020), RESEX Marinha de São João da Ponta - PA (Fernandes; Pimentel, 2019), RESEX Marinha de Soure - PA (Rodrigues; Szlafsztein, 2011), RESEX Marinha de Mocapajuba - PA (Vale *et al.*, 2018; Cavalcante; Lima, 2019), RESEX Rio Preto – Jacundá – RO (Marinho, 2017).

Alguns pesquisadores (Galina; Ilha; Pagatto, 2022; Mendes, 2022; Ornellas, 2022; Leão; Araújo; Sousa *et al.*, 2021; Oliveira, 2020; Silva *et al.*, 2018; Matias; Dutra, 2017; Oliveira, 2017; Oliveira; Freitas Filho, 2017) ao realizar uma análise multitemporal, encontraram um aumento na área de manguezal. Nesta perspectiva, destaca-se o trabalho de Silva *et al.* (2018) que realizou uma análise espaço-temporal das características do mangue urbano no estuário do Pina (Pernambuco), e constatou um aumento da área de manguezal. No estudo realizado por Matias e Silva (2017) sobre o monitoramento e análise da vegetação de manguezal no litoral sul de Alagoas, também foi detectado uma expansão significativa da área de mangue. Segundo os pesquisadores, essa expansão está relacionada ao longo período de seca nessa região durante o ano e consequente diminuição do fluxo de água doce e aumento da entrada de águas salinas nos estuários, favorecendo o desenvolvimento dessa vegetação.

No entanto, não é o que geralmente ocorre com os manguezais, esse ecossistema vem passando por diversos problemas ambientais, principalmente, ocasionados pela prática ilegal da carcinicultura e aumento da urbanização. Na região do Baixo Sul da Bahia, não acontece o mesmo que ocorre com os manguezais da Baía do Iguape. Souza *et al.* (2019), Souza *et al.* (2021) em seus estudos para os municípios de Valença, Cairu, Nilo Peçanha e Taperoá, perceberam que ocorre uma redução das áreas de manguezais na região. Os pesquisadores conseguiram identificar dois vetores principais responsáveis pela supressão dos bosques de mangue: a expansão desordenada das áreas urbanas e o avanço da atividade de carcinicultura clandestina, em razão da instalação de tanques de cultivo de camarão sem o devido processo de licenciamento ambiental (sobretudo no município de Nilo Peçanha). Cabe destacar que os manguezais da região do Baixo Sul da Bahia encontram-se inseridos numa Área de Proteção Ambiental (APA).

A degradação dos manguezais não é um problema ambiental específico do estado da Bahia e, para corroborar com essa questão, destaca-se o estudo de Oliveira *et al.* (2019) que analisaram as pressões antrópicas no entorno dos manguezais da Baía de Sepetiba, com base no mapeamento de usos e cobertura. Assim, foi possível constatar a redução dos manguezais, salientando que as áreas de manguezais foram substituídas pelas atividades urbano industriais e a perda de áreas de mangue foi o equivalente a 1km². Melo e Silva (2018) realizaram um

estudo espaço-temporal para os manguezais no estuário do rio Capibaribe, PE. Os pesquisadores constataram a redução da vegetação de mangue, que em 1989 abrangia uma área de 725 ha, reduzindo-se para 313 ha em 2000 e declinando para 186 ha em 2011.

Para a RESEX Baía do Iguape, foram detectados os seguintes vetores de degradação dos manguezais, sendo eles: a expansão urbana e a poluição por esgotos e resíduos sólidos (Figura 31). Com relação a essa problemática relacionada aos resíduos sólidos, autores como Costa e Pegado (2016) abordam essa situação. Essas ações em conjunto com outros fatores como a implantação da barragem e da Usina Hidrelétrica Pedra do Cavalo, implantação do estaleiro naval, afetaram diretamente os recursos pesqueiros.

Figura 31: As imagens A e B mostram a presença de resíduos sólidos nas áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape, no entorno da área urbana de Maragogipe.

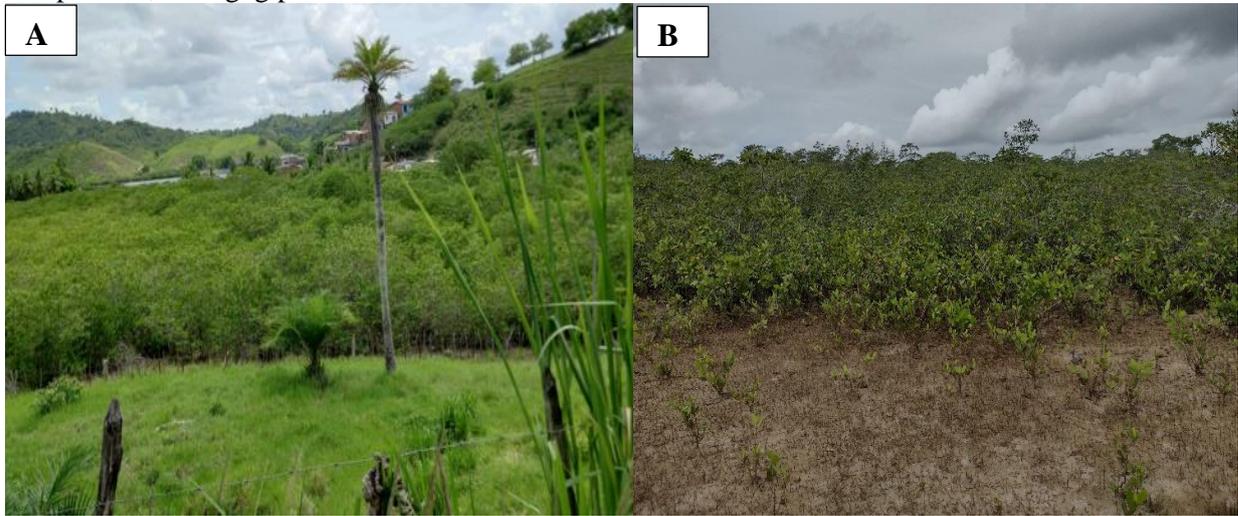


Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Nos estudos realizados sobre as análises de uso e cobertura da terra que tem as Reservas Extrativistas como recorte espacial, percebe-se que, quase todas tem algo em comum, a pressão antrópica no seu entorno.

Mesmo em meio às pressões antrópicas que ocorrem no entorno da RESEX, os manguezais mantem-se resistentes e vem se ampliando em locais distantes das áreas urbanas (Figura 32). Essa mesma situação ocorre na Reserva Extrativista Marinha Caeté- Taperaçu, Bragança, Pará, estão conseguindo manter a preservação ambiental dos manguezais, mesmo em meio a pressões externas (Leão; Araújo; Oliveira, 2021).

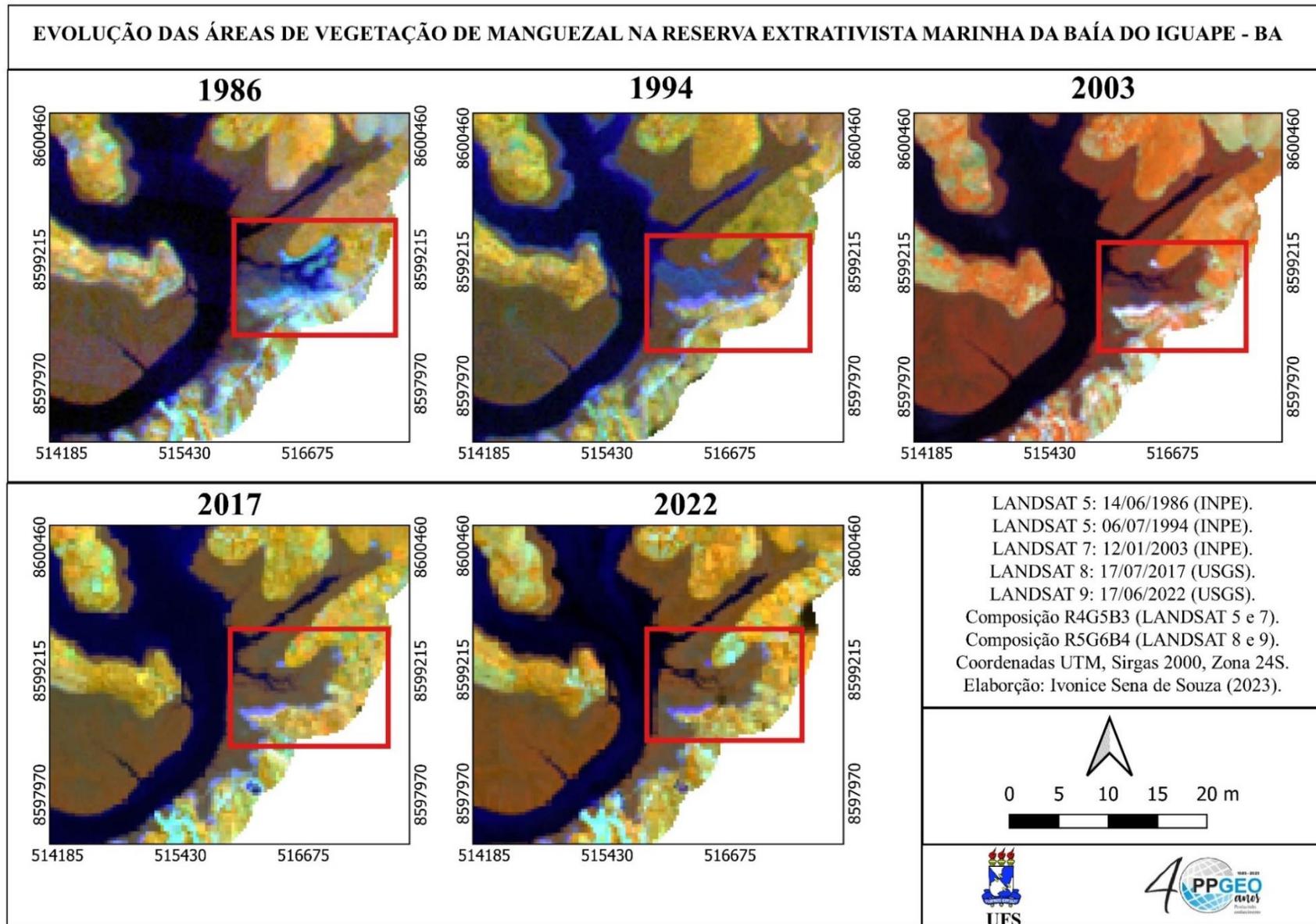
Figura 32: A: Área de manguezal circundada por pastagens e área urbanizada na localidade de Coqueiros, município de Maragogipe - BA. B: Evolução dos manguezais em área de apicum, Guai-Capanema, Maragogipe-BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

A classe solo exposto, corresponde às áreas de apicum e áreas de mangue que foram suprimidas pela ação antrópica presente na RESEX Baía do Iguape. Como pode ser observado na figura 33, onde é possível notar que a nordeste (NE) do lagamar do Iguape, nas proximidades e à montante da localidade de Santiago do Iguape (município de Cachoeira), existia uma área de manguezal degradada em 1986, e que depois de oito anos, a área que estava degradada havia se recuperado, no entanto, no mesmo local, agora próximo ao canal do rio, apresenta outra área degradada, 9 anos depois (2003), é possível perceber que a área degradada foi quase recuperada em sua totalidade. Para os anos de 2017 e 2022 a área foi recuperada, havendo um aumento na cobertura vegetação.

Figura 33: Evolução das áreas de manguezal na RESEX Baía do Iguape, em Cachoeira - BA.



A classe agropecuária abrange as áreas de agricultura e pecuária e os municípios que fazem parte da RESEX, possuem as duas modalidades de agropecuária. Sendo a predominância das áreas compostas por pastagens para a prática da pecuária. Além das atividades de agricultura e pecuária, encontram-se também no entorno da Baía do Iguape um extrativismo vegetal de piaçava, dendê e etc. (Figura 34).

Figura 34: Árvores da piaçava na comunidade quilombola de Salaminas Putumuju. B: Etapa de beneficiamento artesanal da piaçava.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

De acordo com o IBGE (2021), o município de Cachoeira em 2021, possuía um efetivo de 11.030 cabeças de gado, seguido de 882 cabeças de ovinos e 887 cabeças de caprino. Quanto à agricultura, o município produz amendoim, feijão, milho (IBGE, 2021). O município de Maragogipe, de acordo com o IBGE (2021), possuía um efetivo de 7.488 cabeças de gado, 111 cabeças de caprinos, 111 cabeças de equino, 363 cabeças de ovinos e 946 cabeças de asininos. Em relação à agricultura, o município produz, banana, laranja, lima, limão, manga, abacaxi, abobora, amendoim, cana de açúcar, feijão, mandioca e aipim.

Para a criação destes animais é preciso de áreas de pastagens (Figura 35). Nestes municípios, são utilizados dois tipos de pecuária, a pecuária extensiva e a semi-intensiva. De acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra, a pecuária extensiva corresponde ao “sistema de criação em que o gado é criado solto na vegetação natural, que geralmente passa por remoções periódicas das espécies de plantas não aproveitadas pelos animais” (IBGE, 2013, p.

28). A pecuária semi-intensiva corresponde ao sistema de criação em que o manejo varia desde a utilização do pasto natural até o plantado (IBGE, 2013).

Figura 35: Pastagens e áreas de manguezais na localidade de Najé, Maragogipe- BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

A classe agropecuária, considerando os limites da RESEX, apresenta uma área de 8,6 km², no ano de 1986, 7 km², em 1994, houve uma redução de 1,6 km², para o ano de 2003, houve um aumento da área da classe agropecuária de 4,6 km², em relação ao ano de 1994. Já em 2017, houve uma redução da classe agropecuária, uma diminuição de 4,1 km², no mapeamento de 2022, foi de 5,8 km², em relação ao ano de 2017, uma redução de 1,7 km².

O mapeamento da classe agropecuária com o buffer de 500 metros, apresentou uma área de 36,5 km² para o ano de 1986, em 1994, houve uma redução de 4 km², de um total de 32,5 km², para o ano de 2003, houve um aumento da classe com uma área de 12,5 km², equivalendo a uma área de 45 km². Em 2017, houve uma redução da área mapeada, de 12,5 km², desse modo, o aumento dos 12,5 km² em 2003, foi reduzido na mesma proporção para o ano de 2017, enquanto o mapeamento de 2022, manteve a redução da classe, o equivalente a 4,2 km², de uma área de 28,3 km². No entorno da RESEX, é possível encontrar diversos tipos de atividades

econômicas, dentre estas destaca-se as plantações de eucalipto, esta se encontra dentro dos limites de 500 metros do entorno da poligonal da RESEX (Figura 36).

Figura 36: Área de conflito: espelho d'água, manguezais e os cultivos de eucalipto.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

No recorte espacial da RESEX, nos últimos 36 anos houve uma redução da atividade agropecuária dentro dos limites da reserva, uma redução equivalente a 2,8 km². Esse fato decorre de ações como reconhecimento de terras quilombolas e etc., o que conseqüentemente contribuiu na expansão das áreas de manguezais e da classe vegetação.

Nos estudos realizados por Fernandes e Pimentel (2019) para a RESEX Marinha de São João da Ponta, por Marinho (2017) para a zona de amortecimento das Reservas Extrativistas, dos municípios de Machadinho D' Oeste e do Vale do Amari, em Rondônia, e por Leão; Araújo; Oliveira (2020) na RESEX Marinha Caeté- Taperaçu, Bragança, Pará, observaram que as reservas sofrem forte pressão no seu entorno em relação às atividades como a pecuária, agricultura mecanizada e construção de hidrelétrica, no caso, a hidrelétrica de Tabajara. Assim, como na RESEX Baía do Iguape, é importante destacar a pecuária como atividade econômica presente no entorno das UC.

A classe Vegetação corresponde as áreas de remanescentes da floresta ombrófila densa da mata atlântica, essa classe na RESEX Baía do Iguape em 1986, correspondia a 5,5 km², em 1994, houve um aumento 1,1 km², com uma área de 6,6 km². Em 2003, houve uma redução da área de vegetação para 3,8 km². Em 2017, houve um aumento para 5,8 km² e em 2022 continuou evoluindo com um aumento de 1,3 km², em relação ao ano de 2017. Essa situação de preservação e conservação da vegetação foi constatada também por Aguiar *et al.* (2020) para a RESEX Marinha de Canavieiras – BA, e por Machado, Soares e Faria (2021) para a RESEX Marinha de Cururupu, MA.

Por sua vez, o mapeamento para a classe vegetação com o buffer de 500 metros em 1986 corresponde a 30,2 km², em 1994, apresenta uma área de 32,6 km², com um aumento de 2,4 km², em relação ao ano de 1986. Em 2003, a área mapeada corresponde 21,3, uma redução de 11,3 km², em 2017, a classe aumentou a área em relação ao ano de 2003, passando a possuir uma área de 11,3 km². Para 2022, a área ocupada pela classe vegetação correspondia a 35,5 km², em relação a 2017, um aumento de 3 km². A vegetação foi a única classe que apresentou maior evolução de área de cobertura com 1,6 km², para a poligonal da UC (Figura 37).

Diferentemente de outras unidades de conservação, percebe-se que a RESEX Baía do Iguape vem mantendo a preservação das suas áreas de vegetação. O que não ocorre em outras reservas, a exemplo da RESEX Rio Preto – Jacundá, Rondônia; Reserva Estadual Extrativista Jaci-Paraná – Rondônia (Santana; Silva, 2019) e na Reserva Extrativista Marinha Acaú – Goiana (Silva *et al.*, 2020) constataram uma redução da cobertura vegetal do tipo Floresta Ombrófila Aberta, com presença de manchas de Floresta Ombrófila Densa, no entorno da RESEX, devido a atividade antrópica agrícola (Silva *et al.*, 2020).

A preservação dos manguezais na RESEX Baía do Iguape, ocorre devido as ações de Educação Ambiental realizadas nos municípios que abrange a RESEX, especificamente no município de Maragogipe, onde encontra-se a Fundação Vovó do Mangue. Esta Fundação realiza e executa diversas ações em prol da preservação deste ecossistema. Além disso, pode-se citar as ações de fiscalização do ICMBio e as ações das comunidades tradicionais quilombolas - pesqueiras que reconhecem a importância social dos manguezais para as respectivas populações como meio de sobrevivência e renda.

Figura 37: Floresta Ombrófila Densa, município de Cachoeira- BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

A formação das RESEXs foi uma excelente estratégia para conservação dos recursos naturais vinculados ao manguezal, bem como da cultura dos povos tradicionais que se utilizam deste ambiente, permitindo uma melhor relação homem x natureza (Almeida Filho; Tognella; Lima, 2020, p. 324).

A poligonal da RESEX Baía do Iguape abrange parte da área urbana do município de Maragogipe, comunidade de Ponta de Souza. Em 1986, a classe área urbana inserida nos limites da RESEX correspondia a 0,5 km² chegando a 2022 com uma área correspondente a 1,2 km². Enquanto a quantificação da área urbana, com o buffer de 500 metros, em 1986 correspondia a 1,5 km² chegando em 2022 com uma área de 3,3 km². Neste contexto, percebe-se que a expansão urbana é um dos fatores que bloqueiam a migração natural do mangue.

Dessa forma, pôde-se verificar os usos e cobertura da terra expostos ao provável evento de elevação do nível médio relativo do mar. Além disso, foi possível constatar que os manguezais ultrapassam os limites legais da RESEX. O ecossistema manguezal apesar de toda pressão antrópica que ocorre em seu entorno, apresentou uma evolução da cobertura vegetal.

Nos últimos 36 anos, houve um aumento de 1,2 km² para o recorte da RESEX, quando inserido o buffer de 500 metros, esse ganho de cobertura vegetal chega a 1,8 km². O município

de Cachoeira foi o que obteve maior ganho de área, seguido de Maragogipe. Os povos tradicionais extrativistas que residem no entorno da unidade de conservação são dependentes diretamente dos recursos pesqueiros extraídos da RESEX. No entanto, os pescadores e marisqueiras sofrem constantemente com o funcionamento de diversos empreendimentos que afetam a pesca e os mariscos da reserva. Essas comunidades já se encontram vulneráveis a grandes problemas ambientais de origem antrópica.

Ademais, existe a preocupação com a perspectiva de aumento do nível médio do mar para as próximas décadas, tornando estas comunidades ainda mais vulneráveis, tendo em vista que os problemas ambientais naturais em curso serão somados com os sérios problemas ambientais antrópicos já existentes na Unidade de Conservação.

No tópico a seguir apresenta-se uma análise espaço – temporal da temperatura da superfície terrestre da UC. Tendo em vista, que o aumento da temperatura contribuirá para o aumento do nível médio do mar.

4.2 Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape

A temperatura de superfície terrestre é definida como o “fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera” (Pereira *et al.*, 2012, p. 1245). A temperatura do ar, possui uma variação espacial influenciada pela quantidade de insolação recebida, pela natureza da superfície, pela distância a partir dos corpos hídricos, pelo relevo e pelos ventos predominantes, e uma variação temporal condicionada principalmente pelas variações sazonais no volume de radiação recebida, que varia conforme a latitude e com o grau de continentalidade (Ayoade, 2003). As análises de superfície terrestre se constituem em um importante indicador de mudanças climáticas. “A análise da temperatura de superfície em diferentes usos da terra e a cobertura vegetal pode fornecer subsídios para a gestão e planejamento ambiental” (Pereira *et al.*, 2012, p. 1243).

Alguns pesquisadores (Silva *et al.*, 2023; Silva, Ribeiro, 2023; Cruz *et al.*, 2023; Silva; Loureiro; Sousa, 2021; Aires; Bezerra, 2021; Santos; Simionatto; Felici, 2020; Cavalcante; Almeida; Castelo, 2020; Borges; Batista, 2020; Pessi *et al.*, 2019; Prina; Trentim, 2020; Zaloti, Santos e Cardoso, 2023; Yamamoto *et al.*, 2017; Pereira; Lima; Bourscheidt, 2017; Sousa; Ferreira, 2012) realizaram a análise da temperatura de superfície terrestre com diferentes finalidades, tais como em áreas urbanas e rurais, em diferentes biomas (Cerrado, Caatinga, Mata

Atlântica, Pampa, Amazonas), como por exemplo em área de savana amazônica e floresta secundária, relação entre a temperatura da superfície e as classes de uso e cobertura da terra, distribuição de temperatura de superfície e sua relação com indicador socioeconômico, temperatura de superfície terrestre e variáveis biofísicas em domínios de vegetação, dados censitários relacionados com a temperatura de superfície e o estudo da distribuição espacial de uso e cobertura da terra, além de estimativas da temperatura da superfície de municípios.

A maioria destes estudos são realizadas levando em consideração uma análise multitemporal (Silva *et al.*, 2023; Silva; Loureiro; Sousa, 2021; Santos; Simionatto; Felici, 2020; Yamamoto *et al.*, 2017) sendo utilizadas imagens de satélite, na sua maioria imagens do sensor Landsat. Diante da discussão acima, o presente tópico tem como objetivo analisar a dinâmica de Temperatura da Superfície Terrestre na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, utilizando imagens Landsat de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022.

Os mapeamentos multitemporais de Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape, foram realizados para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022 (Figura 38). As temperaturas mínimas e máximas mapeadas para cada ano analisados na RESEX Baía do Iguape foram 17,9 °C e 21,5 °C, em 1986; 15,6°C e 22,8°C, em 1994; 24,5°C e 33,2°C, em 2003; 20,7°C e 24°C, em 2017; 19,3°C e 25, 6°C. Enquanto para o entorno da RESEX, ou seja, para o buffer de 500 m, a temperatura da superfície encontrada foi 17,9 °C e 21,5 °C, em 1986; 13,7°C e 22,8°C, em 1994; 24,1°C e 34°C, em 2003; 20,1°C e 24,4°C, em 2017; 17,3°C e 25, 8°C. Com esse mapeamento observou-se as variações de temperatura da superfície terrestre ao longo de 36 anos (Tabela 26).

A partir da análise da temperatura da superfície terrestre na poligonal da RESEX Baía do Iguape e com o buffer de 500 m (Figura 39), observa-se que as temperaturas mínimas encontram-se inseridas no recorte de 500 m, principalmente nos anos de 1994, 2003, 2017 e 2018. No ano de 1986, a temperatura mínima encontrada no recorte da poligonal da RESEX foi o mesmo valor encontrado para o entorno, 17,9°C.

Figura 38: Temperatura da Superfície Terrestre - RESEX Baía do Iguape, Recôncavo Baiano (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022).

