

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**CINTHYA ARRUDA DE LIMA**

**DESMATAMENTO DO MANGUEZAL NO COMPLEXO ESTUARINO DE RIO  
FORMOSO (PE) NO PERÍODO DE 1993 A 2017**

RECIFE  
2019

**CINTHYA ARRUDA DE LIMA**

**DESMATAMENTO DO MANGUEZAL NO COMPLEXO ESTUARINO DE RIO  
FORMOSO (PE) NO PERÍODO DE 1993 A 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do curso de  
Bacharelado em Ciências Biológicas da  
Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial à obtenção do título  
em Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dr. Maria Elisabeth de Araújo  
Coorientadora: Msc. Nicole Malinconico

**RECIFE  
2019**

Catalogação na fonte:  
Bibliotecária Claudina Queiroz, CRB4/1752

Lima, Cinthya Arruda de

Desmatamento do manguezal no complexo estuarino de Rio Formoso (PE) no período de 1993 a 2017 / Cinthya Arruda de Lima - 2019.

43 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Maria Elisabeth de Araújo

Coorientadora: Nicole Malinconico

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Bacharelado em Ciências Ambientais. Recife, 2019.

Inclui referências.

1. Impactos antrópicos 2. Sensoriamento remoto 3. Áreas protegidas

I. Araújo, Maria Elisabeth (orient.) II. Malinconico, Nicole (coorient.)

III. Título

363.7

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2019-289

**CINTHYA ARRUDA DE LIMA**

**DESMATAMENTO DO MANGUEZAL NO COMPLEXO ESTUARINO DE RIO  
FORMOSO (PE) NO PERÍODO DE 1993 A 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do curso de  
Bacharelado em Ciências Biológicas da  
Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial à obtenção do título  
em Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

NOTA: \_\_\_\_\_

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo (Orientadora) -UFPE

---

Prof. Dr. Clemente Coelho Junior - UPE

---

Prof. Dr. João Lucas Leão Feitosa - UFPE

A todos que fazem ciência no Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todo que ele significa para mim, por ter me ajudado durante esses anos, por ser meu guia, minha força e luz.

À minha família por todo o apoio, ajuda e força que recebi durante esse período.

À minha orientadora, Maria Elisabeth de Araújo, meus sinceros agradecimentos por todos os momentos de aprendizagem e puxão de orelha. Pela oportunidade de integrar o IMAT quando a senhora já estava prestes a se aposentar. Pelo exemplo de força, de mulher, professora e pesquisadora que me passou durante esse tempo. Por todos os ensinamentos sobre política e de como exercê-la e me posicionar. Por me inspirar a ler Paulo Freire. Por me viciar em dominó mexicano (mesmo eu sendo uma péssima jogadora). Por me ensinar a trabalhar com pessoas, a me comunicar com elas e entender suas necessidades. Obrigada por simplesmente ser essa pessoa maravilhosa que eu queria encontrar para ser a minha orientadora.

À minha coorientadora, Nicole Malinconico, por ser muito mais que minha coorientadora. Por uma amiga durante esse tempo. Por me divertir com sua vida (sempre me mandando as besteiras que faz). Por me fazer de cobaia nas tentativas de cozinhar em Rio Formoso. Por aguentar meu humor peculiar todas as manhãs do seu campo. Por lembrar-se de trazer comida para mim. Por aguentar minhas chatices de nada colorido e tudo centralizado. Obrigada por todos os momentos que ouviu os meus problemas, minhas crises de ansiedades, meus choros e minhas revoltas. Por toda a ajuda esses dias. Você está indo para uma nova jornada, espero que tudo de bom aconteça e que suas metas se realizem. Encontramo-nos nas praias da vida.

Aos meus dois coorientadores extraoficiais Zé (José) Renato e Dennis (Walter) por toda a ajuda disponibilizada no período de realização da minha monografia. Obrigada por me enlouquecer quando diziam que eu não podia fazer tal coisa ou que eu precisaria de mais tempo. Mil vezes obrigada por todas as soluções que vocês trouxeram. Juro que eu já torcia para que vocês não aparecessem no laboratório (kkkkkk).

Aos meus amigos e colegas de laboratório, muito obrigada por toda ajuda, em especial a Ályssa que me ajudou com as referências e Demétrio que saia procurando os trabalhos de Rio Formoso com o pessoal do departamento de oceanografia.

Aos meus amigos e colegas da turma de Ciências Ambientais de 2015.1, muito obrigada por todos os momentos de diversão nesses quatro anos e meio, as lamentações de uma prova difícil, a alegria dos campos (os nossos e o de todos os outros cursos), os xingamentos, a alegria de achar uma prova do período passado e ela ser a mesma prova que caiu para a gente, por todos os momentos de discussões, festas e pré-provas (como a de Enrico que cantamos a música de Cecília em frete a sala kkkkkkk).

Aos meus amigos do grupo não amo mais vocês, por todo o apoio, ajuda, divertimento, fofocas, momentos de briga por comida e xingamentos. Amo vocês seus dramáticos kkkkkk.

Às minhas amigas e colegas do grupo hora do terror, obrigada por todo o apoio e auxílio nesse momento em que todas estavam endoidando com a escrita e entrega dos TCCs. Muito obrigada por tudo.

