



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE



ROMEU BOTO DANTAS NETO

**FLEXIBILIZAÇÃO NORMATIVA E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS:
O AVANÇO DA CARCINICULTURA SOBRE O MANGUE SERGIPANO**

SÃO CRISTÓVÃO

2025

ROMEU BOTO DANTAS NETO

**FLEXIBILIZAÇÃO NORMATIVA E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS:
O AVANÇO DA CARCINICULTURA SOBRE O MANGUE SERGIPANO**

Texto apresentado para a obtenção do título de Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

ORIENTADOR:

Prof.Dr.Milton Marques Fernandes

SÃO CRISTÓVÃO

2025

É cedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Documento assinado digitalmente
 **ROMEU BOTO DANTAS NETO**
Data: 22/05/2025 15:22:52-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Romeu Boto Dantas Neto
Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS

Documento assinado digitalmente
 **MILTON MARQUES FERNANDES**
Data: 26/05/2025 10:13:25-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Milton Marques Fernandes
Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA

Universidade Federal de Sergipe – UFS

ROMEU BOTO DANTAS NETO

**FLEXIBILIZAÇÃO NORMATIVA E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS:
O AVANÇO DA CARCINICULTURA SOBRE O MANGUE SERGIPANO**

Texto apresentado para obtenção do
título de Mestre pelo programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

Aprovada em

Prof. Dr. Milton Marques Fernandes
PRODEMA/UFS
Presidente- Orientador

Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro
PRODEMA/UFS

Márcia Rodrigues de Moura Fernandes
Avaliador externo
Secretaria de Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ações Climáticas (SEMACE)

RESUMO

O manguezal, ecossistema de transição entre ambientes terrestres e marinhos, enfrenta crescente degradação devido às atividades humanas. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revela um aumento significativo na produção de camarão no Brasil entre 2018 e 2021, sendo Sergipe um dos estados que acompanhou essa tendência. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar as implicações das alterações na legislação estadual no uso e cobertura da terra e no desmatamento, decorrente da carcinicultura no estado de Sergipe entre os anos de 2012 e 2023. O estudo parte da hipótese que a flexibilização das normas ambientais estaduais influenciou diretamente a conversão de áreas de manguezal para viveiros de camarão, contribuindo para o aumento da degradação desse ecossistema. A análise do uso e cobertura da terra foi realizada utilizando dados do Mapbiomas e dados econômicos sobre a produção de camarão em Sergipe. Os resultados indicam que, no período analisado (2012-2023), a cobertura de manguezais teve uma redução equivalente a 6,9%, enquanto a área ocupada pela carcinicultura aumentou 276,3%, impulsionada pelas mudanças legais que simplificaram o licenciamento e reduziram as exigências ambientais. O estudo conclui que a flexibilização das normas contribuiu para a degradação ambiental do manguezal, sendo verificada a maior taxa equivalente de redução de manguezal, quando comparada aos dados apresentados nas referências bibliográficas mundiais. A pesquisa ressalta a necessidade de políticas públicas que equilibrem o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, promovendo a sustentabilidade da carcinicultura e a proteção do patrimônio nacional representado pelos manguezais.

Palavras-chave: . Manguezal. Licenciamento ambiental. Sensoriamento remoto. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Mangroves, a transitional ecosystem between terrestrial and marine environments, are increasingly degraded by human activities. The Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) reports a significant increase in shrimp production in Brazil between 2018 and 2021, with Sergipe being one of the states that followed this trend. Therefore, this study aims to assess the implications of changes in state legislation on land use and land cover and deforestation resulting from shrimp farming in the state of Sergipe between 2012 and 2023. The study is based on the premise that the relaxation of state environmental regulations directly influenced the conversion of mangrove areas to shrimp farms, contributing to the increased degradation of this ecosystem. The analysis of land use and land cover was carried out using data from Mapbiomas and economic data on shrimp production in Sergipe. The results indicate that, in the period analyzed (2012-2023), mangrove coverage had a reduction equivalent to 6.9%, while the area occupied by shrimp farming increased by 276.3%, driven by legal changes that simplified licensing and reduced environmental requirements. The study concludes that the relaxation of regulations contributed to the environmental degradation of mangroves, with the highest equivalent rate of mangrove reduction being observed when compared to the data presented in global bibliographic references. The research highlights the need for public policies that balance economic development and environmental preservation, promoting the sustainability of shrimp farming and the protection of the national heritage represented by mangroves.

Keywords: Shrimp farming. Mangrove. Environmental licensing. Remote sensing. Deforestation. Sustainability

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01 - Processo produtivo do camarão em viveiros | 17 |
| Figura 02 – Municípios Litorâneos de Sergipe | 33 |
| Figura 03 – Evolução da área de manguezal em Sergipe..... | 40 |
| Figura 04 – Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2013..... | 41 |
| Figura 05 – Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2017..... | 42 |
| Figura 06 – Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2019..... | 43 |
| Figura 07 – Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2022..... | 44 |
| Figura 08 - Taxa de redução de manguezal por ano | 46 |
| Figura 09 –Aquicultura e produção de camarão em Sergipe | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 01- Área de manguezal em Sergipe (2013-2023)..... | 40 |
| Tabela 02- Produção anual de Camarão em Sergipe (2013-2022)..... | 49 |
| Tabela 03- Manguezais,Aquicultura e Produção de Camarão em Sergipe..... | 50 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 01. Cobertura de florestas de mangue e declínio na cobertura entre 1990-2020 | 22 |
| Quadro 02 – Mudanças regulatórias e taxa de perda de manguezal | 53 |

LISTA DE SIGLAS

ADEMA - Administração Estadual do Meio Ambiente

APP - Área de Preservação Permanente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

GEE - Google Earth Engine

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

MMRI - Mangrove Monitoring and Reporting Index

MPF - Ministério Público Federal

MPE - Ministério Público Estadual

OMS - Organização Mundial da Saúde

PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses

PRODEMA - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

UFS - Universidade Federal de Sergipe

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1.INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 1.1 Objetivo Geral..... | 13 |
| 1.2 Objetivos Específicos..... | 13 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 Manguezal no Brasil..... | 14 |
| 2.2 Carcinicultura | 17 |
| 2.3 Sensoriamento Remoto..... | 20 |
| 2.4 Da Legislação..... | 24 |
| 3 METODOLOGIA..... | 33 |
| 3.1 Localização da Área de Estu-do..... | 34 |
| 3.2 Banco de Da-dos..... | 35 |
| 3.3 Processamento das geoinforma-ções..... | 35 |
| 3.4 Taxa de redução anual de manguezais em Sergipe..... | 36 |
| 4 RESULTADO E DISCUS-SÃO..... | 36 |
| 4.1 Análise da dinâmica de uso e cobertura da ter-ra..... | 36 |
| 4.2 Análise da Produção de Cama-rão..... | 45 |
| 4.3 Análise da interferência da legislação ambiental estadual..... | 50 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 52 |
| REFERÊNCIAS..... | 54 |

1 INTRODUÇÃO

O manguezal é uma vegetação que se encontra em áreas de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Com uma área estimada de 14,8 milhões de hectares em 2020, sua distribuição ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais (FAO, 2023). O Brasil possui a segunda maior área de manguezal do planeta, correspondendo a aproximadamente 9% da cobertura global. Além disso, abriga cerca de 8,5% dos estoques mundiais de carbono presentes nesses ecossistemas, considerando tanto biomassa quanto os solos (ROVAI *et al.*, 2022). Os manguezais estão cada vez mais sujeitos à degradação decorrente das atividades humanas, como o desmatamento, impulsionados por atividades antrópicas, incluindo aquicultura e o desenvolvimento urbano (FAO, 2023; BONALDI; RODERJAN, 2017). Essa interferência acaba, por fim, causando alterações na biodiversidade, fisiologia e estrutura do ecossistema manguezal (MATIAS; SILVA, 2017).

Entre 2000 e 2020, o relatório dos manguezais do mundo realizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o desenvolvimento da aquicultura foi responsável por 27% das perdas globais de manguezais (FAO, 2023). No Nordeste, a atividade com maior destaque na aquicultura é a carcinicultura. Esse fato decorre das condições edafoclimáticas favoráveis para o seu amplo desenvolvimento (SCHARDONG, 2019). Essa prática, embora contribua para a economia regional, tem gerado impactos ambientais adversos (DE LACERDA *et al.*, 2021). Segundo GOMES e BONILLA (2022), ao determinarem o estado da arte dos impactos ambientais da carcinicultura, mapearam 13 aspectos e 28 impactos ambientais associados a atividade produtiva.

As modificações na legislação ambiental brasileira, com destaque para o código florestal, reduziram a proteção legal dos manguezais e dos ecossistemas de apicum (salinas). Tais alterações favorecem a transformação dessas áreas naturais, possibilitando sua utilização para atividades aquícolas, além da expansão imobiliária, agrícola e da construção de rodovias (LACERDA *et al.*, 2021). De acordo com o Mapbiomas (2023), os manguezais em Sergipe ocupam aproximadamente 251,08 km², correspondendo a 1,14 % do território estadual.

ROVAI *et al.* (2022) verificam que essas mudanças potencializam a degradação dos manguezais e impulsionam as ameaças aos serviços ecossistêmicos. Indicam que esses fatores estão diretamente associados a erosão costeira, desmatamento, expansão imobiliária,

agricultura e eventos climáticos extremos. Essas atividades resultam na perda de carbono armazenado na biomassa e no solo, comprometendo à capacidade de sequestro de carbono.

Assim como DINIZ et al. (2019), ao analisar a dinâmica dos manguezais brasileiros entre 1985 e 2018, com o uso de imagens Landsat e o índice espectral MMRI para mapear mudanças na cobertura vegetal, os resultados apontaram tendência de perda de área atribuída a fatores antrópicos e mudanças climáticas. Os principais fatores antrópicos na alteração do uso e cobertura da terra para os manguezais no Brasil são aumento da urbanização, expansão agrícola e construção de infraestruturas costeiras. Dentre estas, a criação de camarão tem disso um dos principais vetores de desmatamento, especialmente no Nordeste do Brasil (DINIZ *et al.*, 2019).

Em Sergipe, uma série de leis específicas vinculadas a carcinicultura foram publicadas entre 2017 e 2020, sendo elas: a política estadual da carcinicultura (Lei 8.327/2017) e a política estadual de licenciamento ambiental com suas atualizações(Leis 8.467/2018 e 8.607/2019), alterando ainda mais o arcabouço legal de referência no Estado. Dessa forma, não obstante a proteção inicial estabelecida pela Constituição Federal, as alterações vinculadas pelas atualizações legais em Sergipe, bem como a discricionariedade inerente ao licenciamento ambiental, tendem a alterar o uso e cobertura da terra referente ao bioma manguezal no Estado.

Neste sentido, a hipótese do trabalho foi avaliar se as leis sobre carcinicultura impactam o desmatamento de manguezais em Sergipe, além de analisar o aumento da produção de camarões, decorrente da flexibilização do licenciamento ambiental, avaliada como consequência das mudanças na legislação, e sua relação com o aumento nas taxas de desmatamento no ecossistema estudado.

1.1. Objetivo Geral

Avaliar a flexibilização da legislação estadual no uso e cobertura da terra e no desmatamento, decorrente da carcinicultura no estado de Sergipe.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar os marcos temporais das principais mudanças da legislação ambiental de Sergipe.
- Analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra nos manguezais do estado de Sergipe, no período de 2012 a 2023.
- Analisar de maneira comparativa o uso e cobertura da terra no ecossistema manguezal nos períodos anteriores e posteriores aos marcos temporais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manguezal

A organização das nações unidas para alimentação e a agricultura (FAO), elaborou relatório intitulado “*The World Mangroves 2000-2020*”. Este documento apresenta uma análise pormenorizada da situação dos manguezais em todo o mundo, com destaque para as mudanças estruturais, os principais fatores de perda e ganho, bem como quais as tendências regionais relativas à existência do manguezal no planeta.

Nesse contexto, para 2020, a área global de manguezal foi estimada em 14,8 milhões de hectares. A Ásia é o continente com maior proporção dessa vegetação, seguida pela América do Sul, África, América do Norte, América Central e Oceania. O relatório afirma ainda que entre 2000 e 2020, houve uma perda líquida de 284 mil hectares de manguezais, apesar desse fato, o relatório indica que a expansão natural superou a retração natural, com um ganho significativo através da própria natureza (FAO, 2023).

Os manguezais são encarregados de fornecer uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, incluindo: proteção contra tempestades, a captura de carbono e o suporte a biodiversidade. Entretanto, esses ecossistemas têm enfrentado ameaças devido a conversão do uso de terra para aquicultura, agricultura e desenvolvimento urbano, em uma magnitude já classificada como significativa, acrescida dos resultados dos efeitos das mudanças climáticas globais (FAO, 2023).

No âmbito acadêmico, BHOWMIK *et al.* (2022) apresentaram pesquisa com uma revisão bibliográfica sobre o tema, catalogando 200 publicações ao longo das últimas 04 décadas (1980- 2021). Para tanto utilizaram o método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) em busca realizada nas fontes eletrônicas de literatura *web os Science e Scopus*.

Na pesquisa foram utilizadas as palavras-chave: “distribuição de manguezais”, “biomassa de manguezais”, “espécies de manguezais” e “ecossistemas de manguezais”. Essas palavras-chave ajudaram a identificar a literatura que estudava florestas de manguezais em geral. Em continuidade foram excluídas pesquisas que não abordavam o desmatamento, resultando em um conjunto de 250 publicações. A pesquisa foi refinada com os fatores de degradação do manguezal (BHOWMIK *et al.*, 2022).

Após esse refinamento o resultado passou pela revisão de especialistas, sendo ao final qualificadas 200 publicações em aderência aos fatores de referência. No período (1980- 2021) foram verificados 18 estudos realizados no Brasil, sendo apenas 03 deles vinculados ao tema aquicultura/agricultura (BHOWMIK *et al.*, 2022).

Entendemos que este fato demonstra a relevância do tema abordado neste trabalho tendo em vista a pequena contribuição de estudos realizados no Brasil, frente a realidade dos demais países.

A Mata Atlântica, qualificada como patrimônio nacional pela Constituição de 1988, é um dos mais importantes biomas brasileiros. Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica, ela abriga 72 % da população brasileira. Sua existência esta intrinsecamente ligada aos seguintes temas: qualidade de vida; proteção da biodiversidade; equilíbrio climático; disponibilidade de água em quantidade e qualidade para a população. Não obstante sua presença está vinculada ao desenvolvimento de atividades econômicas como agricultura, pesca, turismo e geração de energia.

Diante desses fatores determinantes, a cronologia de sua proteção é descrita da seguinte forma:

A proteção de Mata Atlântica está fundamentada em um arcabouço legal diverso, sendo a descrição da sua cronologia fator importante no contexto dessa pesquisa. O Regimento do Pau Brasil, foi a primeira normativa com foco na proteção da Mata Atlântica, estabelecendo com pena de morte quem cortasse a madeira sem a devida autorização, posteriormente a Lei nº 601/1850, ainda que de forma não específica, determinava em seu artigo 2º, a obrigação ao despejo quem “ *que se apossarem de terras devolutas ou de alheias, e nelas derribarem matos ou lhes puserem fogo* ”. A evolução legislativa levou ao Código Florestal de 1934, que foi uma reação ao desmatamento da Mata Atlântica que, em grande parte era promovido pelos estados, dadas as competências previstas na Constituição de 1891 em relação às florestas e matas (ANTUNES, 2020).

O avanço da ocupação das áreas do interior do território nacional, com especial destaque para a região Amazônica, culminou na promulgação da Lei de número 4.771, de 1965, conhecida como Código Florestal. Este diploma legal tem a base do seu escopo concentrada na preservação dos recursos hídricos e na atenção as denominadas áreas de risco (encostas íngremes e dunas).

Dentre outras inovações, o documento estabelece os conceitos de APP - Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal. A primeira definida em 5 m (cinco metros) de largura dos corpos hídricos, a segunda determinada em 50% (cinquenta por cento) do valor da área total da propriedade na Amazônia e 20% nas demais regiões do País, resultando em um fator de proteção para a Mata Atlântica inseridas nessas áreas.

No contexto da Mata Atlântica, o ecossistema manguezal possui destaque pela sua importância ecológica vinculada ao suporte a biodiversidade, ecoturismo e mitigação de mudanças climáticas. Com relação ao suporte a biodiversidade, os manguezais são ecossistemas essenciais com atuação singular, abrigando espécies únicas e diversas (GOUDING; DAYRAT, 2023). Não obstante a diversidade de plantas ser baixa, esses habitats apresentam suporte para uma rica fauna de insetos (YEO *et al.*, 2021).