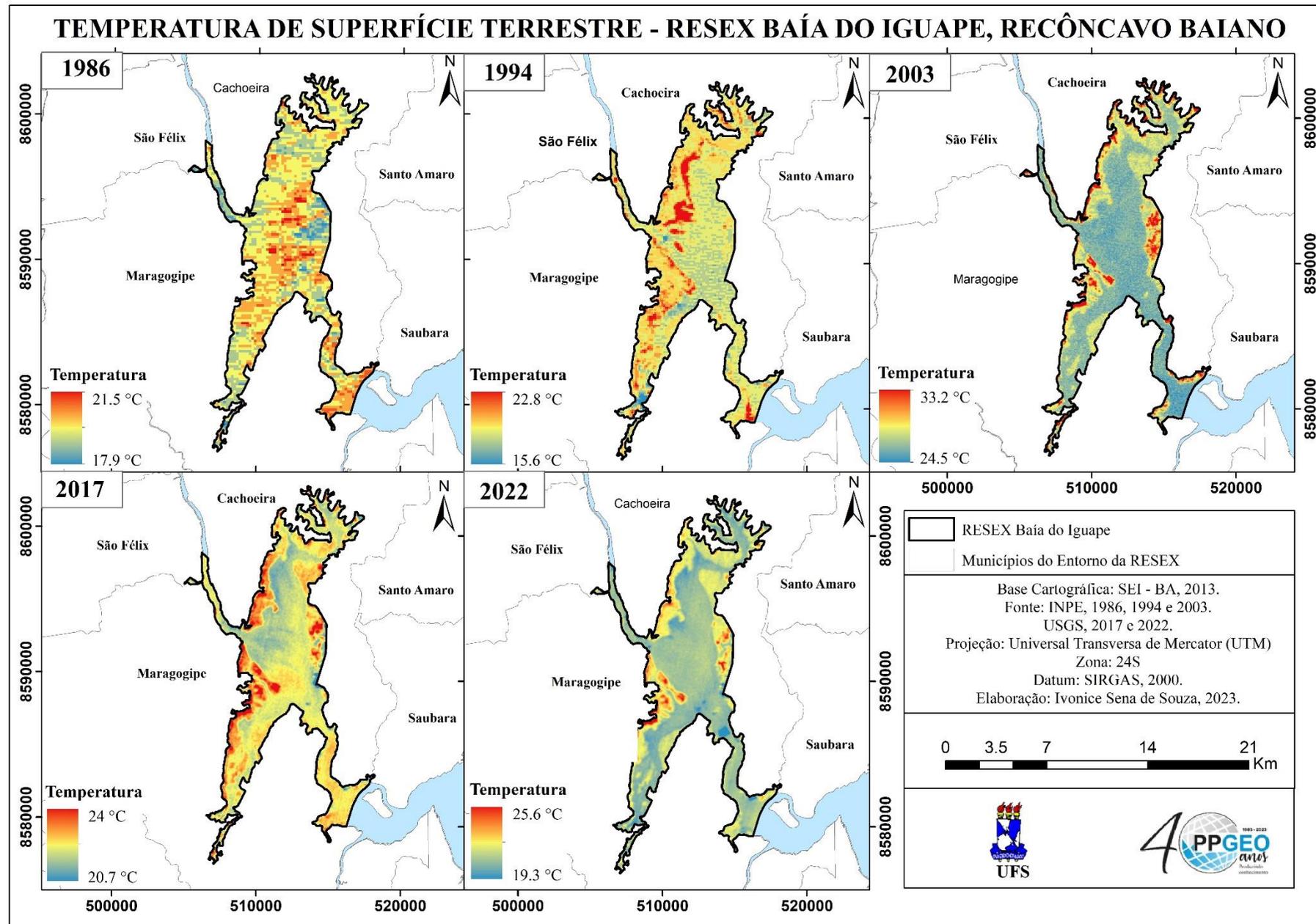
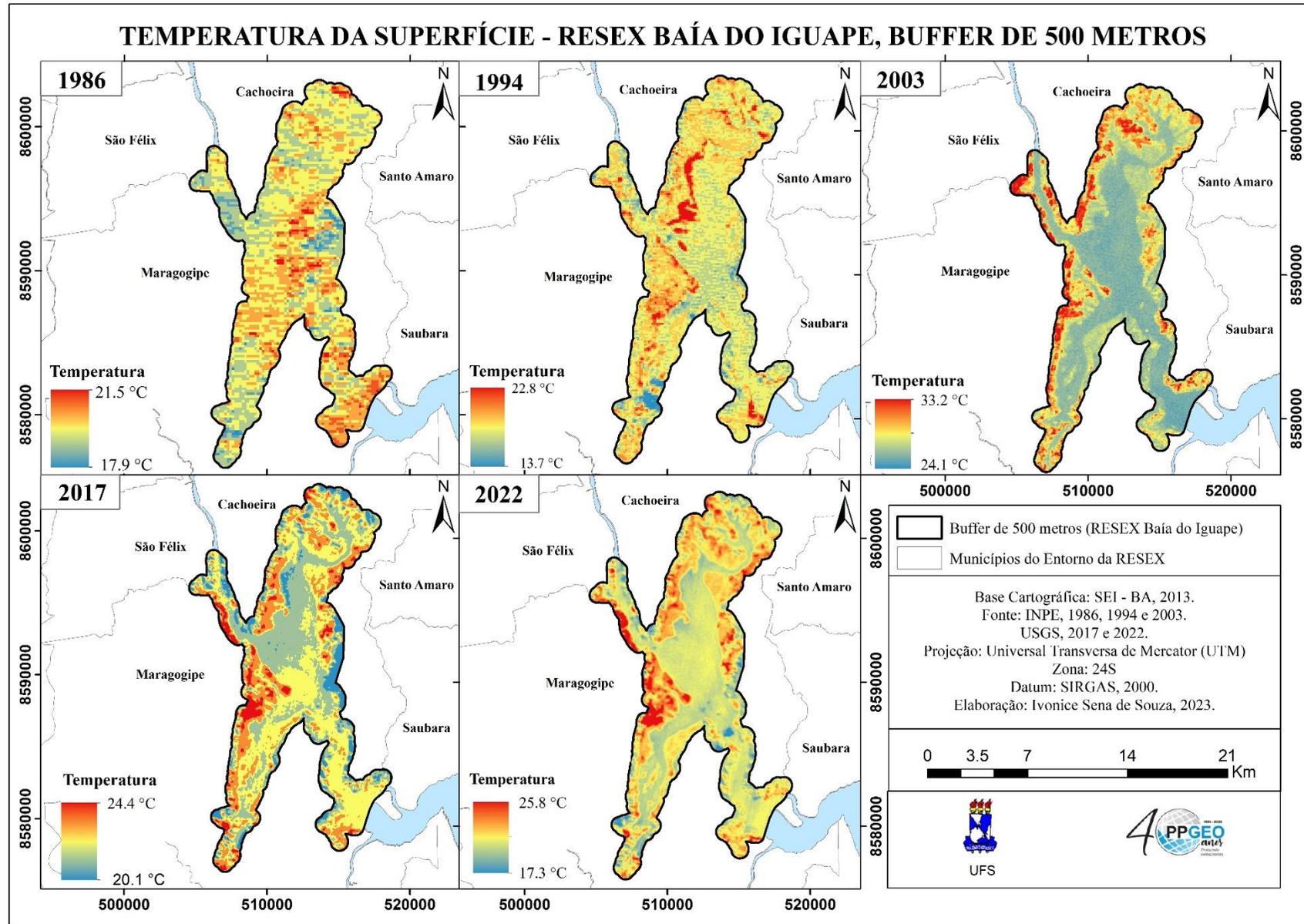


Figura 39: Temperatura da Superfície Terrestre na RESEX Baía do Iguape e seu entorno (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022).



Quanto às temperaturas máximas, as maiores temperaturas foram encontradas no entorno da RESEX, no buffer de 500 m. No ano de 1986, 1994 foram encontrados os mesmos valores de temperatura da superfície tanto para o recorte da RESEX como para o buffer de 500 m, enquanto que, em 2003, 2017 e 2022 as temperaturas elevadas foram encontradas fora da poligonal da RESEX.

No entanto, para o ano de 1986, as menores temperaturas foram detectadas tanto dentro da poligonal da reserva, como para seu entorno. Quanto à temperatura máxima, para os anos de 1986 e 1994 foram detectadas os mesmos valores, na área da RESEX como para o entorno.

Tabela 26: Temperaturas mínimas e máximas na RESEX Baía do Iguape para os anos de 1986, 1994, 2003, 2017 e 2022.

Data da imagem	Temperatura Mínima		Temperatura Máxima	
	RESEX Baía do Iguape	Buffer de 500 m	RESEX Baía do Iguape	Buffer de 500 m
14/06/1986	17.9 °C	17.9 °C	21.5 °C	21.5 °C
06/07/1994	15.6 °C	13.7 °C	22.8 °C	22.8 °C
12/01/2003	24.5 °C	24.1 °C	33.2 °C	34 °C
17/07/2017	20.7 °C	20.1 °C	24 °C	24.4 °C
17/06/2022	19.3 °C	17.3 °C	25.6 °C	25.8 °C

Fonte: Imagens Landsat (1986, 1996, 2003, 2017 e 2022).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Na RESEX Baía do Iguape, observa-se que houve uma redução das temperaturas mínimas de 2,3 °C, e aumento das temperaturas máximas de 1,3 °C, entre 1986 e 1994. Entre 1994 e 2003, ocorreu aumento da temperatura mínima, para 8,9 °C, seguindo o mesmo padrão de elevação da temperatura para as temperaturas máximas, ou seja, equivalendo a 10,4°C.

Esse aumento exacerbado da temperatura pode ser explicado pelo período do ano que foi captada a imagem, as imagens de 1986, 1994, 2017 e 2022 foram todas do período do final do outono e início do período inverno, enquanto a imagem de 2003 é do período do verão, única imagem disponível sem a presença de cobertura de nuvem para a década de 2000. A apresentação de uma imagem de período distinto das demais permite demonstrar o comportamento das classes de uso e cobertura em estação distinta da série analisada, estações outono-inverno. A estação outono - inverno na região do recôncavo, local onde está inserida a RESEX, é caracterizada por um período de chuvas que ocorrem nos meses do Outono e Inverno, quando sopram os ventos alísios de Sudeste (Azevedo, 1950).

Nesse sentido, esta análise no período chuvoso permite observar, se está ocorrendo mudanças na temperatura da superfície terrestre da RESEX. Vale destacar que as imagens analisadas, não se encontravam sob ocorrência dos fenômenos *El Niño* e *La Niña*. De acordo com o INMET, INPE /CPTEC (2023) os fenômenos *El Niño* e *La Niña* que ocorreram na história, o primeiro correspondem aos anos de 1982/1983, 1997/1998, 2015/2016, enquanto os anos de ocorrência da *La Niña* correspondem a 1988/1989, 1995/1996 e 1998/1999 (Tabela 27). Santos *et al.* (2016) ao realizarem uma análise multitemporal de Temperatura de Superfície Terrestre para a Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno, no Estado do Pará, perceberam variações térmicas entre os anos analisados, sendo estes anos de *El Niño*, fenômeno caracterizado pela a redução da oferta pluviométrica e alteração nas temperaturas de superfície.

Tabela 27: Eventos de *El Niño* e *La Niña* que ocorreram na história.

Fenômeno	Anos de Ocorrência		
<i>El Niño</i>	1982/1983	1997/1998	2015/ 2016
<i>La Niña</i>	1988/1989	1995/ 1996	1998/1999

Fonte: INMET, INPE/CPTEC (2023).

Nesse sentido, desconsiderando a análise do ano de 2003, há diferença das temperaturas mínimas entre os anos de 1994 e 2017 foi de 5,1 °C, deste modo, houve aumento da temperatura. Quanto às temperaturas máximas, o aumento de temperatura foi de 1,2°C. No ano de 2022, em relação ao ano de 2017, houve uma redução de 1,4 °C, em relação à temperatura mínima, enquanto a temperatura máxima apresentou um aumento correspondente a 1,6°C. Portanto, percebe-se uma oscilação das temperaturas da superfície terrestre na RESEX Baía do Iguape.

Para o recorte com o buffer de 500 metros ressalta-se que houve uma redução das temperaturas mínimas de 4,2 °C e aumento das temperaturas máximas de 1,3 °C, entre 1986 e 1994. Para o ano de 1986, houve uma variação da temperatura elevada na RESEX, espelho d'água, mangue e vegetação, apresentaram temperaturas máximas registradas para aquele período, ou seja, temperaturas equivalentes a 20.1 °C a 21.5 °C. Entre 1994 e 2003, houve um aumento das temperaturas mínimas, equivalente a 10,4 °C, enquanto as temperaturas máximas apresentou um aumento de 11,2°C. Essa elevação da temperatura da superfície terrestre para o ano de 2003 já foi explicada acima.

Para os anos de 1994 e 2017, a temperatura mínima registrada foi de 13.7°C, em 1994 e 20.1 °C, em 2017, um aumento de 6,4°C. Quanto a análise das temperaturas máximas para os anos de 1994 (22.8 °C) e 2017 (24.4 °C), houve um aumento equivalente a 1,6°C. Para todos

os anos analisados, os locais com temperaturas mais elevadas correspondem às áreas urbanizadas, áreas de solo exposto/apicuns, as áreas de solo exposto correspondem s áreas de lavouras colhidas, solo preparado para o plantio, ou pastagens degradadas, estas últimas foram incluídas na classe agropecuária (Figura 40). Durante estes 36 anos, percebe-se um aumento das temperaturas da classe área urbana, tanto nas temperaturas mínimas - 3,2 °C, como nas temperaturas máximas - 4,3°C. Enquanto as áreas denominadas de solo exposto seguiram o mesmo padrão de aumento da temperatura tanto na mínima quanto na máxima, com valores iguais a área urbana. Nesse contexto, quanto as mudanças climáticas, as projeções apontam que com a elevação de temperaturas máximas, maior será o número de dias quentes e incremento nas ondas de calor em, praticamente todas as áreas e, conseqüentemente ocorrerá aumento da mortalidade e de doenças em grupos idosos da população, além do consumo de energia destinada ao resfriamento de ambientes (Tavares, 2020). Portanto, as áreas urbanas são as mais vulneráveis a sentir os impactos da elevação da temperatura da superfície terrestre em maior magnitude, sendo que esta já apresenta aumento das temperaturas máximas e mínimas, podendo ocorrer ondas de calor extremo. Na figura 41, encontram - se alguns tipos de usos e cobertura que apresentaram temperaturas elevadas no estudo de temperatura da superfície terrestre na RESEX Baía do Iguape.

Cruz *et al.* (2023) em seus estudos discutiram e compararam a temperatura de superfície terrestre de duas cidades no estado de São Paulo. Assim, como no estudo realizado na RESEX, os resultados da pesquisa dos autores mencionados acima, mostraram que as áreas urbanas apresentam temperaturas elevadas em relação aos usos e cobertura do entorno. No entanto, no estudo realizado por Cruz *et al.* (2023), as áreas de cultivos e de pastagens, superaram a temperatura apresentada pela zona urbana. Os resultados deste estudo vêm corroborar com os resultados obtidos para a RESEX, onde os cultivos, as áreas de pastagens, apresentam as maiores temperaturas. As pesquisas de temperaturas da superfície terrestre apontam que as áreas urbanas, solo exposto/desnudo, áreas de pastagens e de cultivos agrícolas apresentam as maiores temperaturas (Silva; Loureiro; Sousa, 2021; Cardoso *et al.* 2012).

Diante destes resultados, de acordo com as mudanças climáticas projetadas, as atividades agropecuárias na RESEX Baía do Iguape estão sujeitas aos impactos do aumento da temperatura, estas poderão sofrer com o aumento da fadiga por excesso de calor nas criações e aumento nos danos nas atividades agrícolas e decréscimo na produtividade (Tavares, 2020).

Figura 40: Temperatura de Superfície e o uso e cobertura da terra na RESEX Baía do Iguape e seu entorno (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022).

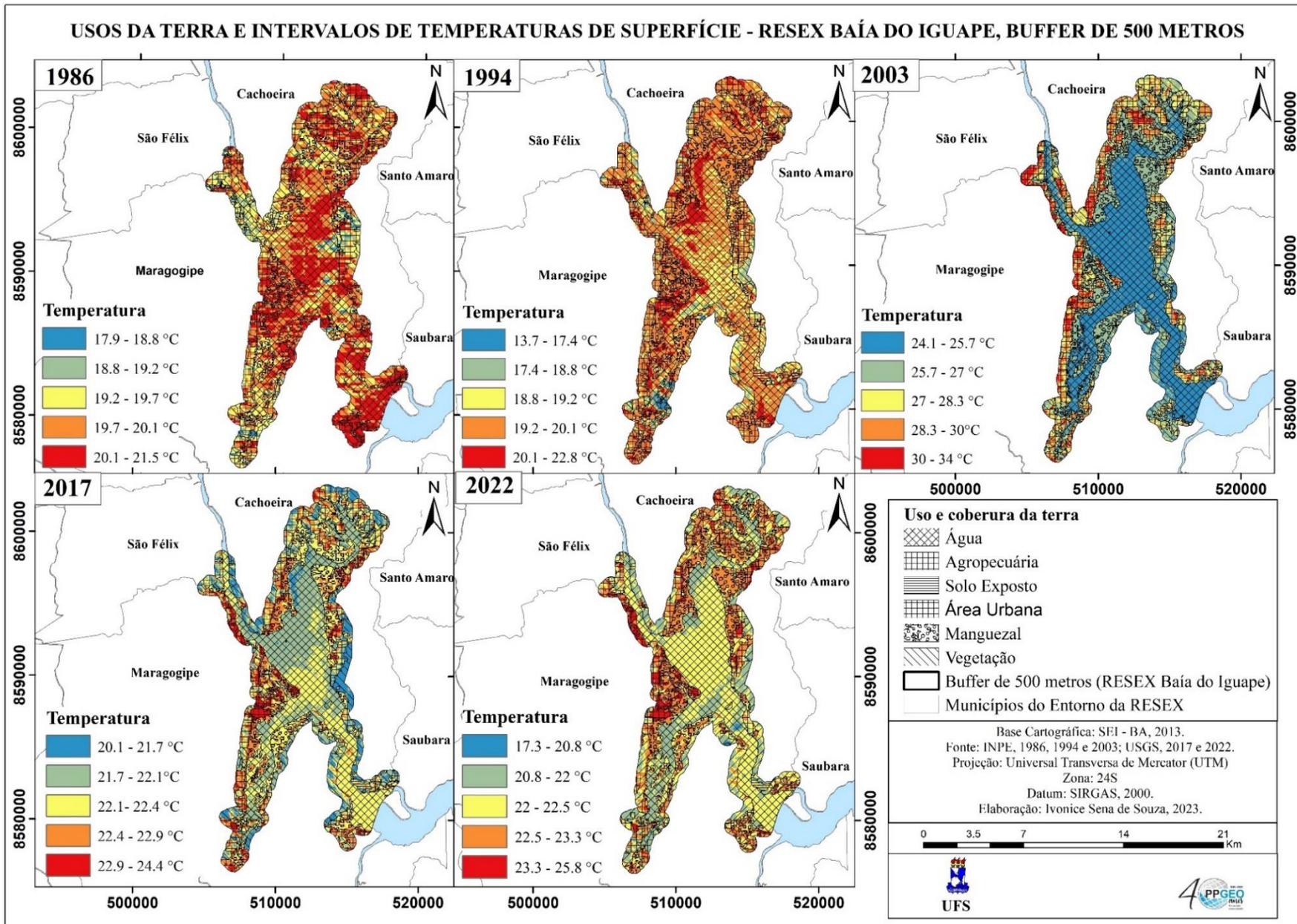
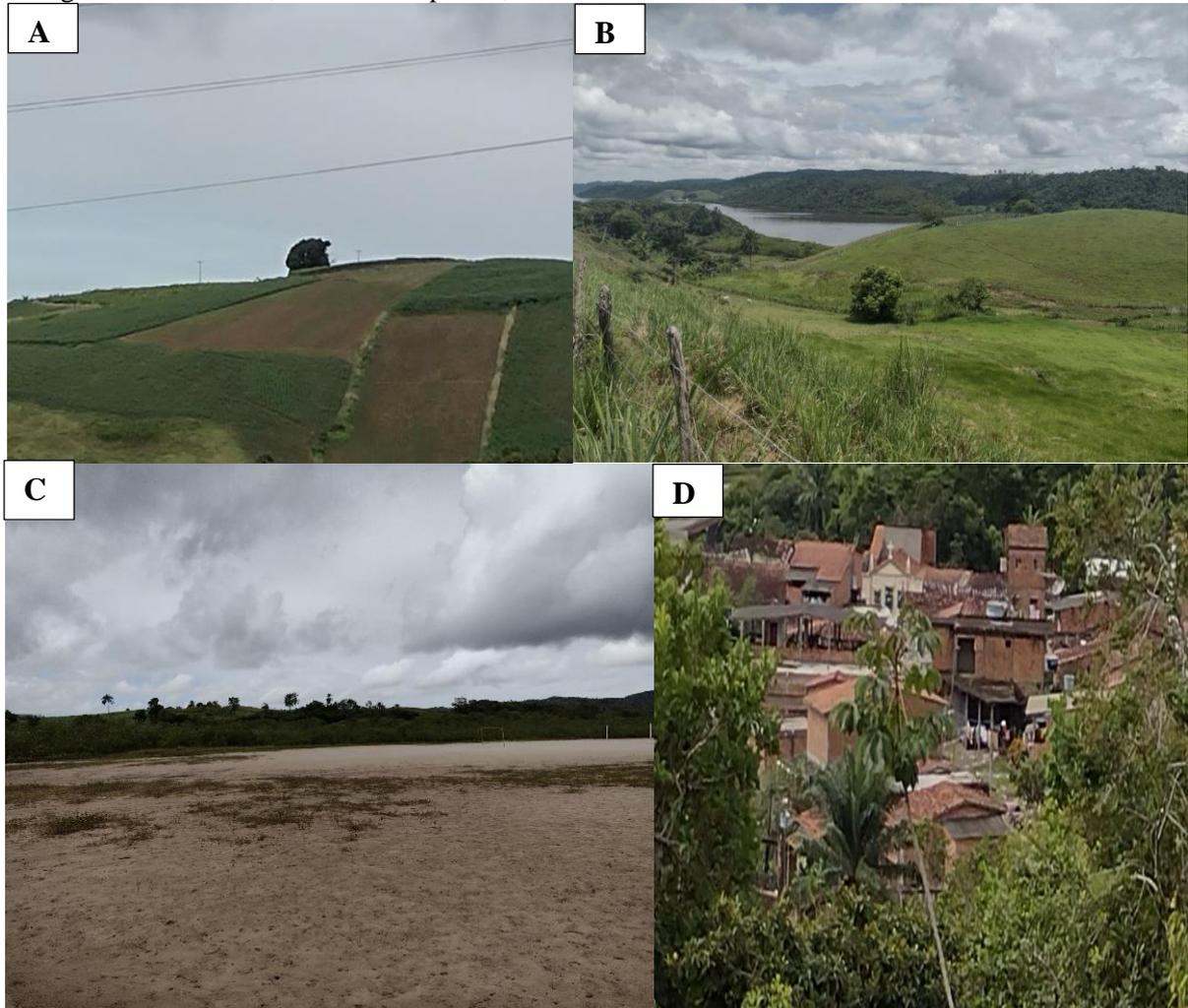


Figura 41: Tipos de usos e cobertura que apresentaram temperaturas elevadas no estudo de temperatura da superfície terrestre na RESEX Baía do Iguape- BA. A: Solo exposto devido ao cultivo do aipim; B: Pastagens em descanso; C: Área de apicum; D: Área urbanizada.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Quanto as temperaturas elevadas em áreas urbanas, Monteiro; Mendonça (2011, p.98) afirma que “as condições climáticas destas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por ambientes construídos, palco de intensas atividades humanas”. Como apontam Silva *et al.* (2023) a elevação das temperaturas urbanas tem como efeito o desenvolvimento dos fenômenos de ilha de calor. Sendo que a maioria dos trabalhos desenvolvidos sobre a superfície terrestre, ocorrem em áreas urbanas, principalmente com o foco de identificar a ocorrência de ilhas de calor (Aires; Bezerra, 2021; Borges; Batista, 2020; Barboza; Bezerra Neto; Caiana, 2020). Portanto, as áreas urbanas tendem a ser afetadas intensamente pela elevação da temperatura, somando-se ao fenômeno da ilha de calor.

Quanto à temperatura da superfície terrestre ocupada pelos manguezais, houve uma variação da temperatura ao longo dos anos. Em 1986, a temperatura dos manguezais variou no intervalo de 19 a 21,5 °C, em 1994 a variação ocorreu entre os intervalos de 19,2 a 20,1°C, em comparação com o ano de 1988, o ano de 1994 apresentou uma elevação de 0,2 °C na temperatura mínima e 0,4 °C, em relação à temperatura máxima. Para o ano de 2003, a estação verão, apresentou uma temperatura entre os intervalos de 25,7 e 27°C, maior temperatura registrada para os manguezais nesta análise, no entanto, cabe destacar que é uma imagem do período oposta as demais imagens. Na imagem analisada para o ano de 2017, a temperatura variou entre 22,1°C a 22,9°C, enquanto, para o ano de 2022, as temperaturas ficaram entre 22,5 - 23,5 °C, um aumento das temperaturas mínimas de 0,4°C, a máxima apresentou um aumento equivalente 0,6 °C. Percebe-se que vem ocorrendo um aumento das temperaturas nestas áreas. As áreas de manguezais não apresentaram as maiores temperaturas em relação a outros usos, mas para todos os anos analisados para o mesmo período, houve aumento da temperatura (Tabela 28). As áreas vegetadas e úmidas, geralmente apresentam temperaturas baixas, visto que “a cobertura do solo apresenta padrões de comportamento diferenciados de absorção de energia, produção de calor e reflectância” (Pereira *et al.*, 2012, p. 1253).

Cardoso *et al.* (2012) realizaram um estudo para as áreas de cerrado e constataram que mesmo no período em que estas áreas estão relativamente secas, assim como a superfície da água, conseguem reduzir a capacidade de reflectância e, portanto, apresentam menores temperaturas de superfície. No entanto, a análise de uma imagem que não é do mesmo período das demais mostra o contraste das temperaturas nas diferentes estações do ano, uma estação com precipitação escassa e outra com alta precipitação.

Tabela 28: Temperaturas máximas e mínimas para as áreas de manguezais na RESEX Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano (1986, 1994, 2003, 2017 e 2022).

Data da imagem	Intervalos de Temperatura dos manguezais
14/06/1986	19 - 21,5 °C
06/07/1994	19,2 – 20,1°C
12/01/2003	25,7 - 27 °C
17/07/2017	22,1 - 22,9°C
17/06/2022	22,5 - 23,5 °C

Fonte: Imagens Landsat (1986, 1996, 2003, 2017 e 2022).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Ao longo dos 36 anos, percebe-se que houve uma elevação da temperatura das áreas ocupadas pelos manguezais, com um aumento de 3,5°C, em relação as temperaturas mínimas e um aumento de 2°C, em relação as temperaturas máximas. Este comparativo só foi realizado

para as quatro imagens das estações chuvosas que correspondem ao período do outono-inverno (1986, 1994, 2017 e 2022).

Na literatura não se encontram muitas discussões em relação à temperatura da superfície terrestre com a cobertura vegetal de manguezal. Moreira (2009) no seu estudo sobre a variação espacial e multitemporal das temperaturas da superfície na cidade de Recife, constatou que a área que apresentou as menores temperaturas foi o manguezal do Pina. A análise levou em consideração os anos de 1984 e 2007, as temperatura das áreas de manguezal variaram entre 18°C até 23°C. A área de manguezal do Pina apresentou aumento de 1°C nas temperaturas.

Barboza; Bezerra Neto; Caiana (2020) realizaram um estudo utilizando Sensoriamento Remoto para à análise do fenômeno de Ilhas de Calor Urbano na Cidade de Vitória, Espírito Santo. Neste estudo, as áreas de manguezal apresentaram valores baixos para toda a parte do manguezal, temperaturas inferiores a 25 °C. No geral, as maiores temperaturas de superfície terrestre foram registrados em áreas antropizadas, assim como em outros estudos (Santos *et al.*, 2016).

Neste estudo, pôde-se constatar que as áreas urbanizadas, agropecuária (áreas de cultivos agrícolas e pastagens), solo exposto e apicum apresentaram as maiores temperaturas na RESEX, e as áreas de Florestas Ombrófilas Densas apresentam as menores temperaturas. Assim, percebe-se a importância da preservação das áreas de vegetação. A presença da cobertura vegetal minimizará os impactos de elevação da temperatura da terra. Os estudos de temperatura de superfície terrestre são fundamentais para entender o processo de aquecimento da terra. No tópico a seguir apresenta-se simulações dos prováveis impactos de ENMM sobre os manguezais na Baía do Iguape e as repercussões deste evento para as comunidades pesqueiras.

4.3 Modelação Espacial da Elevação do Nível Médio do Mar sobre os Manguezais na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape

A RESEX Baía do Iguape possui uma heterogeneidade de usos cobertura e ocupação (urbanização, pecuária, agricultura, monocultura, indústria naval, silvicultura) as quais refletem diretamente nas áreas de mangue da região. Os resultados obtidos na simulação apresentam padrões de declínio e resistência do ecossistema manguezal frente ao processo de aumento do nível médio relativo do mar (Figura 42). Para os limites legais da RESEX, a simulação também mostrou a migração dos manguezais em direção ao continente, de 290 há (2, 90km²), na área

total de manguezais 3.136 ha (31,36 km²/ 27,5%), em 2100, a perda dos manguezais corresponde a 1.367 ha (13, 67 km²/ 11,8%). A perda dos manguezais é quase 5 vezes maior do que a área de novos manguezais, ou seja, a área migrada não compensará a área de manguezal extinta. A simulação com o buffer de 500 metros apresenta uma migração de 962 ha (9,62 km²/ 5,3%), e uma perda correspondente a 1.576 ha (15,76 km²/ 8,8%).

Nesta perspectiva, percebe-se que a simulação com o buffer apresenta uma perda maior de mangue em relação ao considerar apenas os mangues que estão inseridos na poligonal da RESEX, representando uma perda equivalente a 209 ha (2,09 km²/ 2,5%). No entanto, a simulação com o buffer de 500 metros apresenta uma migração de 962 ha (9,62 km²/ 5,3%), uma perda de 414 ha (7,13 km²) em relação ao ganho de mangue, representando também uma perda de 1.077 ha (10,77 km²), em relação à simulação levando em consideração apenas os limites da RESEX (Tabela 29).

Os resultados obtidos através da simulação mostram o quanto é importante levar em consideração o entorno da área de estudo. Esses resultados correspondem ao uso e cobertura da terra para o ano de 2022, e podem sofrer alteração no decorrer dos anos, devido a dinâmica de uso e cobertura das terras. A expansão dos manguezais poderá sofrer ou não limitações de migração devido aos usos que se darão a terra.

Figura 42: Classes de uso e cobertura da terra na Baía do Iguape. (A) Situação inicial sem ENMRM (2020), (B) Final da Simulação após ENMRM de 1 m (2100).