Às minhas amigas do informagem, por acreditarem em mim muito mais do que eu. Por me estimularem sempre quando eu estava nos meus limites na época do vestibular. Por torcerem por mim, por acharem que eu conseguia passar quando eu só sonhava com isso. Meninas amo vocês e saudades.

Ao grupo do choro, sem vocês eu teria desistido de pagar todas aquelas cadeiras que acumularam no primeiro período. Vou ser eternamente grata a vocês por não ter passado aquele período sozinha.

Aos meus queridos colegas de Barro/ Macaxeira (várzea), por todo o apoio. Por cada palavra de incentivo (vai dar certo, vai dar tempo). Muito obrigada por fazerem meu percurso casa-universidade-casa muito mais leve.

À minhas duas inspirações para hoje fazer ciências biológicas. Minha professora Darlene de ciências da segunda série que mesmo com todas as dificuldades de uma escola pública dava seu melhor e conseguiu inspirar alguém com as aulas dos planetas. E a minha professora Sueli de ciências da quinta série, por ser a primeira bióloga que eu tive contato pessoalmente e por me inspirar a seguir sua profissão.

A toda a comunidade de Rio Formoso, por ter me recebido tão bem. A cada pescador que parou um momento para mostrar seu trabalho e passar algum ensinamento. Quero agradecer em especial a Rua da Levada, que nos acolheu tão bem, riu de nossos momentos de atrapalhadas e que já nos ajudava quando íamos para Carneiros.

À Colônia de pescadores em Rio Formoso, em especial ao seu Neco e seu Chico que tem nos ajudado sempre que pensamos em um projeto para a comunidade. A todas as marisqueiras por se tornarem um exemplo de coragem, força e alegria para mim.

À tia Maria, por lembrar-se dos trabalhos do CT, quando sua filha não fez. Por todas às vezes que a senhora mandou comida para mim em campo e eu não precisei virar cobaia da sua filha. Obrigada de coração por toda ajuda. Vou sentir falta da senhora e de sua comida.

A todos da CPRH, que foram muito solícitos e se dispuseram a procurar o EIA/RIMA de Guadalupe.

As mulheres da ciência, por estarem me ensinado a lutar pelo direito de igualdade dentro da ciência. Por me apresentar mulheres incríveis que desenvolvem pesquisas mais incríveis ainda e não são reconhecidas. Por querer mudar meu pensamento a cada dia e influenciar outras pessoas a conhecerem sobre o assunto e vim para esse lado da força.

Aos membros da banca examinadora, prof. Dr. Clemente Coelho Junior e o prof. Dr. João Lucas Leão Feitosa e o Msc Daniel Lino Lippi por todas as contribuições.

À UFPE por todo conhecimento adquirido nessa jornada. À PROAES e PROExC pela concessão de bolsa durante a minha formação.

Da lama ao caos e do caos à lama.

(Chico Science, 1994)

## RESUMO

Os manguezais são ecossistemas de transição entre o ambiente terrestre e o costeiro. Esse ambiente é utilizado pelos diversos organismos como área de berçário, alimentação, desova e abrigo. Em todo o mundo, os manguezais vêm experimentando a perda de vegetação decorrente das atividades humanas. Por isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o histórico de desmatamento do manguezal em Rio Formoso, identificando as feições, zonas e os principais vetores de impacto. A área de estudo está localizada no estuário do Rio Formoso, que compreende os municípios de Sirinhaém, Rio Formoso e Tamandaré. A região está inserida num mosaico de Unidades de Conservação, composto pela Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe, APA estuarina Rio Formoso e APA Costa dos Corais. Para este estudo foi feita a delimitação e comparação das áreas e as feições do manguezal (bosques de mangue e apicum), entre os anos 1993 e 2017, utilizando-se o Software ArcGis para a elaboração de mapas de análise. Além disso, foram realizadas comparações entre anos 1993, 2006 e 2017, através de polígonos, para identificar os principais vetores antrópicos de desmatamento no estuário. Os resultados indicaram que, ao longo de 23 anos, houve uma diminuição de cerca de 10% (160 ha) das áreas de bosque de mangue e apicum no estuário. Dentre as áreas mais desmatadas, está o apicum localizado no estuário médio e parte do estuário superior. Os principais vetores de desmatamento foram a expansão urbana e construção de empreendimentos de carcinicultura. Com esse estudo, conclui-se que o estuário de Rio Formoso vem sofrendo um significativo desflorestamento, embora esteja localizado em três APAs, indicando a ineficiência desse modelo de gestão governamental em seu funcionamento como instrumento de conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Impactos antrópicos. Sensoriamento remoto. Áreas protegidas.

## ABSTRACT

Mangroves are transitional ecosystems between the terrestrial and coastal environments. This environment is used by various organisms such as nursery, feeding, spawning and shelter areas. Throughout the world, mangroves have been experiencing the loss of vegetation due to human activities. Therefore, the objective of this research was to evaluate the history of deforestation of the mangrove in Rio Formoso, identifying the features, zones and main impact vectors. The study area is located in the Rio Formoso estuary, which includes the municipalities of Sirinhaém, Rio Formoso and Tamandaré. The region is part of a mosaic of Conservation Units, composed of the Marine Protected Area (MPA) of Guadalupe, Rio Formoso's estuarine MPA and Costa dos Corais MPA. For this study, we did the delineation and comparison of the mangrove areas and features (mangrove and apicum forests) between 1993 and 2017 using the ArcGis Software for the preparation of analysis maps. In addition, to identify the main anthropogenic vectors of deforestation in the estuary, comparisons were made between 1993, 2006 and 2017, through polygons. The results indicated that, over 23 years, there was a decrease of about 10% (160 ha) of mangrove and apicum forest areas in the estuary. Among the most deforested areas there is the apicum, located in the middle estuary and part of the upper estuary. The main vectors of deforestation were urban expansion and construction of shrimp farms. This study concludes that the Rio Formoso estuary is undergoing significant deforestation, although it is located in three APAs, indicating the inefficiency of this model of government management in its operation as an instrument of environmental conservation.

