

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO - FAED  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL E  
DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL - PPGPlan**

**WILSON ROBERTO CAMPOS**

**INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL  
DO MANGUEZAL NO COMPLEXO ESTUARINO BAÍA DA BABITONGA/SC**

**FLORIANÓPOLIS**

**2022**

**WILSON ROBERTO CAMPOS**

**INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL  
DO MANGUEZAL NO COMPLEXO ESTUARINO BAÍA DA BABITONGA/SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, área de concentração em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental.  
Orientador: Prof. Dr. David Valença Dantas.

**FLORIANÓPOLIS**

**2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do FAED/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Campos, Wilson Roberto  
Influência da ação antrópica sobre a dinâmica  
espaço-temporal do manguezal no complexo estuarino baía  
da Babitonga/SC / Wilson Roberto Campos. -- 2022.  
88 p.

Orientador: David Valença Dantas  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação,  
Programa de Pós-Graduação Profissional em Planejamento  
Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Florianópolis,  
2022.

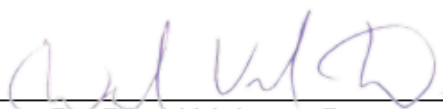
1. Baía da Babitonga. 2. Manguezal. 3. Antropização. 4.  
Degradação. 5. Conservação. I. Dantas, David Valença. II.  
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Humanas e da Educação, Programa de  
Pós-Graduação Profissional em Planejamento Territorial e  
Desenvolvimento Socioambiental. III. Título.

**WILSON ROBERTO CAMPOS**

**INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE A DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL  
DO MANGUEZAL NO COMPLEXO ESTUARINO BAÍA DA BABITONGA/SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, área de concentração em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental.

**BANCA EXAMINADORA**



Dr. David Valença Dantas

Universidade do Estado de Santa Catarina

**Membros:**



Dr. Jurandir Joaquim Bernardes Junior

Universidade Federal de Santa Catarina



Dr. Eduardo Guilherme Gentil de Farias

Universidade do Estado de Santa Catarina

Florianópolis, 29 de abril de 2022.

Dedico este feito, primeiramente à Deus, minha esposa que amo tanto e aos meus pais e familiares, pelo apoio e admiração.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de concluir com êxito esta pesquisa, na qual me gerou uma gama de conhecimento e paixão pela área de estudo, os manguezais. Agradeço pelo dom da vida e pela força gerada para que todos os dias eu pudesse levantar disposto e cumprir esta missão, que não foi fácil. Apesar do trabalho árduo e cansativo, a recompensa que vem é única e gratificante.

Agradeço a minha, inicialmente noiva, e hoje esposa, Willaina Caroline Quadro Campos, pelos gestos de carinho, respeito, incentivo, muita compreensão e por acompanhar todo o desenvolvimento deste trabalho. Sem sombras de dúvidas é um grande alicerce da minha vida, uma estrutura inabalável que veio a somar. Obrigado por tudo e ficam aqui minhas palavras sinceras e singelas. Amo-te.

Agradeço aos meus pais, Raulino Campos e Elisângela Ramos Conceição, assim como os meus irmãos, William Roberto Campos e Márcio Roberto Campos que, sem sombra de dúvidas é a razão da minha vida, pois sem o apoio, incentivo e todo suporte, esta experiência não teria se tornando uma realidade. Ficando aqui o meu muitíssimo obrigado. Amo vocês.

Aos meus sogros, Paulo e Arlete por terem me acolhido com tanto carinho e me deixar fazer parte desta família linda e muito louca que são. Além dos conselhos dados que não são poucos. Meu muito obrigado.

À minha cunhada por exelência, Williane Dinalva Quadro Leiria e toda sua família, pelo suporte, respeito, incentivo e admiração em minha vida pessoal, profissional e acadêmica. Amo vocês e muito obrigado por tudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. David Valença Dantas pelas excelentes e longas orientações, pela clareza de ideias, pelo acolhimento e confiança no papel por mim desempenhado como orientando e colaborador nos projetos de pesquisa. Não esquecendo da enorme paciência, conversas e conselhos. Meu muito obrigado.

Ao sim da minha banca examinadora, Prof. Dr. Jurandir Joaquim Bernardes Júnior e Prof. Dr. Eduardo Guilherme Gentil de Farias pelas importantes contribuições ao projeto na etapa de qualificação, como: sugestões e contribuições nas interpretações dos resultados. Além, do ensinamento, aprendizado gerado, idéias futuras e novas hipóteses a serem testadas. A vocês o meu muito obrigado.

À minha grande referência na pesquisa e respeitosa parceira de projetos, Prof. Msc. Débora Ortiz Lugli Bernardes, pelas excelentes e longas conversas e

orientações. Meu muito obrigado não apenas como educadora, mas como amiga que é.

Ao meu amigo e parceiro de projetos, Felipe de Mello Vieira, do Laboratório de Gestão, Ecologia e Tecnologia Marinha, que muito auxiliou na produção de mapas e entendimento do geoprocessamento e sensoriamento remoto. Observação, ainda tenho que aprender e muito.

Gostaria de aproveitar o momento para agradecer ao Centro de Ciências Humanas e da Educação, principalmente, ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e desenvolvimento Socioambiental da Universidade do Estado de Santa Catarina, ao corpo docente, técnicos, monitores a todos que de alguma forma contribuíram em minha formação acadêmica-profissional. A todos o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1.      | OBJETIVO GERAL.....  | 5         |
| 2.2.      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 5         |
| <b>3.</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>6</b>  |
| 3.1.      | ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL.....  | 6         |
| 3.1.1.    | Definição de Ecossistema Costeiro e Manguezal.....   | 6         |
| 3.1.2.    | Distribuição Geográfica do Ecossistema de Manguezal.....   | 6         |
| 3.1.3.    | Características Gerais do Meio Físico.....   | 9         |
| 3.1.3.1.  | <i>Clima .....</i>   | 10        |
| 3.1.3.2.  | <i>Condições Topográficas.....</i>   | 10        |
| 3.1.3.3.  | <i>Dinâmica Fluvial e Marinha .....</i>  | 11        |
| 3.1.3.4.  | <i>Salinidade.....</i>   | 11        |
| 3.1.4.    | Características Gerais do Meio Biótico.....  | 12        |
| 3.2.      | MANGUEZAIS: IMPORTÂNCIA E AMEAÇAS HUMANAS .....  | 16        |
| 3.3.      | SENSORIAMENTO REMOTO EM ESTUDOS DE MANGUEZAIS .....  | 19        |
| <b>4.</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>   | <b>21</b> |
| 4.1.      | DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....  | 21        |
| 4.2.      | COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS .....   | 23        |
| 4.2.1.    | Diagnóstico Bibliográfico .....  | 23        |
| 4.2.2.    | Aquisição e Processamento Digital das Imagens – PDI.....   | 23        |
| 4.2.3.    | Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação de Manguezal .....                                     | 25        |
| <b>5.</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>27</b> |
| 5.1.      | BREVE TRAJETÓRIA DE USO E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DO<br>ENTORNO DO MANGUEZAL NA BAÍA DA BABITONGA ..... | 27        |
| 5.1.1.    | Primeira Fase: Colonização Multicultural (até 1904) .....  | 27        |
| 5.1.2.    | Segunda Fase: Expansão da Rede Ferroviária (1905 - 1939) .....                                     | 28        |
| 5.1.3.    | Terceira Fase: Crescimento das indústrias (1940 - 1970).....                                       | 29        |
| 5.1.4.    | Quarta Fase: Pesca industrial (1970 - 1990).....   | 29        |

|        |  |           |
|--------|--|-----------|
| 5.1.5. | Quinta Fase: Desenvolvimento das atividades recentes no entorno da baía da Babitonga (1990 até os dias atuais) ..... | 30        |
| 5.2.   | ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA DE MANGUEZAIS NO COMPLEXO ESTUARINO .....                                       | 39        |
| 5.3.   | EVOLUÇÃO ESTRUTURAL DOS BOSQUES DE MANGUE UTILIZANDO O ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA .....           | 53        |
| 6.     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>62</b> |
| 7.     | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>63</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS MANGUEZAIS. ....  | 7  |
| FIGURA 2. ILUSTRAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS NA ZONA COSTEIRA NO BRASIL. ....  | 8  |
| FIGURA 3. REPRESENTAÇÃO DAS RAÍZES COMO ESTRUTURAS DE ADAPTAÇÃO PARA QUE AS ESPÉCIES DE MANGUE POSSAM SOBREVIVER EM UM AMBIENTE INÓSPITO. A – PARA A ESPÉCIE <i>AVICENNIA</i> E “B” – PARA A ESPÉCIE <i>RHIZOPHORA</i> . .... | 13 |
| FIGURA 4. REPRESENTAÇÃO DAS CÉLULAS OU GLÂNDULAS SECRETORAS DE SAL E COMO OCORRE SEU FUNCIONAMENTO NA CÉLULA. ....  | 14 |
| FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO DAS ESTRUTURAS REPRODUTORAS DE <i>AVICENNIA</i> (A) E <i>LAGUNCULARIA</i> (B) (CIRCUNDADA EM VERMELHO). ....  | 15 |
| FIGURA 6. MAPA TEMÁTICO DA LOCALIZAÇÃO DO COMPLEXO ESTUARINO BAÍA DA BABITONGA. ....  | 21 |
| FIGURA 7. MAPA TEMÁTICO ILUSTRANDO AS MANCHAS DE ATIVIDADES DE AGONÉGIOS (AGRICULTURA, PECUÁRIA, SILVICULTURA, DENTRE OUTAS) NO ENTORNO DO CANAL DO RIO PALMITAL. ....  | 31 |
| FIGURA 8. MAPA TEMÁTICO INDICANDO AS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO E TRANSPORTE AQUAVIÁRIO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE JOINVILLE E SÃO FRANCISCO DO SUL. ....  | 33 |
| FIGURA 9. MAPA TEMÁTICO INDICANDO OS PARQUES AQUÍCOLAS DE MARICULTURA NO INTERIOR DA BAÍA DA BABITONGA. ....  | 35 |
| FIGURA 10. MAPA TEMÁTICO APONTANDO DIVERSAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NO INTERIOR DO ESTUÁRIO BAÍA DA BABITONGA. ....   | 36 |
| FIGURA 11. MAPA TEMÁTICO INDICANDO A ATIVIDADE PORTUÁRIA OPERANTE – PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL E O PORTO DE ITAPOÁ. ....   | 37 |
| FIGURA 12. MAPA TEMÁTICO INDICANDO AS PROJEÇÕES DE PORTOS E ESTALEIROS NO ENTORNO DA BAÍA DA BABITONGA. ....  | 38 |
| FIGURA 13. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁREA TOTAL OCUPADA POR MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DA BAÍA DA BABITONGA. ....   | 39 |
| FIGURA 14. MAPA TEMÁTICO APONTANDO A DISTRIBUIÇÃO DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL AO LONGO DOS ANOS E NOS DIFERENTES MUNICÍPIOS QUE FAZEM PARTE DO ESTUÁRIO DA BAÍA DA BABITONGA. ....   | 40 |
| FIGURA 15. VALORES RELATIVOS DA DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DE MANGUEZAIS AO LONGO DO TEMPO PARA O ESTUÁRIO DA BAÍA DA BABITONGA. ....   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 16. MAPA TEMÁTICO DA DISTRIBUIÇÃO DAS MAIORES MANCHAS DE MANGUEZAL PARA O ANO DE 2020 NA REGIÃO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE SÃO FRANCISCO DO SUL (SFS), GARUVA (GAR) E JOINVILLE (JOI). .....   | 43 |
| FIGURA 17. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁREA TOTAL OCUPADA POR MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ. ....   | 44 |
| FIGURA 18. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁREA TOTAL OCUPADA POR MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE GARUVA. ....   | 44 |
| FIGURA 19. MAPA TEMÁTICO DA DISTRIBUIÇÃO DAS MANCHAS DE MANGUEZAL PARA O MUNICÍPIO DE GARUVA NO ANO DE 2000, CONFRONTANDO A EXPANSÃO URBANA E DE AGRONEGÓCIOS. ....   | 45 |
| FIGURA 20. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁREA TOTAL OCUPADA POR MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE ARAQUARI. ....   | 46 |
| FIGURA 21. MAPA TEMÁTICO DA DISTRIBUIÇÃO DAS MANCHAS DE MANGUEZAL PARA O MUNICÍPIO DE ARAQUARI NO ANO DE 2000, CONFRONTANDO COM A EXPANSÃO URBANA. ...  | 46 |
| FIGURA 22. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁREA TOTAL OCUPADA POR MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO SUL. ....   | 47 |
| FIGURA 23. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ÁREA TOTAL OCUPADA POR MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE. ....  | 48 |
| FIGURA 24. VALIDAÇÃO DA MORTALIDADE DOS BOSQUES DE MANGUE NA JUSANTE DO RIO CACHOEIRA (JOINVILLE/SC), NO ANO DE 2016, SENDO ESTA VARIÁVEL REPRESENTADA PELA ELEVADA MANCHA DE SOLO EXPOSTO. ....  | 48 |
| FIGURA 25. REPRESENTAÇÃO DA OCUPAÇÃO IRREGULAR NO BAIRRO FÁTIMA (JOINVILLE/SC) (A/B) ONDE AS CASAS ERAM DE PALAFITAS EM CONDIÇÕES PRECÁRIAS DE SUBEXISTÊNCIA. POSTERIOR OS INCENTIVOS FINANCEIROS PARA URBANIZAR AS ÁREAS INVADIDAS (C/D), ONDE A SETA EM VERMELHO (D) APONTA REMANESCENTE DE MANGUEZAL. .... | 49 |
| FIGURA 26. REPRESENTAÇÃO DA SUPRESSÃO MASSIVA DAS ÁREAS DE MANGUE PARA A SUBSTITUIÇÃO DE TANQUES DE AQUICULTURA (A/B/D), COMO A EXTRAÇÃO DA MADEIRA PARA CONVERSÃO EM ENERGIA (COMBUSTÃO) DOS TRANSPORTES DA ÉPOCA (C/E/F). ....  | 50 |
| FIGURA 27. NA IMAGEM “A” A SETA EM VERMELHO INDICA UMA DRAGA EM AÇÃO NO ESTUÁRIO DA BAÍA DA BABITONGA, BEM COMO A REPRESENTAÇÃO DOS ACESSOS NO BAIRRO IPEROBA PARA QUE HAJA ACESSO AO ESTUÁRIO. ....  | 51 |
| FIGURA 28. MAPA TEMÁTICO DESCREVENDO A OCUPAÇÃO URBANA DE INÚMEROS BAIROS DO MUNICÍPIO DE JOINVILLE EM ÁREAS DE MANGUEZAL NO ANO DE 1986. ....  | 52 |

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 29. REPRESENTAÇÃO DA OCUPAÇÃO IRREGULAR DAS ÁREAS DE MANGUE NO BAIRRO BOA VISTA (A/B) E ESPINHEIROS (C). ALÉM DA AÇÃO POR PARTE DA PREFEITURA MUNICIPAL NA ÉPOCA ATERRANDO ESSAS ÁREAS IRREGULARES GERANDO-SE INFRAESTRUTURA URBANA (D/E). .....   | 53 |
| FIGURA 30. GRÁFICO RELACIONANDO A ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DOS DIFERENTES BOSQUES DE MANGUE, EM PORCENTAGEM, DO ESTUÁRIO DA BAÍA DA BABITONGA.....  | 54 |
| FIGURA 31. MAPA TEMÁTICO DESCREVENDO A ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DOS BOSQUES DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL AO LONGO DO TEMPO NO ESTUÁRIO BAÍA DA BABITONGA. ....  | 55 |
| FIGURA 32. MAPA TEMÁTICO DESCREVENDO A QUALIDADE DO BOSQUE DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL NO RIBEIRÃO JACUTINGA E DO MANGUEZAL MORRETES (PRÓXIMO AO CANAL DO LINGUADO), MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO SUL, ESTE REPRESENTADO, QUASE QUE TOTALIDADE, PELA VEGETAÇÃO INTERMEDIÁRIA PARA O ANO DE 2016. .... | 57 |
| FIGURA 33. MAPA TEMÁTICO DESCREVENDO A QUALIDADE DO BOSQUE DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL ENTRE AS LOCALIDADES DA PONTA DA CRUZ E PRAIA DO LIXO, MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO SUL, ESTE REPRESENTADO, QUASE QUE TOTALIDADE, PELA VEGETAÇÃO INTERMEDIÁRIA PARA O ANO DE 2016. ....                        | 59 |
| FIGURA 34. MAPA TEMÁTICO DESCREVENDO A QUALIDADE DO BOSQUE DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL NO RIO PEQUENO, MUNICÍPIO DE ITAPOÁ, ESTE REPRESENTADO, QUASE QUE TOTALIDADE, PELA VEGETAÇÃO INTERMEDIÁRIA PARA O ANO DE 2016. ....   | 60 |
| FIGURA 35. MAPA TEMÁTICO DESCREVENDO A QUALIDADE DO BOSQUE DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL NO CANAL DO RIO PALMITAL, ESTE REPRESENTADO, QUASE QUE TOTALIDADE, PELA VEGETAÇÃO INTERMEDIÁRIA PARA CINCO SÉRIES DISTINTAS.....  | 61 |

## RESUMO

Visto que a dinâmica de uso e ocupação e as diferentes atividades antrópicas presentes no entorno da baía da Babitonga, estão comprometendo a manutenção das áreas ocupadas pelo ecossistema de manguezal. Foram elaborados mapas temáticos temporais com o objetivo de avaliar as alterações dos manguezais da baía da Babitonga, buscando verificar a dinâmica multitemporal das diversas atividades antrópicas que têm se instalado nas adjacências, além de, caracterizar os *status* de conservação desses manguezais. Ao final do estudo foi constatado que o manguezal da baía da Babitonga vem respondendo às ações antrópicas diretas e indiretas. As transformações observadas revelaram aspectos importantes das condições ambientais, onde foi possível investigar a substituição de formações de manguezal de grande relevância para a manutenção da vida na zona costeira, como: urbanização/industrialização/porto, que vêm resultando em fragmentos que implicam em maiores estratégias de conservação, na medida em que apresentam o seu dinamismo natural alterado.

**Palavras-chave:** Baía da Babitonga; Manguezal; Antropização; Degradação; Conservação.

## ABSTRACT

The dynamics of use and occupation and the different anthropic activities present in the surrounding areas of the Babitonga Bay are compromising the maintenance of the the local mangrove ecosystem. Thus, temporal thematic maps were elaborated with the objective of evaluating the changes that occurred with the mangroves of Babitonga Bay, seeking to verify the multitemporal dynamics of the different anthropic activities that have been installed in the vicinity, as well as to characterize the conservation status of these mangroves. At the end of the study it was found that the mangrove of Babitonga Bay has been responding to direct and indirect anthropic actions. The observed transformations revealed important aspects of the mangrove environmental conditions, being possible to investigate the substitution of mangrove formations of great relevance for the maintenance of life in the coastal zone by areas of urbanization/industrialization/port development, the result of this fragmentation implies greater conservation strategies, as they present their natural dynamism altered.

**Keywords:** Babitonga Bay; Mangrove; Anthropization; Degradation; Conservation.

## 1. INTRODUÇÃO

---

É inerente a qualquer paisagem o processo de mudanças e transformações. Nas últimas décadas, as modificações do ambiente natural por meio das atividades humanas, têm acentuado em diferentes escalas (ALARCON; PANITZ, 1998; ALONGI, 2002a; KUENZER et al., 2011a; GALVINCIO; POPESCU, 2016a). Os ecossistemas presentes nas áreas costeiras e nas zonas úmidas<sup>1</sup> são considerados os mais alterados (TRINDADE, 2009).

A antropização<sup>2</sup> tem causado danos às áreas costeiras e zonas úmidas, através de várias atividades, tais como: desvios ou retificação dos leitos de rios, da dragagem para extração de areia ou manutenção de calado, da construção de aterros, da contaminação por esgoto doméstico e industrial, da conversão de áreas para aquicultura (ALARCON; PANITZ, 1998; ALONGI, 2002a; TRINDADE, 2009; KUENZER et al., 2011a; GALVINCIO; POPESCU, 2016a).

Pertencentes a essa problemática, estão os manguezais que podem ser caracterizados como zonas úmidas em áreas costeiras, devido ao seu desenvolvimento na transição entre o ambiente terrestre e o marinho, em áreas tropicais e subtropicais (SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNELLA-DE-ROSA, 2001; BRANDER et al., 2012; BIJEESH; NGO, 2019). É um ecossistema de grande importância para a biodiversidade costeira (atuando para inúmeras espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres, que nele encontram área de abrigo, reprodução, alimentação e desenvolvimento), para a regulação de processos naturais (a exemplo da proteção da linha de costa, evitando a ação erosiva das marés e o assoreamento dos corpos d'água adjacentes) e para atividades econômicas e de subsistência humana (pesca, recreação e lazer) (LUGO; SNEDAKER, 1974; CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1984; PRIMAVERA, 1998; DITTMAR et al., 2006; LACERDA, et al., 2006; EVERITT et al., 2008; TOGNELLA et al., 2015; MEHVAR et al., 2018; VEETIL et al., 2019).

---

<sup>1</sup> Zonas úmidas é definida como “áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa” (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 1996).

<sup>2</sup> Entende-se por antropização o processo de transformação da paisagem mediante a ação humana.

No Brasil, os manguezais são considerados como Áreas de Preservação Permanente (APP) desde 1965, com a aprovação do Código Florestal (Lei nº. 4771/1965) e “renovado” no novo Código Florestal (Lei nº. 12651/2012). Não obstante o reconhecimento científico de sua importância e a existência de instrumentos legais de proteção, os manguezais têm sido destruídos e ameaçados por atividades antrópicas (GIRI; MUHLHAUSEN, 2008; TRINDADE, 2009; GIRI et al., 2011).

A pressão exercida sobre a zona costeira em virtude da expansão urbana, portuária, turística e agroindustrial vem ocasionando mudanças e acarretando alterações nos manguezais (ALARCON; PANITZ, 1998; RONNBACK, 1999; ALONGI, 2002a; KUENZER et al., 2011a; GALVINCIO; POPESCU, 2016a; DAVOODI et al., 2017; MOMAYEZ; QASEMI, 2017). É possível verificar a fragilidade de seu funcionamento e o comprometimento, não apenas da produtividade costeira, mas de outras funções e serviços oferecidos por esse ecossistema (GALVINCIO; POPESCU, 2016a; DAVOODI et al., 2017; MOMAYEZ; QASEMI, 2017).

Uma vez que os manguezais se encontram localizados nas áreas litorâneas, onde se situam as grandes cidades e áreas portuárias, o tecido urbano muitas vezes incorpora esse ecossistema (TRINDADE, 2009). Segundo Schaeffer-Novelli (1995), a expansão urbana possibilita o despejo de rejeitos sanitários, industriais e agrícolas, além da pressão do mercado imobiliário. Um exemplo de incorporação de áreas de mangue ao tecido urbano foi o crescimento das cidades no entorno do complexo estuarino baía da Babitonga (KILCA et al., 2011, 2019; ADÃO, 2016; GERHARDINGER et al., 2021).

Considerada uma importante área geográfica, o complexo estuarino baía da Babitonga, situa-se no litoral norte do estado de Santa Catarina totalizando uma área de 130 Km<sup>2</sup> (LACERDA, et al., 2006; MAZZER; GONÇALVES, 2012a; GERHARDINGER et al., 2021). A baía e seu entorno abrigam uma grande riqueza de espécies da fauna e flora e, por isso, são consideradas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade costeira brasileira (KILCA et al., 2011). Dados pretéritos descrevem que o complexo estuarino apresenta uma importância biológica “extremamente alta”, recomendando-se a criação de unidades de conservação no local (KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021).

Porém, os manguezais da baía da Babitonga sofreram diversas alterações a partir da intensificação da presença humana, ocorrida ainda no período colonial,

devido à imigração (CRISTOFOLINI, 2013; GERHARDINGER et al., 2021). Inicialmente, as atividades se restringiam ao extrativismo da madeira para obtenção de lenha e de tintura (extração de tanino) (CRISTOFOLINI, 2013). Contudo, novos ciclos econômicos tornaram a interferir na sua integridade (KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021).

O desenvolvimento urbano-turístico, potencializado a partir das últimas décadas (TRINDADE, 2009), fez com que o território no entorno da baía da Babitonga presenciasse a consolidação de um tecido urbano descontínuo, permeado por remanescentes de áreas naturais (CRISTOFOLINI, 2013; GERHARDINGER et al., 2021). Situados em locais relativamente planos, os manguezais deste estuário têm sido cercados pela urbanização, ou então, cortados por rodovias que interligam núcleos povoados (LACERDA, et al., 2006; MAZZER; GONÇALVES, 2012a; GERHARDINGER et al., 2021). Oriundos de um planejamento urbano inadequado que inclui a ocupação ilegal e pesca predatória (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995a; TRINDADE, 2009).

Para que a proteção desse ecossistema seja assegurada, o conhecimento dos processos de ocupação e sustentação dos manguezais se faz de suma importância (QADIR et al., 2019). A avaliação da estrutura da vegetação, o estado de conservação e as forçantes energéticas que atuam sobre o ecossistema manguezal são elementos relevantes para a preservação. Como resposta, fornece subsídio para posteriores tomadas de decisões (KAPLOWITZ, 2001; QADIR et al., 2019).

Neste contexto, o Sensoriamento Remoto fornece informações multitemporais importantes sobre os manguezais (BLASCO; AIZPURU; GERS, 2001; KUENZER et al., 2011a; KUENZER; TUAN, 2013; CÁRDENAS; JOYCE; MAIER, 2017; HAUSER et al., 2017; PHAM; BRABYN, 2017; PROISY et al., 2018; WANG et al., 2018). O uso do Sensoriamento Remoto não se limitou apenas em mapear suas extensões, mas abarcou análises de extrema importância para o entendimento do *status* de sua conservação e manutenção, como a caracterização do processo do ecossistema (QADIR et al., 2019).

O monitoramento das áreas vegetadas pelo ecossistema manguezal se torna importante e as técnicas existentes, como a captação de imagens por sensores orbitais, permite gerar índices de vegetação (OLIVEIRA; OLIVEIRA; GALVÍNIO, 2011; MELO, 2017). O *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI, é um índice

que permite indicar a densidade de biomassa verde relacionando com parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas (TRENTIN; TRENTIN; SALDANHA, 2019). Como resposta, auxilia de forma direta no entendimento do *status* de sua conservação e manutenção dos bosques, tornando-se viável a obtenção desses dados (MELO, 2017).

Postulou-se que a dinâmica de uso e ocupação das diferentes atividades antrópicas presentes no entorno do complexo estuarino da baía da Babitonga estão comprometendo a conservação das áreas ocupadas pelo ecossistema manguezal. Para testar esta hipótese foram realizados mapeamentos temáticos temporais das alterações de uso e ocupação no entorno dos manguezais da baía da Babitonga. Buscando assim, identificar a dinâmica multitemporal das diversas atividades antrópicas que têm se instalado nas adjacências.

## **2. OBJETIVOS**

---

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo central da pesquisa é identificar as alterações dos manguezais no complexo estuarino baía da Babitonga, através da dinâmica multi-temporal das diversas atividades antrópicas que têm se instalado nas adjacências.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a dinâmica de uso e ocupação da zona costeira do complexo estuarino baía da Babitonga;
- Mensurar as extensões da cobertura do ecossistema manguezal no complexo estuarino baía da Babitonga a partir de análises multi-temporais;
- Analisar a evolução estrutural dos bosques de mangue utilizando o índice de vegetação por diferença normalizada.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

---

#### 3.1. ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL

##### 3.1.1. Definição de Ecossistema Costeiro e Manguezal

Os ecossistemas costeiros são caracterizados e definidos como zonas de transição entre o continente e o oceano, e apresentam um elevado grau de complexidade nos processos físicos, químicos e biológicos (MIRANDA *et al.*, 2002). Os estuários, por sua vez, constituem um dos principais ambientes costeiros (ARAÚJO, 2010).

Do ponto de vista de Pritchard (1955) e Cameron e Pritchard (1963), um estuário é definido como um corpo de água costeiro semifechado que possui uma conexão livre com o oceano, onde as águas oceânicas são diluídas pelas águas doce da drenagem continental. São nesses ambientes estuarinos, localizados em regiões tropicais e subtropicais, que se desenvolvem os manguezais (ARAÚJO, 2010).

De acordo com a definição apresentada por Schaeffer-Novelli (1995), o ecossistema manguezal, ocorre na transição entre os ambientes marinho e terrestre, que fica sujeito ao regime das marés. Do ponto de vista vegetal é constituído por espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas) e micro e macroalgas (criptógamas). Segundo Lugo e Snedaker (1974) é um sistema adaptado à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente pelíticos, com baixos teores de oxigênio.