O mangue, através do turismo sustentável, contribui para a conservação ambiental, o fortalecimento das economias locais e o engajamento das comunidades. A integração de princípios de ecoturismo nessas áreas oferece uma estrutura que protege os habitats e promove o desenvolvimento sustentável (Novita; Mukhtar (2024). No caso do turismo, uma gestão eficaz tende a melhorar, não só a eficiência operacional, como os resultados ambientais, tornando o turismo em áreas de mangue mais sustentável (RIYANTO *et al.*, 2024)

No tocante a mudanças climáticas, os manguezais são protagonistas nas atividades vinculadas a mitigação, devido a sua alta capacidade de sequestro de carbono. A alta velocidade de conversão de gás carbônico em biomassa e matéria orgânica, posteriormente depositada em sedimentos costeiros, determinam uma produtividade significativa dos manguezais, neste tema. (CHOURSHARY *et al.*, 2024)

Além disso, os sistemas radiculares dos manguezais promovem o acúmulo de sedimentos, prendendo partículas ricas em carbono, aumentando o sequestro de carbono no

solo outro aspecto é a mitigação das emissões de metano por meio de processos de oxidação, com capacidade para reduzir entre 10 a 33 % de metano. (COTOVICZ *et al.*, 2024)

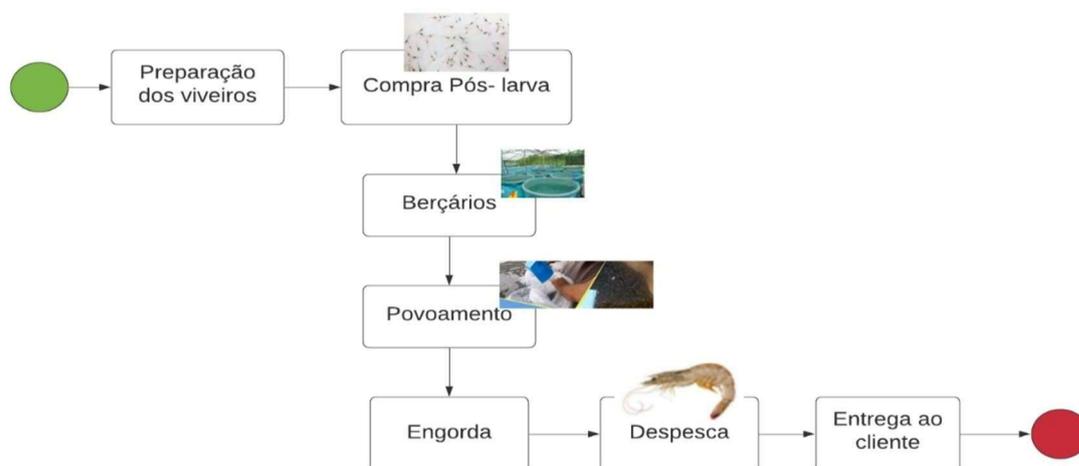
ROVAI *et al.* (2022), afirmam que em manguezais brasileiros a capacidade de armazenamento chega até 4,3 vezes mais carbono em comparação aos outros biomas vegetados do país. Indicam que as taxas de sequestro de carbono nesses ecossistemas são significativamente superiores às estimativas globais, ressaltando sua eficiência como aliado na mitigação das mudanças climáticas.

2.2 Carcinicultura

A criação de camarões em cativeiro possui 04 etapas principais: larvicultura, berçário, engorda e despesca. Considerando as necessidades específicas de cada estágio de vida do camarão, muitas vezes as etapas são realizadas em tanques. Considerando esse aspecto a atividade pode ser classificada como monofásica, bifásica ou trifásica, de acordo com o número de tanques utilizados na produção de camarão e na forma de captura ou compra das pós-larvas. (RIBEIRO *et al.*, 2014)

DOS SANTOS *et al.* (2021) aprimoram a descrição do processo produtivo dividindo a etapa de larvicultura em preparação dos viveiros e compra pós-larva; incluindo as etapas de povoamento e entrega ao cliente. Indicam ainda que o processo produtivo tem duração máxima de 120 dias. No contexto desta pesquisa a principal etapa é a preparação/implementação dos viveiros.

Figura 1. Processo produtivo do camarão em viveiros



Fonte: Dos Santos *et al* (2021)

Durante a implantação de viveiros para desenvolvimento das larvas, ocorre destruição de áreas de manguezal para conversão de planícies em viveiros, a etapa de engorda está associada ao descarte de efluentes provenientes de rações. (DIAS, SOARES & NEFFA, 2012)

De maneira mais completa, verificamos a descrição do processo produtivo do cultivo de camarão:

Na atividade de secagem dos viveiros (esvaziados após a despesca dos camarões - drenagem completa da água) deve-se expor o fundo do viveiro ao sol para secar. Após a secagem, os resíduos sólidos (lama) devem ser removidos. Em seguida ocorre a desinfecção dos viveiros, nos locais em que a secagem completa não é possível. Posteriormente, ocorre a calagem do viveiro, isto é feito com o intuito de neutralizar a acidez do solo e aumentar a alcalinidade total e dureza total da água. Por último, pós a desinfecção e a calagem, a comporta é aberta para abastecimento de água e encha o viveiro até completar o nível de 10 cm de água. A fase de berçários intensivos primários é utilizada como primeira etapa do sistema de cultivo bifásico ou trifásico. Nesta etapa que os camarões são recebidos, provenientes dos laboratórios de larvas (larvicultura), e aclimatados às condições futuras para o berçário secundário ou dos viveiros de engorda. Na etapa de povoamento do viveiro é efetuado com pós-larvas provenientes de laboratórios comerciais. A fase de engorda é responsável pelo crescimento do camarão até o tamanho para comercialização. A etapa de despesca é utilizado, na aquicultura, para definir a operação de retirada do camarão cultivado do viveiro quando este atinge o tamanho comercial. Após a despesca o camarão é entregue ao cliente. (DOS SANTOS *et al.*, 2021, p.7)

A organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura (FAO, 2023) em seu estudo sobre os manguezais mundiais 2000-2020, afirma que: “*o fator predominante para a perda global de manguezal foi o desenvolvimento da aquicultura, constituindo 26,7% do total perdido*”.

No contexto do estado de Sergipe a carcinicultura representa a maior parcela da atividade de aquicultura no bioma Mata Atlântica. Apesar da sua dimensão geográfica

pequena, corresponde a um expressivo percentual da produção nacional (SOUZA *et al.*, 2022).

A criação de camarão em cativeiro apresenta diversos impactos ao ecossistema manguezal, tais como: perdas de funções ecológicas e socioeconômicas, mudanças na hidrologia, salinização, poluição por efluentes e produtos químicos, bem como, perda de meios de subsistência (ASHTON, 2008).

Dentre as funções ecológicas e socioeconômicas afetadas, a perda de habitats se configura como uma consequência direta das atividades de carcinicultura, em especial em áreas de manguezais. Pesquisa recente indica que aproximadamente 35 % da área de manguezais do mundo foi convertida para outros usos, com destaque para a aquicultura. O sudeste asiático, região com grande extensão de manguezais, perdeu cerca de 30 %, valor correspondente a 1,66 milhão de hectares (HAUSER *et al.*, 2020).

As espécies nativas instaladas no abrigo dos manguezais estão adaptadas as condições singulares desse ecossistema. A transformação desses ambientes resulta na morte dessas espécies, incapazes de se adaptar às condições alteradas, como o aumento da salinidade e a degradação do solo (TINH *et al.*, 2022).

As práticas de aquicultura têm o potencial de aumentar a carga de nutrientes nos corpos hídricos adjacentes a produção de camarão, resultando em deflagração de processos de eutrofização. Pesquisa realizada no Brasil, evidenciou que o aumento significativo de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, em áreas de cultivo, associado a um declínio nos níveis de oxigênio dissolvido (NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 2003).

A conversão de áreas de manguezal para a carcinicultura reduz a capacidade desse ecossistema desempenhar o papel de sumidouro de carbono, ao armazenar grandes quantidades no solo. Segundo MITRA & SIKDER (2023), a decomposição da matéria orgânica exposta durante o desmatamento de manguezais libera grandes quantidades de dióxido de carbono na atmosfera, agravando as mudanças climáticas.

Adicionalmente, a aquicultura tem impactos climáticos intensificados pela emissão de gases de efeito estufa durante o preparo de áreas de cultivo, transporte de insumos e ração, bem como manejo inadequado de resíduos, fatores que contribuem para o aquecimento global.

2.3 Sensoriamento remoto

A utilização de satélites para a produção de imagens permite a coleta de informações sobre a superfície da terra sem a necessidade de contato direto define a técnica denominada sensoriamento remoto. As imagens obtidas são processadas e analisadas para identificar atributos específicos do ambiente como temperatura da superfície, unidade do solo e cobertura vegetal. (AMIRI *et al.*, 2014; GAMEIRO *et al.*, 2016).

Ao utilizar as imagens de satélites, o sensoriamento remoto possibilita a comparação em tempos distintos de indicadores de degradação ambiental, através dos dados multiespectrais de alta resolução temporal. Segundo HAUSER *et al.* (2020) é possível processar e analisar as imagens com o objetivo de detectar variações de cobertura vegetal, ao longo do tempo, possibilitando a aplicação de técnicas de classificação supervisionada, através de ferramentas como o *Google Earth Engine* (GEE), aprimorando a precisão na detecção de mudanças ambientais, a exemplo do desmatamento.

No caso dos manguezais existem oportunidades e desafios na utilização do sensoriamento remoto. Seu uso facilita a discriminação de espécies e a estimativa de biomassa acima do solo, podendo aprimorar a capacidade de monitoramento em escalas locais e globais, a partir da utilização de veículos aéreos não tripulados e sensores emergentes (GIRI, 2016).

Entretanto, a variabilidade espectral e estrutural dos manguezais tem potencial de dificultar a classificação precisa de espécies e a estimativa de parâmetros biofísicos, adicionalmente, se faz necessário o emprego de infraestrutura computacional robusta e

expertise técnica especializada para o processamento de imagens e a integração de grandes volumes de dados (GIRI, 2016).

SANTOS & BITENCOURT (2016) afirmam que as ferramentas de sensoriamento remoto contribuíram para a compreensão da dinâmica ecológica dos manguezais, auxiliando no planejamento e gestão sustentável desses ecossistemas. Neste contexto está incluso o monitoramento das mudanças na cobertura vegetal, a avaliação do impacto das pressões antrópicas e o apoio aos processos de decisão em vários níveis de governança

O sensoriamento remoto é utilizado em diversas regiões do mundo para execução de pesquisas com objetivo de medir o desmatamento de manguezais, ao longo do tempo. HONG *et al.* (2019) realizaram pesquisa no delta do rio Mekong, localizado no Vietnã, utilizando dados de satélite de resolução média (*Landsat- 5 Thematic Mappes e Landsat 8- Operating Land Image*) para realizar a análise de dados multitemporais das mudanças na floresta de mangue, para um período de 30 anos, compreendido entre os anos de 1988 e 2018.

Em sua pesquisa obtiveram como resultado uma redução de 90 % para florestas de mangues densas (4.980 Ha) e 55 % (7.816 Ha) para florestas de mangues esparsas vinculadas a um aumento de 150.720 ha de tanques de camarão. Esses dados representam um aumento de 392,6 % a cada 10 anos. (HONG *et al.*, 2019)

Em Miamar, o sensoriamento remoto foi utilizado para analisar mudanças na floresta de mangue de Wunbaik, como parâmetro foi utilizado o intervalo de 34 (trinta e quatro) anos de 1990 a 2024. sendo verificada uma mudança ambiental significativa, com uma taxa de desmatamento de 29,3 % em 34 anos. O estudo apresenta ainda ganhos ambientais vinculados ao reflorestamento de manguezal que representou um aumento de 5,75 % da cobertura a partir do ano de 2010, configurando uma direção para o caminho da restauração ambiental do Bioma (WIN e SASAKI, 2024).

Em Bangladesh está situado o maior manguezal contínuo do mundo, denominada Subar Bans. Este local foi objeto de análise, por sensoriamento remoto, das alterações ambientais compreendidas entre os anos de 2004 e 2022. A pesquisa teve como foco as alterações na cobertura florestal, para tanto realizou a análise do uso e cobertura da terra, durante 18(dezoito) anos. Como resultado, constatou de uma taxa anual de perda de 2,66 % por desmatamento na região (SAOUM e SAKAR, 2024).

Outro estudo teve como referência o continente africano, tendo como área de estudo o complexo de zonas úmidas de Anlo Beach, situada no cinturão costeiro no distrito de Shama,

região oeste de Gana. Nele, AJA *et al.* (2022) utilizaram sensoriamento remoto para mapear e quantificar a extensão de manguezal comparando os dados compreendidos entre os anos de 2009 e 2019, resultando em uma perda de 16,9 % de manguezal para a década analisada, configurando uma taxa de 1,69 % ao ano.

BHOWMIK *et al.* (2022) produziram como resultado o panorama da evolução da cobertura de manguezal e da taxa de redução em percentagem por ano. Esse dado foi dividido para as cinco regiões do mundo tendo como data base os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020.

Como resultado o trabalho apresenta o quadro 01 com dados divididos pelos cinco continentes do mundo tendo como base a análise da cobertura de manguezal, em Km², sendo calculada a partir dessa base a taxa de redução, tendo como parâmetro a percentagem de redução por ano (%/ano).

Quadro 1. Cobertura de florestas de mangue e declínio na cobertura entre 1990 e 2020.

| Região | Cobertura de manguezal (Km ²) | | | | Taxa de redução (%/ano) | | |
|------------------------------------|---|---------|---------|---------|-------------------------|-----------|-----------|
| | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 1990–2000 | 2000–2010 | 2010–2020 |
| África | 33.650 | 33.250 | 32.910 | 32.670 | 0,12 | 0,10 | 0,07 |
| Ásia | 59.390 | 59.230 | 57.270 | 55.360 | 0,03 | 0,33 | 0,33 |
| Caribe, América Central e do Norte | 24.780 | 24.620 | 24.360 | 23.920 | 0,06 | 0,11 | 0,18 |
| Oceania | 12.470 | 12.140 | 11.550 | 11.500 | 0,26 | 0,49 | 0,04 |
| América do Sul | 21.520 | 21.240 | 20.500 | 19.760 | 0,13 | 0,35 | 0,36 |
| Mundo | 151.810 | 150.480 | 146.590 | 143.210 | 0,09 | 0,26 | 0,23 |

Fonte: Bhowmik *et al.* (2022)

A África Ocidental e Central apresentou uma redução modesta de 24.360 km² em 1990 para 23.840 km² em 2020, com uma taxa de perda anual variando entre 0,07% e 0,13% nas duas primeiras décadas, caindo para 0,02% na última década. Já a África Oriental e Austral experimentou uma redução de 9.290 km² para 8.830 km² no mesmo período, com uma taxa de perda anual de 0,26% entre 1990 e 2000, reduzindo para 0,03% na segunda década e aumentando novamente para 0,21% na última. A região total da África sofreu uma redução de aproximadamente 980 km² entre 1990 e 2020, com um padrão de redução ligeiramente maior entre 1990 e 2000 (0,12%), caindo para 0,10% entre 2000 e 2010 e para 0,07% na década final.

No Leste Asiático, a perda foi expressiva, com a cobertura caindo de 320 km² para 220 km², refletindo uma taxa de redução de 2,19% entre 1990 e 2000, reduzindo para 0,40% na segunda década e aumentando novamente para 0,83% na década final. No Sul e Sudeste Asiático, a perda de manguezais foi mais contida, passando de 57.170 km² para 53.300 km²,

com a taxa de redução anual aumentando progressivamente de 0,02% para 0,34% e depois para 0,33%.

A Ásia Ocidental e Central manteve estabilidade entre 1990 e 2010, com 1.900 km², sofrendo uma leve redução para 1.840 km² em 2020 (taxa de 0,32% entre 2010 e 2020). A região total da Ásia teve uma perda de 4.030 km² entre 1990 e 2020, com taxas de redução aumentadas de 0,03% para 0,33% e estabilizando-se em 0,33% na década final.

Nas regiões do Caribe, América Central e do Norte, a perda foi de 860 km² em trinta anos. No Caribe, a redução foi modesta, de 7.910 km² para 7.740 km², enquanto na América Central a perda foi de 260 km², e na América do Norte, de 430 km². As taxas de redução anuais oscilaram entre 0,03% e 0,33%, demonstrando perdas progressivas. Na Oceania, a redução foi de 970 km² ao longo do período, com a taxa de redução mais elevada ocorrendo entre 2000 e 2010 (0,49%). Já na América do Sul, a perda foi de 1.760 km², com uma taxa de redução crescente de 0,13% entre 1990 e 2000, 0,35% na segunda década e 0,36% na terceira.