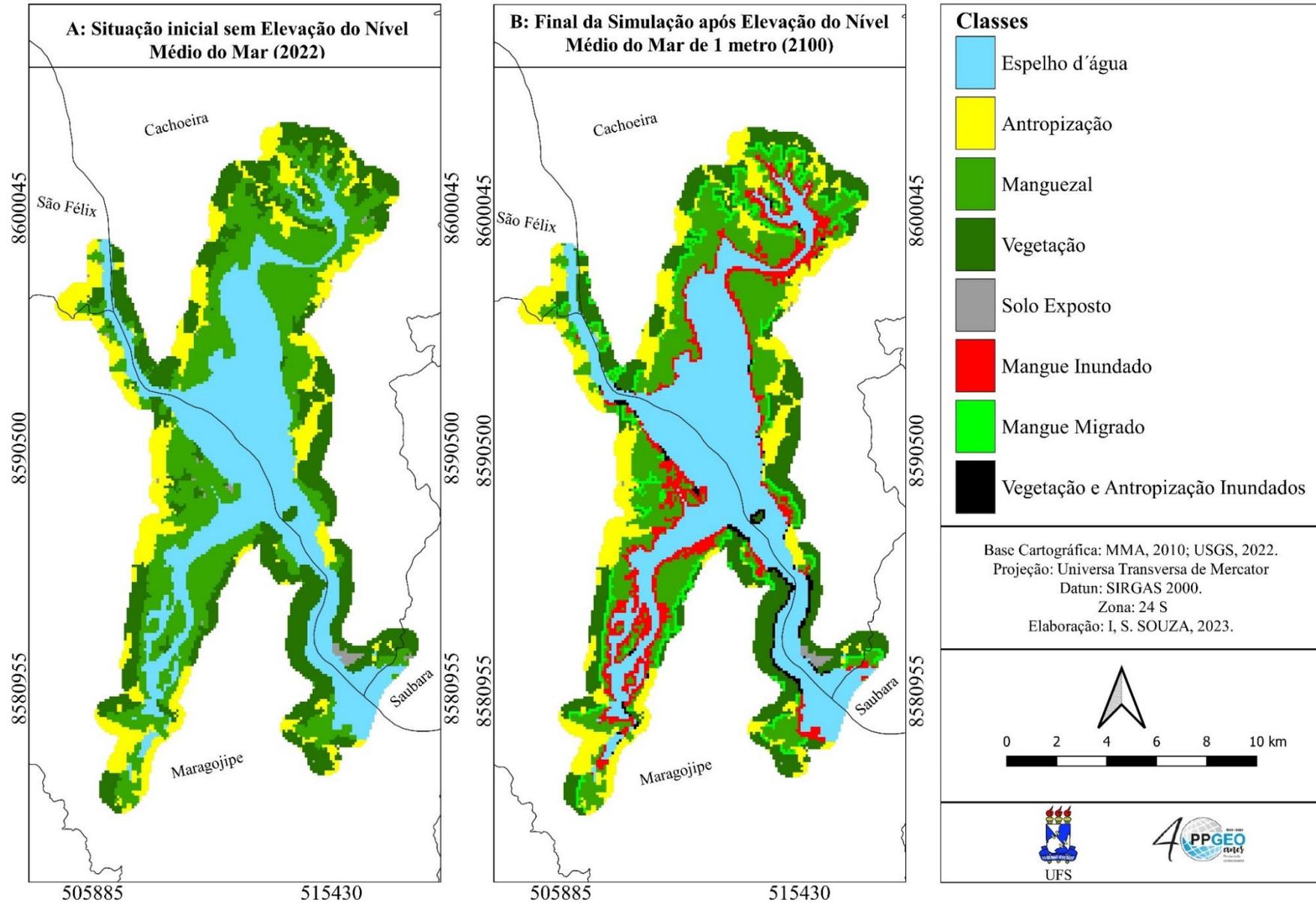


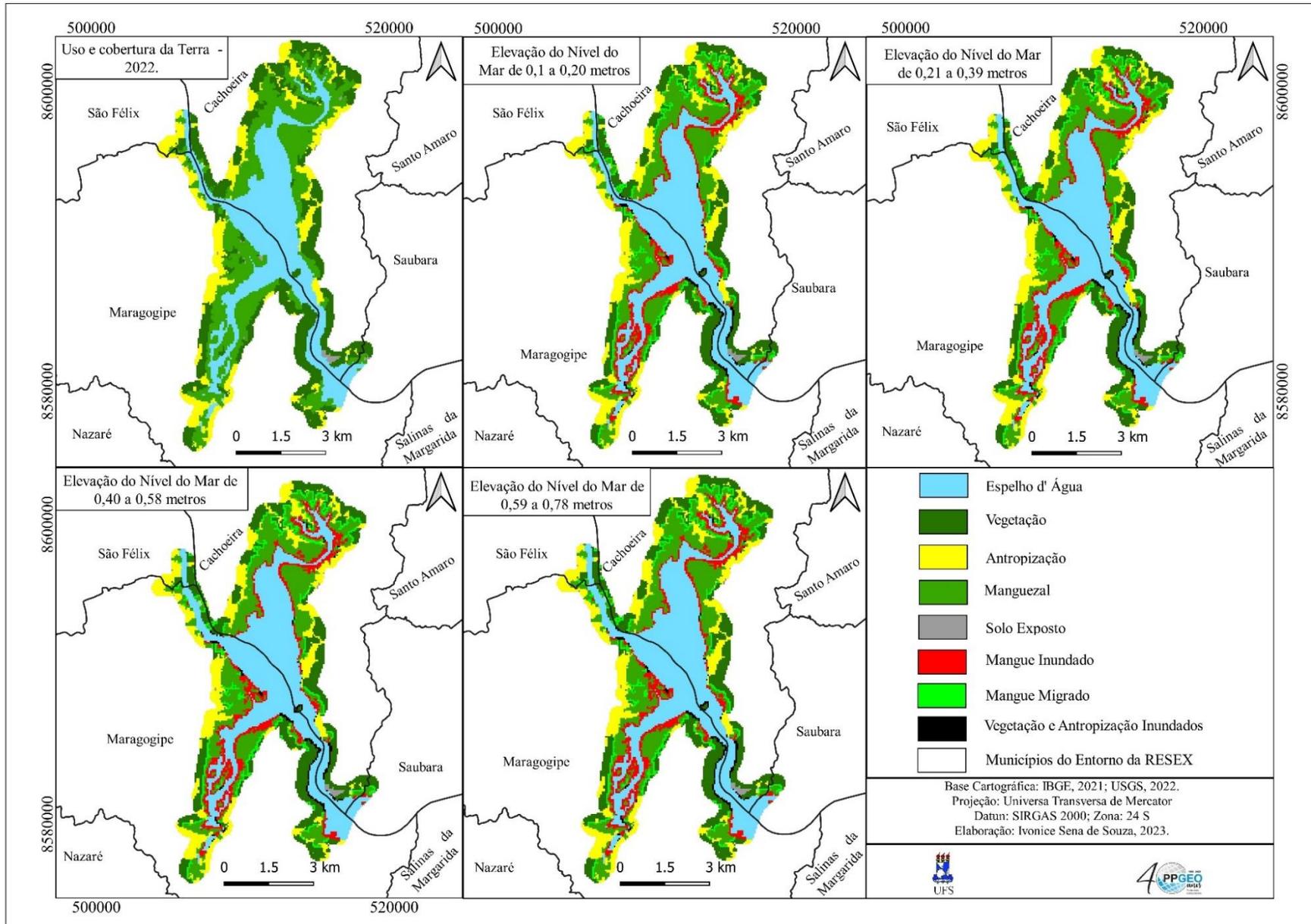
Tabela 29: Classes de Uso e Cobertura da terra e seus respectivos ganhos e perdas na ENMRM na RESEX Baía do Iguape.

Área das classes de Uso e Cobertura da Terra na RESEX Baía do Iguape				
Uso e cobertura da Terra	Situação inicial sem ENMRM (2022)		Final da Simulação após ENMRM de 1 metro (2100)	
	ha	Km ² (%)	ha	Km ² (%)
Área Mangue Remanescente	4.493	44,93 (39,2)	3.136	31,36 (27,5)
Área Vegetação	544	5,44 (4,8)	232	2,32 (2,0)
Área Mar	5485	54,85 (48)	5.485	54,85 (48)
Área Antropização	862	8,62 (7,5)	848	8,48 (7,42)
Área Solo Exposto	52	0,52 (0,5)	7	0,07 (0,05)
Área Solo Exposto Inundada	0	0	5	0,05 (0,04)
Área Antropização Inundada	0	0	14	0,14 (0,10)
Área Mangue Migrado	0	0	290	2,90 (2,5)
Área Mangue Inundado	0	0	1.357	13,67 (11,8)
Área Vegetação Inundado	0	0	62	0,62 (0,5)
Total	114.36	114,36 (100)	11.436	114,36 (100)
Área das classes de Uso e Cobertura da Terra na RESEX Baía do Iguape com buffer de 500 metros				
Uso e cobertura da Terra	Situação inicial sem ENMRM (2022)		Final da Simulação após ENMRM de 1 metro (2100)	
	ha	Km ² (%)	ha	Km ² (%)
Área Mangue Remanescente	5.264	52,64 (29,4)	3.702	37,04 (20,6)
Área Vegetação	4.216	42,16 (23,5)	3.073	30,73 (17,2)
Área Mar	5.597	55,97 (31,2)	5.597	55,97 (31,2)
Área Antropização	2.744	27,44 (15,4)	2.716	27,16 (15,2)
Área Solo Exposto	98	0,98 (0,5)	57	0,57 (0,31)
Área Solo Exposto Inundada	0	0	11	0,11 (0,06)
Área Antropização Inundada	0	0	28	0,28 (0,15)
Área Mangue Migrado	0	0	962	9,62 (5,3)
Área Mangue Inundado	0	0	1.562	15,76 (8,8)
Área Vegetação Inundado	0	0	211	2,11 (1,2)
Total	179.19	179,19 (100)	17.919	179,19 (100)

Fonte: Modelagem de ENMRM (2023).
Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Além do resultado geral, também foi possível obter a partir da modelagem os padrões de declínio e resistência do ecossistema manguezal frente ao processo de aumento do nível médio relativo do mar para cada 20 anos com e sem o buffer de 500 metros (Figuras 43 e 44). Nos primeiros 20 anos (2022-2042), para a poligonal da RESEX Baía do Iguape, o mangue apresentará padrões de declínio.

Figura 44: Simulação dos impactos de elevação do nível médio relativo do mar na RESEX Baía do Iguape e seu entorno.



Com uma perda de 1.206 ha, considerando o entorno de 500 metros, a perda foi de 1413 ha, o entorno do recorte da RESEX representa uma perda equivalente a 207 ha. Posteriormente, foi apresentada uma resistência aos efeitos de elevação do nível do mar, no período de 2043- 2062, a perda de mangue para a poligonal da RESEX corresponde a 70 ha, quando o entorno é incluído, essa perda chega a 72 ha, ou seja, uma perda de 2 a mais, no período de 2063-2082, a perda do mangue para a UC foi de 45 hectares, com o buffer a perda equivale 46 ha e nos últimos 19 anos da projeção (2083-2100), foi de apenas 36 ha, enquanto o entorno terá uma perda de 2 ha. A perda incluindo o entorno equivale a 38 ha. (Tabela 30).

Tabela 30: Padrões de declínio, resistência e expansão do manguezal para o período de aproximadamente a cada 20 anos de elevação do NMRM simulados.

Área das classes de Uso e Cobertura da Terra na RESEX Baía do Iguape				
Períodos (anos)	Elevação do NMRM (m)	Área Remanescente		
		Média (ha)	Perda (ha)	Expansão (ha)
2022*	----	4493	-----	-----
2022 - 2042	0,1 a 0,20	3287	1.206	290
2043 - 2062	0,21 a 0,39	3217	70	2
2063 - 2082	0,40 a 0,58	3172	45	1
2083 - 2100	0,59 a 0,78	3150/36	36	1
Área das classes de Uso e Cobertura da Terra na RESEX Baía do Iguape com buffer de 500 metros				
Períodos (anos)	Elevação do NMRM (m)	Área Remanescente		
		Média (ha)	Perda (ha)	Expansão (ha)
2022*	----	5.264	----	----
2022 - 2042	0,1 a 0,20	3.851	1413	971
2043 - 2062	0,21 a 0,39	3.779	72	1
2063 - 2082	0,40 a 0,58	3.740	46	4
2083 - 2100	0,59 a 0,78	3.702	38	4

*Período selecionado para realizar o mapeamento dos manguezais na RESEX Baía do Iguape.

Fonte: Simulação dos impactos de ENMRM (2022 a 2100).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A simulação também mostrou a migração dos manguezais para o continente. Quanto a migração dos manguezais, nos primeiros 20 anos (2022-2042) para o recorte da RESEX, ocorrerá uma migração de 290 ha. Com o buffer de 500 metros apresenta um valor de 971 ha, a área de estudo terá um ganho de 681 ha. A perda dos manguezais é maior do que a área de novos manguezais para o continente. Para o período de 2043 a 2062, a simulação apresenta uma migração equivalente a 72 ha, com o buffer, sem o entorno será de 70 ha, de 2063 a 2082 ocorrerá uma migração de 40 ha, com o buffer a perda equivale a 46 ha, e os últimos 19 anos (2083 - 2100) apresenta uma migração de 37 ha, para a poligonal da RESEX, os resultados

com o buffer equivalem a 36 ha, percebe-se que nos últimos 60 anos ocorrerá uma redução da expansão das áreas de manguezais.

O desenvolvimento dos manguezais possivelmente sofrerá limitações de migração devido às barreiras topográficas e aos usos e ocupação em seu entorno. Portanto, os manguezais da RESEX Baía do Iguape tendem a sofrer com barreiras naturais e antrópicas. Diante desse cenário, um aumento do nível médio do mar em 20 cm, provavelmente promoverá mudanças nas bordas, na extensão e na distribuição fitogeográfica dos manguezais, além disso, implicará na diminuição nas capturas de crustáceos no manguezal. De acordo com o experimento de modelagem os novos manguezais irão ocupar espaços de vegetação e de apicum. Neste estudo o apicum foi denominado de solo exposto, essa migração irá ocorrer no sentido sudoeste da Baía do Iguape. Neste sentido, Santos (2019, p. 06) afirma que “a tendência é que os manguezais adentrem o continente e se estabeleçam em locais que antes só existia a vegetação comum”. Quanto à migração dos manguezais em áreas de apicum, estes são apontados como ambientes favoráveis à migração dos manguezais, diante de um evento de ENMRM, devido à sua localização e topografia, podem sofrer colonização por mangue, expandindo a área de manguezais em direção às encostas (Hadlich; Ucha, 2009).

Na ocorrência de aumento das marés, provavelmente haverá a extinção das áreas de apicum, já que a simulação aponta que os manguezais migrarão em direção a estes espaços. O apicum tem função importante na vida marinha, principalmente para o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) (Figura 45), essa é uma das espécies que talvez seja fortemente impactada pelo avanço do nível médio do mar sobre as áreas de apicum. A captura do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) ocorre em zonas menos inundadas do manguezal. Esta espécie apresenta grande importância socioeconômica no Brasil, principalmente para as populações tradicionais de coletores, além disso, é uma espécie importante para o ecossistema manguezal, este consome boa parte da serapilheira dos mangues (BRASIL, 2017). Nessa perspectiva, com a extinção destas áreas, devido à migração dos mangues e inundações destes espaços, os caranguejos deverão buscar novos locais menos inundados para sua sobrevivência

Figura 45: Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na RESEX Baía do Iguape, em Maragogipe, próximo ao cais.

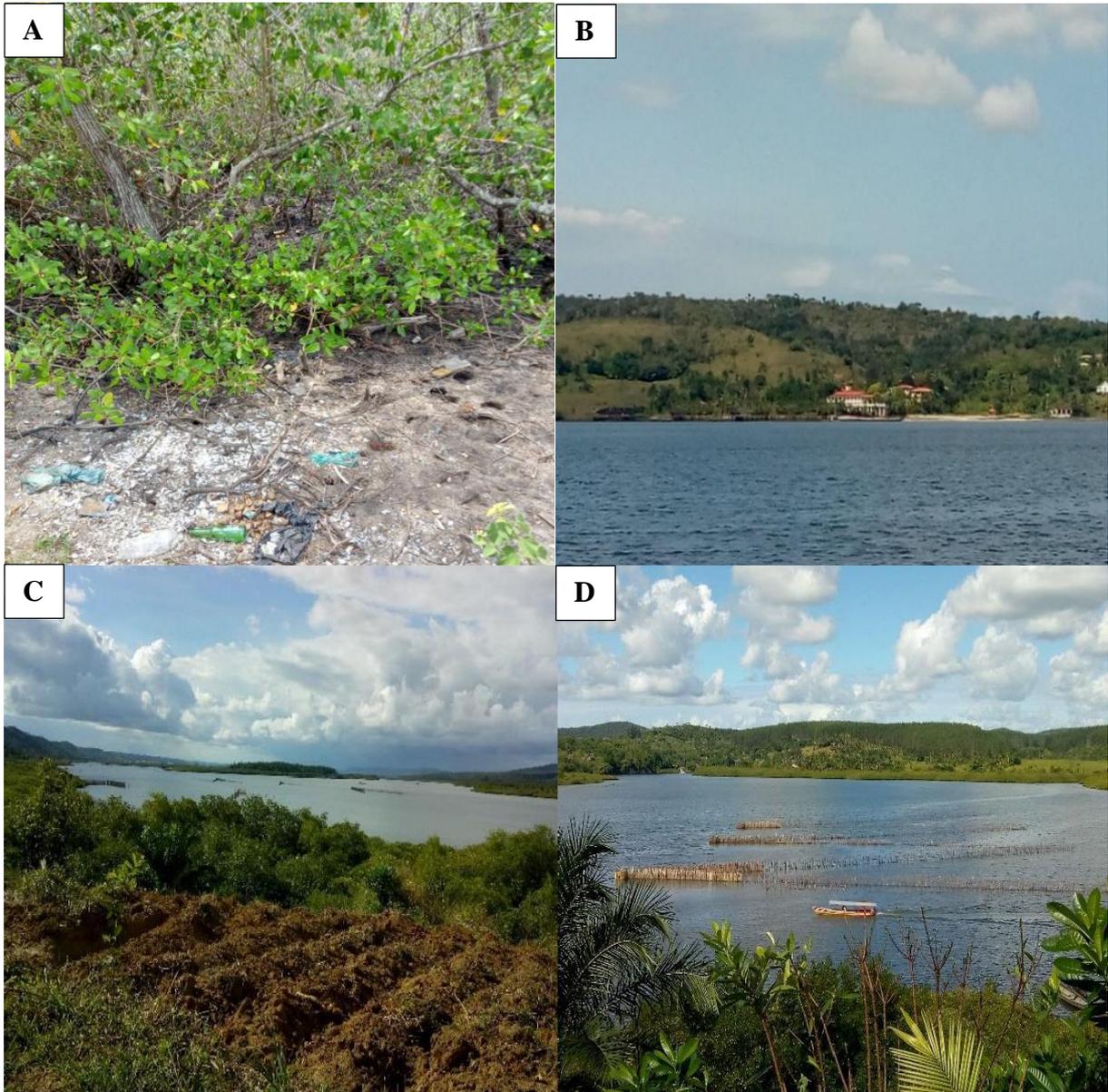


Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

A RESEX, em todo o seu entorno sofre forte pressão antrópica (Figura 46). A migração dos manguezais para o continente, também foi constatada em outras pesquisas de modelagem, realizadas em outros países como na China (Wang *et al.*, 2022); e na Flórida (Kh'ng; Teh; Koh, 2021). De acordo com Bezerra e Araújo (2019), as formas de usos e ocupação da terra, de origem antrópica, podem influenciar no padrão de vulnerabilidade do manguezal devido à

elevação do nível do mar. Os impactos humanos também aumentaram a vulnerabilidade dos manguezais, causada pelas mudanças climáticas (IPCC, 2022; Friess *et al.*, 2022).

Figura 46: Imagens representativas de uso e cobertura da RESEX Baía do Iguape e seu entorno. A: Manguezais com presença de resíduos sólidos e fezes de equinos; B: Moradias e áreas de pastagens. C: Área preparada para plantio de mandioca; D: Armações de pesca conhecida como camboa (curral de pesca), no fundo da imagem é possível visualizar uma plantação de eucalipto.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Diante dos resultados expostos, as florestas de manguezais podem apresentar uma redução de área no padrão de migração de mangues para o continente. Os valores das taxas de perda de manguezal são superiores aos ganhos de área. No estudo realizado por Bezerra (2014) para a Ilha do Maranhão, as áreas de manguezais apresentaram um aumento na região

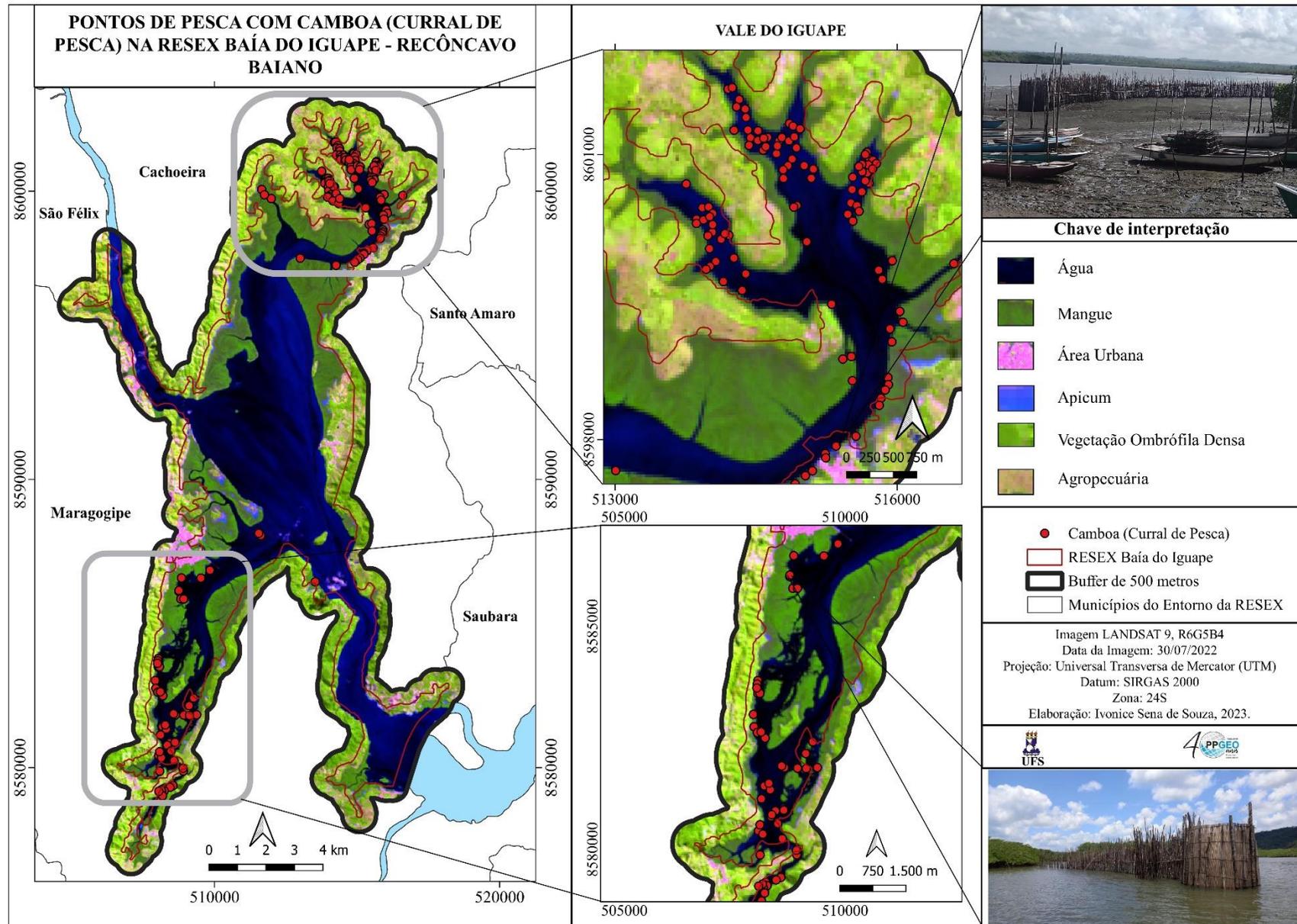
de migração dos mangues em direção ao continente. A migração dos manguezais na Baía do Iguape deverá sofrer com fatores limitantes a expansão do ecossistema manguezal. A área antrópica em 2022 correspondia a 5,8 km² das classes de uso e cobertura, distribuídas no entorno de toda a baía. Quando contabiliza a área designada para os 500 metros no entorno da RESEX, a referida classe passa para 28,3 km².

De acordo com a simulação, a poligonal sem buffer para o município de Cachoeira terá uma perda de 609 ha (6,09 km²) de mangue, enquanto com o buffer a perda é de 678 ha (6,78 km²). Segundo os resultados obtidos na simulação os manguezais situados no município de São Félix, tanto com buffer como sem o buffer não apresentam perdas de mangue, terão apenas ganho de áreas, ou seja, migração desse ecossistema. No município de Maragogipe sem o recorte do buffer, a simulação mostra uma perda de 748 ha (7,48 km²), com o buffer a perda é de 889 ha (8,89 km²). As áreas mais vulneráveis à perda de manguezais na RESEX Baía do Iguape estão concentradas principalmente em duas regiões: a nordeste (NE) do lagamar do Iguape, nas proximidades e à montante da localidade de Santiago do Iguape (município de Cachoeira); e outra a sudoeste (SO), entre as localidades de Porto de Pedras e Maragogipe (sede municipal) e suas adjacências. Nestes locais predominam a fixação das armações de pesca, denominadas como camboas (currais de pesca).

A camboa é uma arte fixa de pesca edificada por estaqueamentos para sustentação de esteiras tradicionalmente feitas na Baía do Iguape, com varas de biriba e taliscas de Canabrava, costuradas com fibra de piaçava (*Attalea Funifera Mart.*). O objetivo da fixação da camboa é aprisionar os peixes por meio de armadilhamento no seu interior, aproveitando o seu deslocamento junto com as correntes de maré, nos estuários (Souza, 2018). As “camboas” do lagamar do Iguape são armadilhas configuradas em forma de “V”. Souza (2018) realizou o mapeamento das camboas de pesca para a Baía do Iguape. Na região sudeste foram detectadas 108 camboas, para sudoeste da Baía e suas adjacências, foram contabilizadas 55 camboas (Figura 47). Essa confluência precisa ser investigada, para entender como os pescadores camboeiros enfrentarão os efeitos de ENMRM.

Na situação de ocorrência de elevação do nível das marés, a pesca com camboa deverá ser fortemente impactada. Essa é um tipo de pesca realizada quando a maré está vazando. Além disso, para fixar a camboa seria impossível devido ao aumento das marés.

Figura 47: Mapeamento das artes fixas de pesca identificadas na área de estudo através de imagens *Google Earth* de 2014. “Camboas” 163 (pontos vermelhos) na Baía do Iguape.



A RESEX Baía do Iguape sofre com diversos conflitos ambientais, os quais vêm repercutindo diretamente na redução dos recursos pesqueiros. Pescadores e marisqueiras que residem no entorno da RESEX, vêm percebendo a redução dos pescados e mariscos, e essa diminuição está associada à barragem Pedra do Cavalo, à usina hidrelétrica que funciona nesta barragem, à poluição, à pesca com bomba e à sobrepesca (Souza *et al.*, 2021). Os manguezais da RESEX sofrem com inúmeros impactos, áreas que antes eram ocupadas por mangues foram extintas para a instalação do Estaleiro Naval. Eventos de ENMRM seriam mais uma preocupação a ser enfrentada por estes pescadores e marisqueiras que, direta ou indiretamente, dependem deste ecossistema para tirar seu sustento.