##### 3.1.2. Distribuição Geográfica do Ecossistema de Manguezal

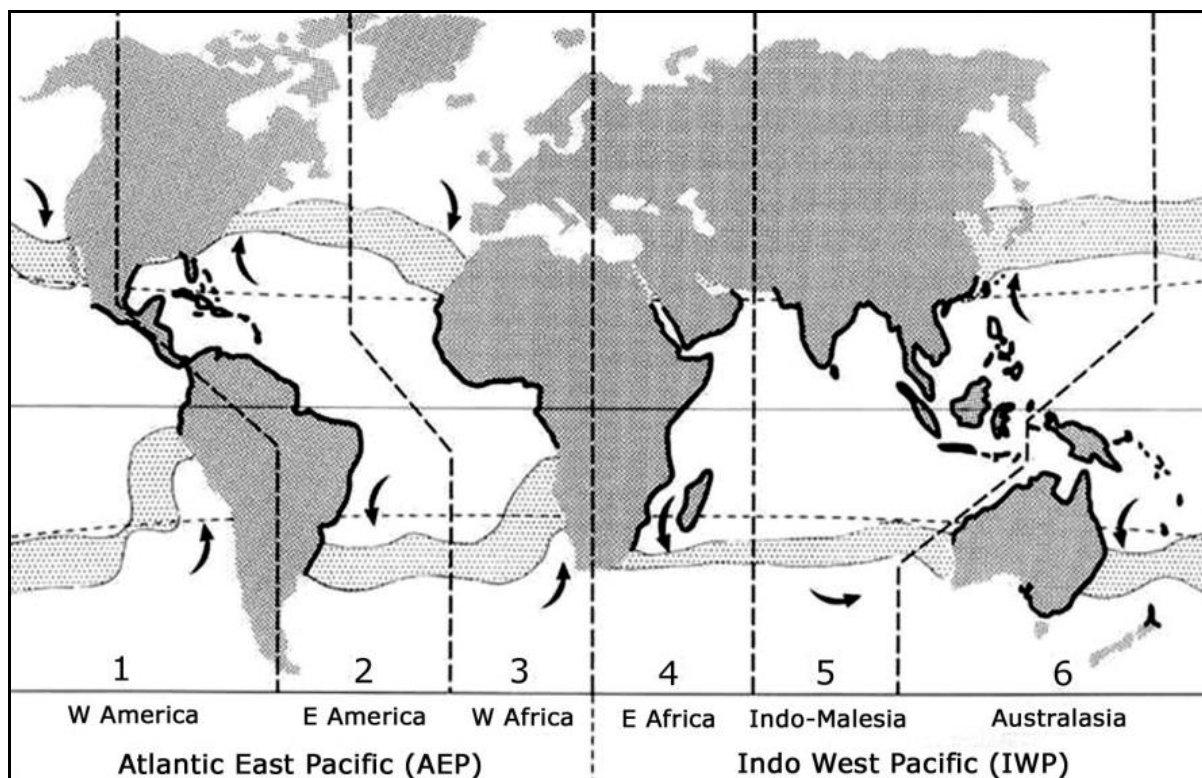
Manguezal é um ecossistema pantropical<sup>3</sup>, mas que ultrapassa em várias regiões dos trópicos de Câncer e de Capricórnio, nas regiões subtropicais (WALTER, 1986). De acordo com o trabalho de Melo et al. (2011), este ecossistema representa 8% de toda a linha de costa do planeta e um quarto da linha de costa

---

<sup>3</sup> Ocorre em qualquer região dos trópicos.

intertropical, perfazendo um total de 181.077 Km<sup>2</sup>. Está presente em quatro continentes e seis regiões geográficas do planeta, com maior ocorrência na América, África, Indo-Malesia e Australasia (Figura 1) (FONSECA; ROCHA, 2001).

Figura 1. Distribuição geográfica dos manguezais<sup>4</sup>.



Fonte: Robertson; Alongi (1992).

No mundo, os manguezais cobrem uma faixa de, aproximadamente, 162.000 Km<sup>2</sup> das áreas costeiras (SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNELLA-DE-ROSA, 2001; GIRI et al., 2011). Enquanto que, os manguezais são considerados dominantes na fisiografia do litoral do Brasil, segundo Lacerda et al. (2006).

Os manguezais brasileiros possuem distribuição ao longo dos 6.800 Km da linha costeira, desde Oiapoque - Amapá, na latitude norte N 4°30' até Laguna – Santa Catarina, latitude sul S. 28°53' (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRON, 1986, 1990). Apresenta uma cobertura de área estimada em 1,38 milhão de hectares

<sup>4</sup> Mostrando a divisão em dois grandes Hemisférios Globais (Atlantic East Pacific-AEP; Indo West Pacific-IWP), de acordo com as diferenças entre os manguezais orientais e ocidentais. A numeração indica as seis regiões biogeográficas. As setas indicam a influência das correntes marítimas na distribuição dos manguezais tanto para as regiões extratropicais (correntes quentes) como a retração destes em função das correntes frias que avançam para a zona intertropical. As áreas pontilhadas indicam a variação das isotermas de 20°C em janeiro e julho, onde a isoterma de 20°C de inverno marca o limite de distribuição dos manguezais, exceto na costa oriental da América do Sul (2) e na Austrália e Ilha do Norte da Nova Zelândia (6) (ROBERTSON; ALONGI, 1992).

(SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000; SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNELLA-DE-ROSA, 2001; SILVA, 2009). Garantindo ao Brasil a segunda maior área de extensão de manguezal do mundo, perfazendo cerca de 13.400 Km<sup>2</sup> (OLMOS; SILVA, 2003) da área global total.

Figura 2. Ilustração da distribuição dos manguezais na zona costeira no Brasil.



Fonte: Kjerfve; Lacerda (1993).

Cerca de 95% dos manguezais brasileiros ocorrem ao longo do litoral norte e nordeste, apresentando os bosques mais desenvolvidos estruturalmente (SOUZA FILHO, 2005; MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011). Os 5% restantes, estão distribuídos ao longo da costa sudeste e sul, cuja faixa litorânea é influenciada pelo domínio da Serra do Mar, que limita em extensão as planícies costeiras. Consequentemente, essas áreas de manguezal ficam restritas ao interior de baías, apresentando bosques menos desenvolvidos estruturalmente, quando comparados com as regiões norte e nordeste brasileira (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995;

SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000; SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNELLA-DE-ROSA, 2001; SILVA, 2009).

Apesar de apresentar menor desenvolvimento estrutural, os manguezais do estado de Santa Catarina (Brasil) representam a última grande formação de manguezais do Atlântico Sul (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011), com uma estimativa de 6.200 ha inseridos nos 160 Km<sup>2</sup> (TOGNELLA DE ROSA, 2000; OLIVEIRA; TOGNELLA, 2014). As maiores áreas deste ecossistema estão na Ilha de Santa Catarina, nas baías Norte e Sul (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011; OLIVEIRA; TOGNELLA, 2014). Outra importante área está mais ao Sul onde ocorre o manguezal do Maciambú, a partir desta localidade até Laguna, ocorrem esparsamente as espécies *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, decretando o limite austral (27° 53' S), como ecossistema desenvolvido, e o limite para *Rhizophora mangle* (REITZ; KLEIN, 1973; CINTRÓN, 1981; CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983). Todavia, um dos mais importantes complexos estuarinos fica localizado na região Nordeste do estado de Santa Catarina, a saber: complexo estuarino baía da Babitonga (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011), estimando-se uma área de 7.275 ha de manguezais (GERHARDINGER et al., 2021).

### 3.1.3. Características Gerais do Meio Físico

As adaptações ecofisiológicas das espécies vegetais dos manguezais permitiram uma gama de tolerância de adversidades impostas pelos fatores geoecológicos, como insolação, variação de temperatura, trocas gasosas, fixação ao substrato e outros (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011). Os diversos fatores não agem separadamente, mas atuam de maneira interativa e dinâmica.

Esta dinâmica é imposta pela variação das marés, das correntes marítimas e do fluxo fluvial, e ocorre diariamente (nível de marés), ou sazonalmente, de acordo com as condições climáticas ao longo do ano, que definem diferentes condições atmosféricas (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011). A exemplo do supracitado, pode-se destacar estações mais chuvosas, pois ocorre um aumento no fluxo dos rios, o que aumenta o aporte de água doce e de sedimentos, em direção a jusante, elevando o fluxo de matéria e energia que entra no manguezal. Estas são conhecidas como dinâmica de “curto prazo”, porém os manguezais podem lidar com

mudanças climáticas, decorrentes das alternâncias de períodos glaciais e interglaciais ou mudanças de “longo prazo” (AB’SABER, 1977).

Estas mudanças de longo prazo provocam alterações nos elementos do clima (temperatura e precipitação), na circulação oceânica (correntes marítimas) e no nível do mar - transgressão (aumento do nível do mar, quando o clima esquenta) e da regressão (diminuição do nível do mar, em períodos frios). O manguezal acompanha estas alternâncias climáticas, expandindo-se ou retraindo-se latitudinalmente, conforme o clima se torna mais quente ou mais frio, e seguindo a linha da costa, de acordo com o aumento ou diminuição do nível do mar (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011).

#### 3.1.3.1. *Clima*

Manguezais são típicos da zona intertropical, desde que as condições ambientais, assim como o clima, sejam propícias (WALTER, 1986; MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011). Em certas partes do mundo ocorrem nas regiões extratropicais, dominadas pelo clima “Subtropical úmido”. Nesses ambientes ocorre o predomínio de massas de ar Tropicais marítimas (*Tm*), que provocam aguaceiros durante os meses de verão. Além da atuação de massas Polares (*Pc*, *Pm*), que trazem chuvas frontogenéticas (Frente Fria), ocasionando precipitações ao longo do ano inteiro (STRAHLER, 1989).

As condições ideais de temperatura ao desenvolvimento dos manguezais ocorrem em temperaturas médias acima de 20°C, com a média das temperaturas mínimas não inferiores a 15°C, e uma amplitude térmica anual menor que 5°C (HERZ, 1991).

#### 3.1.3.2. *Condições Topográficas*

Locais protegidos, de águas calmas, como: baías, estuários, praias e/ou desembocaduras de rios com relevo de pouca declividade (planícies de marés), possibilitam a flocculação dos sedimentos em suspensão e a invasão lenta e calma da maré (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995), criando um ambiente favorável. Um exemplo de local com condições topográficas favoráveis é ilha de Florianópolis (Santa Catarina). O confinamento das baías Norte e Sul, entrepostas entre o

Continente e a Ilha, protegem suas águas da ação direta dos ventos e das ondas, e o regime das marés, cuja energia é dissipada pela disposição da Ilha e do continente, torna-se um ambiente calmo (CRUZ, 1998).

#### 3.1.3.3. *Dinâmica Fluvial e Marinha*

A circulação marinha local influencia amiúde na dispersão da vegetação (propágulos) e de ovos e larvas de uma miríade de espécies de peixes e invertebrados, transportados pelas correntes locais. Estas são provocadas pelo fluxo e refluxo das marés, e possuem outras funções, tais como: renovação de oxigênio, transporte e redistribuição de sedimentos, facilitação do acesso de animais marinhos manguezal adentro (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995b).

A oscilação diária das marés influencia a zonation dos manguezais, alterando os níveis de concentração de sal no substrato (junto com as condições climáticas e aporte fluvial), a duração da submersão da vegetação. Bem como, a extensão do manguezal em direção à terra firme ou a montante dos rios (WALTER, 1986).

#### 3.1.3.4. *Salinidade*

Uma das adaptações mais importantes dos manguezais é a capacidade de tolerar a salinidade. Para evitar a intoxicação por altas concentrações salinas, vários mecanismos se desenvolveram para tolerar ou eliminar o excesso de sal pelos organismos (TOMLINSON, 1986; COSTA, 2003; SILVA, 2009; BERNINI; REZENDE, 2011). Esta tolerância varia conforme a espécie (WALTER, 1986).

Podemos ter uma idéia das concentrações salinas no substrato de acordo com a faixa de dominância das espécies, que possuem diferentes tolerâncias ao sal. De maneira geral, entretanto, a ausência do manguezal terra adentro (através do rio ou da planície de maré) indica, entre outras coisas, que o teor de sal no substrato é inexistente ou desprezível (MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011).

Convém mencionar que os manguezais são halófitas “facultativas”, ou seja, elas podem sobreviver em ambientes sem salinidade. Mas estas espécies são menos competitivas, e perdem espaço para as espécies de terra firme, aquáticas ou semiaquáticas não halófitas. É de se esperar, que as espécies de mangues

sobrevivam melhor onde somente elas possuem adaptações ao ambiente salino (WALTER, 1986; OLMOS; SILVA, 2003).

#### 3.1.4. Características Gerais do Meio Biótico

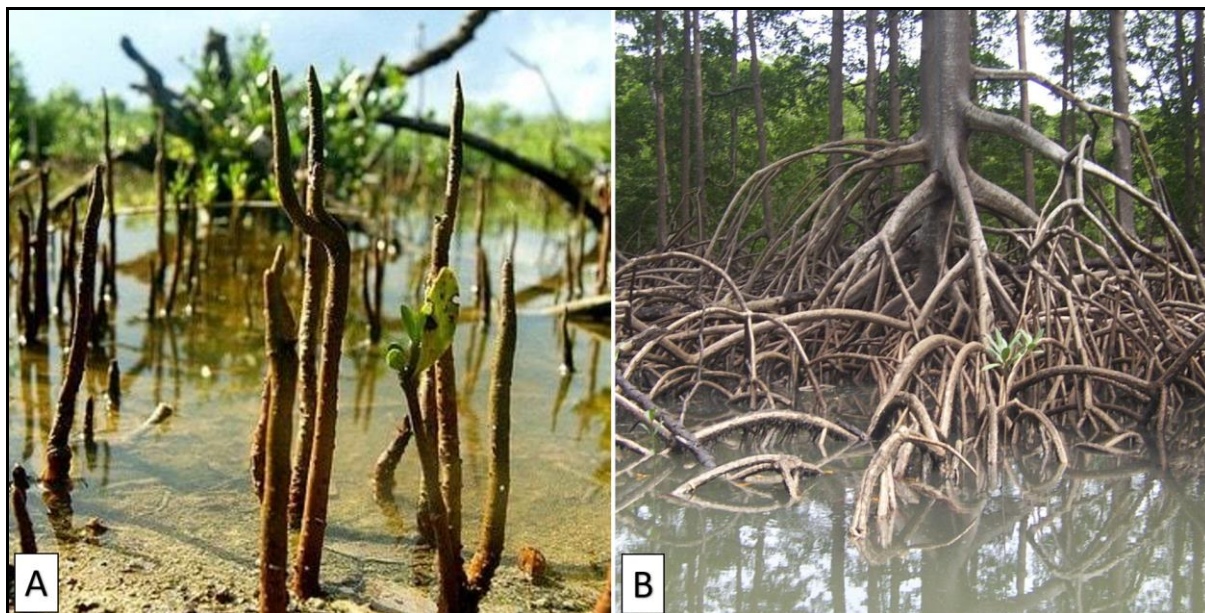
A comunidade biótica apresenta um papel essencial na manutenção e no equilíbrio dos fluxos de matéria e energia. Protozoários, bactérias, fungos e microalgas, reciclam continuamente a matéria acumulada, que por sua vez, servem de alimentos para alguns invertebrados (crustáceos, vermes, moluscos, etc.) e, que são fonte de alimento para peixes, aves e outros animais maiores (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRON, 1986; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNETTA-DE-ROSA, 2001; OLMOS; SILVA, 2003; MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011) constituindo a base da cadeia trófica (LUGO,; SNEDAKER, 1974; CINTRÓN,; SCHAEFFER-NOVELLI, 1984; PRIMAVERA, 1998; BRAGA et al., 2000; PEREIRA-FILHO et al., 2001; DITTMAR et al., 2006; LACERDA, et al., 2006; EVERITT et al., 2008; TOGNETTA et al., 2015; AZIZ et al., 2016; COSTA; AMARO; FERREIRA, 2018; MEHVAR et al., 2018; QADIR et al., 2019; VEETIL et al., 2019).

A grande quantidade de matéria orgânica provoca a saturação do substrato, tornando anóxico<sup>5</sup> devido à oxirredução (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995b; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000b; SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNETTA-DE-ROSA, 2001; COSTA, 2003; SILVA, 2009; TOGNETTA et al., 2015). Para lidar com este problema, as trocas de gases ao nível das raízes são feitas através de estruturas radiculares modificadas, com grande quantidade de lenticelas (SANDILYAN; KATHIRESAN, 2014). Em *Avicennia* e *Laguncularia*, estruturas crescem acima do substrato, denominadas de pneumatóforos (Figura 3), que possuem grande número de lenticelas. Em *Rhizophora*, as lenticelas se concentram nos rizóforos (Figura 3), longe do alcance das marés altas (TOMLINSON, 1986; COSTA, 2003; SILVA, 2009; BERNINI; REZENDE, 2011; SANDILYAN; KATHIRESAN, 2014).

---

<sup>5</sup> Ausência de oxigênio.

Figura 3. Representação das raízes como estruturas de adaptação para que as espécies de mangue possam sobreviver em um ambiente inóspito. A – Para a espécie *Avicennia* e “B” – para a espécie *Rhizophora*.

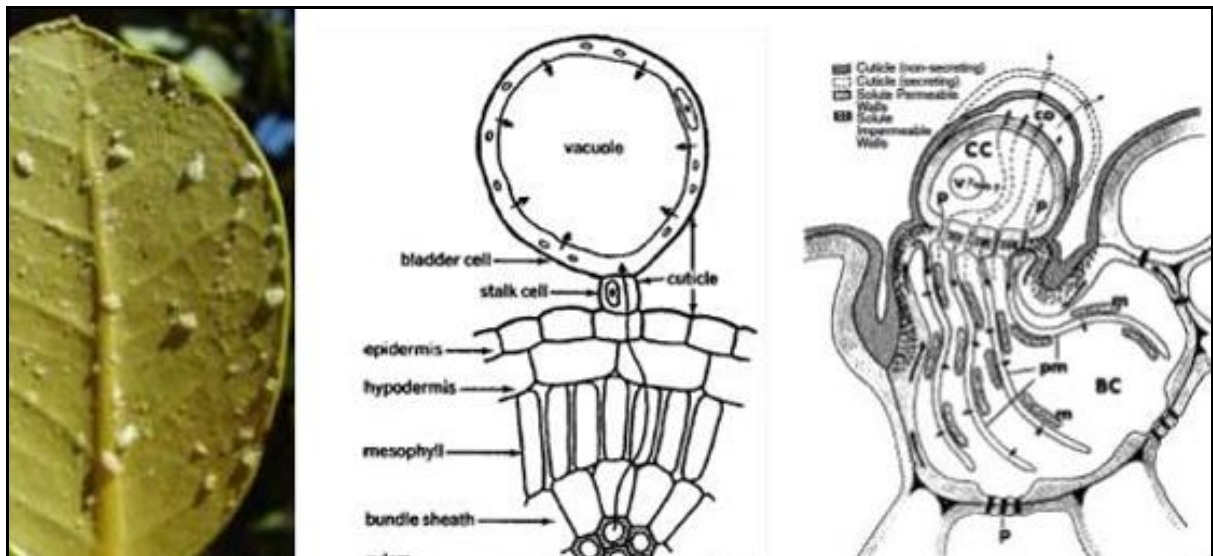


Fonte: Purnobasuki et al. (2017).

Devido ao ambiente está em contato direto com as águas oceânicas, o excesso de sal passa ser um fator estressante e limitante (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1984; SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRON, 1986; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000b; SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNETTA-DE-ROSA, 2001; TOGNETTA et al., 2015). Para isso as espécies de manguezal desenvolveram estratégias específicas para atenuar o sal, sendo o primeiro mecanismo descrito, a “ultrafiltração”, que possibilita à planta absorver água sem entrar quantidades grandes de sal. Outro mecanismo para evitar a exposição demasiada da planta ao meio salgado ocorre através dos rizóforos<sup>6</sup>, que mantêm grande parte da planta acima do substrato e das marés (TOMLINSON, 1986; COSTA, 2003; OLMOS; SILVA, 2003; SILVA, 2009; BERNINI; REZENDE, 2011). Também permite a troca de gases. Em *Laguncularia* e *Avicennia*, existem glândulas excretoras de sal, tornando-as mais tolerantes à salinidade (OLMOS; SILVA, 2003; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

<sup>6</sup> Classificação de raízes do tipo escora.

Figura 4. Representação das células ou glândulas secretoras de sal e como ocorre seu funcionamento na célula.

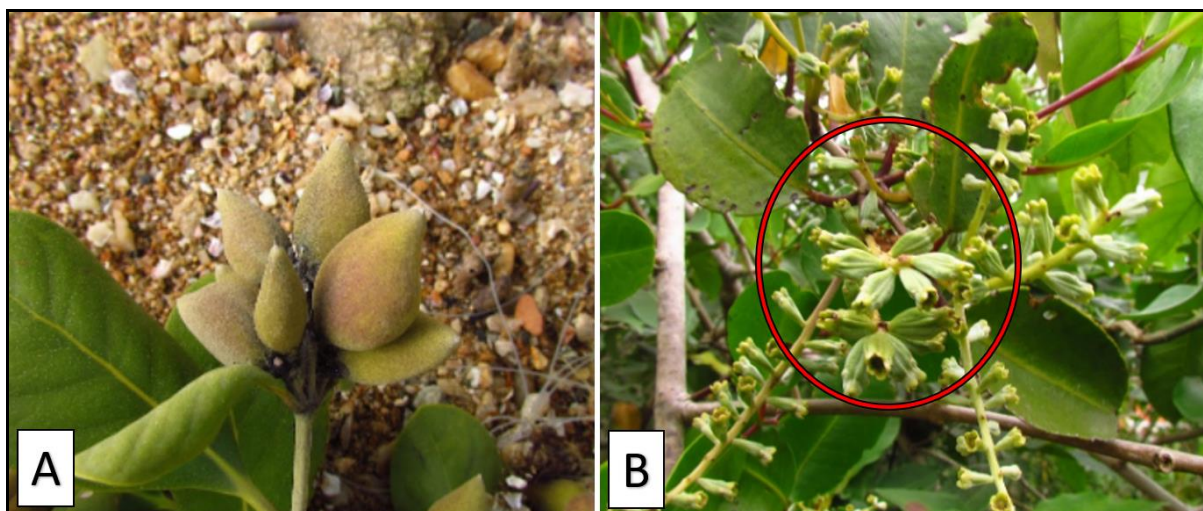


Fonte: Arruda (2011).

Outra estratégia importante de sobrevivência, para evitar as condições do substrato, e a reprodução. No caso dos propágulos<sup>7</sup> de *Rhizophora* iniciam o seu desenvolvimento antes de se desprenderem da planta mãe, adereindo-se ao substrato abaixo com um novo indivíduo (WALTER, 1986; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995b), esse mecanismo é conhecido como vivipariedade. Nos gêneros de *Avicennia* (Figura 5) e *Laguncularia* (Figura 5), os propágulos ficam encapsulados, e começam a se desenvolver quando chegam a um local propício á sua germinação, levados pelas correntes (TOMLINSON, 1986; COSTA, 2003; OLMOS; SILVA, 2003; SILVA, 2009; BERNINI; REZENDE, 2011).

<sup>7</sup> Similar as sementes arbóreas de demais sistemas.

Figura 5. Representação das estruturas reprodutoras de *Avicennia* (a) e *Laguncularia* (b) (circundada em vermelho).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A esse ambiente halófilo<sup>8</sup> da zona entre marés é possível verificar o abrigo de um conjunto de espécies vegetais arbóreas, típica e exclusiva do ecossistema, que compartilham características fisiológicas e adaptações ao ambiente, sendo denominadas de vegetação de mangue<sup>9</sup> (TOMLINSON, 1986; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000b; SILVA, 2009). A flora do manguezal é relativamente pobre em espécies, comparado a outras formações florestais. Tal virtude está relacionada as condições desfavoráveis de seu ambiente, conforme supracitado. Por outro lado, essas condições permitem a vegetação de manguezal proliferar com o mínimo de “competição” (ROBERTSON; ALONGI, 1992; SCHAEFFER-NOVELLI; JUNIOR; TOGNELLA-DE-ROSA, 2001; MELO; SORIANO-SIERRA; VEADO, 2011).

No mundo são citadas 69 espécies típicas de mangue, sendo que destas, sete são encontradas no litoral brasileiro, sendo *Avicennia germinans*, *A. schaueriana*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii* e *R. racemosa* (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1984; BANN, 1998). Os bosques de mangue do litoral catarinense apresentam grande variabilidade

<sup>8</sup> Afinida ao sal.

<sup>9</sup> Existe o equívoco no emprego dos termos “mangue” e “manguezal”. Portanto, não se trata de sinônimos. Para tal, julga-se adequada a acepção de VANNUCCI (1999), que, além de investigar as variações entre idiomas e atestar a origem africana dos vocábulos, elucida que “mangue” diz respeito ao tipo de formação vegetal, enquanto que “manguezal” se refere ao ecossistema de mangues. Adverte-se, contudo, que nas citações literais presentes neste estudo serão mantidos os termos empregados pelo autor referido.

estrutural, sendo encontradas as espécies *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana* (OLIVEIRA; TOGNELLA, 2014).

### 3.2. MANGUEZAIS: IMPORTÂNCIA E AMEAÇAS HUMANAS

Os manguezais merecem destaques por apresentarem importantes funções ecológicas, destacando-se a alta produtividade, que confere a esse ecossistema o status de mais produtivo da zona costeira (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000b; LACERDA, et al., 2006; LACERDA, 2009; GIRI et al., 2011; SANDILYAN; KATHIRESAN, 2014; GALVINCIO; POPESCU, 2016a; LAGOMASINO et al., 2016; VEETIL et al., 2019). A elevada produtividade primária é resultado do abundante suprimento de matéria orgânica que, após decomposição, constitui fonte de nutrientes para as águas costeiras, da qual dependem muitos recursos pesqueiros comerciais dos países tropicais e subtropicais (BRAGA et al., 2000; PEREIRA-FILHO et al., 2001; LACERDA, 2009). Dittmar et al. (2006) indicam que aproximadamente 10% da matéria orgânica dissolvida disponível nas águas oceânicas provêm dos manguezais, sendo que esses ocupam menos de 0,1% da superfície terrestre.

Com relação a outras funções ecológicas dos manguezais que os tornam imprescindíveis à região costeira, destacam-se:

- Proteção da linha de costa, evitando a ação erosiva das marés e o assoreamento dos corpos d'água adjacentes;
- Constitui a base da cadeia trófica de espécies de importância econômica e/ou ecológica, devido à alta produção de detritos (matéria orgânica) e sua posterior exportação para as águas costeiras adjacentes;
- Refúgio para inúmeras espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres, que nele encontram área de abrigo, reprodução, alimentação e desenvolvimento;
- Age como filtro biológico, absorvendo e imobilizando produtos químicos (metais pesados, por exemplo), retendo sedimentos, e funcionando também na degradação da matéria orgânica contida no esgoto doméstico;
- Serve como fonte de alimento (peixes, crustáceos, bivalves) e de produtos diversos, como tanino (indústrias de tintas), lenha (produção de lenha, carvão

e papel celulose), área para criação de abelhas e obtenção de mel, cuja finalidade está associado à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos manguezais, e algumas indústrias, e;

- Possibilidade de atividades de recreação e lazer, associado ao seu alto valor cênico (LUGO; SNEDAKER, 1974; CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1984; PRIMAVERA, 1998; BRAGA et al., 2000; PEREIRA-FILHO et al., 2001; DITTMAR et al., 2006; LACERDA, et al., 2006; EVERITT et al., 2008; TOGNELLA et al., 2015; AZIZ et al., 2016; COSTA; AMARO; FERREIRA, 2018; MEHVAR et al., 2018; QADIR et al., 2019; VEETTIL et al., 2019).

Diante do contexto exposto, é importante destacar que o ecossistema de manguezal é considerado elemento chave, cuja preservação é essencial para o funcionamento de outros ecossistemas maiores e mais diversos, que se estendem além dos seus limites (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996; TRINDADE, 2009). No Brasil são protegidos pelo Código Florestal sob a lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, e reconhecidos como Áreas de Preservação Permanente (APP), onde são impostas regras para utilização e ações que possam interferir nesse ambiente (BRASIL, 2012). Porém, encontram-se ameaçado devido a diversos fatores como: a expansão de áreas urbanas e portuárias, turismo e pesca predatórios, poluição por derramamento de petróleo e esgotos domésticos ou industriais, aterros e construção civil, extração de madeira e a carcinicultura desordenada e ilegal (HAUSER et al., 2017; PHAM; BRABYN, 2017; PROISY et al., 2018; WANG et al., 2018; QADIR et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021).