Keywords: Anthropogenic impacts. Remote sensing. Protected areas.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa das áreas de manguezal do Brasil .....	18
FIGURA 2 - Mapas da área de estudo. A- Mapa do Brasil em destaque o estado de Pernambuco. B – Mapa das unidades de Conservação do estuário do Rio Formoso: APA de Guadalupe (verde), APA Costa dos Corais (vermelho) e a APA estuarina do Rio Formoso (marrom). C – Mapa do estuário do evidenciado o manguezal, os principais rios da região e o oceano atlântico .....	23
FIGURA 3 - Mapa de cobertura vegetal do ano de 1993 do estuário do rio Formoso em Pernambuco.....	27
FIGURA 4 - Mapa área de cobertura vegetal do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 1993 .....	29
FIGURA 5 - Mapa área de cobertura vegetal do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 2006 .....	30
FIGURA 6 - Mapa área de cobertura vegetal do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 2017 .....	31
FIGURA 7 - Gráfico de desmatamento dos anos estudados.....	31
FIGURA 8 - Mapa das feições bosques de mangue e apicum de acordo com as zonas estuárias do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 1993	32
FIGURA 9 - Mapa das feições bosques de mangue e apicum de acordo com as zonas estuárias do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 2017	33
FIGURA 10 - Mapa de interpolação de krigagem de dados médios de salinidade compilados de estudos realizados em todo o estuário do Rio Formoso. A1, 2 e 3 - pontos de coleta de AQUINO et al., 2012, B1, 2 e 3 - pontos de coleta de GREGO et al., 2009, C1, 2 e 3 - pontos de coleta de LIMA, 2016, D1, 2 e 3 - pontos de coleta de MARQUES; SILVA-FALCÃO; SEVERI, 2015 e E1, 2 e 3 - pontos de coleta de SILVA et al., 2009 .....	34
FIGURA 11 - Áreas desmatadas na cidade de Rio Formoso entre os anos de 1993 e 2017. Os polígonos representam as áreas de manguezal em 1993 e a foto é a área em 2017 .....	35
FIGURA 12 – Áreas desmatadas na pela carcinicultura o rio dos Passos entre os anos de 1993 e 2017. Os polígonos representam as áreas de manguezal em 1993 e a foto é a área em 2017 .....	33

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Fonte, anos, satélite, órbita, data e bandas correspondentes das informações geográficas utilizadas como imagens de áreas desmatadas no estuário de Rio Formoso (PE).....	24
TABELA 2 - Períodos amostrais mencionados nas pesquisas utilizadas para fazer a interpolação do gradiente de salinidade do estuário de Rio Formoso (PE). .....	25
TABELA 3 - Variação da cobertura vegetal de acordo com a zona estuarina e a feição do ecossistema manguezal do Rio Formoso.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CDV	Convenção da Diversidade Biológica
CT de Guadalupe	Centro Turístico de Guadalupe
EIA/RIMA Guadalupe	Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental de Guadalupe
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
PRODETUR	Programa de Desenvolvimento do Turismo
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SR	Sensoriamento Remoto
UCs	Unidades de Conservação
WGS 84	<i>World Geodetic System</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....	16
1.2 OBJETIVOS.....	21
1.2.1 <b>Objetivos Gerais.....</b>	21
1.2.2 <b>Objetivos específicos .....</b>	21
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	22
2.2 COLETA DE DADOS.....	23
2.3 ANÁLISE DE DADOS .....	24
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
3.1 HISTÓRICO DO DESMATAMENTO DO ESTUÁRIO.....	28
3.2 SALINIDADE, FEIÇÕES E DESMATAMENTO POR ZONA DO ESTUÁRIO .....	31
3.3 PRINCIPAIS VETORES DO DESMATAMENTO.....	34
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema de transição, presente nas regiões costeiras de alguns países situados nas zonas tropicais e subtropicais do planeta (GIRI et al., 2008; ROMAÑACH et al., 2018). No Brasil os manguezais estão presentes em quase todo o litoral, com exceção do estado do Rio Grande do Sul (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018; KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007). São ambientes utilizados por muitos organismos aquáticos residentes, migratórios, marinhos e de água doce (ALBARET; DIOUF, 1994 *apud* PAIVA et al., 2009). Esses das espécies não são exclusivamente estuarinas. Elas também dependem de ambientes próximos ao manguezal como recifes, prados de fanerógamas, restinga, costão rochoso e praia, em um dos estágios de vida (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018).

Os peixes, os moluscos e os crustáceos são organismos importantes nesses ecossistemas, para a conservação da biodiversidade aquática e na manutenção da cadeia trófica. A ictiofauna é frequentemente encontrada nas raízes dos manguezais a fim de usufruir da complexidade desses locais como área de abrigo e alimentação. Esses organismos passam toda a sua fase de vida dentro desses ambientes ou podem passar apenas um ciclo (BLABER, 2000). Além disso, a ictiofauna é de relevante importância para as comunidades costeiras que praticam a pesca de subsistência (FAO, 2000).