Avaliando os dados referentes a todo o mundo, percebemos que globalmente, a área de manguezais reduziu de 151.810 km² em 1990 para 143.210 km² em 2020, com uma perda total de 8.600 km² ao longo das três décadas. A taxa de redução anual passou de 0,09% entre 1990 e 2000 para 0,26% entre 2000 e 2010, diminuindo ligeiramente para 0,23% entre 2010 e 2020. Essa tendência indica uma aceleração na perda de manguezais nas duas primeiras décadas, com uma ligeira diminuição na taxa de perda na década mais recente.

BHOWMIK *et al.* (2022) concluem que ao longo do período analisado, observa-se que algumas regiões apresentam tendências diferenciadas. A Ásia teve uma perda significativa, impulsionada pela degradação no Sudeste Asiático e no Leste Asiático, onde a aquicultura, a urbanização e a indústria desempenham um papel importante na redução das áreas de manguezais. A África teve perdas mais controladas, mas constantes. A América do Sul teve um aumento na taxa de perda na década mais recente, reforçando a necessidade de medidas de proteção ambiental mais efetivas. Enquanto, no Brasil, foram realizadas pesquisas semelhantes, utilizando o sensoriamento remoto para identificação de alterações no uso e ocupação da terra relativa aos manguezais, tendo a carcinicultura como principal fator de degradação.

DINIZ *et al.* (2019) apresenta uma análise detalhada da cobertura de manguezais no Brasil de 1985 a 2018, totalizando três décadas, utilizando dados de satélite Landsat e a plataforma Google Earth Engine. Para o intervalo entre os anos de 1999-2018, a pesquisa

indica que houve uma redução de 2 % da cobertura total de manguezal no país. Informa ainda que entre os anos de 2000 – 2018, a redução em termos absolutos foi de 70 km² correspondendo a 0,6 % da cobertura de manguezal do país, no intervalo de dezoito anos.

No estuário do rio Mamanguape, localizado no estado da Paraíba, em estudo sobre a distribuição espaço temporal de mangue foi observada a redução de 2,1 % da área de manguezal, em um período de 35 anos compreendido de 1985 a 2020. Tendo como fatores principais de degradação ambiental à criação de camarão e a conversão de terras (FREIRES *et al.*, 2023).

No estado de Pernambuco, MOURA e CANDEIAS (2009), utilizaram o sensoriamento remoto para estimar as alterações em áreas ocupadas por manguezais no sistema estuário de Itamaracá. Obtiveram como resultado a constatação da redução de 11,06 % do manguezal no período de 27 anos (1974 -2001). Com uma taxa anual de desmatamento de mangue de 0,28 % entre os anos de 1996 a 2001, associada a um crescimento de 394,12 % na área ocupada por fazendas de camarão.

2.4 Legislação

A Lei nº 11.428 de 2006, chamada de Lei da Mata Atlântica regulamenta o dispositivo constitucional, acima mencionado. Seu caput define a importância da preservação desse ecossistema reconhecido pela sua rica biodiversidade e relevância ambiental. Entre os principais conceitos introduzidos por esta lei destacam-se: a conservação da vegetação nativa, o manejo sustentável e a recuperação das áreas degradadas.

Esta lei determinou, em seu artigo 8º, as regras para corte, supressão, e exploração da vegetação do bioma Mata Atlântica, a saber:

Art. 8º O corte, a supressão e a exploração da vegetação do Bioma Mata Atlântica far-se-ão de maneira diferenciada, conforme se trate de vegetação primária ou secundária, nesta última levando-se em conta o estágio de regeneração

Desta forma, constatamos que existe a obrigatoriedade legal de uma avaliação prévia do estágio da vegetação, para eventual autorização de supressão.

Para Sergipe, o CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente publicou a resolução nº 34, de 7 de dezembro de 1994, que define o conceito de vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado de Sergipe. Dispõe, no artigo XV da resolução CONAMA de nº 388/2007, que direciona o seguinte texto:

Art. 1º Vegetação primária é aquela de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.

Art. 2º Vegetação secundária ou em regeneração é aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária.

Por sua vez, o artigo 17º, da lei da Mata Atlântica, determina a necessidade de compensação ambiental: “a supressão de vegetação primária ou secundária no estágio médio ou avançado de regeneração são condicionados à compensação ambiental na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada”.

A Lei nº 9.605 de 1998, denominada Lei de crimes ambientais ou Lei da vida, estabelece sanções penais e administrativas devido a condutas que causem danos ao meio ambiente penalizando tanto pessoas físicas como jurídicas. Ela prevê penas como detenção e multas, para crimes ambientais, destacando a importância da reparação do dano.

Em seu artigo 38-A, a referida lei criminaliza a conduta de destruir ou danificar vegetação em bioma Mata Atlântica.

Art. 38-A. Destruir ou danificar vegetação primária ou secundária, em estágio avançado ou médio de regeneração, do Bioma Mata Atlântica, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção.

Pena - detenção, de 1 (um) a 3 (três) anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente. Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

Existem outros instrumentos legais que também colaboram com a proteção da Mata Atlântica, conforme nos apresenta Santos:

O ordenamento jurídico além dessas disposições específicas, possui leis de abrangência geral no âmbito da legislação ambiental, tais como a Lei de nº 6.938 de 1981, chamada de Política Nacional do Meio Ambiente, já mencionada; o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, Lei de nº 7.661 de 1988, por conseguinte o

Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, Lei nº 8.634 de 2019; a chamada de Lei de SNUC, Lei de nº 9.981 de 2000; Decreto de nº 6.514 de 2008; Lei Complementar de nº 140 de 2011; Lei nº 12.651 de 2012, chamada de novo Código Florestal, Resolução do CONAMA n.º 443 de 2011, que interferem direta ou indiretamente na proteção da Mata Atlântica.(SANTOS, 2022).

A resolução CONAMA 303/2002, apresenta parâmetros, definições e limites para a área de preservação permanente (APP), além da definição de manguezal, a saber:

Ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina.

De maneira, definitiva essa resolução em seu Art. 3º, Inciso XV, determina que toda a extensão do manguezal se qualifica como área de preservação permanente.

Por fim, a Lei 12.651/2012, denominada novo código florestal, entrou em vigor com o objetivo aprimorar a proteção e o uso sustentável das florestas e da vegetação nativa, em consonância com o desenvolvimento econômico. Ele estabelece o conceito de apicuns “[...]áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entre marés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizíguas, que apresentam salinidade superior a 150% , desprovidas de vegetação vascular [...]”, e salgados “[...] áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizíguas e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 e 150 %, onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica [...]”).

O artigo 11-A do novo código florestal, após as alterações estabelecias pela Lei 12.727/2012, apresenta a possibilidade de instalação da atividade de carcinicultura nesses locais.

Art. 11-A. A Zona Costeira é patrimônio nacional, nos termos do § 4º do art. 225 da Constituição Federal, devendo sua ocupação e exploração dar-se de modo ecologicamente sustentável.

§ 1º Os apicuns e salgados podem ser utilizados em atividades de carcinicultura e salinas, desde que observados os seguintes requisitos:

I – Área total ocupada em cada Estado não superior a 10% (dez por cento) dessa modalidade de fitofisionomia no bioma amazônico e a 35% (trinta e cinco por cento)

no restante do País, excluídas as ocupações consolidadas que atendam ao disposto no § 6º deste artigo;

II - Salvaguarda da absoluta integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a eles associados, bem como da sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros;

III - Licenciamento da atividade e das instalações pelo órgão ambiental estadual, cientificado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e, no caso de uso de terrenos de marinha ou outros bens da União, realizada regularização prévia da titulação perante a União;

IV - Recolhimento, tratamento e disposição adequados dos efluentes e resíduos;

V - Garantia da manutenção da qualidade da água e do solo, respeitadas as Áreas de Preservação Permanente;

VI - Respeito às atividades tradicionais de sobrevivência das comunidades locais.

Segundo Tavares (2015), o Código Florestal violou o princípio da proibição do retrocesso ao diminuir a proteção legal do manguezal, uma vez que, “[...] o princípio da proibição do retrocesso assegura que a proteção do meio ambiente deverá sempre ser progressiva, não cabendo o retorno a níveis inferiores ao já estabelecidos” (TAVARES, 2015).

O novo Código florestal representa um enfraquecimento da lei de proteção da vegetação nativa quando comparado ao Código de 1965, sendo que as principais evidências dessas mudanças foram: a remoção da proteção de certas áreas ambientalmente frágeis; a concessão de anistia de multas ambientais por violar a legislação anterior; e permitir a continuação de certas atividades econômicas em áreas protegidas, sem a recuperação da vegetação nativa (BRANCALION *et al.*, 2016).

TOLLEFSON (2011) alertou que a revisão do código florestal, em curso à época, poderia contribuir para o avanço do desmatamento ao descentralizar a autoridade federal, conferir anistia às supressões vegetais realizadas até 2008 e estabelecer isenções a pequenos produtores rurais. Essas mudanças criaram um cenário que estimulou a expansão do desmatamento especialmente diante da valorização das commodities e das dificuldades da fiscalização ambiental.

Nesse contexto, vinculado ao controle de exploração da Mata Atlântica, vigora no estado de Sergipe a legislação específica sobre a carcinicultura e regulamentação referente ao licenciamento ambiental estadual, ambas delimitam os requisitos legais vinculados a regularização da atividade de carcinicultura no estado.

Com base nesses dispositivos legais buscaremos contextualizar e qualificar essa pesquisa, no contexto do licenciamento ambiental, visando alcançar os objetivos gerais e específicos. Em Sergipe, apesar dos aspectos e impactos descritos para a atividade, houve uma adaptação legal na última década (2013-2023), sendo aplicadas estratégias divergentes da legislação estabelecida para o licenciamento.

Em 2013, diante da crescente demanda pela instalação de viveiros, a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) introduziu o termo de regularização da carcinicultura (TRC). Segundo Souza *et al.* (2023), podemos descrever o TRC como um procedimento simplificado de natureza declaratória, firma junto ao órgão competente um termo de compromisso assumindo a obrigação de proceder com a regularização de sua atividade.

Neste mesmo ano teve início a ação civil pública nº 0001184-69.2013.4.05.8500 ajuizada pelos Ministérios Públicos Federal (MPF) e Ministério Público Estadual (MPE) com vistas à proteção de área de manguezal e Mata Atlântica pelo desenvolvimento desordenado e sem licença ambiental da carcinicultura no estado de Sergipe.

Em sua sentença, proferida em 2014, a magistrada determinou ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA) e a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) a identificação de todos os carcinicultores em atividade, determinando as seguintes sanções:

- a) determinar a imediata paralisação (interdição) dos carcinicultores que desenvolvam suas atividades em evidente agressão à integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a ele associados, bem assim da sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros, autuando e embargando os viveiros não licenciados.

- b) após a realização da fiscalização acima requerida, apresentem a este juízo, no prazo de 15 (quinze) dias, relatório circunstanciado onde reste demonstrado quais os empreendimentos de carcinicultura atualmente em atividade em Sergipe, licenciados ou não, e os embargos efetivamente realizados nos empreendimentos.

c) informem ao órgão responsável da União (Superintendência do Patrimônio da União) as atividades porventura desenvolvidas em terrenos de marinha ou outros bens da União, para que o ente possa adotar as providências cabíveis

Em seguida a justiça determinou a individualização dos processos judiciais. Esta estratégia permaneceu válida até a publicação da Lei 8.327, de 04/12/2017, que *dispõe* sobre a Política Estadual da Carcinicultura e sobre o fomento, a proteção e a regulamentação da carcinicultura, reconhecendo-a como atividade agrossilvopastoril, de relevante interesse social e econômico, estabelecendo as condições para o seu desenvolvimento sustentável no Estado de Sergipe, e dá providências correlatas.

Esse reconhecimento, em tese, possibilita que a atividade de carcinicultura se beneficie das disposições para realização de atividades consideradas de interesse social revistas no novo código florestal, que estabelece condições especiais para atividades consideradas de interesse social ou agrossilvopastoril em área de preservação permanente.

Essa afirmação tem como base a descrição dos principais artigos da lei, os quais tendem a possibilitar uma maior permissividade na instalação de viveiros para a carcinicultura, após a publicação da lei.

Em seu artigo 3º a lei determina a classificação dos empreendimentos e atividades com potencial poluidor fixo como médio, independente do porte do empreendimento:

Art. 3º Os empreendimentos e atividades de carcinicultura devem obedecer à seguinte classificação:

I - Microporte: carcinicultura realizada em ambientes de água doce, salobra ou salgada, utilizando-se viveiros escavados ou construídos em terreno natural, cuja somatória das superfícies de lâmina d'água seja inferior ou igual a 5 (cinco) hectares;

II - Pequeno porte: carcinicultura realizada em ambientes de água doce, salobra ou salgada, utilizando-se viveiros escavados ou construídos em terreno natural, cuja somatória das superfícies de lâmina d'água seja superior a 5 (cinco) hectares e inferior ou igual a 10 (dez) hectares;

III - Médio porte: carcinicultura realizada em ambientes de água doce, salobra ou salgada, utilizando-se viveiros escavados ou construídos em terreno natural, cuja somatória das superfícies de lâmina d'água seja superior a 10 (dez) hectares e inferior ou igual a 50 (cinquenta) hectares;

IV - Grande porte: carcinicultura realizada em ambientes de água doce, salobra ou salgada, utilizando-se viveiros escavados ou construídos em terreno natural, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja superior a 50 (cinquenta) hectares.

§ 1º É vedado o fracionamento de áreas contíguas pertencentes à mesma pessoa, física ou jurídica, para efeito de classificação como de menor porte.

§ 2º Independentemente do porte fica a carcinicultura classificada como atividade de médio potencial, conforme estabelecido na Lei (Federal) nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Política Nacional do Meio Ambiente). (grifo nosso)

Por sua vez, o artigo 5º da mesma lei não considera área de preservação permanente o entorno de tanques, viveiros, bacias de sedimentação e canais de abastecimento e drenagem das unidades de produção de carcinicultura.

Art. 5º A implantação de instalações necessárias à captação e condução de água de drenagem, para projetos cujos recursos hídricos são partes integrantes e essenciais da atividade de carcinicultura, deve ser permitida, em consonância com o artigo 3º, inciso IX, alínea "e", inciso X, alíneas "b" e "k", e, artigos 8º e 9º da Lei (Federal) nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal).

§ 1º Nos termos do §1º do art. 4º da Lei (Federal) nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), não se considera Área de Preservação Permanente o entorno de tanques, viveiros, bacias de sedimentação e canais de abastecimento e drenagem das unidades de produção de carcinicultura.

§ 2º Para a implantação da infraestrutura necessária à atividade de carcinicultura nas áreas de preservação permanente deve ser considerado o disposto no art. 8º da Lei (Federal) nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), observadas as disposições da alínea "e" do item IX do art. 3º da referida lei.

Adicionalmente o artigo 6º da Lei estadual 8.327/2017, permite, de forma condicionada, a supressão de vegetação nativa em APP visando à exploração da carcinicultura e implantação de infraestruturas físicas associadas.

Art. 6º A supressão de vegetação nativa em áreas de preservação permanente visando à exploração da carcinicultura e implantação de infraestruturas físicas associadas deve ser admitida na forma do artigo 8º da Lei (Federal) nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), desde que:

I - Assegurada a estabilidade das encostas e margens dos cursos d'água, inclusive com a exigência de medidas mitigadoras com essa finalidade, como condicionantes da licença;

II - Comprovada, mediante estudo, a inexistência de alternativa técnica e de localização à intervenção proposta;

III - Seja imprescindível a intervenção na Área de Preservação Permanente - APP para a viabilidade econômico-financeira do empreendimento ou atividade;

IV - Haja acompanhamento técnico de profissional habilitado para condução dos projetos de engenharia;

V - Com indicação de medidas mitigadoras e de compensação necessárias.

A Celeridade no licenciamento e impedimento de confronto com a Lei estão expressos no artigo 07.

Art. 7º Pelo relevante interesse econômico e social da carcinicultura para o Estado de Sergipe, **o licenciamento da atividade deve se dar de forma célere e criteriosa** observada a imperiosa manutenção de suas melhores condições sanitárias, de produtividade e de sanidade, **com vistas à defesa dos interesses do consumidor** e da conservação dos recursos ambientais utilizados na atividade, constantes em toda a legislação estadual e suas demais normas, critérios e procedimentos que não confrontem com esta Lei. **(grifo nosso)**

O artigo 14 determina : “ O licenciamento deve identificar as áreas de produção consolidadas em área de preservação permanente, nos termos do Capítulo XIII da Lei (Federal) nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), para utilização preferencial de áreas de produção consolidadas em Áreas de Preservação Permanente” (SERGIPE, 2017).

Por sua vez, a continuidade dos empreendimentos, ainda que operando sem licença e à impossibilidade de penalidade está assegurada pelo artigo 16 da Lei estadual 8.327/2017.