No contexto global, as áreas cobertas por manguezais está diminuindo (GIRI; MUHLHAUSEN, 2008; VALIELA et al., 2009; GIRI et al., 2011). Valiela et al. (2009) descreveram e Donato et al. (2011) corroboraram que 35% a 50% das florestas de mangue desapareceram nos últimos 60 anos.

A maior e iminente ameaça hoje, em vários países, é rápida conversão dos bosques de mangue em outros tipos de ocupação, tais como: aquicultura, extração ilegal de madeira para ocupação de forma irregular que acarreta, consequentemente, na poluição dos manguezais por despejos de resíduos sólidos (lixo domésticos) e esgoto sanitário sem tratamento (ALONGI, 2002b; KUENZER et al., 2011b; AZIZ et al., 2016; GALVINCIO; POPESCU, 2016b; DAVOODI et al., 2017; MOMAYEZ; QASEMI, 2017; QADIR et al., 2019; VEETTIL et al., 2019), dentre inúmeras outras atividades. Vale ressaltar que os manguezais que crescem

associados às áreas urbanas, enfrentam vários tipos de pressão, as supracitadas e outras, como: desmatamento, assoreamento, construção de aterros (ALARCON; PANITZ, 1998; ALONGI, 2002; KUENZER et al., 2011; AZIZI et al., 2014; GALVINCIO; POPESCU, 2016; DAVOODI et al., 2017; MOMAYEZ; QASEMI, 2017).

A falta de planejamento para o desenvolvimento urbano e industrial levou como resultado à destruição sistemática dos ecossistemas costeiros (SERAFIM; HAZIN, 2005). Grande parte dos manguezais está inserida em áreas próximas aos centros urbanos, onde residem 90% da população dos municípios costeiros (TOGNETTA DE ROSA et al., 2006). Desta forma, os resultados obtidos acarretam a perda de espaço territorial natural e maior influência antrópica sobre o ecossistema (FRIESS et al., 2016; BIJEESH; NGO; NGO, 2019).

Contudo, a baía da Babitonga é alvo de inúmeros impactos advindos da antropização dos ambientes adjacentes. A intensa urbanização dos municípios, que circundam o complexo estuarino, bem como a alta concentração de parques fabris dos setores metal-mecânico, têm propiciado a depreciação e a alteração dos corpos aquosos da região (ADÃO, 2016; KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021). A exemplo do mencionado, aliado ao fator de expansão das áreas urbanas e ao desconhecimento dos problemas ambientais, a construção do aterro da BR-280 promoveu o fechamento do Canal do Linguado (na década de 1930) e a interrupção da hidrodinâmica no interior da baía da Babitonga (CREMER, 2006; KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021).

A relevância dos manguezais da baía da Babitonga foi reconhecida dentro da atual política de preservação da biodiversidade do Brasil, como de importância extremamente alta para conservação, e recomendada para criação de unidades de conservação (KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021). Para que a proteção desse ecossistema seja assegurada, o conhecimento dos processos de ocupação e sustentação dos manguezais se faz de suma importância (QADIR et al., 2019). A avaliação das manchas e estado de conservação que atuam sobre o ecossistema manguezal na Baía Babitonga, são elementos relevantes para a determinação da vulnerabilidade ambiental, que venha gerar subsídios e propostas de manejo e conservação no ecossistema, assim fornecendo subsídio para posteriores tomadas de decisões (KAPLOWITZ, 2001; MOMAYEZ; QASEMI, 2017; BIJEESH; NGO, 2019; QADIR et al., 2019; VEETIL et al., 2019).

### 3.3. SENSORIAMENTO REMOTO EM ESTUDOS DE MANGUEZAIS

A vegetação nativa de um ambiente passa a ser considerado um indicador ambiental, sendo a avaliação quantitativa e qualitativa dentro de uma distribuição multitemporal uma ferramenta relevante e muito aplicada em estudos ambientais (SOARES, 1997; MELO et al., 2013; FRIESS et al., 2016). Neste caso, o Sensoriamento Remoto associado ao geoprocessamento constituem de informações válidas sobre o aspecto multi-temporal da distribuição de manguezais (KUENZER et al., 2011; KUENZER; TUAN, 2013; VO et al., 2015; CÁRDENAS et al., 2017; CASTILLO et al., 2017; HAUSER et al., 2017; PHAM et al., 2017; CASTANHO et al., 2018; PROISY et al., 2018; WANG et al., 2018).

No trabalho intitulado “Manguezais do Brasil”, Herz (1991) fez uma avaliação espacial dos manguezais da costa brasileira a partir da metodologia de processamento digital para apóio à fotointerpretação de aerolevantamentos convencionais. Apresentou como resultado a relação ao condicionamento espectral, fotointerpretação e mapeamento.

Froidefond e Soriano-Sierra (1995) buscaram adequar técnicas atuais de sensoriamento remoto para cartografar as formações vegetais de mangue em Santa Catarina. O trabalho fez uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

De acordo com Junges et al. (2007) os índices de vegetação são uma importante ferramenta gerada por técnicas de Sensoriamento Remoto que têm sido amplamente empregados em diversos trabalhos. Seu objetivo é buscar relacionar as informações captadas pelos sensores com a vegetação presente na área imageada (NERY et al., 2013). Através destes índices são obtidas diversas informações, dentre elas os parâmetros de crescimento e desenvolvimento da vegetação (CASARI, 2018; FREIRE-SILVA et al., 2019).

Existem algumas técnicas usadas para assinalar e estabelecer as transformações estruturais, fisionômicas e dinâmicas da vegetação em datas distintas, recebendo destaque para o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (AQUINO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2012b). Lopes et al. (2010) mencionam e Casari (2018) corrobora que o NDVI é um método simples e com elevada sensibilidade na avaliação da densidade da cobertura vegetal, assegurando a supervisão da vegetação. Portanto, um apontador primordial aos estudos de

avaliação e supervisão sazonal e interanual da degradação do ambiente (PONZONI; REZENDE, 2002; FREIRE-SILVA et al., 2019).

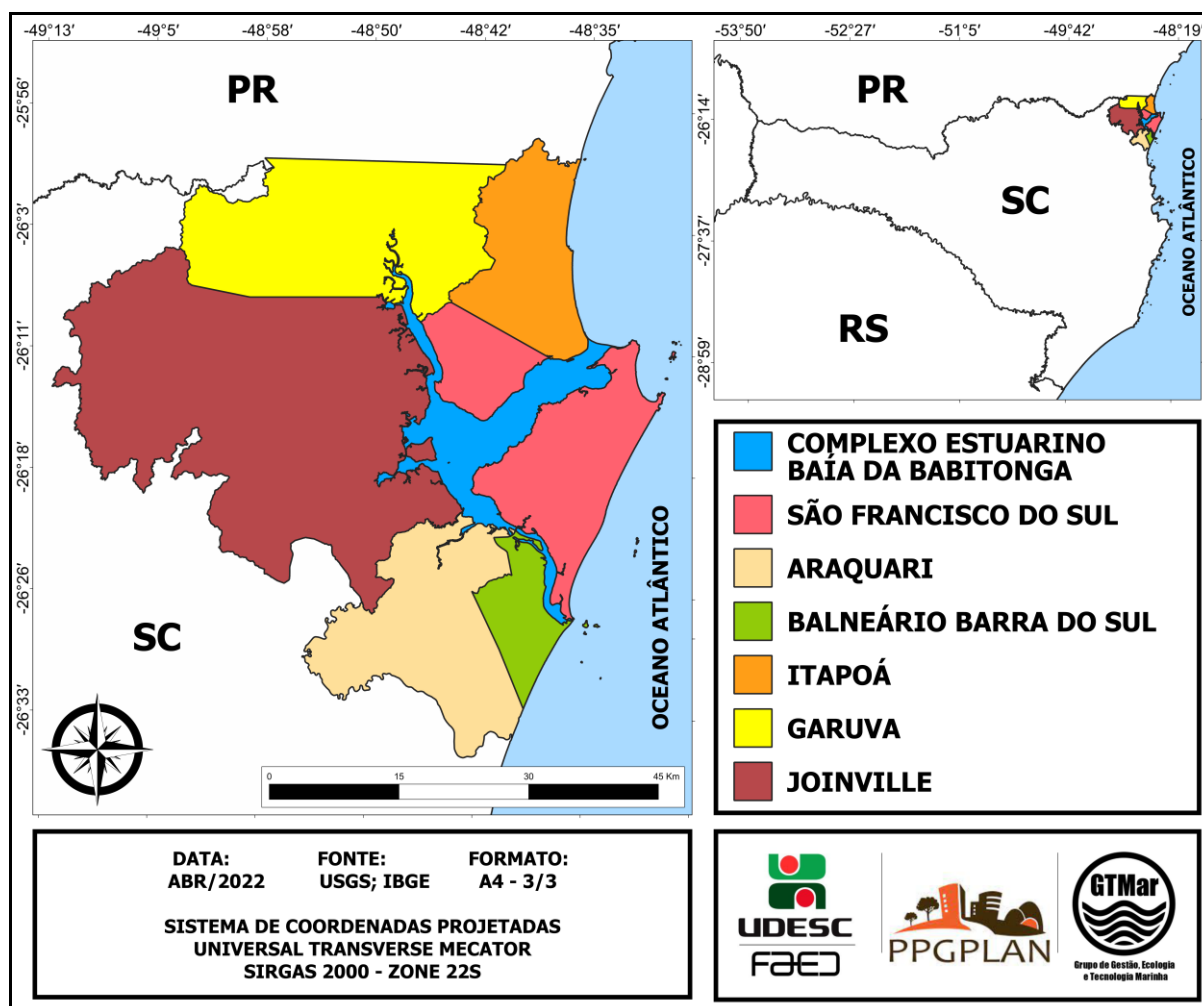
Estudos que são concretizados na baía da Babitonga sobre os múltiplos aspectos do ecossistema manguezal referem-se, em grande parte, à caracterização da estrutura funcional dos bosques (KILCA et al., 2011, 2019; KILCA, 2017). Contudo, o comportamento multi-temporal das formações vegetais é algo que está ganhando espaço, principalmente por meio do Sensoriamento Remoto, que resultaram em múltiplos mapeamentos (SOARES, 1999; MELO; SILVA, 2018). Desta forma, objetiva explorar identificar as alterações de uso e ocupação dos ambientes costeiros no entorno dos manguezais da baía da Babitonga, buscando assim, identificar a dinâmica multitemporal das diversas atividades antrópicas que têm se instalado nas adjacências (ADÃO, 2016; KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O sistema estuarino da baía da Babitonga ( $26^{\circ}02' - 26^{\circ}28'S$  e  $48^{\circ}28' - 48^{\circ}50'$ ) situa-se na região litoral norte de Santa Catarina e, abrange uma área estimada de 160 Km<sup>2</sup> (MAZZER; GONÇALVES, 2012b). Compreende os municípios de São Francisco do Sul, Araquari, Balneário Barra do Sul, Itapoá, Garuva e Joinville (Figura 6) (GERHARDINGER et al., 2021). Importante destacar que o município de Balneário Barra do Sul não foi contemplado na pesquisa, devido ao fato de não ocorrer troca de águas entre o estuário ao oceano desde a década de 1935 quando promoveram o fechamento do canal do Linguado (CREMER, 2006; GERHARDINGER et al., 2021).

Figura 6. Mapa temático da localização do complexo estuarino baía da Babitonga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Estes municípios apresentam atividades comerciais que vão desde pequenas comunidades pesqueiras, marinas de médio porte até grandes terminais portuários (KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021). Estas atividades têm se fortalecido com o processo de crescimento dos municípios costeiros (ADÃO, 2016). Apresenta como consequência, os problemas associados à expansão desordenada dos centros urbanos, refletindo direta ou indiretamente sobre os ecossistemas costeiros (SCHERER et al., 2006; JUNIOR; LOPES; CORREIA, 2015).

O arcabouço geológico que constitui e sustenta a baía são os morros e serras do norte catarinense, que são constituídos por grande parte de rochas metamórficas (gnaisses, migmatitos, xistos, quartzitos), diversos tipos de granitos e sequências vulcânicas e metassedimentares de metamorfismo muito brando (DIEHL; HORN FILHO, 1996). Também é representada pela planície costeira com extensas e diversas praias segmentadas por formações rochosas de basalto, gnaiss e granito, resultantes da proximidade da Serra do Mar (SCHERER; LAVINA, 2006). A região é constituída por um embasamento Cristalino Pré-Cambriano recoberto por sedimentos do Cenozóico, formados de depósitos marinhos e mistos. Os solos são dos tipos Glei pouco húmico distrófico, Podzol e solos de mangue (VEADO; TROPPEMAIR, 2001).

Avaliando a sua geomorfologia, a área de estudo encontra-se inserida no “setor setentrional” (DIEHL; HORN FILHO, 1996) do litoral catarinense. Na qual, as principais feições litorâneas encontradas são terraços, dunas, esporões, penínsulas, enseadas, baías, planícies de maré, planície de cordões regressivos, pontais, lagoas e lagunas, praias e ilhas (VIEIRA et al., 2008).

O clima na região é do tipo Cfa, segundo Köppen, ou ainda caracterizado como super-úmido, de acordo com a classificação de Thornthwaite (GAPLAN, 1986). A temperatura média anual é de 20,3 °C com a média do mês mais frio em torno de 16°C. A precipitação média anual varia em torno de 2.265 mm (MAZZER; GONÇALVES, 2012a), sendo que a direção dos ventos dominantes é principalmente de nordeste e de leste (VIEIRA et al., 2008).

A porção do litoral norte do estado de Santa Catarina, encontra-se sob o domínio de regime de micromarés (amplitude máxima inferior a 2 m), semidiurno, com altura média de 0,84 m e máxima de 1,9 m, durante os períodos de maré de sizígia (TRUCCOLO; SCHETTINI, 1999)

## 4.2. COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

### 4.2.1. Diagnóstico Bibliográfico

A elaboração do diagnóstico bibliográfico foi baseada na pesquisa de dados secundários com ênfase naqueles relacionados ao Ecossistema Babitonga. Foram consultados trabalhos científicos, sites, documentos técnicos, laudos, informações levantadas junto a autoridades competentes, entre outras fontes.

Os documentos foram levantados com a aplicação de estratégia de busca, utilizando-se alguns recursos informacionais como a base de dados eletrônico do portal de periódico da CAPES, bibliotecas digitais (Banco de Teses da CAPES e SciELO), buscador acadêmico (Google Acadêmico). Além das bases de dados de publicações científicas indexadas, explorou-se a literatura cinzenta, que veicula trabalhos não publicados como resumos de congresso, monografias, dissertações e teses.

Para esta pesquisa também foram utilizados os acervos das bibliotecas das universidades da região (UDESC, FURB, UNIVILLE, UFSC, UFPR e UNIVALI) e os bancos de dados de Anais de Congressos da Sociedade de Botânica do Brasil e Sociedade de Ecologia do Brasil. As palavras chaves utilizadas para a busca em todas as fontes foram: "manguezais da Baía Babitonga", "manguezais Santa Catarina", "Baía Babitonga", "mangroves Baía Babitonga", "mangroves Santa Catarina".

Importante destacar que a profundidade de dados secundários a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além da pesquisa documental, a partir de instrumentos compilados de consulta a Serafini (2012), De Freitas (2014) e aos bancos de dados das Câmaras de Vereadores dos municípios da área de estudo, do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul (CEPSUL) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

### 4.2.2. Aquisição e Processamento Digital das Imagens – PDI

A dinâmica de uso e ocupação da zona costeira do complexo estuarino da baía da Babitonga foi avaliada por meio de Sensoriamento Remoto, adotando-se resolução espacial de 30 metros e porcentagem de nuvens presentes < 20%.

Um banco de dados regional foi elaborado a partir de imagens obtidas pelos programas orbitais Landsat-5 e Landsat-8, manipulando as bandas multiespectrais dos Sensores TM (*Thematic Mapper*) e OLI (*Operacional Land Imager*), respectivamente. Utilizou-se imagens do período de 1986, 1993, 1996, 2000, 2006, 2010 (Landsat-5), 2016 e 2020 (Landsat-8), nas quais foram avaliadas alterações diretas nas áreas de manguezais do complexo estuarino da baía da Babitonga. Todo processamento digital foi realizado por meio do software QGIS 3.12.3.

As imagens foram obtidas no site *Earth Explorer United States Geological Survey* (USGS) do Instituto Geológico Americano (Disponível em <https://earthexplorer.usgs.gov/>) de forma gratuita. As imagens dos satélites foram corrigidas geometricamente, não sendo necessário o registro e georreferenciamento da imagem.

Para os processamentos que envolvem a resposta espectral de feições como solo e vegetação pudessem ser elaborados, as imagens passaram por correção radiométrica e atmosférica, quando os valores de números digitais foram convertidos para valores de reflectância no nível do solo. Isso implica em dizer que as interferências da fonte de luz, do sensor e da atmosfera foram removidas, restando apenas as informações dos sinais de reflectância da superfície do solo (LACERDA, 2020).

Na primeira etapa, obteve-se a radiância espectral aparente da imagem (Equação 1), que consistiu em transformar o número digital da imagem em radiância no topo da atmosfera, eliminando assim as interferências causadas pelo sensor (LACERDA, 2020). Para isso, aplicou-se a equação descrita por Markham e Barker, 1987 (Equação 1):

$$L^{\wedge} = a_i + \left( \frac{b_i - a_i}{255} \right) nd$$

(Equação 1)

Onde:  $L^{\lambda}$  é a radiância espectral aparente em determinada banda;  $a_i$  é o  $L_{max}$ ;  $b_i$  corresponde ao  $L_{min}$ ;  $nd$  o número digital da imagem em cada banda. Os dados referentes ao  $a_i$  e o  $b_i$  foram adquiridos a partir dos metadados cedidos pelo USGS.

Com a imagem corrigida, foi realizada a correção atmosférica (Equação 2), para que os valores de radiância no topo da atmosfera pudessem ser transformados em valores reais de reflectância no solo, eliminando assim as interferências causadas pela atmosfera e pela fonte de luz (LACERDA, 2020). Para isso, aplicou-se a equação determinada por (QUARTAROLI et al., 2006) (Equação 2).

$$\rho_a = (\pi \cdot d^2 \cdot L^{\lambda}) / (E_{sun} \cdot \cos(\theta_{zen})) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:  $\rho_a$  é a reflectância;  $\pi \cdot d^2$  corresponde à distância Terra-Sol;  $L^{\lambda}$  é a radiância espectral aparente;  $E_{sun}$  são os valores de irradiância solar no topo da atmosfera nas bandas utilizadas;  $\cos(\theta_{zen})$  corresponde ao cosseno do ângulo zenital. Importante destacar que o estudo focou apenas para as faixas multiespectrais do visível, e regiões do infravermelho nas oito cenas dos diferentes satélites (Landsat-5 e Landsat-8).

Para otimização do trabalho foi realizado o mosaico das oito cenas pré-processadas e, posteriormente, o redimensionamento da imagem gerada pelo mosaico dos limites dos municípios presentes no complexo estuarino da baía da Babitonga. Após, foram criadas camadas de distribuição das manchas de manguezais por toda extensão do complexo estuarino - as áreas de ecótono<sup>10</sup> não foram incorporadas nas análises, restringindo-se apenas as manchas de mangue e marismas. Com base nos mapas gerados, foi possível mensurar as extensões da cobertura do ecossistema manguezal no complexo estuarino baía da Babitonga, os usos antrópicos, bem como a evolução estrutural dos bosques de mangue.

#### 4.2.3. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação de Manguezal

Para entender como se encontra a estrutura da vegetação e, consequentemente o *status* de conservação de um bosque, foram aplicadas técnicas que possam assinalar e estabelecer as transformações estruturais,

---

<sup>10</sup> Áreas de transição ecológica.

fisionômicas e dinâmicas da vegetação em datas distintas, recebendo destaque para o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (AQUINO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2012a).

No equacionamento do NDVI (Equação 3) empregou-se o algoritmo padrão, na qual foram consideradas as bandas 3 e 4 do satélite Landsat-5, e bandas 4 e 5 do satélite Landsat-8, aplicado diretamente sobre cada par de pixel das bandas, nas faixas do espectro eletromagnético correspondentes ao vermelho visível (V) e do infravermelho próximo (IVP), que gera um valor pertencente ao intervalo  $[-1, 1]$ . Para o cálculo do NDVI (Equação 3), foi empregada a equação proposta por Rizzi et al. (2006) (Equação 3).

$$NDVI = (ReflectB4 - ReflectB3) \div (ReflectB4 + ReflectB3) \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde: ReflectB4 – reflectância no infravermelho próximo; ReflectB3 - reflectância no vermelho.

A classificação das imagens utilizando os valores de NDVI foi adaptada de Rizzi et al. (2006). Os valores negativos, compreenderam os corpos hídricos, valores de 0,005 a 0,421 representaram Solo Exposto, 0,422 a 0,514 Vegetação Jovem, Vegetação Intermediária foi classificada nos intervalos de 0,515 a 0,621 e, Vegetação Madura nos intervalos de 0,622 a 0,900.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

### 5.1. BREVE TRAJETÓRIA DE USO E OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DO ENTORNO DO MANGUEZAL NA BAÍA DA BABITONGA

Na presente revisão de literatura permitiu-se a identificação de cinco períodos de desenvolvimento regional no entorno do ecossistema de manguezal do complexo estuarino baía da Babitonga: (i) até 1904 (colonização da região); (ii) de 1905 até 1939 (expansão da rede ferroviária); (iii) de 1940 até início da década de 1970 (crescimento industrial); (iv) meados da década de 1970 até início da década de 1990 (a pesca industrial e o início do turismo). O período após a década de 1990 (v), que corresponde à história recente da baía Babitonga, terá sua trajetória de desenvolvimento apresentada através das principais atividades instaladas nas adjacências dos manguezais.

#### 5.1.1. Primeira Fase: Colonização Multicultural (até 1904)

O indício da primeira ocupação humana para a região norte do Estado de Santa Catarina data de, aproximadamente, 5.420 anos atrás, cujas sociedades eram denominadas como sambaquis. Mais tarde, o território norte catarinense passou a ser ocupado por indígenas carijós e, posteriormente, por povos da tradição Taquara-Itararé (JOINVILLE, 2011).

Em 1504 é datada a chegada da primeira embarcação européia, *l'Espoir de Honfleur*, navegada pelo francês Binot Paulmier de Gonneville que ancorou em São Francisco do Sul (ALVES, 2005). No ano de 1648, o bandeirante vicentino Manoel Lourenço de Andrade se estabelece em São Francisco do Sul, trazendo grande número de agregados e escravos, gados, instrumentos agrícolas e ferramentas – efetivando a colonização europeia ao norte do estado de Santa Catarina. Nesta mesma época chegaram à região os primeiros imigrantes açorianos (GERHARDINGER et al., 2021).

A freguesia foi elevada à categoria de Vila em 1662, período em que predominavam engenhos de aguardente e de farinha de mandioca, sendo o porto um ancoradouro natural utilizado para escoar estes produtos para os centros

comerciais do Brasil colônia (NEU, 2009). Do final do século XIX em diante, o Porto de São Francisco do Sul deixa de atender apenas demandas locais e passa a se inserir na “dinâmica produtiva das regiões circunvizinhas”, exportando erva mate e madeira de araucária (SILVEIRA, 2010).

A partir de 1851, ocorre a chegada dos imigrantes alemães no norte de Santa Catarina que provocava mudanças substanciais na economia regional pelo desenvolvimento da atividade industrial. Esses imigrantes europeus passaram a se deslocar e se instalaram no território denominado Colônia Dona Francisca - atual município de Joinville. Nesta época surgiram as primeiras indústrias metalúrgicas e têxteis em Joinville (JOINVILLE, 2011).

#### 5.1.2. Segunda Fase: Expansão da Rede Ferroviária (1905 - 1939)

Até o início deste período, com exceção do município de Joinville, as atividades econômicas das áreas adjacentes a baía da Babitonga estava ligada, basicamente, à atividade da agricultura. As lavouras que visavam à exportação (farinha de mandioca, por exemplo), não possuíam valor comercial compatível com o modelo exportador, o que mantinha as atividades agrícolas voltadas para a subsistência (GERHARDINGER et al., 2021).

Início do século XX, por volta de 1905, é projetada e inicializada a construção da rede ferroviária do Porto de São Francisco do Sul até o município de Porto União. Desta forma, a trajetória de desenvolvimento dos municípios limítrofes da baía da Babitonga passou a ficar estreitamente associada a rede ferroviária (CONORATH; ROCHA, 2011).

No ano de 1912, é concedida a *Brazil Railways Co.*, companhia responsável pela estrada de ferro de São Paulo-Rio Grande, a instalação de uma estação marítima na baía da Babitonga, iniciando o crescimento portuário. Nesta época, tanto as atividades no porto, quanto na construção da ferrovia tinham caráter temporário e eram conjugadas com a pesca pelos moradores (SILVEIRA, 2010).

Em 1907 foi construída uma ponte férrea sobre o Canal do Linguado que conectou a ilha ao continente, mantendo uma abertura de 120 metros no canal sul, permitindo a troca de águas continentais. No ano de 1939, essa ponte foi substituída por uma conexão rodoferroviária que fechou completamente o Canal do Linguado, obstruindo a circulação de água (CREMER et al., 2006). Essa nova perspectiva

comercial fez com que São Francisco do Sul desenvolvesse uma base econômica relacionada aos serviços portuários, que, ao longo dos anos, diversificou seus produtos de exportação e importação (GERHARDINGER et al., 2021).

#### 5.1.3. Terceira Fase: Crescimento das indústrias (1940 - 1970)

Após a Segunda Guerra Mundial (1945), o município de Joinville começa a se destacar como um dos principais polos industriais do Brasil, se especializando nos setores metalúrgico e têxtil (JOINVILLE, 2011). Neste mesmo período, ocorreu as obras de construção do cais do Porto de São Francisco do Sul (RODRIGUES, 2000).

A partir de 1955 ocorreu um grande impulso econômico em São Francisco do Sul com o crescimento industrial do município de Joinville, gerando melhoria da infraestrutura portuária e intensificando o movimento marítimo (CONORATH; ROCHA, 2011).

Entre as décadas de 1940 e 1950, as atividades agrícolas e a pescaria passaram a entrar em crise. Com isso, a partir da década de 1960, os pescadores passaram a vender suas residências à beira mar e começaram a migrar para o interior (BORGONHA, 2005), dando o início ao processo de urbanização e o turismo no entorno da baía da Babitonga.

Pinheiro e Cremer (2003) indicam uma ruptura nas estratégias de pesca utilizadas até a década de 1970. Os autores mencionam a substituição do “barbantão” e fio de seda pelo nylon de plástico, da pesca na costa pela pesca no canal e do arrasto do gerival com força da maré pelo arrasto com motor de popa. Com isso a pesca perdeu a necessidade da força humana produzida pela ação coletiva dos pescadores e passa a ser realizada de forma cada vez mais individualizada, com o uso de tecnologias, como o motor.

#### 5.1.4. Quarta Fase: Pesca industrial (1970 - 1990)

O crescimento urbano do município de Joinville durante a década de 1970 (RIBEIRO, 2015), trouxe impactos negativos frente a degradação ambiental nos arredores do estuário da baía da Babitonga. Em 1977, com a instalação do terminal da PETROBRAS em São Francisco do Sul (TGB-ACQUAPLAN, 2014), a oferta de

emprego aumentou, fazendo com que os centros urbanos se expandissem (BORGONHA, 2005).

Na década de 1980 a demanda passou a ser por cargas em containers, levando a necessidade de reestruturação física e operacional (TGB-ACQUAPLAN, 2014). O governo federal criou uma política de fomento para a pesca industrial e o Programa de Incentivos Fiscais à Pesca, que operou entre 1967 até 1989. O resultado foi uma acumulação e concentração do setor pesqueiro próximo à costa, aumentando a pressão sobre os recursos explorados pela pesca artesanal (DIEGUES, 1983).

No nível nacional, em 1989 foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), um órgão que à época centralizou a execução de toda a política ambiental brasileira. Para estruturar a política brasileira de meio ambiente executada pelo IBAMA, em 1990 foi criada a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República (SEMAM-PR) e, dois anos mais tarde, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (GERHARDINGER et al., 2021).

#### 5.1.5. Quinta Fase: Desenvolvimento das atividades recentes no entorno da baía da Babitonga (1990 até os dias atuais)

O papel do IBAMA na década de 1990 era oferecer respostas à crise no sistema de governança dos recursos pesqueiros. Nas negociações entre o IBAMA e o setor pesqueiro foram definidas medidas de gestão que favoreceram uma significativa recuperação dos estoques (DIAS-NETO, 2003). Além disso, foram criados e aperfeiçoados importantes instrumentos de gestão ambiental, como a Lei do licenciamento ambiental, a Lei de Crimes Ambientais (1998) e a aplicação de penalidades diferenciadas para captura de espécies ameaçadas (HOSTIM-SILVA et al., 2005).