As projeções apontam que a ENMRM ocasionará impactos expressivos no ecossistema manguezal e, conseqüentemente, poderá causar alterações na distribuição de espécies e afetar a pesca na região (Marengo, 2006). Na RESEX Baía do Iguape, os prováveis impactos no setor pesqueiro possivelmente serão: as inundações constantes das áreas de pesca. Nesse sentido, todas as pescarias serão atingidas, devido ao aumento da salinidade, isso porque os mariscos e pescados da região são de água salobra. Hodiernamente, os pescadores e marisqueiras da reserva já sofrem com os impactos do aumento da salinidade provocada pelo funcionamento da barragem de Pedra do Cavalo. Quando são abertas as comportas da barragem prevalece água doce e, quando não liberam a água do empreendimento, prevalece à água do mar, causando, desequilíbrio e mortandade de diversos mariscos. No provável evento de elevação das marés ocorrerá o aumento da salinidade e, os mariscos não irão resistir aos impactos deste recurso. Portanto, a pratica pesqueira se tornaria impossível, afetando tanto os pescadores, quanto as marisqueiras, devido à inundação permanente das áreas de manguezais. Além disso, os bancos de areia provavelmente serão submersos.

Diante dessa situação, as pescarias realizadas em manguezais (coleta de caranguejo (*Ucides cordatus*), siri (*Eucarida sp.*), sururu (*Mytella charruana sp.*), ostra (*Ostrea edulis sp.*), aratu (*Aratus pisonii sp.*), gaiamum (*Cardisoma guanhumi sp.*), lambreta (*Phacoides pectinatus sp.*), e peixes que vivem na lama do mangue, como a moreia (*Muraenidae sp.*) e em bancos/coroas de areia (mapé (*Pteria Radiata sp.*), sarnambi (*Protothaca pectorina sp.*) e mirim (*Rypticus bistrispinus sp.*)) deverão ser fortemente impactados por este evento. Segue alguns tipos de pescaria praticadas na RESEX, observadas durante as visitas técnicas na reserva (Figura 48).

Figura 48: Atividades pesqueiras na RESEX Baía do Iguape. A: Peca com rede grande, na cidade de Maragogipe- BA. B: Extração manual de Sururu, comunidade de Santiago do Iguape, Cachoeira-BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

De acordo com relatos de pescadores e marisqueiras, o principal problema na RESEX Baía do Iguape está relacionado a variação da salinidade. Para os mariscos da região, precisa existir um equilíbrio, já que os mariscos são de água salobra. Diante de um cenário de aumento do nível médio do mar, do ponto de vista de alguns pescadores e marisqueiras, eles terão um cenário parecido com o que ocorre nas marés de lua minguante⁴, em que acontece a inundação

⁴ Lua minguante, ou quarto minguante: conforme gira ao redor da Terra, a parte iluminada e voltada para nós vai diminuindo.

dos manguezais por um longo tempo, a água não escoar, fica “empapuçada”⁵, os bancos de areia ficam submersos, essa situação impossibilita a prática pesqueira e marisqueira nestas áreas. Com o avanço do mar essa situação perdurará, tendo em vista que muitos dos bancos de areia ficarão submersos. Essa situação não ocorrerá apenas na lua minguante, mais também na lua crescente⁶.

Caldwell (2020), para o sul da Flórida, revela que os manguezais estão mais expostos às ações do chamado “desenvolvimento” do que dos impactos de aumento do nível do mar. De acordo com Caldwell (2020), houve uma diminuição de 42% da área de mangue no sul da Flórida, entre 1961 e 2017. Nas pesquisas de campo foram constatados pela pesquisadora três vetores responsáveis pela degradação do mangue da região: poluição, espécies invasoras e aumento do nível do mar. Os resultados da pesquisa apontaram que a maioria das alterações no ecossistema foi devido ao chamado “desenvolvimento”.

Woodroffe *et al.* (2016), em seus estudos, constataram que os manguezais têm capacidade de suportar taxas moderadamente altas de aumento relativo do nível do mar. Estes estudos levam à conclusão que os manguezais estão mais vulneráveis às pressões humanas que aos eventos de ENMRM, as ações antrópicas, esse é o principal responsável pelo declínio dos manguezais mundialmente.

Na simulação também foi possível notar os possíveis impactos da ENMRM sobre a vegetação da área de estudo, inicialmente, a simulação para a vegetação sem o buffer correspondia 544 ha (5,44km²), no final da simulação passou a 232 ha (2,32 km²), uma redução de 316 ha (3,16 km²). Já a simulação com o buffer de 500 metros, a área inicial é de 4.216 ha (42,16 km²) chegando ao final da simulação com uma área de 3.073 ha (30,73 km²), uma redução de 1.143ha (11,43 km²). A área antropizada foi a menos impactada levando em consideração os demais usos e cobertura da terra, para o recorte sem o buffer, no início da simulação possuía uma área de 8.62 ha (8,62 km²), no final da simulação tinha uma área correspondente a 848 ha (8,48 km²), uma diminuição de 14 ha (0,14 km²). Esses dados podem auxiliar no planejamento ambiental destes locais.

Quanto à área de vegetação com o buffer, no início da simulação correspondia 4.216 ha (42,16 km²), no final da simulação apresentou uma área de 3.073 ha (30,73 km²), uma redução de 11.43 ha (11,43 km²). Tendo em vista que o avanço dos manguezais em direção ao continente se dará em áreas de apicum e vegetação, no caso específico deste estudo de acordo

⁵ Que é ou está inchado.

⁶ Lua crescente, ou quarto crescente: a cada dia, aumenta a parte iluminada e voltada para a Terra.

com os experimentos de modelagem. Na figura 49, observam-se áreas de transição de manguezais para áreas de vegetação.

Figura 49: Área de transição de mangue para área de vegetação.

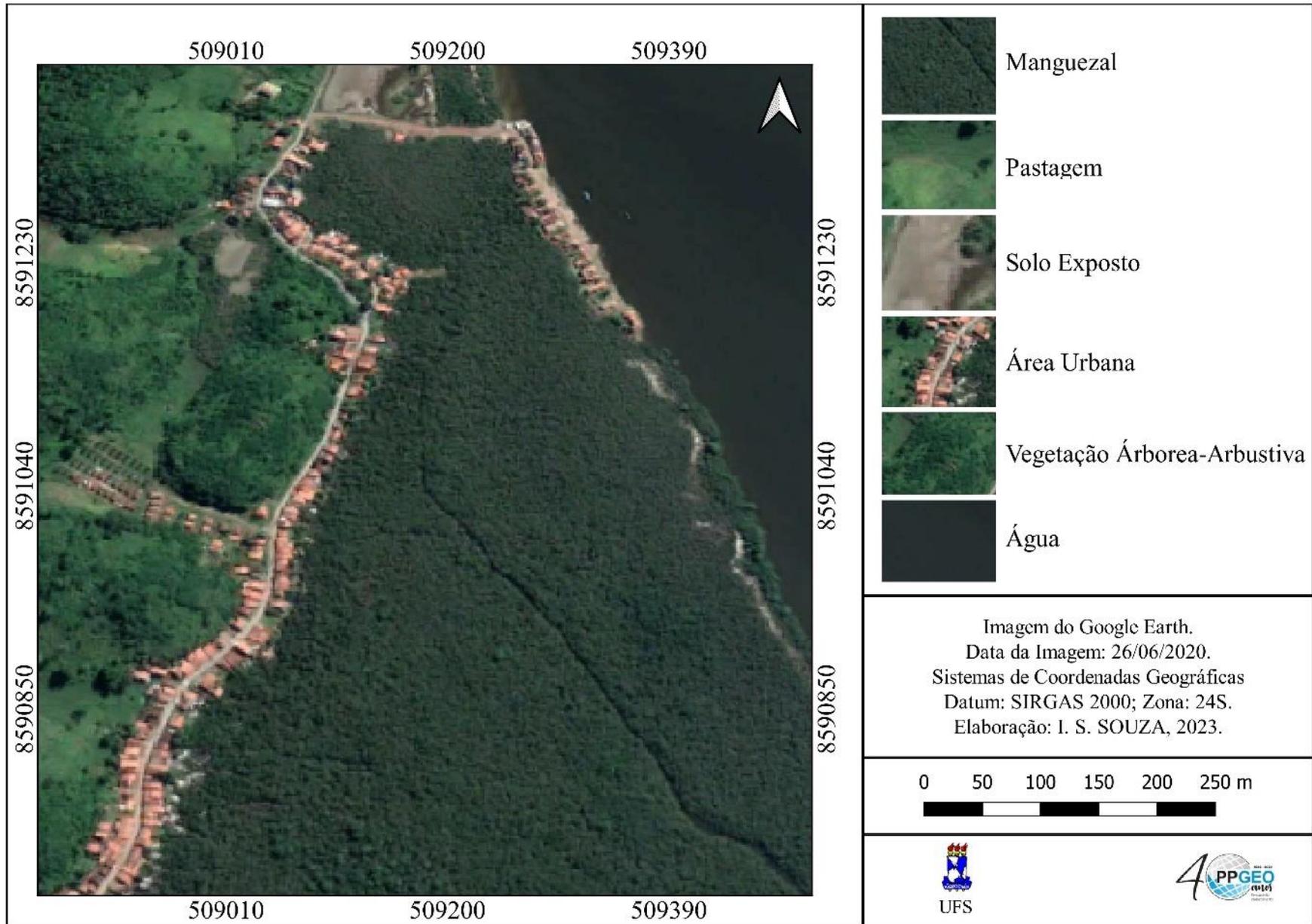


Fonte: Trabalho de campo (2019).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2019).

Na Figura 50, pode-se observar a expansão urbana como uma das barreiras de migração dos manguezais. Sobre essa situação, Escobar e Castro (2022, n.p) chamam a atenção que “o risco de conflito entre manguezais migrantes e infraestrutura humana instalada é grande, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, onde as taxas de ocupação da região costeira são maiores e as áreas remanescentes de manguezal estão bastante fragmentadas”.

Em 2014, foi publicada a primeira pesquisa brasileira voltada a simular os impactos de elevação do nível médio do mar sobre os manguezais, Bezerra (2014) desenvolveu o BR-MANGUE, com o objetivo de modelar os impactos do aumento do nível do mar no ecossistema manguezal. A pesquisa teve como foco a ilha do Maranhão, nesse estudo, o pesquisador concluiu que a ocupação humana intensifica os impactos negativos da ENMRM, estes atuam como fatores que inviabilizam a migração do mangue para o continente (Bezerra, 2014). Esse pensamento corrobora com os resultados obtidos para a RESEX Baía do Iguape.

Figura 50: Barreira antrópica para a migração dos manguezais, RESEX Baía do Iguape, município de Maragogipe-BA.



Estudos de modelagem realizados para os manguezais da China apresentam este mesmo padrão. As modelagens apresentam um cenário de migração dos manguezais para o continente, no entanto, aproximadamente 40% das áreas de mangue simuladas estariam ao lado de lagoas de aquicultura, terras cultivadas e artificiais, o que pode restringir a expansão do mangue (Wang *et al.*, 2022).

Os tanques de carcinicultura e terras agrícolas têm afetado fortemente as florestas de mangue na China, bem como em países do sudeste asiático, como Indonésia, Tailândia e Vietnã. Esses dois usos antrópicos tem ocupando uma grande quantidade de habitat adequado para manguezais, além de atuar como uma barreira à migração para a terra (Liang *et al.*, 2023). Os tanques de aquicultura/carcinicultura e terras agrícolas são os dois principais tipos de desenvolvimento de terras que podem ocupar habitat adequado e restringir o potencial de expansão do manguezal (Liang *et al.*, 2023).

Quanto a essa situação na Baía do Iguape a oeste da RESEX existem várias feições de apicum, no entanto, estas situam-se no entorno de pastagens, além disso, existem manguezais e apicuns cercados (Figura 51), o que dificulta o acesso das populações pesqueiras as áreas de manguezais. As áreas propicias a migração dos manguezais estão ameaçadas. As áreas de apicum encontram-se sobre o uso antropizada, especificamente pela prática pecuarista, como pode ser observada na figura 52. Nessa situação, o pisoteio do gado causa a compactação do solo, o que dificultará o desenvolvimento dos propágulos de mangue.

Figura 51: Cerca de uma fazenda no entorno do manguezal e áreas de apicum dentro da propriedade, na Baía do Iguape.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Figura 52: Pastejo de gado em área de apicum na RESEX Baía do Iguape, Cachoeira- BA.



Neste estudo, também foi simulado os impactos para as áreas antrópicas, estas compreendem a agropecuária (agricultura e pecuária) e construções humanas. Para a simulação no ano de 2022, contava com uma área de 862 ha (8,62 km²), no final da simulação encontrou-se uma área equivalente a 848 ha (8,48 km²). As áreas antrópicas que estão inseridas dentro da RESEX terão uma perda equivalente a 14 ha. Enquanto que a simulação, levando em consideração o buffer de 500 metros, a área antropizada para o ano de 2022, equivale a 2.744 ha (27,44 km²), no final da simulação a área correspondia a uma área de 2.716 hectares (27,16 km²). O que equivale a 28 ha, a partir da simulação é possível perceber que a inundação sobre os espaços antrópicos ocorrerá na mesma proporção no entorno da RESEX, uma perda de 14 há.

Os estudos realizados até o momento sobre a temática revelam que a tendência do ecossistema manguezal frente ao processo de ENMRM é expandir para o continente, se não houver barreiras que inviabilizem esta expansão (Liang *et al.*, 2023; Escobar; Castro, 2022; Kh'ng; Teh; Koh, 2021; Woodroffe *et al.*, 2016; USGS, 2003).

Estes estudos da variação de maré tornam importante à divulgação dos possíveis impactos que podem ocorrer nas zonas costeiras, por isso, é de extrema importância o mapeamento dos efeitos decorrentes do aumento do nível médio do mar, principalmente para o conhecimento dos órgãos competentes (Santos *et al.*, 2019).

Diante dos resultados aqui expostos, conclui-se que, as alterações na classe de manguezais implicarão na redução dos espaços de pesca e mariscagem. O aumento do nível do mar deverá afetar os bancos/coroas de areia, locais que antes escoavam na baixa do mar, com o evento de elevação permanecerá inundado, impossibilitando a prática pesqueira nestes locais. Com a migração dos manguezais surgirão novas áreas para a prática pesqueira, no entanto, com o impedimento dessa migração devido às barreiras antrópicas, ficará ainda mais difícil. Tanto os pescadores como as marisqueiras serão afetados, caso, a subida do nível do mar se concretize. Até, então, não foi visualizado alteração dos níveis da maré na RESEX, os problemas que afetam a categoria, são resultantes do funcionamento da barragem em conjunto com a usina hidroelétrica.

Os pescadores e marisqueiras das comunidades do entorno sofrem com a não regularização fundiária das terras, o que resulta em conflitos entre pescadores-quilombolas e fazendeiros. Os que possuem terras alternam entre a atividade agrícola e a prática pesqueira, no entanto, estas comunidades têm dificuldades de realizar a rotação de culturas, conseqüentemente a terra fica fraca e isso faz com que aumente a pressão nas áreas de manguezais para retirada do sustento, na perspectiva de ocorrência de ENMRM, essas

comunidades talvez, fiquem ainda mais vulneráveis do que já estão. Na elevação do nível das marés, e se conseqüentemente ocorrer à degradação dos manguezais, especificamente nos espaços utilizados pelos pescadores e marisqueiras, como apresenta a modelagem, a alternativa desta população é migrar para a agricultura e a criação de pequenos animais. Essa situação revela outra problemática, a falta de terras para plantar e criar, muitos só tem os manguezais como meio de sobrevivência. Dessa forma, essa análise demonstra o quanto os pescadores e marisqueiras da RESEX Baía do Iguape serão os mais impactados frente ao evento de ENMRM.

No tópico a seguir apresenta-se a composição e estrutura florística dos manguezais na RESEX Baía do Iguape que estão sujeitos aos impactos da ENMM.

4.4 Composição e estrutura florística dos manguezais, frente aos impactos da elevação do nível médio do mar na RESEX Baía do Iguape

A caracterização da composição florística e estrutural dos manguezais é fundamental para o entendimento das respostas desse ecossistema as mudanças ambientais, principalmente no que se refere a perspectiva dos impactos de subida do nível médio relativo do mar sobre esse ecossistema. Além disso, esta avaliação é uma importante ferramenta para gerenciamento costeiro (Tognella *et al.*, 2020).

Autores como Ornellas *et al.* (2020); Tognella *et al.* (2020); Gonçalves *et al.* (2020); Santos; Dias; Jardim (2020); Luz (2018); Gonçalves *et al.* (2018); Carvalho; Jardim (2017); Londe *et al.* (2013) e Nunes, Costa; Mendonça (2012) desenvolveram estudos relacionados a investigação dos parâmetros fitossociológicos dos manguezais, na busca de conhecer, avaliar, descrever, analisar a composição florística e a estrutura dos manguezais. Os estudos da composição e estrutura florística são fundamentais para entender o padrão de desenvolvimento estrutural dos manguezais. “Estes estudos são bons indicadores do estado de conservação desse ecossistema” (Carvalho; Jardim, 2017, p. 923). Nesse sentido, busca se conhecer a composição e a estrutura florística da vegetação de manguezal que estão expostos ao evento de subida do nível médio do mar, nos três municípios (São Félix- Rio Sinunga, Cachoeira- Santiago do Iguape e Maragogipe – Salaminas) que abrange a RESEX Baía do Iguape.

Na RESEX Baía do Iguape, em 1.500 m² foram registrados 411 indivíduos em três espécies distribuídos em 348 de *Laguncularia racemosa*, 51 de *Rhizophora mangle* e 12 *Avicennia schaueriana*, desse total, 399 indivíduos vivos e 12 mortos (Tabela 31). A *Laguncularia racemosa* ocorreu em todas as parcelas e localidades amostradas, enquanto *Rhizophora mangle* e a *Avicennia schaueriana* apareceram apenas em 2 parcelas. A *Rhizophora*

mangle e *Laguncularia racemosa* ocorrem em todos os estados brasileiros que possuem manguezal (Souza *et al.*, 1993).

Tabela 31: Composição florística do manguezal da RESEX Baía do Iguape - BA.

Nome popular	Espécie	Número de indivíduos inventariados da espécie
Mangue Branco	<i>Laguncularia racemosa</i>	348
Mangue Vermelho	<i>Rhizophora mangle</i> L.	51
Mangue Preto	<i>Avicennia Schaueriana</i>	12
Total	3	411

Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Das três localidades estudadas a *Rhizophora mangle* só foi encontrada na localidade de Salaminas na Ponta do Ferreiro, no município de Maragogipe, tanto na parcela próxima ao curso d'água, quanto na área de transição. Enquanto a espécie *Avicennia Schaueriana* foi localizada na área amostrada no município de São Félix, na área de transição e no município de Maragogipe, próximo ao canal do rio. Esse fato pode ser explicado pelo aporte reduzido de nutrientes necessários a proliferação de *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* (Cintrón e Shaeffer-Novelli, 1981 *apud* Luz, 2018).

Diante da perspectiva dos impactos de elevação do nível médio do mar, dentre as três espécies identificadas na área de estudo, a *Avicennia Schaueriana* é a mais resistente a este evento, devido a sua capacidade de suportar altos níveis de salinidades bem mais altas que os outros gêneros de mangue (Schaeffer-Novelli, 1986). No entanto, observa-se que nas áreas amostradas encontram-se poucos indivíduos desta espécie, sendo registrado apenas 12 indivíduos, em diferentes localidades (municípios) na RESEX Baía do Iguape. Na ocorrência de aumento do nível médio do mar, o ecossistema manguezal é considerado o mais vulnerável aos impactos deste episódio devido ao aumento da salinidade que poderá ser provocado por este evento.

Neste sentido, é importante conhecer os aspectos fitossociológicos dos manguezais que se encontram expostos a elevação do nível médio do mar, na RESEX Baía do Iguape. Em relação a estes parâmetros fitossociológicos, Cintrón *et al.* (1978) afirmam que, com o aumento da salinidade, os valores de parâmetros estruturais, como densidade, área basal, altura diminuam. Nesse sentido, diante das mudanças climáticas em curso, que afetam a temperatura e a precipitação, talvez ocorram alterações nos valores de salinidade (Lima; Tognella, 2012). Assim, na RESEX Baía do Iguape, a *Laguncularia racemosa* apresentou os maiores valores em

área basal (1,23), densidade relativa (84,68 %), frequência relativa (60,24 %), dominância relativa (49 %), e valor de importância (64,64 %) em relação às demais espécies (Tabela 32).

Tabela 32: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas na RESEX Baía do Iguape- BA.

Espécies	UI	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	6	348	60,24	84,68	1,23	8,20	49,00	64,64
<i>Avicennia shaueriana</i>	2	12	19,88	2,92	0,99	6,60	39,45	20,75
<i>Rhizophora mangle</i>	2	51	19,88	12,40	0,29	1,93	11,55	14,61
Total		411	100	100	2,51	16,73	100	100

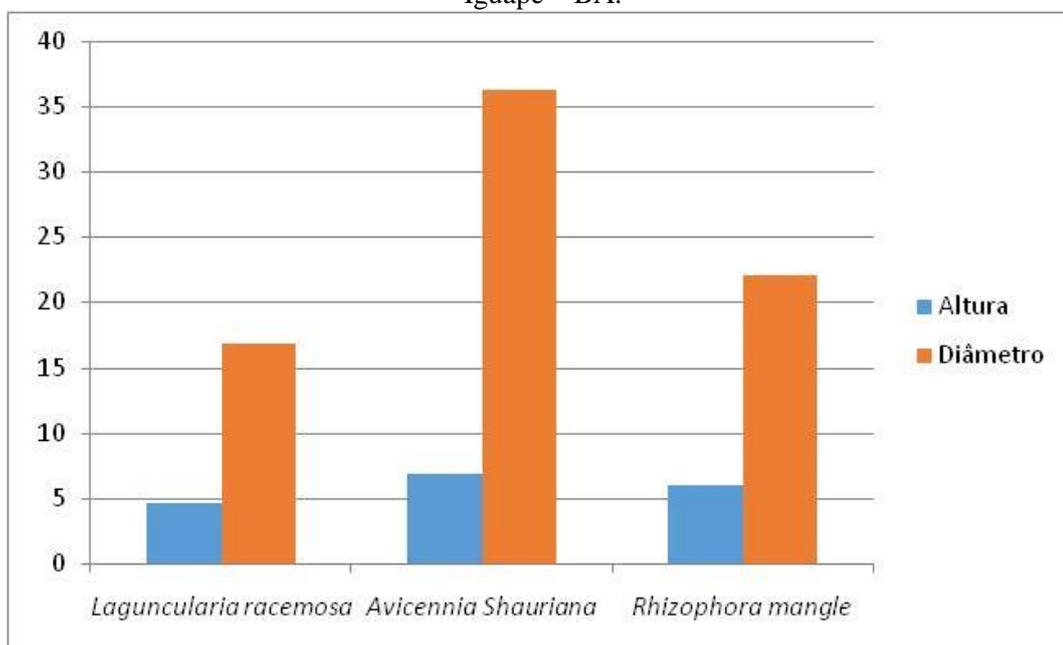
Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A *Avicennia schaueriana* registrou as maiores médias para altura (6,82) e diâmetro (36,25), seguida da espécie *Rhizophora mangle* com altura média de 6,01 e diâmetro de 22,03 (Figura 53). Percebe-se um domínio da espécie *Laguncularia racemosa* nas áreas analisadas.

Figura 53: Altura e diâmetros médios para as espécies de mangues amostradas na RESEX Baía do Iguape – BA.



Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Luz (2018) realizou estudos sobre a monodominância em bosques de mangue como consequência de tensores ambientais. A pesquisadora realizou o estudo dos parâmetros fitossociológicos para duas áreas na RESEX Baía do Iguape, na área de abrangência do município de Maragogipe, e constatou a dominância das espécies *Laguncularia racemosa*.

Ornellas *et al.* (2020) na investigação da importância da conservação dos bosques de mangue para o armazenamento de carbono, também identificou essa predominância da espécie *Laguncularia racemosa* na UC, vale ressaltar que os autores mencionados acima analisaram bosques de manguezais em diferentes localidades no município de Maragogipe. Diante dos resultados aqui expostos, verifica-se que essa prevalescência ocorre para os três municípios (Cachoeira, Maragogipe e São Félix) que abrange a reserva.

A espécie *Laguncularia racemosa*, impera também em outras localidades na zona estuarina da Bahia, como em Ilhéus (Martins; Couto e Delabie, 2011), assim como no Estados de Sergipe (Gonçalves *et al.*, 2020). No entanto, esse domínio não ocorre no Maranhão (Gonçalves *et al.*, 2018; Nunes, Costa e Mendonça, 2012), Pará (Carvalho e Jardim, 2017) e na RESEX Chocoaré Mato Grosso, Santarém Novo (Santos, Dias e Jardim, 2020), a espécie preponderante nestes locais é da *Rhizophora mangle*.

Na franja do bosque de mangue, próximo ao curso d'água, no resultado geral, para todas as parcelas analisadas em ambiente de franja, a espécie *Laguncularia racemosa* obteve os maiores valores em área basal (0,87), densidade relativa (80,60 %), frequência relativa (60,24 %), dominância relativa (9,66 %), e valor de importância (72,38 %) em relação as demais espécies (Tabela 33). Assim como para todas as parcelas analisadas, para os bosques próximos aos canais de rios, as espécies *Rhizophora mangle* e a *Avicennia Schaueriana* obtiveram as maiores médias para altura e diâmetro. *Avicennia Schaueriana* com altura média equivalente a 6,82 m e média de diâmetro correspondente a 27,87 cm, enquanto a *Rhizophora mangle* apresenta altura média de 6,49 m e diâmetro médio de 23,48 cm.

Tabela 33: Áreas amostradas na franja do bosque de mangue, próximo ao curso d'água na RESEX Baía do Iguape – BA.

Espécies	UI	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3 %
<i>Laguncularia racemosa</i>	3	175	60,24	80,60	0,87	9,66	76,32	72,38
<i>Avicennia schaueriana</i>	1	7	19,88	3,20	0,04	0,46	3,50	8,86
<i>Rhizophora mangle</i>	1	35	19,88	16,20	0,23	2,55	20,18	18,76
Total		217	100	100	1,14	12,67	100	100

Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).
Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

No ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais (apicum e/ou clareira topográfica), no resultado geral, a espécie *Avicennia Schaueriana*, apesar de ser menos abundante, foi a que mais contribuiu em área basal (0,94) e com maior valor de dominância relativa (69,12 %) em relação as demais espécies encontradas na área de estudo.

Enquanto a espécie *Laguncularia racemosa* obteve os maiores valores para a densidade relativa (80,60 %), frequência relativa (60,24 %), dominância relativa (89,18 %), e valor de importância (58,63 %) (Tabela 34).

Tabela 34: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais na RESEX Baía do Iguape – BA.

Espécies	UI	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	3	173	60,24	89,18	0,36	6,00	26,47	58,63
<i>Avicennia shaueriana</i>	1	5	19,88	2,57	0,94	1,56	69,12	30,52
<i>Rhizophora mangle</i>	1	16	19,88	8,25	0,06	0,1	4,41	10,85
Total		194	100	100	1,36	7,66	100	100

Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Nesse sentido, observam-se as características fitossociológicas dos bosques de mangue que estão vulneráveis ao aumento do nível das marés, nesse âmbito, especificamente os mangues próximos aos canais. Diante das análises da modelagem de Elevação do Nível Médio Relativo do Mar, a *Laguncularia racemosa* é a espécie de mangue que poderá sentir em maior intensidade a propagação das marés, principalmente pela sua dominância na zona de franja, estando exposta diretamente as ocorrências deste evento. Assim, como ocorreu para as áreas amostradas no curso do canal do rio, as espécies *Rhizophora mangle* e a *Avicennia Schaueriana* alcançaram as maiores médias para altura e diâmetro. *Avicennia schaueriana* com altura média equivalente a 6,88 m e diâmetro médio correspondente a 48 cm, enquanto a *Rhizophora mangle* apresenta a altura média de 4,96 m e diâmetro de 18,87 cm.