Art. 16 Os empreendimentos de carcinicultura que já estavam em operação antes da publicação desta Lei, podem continuar a funcionar até que o órgão ambiental competente conclua a análise do pedido de emissão ou renovação da respectiva licença.

§ 1º É vedada a aplicação de penalidade administrativa por ausência de licença, enquanto o órgão ambiental competente não concluir os pedidos mencionados no caput deste artigo. **(grifo nosso)**

Ao final de 2018, foi publicada a lei 8.497, de 28 de dezembro de 2018, que dispõe sobre o Procedimento de Licenciamento Ambiental no Estado de Sergipe. Esta legislação traz, dentre outras, a inovação legal da licença simplificada, cuja descrição está fixada pelo artigo 20 da citada Lei:

Art. 20. A Licença Simplificada (LS) é ato administrativo com procedimento simplificado pelo qual o órgão ambiental emite apenas uma licença, que consiste em todas as fases do licenciamento, estabelecendo as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimento ou atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados de baixo impacto ambiental, que se enquadrarem na Classe Simplificada constantes no Anexo III desta Lei.

§ 1º A Licença Simplificada deverá ser concedida exclusivamente quando se tratar da localização, implantação e operação de empreendimentos ou atividades de porte Micro (Mi) ou Pequeno (Pe), com Baixo (B) Potencial Poluidor Degradador – PPD;

§ 2º O prazo máximo para análise conclusiva sobre o pedido de licença ambiental simplificada é 60 (sessenta) dias, contados a partir da entrega de toda a documentação obrigatória, sujeitando o servidor que der causa ao atraso não motivado, às penalidades administrativas, cíveis e penais aplicáveis à espécie.

No tocante à carcinicultura, ela classifica os impactos ambientais como baixo, para empreendimentos até 3 hectares, e médio, com empreendimento acima de 3 hectares. Nos empreendimentos de baixo impacto, esta lei altera o procedimento de licenciamento para simplificado.

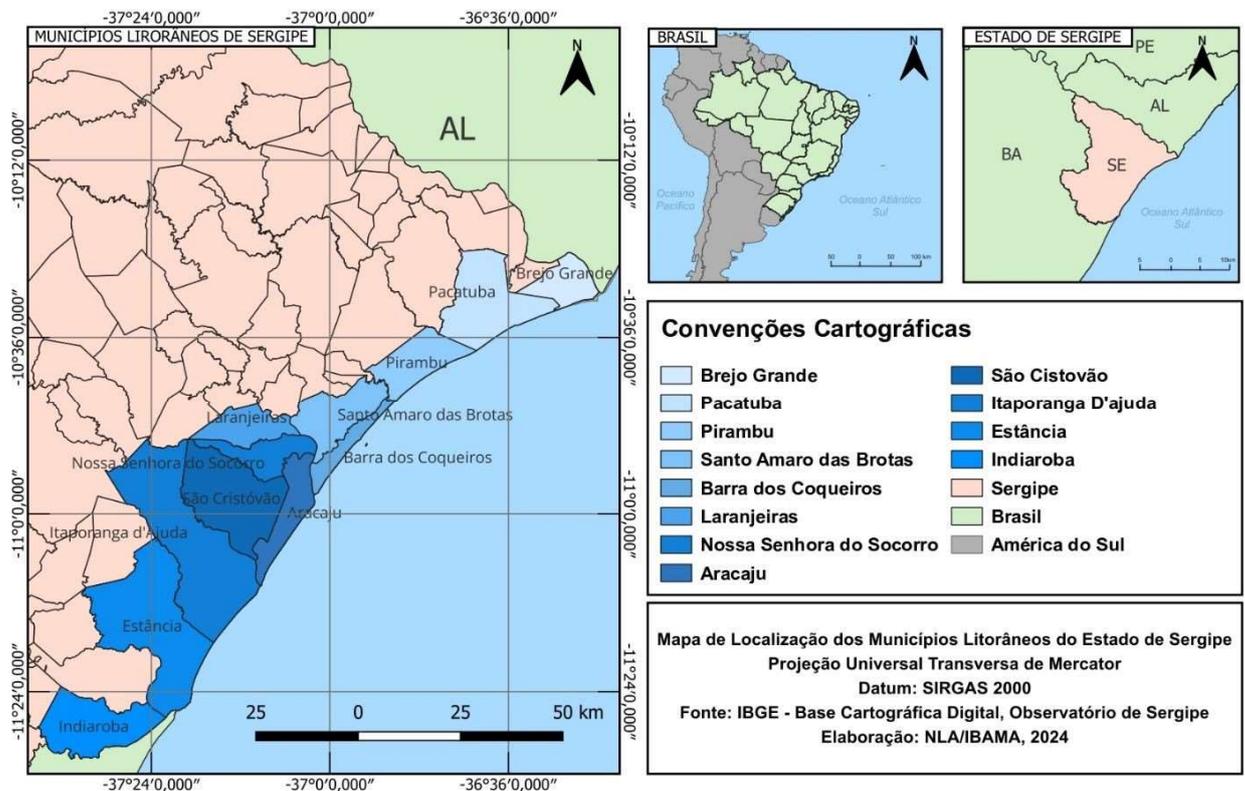
Em 22 de novembro de 2019, foi publicada a lei estadual 8.607, dispositivo este que amplia para 10 hectares, a área referente ao licenciamento simplificado, vinculado à atividade de carcinicultura. Diante de todas essas alterações nos dispositivos legais no estado de Sergipe, ocorre a suscitação de dúvida quanto ao impacto dessas alterações no bioma manguezal. Para tanto, se tornou imprescindível o estabelecimento de um modelo de comparação do uso e cobertura da terra ao longo dos anos na área litorânea do estado.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização e localização da área de estudo

Segundo o atlas dos manguezais do Brasil (2018), a área de ocorrência desta vegetação abrange os municípios litorâneos do estado de Sergipe: Brejo Grande, Pacatuba, Nossa Senhora do Socorro, Pirambu, Santo Amaro das Brotas, Barra dos Coqueiros, Laranjeiras, São Cristóvão, Aracaju, Itaporanga D’ajuda, Estância, Santa Luzia do Itanhy e Indiaroba (Figura 2).

Figura 2. Municípios Litorâneos de Sergipe



Com relação ao tamanho da área dos tanques, SOUZA *et al.* (2022) apresentam levantamento em que indicam que cerca de 82% dos tanques de carcinicultura em Sergipe ocupam áreas classificadas como pequenas (até 1.3627 ha) e médias (1,3628 a 4,2128 ha). Importante salientar que os municípios não possuem situações homogêneas com relação a possível regularidade de atividades. As áreas de Aracaju, São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro têm uma histórico de ocupação das áreas de manguezal por salinas e estruturas de apoio as embarcações que realizavam transportes de produto pelo rio Sergipe.

Com relação as outorgas as mudanças promovidas pela legislação, em especial pela Lei estadual da carcinicultura, definem que em áreas menores que 10 ha não é obrigatória a exigência de outorga para a criação de camarão em cativeiro.

A região do estudo apresenta as seguintes fitofisionomias (naturais ou plantadas): florestas, formação natural não florestal, agropecuária, área não vegetada e corpos d'água de acordo com detalhamento estabelecido pelo Mapbiomas (2023). Com base em imagem Landsat, com resolução espacial de 30 m, esse projeto produz mapas anuais de uso e cobertura da terra de todo o Brasil (MAURANO; ESCADA, 2019). Assim, neste trabalho foram consideradas as seguintes tipologias de nível 2:

a) Mangue – Vinculada à fitofisionomia de floresta, consiste, conforme descrição do Mapbiomas em Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.

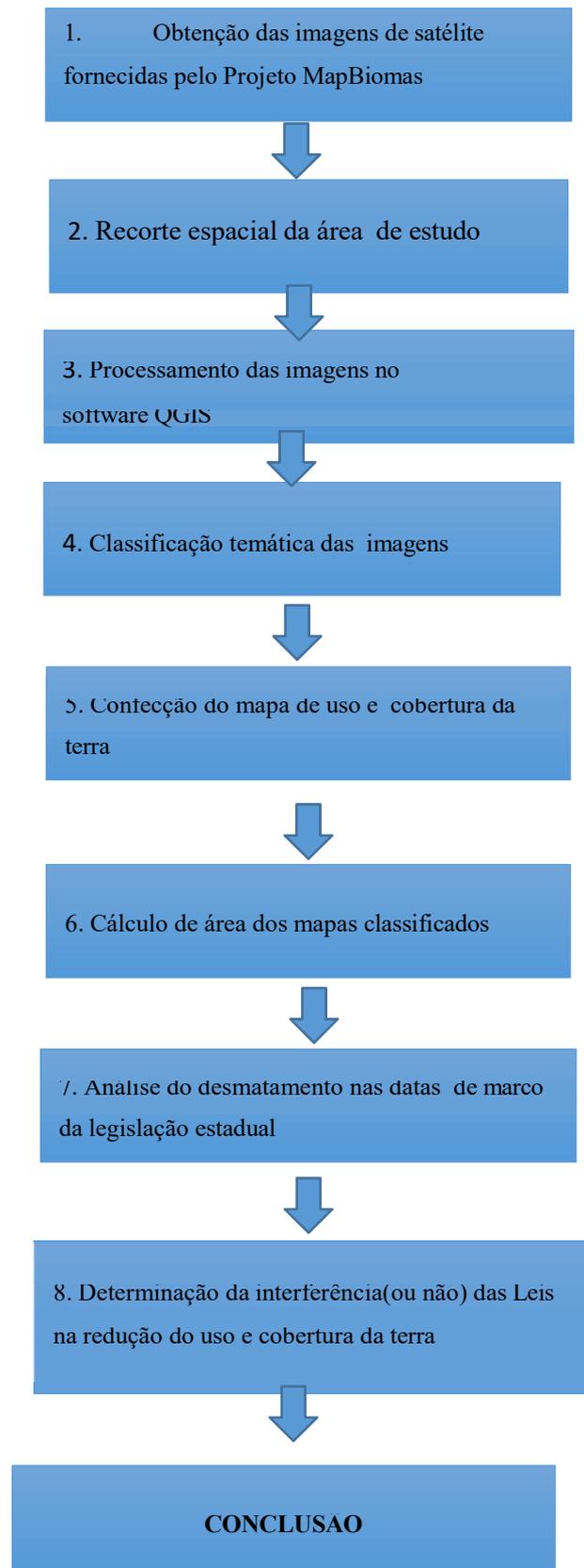
b) Aquicultura – Vinculada a corpos d’água, consiste, conforme descrição do Mapbiomas em áreas referentes a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura.

ETAPAS DA PESQUISA

A sequência de procedimentos adotados para a obtenção, processamento e análise de dados relacionados à dinâmica de uso e cobertura da terra no litoral de Sergipe, visando a análise do contexto do desmatamento durante a vigência das alterações legislativas ambientais, estabelecidas no estado. A metodologia tem como objetivo principal avaliar as alterações no território ao longo do tempo, especialmente em relação à eficácia de marcos legais estaduais voltados a carcinicultura e ao licenciamento ambiental.

O processo inicia-se com a obtenção de imagens de satélite disponibilizadas pelo Projeto MapBiomias, seguido pelo recorte espacial da área de interesse. Em seguida, as imagens passam por etapas de processamento no software QGIS, permitindo a realização da classificação temática, essencial para a geração do mapa de uso e cobertura da terra. Após a classificação, são calculadas as áreas correspondentes a cada classe, possibilitando a análise quantitativa das mudanças ocorridas.

Posteriormente, realiza-se a análise específica do desmatamento em períodos definidos por datas marco da legislação estadual, com o objetivo de determinar a interferência - ou não - das Leis na redução do desmatamento e na manutenção da cobertura vegetal. Cada etapa descrita será detalhada a seguir, a fim de garantir a compreensão dos procedimentos metodológicos empregados. Apresentamos a seguir o fluxograma com o detalhamento da metodologia.



3.2 Banco de dados

Os dados foram obtidos a partir da utilização de mapas anuais do uso e cobertura da terra produzidos pelo Mapbiomas, tendo como base de datas os marcos temporais de alteração da legislação para carcinicultura no Brasil, a partir do no código florestal (2012); Em Sergipe, através das alterações promovidas pela Lei da Carcinicultura e do licenciamento ambiental (2017, 2019), culminando com a situação no ano marco para a avaliação da década(2022)

Para tanto, o projeto utiliza metodologia realizada a partir da classificação automática, pixel a pixel, de imagens de satélites Landsat (com resolução espacial de 30 metros). As imagens são processadas através do uso da plataforma *Google Earth Engine* (GEE) (MAPBIOMAS, 2022)

As imagens em formato Raster, foram recortadas de acordo com a região de abrangência do estudo, posteriormente convertidas em arquivos vetoriais (shapefile). Deste ponto, foi executado pelo Mapbiomas uma classificação dos pixels em cada shapefile, possibilitando a identificação das classes de uso e cobertura da terra.

Com o intuito de quantificar o uso e cobertura da terra, na área de estudo, foi realizado um cálculo de área, a partir da seleção das feições correspondentes, considerando os valores de referência da tipologia predominante em cada pixel para cada categoria.

Os mosaicos gerados utilizaram como base as cartas IBGE, escala 1:250.0000 para cada marco temporal de alteração da legislação, contendo até 102 bandas e índices por pixel. A produção de cada mosaico foi realizada pela integração espacial das distintas cenas Landsat contidas em cada camada e pela integração temporal pixel a pixel.

Os intervalos temporais foram definidos a partir das datas das alterações legais descritas neste trabalho. As classes identificadas e suas respectivas áreas foram tabeladas com resultados anuais, dentro do período de 2012 a 2023.

3.3 Processamento das geoinformações

O processamento das geoinformações foi realizado no software QGIS, versão 2.28.11. A escolha desse Sistema de Informação Geográfica (SIG) gratuito deve-se à sua ampla variedade de ferramentas externas para análises espaciais, permitindo um fluxo de trabalho eficiente e preciso. Para a obtenção e processamento das informações rasterizadas, foram utilizados dados do Mapbiomas, uma rede colaborativa composta por ONGs, universidades e empresas de tecnologia, organizada por biomas e temas transversais.

A confecção do mapa de uso e cobertura da terra seguiu uma sequência metodológica estruturada, com início na aquisição das imagens. Essas imagens, no formato raster, foram obtidas por meio da plataforma Google Earth Engine (GEE), que oferece infraestrutura em nuvem para o processamento e análise de dados de sensoriamento remoto. Para este trabalho, foram utilizadas imagens fornecidas pelo Projeto MapBiomas, que disponibiliza séries históricas anuais de uso e cobertura da terra no Brasil.

As imagens selecionadas são provenientes do satélite Landsat, com resolução espacial de 30 metros, e fazem parte da Coleção 9 do MapBiomas. A análise contemplou os anos de 2013, 2017, 2019 e 2022, permitindo observar as mudanças e dinâmicas no uso e cobertura da terra ao longo do tempo.

Após a obtenção das imagens, procedeu-se à delimitação da área de estudo. Esse recorte espacial foi feito a partir dos vetores dos limites estaduais e municipais disponibilizados pelo IBGE (2020), garantindo que os dados analisados correspondessem exclusivamente ao território do estado de Sergipe e seus respectivos municípios.

Com as imagens recortadas, iniciou-se o processamento no software QGIS. Nessa etapa, foram realizados ajustes cartográficos e visuais, como a correção de projeção, quando necessária, além da otimização da simbologia para facilitar a leitura e a interpretação dos dados. Também foi feita a reclassificação das camadas, sempre respeitando os objetivos da análise proposta.

A classificação temática das imagens seguiu a legenda oficial da Coleção 9 do MapBiomas, o que assegura a padronização das categorias de uso e cobertura da terra, além de permitir a comparação com outras análises semelhantes. As cores aplicadas aos mapas foram ajustadas apenas para melhorar a visualização dos resultados, sem comprometer a fidelidade aos dados originais.

Por fim, os mapas foram finalizados com a inclusão dos elementos cartográficos essenciais, como título, legenda, escala gráfica, fonte de dados e orientação norte, o que garante uma apresentação clara, organizada e tecnicamente adequada para fins de comunicação e análise.

3.3 Cálculo da taxa de redução anual de manguezais em Sergipe

A partir dos dados obtidos pelo Mapbiomas, verificou-se o quantitativo do uso e ocupação da terra para o ecossistema manguezal em Sergipe para cada ano. O ano base da pesquisa é 2012, neste ano os manguezais ocupavam 21.648 ha no estado de Sergipe. Dessa forma com os valores apresentados para cada ano, foi realizada a subtração do valor encontrado para o ano menos o valor do ano anterior. A redução deste quantitativo significa a perda de área.