O manguezal é um ambiente fortemente ameaçado devido ao seu histórico de degradação e das potenciais ameaças da atualidade. O Sistema de Informação Geográfica (SIG), juntamente com o Sensoriamento Remoto (SR), são utilizados para o monitoramento das alterações ambientais. O uso de imagens de satélite fornece informações que possibilitam as projeções de alterações ou de impactos para uma dada região, auxiliando na adoção de medidas mitigadoras com vistas ao gerenciamento costeiro (DAHDOUH-GUEBAS, 2002). A aplicação dessa metodologia é viável, pois o acompanhamento dos ecossistemas pode ser feito de forma remota, de qualquer lugar do mundo.

## 1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

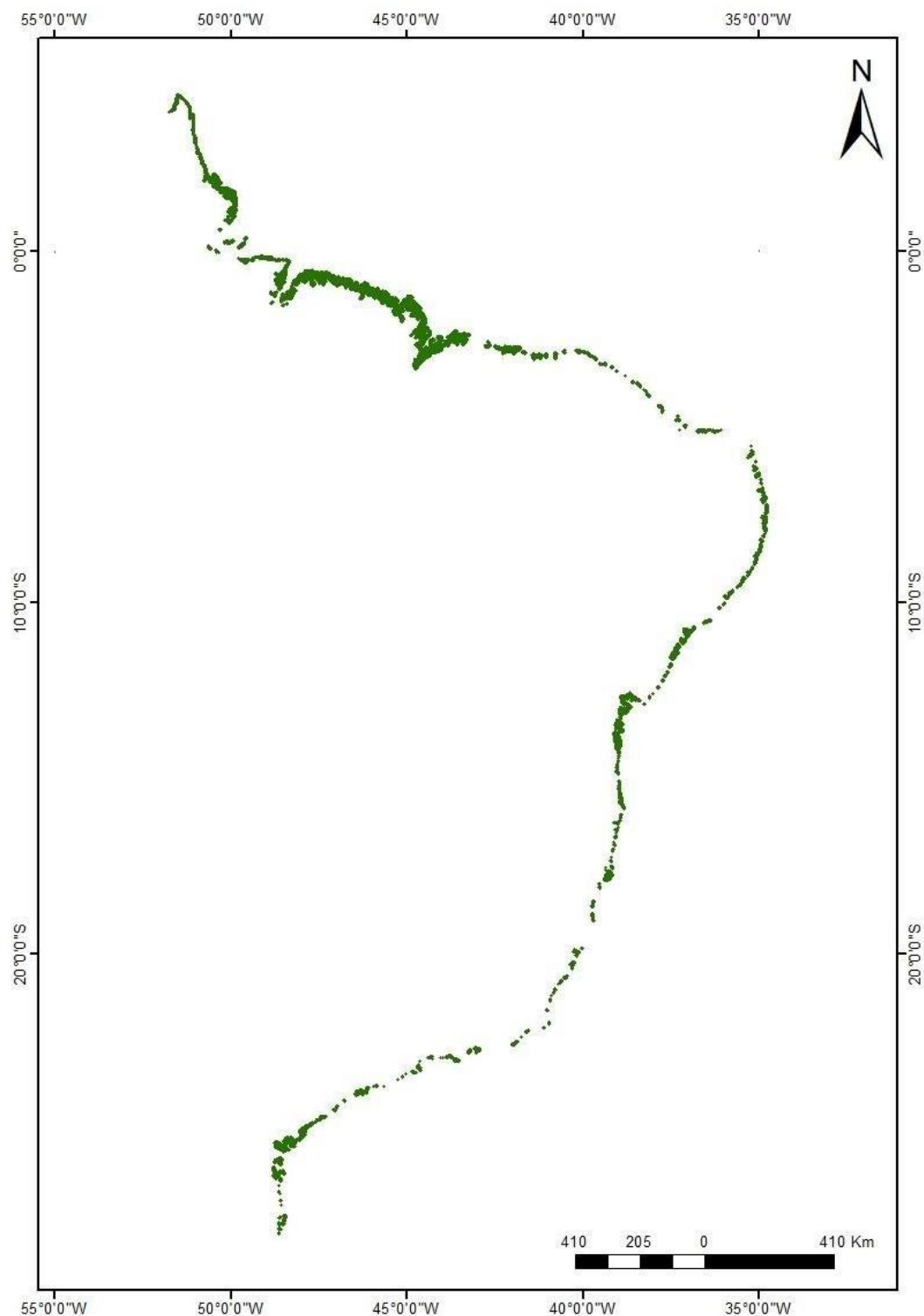
### 1.1.1 Manguezal

Os manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre o ambiente marinho e terrestre, característico de áreas tropicais e subtropicais, ocupando a zona de entremarés (GIRI et al., 2008; SCHAEFFER-NOVELLI, 2018; ROMAÑACH et al., 2018; SCHAEFFER-NOVELLI, 1991; SEMADS, 2001). Os continentes detentores das maiores extensões de manguezais no mundo são a Ásia e as Américas (VALIELA; BOWEN; YORK, 2001). No Brasil, os manguezais ocorrem desde a foz do Oiapoque, no Amapá, até Laguna, em Santa Catarina (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018; KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007) (Figura 1) e estão inseridos no Bioma Mata Atlântica. Os estados brasileiros que apresentam maior distribuição são Maranhão, Pará e Amapá, respectivamente (SCHAEFFER- NOVELLI, 2018).