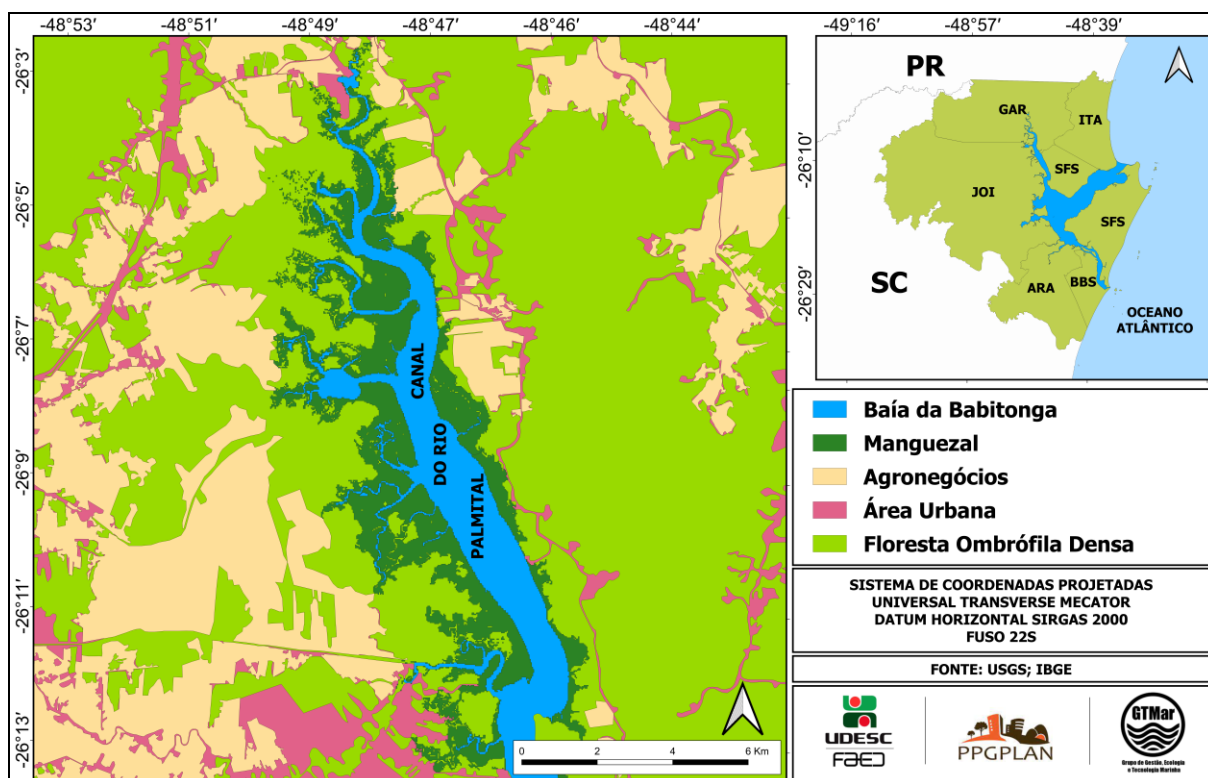
Após a década de 1990, os principais vetores que atuaram na trajetória de desenvolvimento dos municípios no entorno da baía da Babitonga estiveram relacionados à expansão das atividades turísticas, industriais e portuárias (GERHARDINGER et al., 2021).

Com base na validação *in loco* e corroborado com o diagnóstico socioambiental do complexo estuarino de baía da Babitonga, desenvolvida por Gerhardinger et al. (2021), foi possível analisar inúmeras atividades humanas na

baía da Babitonga. De forma geral, as atividades se concentram logo na entrada do estuário – entre os municípios de São Francisco do Sul e Itapoá, no decorrer de sua porção central (São Francisco do Sul) e alcançando os limites do município de Joinville. As atividades registradas nestas áreas foram passeio de barco, pesca esportiva, pesca profissional (peixes, moluscos, camarão e outros crustáceos), transporte coletivo (ferry boat e travessia de passageiros), áreas de banho, áreas de abrigo para navegação, empreendimentos portuários e estaleiro (em operação e em licenciamento) e pontos turísticos (GERHARDINGER et al., 2021).

O município de Garuva ainda mantém características rurais em seu território, assim como parte dos municípios de Joinville, São Francisco do Sul e Itapoá. Porém, o rio Palmital é uma região com alta influência de água doce devido a existência de inúmeros recursos hídricos em sua adjacência (SILVA, 1995). Consequentemente, apresentam usos indiretos decorrentes da rizicultura e bananicultura – que descarregam os pesticidas das produções à montante do município de Garuva, e do cultivo de peixes em tanques – favorecendo o aporte de espécies exóticas (Figura 7) (GERHARDINGER et al., 2021).

Figura 7. Mapa temático ilustrando as manchas de atividades de agonegócios (agricultura, pecuária, silvicultura, dentre outras) no entorno do Canal do Rio Palmital.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

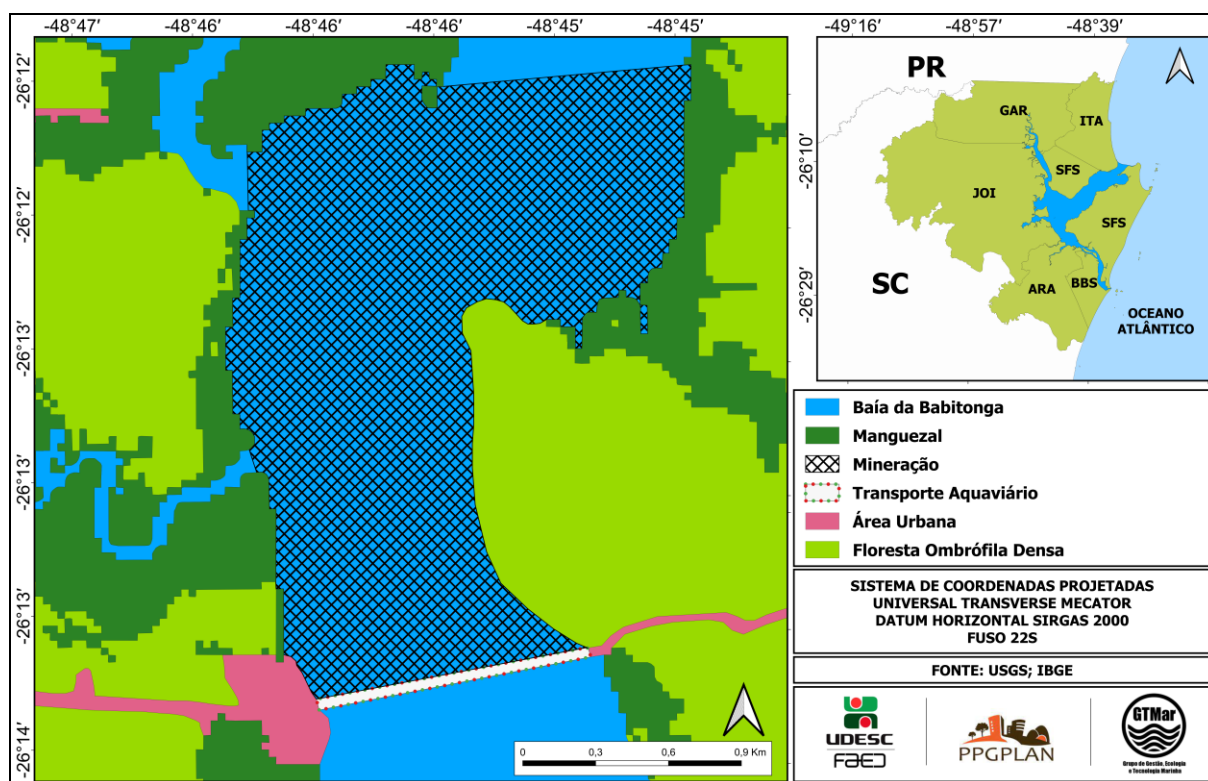
Importante destacar que para o município de Garuva também há uma discreta expansão de atividades industriais, que incluem metalúrgicas, fábrica de tratores e um projeto de usina termoeletrica da empresa Tractebel (GERHARDINGER et al., 2021).

Além do supracitado, a região é apontada como uma área importante para recrutamento e desenvolvimento de diversas espécies, com destaques para o robalo que é fortemente explorado na região pela pesca artesanal e recreativa (GERHARDINGER et al., 2021).

Joinville é caracterizado por ser o município de maior polo industrial e tecnológico do estado de Santa Catarina, especialmente no ramo metalmeccânico. Atualmente busca pelo desenvolvimento estratégico para lidar com os problemas urbanos, pois apresenta maior influência de poluição, consequência da grande população, limitada rede de tratamento de efluentes e da expressiva atividade industrial (GERHARDINGER et al., 2021).

Além das atividades descritas ocorre a exploração por ações de mineração de areia e transporte aquaviário (Figura 8). No segmento do transporte aquaviário inclui serviços públicos de transporte coletivo com travessias por meio de balsa (ferry boat – caminhões, automóveis e passageiros). As balsas (ferry boat) intermunicipais operam entre os municípios de Joinville e São Francisco do Sul (Vigorelli - Gibraltar) (GERHARDINGER et al., 2021).

Figura 8. Mapa temático indicando as atividades de mineração e transporte aquaviário entre os municípios de Joinville e São Francisco do Sul.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As áreas limítrofes entre os municípios de Araquari e São Francisco do sul, na região mais próxima ao aterro do Canal do Linguado (área norte), é a mais impactada pela intervenção humana (SILVA, 2011; GERHARDINGER et al., 2021). Desde o fechamento total do canal do Linguado na década de 1935, a região passou por expressivas alterações, sendo a mais afetada pelo assoreamento (CREMER, 2006). A profundidade, que já foi superior a 15 metros, atualmente é zero, em períodos de maré baixa, dificultando atividade pesqueira (GERHARDINGER et al., 2021). Apesar do impacto, a área atualmente serve de ponto de alimentação para aves e peixes, além da possibilidade de colonização por manguezal (KILCA et al., 2019).

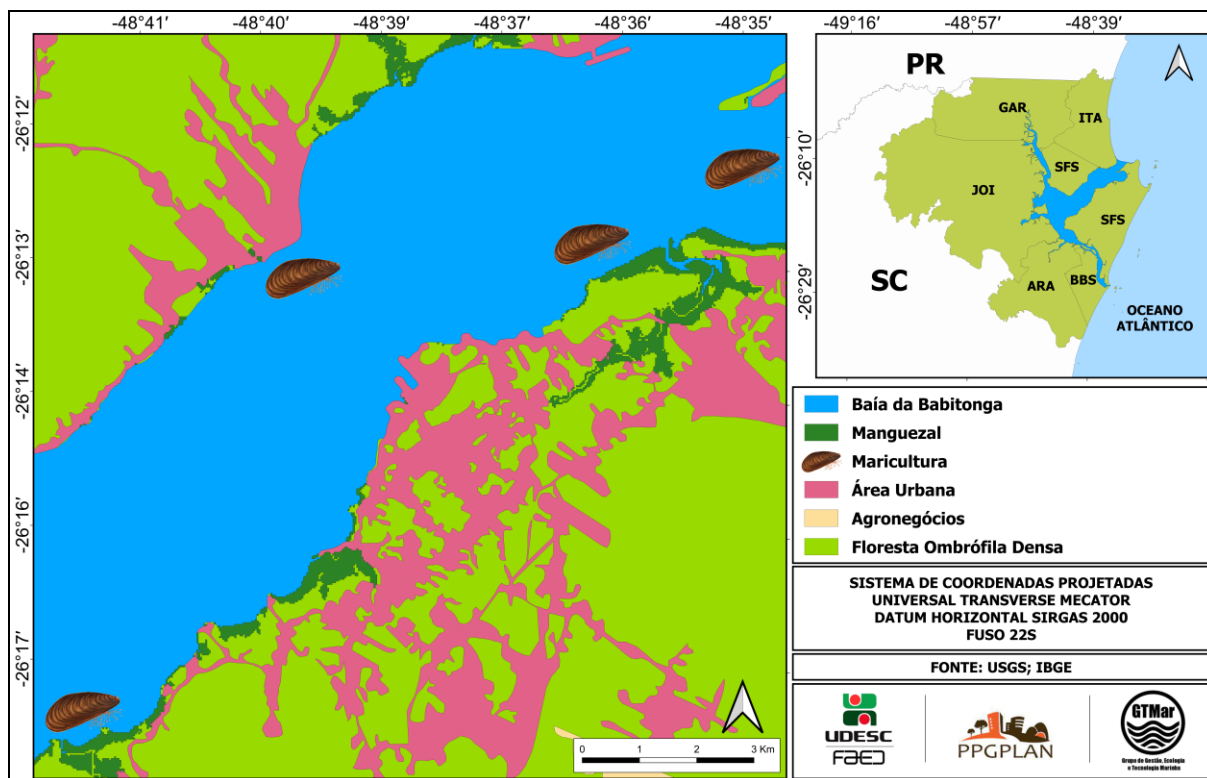
O município de São Francisco do Sul apresenta um território importante devido aos manguezais presentes no Saco do Iperoba e nas desembocaduras dos rios Monte de Trigo, Jaguaruna, Pequeno e o Ribeiro, considerados saudáveis e produtivos (KILCA et al., 2011). Porém, vêm sofrendo degradação por conta da remoção da cobertura vegetal dos bosques de mangue e alteração da hidrologia

local pelo aterramento dos acessos com rejeitos de construção civil (KILCA et al., 2019).

O município supracitado apresenta uma grande relevância ecológica e estética. É uma área importante para reprodução, refúgio e alimentação de espécies devido à grande diversidade de habitats (KILCA et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2021). A área estuarina do município de São Francisco do Sul é local de ocorrência de *Pontoporia blainvillei* e *Sotalia guianensis* (CREMER; SIMÕES-LOPES, 2005; CREMER; PINHEIRO; SIMÕES-LOPES, 2012), ambos em listas de espécies ameaçadas. Além de ser considerada a área de maior produção de camarão branco (GERHARDINGER et al., 2021).

Do ponto de vista da aquicultura, o município apresenta atividade no campo de maricultura voltado ao cultivo de mariscos (*Perna perna*) e ostras (do Pacífico - *Crassostrea gigas*; e ostra nativa - *Crassostrea brasiliiana*) (ANDRADE et al., 2015; SANTOS; COSTA, 2015). Existem quatro parques aquícolas distribuídos no interior da Baía Babitonga (Figura 9). Ainda no campo da aquicultura, ocorre atividade de carcinicultura direcionada ao cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, na qual as fazendas estão distribuídas em duas localidades, Linguado e Lamin (porção continental) (SANTOS; COSTA, 2015).

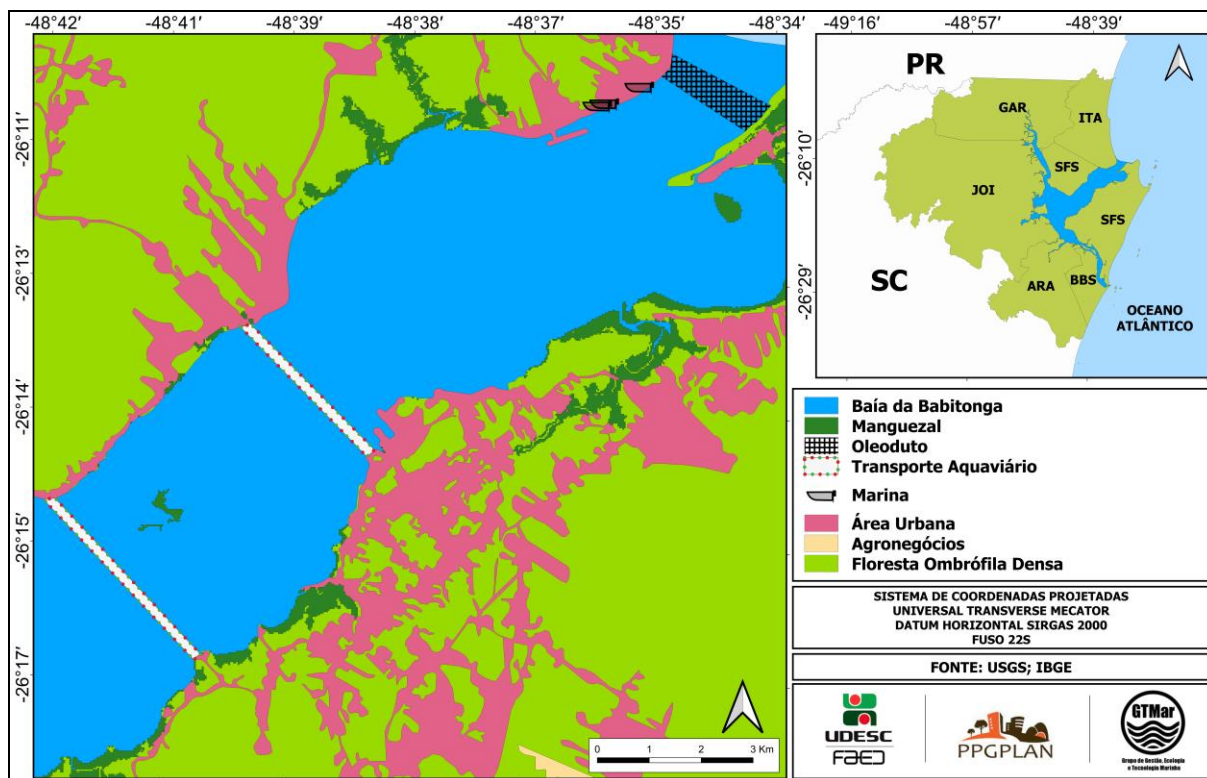
Figura 9. Mapa temático indicando os parques aquícolas de maricultura no interior da baía da Babitonga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O município de São Francisco do Sul apresenta áreas que são utilizadas pela pesca de pequena escala (GERHARDINGER et al., 2021). Também comporta atividades de turismo, recreação e transporte aquaviário entre a porção continental e a ilha e transporte de oleoduto entre a ilha de São Francisco do Sul ao município de Itapoá (Figura 10). Além de pontos de marinas no município de Itapoá, próximo ao manguezal do rio Pequeno (Figura 10) (GERHARDINGER et al., 2021). Porém, o município de São Francisco do Sul também possui em seu território uma grande indústria metalúrgica especializada na transformação de aços planos.

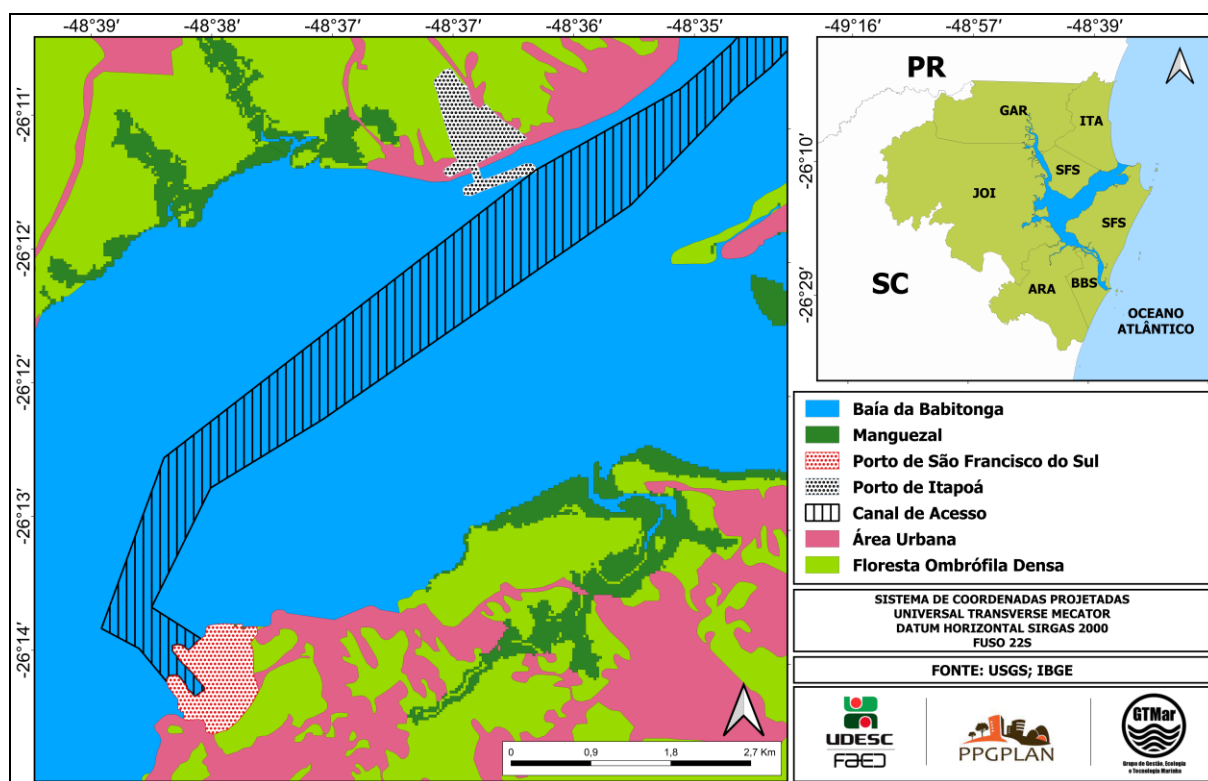
Figura 10. Mapa temático apontando diversas atividades antrópicas no interior do estuário baía da Babitonga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No entanto as atividades portuárias merecem destaque (CABRAL, 2011; KILCA et al., 2019). Os limites municipais de Itapoá e São Francisco do Sul, contempla uma região com intenso tráfego de embarcações de pequeno a grande porte. É a porção onde se concentra toda a atividade portuária licenciada operante, ou seja, o porto de São Francisco do Sul (construído em 1955) e o de Itapoá (construído em 2011) (Figura 11) (KILCA et al., 2019) e em processo de licenciamento (GERHARDINGER et al., 2021).

Figura 11. Mapa temático indicando a atividade portuária operante – Porto de São Francisco do Sul e o Porto de Itapoá.



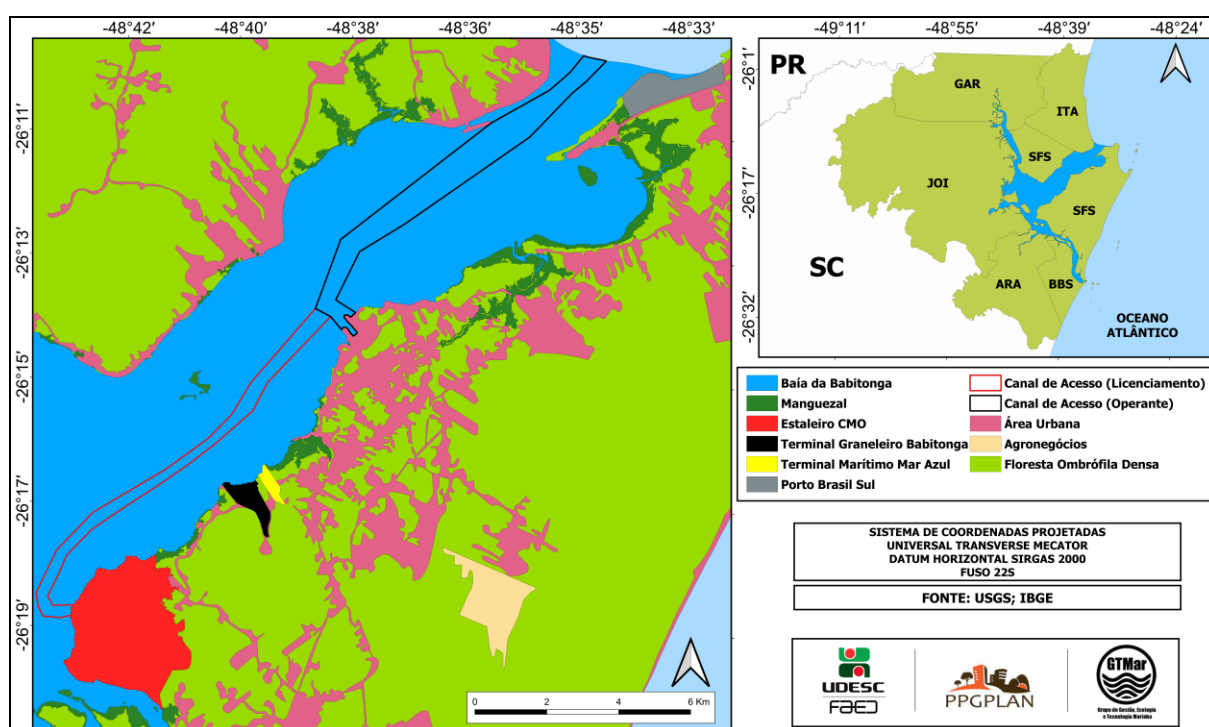
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Lei 8.630/1993 (Lei dos Portos) afetou diretamente São Francisco do Sul pelo aumento da inserção de empresas privadas no seu Porto (TGB-ACQUAPLAN, 2014). A partir de 1996, o Terminal de Santa Catarina (TESC) se tornou arrendatário de uma área do Porto Público de São Francisco do Sul (SILVEIRA, 2010). Em 2010, iniciaram-se diversas obras de reestruturação, como reforço e realinhamento dos berços de atracação, dragagem do canal de acesso e do cais e remoção de rochas que dificultavam o acesso dos navios (GERHARDINGER et al., 2021).

Atualmente, existem alguns projetos de ampliação da capacidade portuária em São Francisco do Sul (KILCA et al., 2019). Há um terminal graneleiro (Terminal de Granéis de Santa Catarina - TGSC) com licença de instalação (emitida em 2014), em área contígua às instalações do Porto Público de São Francisco do Sul, ou seja, o projeto contempla um berço para navios de passageiros e do Terminal da Empresa Sadia (CABRAL, 2011; KILCA et al., 2019). Existem ainda outros três portos e um estaleiro em fase de licenciamento: o Terminal Marítimo Mar Azul, da empresa NORSUL, que prevê a supressão de 3,46 hectares de bosques de mangue na região onde será instalado o empreendimento (Figura 12) (CABRAL, 2011). O

Terminal Graneleiro Babitonga (TGB) que prevê a supressão de 13 a 36 hectares de área de manguezal (Figura 12) (LUGLI-BERNARDES, 2014b), na localidade de Laranjeiras, em São Francisco do Sul. Por fim, o Porto Brasil Sul (Figura 12), na praia do Forte e o Estaleiro CMO (Figura 12), no fim da Estrada Geral da Ribeira. O estaleiro da CMO prevê uma área de redução de bosque de mangue em 5,93 hectares (LUGLI-BERNARDES, 2014d).

Figura 12. Mapa temático indicando as projeções de portos e estaleiros no entorno da baía da Babitonga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Além da remoção da vegetação de manguezal, a construção de portos pode gerar efeitos secundários devido às alterações no padrão hidrológico e da dinâmica sedimentar, alteração no fundo dos corpos d'água e poluição da água e do solo (KILCA et al., 2011, 2019).

Em 2009 se iniciaram as obras de implantação do Porto Itapoá, terminal privado inserido na localidade do Pontal-Figueira que iniciou sua operação no ano de 2011 (PORTO ITAPOÁ, 2016), e está em andamento um processo de licenciamento para ampliação do mesmo (GERHARDINGER et al., 2021). Recentemente houve uma solicitação à câmara Municipal de Itapoá, por parte da COAMO Agroindustrial Cooperativa, requerendo alteração no Plano Diretor de

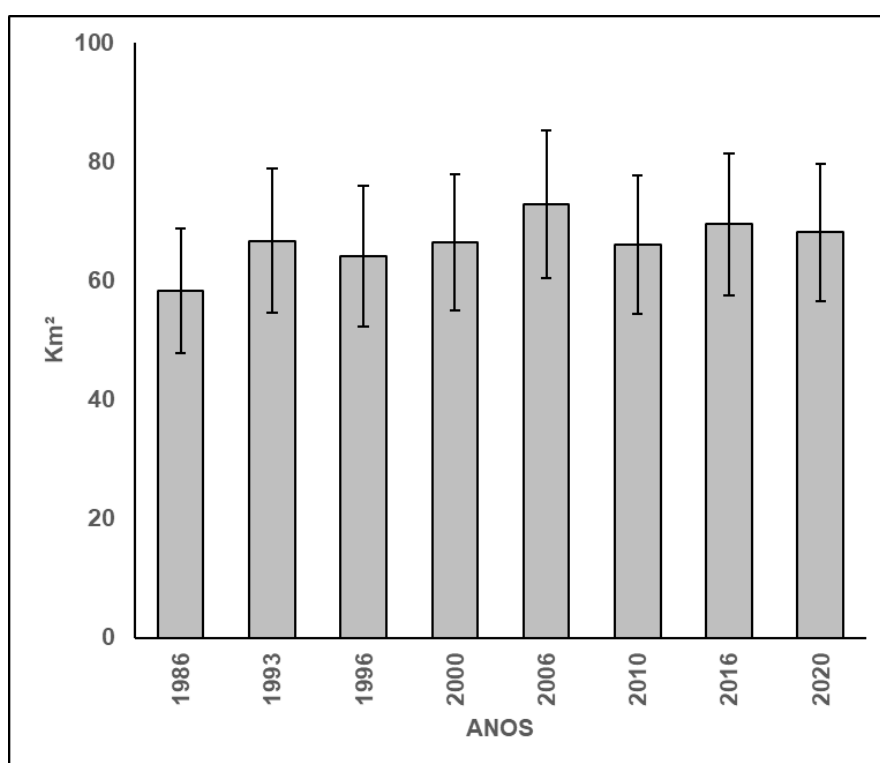
Itapoá para permitir a instalação de outros dois terminais marítimos no município, um para grãos e outro para fertilizantes (GERHARDINGER et al., 2021).