A fórmula matemática para calcular a taxa de redução anual de manguezais, pode ser expressa como:

$$T_n = \frac{(A_n - A_{n-1})}{100} \quad (1)$$

Onde:

- T_n : Taxa de perdas de manguezais (em hectares por ano).
- A_n : Área ocupada pelos manguezais no ano n (em hectares).
- A_{n-1} : Área ocupada pelos manguezais no ano anterior (n-1) (em hectares).

Tendo como base a taxa de redução anual de manguezal na América Latina de -0,6% (FAO, 2023), analisamos se houve um crescimento ou redução na área de manguezal a partir da comparação com esse parâmetro.

3.4 Análise do desmatamento nas datas de marco da legislação estadual

A partir das taxas calculadas verificamos a dinâmica de alterações do uso e ocupação da terra, tendo como os anos dos marcos legais 2007, 2018 e 2019. Em seguida verificamos os reflexos da existência das leis nos anos subsequentes a sua publicação.

3.5 Determinação da interferência (ou não) das Leis

Finalizado o levantamento de dados e as análises, determinamos se houve ou não interferência no uso e cobertura da terra em área de Mata Atlântica de Sergipe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Marcos temporais das principais mudanças da legislação ambiental de Sergipe

Conforme verificamos no item 2.4; o ano de 2012, as mudanças na legislação têm início a partir da publicação do novo código florestal. Por sua vez, o ano de 2017, com a política estadual da carcinicultura, representa um importante marco nessa mudança. Os anos de 2018 e 2019, com as publicações da lei do licenciamento e sua atualização, complementam o arcabouço legal responsável pelas alterações legislativas com impacto direto na produção de camarão. Desta forma, esses anos (2012, 2017, 2018 e 2019) constituem os marcos temporais das principais mudanças da legislação ambiental, incidente na carcinicultura de Sergipe.

4.2 Análise da dinâmica do uso e cobertura da terra

Nas áreas de manguezal, pesquisas realizadas em diversas partes do mundo indicam que a aquicultura, agricultura, urbanização e industrialização são as principais causas dos desmatamentos em manguezais em nível global. Esses aspectos impulsionam a perda de cobertura dessas áreas de forma variada entre as regiões, com interações entre fatores naturais e antropogênicos que intensificam esse processo. Nos artigos qualificados no referencial teórico, a taxa de redução de manguezal, determinada em porcentagem, é o parâmetro utilizado para quantificar e validar os impactos associados ao desmatamento de manguezal, sendo adotado como referência para este trabalho (FAO, 2022; HONG *et al.*, 2019; WIN e SASAKI, 2024; SAOUM e SAKAR, 2024; AJA *et al.*, 2022; FREIRES *et al.*, 2023; MOURA e CANDEIAS, 2009).

Determinados os marcos temporais, iniciamos a avaliação do uso e cobertura da terra nos manguezais do estado de Sergipe no período de 2012 a 2023. Para tanto, utilizaremos como base a equação 1, apresentada no item 3.3, cujo resultado se apresenta com porcentagem da área comparada com o ano anterior, em consonância com o referencial teórico pesquisado. Tendo como base os dados apresentados pelo Mapbiomas (2023), onde o parâmetro inicial de presença de manguezal em Sergipe tem como resultado 21.648 ha para o ano de 2012, obtendo como resultado a Tabela 1, indicando as taxas de alterações, positivas e negativas da área de manguezal entre os anos de 2013 a 2023. Em seguida, destacamos o gráfico referente a evolução do manguezal em Sergipe (figura 3). Para os anos anteriores e posteriores aos marcos temporais de mudanças na legislação, a análise da tabela e do gráfico apresentam de forma inequívoca a redução da área de manguezal em Sergipe. Exceção feita aos anos de 2020 e 2021, os quais entendemos têm comportamento típico, em razão da pandemia de covid-19.

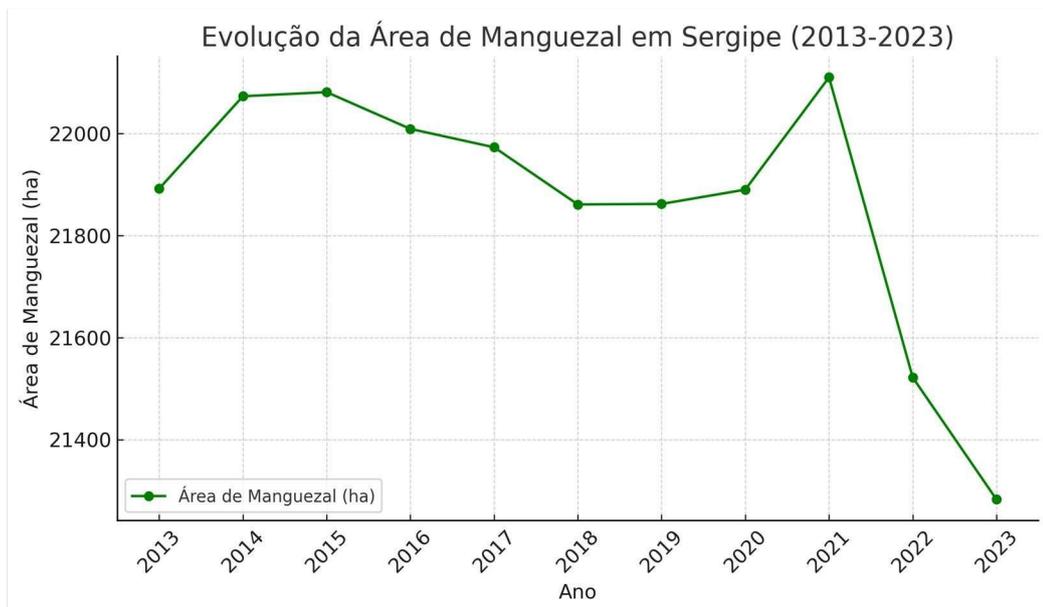
Tabela 1- Área de manguezal em Sergipe (2013-2023).

| | Ano | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Mangue (ha) | 21.892 | 22.073 | 22.081 | 22.009 | 21.973 | 21.861 | 21.862 | 21.890 | 22.110 | 21.522 | 21.283 |
| Alteração (%) | 2,44 | 1,8 | 0,09 | -0,72 | -0,36 | -1,12 | 0,01 | 0,27 | 2,21 | -5,88 | -2,39 |

Fonte: Mapbiomas (2023)

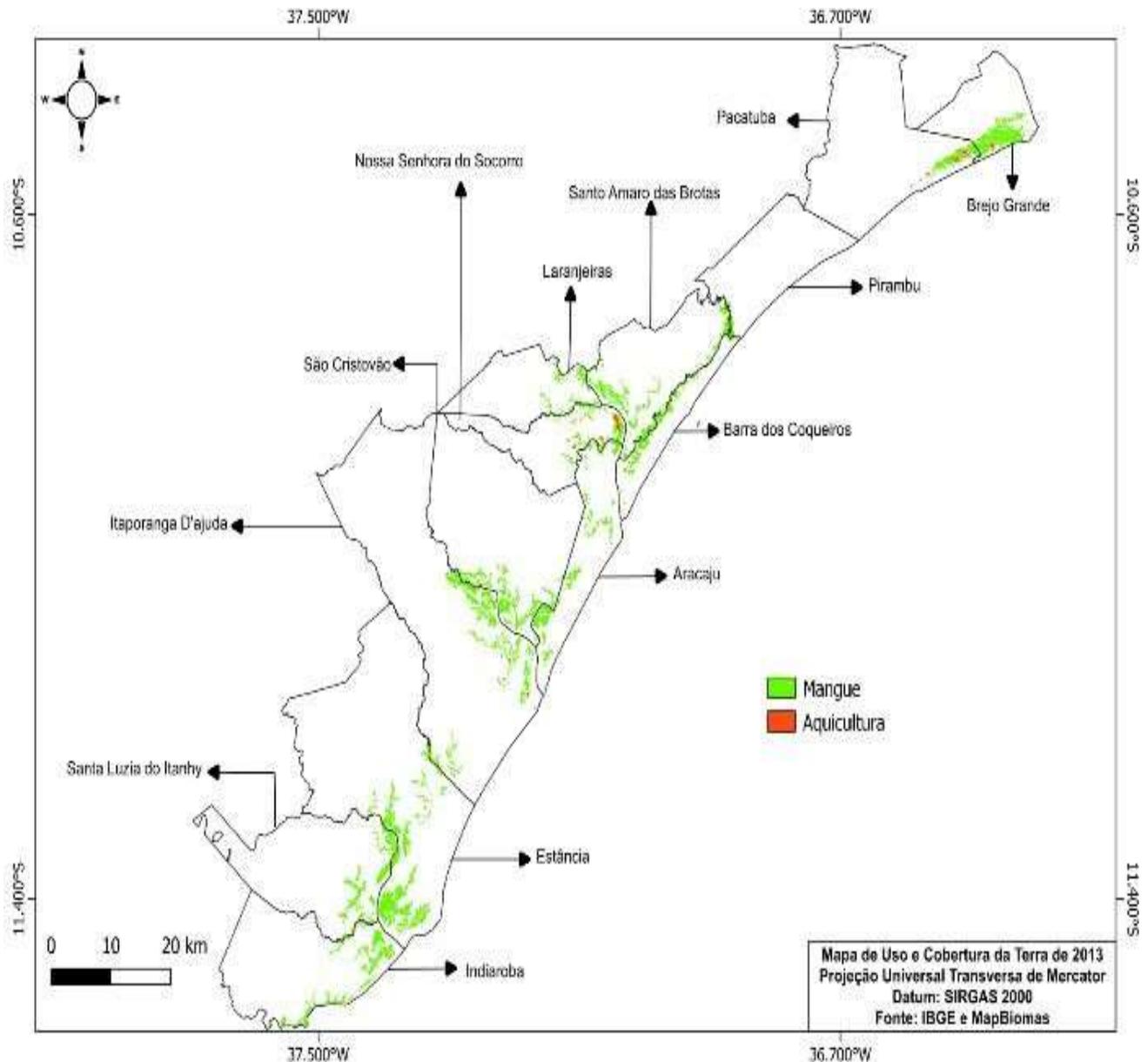
Podemos visualizar a dimensão das perdas associadas ao mangue ao longo dos anos, verificando a evolução da área de manguezal em Sergipe, conforme apresentado na figura 3.

Figura 3 – Evolução da área de manguezal em Sergipe



Para melhor compreender alguns fatores vinculados a esta redução, produzimos mapas com os indicadores de manguezais e aquicultura no estado de Sergipe para os anos de 2013, 2017 e 2019; onde houve alterações nas legislações, flexibilizando a instalação de viveiros de criação de camarão em áreas de mangue. Além disso, apresentamos o mapa da situação em 2022, para avaliar os efeitos ambientais, ao longo do tempo, após as publicações das leis. As áreas da região norte demarcadas pelos municípios de Brejo Grande e Pacatuba, com os menores índices de desenvolvimento humano do estado de Sergipe, assim como área central demarcada pela divisa de São Cristóvão e Itaporanga d'ajuda tiveram alterações espacialmente consideráveis (Figura 4).

Figura 4. Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2013



Em 2013, a atividade tinha sua distribuição praticamente inexistente no litoral sergipano. Sendo perceptível sua inserção nos municípios de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro na região metropolitana, assim como Pacatuba e Brejo Grande no litoral Norte de Sergipe. Neste ano teve início um período de seca, resultando em uma redução expressiva da vazão do rio São Francisco. Sendo amplamente incentivado pelo poder público estadual a implementação da carnicultura como alternativa econômica para a população da região da foz do São Francisco

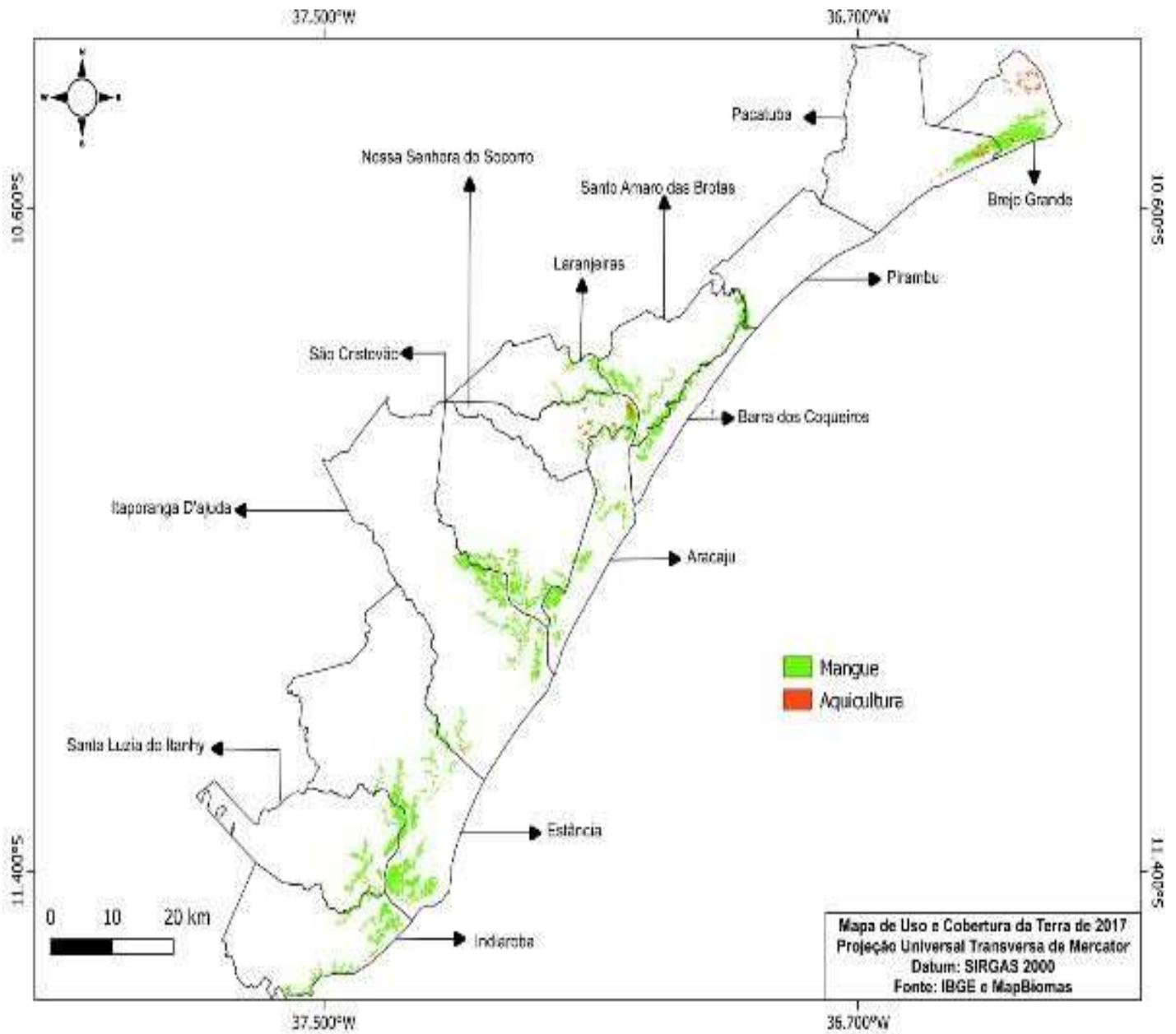
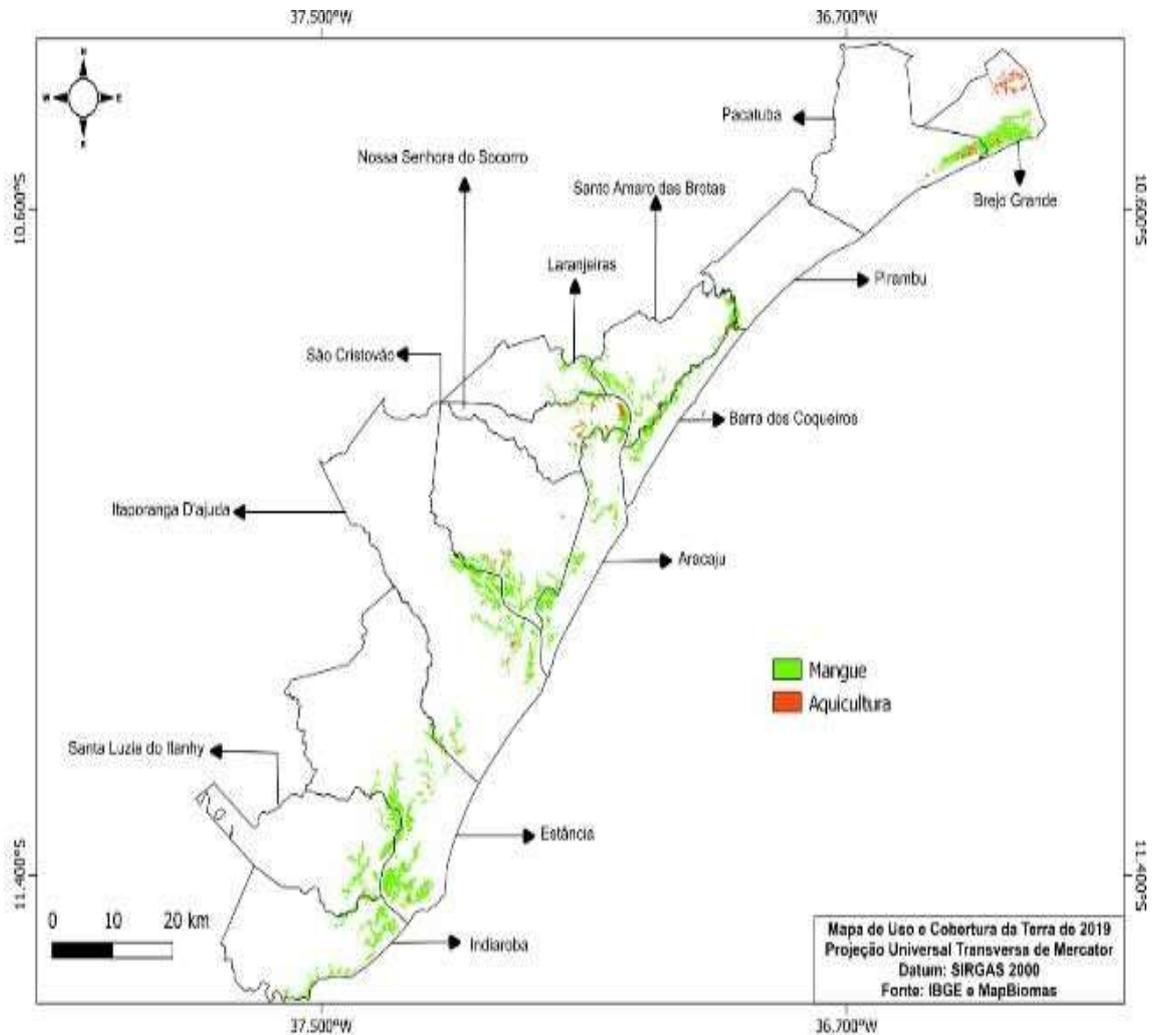