Em São Félix, no rio Sinunga, próximo a sua foz (Figura 54), na área de franja ocorreu apenas à espécie *Laguncularia racemosa*, foram amostrados 78 indivíduos (Tabela 35). Apresentando frequência relativa de 100%, com área basal 0,36. Com valor de importância de 100%.

Tabela 35: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de franja, próximo ao curso d'água no bosque de mangue da área 1 no rio Sinunga, São Félix-BA.

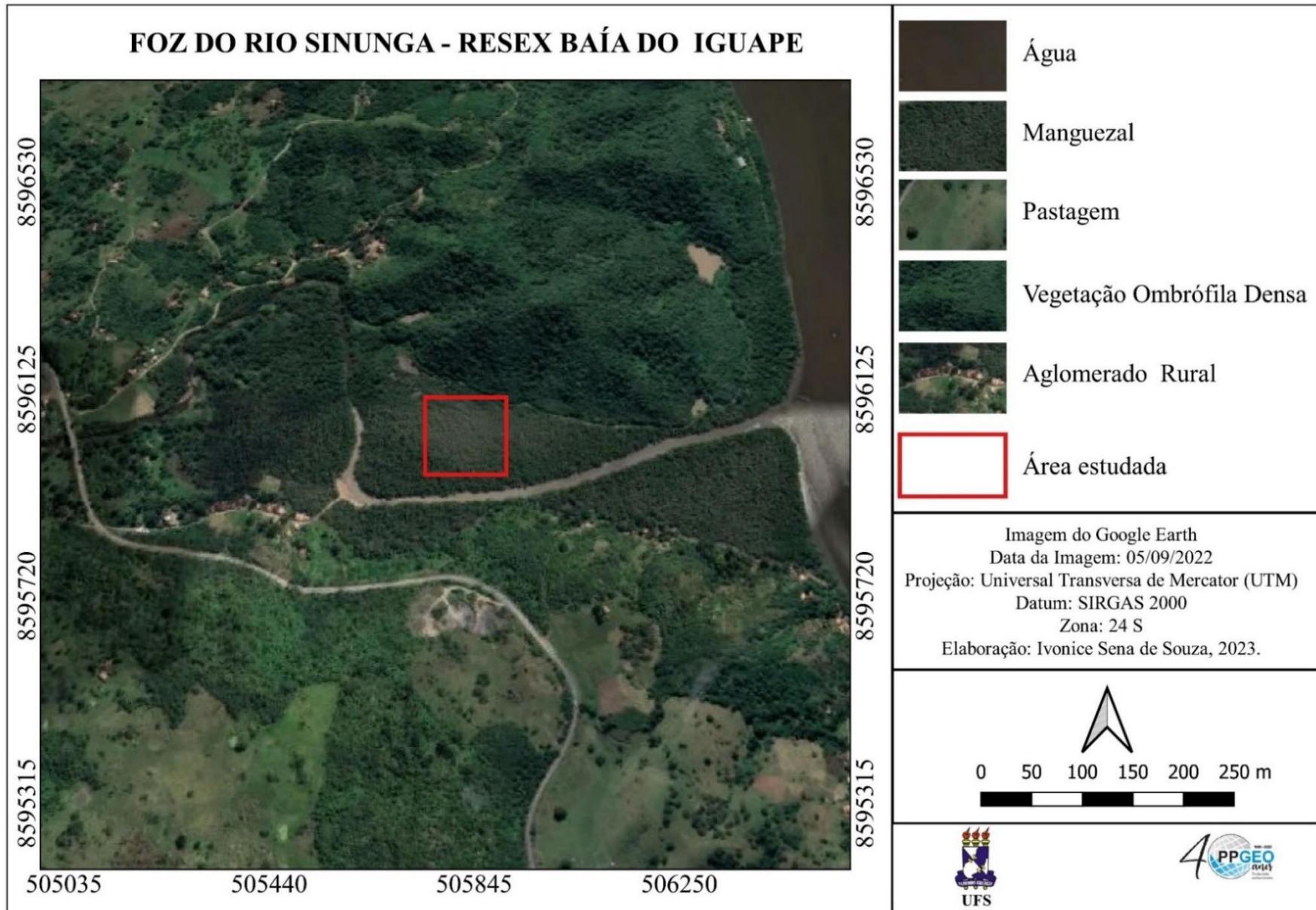
Espécies	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	78	100	100	0,69	7,66	100	100
<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0	0	0,00	0,00	0	0
<i>Rhizophora mangle</i>	0	0	0	0,00	0,00	0	0
Total	78	100	100		7,66	100	100

Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Figura 54: Área de estudo 1 próximo a foz do rio Sinunga – São Félix - BA.



O valor médio do diâmetro registrado para *Laguncularia racemosa* foi correspondente a 29,09 cm, enquanto a altura média foi equivalente a 7,54 metros. O maior indivíduo registrado na amostra mede 12,21 metros e o menor indivíduo 3,0 metros. O menor diâmetro identificado nesta localidade foi de 6 cm e o maior de 88 cm. Sendo registrados 5 indivíduos mortos, com diâmetro médio de 38 cm.

No rio Sinunga, a área amostrada em ambiente de transição foi detectada duas espécies de mangues, a *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Foram amostrados 69 indivíduos, sendo 64 espécies de *Laguncularia racemosa* e 5 *Avicennia schaueriana*. A *Laguncularia racemosa* foi a mais abundante (DR= 92,75%) (Tabela 36).

Tabela 36: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais no bosque de mangue da área 1 no rio Sinunga, São Félix-BA.

Espécies	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	64	66,66	92,75	0,14	2,33	12,96	57,45
<i>Avicennia shaueriana</i>	5	33,33	7,25	0,94	1,56	87,04	42,55
<i>Rhizophora mangle</i>	0	0	0	0,00	0	0,00	0
Total	69	100	100	1,08	3,89	100	100

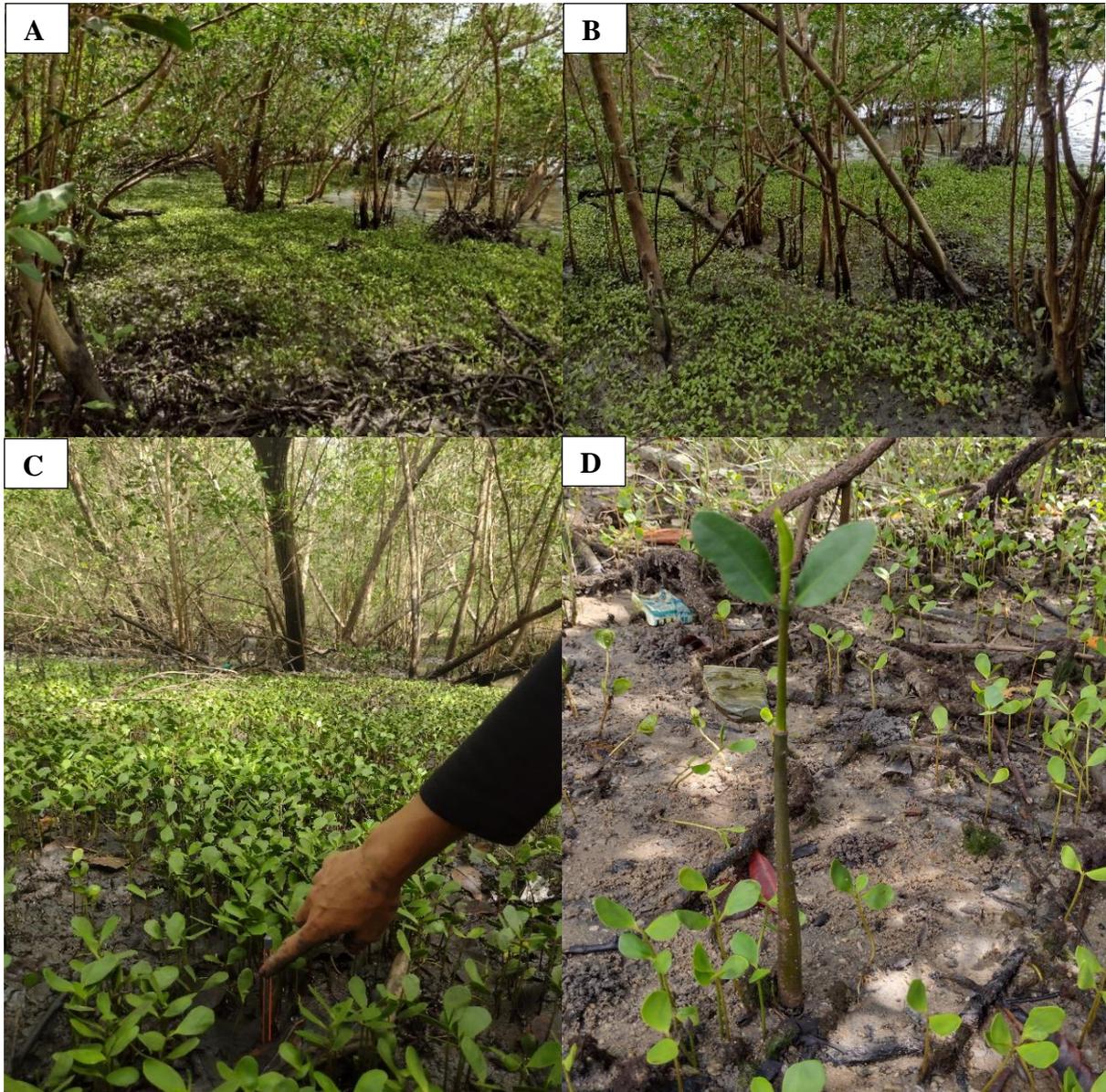
Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).
Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A espécie *Avicennia Schaueriana*, menos abundante que *Laguncularia racemosa*, no entanto, foi a que mais contribuiu em área basal (0,94) e com maior valor de dominância relativa (87,04 %), altura média (6,88 m) e diâmetro (48 cm) em relação a *Laguncularia racemosa*, tendo esta espécie registrado altura média de 4,30 m e diâmetro médio de 14,78 cm. O maior indivíduo presente na amostra foi a *Avicennia schaueriana* com 9,10 m e com maior diâmetro (100 cm), enquanto *Laguncularia racemosa* registrou o menor indivíduo (2,21 m) e o menor diâmetro (3 cm). Foi identificado apenas um indivíduo morto, com diâmetro de 13 cm.

Durante as observações *in locus* foi observado que a espécie *Laguncularia racemosa* é mais persistente a ambientes modificados, além de possuir grande capacidade de rebrotamento, com prevalescência da espécie supracitada, conforme apresentada na Figura 55 – A, B e C. Nesse ambiente foi encontrado apenas um rebrotamento da espécie *Rhizophora mangle* (Figura 55 – D).

Figura 55: Mosaico de imagens (A, B e C) de diferentes locais na Foz do Rio Sinunga, destacando o brotamento dos mangue da espécie *Laguncularia racemosa* e Figura 53 D: *Rhizophora mangle*, São Félix-BA.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

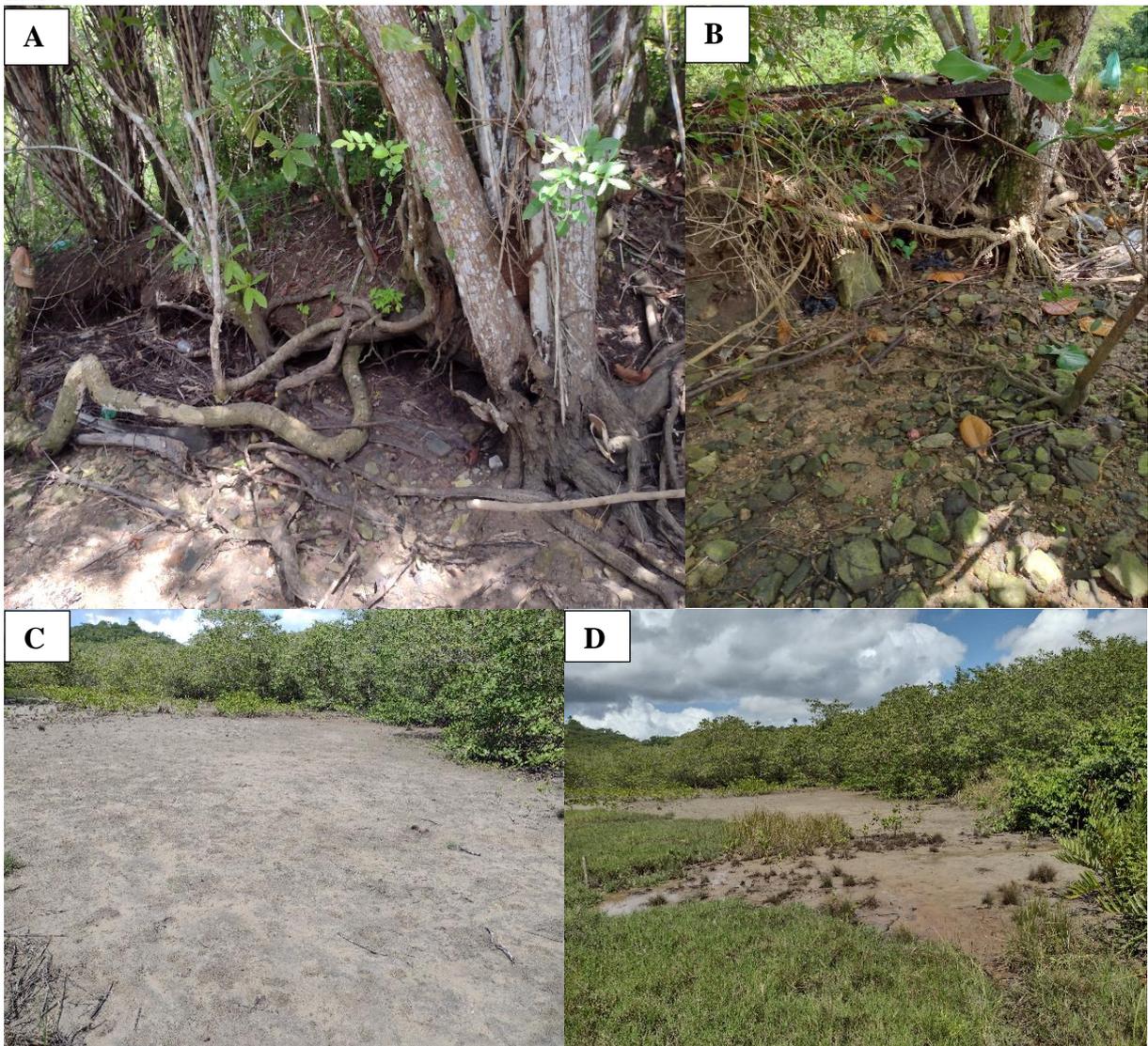
Para corroborar com os aspectos observados em campo, Chen e Twilley (1999) na busca de entender os processos de zonação e de sucessão de espécies de mangue, elaboraram um modelo de dinâmica florestal. Neste experimento, os autores obtiveram como cenário a dominância de *L. racemosa*, essa ocorrência se deu devido à alta taxa de crescimento da espécie em solos férteis com baixa salinidade e a sua capacidade de rebrota. Como foi observado na RESEX Baía do Iguape.

Na margem esquerda do rio, sentido Foz do Rio Sinunga a área de transição dos manguezais ocorre com remanescentes de vegetação e apicum. Não foram observadas barreiras

antrópicas significativas para a migração dos manguezais. A barreira será topográfica/geográfica. Percebe-se também que a localidade é um ambiente fértil para o desenvolvimento dos propágulos de mangue da espécie *Laguncularia racemosa*.

Na localidade do Rio Sinunga, no município de São Félix, os manguezais encontram-se preservados com poucas pressões antrópicas em relação ao município de Cachoeira (Santiago do Iguape). É uma localidade que possui poucos moradores em seu entorno. Foi verificado em campo, especificamente no ambiente de transição a ação das marés na vegetação remanescente de Mata Atlântica (Figura 56 - A e B), além disso, as áreas de apicum nesta localidade sofrem pouco com a pressão antrópica, como pode ser observado na figura 56 - C e D.

Figura 56: Ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais. A e B: Imagens da ação do avanço da maré na área de transição manguezal e remanescente da vegetação Ombrófila. C e D: Áreas de apicum preservadas favorável a migração dos manguezais no avanço do nível médio do mar.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
 Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

No município de Cachoeira, nas proximidades da comunidade de Santiago do Iguape (Figura 57) as unidades amostradas tanto para a área próxima ao canal do rio, como para área de transição foi encontrada apenas a espécie *Laguncularia racemosa*. Na parcela próximo ao canal foram amostrados 66 indivíduos e no ambiente de transição foram registrados 76 indivíduos. Os indivíduos amostrados para o canal do rio apresentam área basal correspondente a 0,06 m² (Tabela 37). Com altura média de 2,66 m e diâmetro médio de 9,92 cm. O maior indivíduo registrado na amostra foi de 4,80 m e o menor foi 1,30 m, quanto ao diâmetro, o menor corresponde a 4 cm e o maior a 40 cm.

Tabela 37: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de franja, próximo ao curso d'água no bosque de mangue da área 3 na comunidade de Santiago do Iguape, Cachoeira- BA.

Espécies	Ni	FA	FR %	DA	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	66	1	100	733,3 3	100	0,06	0,66	100	100
<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizophora mangle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	66				100	0,06	0,66	100	100

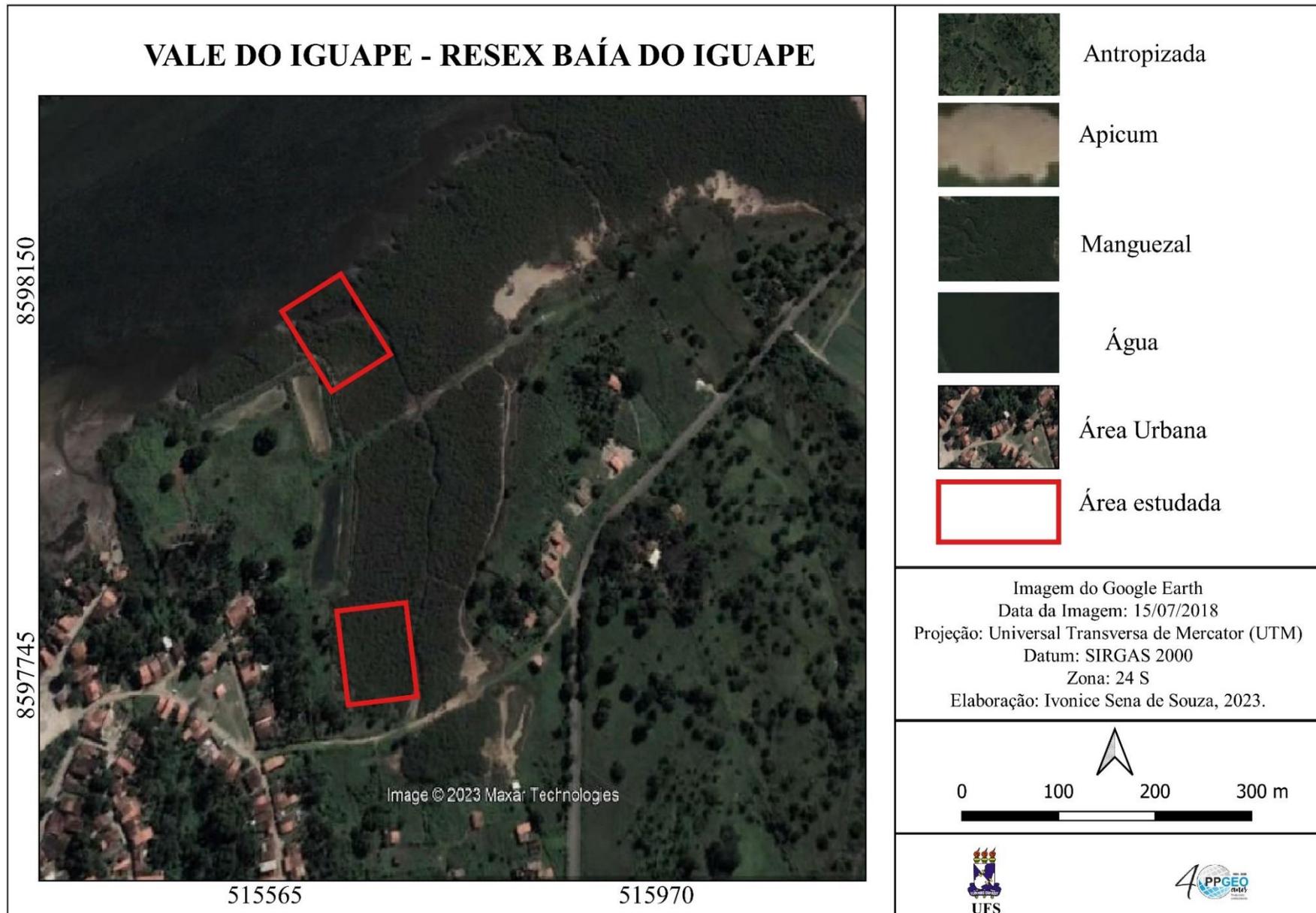
Ni: número de indivíduos, FA: frequência absoluta, FR: frequência relativa, DA: densidade absoluta, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

Nas unidades amostradas, percebe-se que a espécie predominante é a *Laguncularia racemosa*, no entanto, diferenciam-se de local para local. As espécies de *Laguncularia racemosa* que predominam no Rio Sinunga possuem características distintas das que predominam nas proximidades da comunidade de Santiago do Iguape. Quanto a essa situação, Petri *et al.* (2011), afirma que essas variações ocorrem em decorrência das características abióticas e bióticas (ex. tolerância à salinidade e à inundação, competição interespecífica), além da influência de tensores naturais e antrópicos. De acordo com Schaeffer-Novelli (1986) a *Laguncularia racemosa*, gênero monoespecífico (mangue-branco), ocorre em costas circundadas por águas de baixa salinidade, ao longo de canais de água salobra.

Figura 57: Área de estudo 3 no Vale do Iguaçu, próximo a comunidade de Santiago do Iguaçu – Cachoeira - BA.



Os indivíduos amostrados para o ambiente de transição apresentam área basal correspondente a 0,14 m² (Tabela 38).

Tabela 38: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais no bosque de mangue da área 3 na comunidade de Santiago do Iguape-BA, Cachoeira - BA.

Espécies	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	76	100	100	0,14	2,33	100	100
<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0	0	0,00	0	0	0
<i>Rhizophora mangle</i>	0	0	0	0,00	0	0	0
Total	76	100	100	0,69	2,33	100	100

Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).
Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

A altura média para a *Laguncularia racemosa* nesta localidade corresponde a 3,36, média diametral de 10,85 cm. Nas unidades amostradas percebe-se que a espécie predominante é a *Laguncularia racemosa*, no entanto, diferenciam-se de local para local, as espécies de *Laguncularia racemosa* que predominam no Rio Sinunga possuem características distintas das que predominam nas proximidades da comunidade de Santiago do Iguape, como pode ser observada nas imagens de campo (Figura 58).

Figura 58: Ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais próxima a comunidade de Santiago do Iguape. A: Área de transição de manguezal com outros ambientes B: Áreas de manguezais e apicum cercados.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Em Maragogipe, na Ponta do Ferreiro, na localidade de Salaminas (Figura 59) na unidade amostral foram registrados 73 indivíduos em três espécies distribuídos em 31 de

Laguncularia racemosa, 35 de *Rhizophora mangle* e 7 *Avicennia schaueriana*, desse total, 70 indivíduos vivos e 3 mortos.

A *Rhizophora mangle* apresentou os maiores valores em área basal (2,55), densidade relativa (47,96%), dominância relativa (58,98%), e valor de importância (46,77%) em relação às demais espécies (Tabela 39).

Tabela 39: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de franja, próximo ao curso d'água no bosque de mangue da área 2 em Salaminas, Maragogipe-BA.

Espécies	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	31	33,33	42,46	0,12	1,33	30,76	35,50
<i>Avicennia schaueriana</i>	7	33,33	9,58	0,04	0,44	10,26	17,73
<i>Rhizophora mangle</i>	35	33,33	47,96	0,23	2,55	58,98	46,77
Total	73	100	100	0,39	4,32	100	100

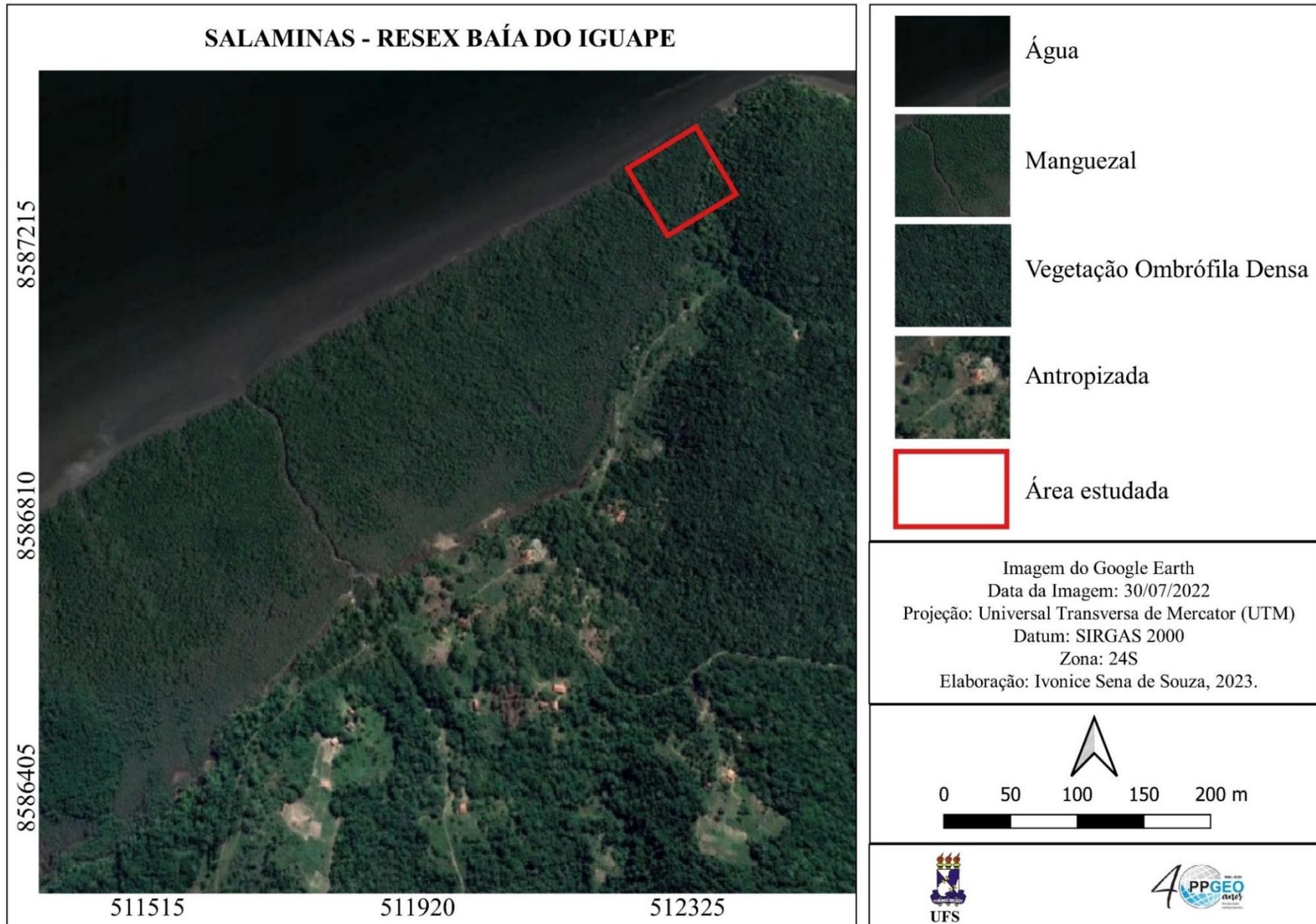
Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).
Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

O maior indivíduo registrado foi da espécie *Rhizophora mangle* com altura de 9,50 m e o menor 2,20 m, enquanto o maior diâmetro registrado foi para a *Rhizophora mangle* com 90 cm, e o menor diâmetro foi encontrado nas espécies de *Rhizophora mangle* (7 cm) e *Laguncularia racemosa* (7 cm). A *Avicennia Schaueriana* se destacou na altura média dos indivíduos (6,82 m) e no valor médio do diâmetro (27,85 cm), seguida *Rhizophora mangle*, com altura média de 6,49 m e a *Laguncularia racemosa* com 5,41 m. A média do diâmetro para *Rhizophora mangle* foi de 23,48 cm. Essa foi a única localidade que pode ser observado os três tipos de mangue inseridas nas unidades amostrais.