## 5.2. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA DE MANGUEZAIS NO COMPLEXO ESTUARINO

A classificação das imagens correspondentes aos anos do presente estudo, possibilitou a visualização e quantificação das variações espaço temporais do estuário da baía da Babitonga. As imagens apresentaram diferentes mosaicos de paisagem na organização espacial da vegetação.

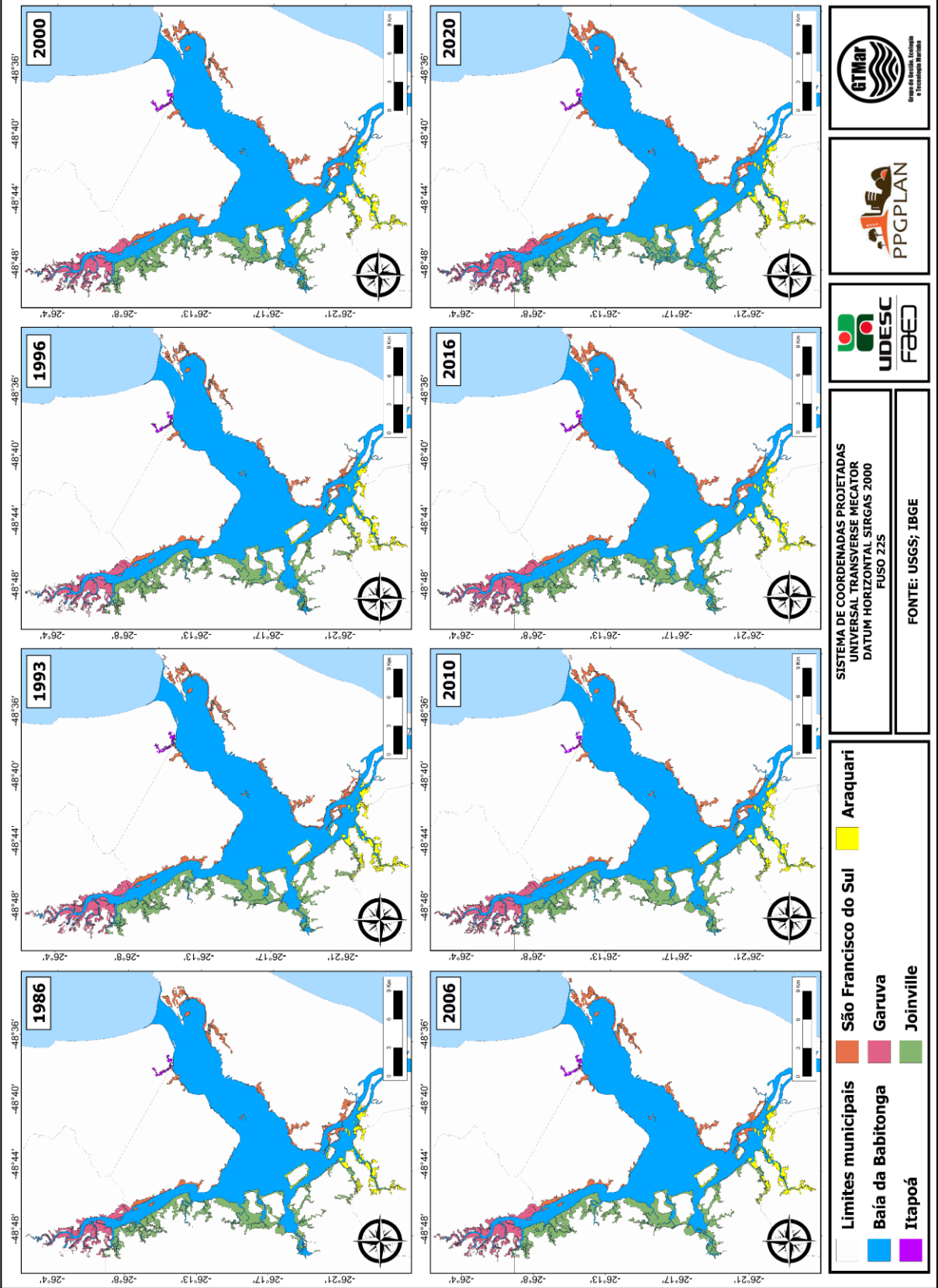
Na Figura 13 é possível verificar que ao longo dos anos, as áreas ocupadas por manguezal oscilaram irregularmente entre 58,31 Km<sup>2</sup> - em 1986, e 72,77 Km<sup>2</sup> - 2006. Representado a mínima e máxima, para o presente estudo.

Figura 13. Variação temporal da área total ocupada por manguezal no estuário da baía da Babitonga.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Figura 14. Mapa temático apontando a distribuição do ecossistema de manguezal ao longo dos anos e nos diferentes municípios que fazem parte do estuário da baía da Babitonga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

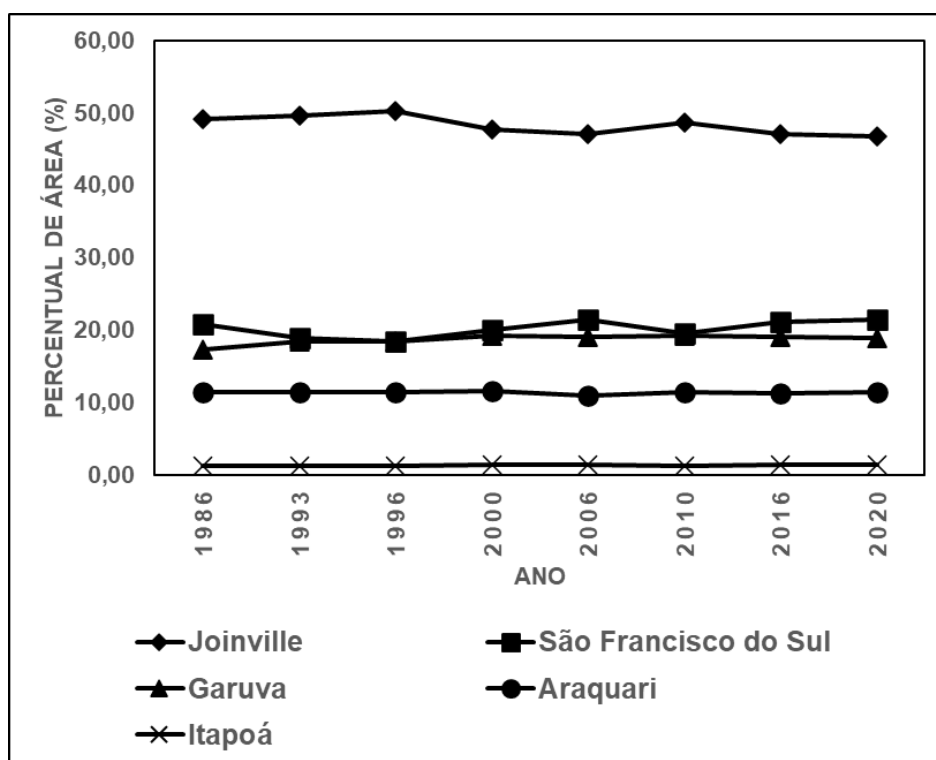
Ao avaliar a espacialidade existente no complexo estuarino, foi possível constatar que o município que mais contribuiu em área de manguezal foi Joinville (média de 48,32%) (Quadro 1; Figura 15), seguido por São Francisco do Sul (média de 20,27%) e Garuva (média de 18,71%) (Quadro 1; Figura 15). Manguezais ocorrem no trecho sul da baía da Babitonga, no município de Araquari, principalmente, no Canal do Ipiranga, tornando-se o município intermediário na contribuição em áreas de manguezal (11,38%) (Quadro 1; Figura 15). Também foram registrados manguezais na entrada da baía da Babitonga, na porção continental em Itapoá - Ponta do Barbosa e praia da Figueira do Pontal, representando as menores áreas de contribuição de manguezal (média de 1,32%) (Quadro 1; Figura 15).

Quadro 1. Valores brutos das áreas de manguezal por ano e por município para o estuário baía da Babitonga.

| (Ano) | Km <sup>2</sup> | Municípios           | Km <sup>2</sup> | (Ano) | Km <sup>2</sup> | Municípios           | Km <sup>2</sup> |
|-------|-----------------|----------------------|-----------------|-------|-----------------|----------------------|-----------------|
| 1986  | 58,31           | Araquari             | 6,67            | 2006  | 72,77           | Araquari             | 8,02            |
|       |                 | Garuva               | 10,09           |       |                 | Garuva               | 13,84           |
|       |                 | Itapoá               | 0,71            |       |                 | Itapoá               | 0,98            |
|       |                 | Joinville            | 28,65           |       |                 | Joinville            | 34,28           |
|       |                 | São Francisco do Sul | 12,19           |       |                 | São Francisco do Sul | 15,65           |
| 1993  | 66,71           | Araquari             | 7,68            | 2010  | 66,02           | Araquari             | 7,52            |
|       |                 | Garuva               | 12,35           |       |                 | Garuva               | 12,65           |
|       |                 | Itapoá               | 0,86            |       |                 | Itapoá               | 0,79            |
|       |                 | Joinville            | 33,15           |       |                 | Joinville            | 32,11           |
|       |                 | São Francisco do Sul | 12,67           |       |                 | São Francisco do Sul | 12,95           |
| 1996  | 64,06           | Araquari             | 7,34            | 2016  | 69,44           | Araquari             | 7,80            |
|       |                 | Garuva               | 11,82           |       |                 | Garuva               | 13,25           |
|       |                 | Itapoá               | 0,81            |       |                 | Itapoá               | 0,94            |
|       |                 | Joinville            | 32,26           |       |                 | Joinville            | 32,74           |
|       |                 | São Francisco do Sul | 11,83           |       |                 | São Francisco do Sul | 14,71           |
| 2000  | 66,48           | Araquari             | 7,70            | 2020  | 68,13           | Araquari             | 7,80            |
|       |                 | Garuva               | 12,78           |       |                 | Garuva               | 12,88           |
|       |                 | Itapoá               | 0,98            |       |                 | Itapoá               | 0,94            |
|       |                 | Joinville            | 31,72           |       |                 | Joinville            | 31,88           |
|       |                 | São Francisco do Sul | 13,30           |       |                 | São Francisco do Sul | 14,63           |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 15. Valores relativos da distribuição das áreas de manguezais ao longo do tempo para o estuário da baía da Babitonga.



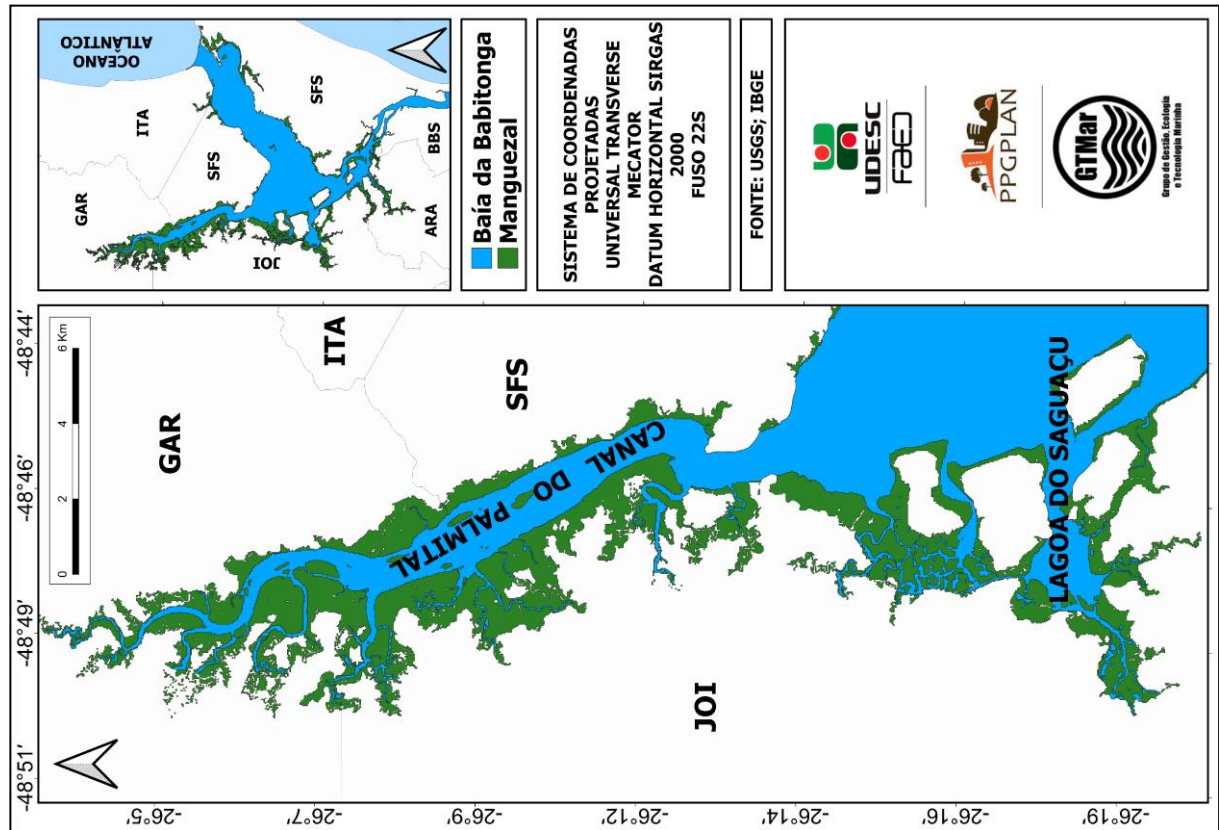
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com o supracitado, a relação entre os municípios de Joinville, Garuva e São Francisco do Sul está atrelada ao fato das maiores manchas de manguezal compreenderem o Canal do Palmital e a Lagoa de Saguazu, conforme é ilustrado na Figura 16.

Estes dados corroboram com os estudos de Silva (1995), que relatou abrangência dos manguezais na baía da Babitonga. Para o autor é possível identificar áreas de manguezal presentes na região do canal de Três Barras, que abrange Joinville, Garuva e São Francisco do Sul, onde se encontra uma densa rede hídrica com quatorze córregos e rios, e no entorno das Lagoas do Saguazu e Varador.

Estudos de Oliveira (2006) e Grace et al. (2008) descrevem que as maiores áreas de manguezais estariam localizadas no entorno do rio Palmital, corroborado pelo presente estudo.

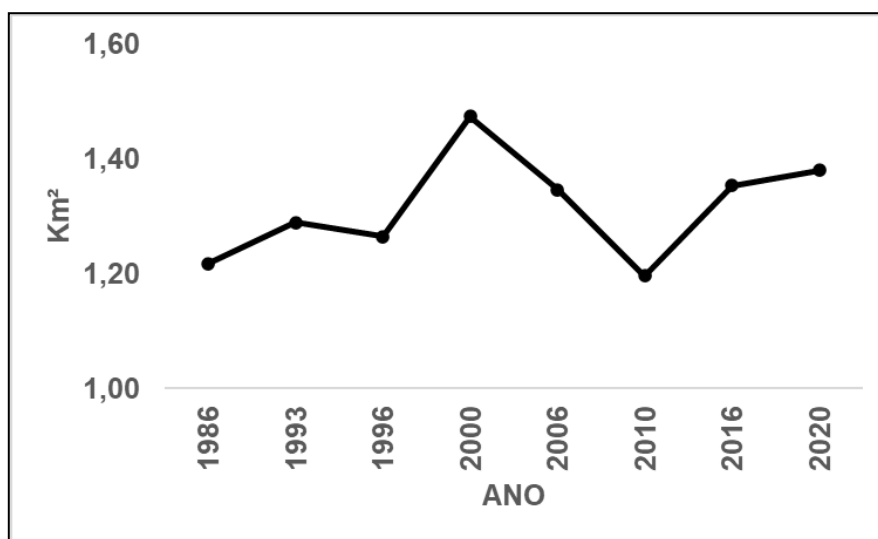
Figura 16. Mapa temático da distribuição das maiores manchas de manguezal para o ano de 2020 na região entre os municípios de São Francisco do Sul (SFS), Garuva (GAR) e Joinville (JOI).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Avaliando de forma independente para cada município é possível descrever que para região de Itapoá, no ano de 2000 ocorria uma área de 1,47 Km<sup>2</sup> de manguezal, enquanto para o ano de 2010 ocorreu uma redução chegando a uma área de 1,20 Km<sup>2</sup> (Figura 17). Sendo estas consideradas as áreas máximas e mínimas para o presente estudo, além do que os valores estão aumentando ao longo do tempo.

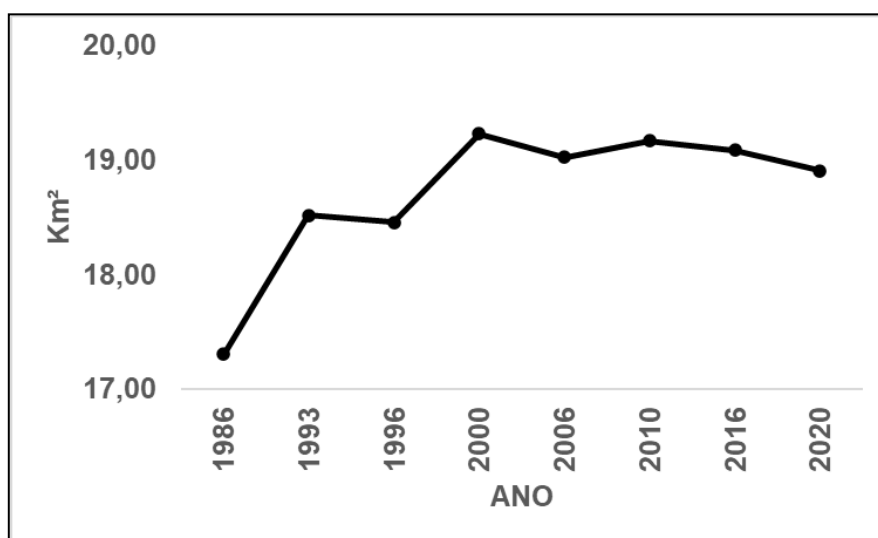
Figura 17. Variação temporal da área total ocupada por manguezal no município de Itapoá.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

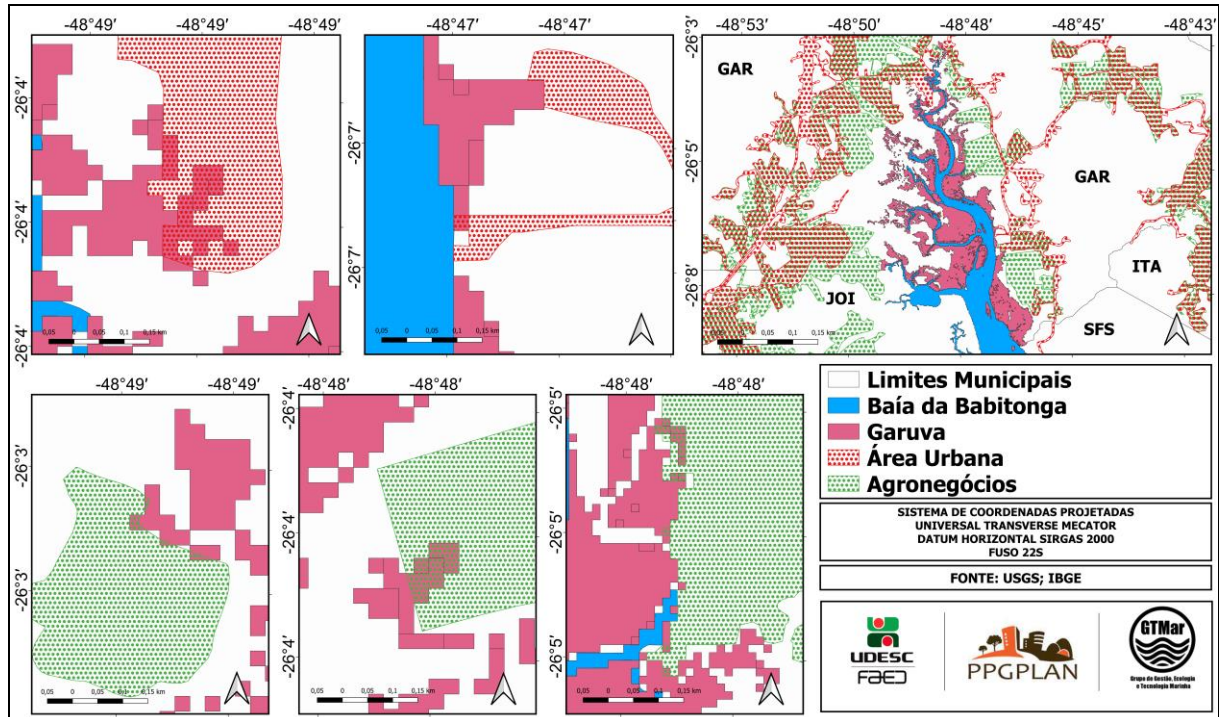
Avaliando o município de Garuva, apresenta sua cobertura vegetal mínima para o ano de 1986, cujo valor é de 17,30 Km², e sua máxima para o ano de 2000, ocorrendo uma taxa de 19,22 Km² (Figura 18). A partir do ano de 2000 ocorre uma pequena redução e esta se torna estável desde então (Figura 18). Tal redução encontra-se associada ao fato da expansão urbana e dos agronegócios para a região de Garuva, conforme a Figura 19.

Figura 18. Variação temporal da área total ocupada por manguezal no município de Garuva.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

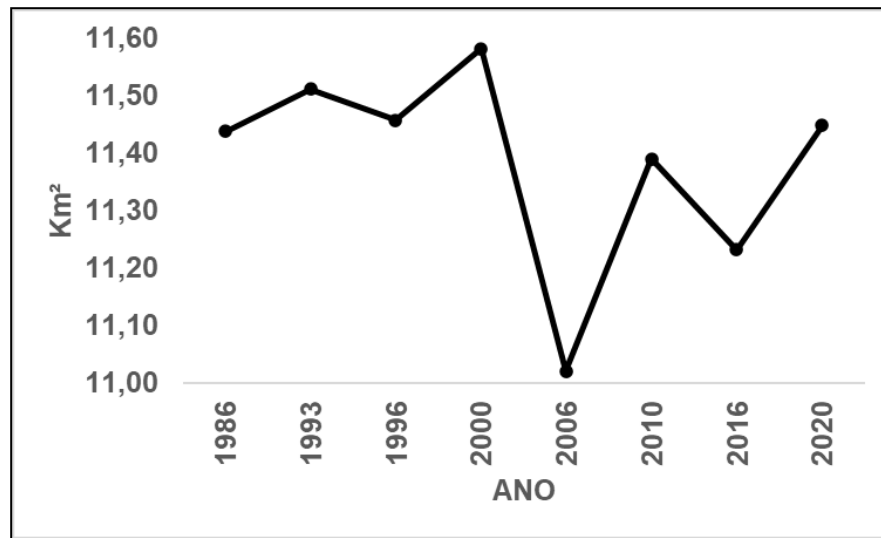
Figura 19. Mapa temático da distribuição das manchas de manguezal para o município de Garuva no ano de 2000, confrontando a expansão urbana e de agronegócios.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

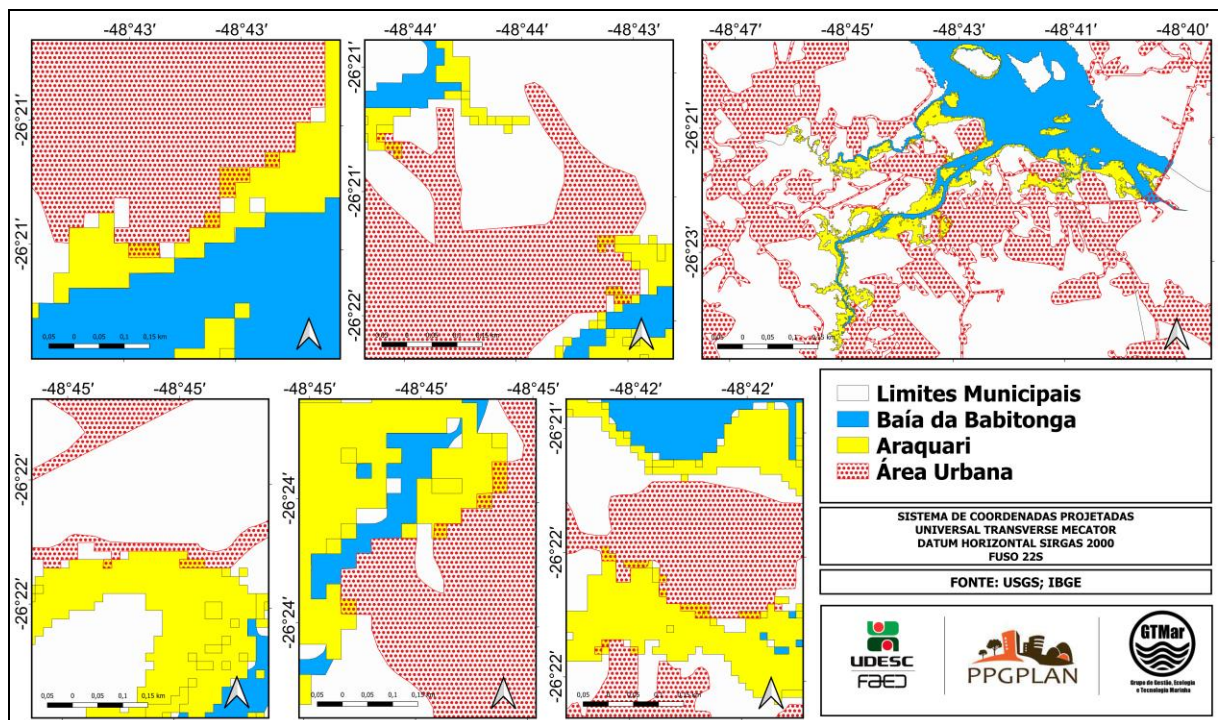
Por outro lado, o município de Araquari apresenta sua cobertura vegetal mínima para o ano de 2006, cujo valor é de 11,02 Km<sup>2</sup>, e sua máxima para o ano de 2000, ocorrendo uma área de 11,58 Km<sup>2</sup> (Figura 20). Tal redução encontra-se associada ao fato da expansão urbana para a região de Araquari, conforme a Figura 21.

Figura 20. Variação temporal da área total ocupada por manguezal no município de Araquari.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 21. Mapa temático da distribuição das manchas de manguezal para o município de Araquari no ano de 2000, confrontando com a expansão urbana.

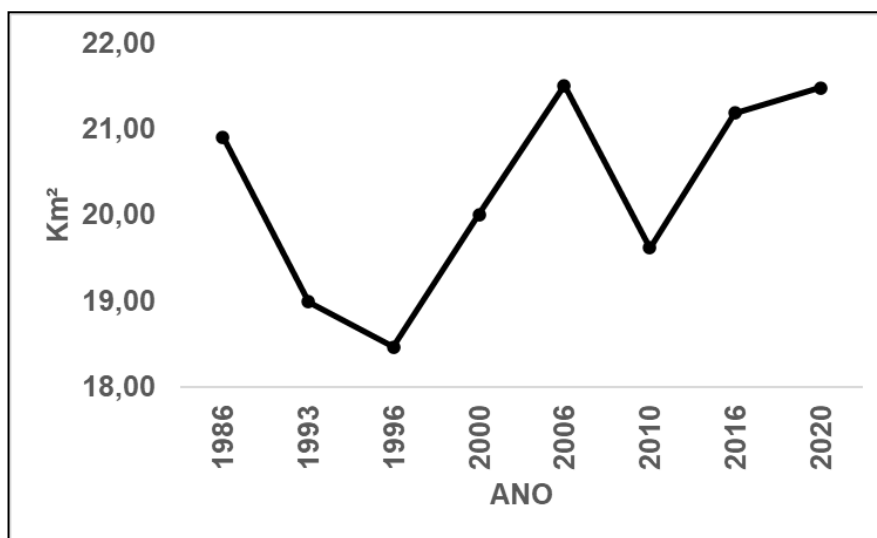


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao analisar o município de São Francisco do Sul, apresenta sua cobertura vegetal mínima para o ano de 1996, cuja área é igual a 18,47 Km², e sua máxima para o ano de 2006, ocorrendo uma área total de 21,51 Km² (Figura 22). Porém, o acréscimo de área de bosques de mangue ocorre desde o ano de 2000 e ocorrendo,

novamente, para o ano de 2016 e 2020 (Figura 22). Paz e Vieira (2018), ao classificarem áreas de manguezal para o município de São Francisco do Sul, observaram um aumento contínuo entre os anos de 2000 e 2015, corroborando com a presente pesquisa.