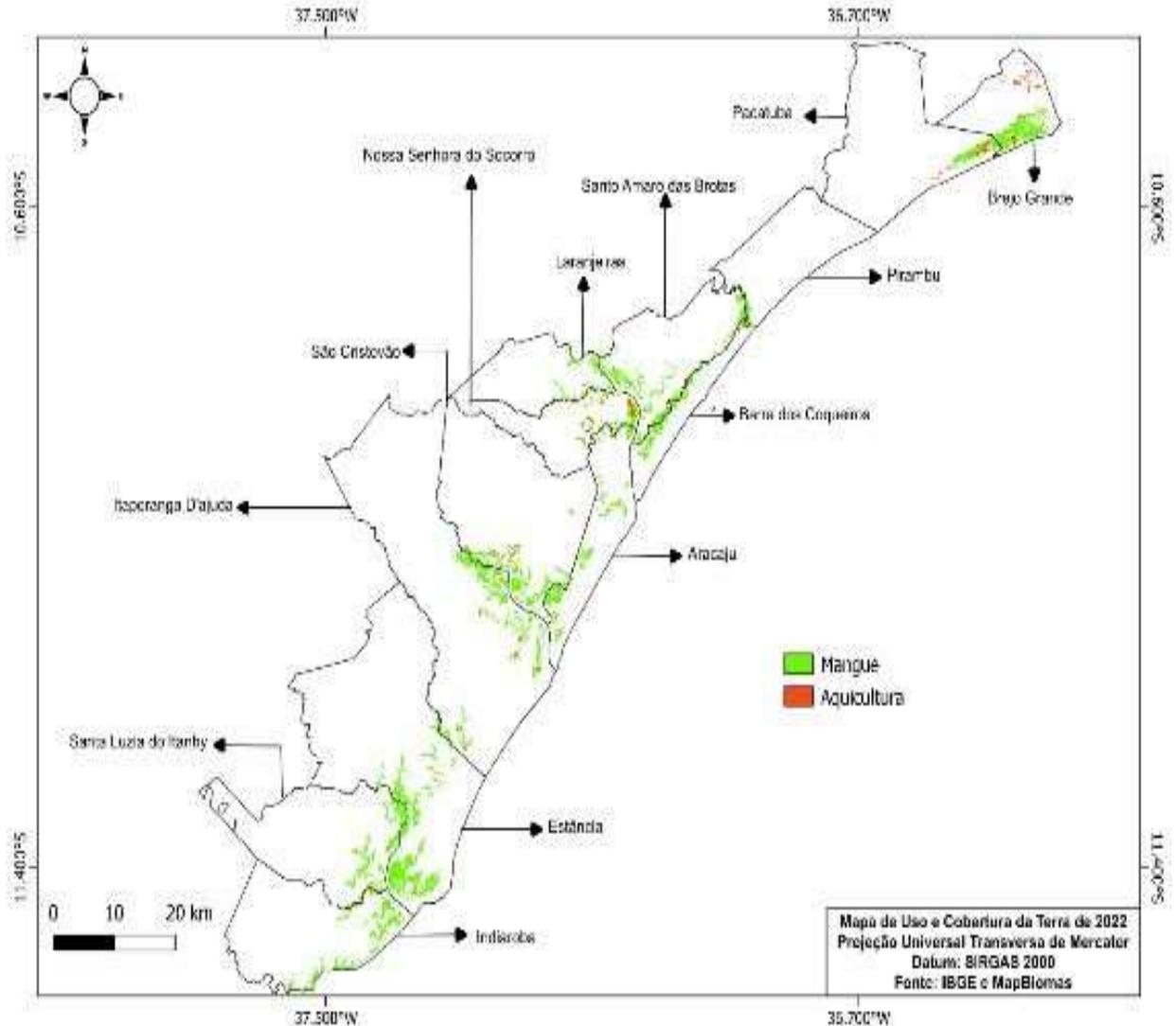
Figura 05 - Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2017

Figura 6 -Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2019.



Em 2019, a condição de 2017 se mantém, acrescida dos efeitos iniciais das alterações da legislação realizadas em 2017 e 2018, com a expansão da atividade em Itaporanga d'ajuda, Estância e Indiaroba. Bem como a manutenção das áreas de Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão, Pacatuba e Brejo Grande.

Figura 07 - Uso e Cobertura da terra no litoral de Sergipe em 2022



Em 2022, a região de Pacatuba e Brejo Grande apresentam uma expansão na faixa de manguezal e uma pequena retração nas áreas as margens do São Francisco com a redução do teor de salinidade da água, aumentando os custos de produção. Nesse mesmo período a região do centro sul (Itaporanga D’Ajuda, Estância e Indiaroba) ampliaram um pouco as suas áreas de aquicultura. Sendo em média os viveiros menores que 10 ha, a escala para o mapa não auxilia a detecção das alterações, tornando ainda mais importante as análises vinculadas ao geoprocessamento e cálculo de perda de áreas.

De acordo com a Tabela 1, observa-se quatro períodos distintos de desmatamento do manguezal. Um período de estabilidade relativa de 2013 a 2016, uma de perda de manguezal de 2017 a 2019, um acréscimo de área durante a pandemia de 2020 a 2021, e uma perda de manguezal por desmatamento de 2022 a 2023, mais incisiva em área quando comparado ao período de 2013 a 2016.

O período de estabilidade relativa tem como característica inicial o ano de 2013 o primeiro ano de implementação das mudanças no novo código Florestal, lei 12651 de 2012, publicada em maio do mesmo ano. A execução de atividades de desmatamento ainda no ano de 2012, bem como a regularização promovida pelo termo de regularização da carcinicultura são fatos importantes ocorridos neste ano.

Em 2014, o fato predominante, para a carcinicultura no Estado, foi a propositura da ação civil pública (ACP) pelos ministérios públicos federal e estadual. Essa ACP determinava a paralisação de todas as atividades em execução nos viveiros de camarão no estado de Sergipe naquele ano.

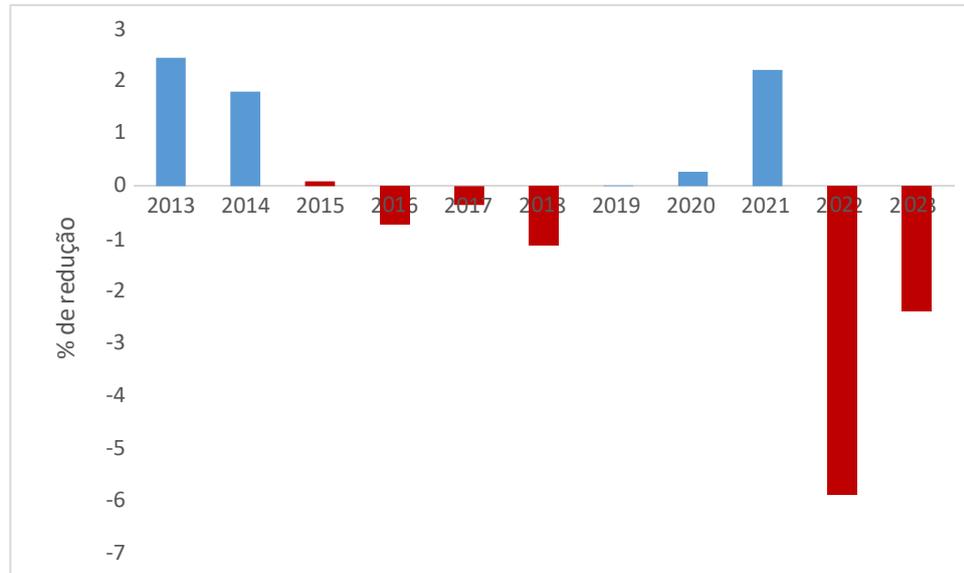
A partir de 2015 têm início a individualização dos processos, determinando a revisão caso a caso da sentença proferida no ano anterior. Essa demanda permanece nos anos subsequentes, com o retorno dos processos ao ponto inicial.

O período (2017-2019) caracterizada pela publicação das alterações legais promovidas pelo governo e Assembleia legislativa do estado. Essas alterações geram repercussão nos carcinicultores tendo o condão de elevar as expectativas de regularização de áreas, em especial com a determinação da simplificação do processo de licenciamento ambiental.

Entre 2020 e 2021, com a determinação pela organização mundial de saúde (OMS) do estado de pandemia pelo vírus *Sars Covid -19*, foi decretado isolamento completo, paralisando todas as etapas produtivas da atividade de carcinicultura. Com a retomada da normalidade, as atividades produtivas retornaram com maior intensidade. Um reflexo possível são as atividades de limpeza de viveiros, já existentes, bem como a abertura de novos viveiros no estado, o que acarretou em uma aceleração da redução do manguezal em Sergipe.

Como resultado, destaca-se a redução de 239 ha de área de manguezal (2022 a 2023). Ao total, a análise dos dados apresentados indica que de 2013 a 2023 houve uma redução de 609 ha em Sergipe. Na Figura 4 pode-se observar a variação nas taxas de desmatamento do mangue em Sergipe.

Figura 8. Gráfico da Taxa de redução de manguezal por ano (%)



Fonte: O autor

Observa-se que o período de maior aumento do percentual de mangue foi de 2013 a 2014. Entretanto, nos últimos anos, os resultados obtidos demonstram uma grande perda de manguezal, para o período de referência desta pesquisa (2012 a 2023) (Figura 4).

De forma geral houve uma redução de cobertura de manguezal no estado de Sergipe no patamar de 3,65% em 10 anos (2013-2023). Considerando o período de influência das legislações estaduais (2018-2023), cujo somatório dos resultados anuais apresenta uma redução moderada de 6,9% no período. Nos 2 últimos anos (2022 e 2023) houve uma redução de 8,27% correspondendo a uma taxa de redução de 4,13 % ao ano.

Para melhor compreender a dinâmica dessas alterações analisaremos os resultados a partir das 4 fases delimitadas neste estudo:

- Período de estabilidade relativa (2013 a 2016);
- Perda moderada de manguezal (2017 a 2019);
- Aumento das áreas preservadas de manguezal durante a pandemia (2020 a 2021);
- Aumento no desmatamento do manguezal (2022 a 2023).

Conforme alertado por Tollefson (2011), a expectativa de anistia determinada pelo novo código florestal resultou em um aumento de desmatamento em 2012, sob a alegação da ação de supressão ter ocorrido anteriormente a 2008. Como resultado, o ano de 2013 apresenta um aumento de áreas de manguezal quando comparado com o valor base de 2012.

Esse fato poder ter nexos causais com preparação prévia dos viveiros, em 2012, para efetiva produção em 2013, atrelado ao foco nas etapas posteriores ao da preparação do viveiro, o que pode caracterizar uma menor demanda de desmatamento, frente a regeneração natural e/ou reflorestamento realizado no período. Resultando assim no ganho de área de manguezal de 2,44 % em 2013.

Ao analisar a Tabela 1 para o ano de 2014, verificamos a relação entre o aumento de manguezal (1,8%) com a implantação pelo Ministério público federal da ação civil pública da carcinicultura. A insegurança jurídica estabelecida com a paralização de algumas atividades e a individualização das ações judiciais, podem ser a causa do arrefecimento do desmatamento e da recuperação ambiental de 1,8 % da área de manguezal no estado de Sergipe

Em 2015, essa situação teve seu reflexo mantido, entretanto com uma redução do ganho de área de manguezal, obtendo ao final um ganho de 0,09%, pouco expressivo quando comparado aos patamares dos anos anteriores. Este fato pode sinalizar um início de movimento de retorno das atividades produtivas.

Esta perspectiva se confirma com o resultado de 2016, onde se verifica o primeiro registro de perda de manguezal no período avaliado por este estudo (-0,72 %). A percepção da possibilidade de recursos as sentenças da justiça local, atrelada ao período de eleições municipais, são fatores que podem fornecer nexos causais para esse resultado.

Segundo SOUSA *et al.* (2022), houve uma inversão da expectativa de redução de área como reflexo das ações judiciais:

Esse período de expansão coincidiu com a ação dos órgãos fiscalizadores, IBAMA e ADEMA, que, motivados por processo dos Ministérios Públicos Estadual e Federal, lançaram embargos aos empreendimentos de carcinicultura irregulares quanto ao licenciamento. Assim, verifica-se que a pressão pela regularização foi acompanhada pela expansão da atividade, ao contrário do que seria esperado, visto que o processo de regularização evoca custos em termos de estudos e taxas pagas aos órgãos públicos, aumentando os custos para o produtor (SOUSA *et al.*, 2022).

O ano de 2017 apresenta a continuidade do aumento da perda de manguezal em Sergipe, atingindo o patamar de -0,36%. Em termos líquidos o valor calculado representa uma discreta melhora com relação ao ano anterior. O desenvolvimento do ciclo produtivo, onde o foco passa a ser o cultivo propriamente dito e não a abertura e preparação de viveiros, pode

ser o fator a causa da redução pontual do percentual. Entretanto, sua manutenção em patamares negativos indica que as atividades de supressão foram maiores que a capacidade de regeneração natural e reflorestamento empregadas neste ano.

A regulamentação do licenciamento ambiental promovida com a publicação da lei estadual de licenciamento (Lei 8.497/18), atrelada as possibilidades de flexibilização do entendimento jurídico sobre a carcinicultura em Sergipe, promovido pela Lei, são as possíveis causas para o aumento gradativo das perdas de manguezal no estado, observados no ano de 2018 (-1,12%). A adoção do rito simplificado de licenciamento, contendo prazo obrigatório de 60 dias para a finalização da análise dos processos, pode ter impulsionado a instalação de novos viveiros, cujo passo inicial é o desmatamento e limpeza, fatores que tendem a justificar o resultado para 2018.

Em concordância, confirmando o ciclo produtivo verificado nos anos anteriores, o ano de 2019 apresenta uma porcentagem próxima a zero, com características positivas (0,01%), este dado reflete de forma coerente o foco na produção após um ano de perdas mais intensas.

O período de pandemia teve reflexo direto na redução da abertura de novos viveiros, com resultado observado no ganho positivo de área de manguezal no uso e cobertura da terra em Sergipe. Não obstante, a produção de camarão apresentou uma manutenção de produtividade ao longo dos anos de 2020 e 2021.

A redução das exigências de licenciamento ambiental, sendo classificado como simplificado até 10 hectares, vigentes a partir de dezembro de 2019, mostrou seu efeito logo após a pandemia, sendo verificada a retomada acelerada do desmatamento da área de manguezal na volta as atividades de rotina da população.

O ano de 2022 apresentou o maior valor anual de desmatamento no período estudado (-5,88%) (Tabela 1). Verificou-se como em outros momentos nesse estudo, uma redução da taxa de perda de manguezal após um valor significativo em ano anterior, neste caso, entretanto o índice apresentado para 2023 (- 2,39%) se manteve de alta relevância.