No bosque de Ponta do Ferreiro, na comunidade de Salaminas, em Maragogipe, em ambiente de transição foram registradas 47 indivíduos em 2 espécies: *Laguncularia racemosa* (31) e *Rhizophora mangle* (16). Deste total 44 indivíduos vivos e três mortos. *Laguncularia racemosa* se destacou em quase todos os parâmetros fitossociológicos em relação a *Rhizophora mangle*. A *Laguncularia racemosa* apresentou os maiores valores em área basal (2,33), densidade relativa (65,95%), dominância relativa (57,15%), e valor de importância (57,70%) em relação às demais espécies (Tabela 40).

Figura 59: Área de estudo 2 na Ponta do Ferreiro em Salaminas Putumuju, Maragogipe - BA.



Londe *et al.* (2013) ao realizar o levantamento da estrutura da vegetação de mangue no norte do Espírito Santos, assim como nesta pesquisa, detectou que *Laguncularia racemosa* tinha maior densidade, dominância, área basal e valor de importância em relação as demais espécies. Para corroborar com os resultados aqui expostos, ressalta-se que nos estudos realizados por Paraguassu e Silva (2007), para os manguezais de Saubara, próximo ao município de Maragogipe, constataram também que a *Laguncularia racemosa* possui índice de valor de importância elevado de 96,8%.

Tabela 40: Parâmetros fitossociológicos das áreas amostradas em ambiente de transição do bosque com outras feições típicas de manguezais no bosque de mangue da área 2 em Salaminas, Maragogipe-BA.

Espécies	Ni	FR %	DR %	G (m ²)	DoA (ha)	DoR %	VI/3%
<i>Laguncularia racemosa</i>	31	50	65,95	0,08	2,33	57,15	57,70
<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizophora mangle</i>	16	50	34,05	0,06	0,40	42,85	42,30
Total	47	100	100	0,14	2,73	100	100

Ni: número de indivíduos, FR: frequência relativa, DR: densidade relativa, G: área basal, DoA: dominância absoluta, DoR: dominância relativa e VI: valor de importância.

Fonte: Dados de campo (2023).

Elaboração: Ivonice Sena de Souza (2023).

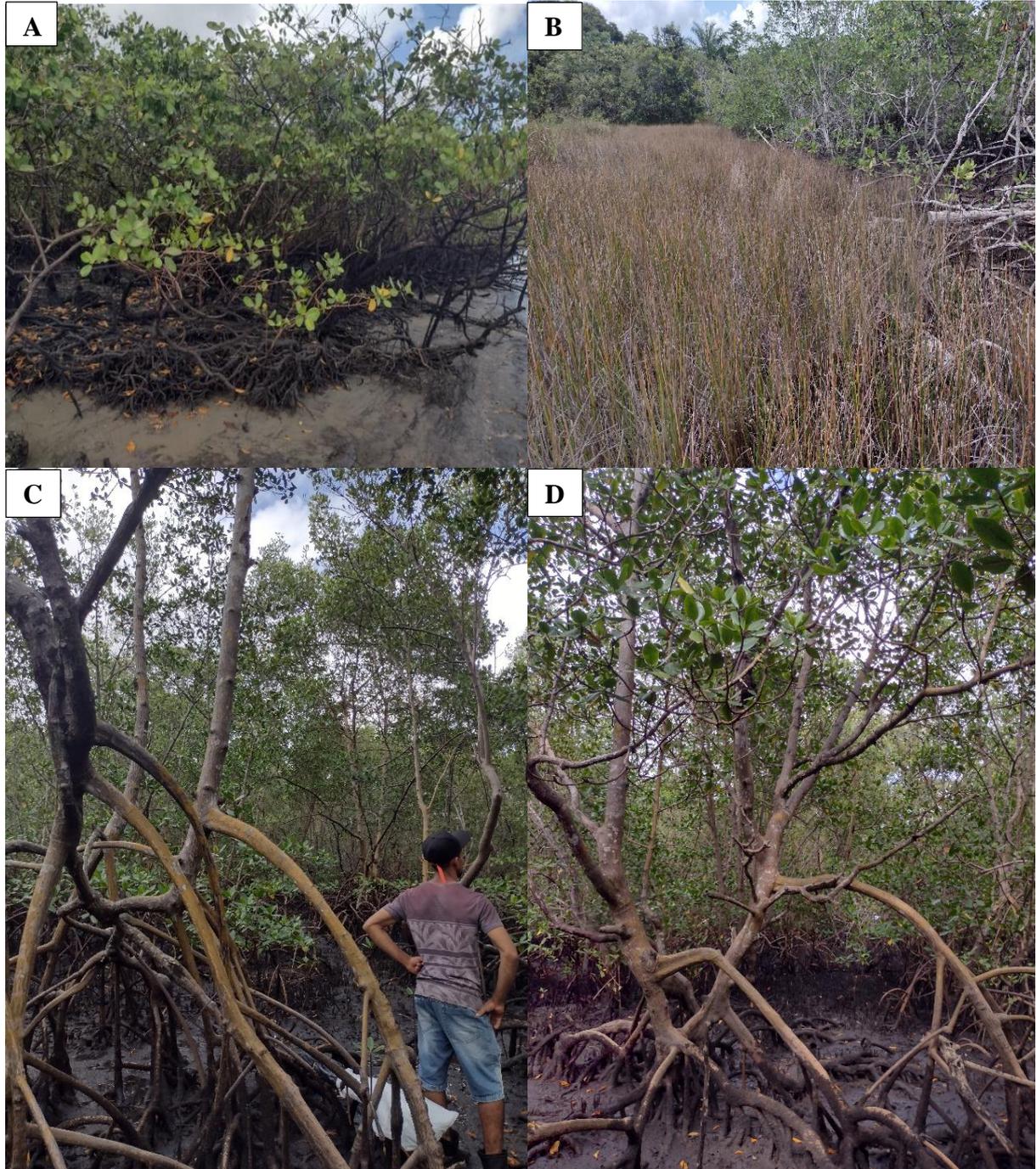
Para esta parcela, o maior e o menor indivíduo registrado, foi da espécie *Rhizophora mangle* com altura de 7 m e o menor 2 m, assim como para a espécie com o maior diâmetro (39 cm) e o menor (7 cm). Além da espécie da *Rhizophora. Mangle* ter registrado a menor altura, a espécie *Racemosa* também teve um indivíduo que apresentou este mesmo valor, ou seja, 2 m. Sendo este valor de um indivíduo morto, foram detectados três indivíduos mortos da espécie *Laguncularia racemosa* com diâmetro médio de 46,6 m e altura média de 3,33 m. Na figura 60, pode - se observar algumas imagens da localidade de Salaminas.

Na localidade da comunidade de Salaminas Putumuju foi possível observar que algumas áreas de mangue na Ponta do Ferreiro estão passando por solapamento⁷ das raízes, devido à ação das marés, esse processo foi verificado na *Laguncularia racemosa*. Além disso, foi constatado que os manguezais nesta área possuem bom estado de conservação em relação às outras duas áreas estudadas. Ornellas (2020) e Luz (2018) ressaltaram em seus estudos - a conservação dos manguezais na área quilombola. Essa conservação ocorre devido à ausência de urbanização, área de transição manguezal e remanescentes de Mata Atlântica. Diferentemente das duas outras localidades amostradas, tanto para o canal do rio como para o ambiente de transição, os manguezais em Salaminas apresentam certo grau de heterogeneidade.

⁷ Ação ou efeito de solapar, de destruir as bases de alguma coisa.

Essa foi a única localidade que pôde ser observada a *Rhizophora mangle*, presente nas unidades amostrais, tanto para as proximidades do canal do rio como para o ambiente de transição. A área de transição é favorável para a migração dos manguezais.

Figura 60: Imagens de campo na localidade de Salaminas, Maragogipe- BA. A: Solapamento das raízes do mangue devido a ação das marés. B: Ambiente de transição do bosque de mangue com outras feições típicas de manguezais. C e D: Destaque para as raízes da *Rhizophora mangle* na localidade de Salaminas.



Fonte: Trabalho de campo (2023).
Autora: Ivonice Sena de Souza (2023).

Na área de franja em comparação com o local próximo ao rio, foram registrados apenas dois indivíduos a mais da espécie *Laguncularia* em relação a *Avicennia*. O ambiente de franja apresentou mais indivíduos da espécie *Rhizophora* que o ambiente de transição. A espécie *Laguncularia racemosa* domina as duas áreas, com valor alto de importância para as duas localidades, sendo que para a área amostrada para a franja, registrou o maior valor de importância com 72,38%. Das três localidades analisadas para o curso do rio, apenas a área 3, em Salaminas apresentou valor de importância distinta das outras duas áreas estudadas, para essa área o valor de importância maior foi da espécie *Rhizophora mangle*.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

A paisagem na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape revela uma dinâmica resultante de mudanças ambientais decorrentes de ações antrópicas em diferentes magnitudes ao longo dos 36 anos. Diante desse cenário, a presente tese, intitulada “Dinâmica da Paisagem Costeira e os Impactos da Elevação do Nível Médio do Mar na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no Recôncavo Baiano”, colocou em discussão a importância de se entender os padrões de resposta dos manguezais diante da perspectiva de elevação do nível médio relativo do mar e as respectivas consequências desta ocorrência para as comunidades tradicionais pesqueiras que são dependentes desse ecossistema como meio de sobrevivência. Essa pesquisa tem seu alicerce na Geografia Física Aplicada, com a utilização de modelos preditivos que foram construídos para entender a evolução e os prováveis impactos decorrentes deste fenômeno.

A tese é composta por quatro seções, que se complementam entre si. O objetivo geral foi alcançado, este foi analisar os efeitos sistêmicos relativos da elevação do nível médio relativo do mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, no período de 2022 a 2100. Este foi obtido a partir de seis objetivos específicos. O primeiro objetivo específico é resultante da discussão dos usos e cobertura da terra na RESEX que estão sujeitos aos impactos do aumento das marés. Esta discussão compõem o primeiro tópico de resultados da tese, na UC e no seu entorno foram detectados seis classes de uso e cobertura da terra - manguezais, áreas urbanizadas, agropecuária, remanescentes de vegetação ombrófila densa e os solos expostos. Nesta análise pôde-se concluir que a cobertura vegetal vulnerável ao evento de elevação do nível médio das marés são os manguezais.

O ecossistema manguezal apresentou ao longo dos 36 anos avaliados uma evolução na sua cobertura vegetal, dos três municípios que abrange a UC, o município de Cachoeira foi o que obteve maior ganho de área de manguezal. Enquanto na reserva, a classe agropecuária sofreu uma redução, principalmente para o recorte da reserva. O segundo objetivo proposto permitiu estimar e conhecer a temperatura de superfície terrestre e conhecer os usos e cobertura que apresentaram aumento ou redução das temperaturas ao longo dos anos. As áreas antropizada e o apicum apresentaram as maiores temperaturas na RESEX, e as áreas de Florestas Ombrófilas Densa as menores temperaturas. A partir do terceiro objetivo específico foi possível conhecer as áreas mais vulneráveis à perda de manguezais na RESEX, estas estão concentradas principalmente em duas regiões: a nordeste (NE) do lagamar do Iguape, nas

proximidades e à montante da localidade de Santiago do Iguape (município de Cachoeira); e outra a sudoeste (SO), entre as localidades de Porto de Pedras e Maragogipe (sede municipal) e suas adjacências.

Os manguezais na RESEX Baía do Iguape tendem a sofrer declínio nos primeiros 20 anos de aumento do nível médio do mar, posteriormente, a simulação demonstra que os manguezais tendem a resistir aos impactos desse evento. A migração deste ecossistema está condicionada aos usos e ocupação do espaço em investigação, áreas com usos complexos como foram observados na RESEX Baía do Iguape, sofrerão limitações para a expansão dos manguezais em direção ao continente. Estudos de simulações/modelagens também são importantes para as comunidades pesqueiras que dependem deste ecossistema para a realização de suas atividades de pesca e mariscagem, esses resultados possibilitam a estas comunidades a buscar estratégias de adaptação ao aumento do nível do mar. O uso de técnicas de modelagem é fundamental para prever e entender os possíveis impactos antes que os mesmos ocorram.

No quarto objetivo específico foi averiguado o comportamento do ecossistema manguezal a partir destas modelagens. Os resultados apontam que a tendência dos manguezais é migrar caso, não haja obstáculos antrópicos e naturais, na RESEX Baía do Iguape percebeu-se a partir das análises de imagens de satélite e verificação em campo que os manguezais sofrerá com as limitações de migração, devido aos usos que se dar ao seu entorno. A partir do quinto objetivo específico foi possível avaliar ocorrências de alterações estruturais nos bosques de mangue e no substrato, até então, não foi perceptível nenhuma alteração, a não ser o aumento da sua extensão nos últimos 36 anos. E, por fim, o último objetivo proposto, permitiu identificar os padrões fitogeográficos dos manguezais que possivelmente sofrerão com os impactos da ENMRM. Nas unidades amostradas na UC, a espécie *Laguncularia racemosa* (mangue branco) prevalecem nos manguezais da Baía do Iguape. Constatou-se também que esta espécie é mais persistente a ambientes modificados, além de possuir grande capacidade de rebrotamento.

As questões norteadoras da tese foram respondidas. Nesse entendimento, o padrão de resposta dos manguezais será de declínio numa elevação equivalente a 0,20 metros. Diante do exposto, percebe-se que os manguezais da reserva encontra-se vulneráveis frente aos impactos da provável ENMRM. As atividades antropogênicas podem acelerar o processo de degradação dos manguezais frente à elevação do nível do mar, quando estes atuam como fatores que inviabilizam a migração do mangue para o continente.

Este estudo leva à conclusão que os manguezais na RESEX Baía do Iguape, estão/ são vulneráveis tanto às pressões humanas, quanto a elevação do nível médio do mar. Quanto aos pescadores e marisqueiras do entorno da UC, os mesmos já sofrem fortemente com as

implicações das mudanças ambientais de origem antrópica, principalmente os impactos da vazão descontrolada da barragem de Pedra do Cavalo, que causam extinções dos peixes e mariscos, tornando essa população vulnerável. Os impactos decorrentes das ações antrópicas em vigência juntamente com os prováveis impactos da elevação do nível médio do mar, tornará a vida dos pescadores e marisqueiras insustentáveis. Tendo em vista, que a maioria dos pescadores e marisqueiras da região não possuem outro meio de sobrevivência.

Diante desse cenário, as consequências socioambientais da ENMRM para as comunidades que dependem do ecossistema manguezal como meio de sobrevivência será a perda de espaços pesqueiros, tais como a inundação permanente de bancos de areia e áreas de manguezais. Tais exposições ratificam a hipótese estabelecida para a investigação da pesquisa, que a elevação do nível médio do mar sobre os manguezais impactará diretamente nos espaços pesqueiros utilizados por pescadores e marisqueiras.

Dessa forma, os impactos relativos da elevação das marés repercutirá diretamente sobre a reprodução socioespacial das comunidades pesqueiras. No entanto, conclui-se que, atualmente os impactos mais significativos para a Reserva Baía do Iguape, é a ação antrópica. A aplicação de instrumentos de Geoprocessamento (Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto) e modelos computacionais permitiram compreender a dinâmica dos padrões de resposta dos manguezais frente ao provável evento de ENMRM para a RESEX estudada.

Nesta conjuntura, as simulações ambientais são fundamentais na busca de compreensão dos padrões de respostas do manguezal e as possíveis consequências de ENMRM, sobretudo em áreas de uso e ocupação complexos onde há uma intensa ocupação e exploração antrópica, permitindo gerar diagnósticos e prognósticos para um melhor gerenciamento do espaço costeiro, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de adaptações frente aos impactos decorrentes deste fenômeno.

Deste modo, é importante o desenvolvimento de novas pesquisas na área de estudo, principalmente para entender o porquê das áreas mais vulneráveis a perda de mangue na elevação do nível médio do mar coincidir com locais que predominam a fixação das armações de pesca, denominadas como camboas (currais de pesca). Essa confluência precisa ser investigada, para entender como os pescadores camboeiros enfrentarão os efeitos de ENMRM. Ademais, sugere-se também novos estudos para rever os limites da demarcação da RESEX, visto que encontram-se áreas de manguezais que ultrapassam a delimitação atual. Nessa nova proposta de delimitação recomenda-se incluir as feições de apicum, para evitar a ocupação destes espaços pela ação antrópica.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editoria, 2003. 158p.

AGUIAR, P. C. B.; PIRES, M. M.; PROFICE, C. C.; BRUNO, N. L. Origem e mosaico da paisagem da Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras, Bahia, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, e41311730240, 2022.

AGUIAR, A. O. E; CANÇADO, A. C. Governança hídrica e conflitos na Reserva Extrativista Marinha Baía de Iguape. **Revista De Gestão Social e Ambiental**, 14(3), 22–38. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v14i3.2398>.

AIRES, A. A.; BEZERRA, J. M. Mapeamento do índice de vegetação e temperatura de superfície da cidade de Pau dos Ferros-RN. **Revista Tecnologia Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 113-131, 2021.

ALMEIDA FILHO, E; TOGNELLA, M.; LIMA, K. Panorama da Conservação dos Manguezais Brasileiros: Distribuição das Reservas Extrativistas. **Enciclopédia Biosfera**, 17(33). 2020. Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/678>.

ARAGÃO, J. O. R. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. **Bull Inst. Fr. Études Andines**, Grécia, v. 27, n.3, p. 839-844, 1998.

ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 59, n. 2, 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44902>. Acesso em: 15 fev. 2023.

A TARDE. Votorantim extermina peixes e mariscos com vazão de Pedra do Cavalo. **A TARDE**. 2023. Disponível em: <https://atarde.com.br/portalmunicipios/portalmunicipiosreconcavo/votorantim-extermina-peixes-e-mariscos-com-vazao-de-pedra-do-cavalo-1243072>. Acesso em: 10 de nov. 2023.

AZEVEDO, A. Recôncavo da Bahia - Estudo de Geografia Regional, 1950. **Revista da Universidade de São Paulo**. N. 1, p. 141-162, Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rusp/article/view/143237>.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BAHIA NOTÍCIAS. **Ibama destinará R\$ 3 milhões para reparar danos da Baía de Iguape após pedido do MPF**. 2017. Disponível em: < <https://www.bahianoticias.com.br/justica/noticia/57398-ibama-destinara-rdollar-3-milhoes-para-reparar-danos-da-baia-de-iguape-apos-pedido-do-mpf> >; Acesso em: 24 jan. 2023.

BARBOSA, D., L., S.; ALMEIDA, K., S.; JÚNIOR, E., L., S.; MORAIS, R., C., S.; IWATA, B., F. Padrões espaciais e usos da terra em manguezais do delta do Parnaíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 14, 3881-3890, 2021.

BARBOZA, E. N; BEZERRA NETO, F. C; CAIANA, C. R. A. Sensoriamento Remoto aplicado à análise do fenômeno de Ilhas de Calor Urbano na Cidade de Vitória, Espírito Santo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, 2020.

BASÁÑEZ-MUÑOZ, A. D. J.; JORDÁN-GARZA, A. G.; SERRANO, A. Forest Structure and Projections of *Avicennia germinant* (L.) L. at Three Levels of Perturbation in a Southwestern Gulf of Mexico Mangrove. **Forests**. 12, 989. 2021.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: Esboço Metodológico. Tradução Olga Cruz. **RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba: Editora da UFPR. Nº 8, p.141-152, 2004.

BEZERRA, B. P. S. **Impactos dos eventos de El Niño e La Niña fortes no regime de precipitação no Nordeste brasileiro: uma revisão**. 2023. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) - Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

BEZERRA, J. S.; BEZERRA, D. S. Uso de autômatos celulares para entendimento dos impactos da elevação do nível do mar no litoral do Maranhão. **Matemática, Ciências, Tecnologia e Educação: desafios do mundo contemporâneo da Regional**. v. 7 n. 1, 2023. Disponível em: <https://revista.faculdadeitop.edu.br/index.php/revista/article/view/561>. Acesso em: 20 de out. 2023.

BEZERRA, D. S.; ARAÚJO, N. A. Simulação de Inundação em uma Bacia Hidrográfica Costeira. **Journal of Applied Hydro-Environment and Climate**, v.1, n.1, p14-24, 2019. <https://jahec.ufra.edu.br/index.php?journal=JAHEC&page=article&op=view&path%5B%5D=9&path%5B%5D=5>.

BEZERRA, D. S.; BRITO, V. G.; COSTA, V. R.; M.; FARIAS, M. F. L. **Procedimentos de simulação computacional da elevação do nível do mar como ferramenta para tomada de decisão na Zona Costeira Brasileira**. 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente. 2017.

BEZERRA, D. S. **Modelagem da dinâmica do manguezal frente à elevação do nível do mar**. São José dos Campos, Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) – INPE, 2014.

BEZERRA, D. S.; AMARAL, S.; KAMPEL, M. Impactos da elevação do nível médio do mar sobre o ecossistema manguezal: a contribuição do sensoriamento remoto e modelos computacionais. **Ciência e Natura**. ISSN: 2179-460X, v. 35 n. 2 Dez. 2013, p. 152-162, 2013.

BONFIM, N. P. S.; LIMA, E. M. A Paisagem como categoria geográfica: Comportamento espectral de vegetação do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé – Bahia. **GEOPAUTA**, vol. 4, núm. 1, 2020, P. 184-193. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia Brasil.

BORGES, H. P.; SANTOS, L. S. S.; BEZERRA, D. S.; FOOK, K. D.; CONCEIÇÃO, D. V. **Um overview sobre autômatos celulares**. In: SANTOS, A. L. S.; (Orgs.) *Dinâmica Espacial de Manguezais*. Curitiba, Editora Íthala. P. 123-143. 2019.

BORGES, J. C. A; BATISTA, L. F. A. Índice de vegetação e temperatura de superfície terrestre: comparativo entre formação de ilhas de calor nos perímetros urbanos de Londrina e Maringá no PR. **R. Bras. Geom.**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 256- 274, out/dez. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012** - Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. 2012b.

BRAUN, S.; AUMOND, J. J. **Simulação de Elevação do Nível do Mar na cidade de Joinville (SC)**. v. 17 n. 1, 2017: Anais do XVII ENANPUR. Disponível em: <http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/2318>. Acesso em: 27/09/2020.

BRAZ, A. M.; OLIVEIRA, I. J.; CAVALCANTI, L. C. S. Mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Mineiros (GO): uma representação a partir das fitofisionomias do Cerrado. **Ambiência**. Guarapuava (PR) v.15 n.3 p. 675-694 Set/Dez 2019 ISSN 2175 – 9405. 2020. Disponível em: https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/5917/pdf_1.

BRITTO, M. C.; FERREIRA, C. C. M. Paisagem e as Diferentes Abordagens Geográficas. www.ufjf.br/revistageografi a - v.2, n.1, p.1-10, 2011. **Revista de Geografia - PPGeo** - v. 2, nº 1. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/17890/9197>.

CAIONI, C.; NEVES, S. M. A. S.; CAIONI, S.; PARENTE, T. L. RODRIGUES, B. P.; Uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente no município Alta Floresta, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.25; p. 2017.

CALDWELL, K. **Sea Level Rise Vulnerability Analysis of Mangrove Ecosystems Using GIS**. Master's thesis. Nova Southeastern University. Retrieved from NSU Works. (526). 2020. Disponível em: https://nsuworks.nova.edu/occ_stuetd/526. Acesso em: 5 jan. 2022.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. p.1– 25, 2002.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Princípios Básicos em Geoprocessamento**. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. *Sistemas de Informações Geográficas (Aplicações na Agricultura)*. 2.ed. Brasília: SPI/ EMBRAPA-CPAC, 1998. 434 p.

CARVALHO, S. M.; CAVICCHIOLI, M. A. B.; CUNHA, F. C. A. Paisagem: evolução conceitual, métodos de abordagem e categoria de análise da Geografia. **Formação**, Presidente Prudente, n. 9, v.2, 2002. p. 309 – 347.

CARVALHO, E. A.; JARDIM, M. A. G. Composição e Estrutura Florística em Bosques de Manguezais Paraenses, Brasil. **Ciência Florestal**, 27(3), 923–930, 2017.

CAVALCANTE, J. DA C.; LIMA, A. M. M. Análise do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Mocajuba-PA. **InterEspaço: Revista De Geografia e Interdisciplinaridade**, 5 (18), 2019.

CAVALCANTE, J. C.; ALMEIDA, C. A.; BANDEIRA CASTELO, T. Análise de NDVI e temperatura da superfície terrestre utilizando a plataforma do Google Earth Engine em área de savana Amazônica e Floresta Secundária, no município de Vigia – PA. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 64–70, 2020. DOI: 10.21680/2447-3359.2020v6n1ID18978. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/18978>. Acesso em: 29 dez. 2023.

CHEN, R.; TWILLEY, R. R. Patterns of mangrove forest structure and soil nutrient dynamics along the Shark River Estuary, Florida. *Estuaries*, v.22, n.4, p.955-970, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo, Editora Hucitec, 1979, 144p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1999, 236p.

CHRISTOFOLETTI, A. A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, 52 (2): 21-35, abr./jun. 1990.

CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Los manglares de la costa brasileña: revisión preliminar de la literatura**. Edición y revisión electrónica: Guilherme Moraes de Oliveira Abuchahla. [S. l.]: Unesco, 1981. 47 f. Informe Técnico preparado para la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y la Universidad Federal de Santa Catarina. <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/43826>.

CINTRON, G.; LUGO, A. E.; POOL, D. J.; MORRIS, G. Mangroves of Arid Environments in Puerto Rico and Adjacent Islands. **Biotropica**, v.10, n. 2. p. 110- 121, 1978.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, Iná E. de; GOMES, Paulo C. da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (Orgs.). **Geografia: conceitos e temas**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, p. 15-47.

COSTA, S. P. C.; PEGADO, E. A. C. **Análise da degradação nos manguezais Norte-Rio-Grandenses: o caso de Canguaretama**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB – 21 a 24/11/2016.

COUTINHO, E. C.; FISCH, G. Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) na região do Centro de Lançamento de Alcântara – MA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, p. 193-203, 2007.

CRUZ, G. C. F.; SANTOS, J. S. V.; MORESCO, F. A.; KUBASKI, K. M. A temperatura de superfície terrestre nas áreas urbanas e rurais de Florínea-SP e Cabralia Paulista-SP. **Brazilian Journal of Development**, 9(1), 1833–1850. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-125>, 2023.

DUARTE, T. L. S.; REZENDE, V. A. Degradação dos manguezais em Aracaju/SE (Brasil): impactos socioeconômicos na atividade de catador do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*).

Revista Brasileira de Meio Ambiente. V. 7, n.1. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3522468>.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 12 jan. 2023.

ESCOBAR, H.; CASTRO, G. Recheados de "carbono azul", manguezais ganham destaque no combate às mudanças climáticas. **Jornal da USP.** 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/recheados-de-carbono-azul-manguezais-ganham-destaque-no-combate-as-mudancas-climaticas/>.

FERNANDES, W. A. A.; DA SILVA PIMENTEL, M. A. Dinâmica da Paisagem no Entorno da RESEX Marinha de São João da Ponta/PA: Utilização de Métricas e Geoprocessamento. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 326–344, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/47140>. Acesso em: 26 dez. 2023.