O manguezal é composto por três feições: o lavado, os bosques de mangues e o apicum. O lavado é um banco de lama que possui contato direto com o estuário e se encontra exposto nas marés baixas de lua nova ou cheia. A feição bosques de mangues é composta por espécies de três gêneros: *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*, conhecidas popularmente como mangue-vermelho, mangue-branco, o mangue-preto, respectivamente. Nessa feição, se destacam raízes de árvores semelhantes a uma armação denominadas pneumatóforos. O apicum é a parte mais interna do ecossistema, com uma superfície areno-lamosa que só pode ser atingida por maré de sizígia, por causa de seu relevo elevado. Essa porção atua como uma área rica em nutrientes que serve de reserva para as espécies associadas ao manguezal durante todas as fases do ciclo biológico (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018).

A flora do manguezal é composta por espécies vegetais lenhosas halófitas que se adaptaram a viver em ambientes com variação de salinidade, maré e solo com baixo teor de oxigênio (SCHAEFFER-NOVELLI, 1991). Além das espécies lenhosas, o manguezal também é composto por micro e macroalgas (SCHAEFFER-NOVELLI, *op. cit.*).

Figura 1 - Mapa das áreas de manguezal do Brasil.



Fonte: A autora 2019

A matéria orgânica encontrada nesses solos é proveniente da vegetação (LACERDA; ITTEKKOT; PATCHINEELAM, 1995) e grande parte da serapilheira produzida contribui com as teias alimentares e na transferência de energia desse e dos ecossistemas mais próximos (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001).

A fauna encontrada no ecossistema não é exclusiva deste local, ela pode viver em ambientes próximos ao manguezal como estuário, restinga, costão rochoso e praia. Esses organismos podem ser de vida livre - locomovem-se em grandes distâncias e explorando outros ambientes, sésseis - fixos em outros organismos ou a um substrato, rastejadores - locomovem-se sobre o sedimento ou folhas - e os escavadores - vivem enterrados ou em galerias ((SCHAEFFER-NOVELLI; COELHO JÚNIOR, 2018).

Muitos trabalhos ressaltam a importância dos manguezais atrelada às suas funções e serviços prestados à população humana e aos organismos. Dentre suas funções, pode-se ressaltar a proteção das áreas costeiras, conexões entre ecossistemas, abrandam a energia das ondas, filtração das águas, alimentação, berçário, reprodução, abrigo para organismos estuarinos e recifais, fixação do sedimento, fornecimento de produção primária para o entorno e manutenção da biodiversidade (DAHDOUH-GUEBAS, 2002; GIRI et al., 2011; SCHAEFFER-NOVELLI; COELHO JÚNIOR, 2018; KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007; SOUZA; SANTOS, 2014). Além destas funções, os manguezais contribuem para a economia das populações que residem nas áreas costeiras e realizam a atividade pesqueira.

Os manguezais podem ser protegidos por meio das Unidades de Conservação costeiras, criadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Esse sistema prevê que cada unidade possua um plano de manejo que estabeleça as normas para o uso e manejo dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

### **1.1.2 Impactos antrópicos nos manguezais**

Entre os anos de 1980 e 1990, pelo menos 35% da área de bosques de mangue foi perdida em todo o mundo, cujos impactos podem acarretar a perda dos serviços ecossistêmicos prestados pelo ecossistema (VALIELA; BOWEN; YORK, 2001). Essa perda global pode ser atribuída ao crescimento e desenvolvimento das

populações nas regiões costeiras onde o aumento da população levou a pressões sobre os ecossistemas, causando mais alterações no meio ambiente. As áreas desmatadas são utilizadas para as atividades como aquicultura, a conversão para a agricultura, aterro para expansão urbana, industrial e portuária, lançamento de esgotos e lixo, além da exploração de seus recursos naturais como extração de madeira e fauna (KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007; ROMAÑACH et al., 2018).

Na parte costeira do continente asiático, que foi afetado pelo tsunami de dezembro de 2004, uma parcela das áreas de manguezal foi usada para agricultura e aquicultura (GIRI et al., 2008). Na Malásia 17% dos bosques de mangue foi reduzida para a agricultura, aquicultura, urbanização, desenvolvimento de infraestrutura e causas naturais principalmente da erosão costeira (ROMAÑACH et al., 2018). Nas Filipinas, 279.000 ha de manguezal foram perdidos para a agricultura, indústrias, lagoas salgadas e assentamentos, no entanto metade dessa área foi destinada a construção de tanques usados na aquicultura (PRIMAVERA, 2000).

A partir do final do século XVI, quando o Brasil era colônia de Portugal, o manguezal era intensamente explorado para o uso da madeira como lenha, pesca, carvão, produção de sal e extração do tanino. A madeira e o carvão eram destinados para as famílias que moravam no litoral e os engenhos de açúcar (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018).