Como verificamos na Tabela 1, em Sergipe a porcentagem anual de perda foi de 1,0 % ao ano, no período de referência das alterações da legislação (2016-2023). Este valor é superior ao valor referência de 0.6 % ao ano para a década (2010-2020) na América do Sul, conforme relatório dos manguezais do mundo (2000-2020) realizado pela FAO, (2023).

O resultado apresentado para o estado de Sergipe supera de maneira expressiva o valor de 0,6% calculado por DINIZ *et al* (2019) para o período de dezoito anos compreendido entre os anos de 2000-2018 para a cobertura de manguezal do Brasil.

Os últimos dois anos merecem especial atenção, neste período pelos resultados do presente estudo o estado de Sergipe teve uma redução de -8,27% no uso e cobertura da terra relativo ao ecossistema manguezal. Esse resultado equivale a uma taxa anual de perda de manguezal de -4,13%, representando um valor 688% maior que a taxa anual verificada para a América Latina (0,60% ao ano), conforme relatório da FAO (2023).

4.2 Dinâmica da carcinicultura no estado de Sergipe

A produção de camarão em Sergipe no período de 2013 a 2017 apresentou variações significativas ao longo dos anos, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Produção anual de camarão em Sergipe (2013-2022).

| Ano | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Produção de camarão (ton) | 2253 | 2007 | 1982 | 2100 | 2530 | 2618 | 3082 | 4228 | 4180 | 4517 |

Fonte: IBGE (2022)

Em 2013, a produção de camarão registrada foi de 2.253 ton, enquanto em 2014 houve uma queda expressiva, com a produção atingindo 2.007 ton, que representa uma redução de aproximadamente 10,9%. Essa redução pode ter sido influenciada por fatores climáticos, ambientais ou econômicos que impactaram negativamente o setor. (IBGE,2022)

Em 2015, a produção continuou em declínio, alcançando 1.982 ton. Representando o menor valor de produção na década avaliada. A partir daí, a produção começou a se recuperar, subindo para 2.100 ton, em 2016, um aumento de cerca de 6% em relação a 2015.

No ano de 2017, uma retomada expressiva da produção de camarão em Sergipe, com um salto para 2.530 ton. Ao comparar os dados de 2015 e 2017, é possível observar um crescimento de 27,6% na produção de camarão no Estado.

A produção de camarão em Sergipe no período de 2018 a 2022 apresentou uma tendência geral de crescimento expressivo. Em 2018, a produção foi de 2.618 ton, evidenciando uma continuidade no crescimento após o desempenho de 2017. No ano seguinte, em 2019, houve um aumento, com a produção alcançando 3.082 ton., representando uma expansão de cerca de 17,7% em relação a 2018.

O ano de 2020 foi um marco para a produção de camarão no Estado, com a produção saltando para 4.218 ton., um crescimento de 36,7% em relação a 2019. Em 2021, a produção manteve-se em um patamar elevado, alcançando 4.180 ton, apresentando uma leve redução em comparação a 2020. Apesar dessa pequena retração, o número se manteve consideravelmente superior aos anos anteriores, indicando uma possível estabilidade na capacidade produtiva.

Em 2022, a produção de camarão em Sergipe voltou a crescer, alcançando 4.517 ton., o maior valor registrado no período analisado. Este crescimento de 8,5% em relação a 2021 reflete a manutenção da crescente produção e o fortalecimento do setor, consolidando Sergipe como um importante produtor de camarão no Brasil. Comparando os dados de 2018 e 2022, verificamos o crescimento acumulado de 46,5%, o que demonstra uma expansão na produção ao longo desses cinco anos.

Diante da perda na cobertura relativa ao ecossistema manguezal verificada, cabe neste momento discutir se esse fato tem relação direta com o uso para aquicultura. Dessa forma, é apresentado na Tabela 3 os dados do quantitativo de área de manguezais, área de aquicultura e a produção de camarão, no período de 2013 a 2022.

Tabela 3. Uso e cobertura da terra de Manguezais, Aquicultura e Produção de Camarão no estado de Sergipe.

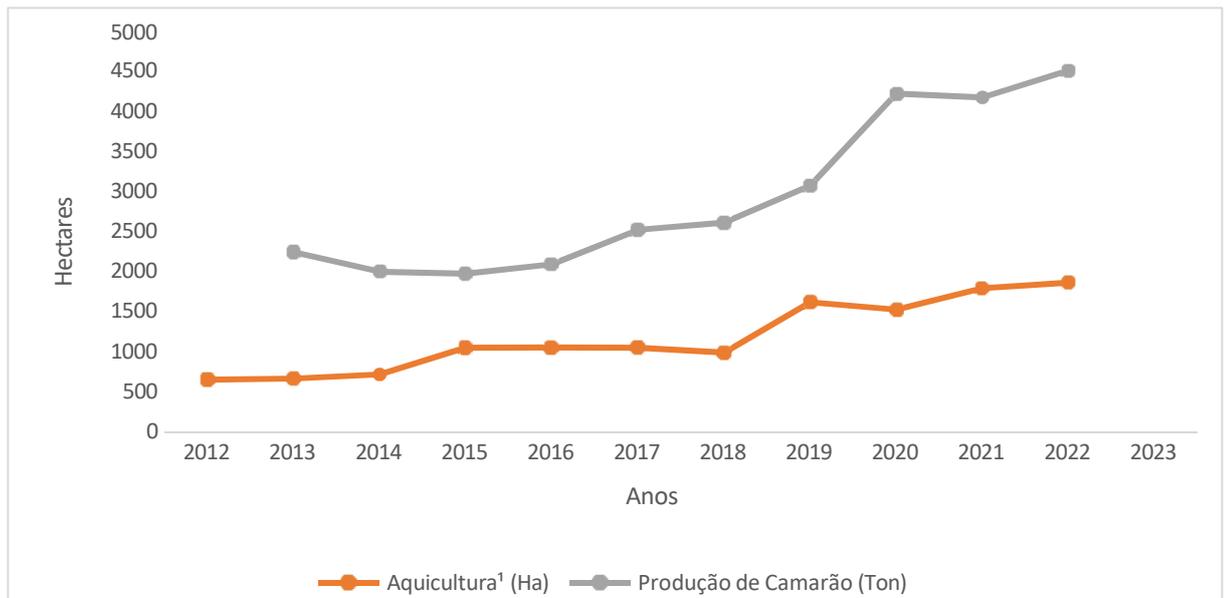
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mangue ¹ (ha) | 21892 | 22081 | 22009 | 22001 | 21973 | 21861 | 21862 | 21889 | 22110 | 21522 | 21283 |
| Aquicultura ¹ (ha) | 673 | 726 | 1059 | 1062 | 1057 | 997 | 1627 | 1533 | 1800 | 1871 | 1861 |
| Produção de Camarão ² (Ton) | 2253 | 2007 | 1982 | 2100 | 2530 | 2618 | 3082 | 4228 | 4180 | 4517 | 4104 |

Fonte: 1- Mapbiomas (2022); 2- IBGE (2023)

Ao analisar os dados é possível identificar, para o período (2013-2023), um aumento de 276% (673 – 1861) na área destinada a aquicultura correspondendo a 200% de aumento de produção de camarão (2253 – 4517). A mudança mais expressiva foi verificada na comparação dos anos de 2018 e 2019, com um aumento absoluto de 630 hectares, sendo apenas esse incremento correspondente a 94% de toda área de uso de aquicultura no estado de Sergipe para o ano de 2013.

Cabe lembrar que, a redução das exigências do licenciamento ambiental, reduzindo a área de processos simplificados para 10 hectares, ocorreu neste mesmo período (2018 a 2019), sendo uma possível explicação para o aumento constatado (Figura 5).

Figura 9. Dinâmica do uso e cobertura da terra para aquicultura x Produção de Camarão no estado de Sergipe.



Fonte: 1-Mapbiomas (2023); 2- IBGE (2022)

Na Figura 5 verifica-se o aumento da área ocupada pela aquicultura e da produção de camarão em período imediatamente posterior as alterações da legislação de Sergipe (2017, 2018, 2019 e 2020). Ressalva realizada ao ano de 2020, em que houve a pandemia do Covid-19.

De 2013 a 2015, as áreas de manguezais mantiveram-se relativamente estável, com pequenas variações em torno de 22.000 hectares. Durante o mesmo período, a área de aquicultura cresceu de forma lenta, passando de 673 hectares em 2013 para 1.062 hectares em 2016. A produção de camarão, no entanto, permaneceu praticamente constante, variando pouco ao longo desses anos, o que indica que o crescimento das áreas de viveiros ainda não se traduzia em aumentos significativos de produtividade (Figura 5).

Em 2016 teve início a perda de área do ecossistema manguezal. Entre 2017 e 2019, observa-se um aumento mais acelerado na área destinada à aquicultura, que alcançou 1.627 hectares em 2019. Paralelamente, a produção de camarão também cresceu consideravelmente, saindo de 2.530 toneladas em 2017 para 3.082 toneladas em 2019 (Tabela 3).

Esse período (2017-2019) coincide com alterações legais no estado, que simplificaram o processo de licenciamento ambiental e aumentaram as expectativas de regularização para os produtores. Apesar disso, a área de manguezais manteve-se relativamente estável nesse intervalo, evidenciando que o avanço da carcinicultura ainda não impactava significativamente no percentual de mangue.

A partir de 2020, com a chegada da pandemia de COVID-19, houve um impacto direto nas atividades produtivas, refletido em uma ligeira queda na área de aquicultura e na produção de camarão. No entanto, já em 2021, ambos os indicadores apresentaram uma recuperação significativa, com a produção de camarão alcançando 4.180 toneladas. Esse crescimento rápido sugere um esforço por parte dos produtores para compensar as perdas do período de isolamento. No tocante aos manguezais, a necessidade maior de logística e mão de obra para preparação de viveiros resultou em uma redução da pressão antrópica durante o período da pandemia resultando em um aumento do uso e cobertura da terra vinculado ao ecossistema manguezal (Tabela 3).

Entre 2022 e 2023, os dados apontam uma mudança mais marcante. As áreas de manguezais sofreram uma redução de 21.522 hectares em 2022 para 21.283 hectares em 2023. Esse período coincide com um aumento expressivo na intensidade das atividades de aquicultura, refletido na expansão de viveiros e na produção de camarão, que alcançou 4.104 toneladas em 2023. A retomada econômica pós-pandemia e a busca por lucros rápidos parecem ter levado à intensificação das atividades produtivas, potencialmente em áreas antes ocupadas por manguezais.

No tocante a aqüicultura, descartando as oscilações anuais, tendo como base o ano inicial (2013) e o ano final (2023), verifica-se um crescimento de 276,3%. Estes resultados demonstram estarem de acordo com os dados obtidos por HONG *et al.* (2019) e MOURA & CANDEIAS (2009), restando por fim qualificado o vínculo da expansão da carcinicultura e do aumento da produção em detrimento a manutenção do manguezal no estado de Sergipe.

4.3 Análise comparativa o uso e cobertura da terra no ecossistema manguezal nos períodos anteriores e posteriores aos marcos temporais

A publicação do novo código florestal (Lei 12.651/12) estabeleceu um aumento de desmatamento naquele ano, marcando o início da influência das alterações da legislação no desmatamento de manguezais em Sergipe, no período avaliado neste trabalho (2013-2023), considerando como comportamento padrão a redução de -0,6 %, qualificada para a América do Sul, no referencial teórico.

A partir desse parâmetro inicial, para melhor compreensão elaboramos o quadro vinculando desde 2016, o ano anterior a publicação da Lei da carcinicultura (Lei 8.327/2017), até 2023. No quadro 2, destacamos os marcos temporais da legislação avaliada, as taxas de uso e cobertura da terra para manguezal em Sergipe, as leis relacionadas e os impactos observados tendo como base os dados levantados nesta pesquisa. Tendo como comportamento padrão a redução de -0,6 % qualificada para a América do Sul, no referencial teórico.

Quadro 2- Impacto das mudanças regulatórias e taxa de perda de manguezal.

| Ano | Taxa | Mudanças Legislativas Correlatas | Impacto Observado |
|------|-------|---------------------------------------|---|
| 2016 | -0,72 | Pré-Lei nº 8.327/2017 | Redução levemente acima do padrão |
| 2017 | -0,36 | Lei nº 8.327/2017 | Redução abaixo do padrão |
| 2018 | -1,12 | Lei nº 8.497/2018 | Redução expressiva em relação ao padrão |
| 2019 | +0,01 | Lei nº 8.607/2019 | Estabilidade inicial. |
| 2020 | +0,27 | Covid-19 | Crescimento moderado |
| 2021 | +2,21 | Covid-19 | Crescimento considerável |
| 2022 | -5,88 | Reflexos acumulados da flexibilização | Redução acentuada em relação ao padrão |
| 2023 | -2,39 | Reflexos acumulados da flexibilização | Redução expressiva em relação ao padrão |

Fonte: O autor

Considerando como marco inicial o ano de 2016, verificamos o início de declínio mais acentuado da taxa de perda de manguezais em 2017, com a tramitação do projeto de lei e a entrada em vigor da Lei 8327/2017. Publicada em dezembro de 2017, essa lei facilitou a expansão da carcinicultura, e pode ter contribuído para redução de cobertura de manguezais (Quadro 1).

Esse impacto foi ampliado em 2018 com a promulgação da lei 8497 que flexibilizou ainda mais os processos de licenciamento resultando em um declínio mais acentuado de taxa de manguezais, como indicado pela Figura 5.

Em 2019, como verificado após períodos de expansão de viveiros a concentração nas atividades de engorda, despesca e comercialização da produção vinculada as áreas desmatadas no ano anterior, podem ser a razão da redução das taxas de perdas de manguezal em Sergipe (Quadro 1).

No mês de novembro de 2019 foi publicado a lei estadual 8.607 que estabelece a simplificação do licenciamento ambiental e a determinação de atividade de baixo impacto para a carcinicultura realizada em área de até 10 de até hectares. Os anos de 2020 e 2021 apresentam comportamento atípico decorrente da pandemia. Entretanto, o efeito das mudanças legislativas de maneira completa a partir do ano de 2022 em que o estado de Sergipe atingiu a maior taxa de perda anual de manguezal na década avaliada. Contudo, a avaliação comparativa considerando a última década, pode acarretar uma minimização do impacto da promulgação das alterações na legislação ambiental referentes a carcinicultura no estado de Sergipe (Figura 5).

Nos anos de 2022 e 2023, apresentaram uma perda de manguezal de 8,67%, um aumento 14 vezes maior que a taxa calculada pela FAO (0,6%). Ressaltamos que esses anos representam apenas os primeiros em que as citadas leis estavam consolidadas, ou seja, projetos de lei tramitados, aprovados pela assembleia e de pleno conhecimento e execução pelas partes interessadas na expansão da carcinicultura em Sergipe.

Executando uma projeção, segundo a tendência apresentada em 2022 e 2023, teríamos para a década de comparação 2023-2033, uma tendência de perda de 43,35% do ecossistema manguezal no estado de Sergipe. Acrescenta-se o fato que as taxas verificadas no período equivalente as mudanças na legislação ambiental de Sergipe demonstram uma disparidade sem precedentes com os dados coletados nas diversas referências bibliográficas, posicionando o estado como a região com maior taxa de redução de manguezal do mundo entre os anos de 2017-2023.

Este resultado anual equivale a perda de manguezal do Brasil por uma década, superando em 30% o índice médio anual de 0,6% calculado para a América Latina (DINIZ *et al.*, 2019; FAO, 2023). Além disso, tendo como base a pesquisa de BHOWMIK *et al.* (2022), as taxas de Sergipe para o período em análise são as maiores do mundo.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo inicial determinar os marcos temporais das principais mudanças da legislação ambiental de Sergipe. Estes marcos foram determinados sendo a base da análise utilizada os anos de 2017, 2018 e 2019.

Estabelecidos os marcos temporais, o segundo objetivo era analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra nos manguezais do estado de Sergipe, no período de 2012 a 2023. Realizada a análise se verificou a relação diretamente proporcional do aumento da produção de camarão e da perda de área de manguezal.

Definida a perda de vegetação no período, a análise dos dados realizadas nesta pesquisa nos permite concluir que resta evidente que as leis promulgadas podem ter sido vetores de influência direta na redução da área de manguezal em Sergipe, nas datas marco das alterações na legislação (2017, 2018, 2019 e 2022), ressaltando o período de pandemia de 2020 e 2021. No período de 2016 a 2023, ano anterior e posteriores a publicação das leis de referência atestamos um aumento no desmatamento na área de estudo, resultando em uma redução de 7,98 % da cobertura de manguezal no estado de Sergipe.