FERREIRA, A. B. H. **Mini Aurélio:** O dicionário da língua portuguesa. 6 Curitiba: Editora Positivo Ltda, 2004, 895 p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** São Paulo, Oficina de Textos, 2ª edição, 2007.

FRIESS, D. A.; ADAME, M. F.; ADAMS, J. B.; LOVELOCK, C, E. Mangrove forests under climate change in a 2_C world. **Wires Clim Change.** 2022;13:e792. wires.wiley.com/climatechange. <https://doi.org/10.1002/wcc.792>.

GARCIA, L. M.; MOREIRA, J. C.; BURNS, R. Conceitos Geográficos na Gestão das Unidades de Conservação Brasileiras. **GEOgraphia**, 20(42), 53-62, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2018.v20i42.a13832>.

GENZ, F.; PEREIRA, M. A. G.; LESSA, G. C. Avaliação dos efeitos da Barragem de Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape. **Congresso Brasileiro de Química**, 56, 2006.

GENZ, F. **Avaliação dos efeitos da barragem Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do rio Paraguaçu e Baía de Iguape.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia.

GHOSH, M. K.; KUMAR, L.; LANGAT, P. K. Geospatial modelling of the inundation levels in the Sundarbans mangrove forests dueto the impact of sea level rise and identification of affected species and regions. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, 10, 1028–1046. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1564373>. Acesso em: 05 Jan. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

GILMAN, E. H.; ELLISON, J.; COLEMAN, R. Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shoreline position. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 124, n. 1-3, p. 105-130, 2007.

GONÇALVES, A. L.; CRUZ, V. M. S.; CAMPOS, J. R. P.; SOUZA, D. V. Composição florística e fitossociológica do manguezal da zona portuária de São Luís, Maranhão, Brasil. **BIOFIX Scientific Journal** 3, 01-07, 2018.

GONÇALVES, F. B; FERREIRA, R. A; MELLO, A. A.; GAMA, D. C; SANTOS, T. I. S; ALMEIDA, E. S; PRATA, A. P. N. Composição e estrutura de uma área de manguezal da Floresta Nacional do Ibura, estado de Sergipe. **Acta Biológica Catarinense**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 103–112, 2020. Disponível em: <https://periodicos.univille.br/ABC/article/view/165>. Acesso em: 29 dez. 2023.

GRUBER, N. L. S; BARBOZA, E. G.; NICOLODI, J. L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. n. 01, p. 81-89, 2003. **Gravel**, Porto Alegre. https://www.ufrgs.br/gravel/1/Gravel_1_07.pdf. Acesso em: 10 Jan. 2022.

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; LUSTOSA, J. P. G. Revisitando a Teoria Geossistêmica de Bertrand no século XXI: aportes para o GTP (?). **Geografia em questão**, v. 05, n. 02, 2012.

HADLICH, G. M., UCHA, J. M. Apicuns: Aspectos Gerais, Evolução Recente E Mudanças Climáticas Globais. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, 10(2), 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v10i2.126>.

HELLDEN, U.; STERN, M. Evaluation of Landsat Imagery and Digital Data for Monitoring Desertification Indicators in Tunisia. Proc. 14th. Int. Symp. on Rem. Sens. of Environ., p. 1601-1611, 1980.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. 178 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de pedologia Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 170 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações ambientais**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/. Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades- Informações Estatísticas**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidades>, 2014. Acesso: junho de 2014.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Manifestação do ICMBio em processo de Licenciamento Ambiental – Usina Hidrelétrica de Pedra do Cavalo**. Maragogipe / BA Junho / 2017. Disponível em: Apresentações_Audiencia_UHE_Pedra_Cavalo_08.06.2017.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Dados socioeconômicos sobre a RESEX Baía do Iguape são divulgados.** 2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/20-geral/4382-dados-socioeconomicos-sobre-a-resex-baia-do-iguape-sao-divulgados.html>. UC: Reserva Extrativista Acesso em: 12 de set. 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados históricos.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 09 Fev. 2023.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogos de Imagens.** Disponível em: Acesso em: 27 de Dez. 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **O que é Zona de Convergência Intertropical?** 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/zona-de-convergencia-intertropical-zcit>. Acesso em: 13 de jan.2024.

IPCC, 2022: **Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.** Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 3056 pp.

IPCC, Climate Change 2014: Synthesis Report. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, 151p.

IPCC, **Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la Vulnerabilidad.** Resumem para responsables de políticas. Informe Especial del IPCC. Zimbabwe. IPCC. 1997. 17p.

IPCC, **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C.E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2007, 976p.

IPCC, **Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la Vulnerabilidad.** Resumem para responsables de políticas. Informe Especial del IPCC. Zimbabwe. IPCC. 1997. 17p.

IWAMA, A.Y.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, L. C. Riscos geotécnicos e vulnerabilidade social em zonas costeiras: desigualdades e mudanças climáticas. **Ambiente & Sociedade.** São Paulo v. XVII, n. 4 n p. 251-274, 2014.

KHAN, A. S.; RAMACHANDRAN, A.; PALANIVELU, K.; SELVAM, A. Climate change induced sea level rise projections for the Pichavaram mangrove region of the Tamil Nadu coast, India: A way forward for framing time-based adaptation strategies. **Indian Journal of GeoMarine Sciences.** Vol. 45(2), February, p. 296- 303. 2016. Disponível em: <http://59.160.153.188/library/sites/default/files/IJMSpercentage2045percentage282percentage29percentage20296-303.pdf>. Acesso em: 15 Jan. 2022.

KH'NG, X.Y.; TEH, S.Y.; KOH, H. L. Modeling Sea Level Rise Impact on Coot Bay Hammock, Florida Everglades. **International Journal of Mathematics and Computer Science**, 16, no. 3, 989–1001. 2021. Disponível em: <http://ijmcs.futurein-tech.net/16.3/R-Kh'ng-Teh-Koh.pdf>. Acesso em: 05 Jan. 2022.

KOPP, R. E.; HORTON, R. M.; LITTLE, C. M.; MITROVICA, J. X.; OPPENHEIMER, M; RAUSMUSSEN, D. J.; STRAUSS, B. H.; TEBALDI, C. Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. **Earth Future**, v. 2, p. 383-406, 2014.

LACERDA, L. D.; MENEZES, M. O. T.; MOLISANI, M. M. Changes in mangrove extension at the Pact River estuary, CE, NE Brazil due to regional environmental changes between 1958 and. **Biota Neotropica** Sep/Dez 2007 vol. 7, no. 3. 2004. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn00807032007>. Acesso em: 12 Jan. 2022.

LANDIS, J. R.; KOCH G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**. v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LEÃO, S. S.; ARAÚJO, A. N.; OLIVEIRA, L. M. M. Análise Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Reserva Extrativista Marinha Caeté- Taperaçu, Bragança, Pará. **Mares: Revista de Geografia e Etnociências**, 2(2), 17-30. 2021. Recuperado de <https://revistamares.com.br/index.php/files/article/view/94>.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Observorium: Revista Eletrônica De Geografia**, 4(12). 2018. Recuperado de <https://seer.ufu.br/index.php/Observorium/article/view/45664>.

LESSA, G. C., et al. Oceanografia física. In: HATJE, V., ANDRADE, J.B., orgs. Baía de todos os santos: aspectos oceanográficos [online]. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 68-119. ISBN 978-85-232- 0929-2. Available from SciELO Books.

LESSA, G. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; BRICHTA, A. **The Tides and Tidal Circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization**. In: Academia Brasileira de Ciências. Anais Vol. 73(2): 2001. 245-261 p.

LIANG, S.; HU, W.; WU, P.; WANG, J.; SU, S.; CHEN, G.; DU, J.; LIU, W.; CHEN, B. Prediction of the joint impacts of sea level rise and land development on distribution patterns of mangrove communities, **Forest Ecosystems**, Volume 10, 2023. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2197562023000155>).

LIMA, A. M. M; MONTEIRO, J. B. A Análise Integrada da Paisagem como Subsídio à Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais: Alguns Apontamentos e Reflexões. Revista Equador. **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 9, Nº 4, Ano, 2020, p.56 a 73 Home: Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/10415/7023>.

LIMA, G.; M. BRITO, A. G.; FARIAS, F. J. Um resgate a obra de Georges Bertrand: contribuições teóricas e metodológicas na análise da paisagem. **Revista Verde Grande: Geografia E Interdisciplinaridade**, 3(01), 03–20. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/rvg2675239520211320>.

LIMA, T.; TOGNELLA, M. Estrutura e Função dos Manguezais: Revisão Conceitual. **Enciclopédia Biosfera**, 8(15). 2012. Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3748>.

LONDE, V.; SALLES, D. M.; LEITE, M. G. P.; ANTONINI, Y. Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, p. 629-637, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v37n4/06.pdf>>.

LOPES, L. G. N.; SILVA, A. G.; GOULART, A. C. O. A Teoria Geral do Sistema e suas aplicações nas ciências naturais. **Natureza online**. 2015, ISSN 1806-7409 – Disponível em: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_LopesLGNetal_1-5.pdf. Acesso em: 21 set.2020.

LUZ, C. J. **Monodominância em Bosques de Mangue como consequência de tensores Ambientais**. Cruz das Almas, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo Baiano. 2018.

MACHADO, A. M. B.; SOARES, L. S.; FARIA, K. M. S.; Análise Estrutural da Paisagem da RESEX de Cururupe, Maranhão, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 7-16, jan. 2022. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/702>>. Acesso em: 26 dez. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade**, 2006. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/imprensa/_arquivos/livro%20completo.pdf, Setembro.

MARINHO, R. R. Desmatamento em reservas extrativistas no nordeste de Rondônia: projeções para projetos REDD. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. 28 a 31 de Maio de 2017 INPE Santos - SP, Brasil. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2017/10.27.12.43/doc/61660.pdf>.

MARTINS, P. T. A.; COUTO, E. C. G.; DELABIE, J. H. C. Fitossociologia e estrutura vegetal do Manguezal do rio Cururupe (Ilhéus, Bahia, Brasil), **Revista da Gestão Costeira Integrada** 11(2):163-169 (2011).

MATIAS, L.; SILVA, M. D. Monitoramento e análise da vegetação de manguezal no litoral sul de Alagoas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, 2(3), 312-319. 2017. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.3.2017.1447.312-319>.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RA'E GA**, Curitiba, n.8, p. 83-91, 2004.

MEDEIROS, B. S., D.; OLIVEIRA, A. M.; DINIZ, M. T. M. Georges Bertrand e a Análise Integrada da Paisagem em Geografia. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 63-80, 2018. DOI: 10.21680/2447-3359.2018v4n2ID15244. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/15244>. Acesso em: 2 mar. 2023.

MELO, J. G. S.; SILVA, E. R. A. C. Avaliação do estuário do Capibaribe (Recife/Pernambuco, Brasil) acerca da degradação ambiental nos manguezais em ambientes urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, n.1, v.1. 039-047 (2018). Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/8>. Acesso em: 10 de set. 2023.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropical**, Campinas, vol.1, n. 1/2, Dez. 2001. 1-9 p.

MIGUENS, A. P. **Navegação: a ciência e a arte**, volume I: Navegação Costeira, Estimada e em águas restritas. 1996.

MINAYO, M. C. S. Ciência, Técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. S. (orgs.) **Pesquisa social**. Petrópolis. Ed. Vozes, 2002. p. 7- 29.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Base de Dados**. 2013. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/segurancaquimica/cartas-de-sensibilidade-ao-oleo/atlas,-cartas-e-mapas.html>. Acesso em: 10 de set. 2021.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Org. MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. In: *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F; (orgs). *Clima urbano*. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2011. 192p.

MOREIRA, E. B. M. **Variação espacial e multitemporal das temperaturas da superfície na cidade do Recife**. 2009. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. **Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo**. In: FELFILI, J. M. et al. (Ed.) *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. p.174-212.

MUSLIM, T., O.; AHMED, A., N.; MALEK, M. A.; AFAN, H. A.; IBRAHIM, R., K.; EL-SHAFIE, A.; SAPITANG, M.; SHERIF, M.; SEFELNASR, A.; EL-SHAFIE, A. Investigating the Influence of Meteorological Parameters on the Accuracy of Sea-Level Prediction Models in Sabah, Malaysia. **Sustainability**, 12. 2020.

NASCIMENTO, D. V.; HADLICH, G. M.; MENDONÇA, L. F. F.; LENTINI, C. A. D.; MASCARENHAS, R. B.; SILVA JUNIOR, J. B. Evolução Espacial de Apicuns: Fatores Antrópicos e Naturais na Baía de Todos os Santos, Costa Nordeste do BRASIL. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 53, p. 116-138, dez. 2022. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/79573>>. Acesso em: 26 dez. 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v53i0.79573>.

NASCIMENTO, O. S.; MORAIS, R. C. de S.; SOUZA, I. R. M.; LIMA, T. P. Análise espaço-temporal do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Alto Paraim – Piauí. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 32, 2018. DOI: 10.5216/revgeoamb.v0i32.49955. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/49955>. Acesso em: 4 mar. 2023.

NASCIMENTO, D. V. **Avaliação Espaço - Temporal e Caracterização Geoquímica de Apicuns na Baía de Todos os Santos, Bahia**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente – POSPETRO, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2017.

NEVES, C. E.; SAMPAIO, R. Geossistema, território e paisagem: um enfoque geográfico para a análise ambiental. **Anais do XIX EAIC, UNICENTRO: PR**, 2010.

NGUYEN, H. T. T.; HARDY, G. E. S.; LE, T.V.; NGUYEN, H. Q.; NGUYEN, H. H.; NGUYEN, T. V.; DELL, B. Mangrove Forest Land cover Changes in Coastal Vietnam: A Case Study from 1973 to 2020 in Thanh Hoa and Nghe and Provinces. **Forests**. 2021, 12, 637. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f12050637>.

NOLASCO, G. M. **Análise da paisagem das Unidades de Conservação de Boa Nova – Bahia, Brasil**. Dissertação. Universidade estadual do sudoeste da Bahia. Programa de pós-graduação Stricto Sensu em ciências Ambientais. Itapetinga. Bahia. Itapetinga, BA: UESB, 2017. 79fl.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p.

NUNES, K. R. S; COSTA, C. L; MENDONÇA, I. S. C. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio Cururuca em Paço do Lumiar- MA. VII- CONNEPI - Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas – TO. 2012. Disponível em: <https://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4346>. Acesso em: 12 de out. 2023.

OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L. **Solos Indiscriminados de Mangues**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/solos-indiscriminados-de-mangues>. Acesso em: 26/12/2023.

OLIVEIRA, L. M. M. Análise da ocupação das áreas de apicum e salgado pela carcinicultura, na planície fluviomarina do rio Coreaú-CE à luz do novo código florestal. 2017. 105 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2017) - Universidade Estadual do Ceará, 2017. Disponível em: <http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=82714> Acesso em: 12 de junho de 2023.

OLIVEIRA, J.; SOUZA, R. M.; SOBRAL, I, S. A carcinicultura marinha e seus impactos no manguezal do Vaza-Barris em São Cristóvão SE. REDE – **Revista Eletrônica do Prodema**. Fortaleza, Brasil,11, 30-45, ISSN: 1982-5528. 2017. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/422>. Acesso em: 10 Jan. 2022.

OLIVEIRA, A. C.; RUBATINO, I.; ALMEIDA, P. M.; CRUZ, C. M. Mapeamento do uso e cobertura da terra no entorno da baía de Sepetiba em apoio à identificação de pressões sobre os Manguezais. **Mares: Revista De Geografia e Etnociências**, 1(2), 93-105. 2019.

ORNELLAS, J. L. **A RESEX Baía do Iguape (BA) como prestadora de serviços ecossistêmicos no sequestro de carbono: modelagem das alterações no estoque de carbono**.

Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Sul da Bahia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Porto Seguro, 2022.

PARAGUASSU, L. A. A.; SILVA, M. N. Caracterização fitossiológica do manguezal de Porto de Sauipe, Entre Rios, Bahia. *Diálogo & Ciência: Revista da Rede de Ensino FTC*. v. 5, n. 12, p.1-12, 2007.

PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2016. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6.

PEDRAS, L. R. V. **A paisagem em Alexander Von Humboldt**: o modo descritivo dos quadros da natureza. São Paulo, Revista USP, 2000.

PEREIRA, C. C.; MARIANO, Z. F.; WACHHOLZ, F.; CABRAL, J. B. P. Análise da Temperatura de Superfície e do Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Bacia Barra dos Coqueiros (GOIÁS). **REVISTA GEONORTE**, 3(9), 1243, 2012. Recuperado de [//www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2576.R](http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2576.R)

PEREIRA, C. T.; LIMA, R. S.; BOURSCHEIDT, V. **Estimativa sazonal da temperatura de superfície e identificação de Ilhas de Calor Urbana na Região Portuária de Santos-SP**, In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, SP, Anais..., 2017.

PESSI, D. D.; PIMENTEL, C. F.; CÂNDIDO, A. K. A. A.; MIRANDA JUNIOR, P. L.; SILVA, N., M. Análise da relação entre NDVI e a temperatura da superfície terrestre como técnica no planejamento urbano dos municípios. **Terr@ Plural**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 237–251, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/13100>. Acesso em: 29 dez. 2023.

PETRI, D. J. C.; BERNINIL, J. C.; SOUZA, L. M.; REZENDE, C. E. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do Rio Benevente, Anchieta, ES. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 107-116, 2011.

PINTO, J. S.; PINTO, A. L.; PINTO, V. P. S.; OPPLIGER, E. A.; OLIVEIRA, A. K. M. Análise das mudanças do uso e cobertura da terra em dois parques urbanos e seus entornos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 33-48, e59194, 10 set. 2021.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. Análise sobre a Temperatura da Superfície Terrestre com utilização de Imagens de Satélite. **Revista De Geografia**, 37(2), 150–161, 2020. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2020.243401>.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação** São José dos Campos, SP: Silva Vieira Edições, 2007.

RAMOS, S. Manguezais da Bahia: breves considerações. 104p., Editora Editus, Ilhéus, BA, Brasil. ISBN: 85-7455-047-7. 2002.

RIBEIRO, V. C. M. **Análise biomecânica da articulação coxofemoral para classificação do desempenho de corrida empregando a lógica difusa**. Mestrado em Engenharia Biomédica Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu. São José dos Campos, dezembro/2020.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. Mercator. **Revista de Geografia da UFC**, Ano 1, n. 1, Fortaleza: 2002.

RODRIGUES, T. W. P.; SZLAFSZTEIN, C. Análise multi-temporal da cobertura da terra antes e depois da criação da Resex Marinha de Soure-PA. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6963. Disponível em: https://www.academia.edu/97813142/An%C3%A1lise_multi_temporal_da_cobertura_da_terra_antes_e_depois_da_cria%C3%A7%C3%A3o_da_Resex_Marinha_de_Soure_PA. Acesso em: 26 de dez. 2023.

ROJAS, O.; MARDONES, M.; MARTÍNEZ, C.; FLORES, L.; SÁEZ, K.; ARANEDA, A. Flooding in Central Chile: Implications of Tides and Sea Level Increase in the 21st Century. **Sustainability**, 10, 4335, 2018. doi: 10.3390/su10124335.

ROSA, R. Análise Espacial em Geografia. **Revista da ANPEGE**, Dourados-MS, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia** do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, **2006**. 208 p.

SANTANA, R. S.; SILVA, S. C. P. G. Avaliação do avanço do Desmatamento na Unidade de Conservação Reserva Estadual Extrativista Jaci-Paraná – RO, no período de 1996 a 2016. **Terr@ Plural**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 93–105, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/10469>. Acesso em: 26 dez. 2023.

SANTOS, M. A.; DIAS, R. R.; JARDIM, M. A. G. Diagnóstico florístico e ambiental de um bosque de manguezal na Reserva Extrativista Chocoaré Mato Grosso, Santarém Novo, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.13, n.03 (2020) 1080-1093.

SANTOS, G. G.; SOUZA, V. Q.; FREITAS, T. P. M. Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra no Município de Magalhães de Almeida/MA. **Geografia: Publicações Avulsas**. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v.2, n. 2, p. 194-208 jul./dez. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/11996/7756>. Acesso em: 30 de ago. 2023.

SANTOS, C. C.; JOVELINO, R. V.; SILVA, G. B. S. Conselho Quilombola e sua função deliberativa no planejamento do estado: o caso da Bacia e do Vale do Iguape. **Bahia anál. dados**, Salvador, v. 28, n. 2, p.178-195, jul. Dez. 2018.

SANTOS, A. H. M.; ARAGÃO, M. R. S.; CORREIA, M. F., ARAUJO, H. A.; SILVA, A. B. Distúrbio Ondulatório de Leste e seus Impactos na Cidade de Salvador. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 3, 355 - 364, 2012.

SANTOS, L. S.; MARTORANO, L. G.; BATALHA, S. S. A.; PONTES, A. N.; SILVA, O. M.; WATRIN, O. S.; GUTIERREZ, C. B. B. Imagens orbitais e termografia infravermelho na avaliação da temperatura de superfície em diferentes usos e cobertura do solo na Floresta Nacional do Tapajós e seu entorno, PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.09, n.04,

2016, 1234-1253. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149984/1/1631-11546-1-PB.pdf>.

SANTOS, S. S. C.; ARAÚJO, E. D. A.; SOUZA, M. S. Análise dos Tensores Antropogênicos dos Mangues no Complexo Estuarino Real- Piauí Fundo, sul de Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 14, 1690-1706. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/245203/38885>. Acesso em: 28 Dez. 2021.

SANTOS, A. P.; SIMIONATTO, H. H.; FELICI, E. M. Variação do Índice NDVI e da Temperatura da Superfície Terrestre na Malha Urbana do Município de Paracatu–MG Entre 1985 e 2005. **Colloquium Exactarum**, 2020, Vol 12, Issue 2, p119.

SANTOS, E.; FOOK, K. D.; SANTOS, A. L. S.; BORGES, H. P.; BEZERRA, D. S.; CONCEIÇÃO, D. V. **Raposa View: Ferramenta para visualização 3D de cenários de inundação**. In: SANTOS, A. L. S.; (Orgs.) Dinâmica Espacial de Manguezais. Curitiba, Editora Íthala. P. 123-143. 2019.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficinate textos, 2004.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros: uma bibliografia (1614-1986)**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista, São Paulo: 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C. C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: TURRA, A., and DENADAI, MR., orgs. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos [online]. São Paulo: **Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, 2015, pp. 62-80. ISBN 978-85-98729-25-1. Available from Scielo Books.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia**. Curitiba: Editora UFPR, 2003.

SEI, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Estatísticas dos Municípios Baianos**. Salvador: SEI, 2012. 392p.

SILVA, L. A. P.; ROCHA, A. M.; SOUZA, C. M. P.; LEITE, M. E. Análise da temperatura de superfície terrestre e variáveis biofísicas em domínios de vegetação do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 43, n. 1, e181068, 2023.

SILVA, J. P. L. S.; RIBEIRO, D. D. M. Temperatura Superficial Terrestre e NDVI dos Bairros da Área Urbana de Arapiraca – AL: Uma Análise a Partir das Estatísticas Zonais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 92, p. 343–355, 2023. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/64151>. Acesso em: 29 dez. 2023.

SILVA, J. P. S.; LOUREIRO, G. E.; SOUSA. Análise espaço-temporal da temperatura da superfície terrestre na Cidade de Marabá, Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 7, 2021.

SILVA, J. F.; GOMES. M. B.; CANDEIAS, A. L. B.; RODRIGUES, G. G. Análise das dinâmicas vegetacionais e impactos na zona de borda da reserva extrativista marinha Acaú-Goiana (Pernambuco / Paraíba - Brasil) e sua área de entorno. **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, n. 1, p. 188-207, 2020, Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/6784>. Acesso em: 14 de jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.33360/RGN.2318-2695.2020.i1.p.188-207>.

SILVEIRA, C. T. **Análise da ocupação e uso da terra e transformação da paisagem no município de Passo de Torres/SC**. Dissertação de Mestrado Brasília – DF. 2019. Mestrado em Geografia.

SOUZA, A. P. S.; SOUZA, I. S.; AGUIAR, A. O.; STEINMETZ, S. **Conflitos ambientais na reserva extrativista marinha Baía do Iguape-BA: Os Impactos na Biodiversidade**. In: 10^o Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. Anais...Três Rios (RJ) ITR/UFRRJ, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/10sigabi/420145-conflitos-ambientais-na-reserva-extrativista-marinha-baia-do-iguape-ba--os-impactos-na-biodiversidade>>. Acesso em: 20/02/2023 11:21.

SOUZA, A. P. S.; SOUZA, I. S.; OLAVO, G.; LOBÃO, J. S. B.; SÃO JOSÉ, R.V. Mapeamento e identificação de vetores responsáveis pela supressão do manguezal na Zona Costeira do Baixo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 12, 2503-2521, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/241663>. Acesso em: 12 dez. 2021.

SOUZA, A. P. S.; SOUZA, I. S.; OLAVO, G.; LOBÃO, J. S. B.; SÃO JOSÉ, R.V. Detecção remota do avanço da carcinicultura sobre os manguezais na Bahia: estudo de caso nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 14, 2242-2252. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244500>.

SOUZA, I. S. **Geotecnologia aplicada ao estudo das artes fixas da pesca artesanal na zona costeira do Baixo Sul da Bahia e Recôncavo Baiano. Feira de Santana- BA**. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) -Programa de Pós -Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana. 2018.

SOUZA I. S.; LOBÃO, J. S. B. **O geoprocessamento aplicado ao estudo das mudanças da Paisagem: Análise multitemporal da paisagem do município de São Félix/BA**. In: Simpósio Sobre as Geotecnologias e Geoinformação no Estado de Alagoas. IV, 2016, Alagoas.

SOUSA, S. B.; FERREIRA, L. G. Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002 – 2011), **Confins** [Online], 15, 2012, 29. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/7631>. Acesso em: 03 de set. 2023.

SOUZA FILHO, C. R.; CRÓSTA. A. P. Geotecnologias Aplicadas à Geologia. **Revista Brasileira de Geociências**. Campinas, São Paulo. Volume 33, p.1-4, 2003.

SOUZA, M. L.; R.; FALKENBERG, D. B.; AMARAL, A. C.; SÁ, M. R. Vegetação do Pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil: II. Fitossociologia do Manguezal. **Insula**, Florianópolis, n.22, p.107-142, 1993.

SPALDING, M.; BLASCO, F.; FIELD, C. **World mangrove atlas**. ISME, Okinawa, 1997. 178p.

SUETERGARAY, D. M. A. **Geografia Física? Geografia ambiental? ou Geografia do ambiente?** In: MENDONÇA, F.; KOSEL, S. Elementos da Epistemologia da Geografia Contemporânea. Curitiba: UFPR, 2002.

SUETERGARAY, D. M. A. **O espaço geográfico uno e múltiplo**. In: SUETERGARAY, D.M.A.; BASSO, L.A.; VERDUM, R. (Org.). Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre: Editora UFRGS, 2000.

SYAHID, L. N.; WARD, R. D.; SAKTI, A. D.; ROSLEINE, D.; WIKANTIKA, K.; WINDUPRANATA, W. **Predicting future sea level rise on land suitability for rehabilitation and restoration of mangroves in Indonesia**, Assembleia Geral da EGU. 2022, Viena, Áustria, 23-27 de maio de 2022, EGU22-9058, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-9058>.

TAMBOSI, L. R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Doi:10.11606/D.41.2008.tde-18072008-163630. Acesso em: 2023-12-27.

TAVARES, A. C. Mudanças Climáticas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T.; (Orgs.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 8 edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 49-88.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977. 97 p.

TOGNELLA, M.; LEOPOLDO, R.; OLIVEIRA, C.; PASCOALINI, S.; SILVA, E. Diversidade Estrutural das Florestas de Mangue da Costa Central e Norte do Espírito Santo: Contribuições Para Entendimento de Funções ecossistêmicas. **Enciclopédia Biosfera**, 17(33). 2020. Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/665>.