Atualmente, os manguezais brasileiros, mesmo protegidos por lei, estão sendo desmatados, assim como em outros lugares do mundo para atividades de aquicultura e produção de sal. Além destas, as áreas de manguezais também são retiradas para o mercado imobiliário, instalação industrial e construção de portos (ex.: Suape e Santos) (CUNHA-LIGNON et al., 2009; VALE; SCHAEFFER-NOVELLI, 2018)

### **1.1.3 Histórico de desenvolvimento do turismo no litoral sul de Pernambuco**

Na década de 90, Pernambuco foi inserido no Programa de Desenvolvimento do Turismo do Nordeste (PRODETUR) que tinha por objetivo o desenvolvimento do litoral da região nordeste através das atividades do setor turístico. O Centro Turístico (CT) de Guadalupe é uma área do litoral sul de Pernambuco, que abrange desde o município de Sirinhaém até Tamandaré. Nos municípios os estudos de Impacto

Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para a implementação do PRODETUR começaram por volta do ano de 1992 e contou uma equipe multidisciplinar que realizou estudos socioeconômicos e ambientais na região (PERNAMBUCO, 1993).

O CT foi implantando para estimular o desenvolvimento do turismo regional. O programa constrói hotéis, marinas, helipontos, estradas, instituições educacionais e de pesquisas, que auxiliam na geração de renda para o estado e para as comunidades em que o projeto foi implantado (BARBOSA; CORIOLANO, 2016).

#### **1.1.4 Sensoriamento remoto como ferramenta de monitoramento**

O controle e fiscalização dessas áreas precisam ser contínuos, mas as dificuldades de acesso e de recursos não permitem esse tipo de acompanhamento. Por esses motivos, é necessário o uso de tecnologias que viabilizem o monitoramento em termos de recursos e logística das operações (MOURA; CANDEIAS, 2011).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG), associado aos dados de Sensoriamento Remoto (SR), é bastante significativo para detectar, quantificar, descrever e monitorar alterações ambientais. Sendo este um instrumento de manejo para os ecossistemas (KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007). O uso de imagens de satélite fornece informações que subsidiam comparações temporais com o estado atual de áreas naturais, possibilita projeções de alterações ou de impactos para uma dada região, auxiliando na adoção de medidas mitigadoras com vistas ao gerenciamento costeiro (DAHDOUH-GUEBAS, 2002). Esse tipo de técnica permite o rápido acesso a informações ambientais por causa de sua alta periodicidade e possibilidade de interpretação visual (ROSOT; BARCZAK; COSTA, 2000 *apud* BERNINI; REZENDE, 2010). Esta ferramenta é bastante utilizada para o monitoramento espaço-temporal dos manguezais (KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007; BARBOSA et al., 2016)

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o histórico de desmatamento do manguezal em Rio Formoso no período de 1993 a 2017.

### 1.2.2 Objetivos específicos

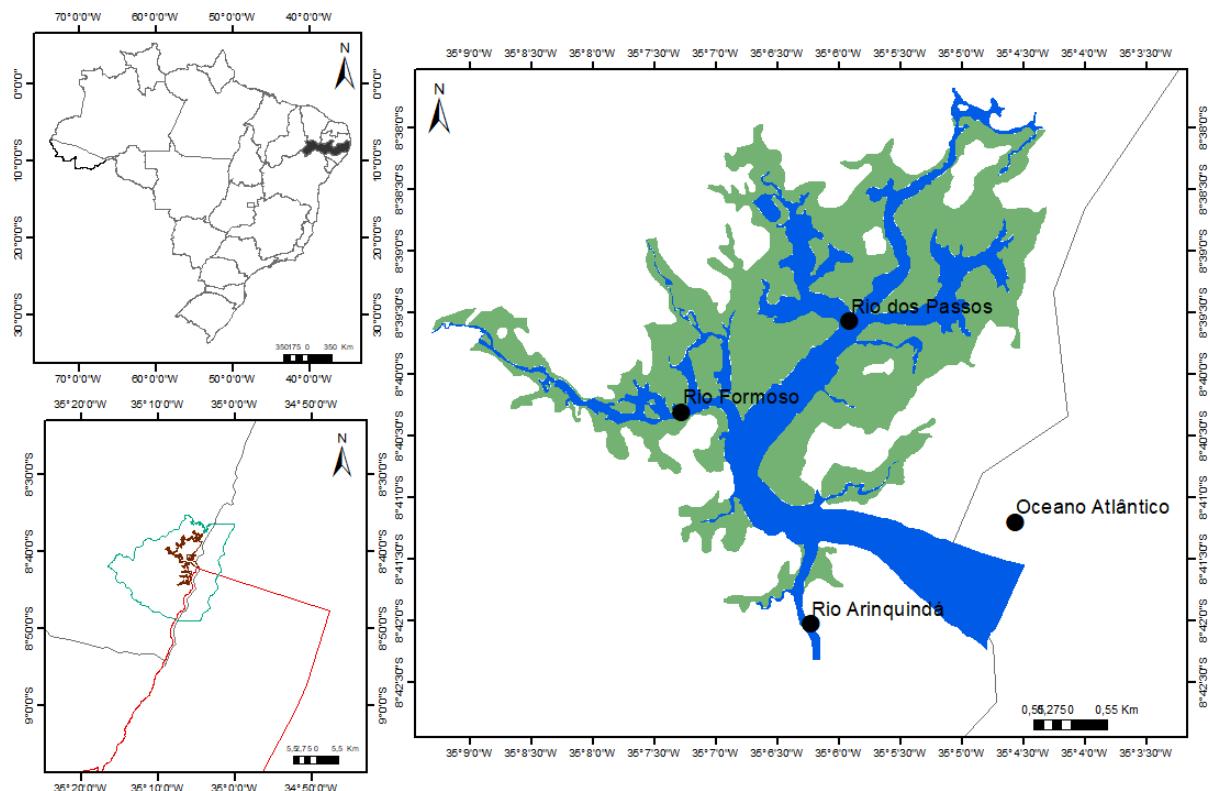
- ✓ Avaliar os dados de desmatamento para estimar a área perdida de manguezal;
- ✓ Tipificar a área perdida do manguezal;
- ✓ Identificar os principais vetores de desmatamento nesse estuário.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O complexo estuarino do Rio Formoso está localizado na zona da mata sul de Pernambuco e abrange os municípios de Rio Formoso, Sirinhaém e Tamandaré. Essa região está inserida em três Unidades de Conservação de uso sustentável. APA de Guadalupe; estabelecida no ano de 1997, e cobrindo 32.135 ha de área continental e 12.664 ha de área marítima, a APA estuarina do Rio Formoso; estabelecida no ano de 1986, com extensão aproximada de 2.724 ha, ambas são unidades costeiras. A APA Costa dos Corais, criada em 1997 por decreto federal, é uma unidade marinha, que abrange uma área de aproximadamente 413.000 ha (Figura 2).