Figura 22. Variação temporal da área total ocupada por manguezal no município de São Francisco do Sul.

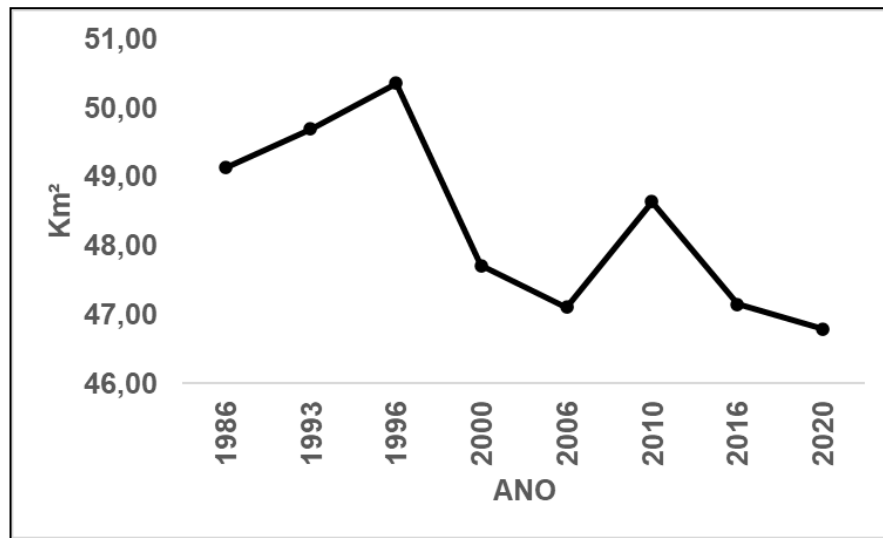


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Por fim, o município de Joinville, apresentou sua máxima em área de cobertura vegetal por manguezal para o ano de 1996 – 50,36 Km² e a mínima para o ano de 2020 – 46,79 Km² (Figura 23). Importante aqui destacar que para o ano de 2016, apresentou uma mortalidade, cuja extensão de área foi de 837 ha (8,37 Km²) de bosques de manguezal (Figura 23; Figura 24), dados estes que corrobora com os estudos de LUGLI-BERNARDES (2018).

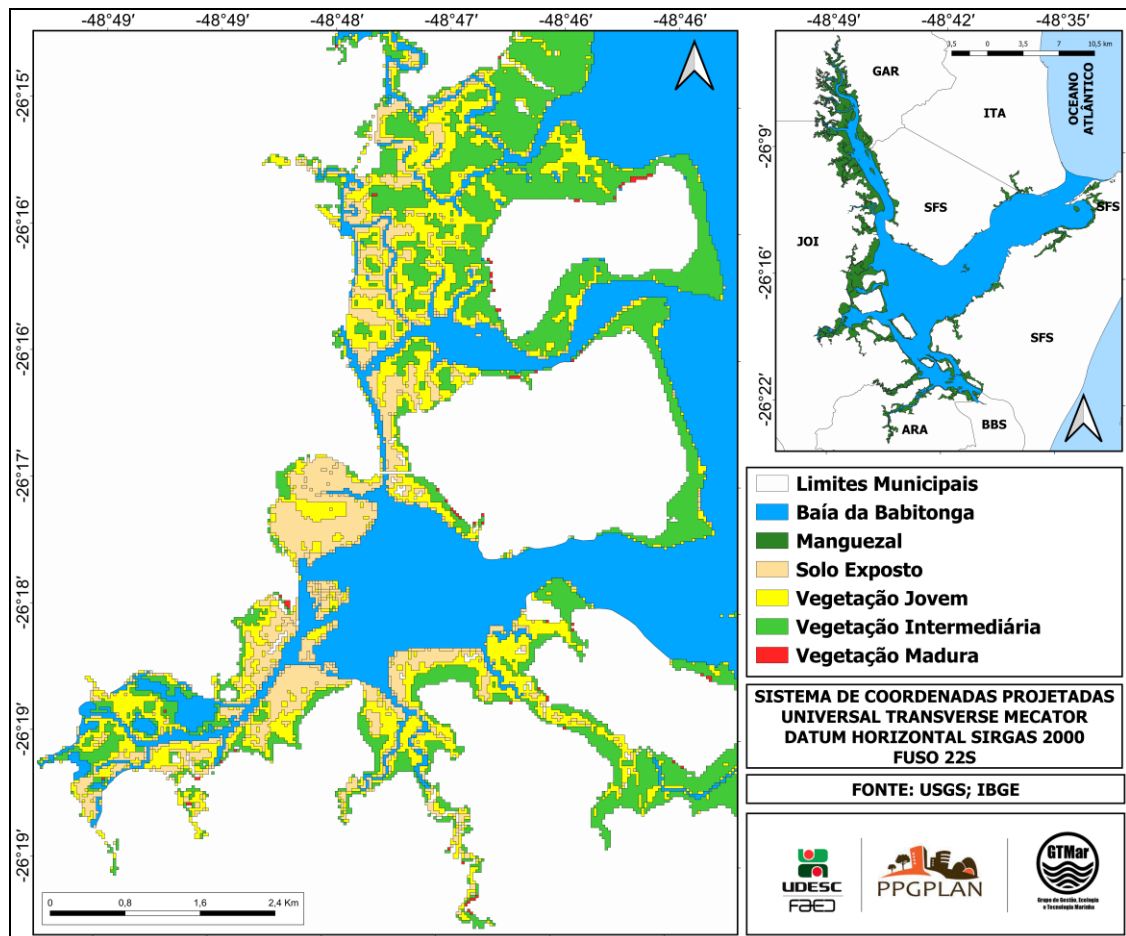
Para KILCA (2017), a mortalidade está associada com a ocorrência conjunta de dois fatores: a invasão da lagarta da teca (lepidóptero - *Hyblaea puer*) em janeiro de 2016 e a poluição química dos sedimentos por agentes ainda não detectáveis. Porém, LUGLI-BERNARDES (2018) avaliando a vegetação morta nos bosques de mangue a jusante do rio Cachoeira concluiu que não foi decorrente da ação da lagarta, mas sim de um processo contínuo de enfraquecimento da vegetação que levou à ação de fitopatógenos, ocasionando o pico de solo exposto no ano de 2016.

Figura 23. Variação temporal da área total ocupada por manguezal no município de Joinville.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 24. Validação da mortalidade dos bosques de mangue na jusante do rio Cachoeira (Joinville/SC), no ano de 2016, sendo esta variável representada pela elevada mancha de solo exposto.

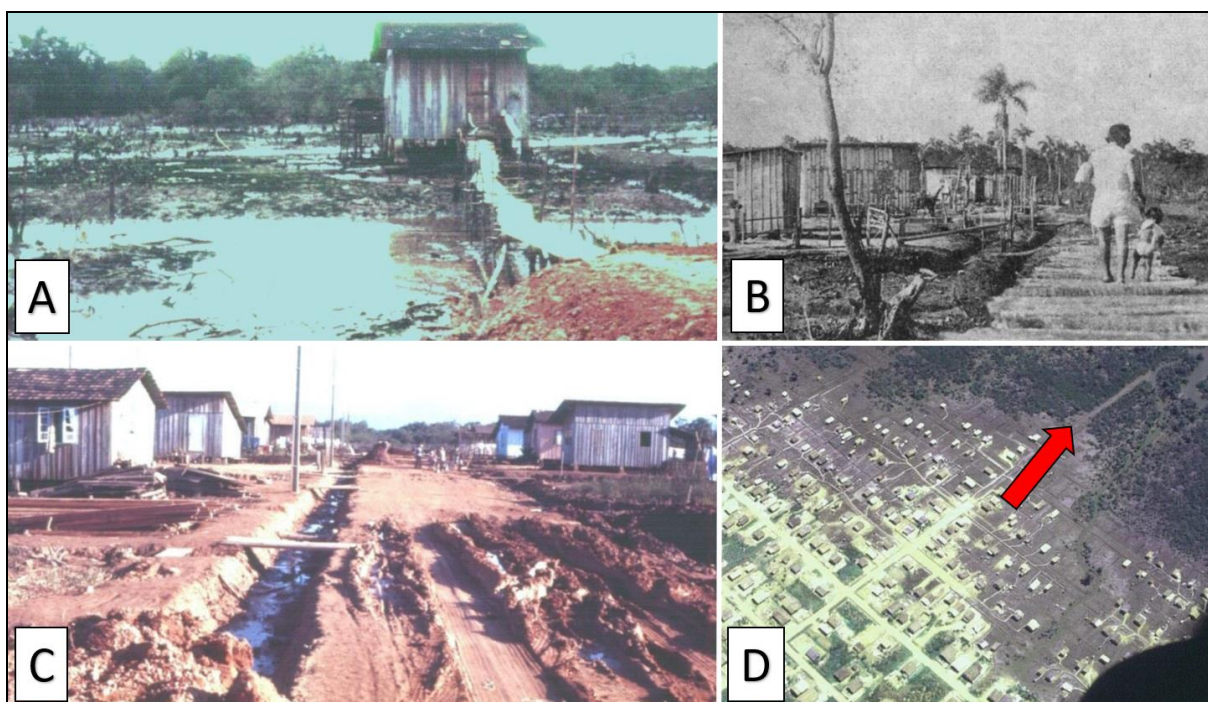


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A flutuação aqui observada pode estar atrelada a gênese de uso e ocupação no entorno da baía da Babitonga. Desde seu descobrimento (1504) até a metade do século XIX, a baía da Babitonga apresentou poucos impactos antrópicos, pelo fato da economia girar na base da subsistência dos moradores (SILVA, 1995). O marco do crescente cenário de ocupação e uso do solo e dos impactos antrópicos, ocorreu a partir da década de 1970, refletindo sobre os manguezais da região (GERHARDINGER et al., 2021).

A remoção da cobertura vegetal dos manguezais da baía da Babitonga ocorreu intensamente devido à expansão urbana (ocupações irregulares) (Figura 25) e industrial (portos) (KILCA et al., 2019). SOUZA (1991) relatou que a expansão da base econômico-industrial no município de Joinville, na década de 1970, originou um grande fluxo migratório que, sem uma política habitacional, refletiu na ocupação das áreas de manguezais (Figura 25). O autor também destacou que ocorreu incentivos financeiros para urbanizar as áreas de manguezais invadidas (Figura 25), dados que corrobora com GIRELLI (2016).

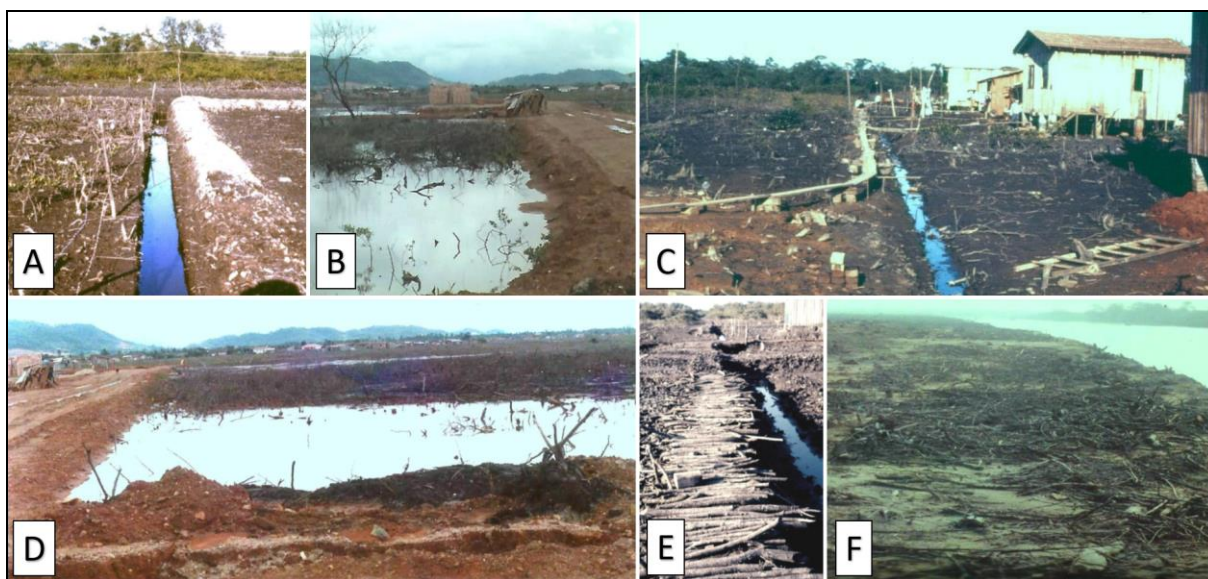
Figura 25. Representação da ocupação irregular no bairro Fátima (Joinville/SC) (a/b) onde as casas eram de palafitas em condições precárias de subexistência. Posteriormente os incentivos financeiros para urbanizar as áreas invadidas (c/d), onde a seta em vermelho (d) aponta remanescente de manguezal.



Fonte: FISCHER (1983).

Silva (1995) destacou outros tipos de impactos antrópicos nas áreas de manguezais, como o uso da madeira para a carvoaria (Figura 26) e a remoção dos mangues para construção de lagoas para criação de camarão (Figura 26), prática ainda existe.

Figura 26. Representação da supressão massiva das áreas de mangue para a substituição de tanques de aquicultura (a/b/d), como a extração da madeira para conversão em energia (combustão) dos transportes da época (c/e/f).



Fonte: FISCHER (1983).

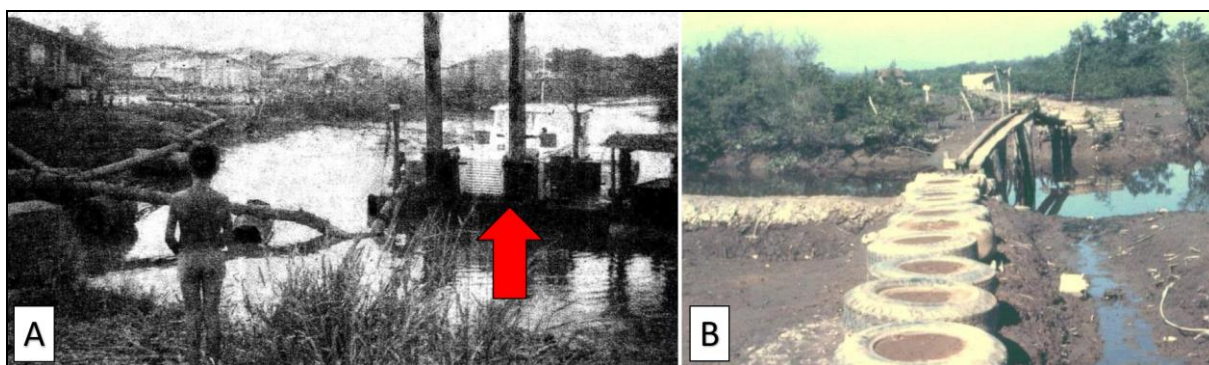
Duarte (1988) descreveu ainda que ocorreu a poluição das águas e sedimentos dos manguezais devido ao fluxo de contaminantes agrícolas, industriais e urbanos, dados estes corroborados pelos estudos de Grace et al. (2008) e Karger (1996). Dentre os poluentes principais existentes nos sedimentos dos manguezais estão os derivados de petróleo (HANSEL, 2000; ALEXANDRE, 2006), coliformes fecais e metais pesados, concentrados principalmente próximos ao município de Joinville (OLIVEIRA, 2006).

Duarte (1988) chamou a atenção para o assoreamento devido aos desmatamentos, às atividades de terraplanagens e aos locais de extração de solos nas áreas mais elevadas. Destaca-se ainda o fechamento do Canal do Linguado no ano de 1935, que alterou a hidrodinâmica, aumentando o acúmulo de sedimentos nos mangues e alterando a salinidade (SILVA, 2011).

No pontal do Capri, em São Francisco do Sul, Santos e Horn-Filho (2006) identificaram a ocupação de áreas e a realização de dragagem na laguna do Capri.

Neste mesmo município, no bairro Iperoba, Kilca et al. (2011) relataram a existência de área contínua de manguezais. Porém, inúmeros acessos foram feitos pelos moradores do bairro para chegar até às águas da baía da Babitonga, removendo parte da vegetação de mangue (KILCA et al., 2019).

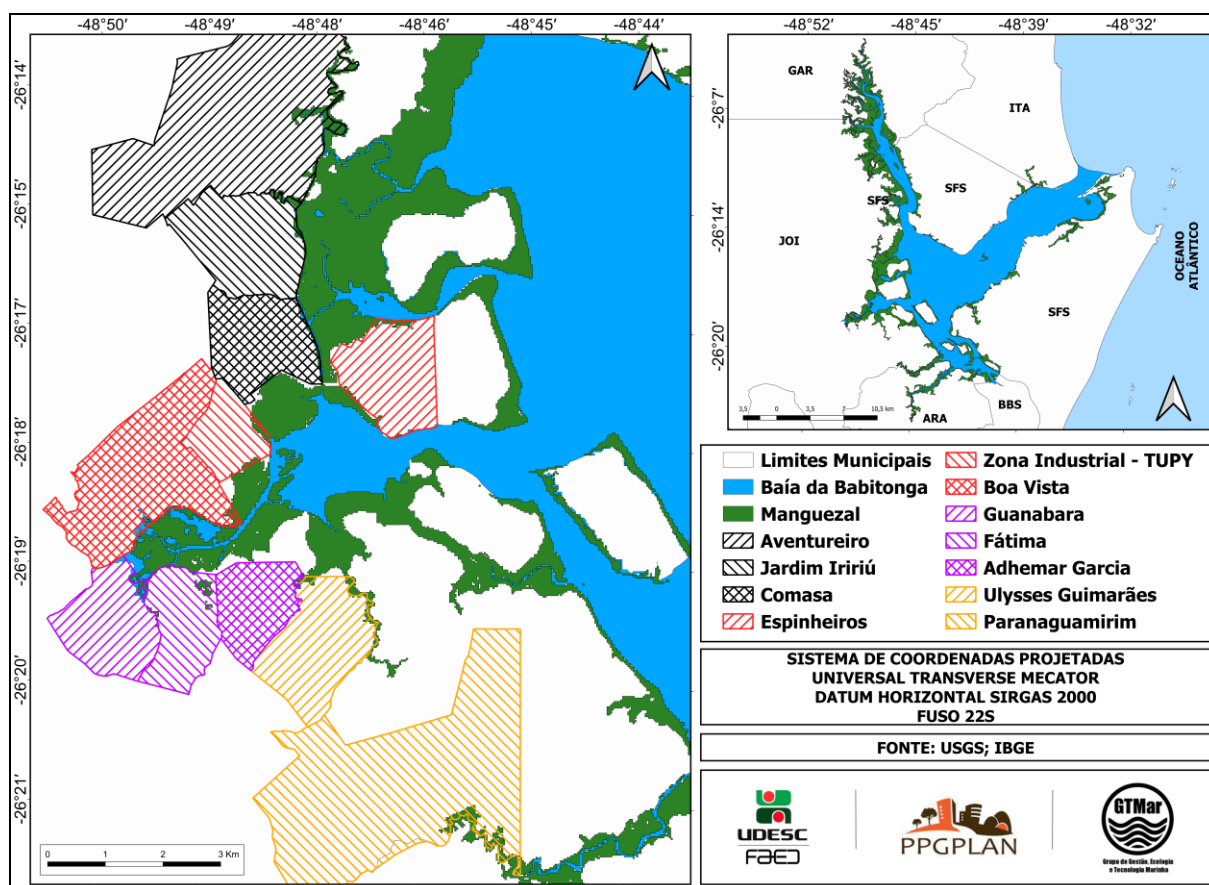
Figura 27. Na imagem “A” a seta em vermelho indica uma draga em ação no estuário da baía da Babitonga, bem como a representação dos acessos no bairro Iperoba para que haja acesso ao estuário.



Fonte: FISCHER (1983).

Ao passo da divergência entre a relação de tempo (Anos) e espaço (Área - Km<sup>2</sup>) no complexo estuarino, foi verificado que o município de Joinville apresentou uma diferença entre os anos de 1986 e 2006. Ao avaliar a ocupação entre estas datas, foi possível verificar uma área reduzida, para o ano de 1986, devido a expansão urbana nos bairros Aventureiro, Jardim Iririú, Comasa, Espinheiros, Zona Industrial – TUPY, Boa Vista, Guanabara, Fátima, Adhemar Garcia, Ulysses Guimarães e Paranaguamirim (Figura 28).

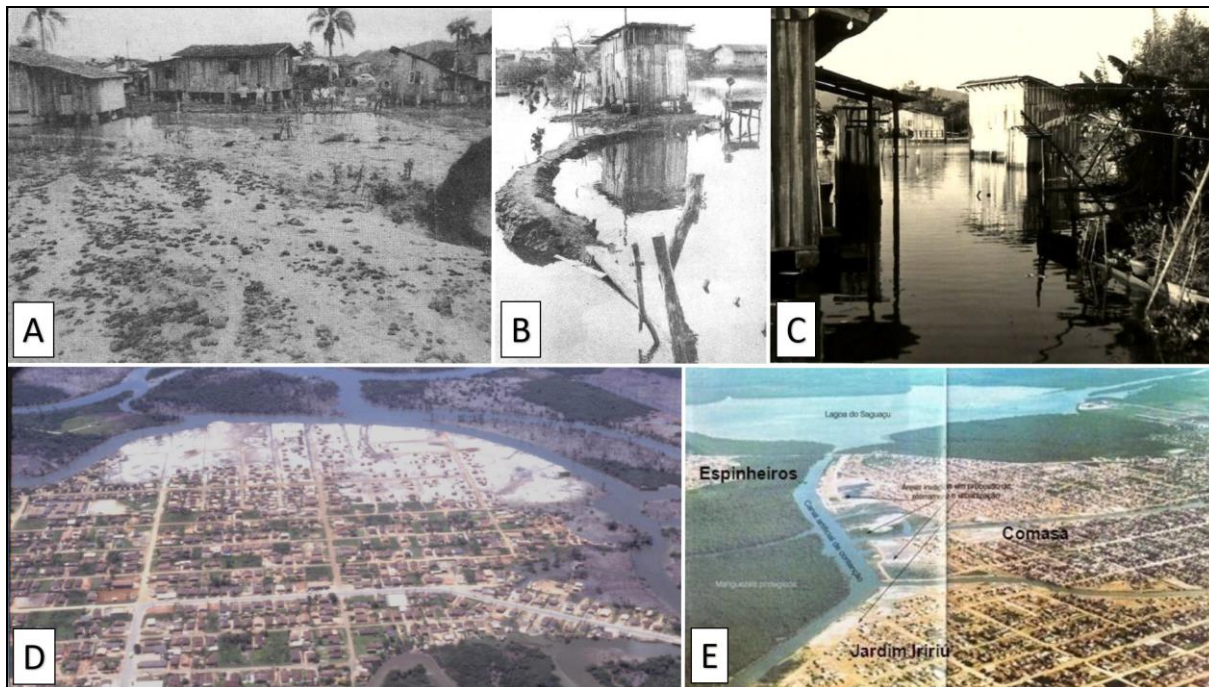
Figura 28. Mapa temático descrevendo a ocupação urbana de inúmeros bairros do município de Joinville em áreas de manguezal no ano de 1986.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A observação supracitada corrobora com os dados de Silva (1995) que realizou uma análise da ocupação dos manguezais de 1958 até 1986. De acordo com o autor, essa ocupação ocorreu primeiramente pelas indústrias e loteamentos imobiliários, instaladas nas áreas de mangue ou limite com estas, possibilitando o surgimento de novas ocupações nos manguezais. Tal fato, ainda é sustentado nos estudos de Cristofolini (2013) que descreve a própria prefeitura municipal de Joinville promove aterro de parte dessas áreas povoadas, nos bairros Boa Vista, Fátima, Aventureiro, Comasa, Espinheiros, Iriú e Jardim Iriú, atendendo demandas político-sociais dos moradores, em termos de criação de infraestrutura urbana sobre essas áreas de manguezais ocupadas.

Figura 29. Representação da ocupação irregular das áreas de mangue no bairro Boa Vista (A/B) e Espinheiros (C). Além da ação por parte da prefeitura municipal na época aterrando essas áreas irregulares gerando-se infraestrutura urbana (D/E).



Fonte: FISCHER (1983); TEBALDI (2008, p. 182).

A ocupação dos manguezais por grupos empresariais em áreas sem infraestrutura e em condições insalubres foi demonstrado por Souza (1991), que analisou e apontou a influência direta que a instalação do Grupo TUPY, no bairro Boa Vista, teve sobre o processo de ocupação dos manguezais. O estabelecimento do Grupo TUPY nas adjacências dos manguezais em 1967, permitiu que ocorresse a abertura da rua central do bairro Boa Vista, a Balthazar Buschele, que conduz ao bairro Espinheiros. Conforme Silva (2011), esta rua veio mais tarde facilitar a ocupação dos manguezais localizados no bairro Espinheiros, constituindo-se hoje em dia em um dos grandes núcleos de habitação sobre áreas de manguezais.

### 5.3. EVOLUÇÃO ESTRUTURAL DOS BOSQUES DE MANGUE UTILIZANDO O ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA

Observando os índices de NDVI notou-se que os valores de vegetação jovem e vegetação intermediária sofreram variação ao longo do tempo. Constatou-se que a vegetação jovem cresceu no ano de 2000 a vegetação intermediária diminuiu,

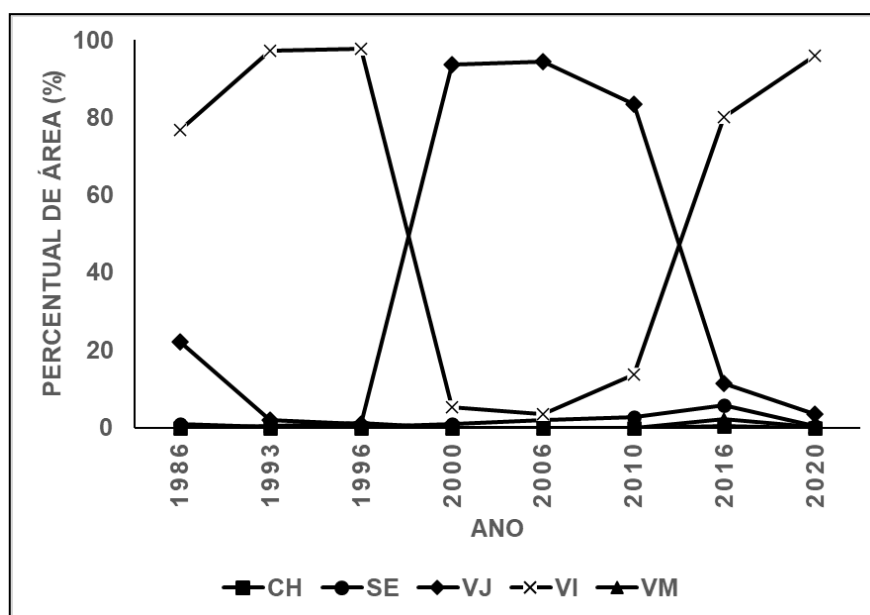
retomando o crescimento no ano de 2016, com redução da vegetação jovem. Este padrão fica evidente quando se observa o Quadro 2, a Figura 30 e a Figura 31.