TOMAZ, R. B.; SANTOS, A. L. S.; BORGES, H. P. L.; BEZERRA, D. S. Predicting the impacts of sea-level rise on the Amazon macrotidal mangrove coast. **Revista Brasileira de Climatologia**. ISSN: 2237-8642 (Eletrônica). Ano 15 – Vol. 25 – Jul/Dez 2019.

TOMAZ, R. B. **Simulação dos impactos da elevação do nível do mar na costa de manguezais de macromarés da Amazônia Maranhense**. São Luís. Tese (Mestrado em Meio Ambiente) - 2018.

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Autômato celular baseado em indivíduos**, 2022. Disponível em: https://fiscomp.if.ufrgs.br/index.php/Aut%C3%B4mato_celular_e_modelo_baseado_em_indiv%C3%ADduos. Acesso em: 11/01/2024.

Unidades de Conservação no Brasil. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/258>. Acesso em: 21 de out. 2023.

USGS, United States Geological Survey. **Earth Explorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 02 Jan. 2022.

USGS, United States Geological Survey. **Landsat Missions: landsat 9**. 2022. Disponível em: https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con. Acesso em: 05 de jan. de 2022.

VALE, J. R. B.; LEITE, T. V. S.; SILVA, E. L. S.; SANTOS, J. F. Análise espacial das unidades de paisagem da reserva extrativista Marinha Mocapajuba, Zona Costeira do Nordeste Paraense. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 16, n. 02, p. 153–173, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/1259>. Acesso em: 26 dez. 2023.

WILSON, R. Impacts of Climate Change on Mangrove Ecosystems in the Coastal and Marine Environments of Caribbean SmallIsl and Developing States (SIDS). **Science Review**. p. 60-82. 7. 2017. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/607715/7.Mangroves_combined.pdf. Acesso em: 12 Jan. 2022.

WOODROFFE, C. D.; ROGERS, K.; MCKEE, K. L.; LOVELOCK, C. E.; MENDELSSOHN, I. A.; SAINTILAN, N. Mangrove Sedimentation and Response to Relative Sea-Level Rise. **Annu. Rev. Mar. Sci.** 2016.8:243-266. Downloaded from www.annualreviews.org Access provided by 187.1.153.30 on 12/29/23. For personal use only. Disponível em: annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-marine-122414-034025

YAMAMOTO, M. K; ARAI, E.; SOUZA, A. F.; SHIMABUKURO, Y. E. Variação da Tendência da Temperatura da Superfície Terrestre em uma série Temporal do Sensor Modis. **REGRASP**, v. 2, n. 4, ago. 2017, p. 28-42. Disponível em: <https://regrasp.spo.ifsp.edu.br/index.php/regrasp/article/view/138>.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos SP**. 2006. 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104436>>.

ZHANG, Y.; CUI, L.; XIE, D.; JIANG, J. Simulation and Prediction of Sea Level Rise Impact on the Distribution of Mangrove and *Spartina alterniflora* in Coastal China. **Forests**, 2023, 14, 831. <https://doi.org/10.3390/f14040831>.

ZAGATTO, B. P. **Sobreposições territoriais em são Francisco do Paraguaçu: território quilombola, fazendas e unidades de conservação Baía do Iguape – Bahia**. Salvador, BA 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/33088/1/Tese%20Bruna%20Zagatto.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2022.

ZALOTI, F. A.; SANTOS, P. S.; CARDOSO, D. M. C. Comparação entre a cobertura vegetal e a temperatura de superfície terrestre, em Lauro de Freitas na Bahia. **Revista Brasileira de**

Sensoriamento Remoto. v.4, n.2, p.02-12. 2023.
<https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/103/53>.

Disponível:

ANEXOS

Anexo A- Autorização do MMA/ICMBio à realização de pesquisa na RESEX Marinha Baía do Iguape



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 86545-1	Data da Emissão: 02/01/2023 15:00:22	Data da Revalidação*: 02/01/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: IVONICE SENA DE SOUZA	CPF: 029.691.635-86
Título do Projeto: PAISAGENS E TERRITORIALIDADES NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BÁIA DO IGUAPE, FRENTE À ELEVÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal de Sergipe	CNPJ: 13.031.547/0001-04

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de coordenadas geográficas e fotos do ecossistema manguezal	01/2023	01/2023
2	Coleta de fotos dos usos e ocupação presentes no entorno do ecossistema manguezal;	01/2023	03/2023
3	Realização de entrevistas com pescadores e marisqueiras	01/2023	12/2024
4	Identificação dos padrões fitogeográficos dos manguezais.	02/2023	12/2024
5	Coleta de coordenadas geográficas dos usos e ocupação presentes no entorno do ecossistema manguezal;	01/2023	03/2023
6	Levantar dados de campo das estruturas nos bosques de mangue, como composição florística	01/2023	03/2023
7	Realização de Oficinas e mapeamentos participativos.	05/2023	12/2024

Observações e ressalvas

1	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
2	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros)
4	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0865450120230102

Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 86545-1	Data da Emissão: 02/01/2023 15:00:22	Data da Revalidação*: 02/01/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: IVONICE SENA DE SOUZA	CPF: 029.691.635-86
Título do Projeto: PAISAGENS E TERRITORIALIDADES NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO IGUAPE, FRENTE À ELEVÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR	
Nome da Instituição: Fundação Universidade Federal de Sergipe	CNPJ: 13.031.547/0001-04

Observações e ressalvas

9	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	É necessário entrar em contato com a Chefia da Resex para verificar a possibilidade de participação de membros da equipe da Resex nas atividades de consulta a pescadores e marisqueiras previstas pela pesquisa, em decorrência da convergência e similaridade com atividades previstas pela Resex para 2023. É imprescindível que seja feita uma apresentação da pesquisa para o Conselho Deliberativo da Resex, e que exista abertura, por parte da pesquisadora, para incorporar eventuais recomendações do Conselho, principalmente quanto às atividades de campo da pesquisa. Essa apresentação ao Conselho também deve ser combinada com a Chefia da Resex.	RESEX Marinha da Baía de Iguape
---	---	---------------------------------

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Reserva Extrativista Marinha da Baía de Iguape (Cachoeira, Maragogipe e São Félix)	BA	Mata Atlântica	Não	Dentro de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Pesquisa socioambiental em UC federal	Dentro de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0865450120230102

Página 2/3

Anexo C- Parecer CEP/UFS.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: PAISAGENS E TERRITORIALIDADES NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DA BAÍA DO IGUAPE, FRENTE A ELEVAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

Pesquisador: IVONICE SENA DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 55997922.4.0000.5546

Instituição Proponente: Universidade Federal de Sergipe

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.792.983

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo "Informações Básicas da Pesquisa" (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2049423_E1pdf) e do "Projeto Detalhado / Brochura Investigador" (PROJETO_FINAL_emenda.docx), postados em 10/11/2022 e 11/11/2022, respectivamente.

Introdução:

As Zonas Costeiras estão sujeitas aos riscos ambientais das mudanças climáticas; provenientes de ações antrópicas e, dentre suas consequências, destaca-se a provável Elevação do Nível Médio do Mar (ENMM). As projeções apontam para um cenário de impactos em inúmeras cidades e ecossistemas costeiros, até o final do século XXI. No entanto, o ecossistema manguezal é considerado o mais vulnerável aos efeitos de ENMM. A pesquisa a ser desenvolvida tem como recorte espacial a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape (RESEX), localizada no Recôncavo Baiano, distante cerca de 110 km de Salvador, capital da Bahia, numa área de 10.082 hectares situada no baixo curso do rio Paraguaçu. A RESEX Baía do Iguape abrange área dos municípios de Cachoeira, Maragogipe e São Félix. O objetivo geral da tese é analisar os efeitos sistêmicos relativos da elevação do nível médio do mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: Sanatório

CEP: 49.060-110

UF: SE

Município: ARACAJU

Telefone: (79)3194-7208

E-mail: cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.792.983

da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, a partir de simulações de elevação do nível médio do mar para 80 anos (2020- 2100). O método científico que direcionará o presente estudo é o hipotético-dedutivo. A construção desta tese desenvolve-se à luz da análise integrada da paisagem na perspectiva sistêmica. Para a realização da simulação dos impactos da ENMM sobre o ecossistema manguezal, será adotado como base os princípios teóricos de Bezerra (2014). O estudo é composto de quatro etapas: a primeira etapa será o levantamento bibliográfico; a segunda etapa será o levantamento de dados cartográficos; tratamento dos dados cartográficos, processamento de imagens de satélite que servirá de base para confeccionar o mapa atualizado de uso e ocupação, que irá compor o banco de dados geográficos com as informações de entrada para a realização da simulação. A terceira etapa corresponde a realização das modelagens, na simulação será adotado um intervalo de tempo de 2020 a 2100, com 80 eventos intermediários. A quarta e última etapa corresponde aos levantamentos de campo, aplicação de entrevistas, registros fotográficos e oficinas e mapeamentos participativos.

Hipótese:

A elevação do nível médio do mar sobre os manguezais impactará diretamente nos espaços pesqueiros utilizados por pescadores e marisqueiras, no entanto, as mulheres pescadoras (marisqueiras) e os pescadores camboeiros (curralistas) serão os segmentos mais vulneráveis aos efeitos dos eventos de ENMM, por depender dos manguezais para desenvolverem suas atividades

Metodologia Proposta:

Para o desenvolvimento do estudo serão realizados levantamentos bibliográficos e de dados cartográficos. Confeção de mapas de uso e ocupação da área de estudo e modelagem de cenários de elevação do nível d mar. Para a realização das entrevistas semiestruturadas em campo, com pescadores e marisqueiras, em suas comunidades, estes serão identificados

previamente. Posteriormente, serão considerados novos pescadores a serem entrevistados indicados (reconhecidos) pelos próprios pecadores, utilizando método "bola de neve". De acordo com Vinuto, (2014, p.203) "A execução da amostragem em bola de neve se constrói da seguinte maneira: para o pontapé inicial, lança-se mão de documentos e/ou informantes-chaves, nomeados como sementes, a fim de localizar algumas pessoas com o perfil necessário para a pesquisa, dentro da população geral." Também serão entrevistadas pessoas que moram no

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº	CEP: 49.060-110
Bairro: Sanatório	
UF: SE	Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208	E-mail: cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.792.983

entorno da RESEX e que exerçam outros tipos de atividades econômicas, a exemplo de donos de hotéis, de pousadas, restaurantes, vendedores ambulantes, dentre outros. A aproximação dos pesquisadores se fará a partir das lideranças das respectivas comunidades pesqueiras presentes no entorno da Reserva extrativista Marinha da Baía do Iguape. Esses dados já foram utilizados pela pesquisadora em sua dissertação de Mestrado, que tinha

como objetivo "Testar o uso das geotecnologias no reconhecimento das artes fixas de pesca". Num segundo momento os monitores pesqueiros do referido projeto, residentes na área de estudo, auxiliarão os pesquisadores num primeiro contato com os "pescadores e marisqueiras". Novos pescadores e marisqueiras poderão ser identificados a partir de indicação dos primeiros entrevistados, seguindo método "bola de neve". Os pesquisadores então farão uma apresentação formal do projeto de pesquisa e do TCLE, propondo a colaboração dos "pescadore(a)s e marisqueiras". Para a realização do mapeamento participativo, será apresentado o mapa da área de estudo para os pescadores artesanais, para que eles identifiquem os locais onde tradicionalmente pescam. A partir desta técnica serão obtidas as informações acerca dos pontos de pesca, ou seja, será identificada as territorialidades dos pescadores e marisqueiras, a partir deste mapeamento será realizada uma análise para discutir se estes pontos estão sob ameaça de uma provável elevação do nível médio do mar. Para a análise da vulnerabilidade das comunidades pesqueiras frente aos impactos à elevação do NMM, será realizado a partir das observações de campo e entrevistas semiestruturadas com pescadores e marisqueiras, e posteriormente, esses dados serão tabulados para análises, após a análise serão apontados o grau de vulnerabilidade de cada comunidade frente ao provável processo de ENMM. Para a determinação do grau de vulnerabilidade destas comunidades serão levados em consideração as modelagens, os mapeamentos participativos e as entrevistas realizadas em campo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar os efeitos sistêmicos relativos da elevação do nível médio do mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras da Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, a partir de simulações de elevação do nível médio do mar para 80 anos (2020- 2100).

Objetivo Secundário:

- I. Discutir o uso e cobertura da terra para a Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape;
- II. Modelar cenários hipotéticos de elevação do nível médio do mar;
- III. Averiguar o comportamento do ecossistema manguezal a partir destas modelagens.

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº	CEP: 49.060-110
Bairro: Sanatório	
UF: SE	Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208	E-mail: cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.792.983

- IV. Avaliar as alterações estruturais nos bosques de mangue e no substrato;
- V. Identificar os padrões fitogeográfico dos manguezais;
- VI. Analisar indicadores de vulnerabilidade para os manguezais e as populações pesqueiras frente aos impactos a elevação do nível do mar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos são os mínimos possíveis. Os riscos que podem ocorrer durante a realização da pesquisa está relacionada aos questionários. Responder ao questionário pode gerar desconforto, constrangimento, entre outras situações.

Benefícios:

Este estudo busca conhecer os prováveis impactos da Elevação do Nível Médio do Mar (ENMM) sobre o ecossistema manguezal e as implicações socioambientais deste evento para as comunidades pesqueiras. Nesta conjuntura, as modelagens ambientais são fundamentais na busca de compreender os padrões de respostas do manguezal ao possível evento de ENMM, sobretudo em áreas de uso e ocupação complexos onde há uma intensa ocupação e exploração antrópica, permitindo gerar diagnósticos e prognósticos para um melhor gerenciamento do espaço costeiro, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de adaptação frente aos eventos de ENMM. O uso de técnicas de modelagens são fundamentais para prever e entender os possíveis impactos antes que os mesmos ocorram.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

EMENDA A PROJETO DE PESQUISA

- TROCA DE TITULO
- INCLUSÃO DE PESQUISADOR
- OUTROS

Data: 11/11/2022

TITULO DO PROJETO DE PESQUISA APROVADO PELO CEP:

Paisagens e Territorialidades Costeiras no Baixo Sul da Bahia, Frente à Elevação do Nível Médio do Mar.

TITULO DO PROJETO DE PESQUISA ALTERADO:

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº	CEP: 49.060-110
Bairro: Sanatório	
UF: SE	Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208	E-mail: cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.792.983

Paisagens e Territorialidades na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, Frente a Elevação do Nível Médio do Mar.

Encaminhamos para análise e conhecimento desse Comitê de Ética em Pesquisa – Seres Humanos as seguinte(s) alteração(es) no projeto de pesquisa mencionado acima:

1 – Citar modificação (es):

A modificação realizada no projeto corresponde a área de estudo. O projeto submetido anteriormente, tinha como recorte espacial a zona costeira dos municípios de Cairu, Nilo Peçanha e Valença, na região do Baixo Sul da Bahia. As alterações realizadas estão em destaque no Projeto de pesquisa.

2 - Justificar alteração (es) mencionadas:

A alteração foi realizada porque a área de estudo escolhida na primeira versão do projeto não apresentou os resultados esperados para a modelagem/simulação de elevação do nível médio do mar. Nesse sentido, a maioria dos objetivos e a metodologia proposta não são aplicável aos municípios costeiros do Baixo Sul da Bahia. Por isso, a troca da zona costeira dos municípios de Valença, Cairu e Nilo Peçanha pela Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape. Vale ressaltar, que a área de estudo proposta para essa nova versão do projeto não corre o risco de ser alterada. Antes da submissão foram realizados testes sobre o modelo proposto para a nova área de estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram observados óbices éticos na Emenda.

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, e Resolução CNS 510/2016, Art. 28, inc. V, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parcial semestral e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa inicial.

Endereço: Rua Cláudio Batista s/n°
Bairro: Sanatório **CEP:** 49.060-110
UF: SE **Município:** ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208 **E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.792.983

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2049423_E1.pdf	11/11/2022 17:46:02		Aceito
Outros	Emenda_projeto_pesquisa.docx	11/11/2022 17:45:06	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	Entrevista_UFSatual.docx	10/11/2022 23:41:15	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	Entrevista_Pscadores_Marisqueiras1.docx	10/11/2022 23:40:15	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	anuencia_atual.pdf	10/11/2022 23:38:04	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Ivonce1_atual.docx	10/11/2022 23:36:11	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Orçamento	Orcamento_emen.docx	10/11/2022 23:35:39	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_ROSEMERI_atual.docx	10/11/2022 23:35:25	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_IVONICE_atual.docx	10/11/2022 23:35:13	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Demonstrativoinfraestrutura_atual.docx	10/11/2022 23:34:56	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_atual.docx	10/11/2022 23:34:42	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETO_FINAL_emenda.docx	10/11/2022 23:32:34	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_atual.pdf	10/11/2022 23:32:12	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.doc	17/04/2022 20:04:11	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	anuencia.pdf	17/04/2022 20:00:07	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETO_FINAL.docx	17/04/2022 19:54:30	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Ivonce1.docx	17/04/2022 19:51:04	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	Anuencia.docx	17/02/2022 20:26:56	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	TERMO.docx	12/02/2022 04:53:52	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Outros	Entrevista2.docx	12/02/2022	IVONICE SENA DE	Aceito

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: Sanatório

CEP: 49.060-110

UF: SE

Município: ARACAJU

Telefone: (79)3194-7208

E-mail: cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.792.983

Outros	Entrevista2.docx	04:52:17	SOUZA	Aceito
Outros	Entrevista1.docx	12/02/2022 04:51:30	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	12/02/2022 04:48:26	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_ROSEMERI.docx	12/02/2022 04:46:43	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_IVONICE.docx	12/02/2022 04:45:39	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	12/02/2022 04:41:52	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_lvonice.docx	12/02/2022 04:41:18	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Demonstrativoinfraestrutura.docx	12/02/2022 04:38:48	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	12/02/2022 04:34:22	IVONICE SENA DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

ARACAJU, 05 de Dezembro de 2022

Assinado por:
FRANCISCO DE ASSIS PEREIRA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº
Bairro: Sanatório **CEP:** 49.060-110
UF: SE **Município:** ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208 **E-mail:** cep@academico.ufs.br

Anexo D- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O senhor (a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de um estudo sobre: “Paisagens e Territorialidades na Reserva Extrativista Marinha da Baía do Iguape, Frente a Elevação do Nível Médio do Mar”. Este estudo busca analisar os efeitos da elevação do nível médio do mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras na Reserva Extrativista Baía do Iguape, no período de 2022 a 2024, que será feito por mim, Ivonice Sena de Souza e pela Professora Rosemeri Melo e Souza, da Universidade Federal de Sergipe (UFS). A realização desta pesquisa busca conhecer os possíveis impactos do aumento do nível médio do mar sobre o ecossistema manguezal e os resultados sociais e ambientais deste evento para as comunidades pesqueiras. Pensando nesta situação, as simulações ambientais são fundamentais na busca de entendimento de como os manguezais se comportará diante de um possível aumento do nível médio do mar, principalmente em áreas de uso e ocupação onde há uma intensa ocupação e exploração econômica, permitindo gerar estudos para um melhor planejamento do espaço costeiro, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de adaptação frente aos eventos do avanço do nível médio do mar. A coleta de dados será através de entrevistas e realizações de encontros para realização de mapeamento participativo com pescadore(a)s e marisqueiras em suas comunidades, e moradores da região que exerçam outras atividades econômicas que não esteja relacionada a atividade pesqueira. O tempo de duração da entrevista será em torno de 20 a 30 minutos. A realização dos encontros para a realização dos mapeamentos participativo, terá um tempo de duração em torno de 4 horas, os mapeamentos participativos serão realizados nas comunidades pesqueiras com pescadore(a)s e marisqueiras. A escolha do dia, hora e local dependerá da disponibilidade de tempo de cada participante. Se o senhor(a) quiser participar da pesquisa, poderá responder algumas perguntas sobre os possíveis impactos da elevação do nível médio do mar e seus efeitos sobre o uso e ocupação dos moradores da região. Se for da sua vontade, poderá participar também do mapeamento participativo. Nesse mapeamento participativo, a partir de imagens de satélite, pescadores e marisqueiras poderão indicar os pontos de pesca e de captura de pescados e mariscos, os mapeamentos realizados por pescadores e marisqueiras serão sobrepostos as simulações realizadas pela pesquisadora, a partir deste mapeamento participativo será identificada as possíveis áreas a sofrer com os possíveis impactos do avanço do nível médio do mar e os efeitos deste sobre as comunidades pesqueiras. Os resultados deste estudo serão apresentados para pessoas da Universidade e publicados em revistas científicas e encontros de pesquisadores. Caso o senhor(a) permita, gostaríamos de tirar algumas fotos da realização dos mapeamentos participativos, dos desenhos que o senhor fizer ou de algum outro material que o senhor tenha e queira mostrar, como jornais e fotos antigas. Esses materiais que for mostrado durante a entrevista, vão ficar guardados no Grupo de Pesquisa em Geoecologia e Planejamento Territorial da Universidade Federal de Sergipe (GEOPLAN/UFS), sob os cuidados da professora Rosemeri Melo e Souza, durante cinco anos ou mais. O senhor poderá desistir de participar desta pesquisa a qualquer momento e pedir a retirada do seu depoimento e dos materiais fornecidos. O seu nome não será revelado e tudo o que o senhor(a) disser será mantido em segredo. Durante a entrevista, o senhor não precisa responder a todas as perguntas. O senhor não terá nenhum tipo de despesa e também não haverá nenhum tipo de pagamento por sua colaboração. Esclarecemos que toda a informação coletada nas entrevistas e nos mapeamentos participativos não serão divulgadas individualmente, mas analisadas por categoria/grupos ou município. As informações locais serão tratadas e analisadas regionalmente, por subárea ou município, impedindo a vinculação destas informações a uma determinada comunidade. Nos questionários não terá, o campo de identificação dos entrevistados, impedindo qualquer tipo de vazamento de informação confidencial. Também ressaltamos que a escala das imagens de satélites e fotografias aéreas que se pretende utilizar não permite qualquer tipo de identificação dos pescadores, pescadoras/marisqueiras. Esclarecemos, também, que não serão divulgadas imagens que identifiquem os participantes da pesquisa. Se o senhor não quiser participar da pesquisa, isso não o prejudicará em nada. Se acontecer qualquer problema com a pesquisa, agora ou no futuro, a responsabilidade será nossa. Os resultados da pesquisa serão apresentados aos participantes nas próprias comunidades, após a conclusão do estudo. O senhor(a) receberá uma via deste termo, o qual é composta de duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo senhor (a) ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela pessoa(s) por ele autorizada. Neste termo consta o telefone e o endereço dos pesquisadores responsáveis e colaboradores, podendo tirar suas

dúvidas, sobre o projeto de Pesquisa agora ou a qualquer momento. Inclusive pode entrar em contato com o Comitê de ética para tirar eventuais dúvidas que surgir durante a realização deste estudo. O CEP tem a função de proteger o participante da pesquisa. Segue todas as informações referentes ao contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe: Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE Contato por e-mail: cep@academico.ufs.br Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 – Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h. Caso o senhor(a) queira, poderá pedir a alguém de sua confiança para ler este Termo de Consentimento. Os riscos que podem ocorrer durante a realização da pesquisa está relacionada aos questionários. Responder ao questionário pode gerar desconforto, constrangimento, entre outras situações. Os participantes da pesquisa em nenhuma situação (dano ambiental ou atividade pesqueira ilegal) serão identificados, nem denunciados pelos pesquisadores. Lembrando que o papel do pesquisador não é o de fiscalização, nem de controle, mas apenas o de gerar conhecimento sobre os possíveis impactos da Elevação do Nível Médio do Mar (ENMRM) sobre o ecossistema manguezal e os efeitos sociais e ambientais deste evento para as comunidades pesqueiras. Se o senhor não tiver dúvidas, pode assinar este documento em duas vias. Uma via ficará com o senhor e a outra com o pesquisador responsável.

São Cristóvão, ____ de _____ 2022

Ivonice Sena de Souza

Pesquisador Responsável

Entrevistado(a)

Rosemeri Melo e Souza

Pesquisador Orientador

CONTATOS:

Endereço: Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos. Av. Marechal Rondon, s/n. Bairro Jardim Rosa Elze, CEP: 49100-000, São Cristóvão/SE. Prédio da Didática II, Geoplan.

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE Contato por e-mail: cep@academico.ufs.br Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 – Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h.

Anexo E- Roteiro de Entrevistas semiestruturadas



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA-NPGE**



PESQUISA: PESQUISA: Paisagens e Territorialidades na Reserva Extrativista Baía do Iguape, Frente a Elevação do Nível Médio do Mar.

PESQUISADORA: Ivonice Sena de Souza

Entrevista semiestruturada: Levantamento dos possíveis impactos da Elevação do Nível Médio do Mar sobre os manguezais e nas comunidades pesqueiras da Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape.

1- IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

- a) Profissão: _____
- b) Realiza alguma outra atividade além da pesca: _____
- c) Idade: _____
- d) Sexo: _____
- e) Escolaridade: _____
- f) Local onde reside: () na comunidade () no município de _____
- g) Quanto tempo mora na região: _____
- h) Faz parte de alguma associação de pescadores: _____

2- Atividade Principal

Pescador (a): () Marisqueiro(a): () Outro:-----

3- Atividade Secundária:-----

Emprego nas cidades próximas: () Agricultor (a): () Outro:-----

4- Quais são os tipos de pescados e mariscos que são capturados na comunidade?

5- Que tipo de pesca o senhor (a) realiza?

6. Quais são as áreas utilizadas para realizar a pesca?

7. O senhor continua pescando a mesma quantidade de 10 anos atrás?

8. Quais os motivos que o senhor (a) acha que fazem a pesca diminuir?

9. O senhor(a) acha que a redução da pesca estão relacionadas com as alterações rápidas no meio ambiente causadas pela mudança climática?
-
10. Durante a sua pescaria o senhor(a) vem notando que as temperaturas das águas estão aumentando, se comparado a 10 anos atrás?
-
11. Quais seriam os principais impactos causados no setor pesqueiro, em um possível aumento no nível médio do mar?
-
12. Tem alguma espécie de peixe ou marisco que o senhor(a) pescava antes e que hoje não encontra mais?
-
13. Em sua opinião essas espécies que desapareceram foram devido às alterações no nível médio das marés?
-
14. Quais pescarias seriam atingidas com um possível aumento do nível médio do mar?
-
15. Quem seria mais afetado os pescadores ou as marisqueiras?
-
16. O manguezal na sua comunidade está diminuindo ou degradado (com lixo, cortado, poluído ou mudanças climáticas)?
-
17. Na sua comunidade o senhor(a) percebeu se o crescimento das atividades econômicas como o turismo influenciou na extinção de áreas de manguezais para abrir espaço para a implantação de empreendimentos como pousadas e atracadouros?
-
18. O senhor(a) vem percebendo se os manguezais estão migrando para a terra firme devido ao aumento do nível das marés?
-
19. Na sua opinião qual seria a resposta dos manguezais com um impacto dessa magnitude?
-
20. A sua comunidade seria afetada?
-

21. Os pescadores e marisqueiras da sua comunidade têm conhecimento dessas discussões que vem sendo realizada pelo IPCC, sobre os impactos socioambientais que serão ocasionados com uma possível ENMRM?

22. Nos últimos 10 anos o senhor (a) percebeu alguma variação no nível das marés?

23. Caso venha ocorrer uma possível elevação do nível das mares e conseqüentemente houver uma degradação dos manguezais, especificamente nas áreas utilizada pelo senhor(a) para captura de mariscos, o que o senhor(a) fará?

24. As subidas das marés já inundou a sua comunidade em algum momento?

25. Quais são as espécies de mangues presentes na região?

26. Para o senhor(a), alguma dessas espécies de mangue são mais resistentes a variação de marés. Se sim, qual (is)?

27. O senhor percebe se alguma dessas espécies de manguezais estão desaparecendo devido ao aumento das marés?

28. De que forma o senhor(a) utiliza as áreas de manguezais?