Figura 2 - Mapas da área de estudo. A - Mapa do Brasil em destaque o estado de Pernambuco. B – Mapa das unidades de Conservação do estuário do Rio Formoso: APA de Guadalupe (linha verde), APA Costa dos Corais (linha vermelha) e a APA estuarina do Rio Formoso (linha marrom). C – Mapa do estuário do evidenciado o manguezal, os principais rios da região e o oceano atlântico.



Fonte: A autora 2019.

O complexo estuarino possui três rios principais: Rio Formoso, dos Passos e Ariquindá. O manguezal do complexo estuarino é composto pelas espécies de mangue *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Avicennia schaueriana* (mangue preto) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão) (NASCIMENTO FILHO, 2007).

A comunidade de Rio Formoso é formada basicamente por pescadores artesanais e marisqueiras da área urbana e rural (ARAÚJO; ALVES; SIMÕES, 2014). O município de Tamandaré era distrito de Rio Formoso até o ano de 1996, quando foi emancipado e tomou todo o litoral do município a qual pertencia. A população é constituída por pescadores e por pessoas que trabalham com o setor turístico, além dos veranistas - que só ocupam as casas durante alta temporada. As principais atividades socioeconômicas do município de Sirinhaém estão relacionadas à indústria sucroalcooleira e à pesca artesanal (CPRM, 2005).

## 2.2 COLETA DE DADOS

As informações sobre o desmatamento do manguezal foram avaliadas a partir de imagens de satélites, utilizando técnicas de geoprocessamento. Essas imagens foram escolhidas de acordo com a disponibilidade nos bancos de dados, a qualidade de resolução e a visibilidade perante a cobertura de nuvens. Normalmente as melhores imagens eram aquelas registradas nos meses de menor precipitação, ou seja, no verão. As imagens referentes a estes anos foram obtidas através do Google Earth Pro e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Tabela 1).

Tabela 1 - Fonte, anos, satélite, órbita, data e bandas correspondentes das informações geográficas utilizadas das imagens de áreas desmatadas no estuário de Rio Formoso (PE).

Fonte	Ano da imagem	Satélite	Órbita/ Ponto	Data	Bandas
<b>INPE</b>	2001	Ladsat 5	214/66	16/11/2001	1 a 8
<b>INPE</b>	2003	Ladsat 5	214/66	24/12/2003	1 a 8
<b>Google Earth Pro</b>	2006	-	-	24/11/2006	-
<b>Google Earth Pro</b>	2009	-	-	31/08/2009	-
<b>Google Earth Pro</b>	2013	-	-	11/04/2012	-
<b>Google Earth Pro</b>	2017	-	-	23/02/2017	-

Fonte: A autora 2019.

Para realizar a tipificação das áreas perdidas de mangues, utilizou-se dados de variação salinidade do estuário, obtidos a partir de dados médios de pesquisas realizadas nessas áreas, conforme indicadas na Tabela 2. A partir disto, foi elaborada uma interpolação de Krigagem que foi estendida ao longo da máscara do polígono do estuário.

Tabela 2 - Períodos de coletas das publicações científicas utilizadas para fazer a interpolação do gradiente de salinidade do estuário de Rio Formoso (PE).

Publicações	Início das coletas	Final das coletas
AQUINO et al., 2012	08/2009	07/2010
GREGO et al., 2009	08/2005	07/2006
LIMA, 2016	05/2014	12/2014
MARQUES; SILVA- FALCÃO; SEVERI, 2015	04/2012	02/2013
SILVA et al., 2009	05/2002	12/2002

Fonte: A autora 2019.