Quadro 2. Valores brutos das áreas de manguezal por ano e por município, bem como, relacionando com os valores relativos verificados pelo NDVI para os bosques de mangue do estuário baía da Babitonga.

| (Ano) | Km <sup>2</sup> | Municípios           | Km <sup>2</sup> | Índice de NDVI (%) |       |       |      | (Ano) | Km <sup>2</sup> | Municípios           | Km <sup>2</sup> | Índice de NDVI (%) |       |       |      |
|-------|-----------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------|-------|------|-------|-----------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------|-------|------|
|       |                 |                      |                 | SE                 | VJ    | VI    | VM   |       |                 |                      |                 | SE                 | VJ    | VI    | VM   |
| 1986  | 58,31           | Araquari             | 6,67            | 0,18               | 1,49  | 9,77  | 0,01 | 2006  | 72,77           | Araquari             | 8,02            | 0,28               | 10,27 | 0,47  | 0,00 |
|       |                 | Garuva               | 10,09           | 0,05               | 3,68  | 13,56 | 0,00 |       |                 | Garuva               | 13,84           | 0,66               | 17,74 | 0,62  | 0,00 |
|       |                 | Itapoá               | 0,71            | 0,02               | 0,48  | 0,72  | 0,00 |       |                 | Itapoá               | 0,98            | 0,06               | 1,20  | 0,09  | 0,00 |
|       |                 | Joinville            | 28,65           | 0,42               | 11,23 | 37,48 | 0,00 |       |                 | Joinville            | 34,28           | 0,81               | 45,37 | 0,94  | 0,00 |
|       |                 | São Francisco do Sul | 12,19           | 0,28               | 5,20  | 15,41 | 0,01 |       |                 | São Francisco do Sul | 15,65           | 0,23               | 19,80 | 1,47  | 0,00 |
| 1993  | 66,71           | Araquari             | 7,68            | 0,03               | 0,14  | 11,26 | 0,09 | 2010  | 66,02           | Araquari             | 7,52            | 0,33               | 9,25  | 1,81  | 0,00 |
|       |                 | Garuva               | 12,35           | 0,02               | 0,18  | 18,18 | 0,14 |       |                 | Garuva               | 12,65           | 1,16               | 17,97 | 0,03  | 0,00 |
|       |                 | Itapoá               | 0,86            | 0,00               | 0,04  | 1,23  | 0,02 |       |                 | Itapoá               | 0,79            | 0,00               | 1,17  | 0,02  | 0,00 |
|       |                 | Joinville            | 33,15           | 0,11               | 0,78  | 48,66 | 0,13 |       |                 | Joinville            | 32,11           | 0,77               | 37,36 | 10,51 | 0,00 |
|       |                 | São Francisco do Sul | 12,67           | 0,06               | 0,74  | 18,04 | 0,15 |       |                 | São Francisco do Sul | 12,95           | 0,52               | 17,67 | 1,42  | 0,00 |
| 1996  | 64,06           | Araquari             | 7,34            | 0,04               | 0,11  | 11,17 | 0,13 | 2016  | 69,44           | Araquari             | 7,8             | 0,36               | 1,94  | 8,63  | 0,30 |
|       |                 | Garuva               | 11,82           | 0,02               | 0,13  | 18,10 | 0,20 |       |                 | Garuva               | 13,25           | 0,31               | 1,02  | 17,18 | 0,57 |
|       |                 | Itapoá               | 0,81            | 0,00               | 0,02  | 1,24  | 0,01 |       |                 | Itapoá               | 0,94            | 0,02               | 0,02  | 1,26  | 0,06 |
|       |                 | Joinville            | 32,26           | 0,12               | 0,42  | 49,33 | 0,49 |       |                 | Joinville            | 32,74           | 5,21               | 7,51  | 33,87 | 0,55 |
|       |                 | São Francisco do Sul | 11,83           | 0,06               | 0,18  | 17,95 | 0,27 |       |                 | São Francisco do Sul | 14,71           | 0,27               | 0,89  | 19,25 | 0,78 |
| 2000  | 66,48           | Araquari             | 7,70            | 0,15               | 10,45 | 0,98  | 0,00 | 2020  | 68,13           | Araquari             | 7,8             | 0,05               | 0,42  | 10,96 | 0,01 |
|       |                 | Garuva               | 12,78           | 0,15               | 18,01 | 1,07  | 0,00 |       |                 | Garuva               | 12,88           | 0,03               | 0,29  | 18,58 | 0,00 |
|       |                 | Itapoá               | 0,98            | 0,04               | 1,30  | 0,12  | 0,00 |       |                 | Itapoá               | 0,94            | 0,00               | 0,05  | 1,34  | 0,00 |
|       |                 | Joinville            | 31,72           | 0,44               | 45,86 | 1,41  | 0,00 |       |                 | Joinville            | 31,88           | 0,23               | 2,21  | 44,24 | 0,11 |
|       |                 | São Francisco do Sul | 13,30           | 0,25               | 18,15 | 1,61  | 0,00 |       |                 | São Francisco do Sul | 14,63           | 0,06               | 0,56  | 20,81 | 0,04 |

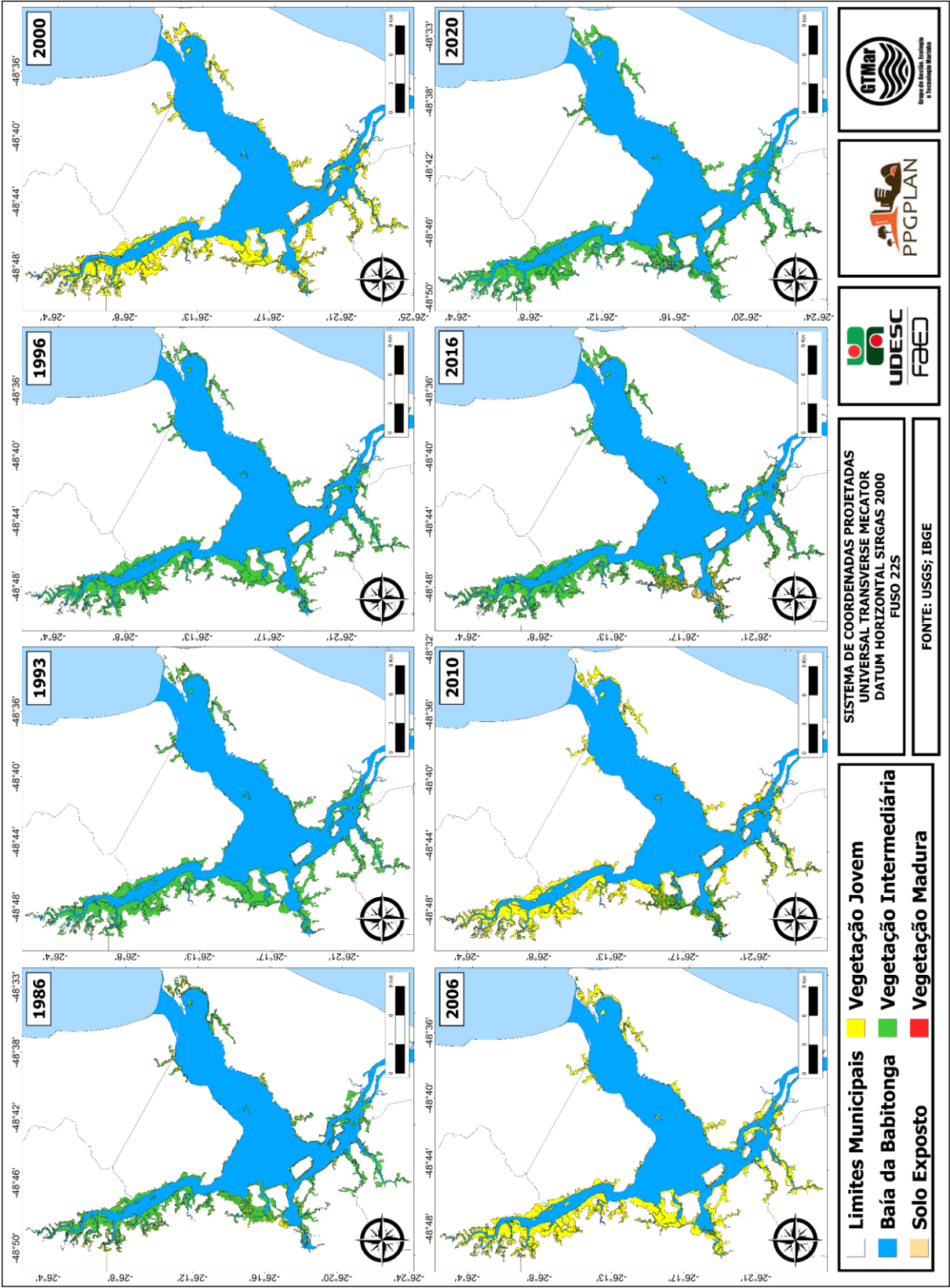
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 30. Gráfico relacionando a estrutura da vegetação dos diferentes bosques de mangue, em porcentagem, do estuário da baía da Babitonga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 31. Mapa temático descrevendo a estrutura da vegetação dos bosques do ecossistema de manguezal ao longo do tempo no estuário baía da Babitonga.

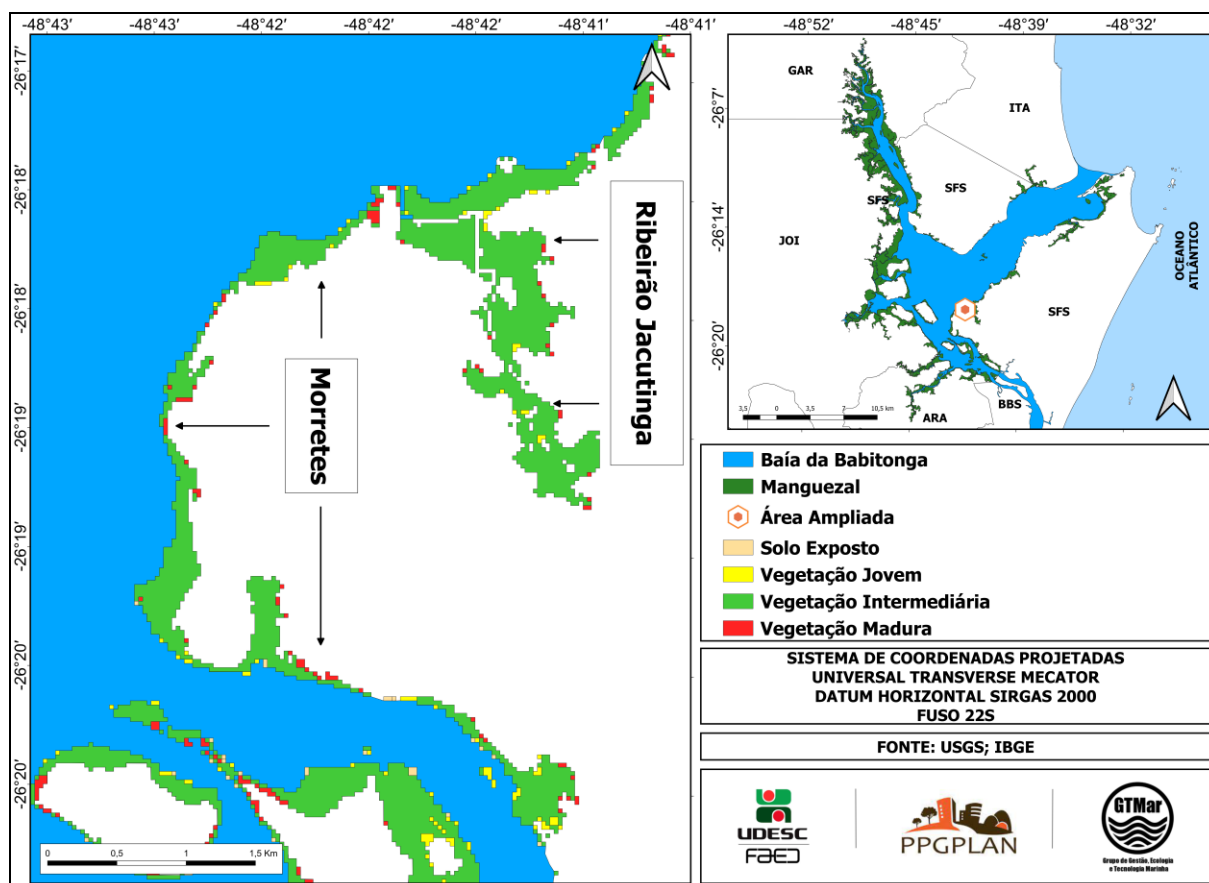


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Do ponto de vista da estrutura da vegetação, LUGLI-BERNARDES (2014a) descreveu que o manguezal localizado entre o Canal do Linguado e Morretes (Figura 32), 85% dos bosques de mangue apresentaram estágio intermediário de desenvolvimento, com domínio de *laguncularia racemosa*. Fato este que corrobora com outro estudo o presente levantamento que apontou cerca de 90,86% da vegetação em estágio intermediário. Esta dominância está relacionada aos modelos locais de maré, alta salinidade e drenagens continentais (CINTRON et al., 1978; CINTRON; SCHAEFFER-NOVELLI, 1985).

Outra área de estudo que apresentou pequena variabilidade estrutural indicando estágio intermediário de desenvolvimento é o manguezal que ocorre no Ribeirão Jacutinga (Figura 32) (LUGLI-BERNARDES, 2014a). A autora destacou a dominância de *Laguncularia racemosa* sobre as demais espécies e a baixa contribuição de *Rhizophora mangle*, que como resposta refletem as condições da hidrodinâmica do local e, conseqüentemente, a distribuição das espécies na área. Outro fator que corroborou com a observação da hidrodinâmica atuando sobre os bosques de mangue foi o predomínio de sedimento arenoso nos bosques (LUGLI-BERNARDES, 2014b; 2014d).

Figura 32. Mapa temático descrevendo a qualidade do bosque do ecossistema de manguezal no Ribeirão Jacutinga e do manguezal Morretes (próximo ao canal do Linguado), município de São Francisco do Sul, este representado, quase que totalidade, pela vegetação intermediária para o ano de 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

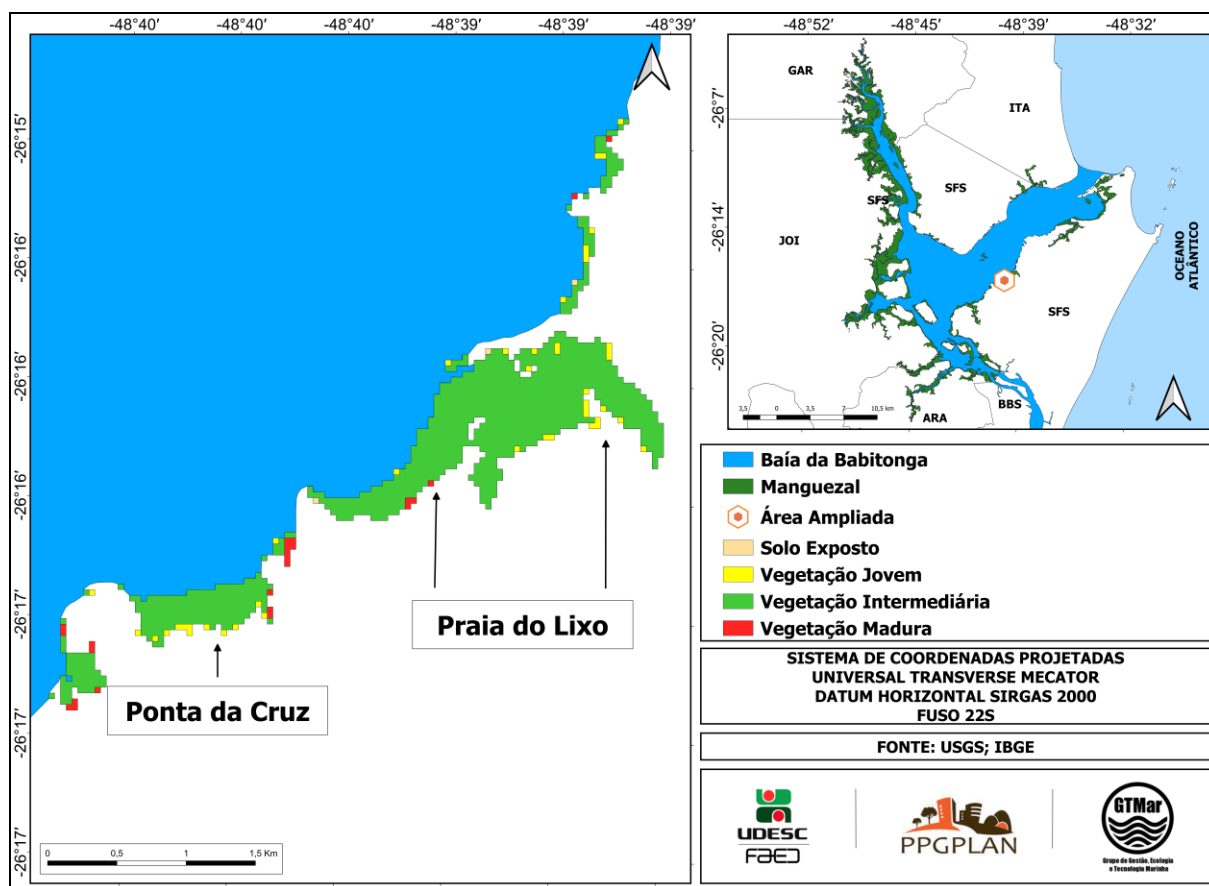
O domínio de *Laguncularia racemosa* nos bosques de mangue é comum para Santa Catarina (LUGLI-BERNARDES, 2010; 2011a; 2012a; 2013; 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2018; ROSA, 2000), diferente de estudos realizados em outros locais do Brasil (LUGLI, 2011b) e do mundo (CINTRON; SCHAEFFER-NOVELLI, 1985; BLASCO; SAENGER; JANODET, 1996). Alguns autores descrevem a colonização por *Laguncularia racemosa* como um processo de sucessão secundária após a interferência humana (LUGLI-BERNARDES, 2011; SOARES, 1999). Além de, fatores intrínsecos da própria espécie, o tamanho reduzido dos propágulos facilita o processo de dispersão e permite a colonização de áreas mais internas (LUGLI-BERNARDES, 2012a; RABINOWITZ, 1978).

Outro bosque de mangue estudado no complexo estuarino foi o existente entre a Ponta da Cruz e as Ilhas do Araújo (Figura 33), que segundo Lugli-Bernardes

(2014b) apresentou uma pequena variabilidade estrutural entre os bosques, representando a colonização e desenvolvimento das espécies frente às flutuações dos processos que delimitam a ocorrência do ecossistema (SOARES, 1999; ALONGI, 2002a). Este mosaico ocorreu em faixas associadas à direção do fluxo de maré. As parcelas de maior desenvolvimento ocorreram na margem do sistema com a baía, com desenvolvimento intermediário nas porções medianas e menor desenvolvimento na região mais interna, cujo dados corroboram com outros estudos que validam a estrutura da vegetação para o complexo estuarino da Baía da Babitonga (LUGLI-BERNARDES, 2014a; 2014b; 2014d).

No manguezal compreendido entre as Ilhas do Araújo e a Praia do Lixo (Figura 33), foram identificados bosques de mangue da porção intermediária, segundo os dados de Lugli-Bernardes (2014a). Segundo a autora, foram identificados indivíduos mortos com marcas de facão, indicando o uso da vegetação pela população local. Outros fatores que sugerem o uso da área é a presença da ocorrência de *Talipariti tiliaceum* var. *pernambucense* (Arruda) Fryxell (Malvaceae) associados aos bosques de mangue internos (LUGLI-BERNARDES, 2012b; 2014a; SOARES, 1999).

Figura 33. Mapa temático descrevendo a qualidade do bosque do ecossistema de manguezal entre as localidades da Ponta da Cruz e Praia do Lixo, município de São Francisco do Sul, este representado, quase que totalidade, pela vegetação intermediária para o ano de 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

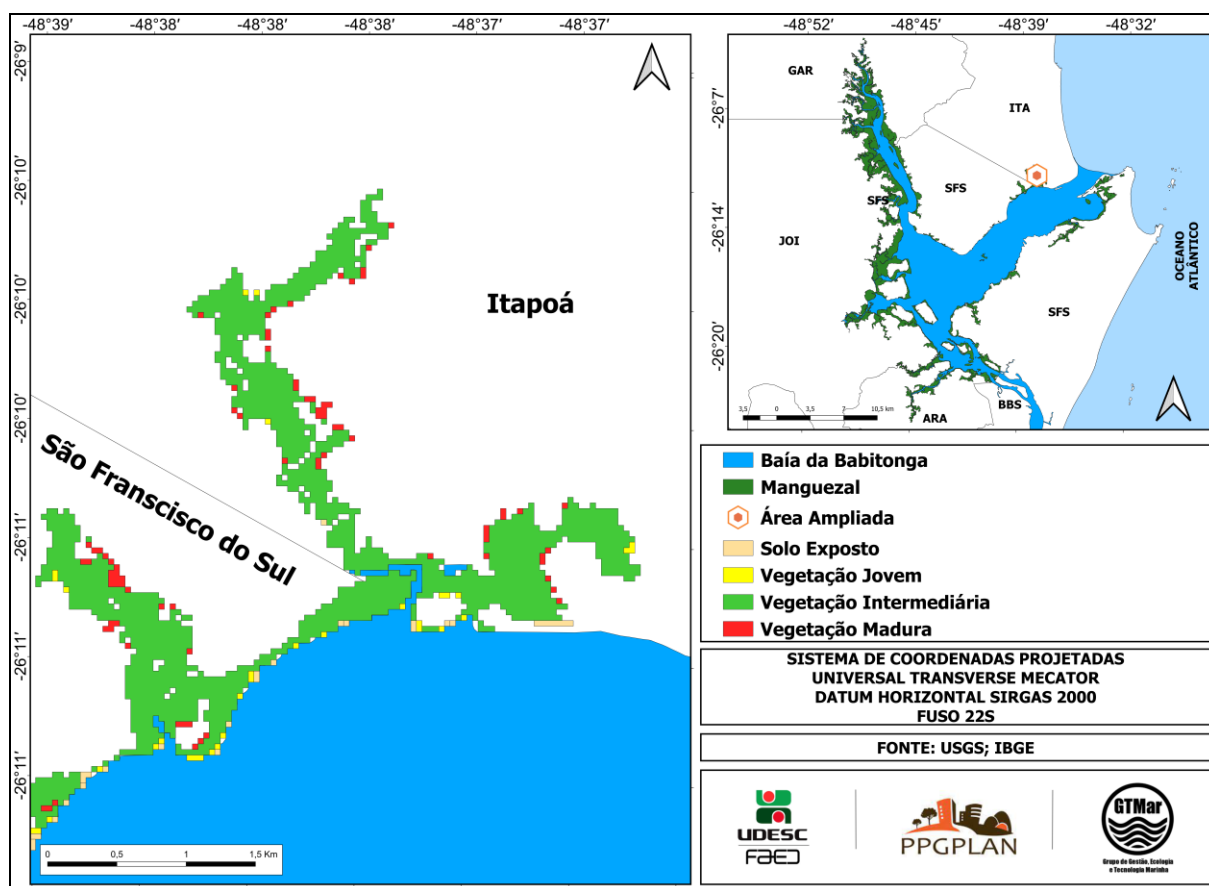
A presença de *Talipariti tiliaceum* var. *pernambucense* em manguezais pode ser um indicativo de processo de degradação. A espécie apresenta um rápido crescimento, tolerância às condições de variação de salinidade e inundação, consequentemente, ocupando rapidamente áreas onde a vegetação de mangue foi retirada (LUGLI-BERNARDES, 2014b).

De acordo com Lugli-Bernardes (2014b), o manguezal do rio Pedreira está inserido em área de intenso processo de urbanização, localizado na região central de São Francisco do Sul. O manguezal é formado por bosques em estágio intermediário, com domínio de *Avicennia schaueriana* (LUGLI-BERNARDES, 2012b).

Fatores ambientais atuam fortemente sobre o manguezal, uma vez que a estrutura dos bosques e as condições dos indivíduos são reflexos dos processos costeiros sobre os manguezais (THOM, 1967; CINTRON et al., 1978; CINTRON;

SCHAEFFER-NOVELLI, 1985). Diante do supracitado, os bosques da Figueira do Pontal, Itapoá (SC) estão sujeitos a alta frequência de distúrbios decorrentes da variação da hidrodinâmica, especialmente nos bosques localizados na praia e na desembocadura do rio Pequeno (LUGLI-BERNARDES, 2014c). A autora registrou a expressiva ocorrência de *Laguncularia racemosa*, dominando em 88% das áreas avaliadas no manguezal da praia da Figueira do Pontal. Dentre os bosques, 89% foram inclusos na classe intermediária de desenvolvimento, 7% classificados como bosques jovens e 4% como bosques maduros – para o presente estudo, foi avaliado a presença de 87,40% da vegetação na classe intermediária (Figura 34).

Figura 34. Mapa temático descrevendo a qualidade do bosque do ecossistema de manguezal no rio Pequeno, município de Itapoá, este representado, quase que totalidade, pela vegetação intermediária para o ano de 2016.



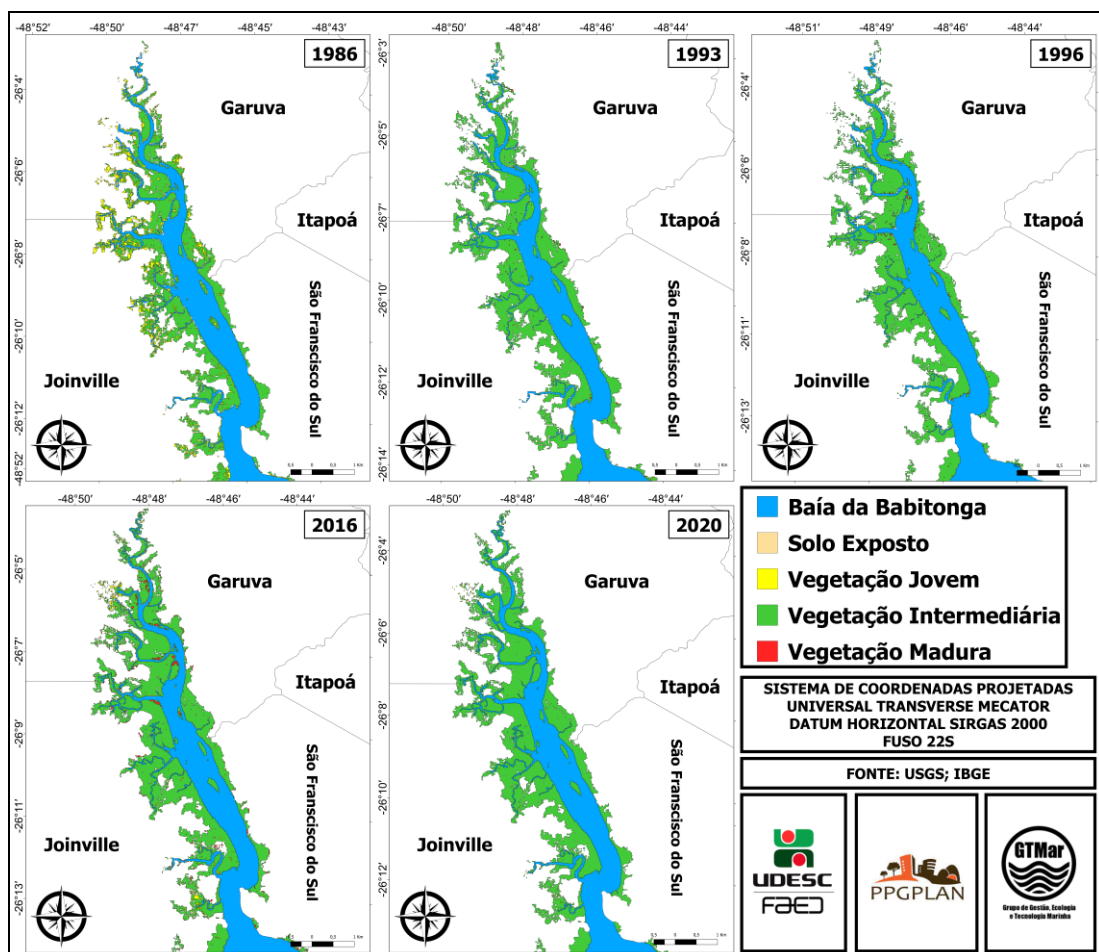
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na região de Joinville e Garuva os bosques de mangue margeiam todo o canal do rio Palmital. Os bosques de mangue da planície costeira que margeiam o canal palmital, apresentaram, na maior parte, estágio intermediário de

desenvolvimento estrutural (LUGLI-BERNARDES, 2018). Dados estes que vêm de encontro com a pesquisa, principalmente para os anos de 1986,1993,1996, 2016 e 2020 (Figura 35).

Foram identificados nos manguezais de Joinville diversos fatores de impactos negativos, todos em resposta a processos antrópicos (LUGLI-BERNARDES, 2018). Atuação direta desses processos sobre a vegetação podem ser descritos como: o corte das árvores, a construção de aterros e obras de engenharia popular, como os atracadouros, construção de ruas e casas que podem ser observadas ao longo de toda a planície (LUGLI-BERNARDES, 2018). Outros processos como descarte de lixo doméstico e industrial, lançamento de esgoto *in natura*, tanto doméstico como industrial também foram registrados ao longo da planície (LUGLI-BERNARDES, 2018).