Como alternativa para mitigar essa redução, entendemos que o desenvolvimento de mecanismos de monitoramento ambiental, como indicadores que quantifiquem a conversão dos manguezais e a eficácia do licenciamento ambiental, pode aprimorar a avaliação dos impactos da carcinicultura. Além disso, pagamentos por serviços ambientais, como crédito de carbono, apresentam-se como solução viável para conciliar a produção aquícola com a conservação dos ecossistemas costeiros.

Em continuidade a este trabalho, sugerimos a realização de estudos visando o uso de tecnologias, como sensoriamento remoto e geoprocessamento para verificar o resultado da expansão dos empreendimentos e a efetiva recuperação das áreas degradadas, podendo ser utilizada para aprimorar a tomada de decisão por órgãos ambientais.

REFERÊNCIAS

AJA, Daniel; MIYITTAH, Michael Kwame.; ANGNUURENG, Donatus Bapentire. Quantificando a extensão do mangue usando uma combinação de imagens ópticas e de radar em um complexo de zonas úmidas, região oeste, Gana. *Sustentabilidade*, v. 14, n. 24, p. 16687, 2022. DOI: 10.3390/su142416687. Acesso em 10 set 2024.

AMIRI, Fatemeh; RAHDARI, Valiollá; NAJAFABADI, Seyed Mahmoud; PRADHAN, Biswajeet; TABATABAEI, Taher. Multitemporal Landsat images based on eco-environmental change analysis in and around Chah Nimeh reservoir, Balochestan (Iran). *Environmental Earth Sciences*, v. 72, n. 3, p. 801-809, 2014. Acesso em 15 set 2024.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Lei da Mata Atlântica ou Lei nº 12.651/2012**. Publicado em 12 maio 2020. Disponível em: <http://genjuridico.com.br/2020/05/12/lei-da-mata-atlantica-ou-lei-12-651-2012/>. Acesso em: 10 out. 2022.

ASHTON, Elizabeth. The impact of shrimp farming on mangrove ecosystems. *CABI Reviews*, v. 3, n. 003, abr. 2008. DOI: 10.1079/PAVSNR20083003. Disponível em: <https://www.cabi.org/cabireviews/review/20083003>. Acesso em: 12 dez. 2024.

BONALDI, Rosane Aparecida; RODERJAN, Carlos Vicente. Levantamento florístico e caracterização estrutural de um manguezal na APA de Guaraqueçaba, Paranaguá, PR. *Acta Biológica Catarinense*, v. 4, n. 1, p. 19-28, jan./jun. 2017. Acesso em: 10 out. 2022.

BRANCALION, Pedro Henrique Santin; GARCIA, Leandro Carlos; LOYOLA, Rafael; . A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação*, 14, 1-15, 2016. doi: 10.1016/j.ncon.2016.03.003. Acesso em 15 set 2024.

BRASIL. **Decreto n.º 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Rio de Janeiro, 9 fev. 1934.

BRASIL. **Código Florestal. Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm. Acesso em: 2 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/.../constituicao.htm. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. **Lei nº 7.803**, de 18 de julho de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 20 jul. 1989.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 8 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 1 set. 2022.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº 302**, de 20 de março de 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98313>. Acesso em: 1 abr. 2022.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98313>. Acesso em: 1 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-. Acesso em: 1 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.576**, de 27 de agosto de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL, **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

BHOWMIK, Avit Kumar; PADMANABAN, Rajchandar; CABRAL, Pedro; ROMEIRAS, Maria M. Global Mangrove Deforestation and Its Interacting Social-Ecological Drivers: A Systematic Review and Synthesis. *Sustainability*. 2022; 14(8):4433. <https://doi.org/10.3390/su14084433>. Acesso em: 20 dez 2024.

CHOUDHARY, Bhavesh; DHAR, Venerability; PAWASE, Anil S. Blue carbon and the role of mangroves in carbon sequestration: Its mechanisms, estimation, human impacts and conservation strategies for economic incentives. *Journal of Sea Research*, v. 199, jun. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102504>. Acesso em: 20 dez 2024.

CONTESSA, Vanessa ; DYSON, Karen; VIVAR MULAS, Pedro Paulo, KINDGARD Adolfo; LIU Tiachi; SAAH David; TENNESON Karls; PEKKARINEN Anssi. Uncovering Dynamics of Global Mangrove Gaios and Losses. **Remote Sensing**. 2023; 15(15):3872. <https://doi.org/10.3390/rs15153872>. Acesso em: 21 dez 2024.

COTOVICZ JUNIOR, Luiz C. Methane oxidation minimizes emissions and offsets to carbon burial in mangroves. **Nature Climate Change**, [s.l.], 2024 Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-024-01927-1>. Acesso em: 21 dez 2024.

DE LACERDA, Luiz Drude; WARD, Raymond. D.; GODOY, Maria Duarte Pinto; MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade; BORGES, Rebecca.; FERREIRA, Alexander Cesar. 20-Years Cumulative Impact From Shrimp Farming on Mangroves of Northeast Brazil. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 4, p. 653096, 2021. DOI: [doi.org /10.3389/ffgc.2021.653096](https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.653096). Acesso em: 20 dez 2024.

DIAS.Henrique Machado; SOARES, Maria Luiza Gomes; NEFFA, Eduardo. Conflitos socioambientais: o caso da carcinicultura no complexo estuarino Caravelas-Nova Viçosa/Bahia-Brasil. **Ambiente e Sociedade**, 15(1),111-130. 2012. Acesso em: 14 dez 2024.

DINIZ, Cesar; CORTINHAS, Luiz; NERINO, Gilberto; RODRIGUES, Jhonatan; SADECK, Luís; ADAMI, Marcos; SOUZA-FILHO, Pedro Walfir M. Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. **Remote Sensing**, 11(7), 808.2019.DOI: doi.org/10.3390/rs11070808. Acesso em: 23 dez 2024.

DOS SANTOS SILVA, Jailson; DIAS DE MEDEIROS, Eveliny; SILENE ALEXANDRE LEITE, Maria. Análise dos custos de produção em uma empresa do setor de carcinicultura. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC**, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://anaiscbc.abcustos.org.br/anais/article/view/4840>. Acesso em: 24 dez. 2024.

FERREIRA, Alexandre C.; ASHTON, Elizabeth c; WARD, Raymond D; HENDY. Ian; LACERDA, Luis D. Mangrove Biodiversity and Conservation: Setting Key Functional Groups and Risks of Climate-Induced Functional Disruption. **Diversity**. 2024; 16(7):423. <https://doi.org/10.3390/d16070423>. Acesso em: 25 dez. 2024.

FRANCO, Isabelle; ARAUJO, Ana R; FRANKE, Carlos R. Aspectos socioambientais da aquicultura na região do Baixo São Francisco, Sergipe, Brasil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 14, n. 7, 2018. 23 dez. 2024.

FREIRES, Jeferson L.; LAGE-PINTO, Frederico; BERNINI, E. Spatial-temporal distribution of mangrove species in the estuary of the Mamanguape river in the state of Paraíba, Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103166>. Acesso em: 20 dez 2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE & Instituto Socioambiental. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2017-2018**. MapBiomias, São Paulo, 2019. Disponível em <https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/> Acesso em 20 abr. 2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE & Instituto Socioambiental. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2018-2019**. MapBiomias, São Paulo, 2020. Disponível em <https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/> Acesso em 20 abr. 2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE & Instituto Socioambiental. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2019-2020**. MapBiomias, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/>. Acesso em 20 abr. 2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE & Instituto Socioambiental. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2020-2021**. MapBiomias, São Paulo, 2022. Disponível em <https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/>. Acesso em 20 abr. 2024.

GAMEIRO, Sérgio; TEIXEIRA, Carlos P.B; SILVA NETO, Túlio A.; LOPES, Maria F.L; DUARTE, Carlos R; SOUTO, Maria V.S; ZIMBACK, Carlos R.L. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. *Terrae*. 2016 13(1-2):15-22. Acesso: 20 abr. 2024.

GODOI, Emiliano Lobo; SOUSA, Nayara P.R; MARQUES, Marcela R; MENDES, Thiago A. Efeitos da Lei Florestal em áreas com diferentes tipologias vegetais na Chapada dos Veadeiros-Goiás. *Ciência Florestal*, v. 32, p. 2325-2347, 2023. Acesso: 20 abr. 2024

GOMES, Ana Carolina Correia de Oliveira; BONILLA, Oriel Herrera. Estado da arte dos impactos ambientais da carcinicultura. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 55, n. 2, p. 130-146, 2022. ISSN 0374-5686. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v55i2.72247>. Acesso em: 24 dez. 2023.

GOULDING, Tricia C.; DAYRAT, Benoit. The Coral Triangle and Strait of Malacca are two distinct hotspots of mangrove biodiversity. *Dental Science Reports*, Pennsylvania State University, v. 13, n. 1, p. 15793-15793, 21 set. 2023.

HAUSER, Leon T.; AN BINH, Nguyen; VIET HOA, Pham; HONG QUAN, Nguyen; TIMMERMANS, Joris. Gap-free monitoring of annual mangrove forest dynamics in Ca Mau, Vietnamese Mekong Delta, using the Landsat 7-8 archives and post-classification temporal optimization. *Remote Sensing*, v. 12, n. 22, p. 3729, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13416979.2020.1783752>. Acesso em: 11 dez. 2024.

HONG, Huynh Thi Camn; AVTAR, Ram; FUJII, Masahiko. Monitoring changes in land use and distribution of mangroves in the southeastern part Mekong river delta, Vietnã. *Tropical Ecology*, v. 60, p. 552–565, 2019. DOI: 10.1007/s42965-020-00053-1. Acesso em: 20 dez 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal: conceitos e métodos - 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/camarao/se>. Acesso em: 07 mar. 2025.

MATIAS, Luis Manuel; SILVA, Maria D. Monitoramento e análise da vegetação de manguezal no litoral sul de Alagoas. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 3, p. 312-319, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.24221/jeap.2.3.2017.1447.312-319>. Acesso em: 20 dez 2024.

MAURANO, Luis Eduardo P.; ESCADA, Maria Isabel Sobral. Comparação dos dados produzidos pelo PRODES versus dados do MapBiomas para o Bioma Amazônia. *XIX simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (xix sbsr)*. P.735-738, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/comparacao-dos-dados-produzidos-pelo-prodes-versus-dados-do-mapbiomas-para-o-bio?lang=pt-br>. Acesso em 18 nov 2024.

MITRA, Rajarshi; SIKDER, Varsha. Impact of brackish water aquaculture and mangrove degradation on global carbon balance: a review. *Holistic Approach to Environment*, v.13, n. 2, p. 76-82, 2023. DOI: 10.33765/thate.13.2.4. Disponível em: <https://hrcak.srce.hr/en/295645>. Acesso em 18 ago 2024

MOURA, Ana Regina Lima Uchôa ; CANDEIAS, Ana Lúcia Bezerra. A multi-temporal remote sensing and GIS-based inventory of the mangroves at Itamaracá estuarine system, Northeastern Brazil. *Tropical Oceanography*, v. 37, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v37i1-2.5154>. Acesso em 18 dez 2024.

NEUMANN-LEITÃO, Sônia; FEITOSA, Fábio Augusto Nascimento; MOURA, Maristela Costa Oliveira; MONTES, Maria José Ferreira; MUNIZ, Kátia; SILVA-CUNHA, Maria Glória Gomes da; PARANAGUÁ, Maria Natividade. Aquaculture impacts on the water quality and plankton community in a mangrove ecosystem in Brazil. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, v. 63, p. 151-162, 2003. DOI: 10.2495/ECO030151. Acesso em 18 ago 2024

NOVITA, A. A.; MUKHTAR, E. Review Article: Mangrove Ecotourism Development Potential. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, v. 46, n. 2, p. 653, 2024. Disponível em: <https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/6534>. Acesso em 18 Jan 2025.

Projeto MAPBIOMAS. **Coleção 9 (1985 – 2023) da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 27 nov. 2024.

RIBEIRO, Luisa Ferreira; MACEDO DE SOUZA, Manuel; BARROS, Francisco; HATJE, Vanessa. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 14, n. 3, p. 365-383, 2014.

RIYANTO, Darwin Yuwono; SANTOSO, Rudi; WIBOWO, Januar. Mangrove Ecosystem Transformation Approach (META): A framework for sustainable tourism. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 2024 8(6), 4778–4789. Disponível em <https://doi.org/10.55214/25768484.v8i6.3029>. Acesso: 19 dez 2024

ROVAI, Andre S.; TWILLEY, Robert R.; WORTHINGTON, Thomas A.; RIUL, Pablo. Brazilian Mangroves: Blue Carbon Hotspots of National and Global Relevance to Natural Climate Solutions. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 4, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.787533>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SANTOS, Luciana Cavalcanti Maia; BITENCOURT, Marisa Dantas. Remote sensing in the study of Brazilian mangroves: review, gaps in the knowledge, new perspectives and contributions for management. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 16, n. 3, p. 245-261, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5894/RGCI662>.

SAOUM, Mohammad R.; SARKAR, Suman. Monitoramento das mudanças nas florestas de mangue e seus impactos no meio ambiente. *Ecological Indicators*, 2024. DOI:10.1016/j.ecolind.2024.111666. Acesso em: 26 nov 2024.

SERGIPE (Estado). **Lei de nº 8.327 de 04 de dezembro de 2017**. Disponível em: Disponível em: <https://al.se.leg.br/legislacao/>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

SERGIPE (Estado). **Lei de nº 8.497 de 28 de dezembro de 2018**. Disponível em: <https://al.se.leg.br/lei-de-licenciamento-ambiental-para-atividades-agrosilvopastoris-e-sancionada-em-sergipe>. Acesso em: 02 de abril de 2021.

SERGIPE (Estado). **Lei de nº 8.634 de 27 de dezembro de 2019**. Disponível em: <https://al.se.leg.br/legislacao/>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

SILVA, Isadora Souza de Melo; DE SOUSA, Inajá Francisco; DE JESUS, Cristiane Neyre Almeida; OLIVEIRA, Ingrid Carvalho Santos; LIMA, Luana Brito; COSTA, Jailton de Jesus. Carciniculture in the Municipality of Brejo Grande/Se: Environmental Licensing as a Sustainability Instrument. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo (SP), v. 18, n. 1, p. e04289, 2023. DOI: 10.24857/rgsa.v18n1-048. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/4289>. Acesso em: 26 dez 2024.

SOUZA, Bruno Barbosa; DE JESUS, José Batista; CALDAS, Francisco Luiz. S. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento e quantificação de áreas de manguezal no estado de Sergipe. *Caminhos de Geografia*, v. 17, n. 57, p. 126- 134, 2016. Acesso em: 26 nov 2024.

SOUZA, Bruno Barbosa; DE JESUS, José Batista; CALDAS, Francisco Luiz. S. Modelo produtivo, regularização legal e caracterização socioeconômica da carcinicultura no litoral do Estado de Sergipe. *Boletim de Geografia*, v. 41, p. 284-296, e66381, 24 jul. 2023.

SCHARDONG, Roberta Moriconi Freire. **Cultivo das halófitas, *Batis maritima*, *Sarcocornia ambigua* e *Sporobolus virginicus*, com águas residuárias da criação do camarão *Litopenaeus vannamei*: experimentos de bancada em substrato com areia e sistema de aquaponia**. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, 133 p., Fortaleza, 2019.

TAVARES, Patrícia Ferreira. **Leis Autorizativas para Supressão de Manguezais e as Consequências Socioambientais para o Estado de Pernambuco**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2015.

TINH, Phan Hong.; MACKENZIE, Richard. A.; HUNG, Tran Dang Distribution and drivers of Vietnam mangrove deforestation from 1995 to 2019. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 27, p. 29, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-022-10005-w>. Acesso em: 24 nov 2024

TOLLEFSON, Jeff. Brazil revisits forest code. *Nature*, v. 476, n. 7360, p. 259–260, 17 ago. 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/476259a>. Acesso em: 24 nov 2024

WIN, Soe Kwai; SASAKI, Jun. A detecção de mudanças nas florestas de mangue usando aprendizado profundo com imagens de satélite de média resolução: um estudo de caso da floresta de mangue de Wunbaik em Mianmar. *Sensoriamento Remoto*, v. 16, n. 21, p. 4077-4077, 2024. DOI: 10.3390/rs16214077. Acesso em: 26 nov 2024.

YEO, Darren; SRIVATHSAN, Amrita; PUNIAMOORTHY, Jayanthi; FOO, maosheng; GROOTAERT, Patrick; CHAN, Lena; GUÉNARD, Benoit; DAMKEN, Claas; WAHAB, Rodzay A.; YUCHEN, Ang; MEIER, Rudolf. Mangroves are an overlooked hotspot of insect diversity despite low plant diversity. *bioRxiv*, 2020. Acesso em: 26 nov 2024.