Figura 35. Mapa temático descrevendo a qualidade do bosque do ecossistema de manguezal no canal do rio Palmital, este representado, quase que totalidade, pela vegetação intermediária para cinco séries distintas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

As transformações observadas revelaram aspectos importantes das condições ambientais, na qual foi possível investigar a substituição de formações de manguezal de grande relevância para a manutenção da vida na zona costeira como, áreas urbanas, áreas portuárias, de uso turístico, que vêm resultando em fragmentos, que implicam em maiores estratégias de conservação, na medida em que apresentam o seu dinamismo natural alterado.

Também possibilitou o acompanhamento das modificações na forma dos remanescentes, que dependendo como este se apresenta requer medidas diferenciadas de manutenção do ecossistema, informações úteis que podem subsidiar estratégias de conservação.

A aplicação do sensoriamento remoto associado ao uso das ferramentas de geoprocessamento permitiu realizar o monitoramento dos manguezais ao longo do tempo, resultando como um método eficaz, por permitir o acompanhamento das modificações estruturais nas áreas estudadas pelo índice do NDVI.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas*, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 01-19, 1977.
- ADÃO, N. M. L. Proposta de um Sistema de Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para Metrôpoles Costeiras (SIMEC): aplicação nas Regiões Metropolitanas de Recife – PE, Rio de Janeiro – RJ e na Região de Joinville- SC. 2016. Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí (SC), 2016.
- ALARCON, G. G.; PANITZ, C. M. N. Estudo comparativo da percepção ambiental de dois manguezais submetidos a diferentes condições ambientais e de ocupação urbana. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA*, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. v. 2, p. 13, 1998.
- ALEXANDRE, M. R. Caracterização química do extrato orgânico dos sedimentos recentes da Baía da Babitonga - SC. 2006. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2006.
- ALONGI, D. M. Present State and future of the World's Mangrove Forests. *Environmental Conservation*, v. 29, n. 3, p. 331–349, 2002.
- ALVES, C. F. 2005. São Francisco do Sul: muito além da viagem de Gonneville. *Horiz. Antropol.* 11(24): 336-338.
- AQUINO, C. M. S.; ALMEIDA, J. A. P.; OLIVEIRA, J. G. B. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato - Piauí. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 25, p. 27, 2012.
- ARAÚJO, C. A. S. Aplicações de técnicas de Sensoriamento Remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista, SP. 2010. Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2010.
- ARRUDA, E. Anatomia Vegetal: Aspectos Ontogenéticos, ecológicos e evolutivos. Universidade Federal de Pernambuco. 114p. 2011.
- AZIZ, A. A. et al. Assessing the Potential of REDD+ in a Production Mangrove Forest in Malaysia Using Stakeholder Analysis and Ecosystem Services Mapping. *Marine Policy*, v. 74, p. 6–17, 2016.
- BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. *Biotemas*, v. 23, n. 1, 26 abr. 2011.
- BIJEESH, K. V.; NGO, X. Q. Mangrove forests of Cambodia: Recent changes and future threats. *Ocean and Coastal Management*, 2019.

BLASCO, F.; AIZPURU, M.; GERS, C. Depletion of the mangroves of continental Asia. *Wetlands Ecology and Management*, v. 9, n. 3, p. 255–266, 2001.

BLASCO, F.; SAENGER, P.; JANODET, E. Mangroves as Indicators of Coastal Change. *CATENA*, v. 27, n. 3–4, p. 167–178, 1996.

BORGONHA, M. 2005. Análise dos conflitos socioambientais na pesca artesanal na Ilha de São Francisco do Sul, litoral catarinense: uma abordagem etnoecológica. Itajaí. 132 p. Monografia Curso de Oceanografia, UNIVALI.

BRAGA, E. S. et al. Eutrophication and Bacterial Pollution Caused by Industrial and Domestic Wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 40, n. 2, p. 165–173, 2000.

BRANDER, L. M. et al. Ecosystem Service Values for Mangroves in Southeast Asia: A Meta-Analysis and Value Transfer Application. *Ecosystem Services*, v. 1, n. 1, p. 62–69, 2012.

CABRAL, E. B. Estudo geográfico do porto de São Francisco do Sul e do terminal de Itapoá-SC. 2011. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2011.

CAMERON, W.M. & PRITCHARD, D.W. 1963. “Estuaries”. In Hill, M. N. *The Sea*, ideas and observations on progress in the study of the seas. New York, Intescience: p.: 306-324.

CÁRDENAS, N. Y.; JOYCE, K. E.; MAIER, S. W. Monitoring Mangrove Forests: Are We Taking Full Advantage of Technology? *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 63, p. 1–14, 2017.

CINTRÓN, G. et al. Mangroves of Arid Environments in Puerto Rico and Adjacent Islands. *Biotropica*, v. 10, n. 2, p. 110, 1978.

CINTRÓN, G. Los manglares de Santa Catarina. Florianópolis: ROSTLAC/UNESCO/UFSC, 1981. 67p.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Introduccion a la ecologia del manglar. Montevideu: ROSTLAC/UNESCO, 1983. 109p.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Methods for studying mangrove structure. Em: *The mangrove ecosystem: research methods*. 8. ed. [s.l.] UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, 1984. p. 91–113.

CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Características y desarrollo estructural de los manglares de norte y sur america. *Ciencia Interamericana*, v. 25, n. 1–4, p. 4–15, 1985.

CONORATH, G. D. & ROCHA, R. I. O. 2011. Análise Sócio-Espacial de São Francisco do Sul/SC/ Brasil. *Revista Geográfica de América Central*. n. especial EGAL: 1-11.

COSTA, B. C. P.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S. Classification of Mangrove Species in the Northeastern of Brazil Based on Hybrid Images of Remote Sensing. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 40, n. 1, p. 135–149, 2018.

COSTA, I. P. M. W. Fungos endofíticos isolados de vegetais do manguezal do rio Paripe, ilha de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. 2003. Dissertação (Mestrado) apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CREMER, M. J. O estuário da baía da Babitonga. Em: Diagnóstico ambiental da Baía da Babitonga. Joinville (SC): Editora Univille, 2006. p. 15–19.

CREMER, M. J.; PINHEIRO, P. C.; SIMÕES-LOPES, P. C. Prey consumed by Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) and franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine environment in southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 102, n. 2, p. 131–137, 2012.

CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C. The occurrence of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine area in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 3, p. 717–723, 2005.

CREMER, M. J., MORALES, P.R.D. & OLIVEIRA, T. M. N. 2006. Diagnóstico ambiental da Baía Babitonga. Editora UNIVILLE e IBAMA: Joinville.

CRISTOFOLINI, N. J. Desenvolvimento socioeconômico de joinville/sc e a ocupação dos manguezais do bairro Boa Vista. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2013.

CRUZ, O. A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira. Florianópolis: EDUFSC, 1998. 276p.

DAVOODI, H. et al. Ecological Risk Assessment of the Assaluyeh and Bassatin Estuaries (Northern Persian Gulf) Using Sediment Quality Indices. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 192, p. 17–28, 2017.

DIAS-NETO, J. 2003. Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil. Brasília: IBAMA.

DIEGUES, A. C. S. 1983. Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar. São Paulo: Ática

DIEHL, F.L.; HORN FILHO, N.O. 1996. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do Estado de Santa Catarina. *Notas Técnicas*, 9, 39-50.

DITTMAR, T. et al. Mangroves, a Major Source of Dissolved Organic Carbon to the Oceans: MANGROVES, A MAJOR SOURCE OF DOC TO OCEANS. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 20, n. 1, p. n/a-n/a, 2006.

DONATO, D. C. et al. Mangroves among the Most Carbon-Rich Forests in the Tropics. *Nature Geoscience*, v. 4, n. 5, p. 293–297, 2011.

DRAMSTAD, W. E.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Washington: Island Press, 1996.

DUARTE, G. M. O futuro do litoral de Santa Catarina. *Revista Geosul*, v. 3, n. 6, p. 39–52, 1988.

EVERITT, J. H. et al. Using High Resolution Satellite Imagery to Map Black Mangrove on the Texas Gulf Coast. *Journal of Coastal Research*, v. 246, p. 1582–1586, 2008.

FONSECA, S.M; ROCHA, M.T. e as florestas de Manguezal. *Trabalho Científico Gestão Socioambiental VII SEMEAD*. São Paulo, 13 p. 2001.

FREIRE-SILVA, J. et al. Índices de vegetação do Sensoriamento Remoto para processamento de imagens na faixa do visível (RGB). *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v. 9, n. 4, p. 228, 2019.

FROIDEFOND, J.M; SORIANO-SIERRA, E.J. Sensoriamento Remoto sobre Ecossistemas de Manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil: Adequação da Técnica. *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Salvador, 1995. p. 4-19.

GALVINCIO, J. D.; POPESCU, S. C. Measuring Individual Tree Height and Crown Diameter for Mangrove Trees with Airborne Lidar Data. *Measuring Individual Tree Height and Crown Diameter for Mangrove Trees with Airborne Lidar Data.*, v. 2, n. 5, p. 431–443, 2016a.

GALVINCIO, J. D.; POPESCU, S. C. Measuring Individual Tree Height and Crown Diameter for Mangrove Trees with Airborne Lidar Data. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, Pratap Nagar. v. 2, n. 5, p. 431–443, 2016b.

GAPLAN, 1986. *Atlas de Santa Catarina*. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática, p.173.

GERHARDINGER, L. C. et al. Diagnóstico socioambiental do Ecossistema Babitonga. *Revista CEPESUL - Biodiversidade e Conservação Marinha*, v. 10, p. e2021002–e2021002, 2021.

GIRELLI, F. Um olhar sobre o manguezal: as representações dos moradores do bairro Espinheiros numa perspectiva do patrimônio natural. 2016. Universidade da Região de Joinville, Joinville (SC), 2016.

GIRI, C. et al. Status and Distribution of Mangrove Forests of the World Using Earth Observation Satellite Data: Status and Distributions of Global Mangroves. *Global Ecology and Biogeography*, v. 20, n. 1, p. 154–159, jan. 2011.

GIRI, C.; MUHLHAUSEN, J. Mangrove Forest Distributions and Dynamics in Madagascar (1975–2005). *Sensors*, v. 8, n. 4, p. 2104–2117, 2008.

GRACE, V. B. et al. Hydrological mixing and geochemical processes characterization in an estuarine/mangrove system using environmental tracers in Babitonga Bay (Santa Catarina, Brazil). *Cont. Shelf Res.*, v. 28, p. 682–695, 2008.

HANSEL, F. A. Análise de biomarcadores lipídicos em sedimentos de manguezais. 2000. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2000.

HAUSER, L. T. et al. Uncovering the Spatio-Temporal Dynamics of Land Cover Change and Fragmentation of Mangroves in the Ca Mau Peninsula, Vietnam Using Multi-Temporal SPOT Satellite Imagery (2004–2013). *Applied Geography*, v. 86, p. 197–207, 2017.

HERZ, R. Manguezais do Brasil. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. 227 p.

HOSTIM-SILVA, M., BERTONCINI, A. A., GERHARDINGER, L. C. & MACHADO, L. F. 2005. The Lord of the Rocks conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. *Coral Reefs*, Cooke Hall. 24(74): 74.

JOINVILLE. 2011. Qualidade ambiental em Joinville: Sua ação faz diferença! Prefeitura de Joinville e BID, Projeto Viva Cidade. Plano de Educação Ambiental. Disponível em: <[https://prefeituradigital.joinville.sc.gov.br/public/prefeituradigital/servicos/anexos/cartilha\\_joinville-viva-cidade\\_21x21\\_bx.pdf](https://prefeituradigital.joinville.sc.gov.br/public/prefeituradigital/servicos/anexos/cartilha_joinville-viva-cidade_21x21_bx.pdf)>. Acesso em: 15 fevereiro 2022.

JUNIOR, S. S.; LOPES, J. L. S.; CORREIA, E. C. Conservação da Biodiversidade na Zona Costeira e Marinha de Santa Catarina. ICMBio, MMA, 2015.

JUNGES, A. H; ALVES, G; FONTANA, D.C. Estudo indicativo do comportamento do NDVI e EVI em lavouras de cereais de inverno da região norte do Estado do Rio Grande do Sul, através de imagens MODIS. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil. 21-26 abril 2007, INPE, 241-248 p.

KAPLOWITZ, M. D. Assessing Mangrove Products and Services at the Local Level: The Use of Focus Groups and Individual Interviews. *Landscape and Urban Planning*, v. 56, n. 1–2, p. 53–60, 2001.

KARGER, A. D. Análise físico-químico e bacteriológica da água intersticial do manguezal da ilha da Vaca, Baía da Babitonga, Joinville, SC. 1996. Universidade da Região de Joinville, Joinville (SC), 1996.

KILCA, R. V. et al. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. *CeN.*, v. 33, p. 57–72, 2011.

KILCA, R. V. Monitoramento do desfoliamento e da mortalidade de manguezais na Baía da Babitonga-SC. São Francisco do Sul (SC): Instituto Vidamar, 2017.

KILCA, R. V. et al. Os manguezais e marismas da Baía Babitonga: uma síntese. *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha*, v. 8, p. 16, 2019.

KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. Mangroves of Brazil. In: LACERDA, L. D. (Ed.). *Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions*. Mangrove Ecosystems technical reports, p.245-272, 1993.

KUENZER, C. et al. Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Remote Sensing*, v. 3, n. 5, p. 878–928, 2011a.

KUENZER, C. et al. Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Remote Sensing*, v. 3, n. 5, p. 878–928, 2011b.

KUENZER, C.; TUAN, V. Q. Assessing the Ecosystem Services Value of Can Gio Mangrove Biosphere Reserve: Combining Earth-Observation- and Household-Survey-Based Analyses. *Applied Geography*, v. 45, p. 167–184, 2013.

LACERDA, A. F. O Estudo de Uso e Cobertura do Solo para a bacia hidrográfica do rio Carinhanha (BA/MG). *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v. 1, n. 1, p. 072–085, 2020.

LACERDA, L. D. et al. Manguezais do nordeste e mudanças ambientais. *Ciência Hoje*, v. 39, n. 229, p. 24–29, 2006.

LACERDA, L. D. Manguezais, ecossistemas-chave sob ameaça. *Scientific American Brasil*, v. 1, n. Coleção Oceanos, p. 77–82, 2009.

LAGOMASINO, D. et al. A Comparison of Mangrove Canopy Height Using Multiple Independent Measurements from Land, Air, and Space. *Remote Sensing*, v. 8, n. 4, p. 327, 2016.

LOPES, F. et al. Evolução do uso do solo em uma área piloto da região de Vacaria. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 10, p. 1038–1044, 2010.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2010. Programa de monitoramento ambiental do sistema manguezal - Plano Básico Ambiental (PBA). In: Acquaplan. Programa de gestão ambiental para Itapoá Terminais Portuários - Fase de Operação. Balneário Camboriú. 14 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2011. Programa de monitoramento ambiental do sistema manguezal - Plano Básico Ambiental (PBA). In: Acquaplan. Programa de gestão ambiental para Itapoá Terminais Portuários - Fase de Operação. Balneário Camboriú, SC. 34 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2012a. Programa de monitoramento ambiental do sistema manguezal - Plano Básico Ambiental (PBA). In: Acquaplan. Programa de gestão ambiental para Itapoá Terminais Portuários - Fase de Operação. Balneário Camboriú. 25 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2012b. Diagnóstico ambiental simplificado – Manguezal do rio Pedreiras. Retificação do canal do rio Pedreira, São Francisco do Sul (SC). Terminal Portuário Santa Catarina – TESC. São Francisco do Sul. 11 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2013. Programa de monitoramento ambiental do sistema manguezal - Plano Básico Ambiental (PBA). In: Acquaplan. Programa de gestão ambiental para Itapoá Terminais Portuários - Fase de Operação. Balneário Camboriú. 24 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2014a. Diagnóstico do ecossistema manguezal nas áreas de influência direta e indireta do Porto de São Francisco do Sul. In: Acquaplan. Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA da Dragagem de Adequação do Canal de Acesso Externo ao Complexo Portuário da Babitonga (Administração do Porto de São Francisco do Sul – APSFS e Itapoá Terminais Portuário S/A). São Francisco do Sul, SC. 30 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2014b. Diagnóstico do ecossistema manguezal nas áreas de influência direta e indireta do Terminal Graneleiro da Babitonga. In: Acquaplan. Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA da implantação do Terminal Graneleiro da Babitonga - TGB, São Francisco do Sul (SC). 144 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2014c. Programa de monitoramento ambiental do sistema manguezal - Plano Básico Ambiental (PBA). In: Acquaplan. Programa de gestão ambiental para Itapoá Terminais Portuários - Fase de Operação. Balneário Camboriú. 31 p.

LUGLI-BERNARDES, D.O. 2014d. Diagnóstico do ecossistema manguezal nas áreas de influência direta e indireta do Estaleiro CMO – Construção e montagem offshore S/A, São Francisco do Sul (SC). In: Acquaplan. Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA da implantação do Estaleiro CMO – Construção e montagem offshore S/A, São Francisco do Sul (SC). 110 p.

LUGLI-BERNARDES, D. O. 2018. Diagnóstico da vegetação de mangue da área de influência da Ponte de Joinville. In: FLORA. Estudo de Impacto Ambiental da Ponte de Joinville. v. 1. 701 p.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematic*. v. 5, p. 39–64, 1974.

MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. Thematic Mapper Bandpass Solar Exoatmospheric Irradiances. *International Journal of Remote Sensing*, v. 8, n. 3, p. 517–523, 1987.

MAZZER, A. M.; GONÇALVES, M. L. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA BAÍA DA BABITONGA, SANTA CATARINA, BRASIL: CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, 2012.

MEHVAR, S. et al. Quantifying Economic Value of Coastal Ecosystem Services: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, v. 6, n. 1, p. 5, 2018.

MELO, A. T.; SORIANO-SIERRA, E. J.; VEADO, R. W. V. Biogeografia dos manguezais. *Geografia, Rio Claro*, v. 36, n. 2, p. 311–334, 2011.

MELO, C. A. A. Modelo para estimativa de biomassa de vegetação em áreas de manguezais por técnicas de sensoriamento remoto. 2017. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MELO, J. G. S.; SILVA, E. G. A. C. Avaliação do estuário do Capibaribe (Recife/Pernambuco, Brasil) acerca da degradação ambiental nos manguezais em ambientes urbanos. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 1, n. 1, p. 039–047, 2018.

MIRANDA, L.B. de; CASTRO, B.M. DE & KJERVE, B. 2002. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo, Edusp. 414 p.

MOMAYEZ, A.; QASEMI, S. A. Studying the evaluation of environmental effects of South Pars special zone (assalooyeh) to create a stable environment using the leopold Matrix. *World Journal of Environmental Biosciences*, v. 6, p. 61–70, 2017.

NERY, C. V. M.; FERNANDES, F. H. S.; MOREIRA, A. A.; BRAGA, F. L. Avaliação das Técnicas de Classificação MAXVER, MAXVER – ICM e Distância Mínima Euclidiana de acordo com Índice Kappa. v.06, n. 02, p.320-328. 2013.

NEU, M.F.R. 2009. Os portos do sul do Brasil: da formação ao século XXI. São Paulo. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, USP.

OLIVEIRA, F. A. Estudo do aporte sedimentar em suspensão na Baía da Babitonga sob a ótica de geomorfologia. 2006. Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2006.

OLIVEIRA, J. C. F.; OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Análise Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal através do IVDN no Bairro de Boa Viagem, Recife-PE e Entorno (Spatial-Temporal Analysis of Vegetation Through the NDVI in District of Boa Viagem, Recife-PE and Surroundings). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 4, n. 3, p. 575, 2011.

OLIVEIRA, R. G.; TOGNELLA, M. M. P. Processo de colonização do manguezal do rio Tavares por análise da estrutura de diferentes bosques. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol*, v. 18, n. 1, p. 9–18, 2014.

OLMOS, F.; SILVA, R. S. Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo: Empresa das Artes, 2003. 216p.

PAZ, J. P. S.; VIEIRA, C. V. EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO SUL – ESTADO DE SANTA CATARINA. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 74, n. 1, 2018.

PEREIRA-FILHO, J. et al. Intratidal Variation and Net Transport of Dissolved Inorganic Nutrients, POC and Chlorophyll a in the Camboriú River Estuary, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 53, n. 2, p. 249–257, 2001.

PHAM, L. T. H.; BRABYN, L. Monitoring Mangrove Biomass Change in Vietnam Using SPOT Images and an Object-Based Approach Combined with Machine Learning Algorithms. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 128, p. 86–97, 2017.

PINHEIRO, L. & CREMER, M. J. 2003. Sistema pesqueiro da Baía Babitonga, litoral norte de Santa Catarina: uma abordagem etnoecológica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 8: 5968.

PONZONI, F. J.; REZENDE, C.P. Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira-PA. *Revista Árvore*, v. 26, n. 4, p. 403–410, 2002.

PORTO ITAPOÁ, 2016. Balanço Social 2016. Disponível em: <[www.portoitapoa.com.br](http://www.portoitapoa.com.br)>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.

PRIMAVERA, J. H. Mangroves as Nurseries: Shrimp Populations in Mangrove and Non-Mangrove Habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 46, n. 3, p. 457–464, 1998.

PRITCHARD, D. W. 1955. Estuarine circulation patterns. *Proc. Am. Soc. Civ.Eng.* 81:711: 1-11.

PROISY, C. et al. Monitoring Mangrove Forests after Aquaculture Abandonment Using Time Series of Very High Spatial Resolution Satellite Images: A Case Study from the Perancak Estuary, Bali, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, v. 131, p. 61–71, 2018.

Purnobasuki, H., Purnama, PR & Kobayashi, K. Morfologia de quatro tipos de raízes e anatomia da junção raiz-raiz na via do gás de relação das raízes de *Avicennia Marina* (Forsk) Vierh. *Vegetos-An International Journal of Plant Research*, 30 (2), 100-104. 2017.

QADIR et al. Assessing the Changes of Mangrove Ecosystem Services Value in the Pars Special Economic Energy Zone. *Ocean & Coastal Management*, v. 179, p. 104838, set. 2019.

QUARTAROLI, C. F. et al. Avaliação da adequação do uso das terras agrícolas no nordeste do Estado de São Paulo em 1988 e 2003. *Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos*, 57. n. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite., p. 36, 2006.

RABINOWITZ, P. H. Periodic Solutions of Hamiltonian Systems. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, v. 31, n. 2, p. 157–184, 1978.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. Flórua da Ilha de Santa Catarina: Rhizophoraceas. Florianópolis: FISC, 1973. 12p.

- RIBEIRO, L.C.Q. (Org.) 2015. Rio de Janeiro: transformações na ordem urbana. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrópoles.
- RIZZI, R.; RUDORFF, B. F.; ADAMI, M. Estimativa da área de soja no Estado do Rio Grande do Sul por um método de amostragem. *Ciência Rural*, v. 36, n. 1, p. 30–35, 2006.
- ROBERTSON, A. I.; ALONGI, D. M. Tropical mangrove ecosystems. Washington DC: American Geophysical Union, 1992. 330p.
- RONNBACK, P. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics*, v. 29, p. 235–252, 1999.
- RODRIGUES, A. M. T. 2000. Diagnóstico socioeconômico e a percepção ambiental das comunidades de pescadores artesanais do entorno da Baía Babitonga (SC): um subsídio ao gerenciamento costeiro. Florianópolis. 260p. Dissertação de Mestrado. Engenharia Ambiental, UFSC.
- ROSA, M. M. P. T. Manguezais catarinenses, Baía da Babitonga e Rio Tavares: uma abordagem parcial dos atributos ecológicos e econômicos. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2000.
- SANDILYAN, S.; KATHIRESAN, K. Decline of Mangroves – A Threat of Heavy Metal Poisoning in Asia. *Ocean & Coastal Management*, v. 102, p. 161–168, 2014.
- SANTOS, C. R.; HORN-FILHO, N. O. Impactos ambientais decorrentes da ocupação antrópica no pontal do Capri, ilha de São Francisco do Sul, SC, Brasil. *Revista Geografias*, v. 2, n. 1, p. 34–46, 2006.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. *Caribbean Ecological Research*, p. 64, 1995.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. Brazilian Mangroves. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 3, n. 4, p. 561–570, 2000.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. Status of mangrove research in Latin America and the Caribbean. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, v. 38, n. 1, p. 93–97, 1990.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; JUNIOR, C. C.; TOGNELLA-DE-ROSA, M. Manguezais. 1. ed. São Paulo: Ática, 2001.
- SCHERER, C. M. S.; LAVINA, E. L. C. Stratigraphic Evolution of a Fluvial–Eolian Succession: The Example of the Upper Jurassic—Lower Cretaceous Guarú and Botucatu Formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. *Gondwana Research*, v. 9, n. 4, p. 475–484, 2006.

SILVA, F. J. B. Unidades de Conservação e desenvolvimento regional: um estudo sobre a região da Baía da Babitonga-SC. 1995. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1995.

SILVA, L. S. Alterações morfodinâmicas no Canal do Linguado pela remoção do dique que o separa da Baía da Babitonga (SC). 2011. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, M. R. O. Diversidade de fungos endofíticos de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.: produção, isolamento e identificação da substância com atividade antimicrobiana. 2009. Tese (doutorado) apresentada ao programa de pós-graduação em biologia de fungos. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

SILVEIRA, D. J. 2010. Bairro Bela Vista e o Porto de São Francisco do Sul: um estudo sobre o modo de produzir a existência dos pescadores artesanais. Florianópolis. 233p. Dissertação de Mestrado. Sociologia Política, UFSC.

SOARES, M. L. G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Biologia, v. 59, n. 3, p. 503–515, 1999.

SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de Manguezais de Macromaré Da Amazônia: Cenários Morfológicos, Mapeamento e Quantificação de Áreas Usando Dados de Sensores Remotos. Revista Brasileira de Geofísica, v. 23, n. 4, p. 427–435, 2005.

SOUZA, L. A. O processo de ocupação das áreas de mangues em Joinville: agentes, estratégias e conflitos. 1991. Universidade da Região de Joinville, Joinville (SC), 1991.

STRAHLER, A. Geografia física. 3. ed. Barcelona Omega, 1989. 634p.

TGB-ACQUAPLAN. 2014. Estudo de Impacto Ambiental – EIA para a implantação do Terminal Graneleiro Babitonga – TGB, Município de São Francisco do Sul, SC. Acquaplan Tecnologia e Consultoria Ambiental e Terminal Graneleiro Babitonga.

THOM, B. G. Mangrove Ecology and Deltaic Geomorphology: Tabasco, Mexico. The Journal of Ecology, v. 55, n. 2, p. 301, 1967.

TOGNETTA DE ROSA, M. M. P. Manguezais catarinenses, Baía da Babitonga e Rio Tavares: uma abordagem parcial dos atributos ecológicos e econômicos. 2000. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo., São Paulo, SP, 2000.

TOGNETTA, M. M. P. et al. Manguezal: Estoque natural e experiências compartilhadas. 1. ed. São Paulo: Matrix, 2015.

TOMLINSON, P. B. The botany of mangroves. New York: Cambridge University Press: Cambridge [Cambridgeshire], 1986.

TRENTIN, C. B.; TRENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L. Relação entre a biomassa da vegetação campestre nativa e dados de sensoriamento remoto orbital. *Geographia*, v. 21, n. 45, p. 98, 2019.

TRINDADE, L. C. Os manguezais da Ilha de Santa Catarina frente à antropização da paisagem. 2009. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

TRUCCOLO, E.C.; SCHETTINI, C.A.F. 1999. MARÉS ASTRONÔMICAS NA BAÍA DA BABITONGA, SC. NOTAS TÉCN. FACIMAR, 3: 57-66.

VEADO, R. W. A.; TROPPEMAIR, H. Geossistemas do Estado de Santa Catarina. In: GERARDI, L. H. O.; MENDES, I. A. (org). Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades: temas de Geografia contemporânea. Rio Claro: UNESP-AGETEO, 2001.

VEETIL, B. K. et al. Mangroves of Vietnam: Historical Development, Current State of Research and Future Threats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 218, p. 212–236, 2019.

VIEIRA, C. V.; HORN FILHO, N. O.; BONETTI, C. V. D. H. C.; BONETTI, J. Caracterização Morfosedimentar e Setorização do Complexo Estuarino da Baía da Babitonga/SC. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 62-63, p. 85-105, 2008. Editora UFPR.

WALTER, F. Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global. São Paulo (SP): EPU, 1986.

WANG, M. et al. Assessing Changes of Mangrove Forest in a Coastal Region of Southeast China Using Multi-Temporal Satellite Images. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 207, p. 283–292, 2018.