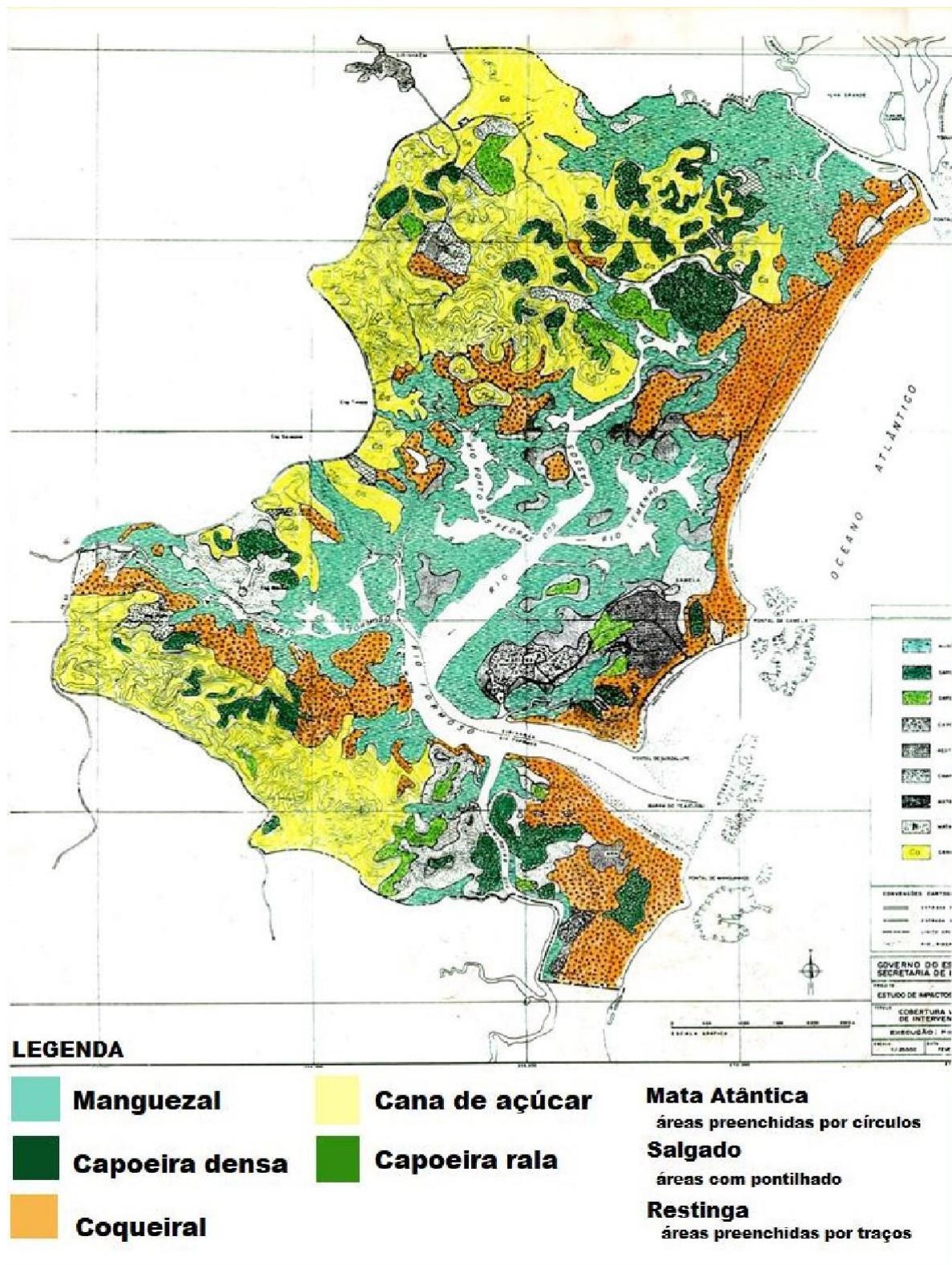
Para determinar os principais vetores de desmatamento no estuário foi feita uma análise qualitativa, por zonas, sobrepondo-se os polígonos de cobertura vegetal entre o mapa cartográfico de 1993 com as imagens de satélite de 2017.

## 2.3 ANÁLISE DE DADOS

As imagens adquiridas pelo Google Earth Pro foram exportadas para o *software* ArcGis. Primeiramente foi feito o georreferenciamento das imagens. Depois, todas elas foram analisadas no *software* com o intuito de elaborar as demarcações dos polígonos que representam as áreas de manguezal.

A delimitação das áreas de manguezal foi feita a partir do mapa cartográfico de cobertura vegetal do estuário de Rio Formoso (CPRH, 1993) (Figura 3). Este mapa é parte da documentação do EIA/RIMA realizado para o projeto de implantação do Centro Turístico de Guadalupe (PRODETUR), promovido pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) em 1993. De acordo com este mapa, as feições presentes no estuário são bosque de mangue e apicum. Assim, estas serão as vegetações consideradas para a tipificação desse ecossistema de manguezal ao longo dos anos aqui analisados.

Figura 3 - Mapa de cobertura vegetal do ano de 1993 do estuário do rio Formoso em Pernambuco.



Fonte: CPRH 1993.

A demarcação das áreas foi realizada através de vetorização de polígonos, uma técnica de classificação manual indicada por BARBOSA et al. (2016). Foram gerados seis *shapefiles* (um para cada imagem) e adotado os sistemas de coordenadas *World Geodetic System 84* (WGS 84) e de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM). No ArcGis, logo após a demarcação das áreas de manguezal através da vetorização, foi possível estimar a área total em quilômetros quadrados para cada ano selecionado, utilizando-se a ferramenta Calculate Geometry.

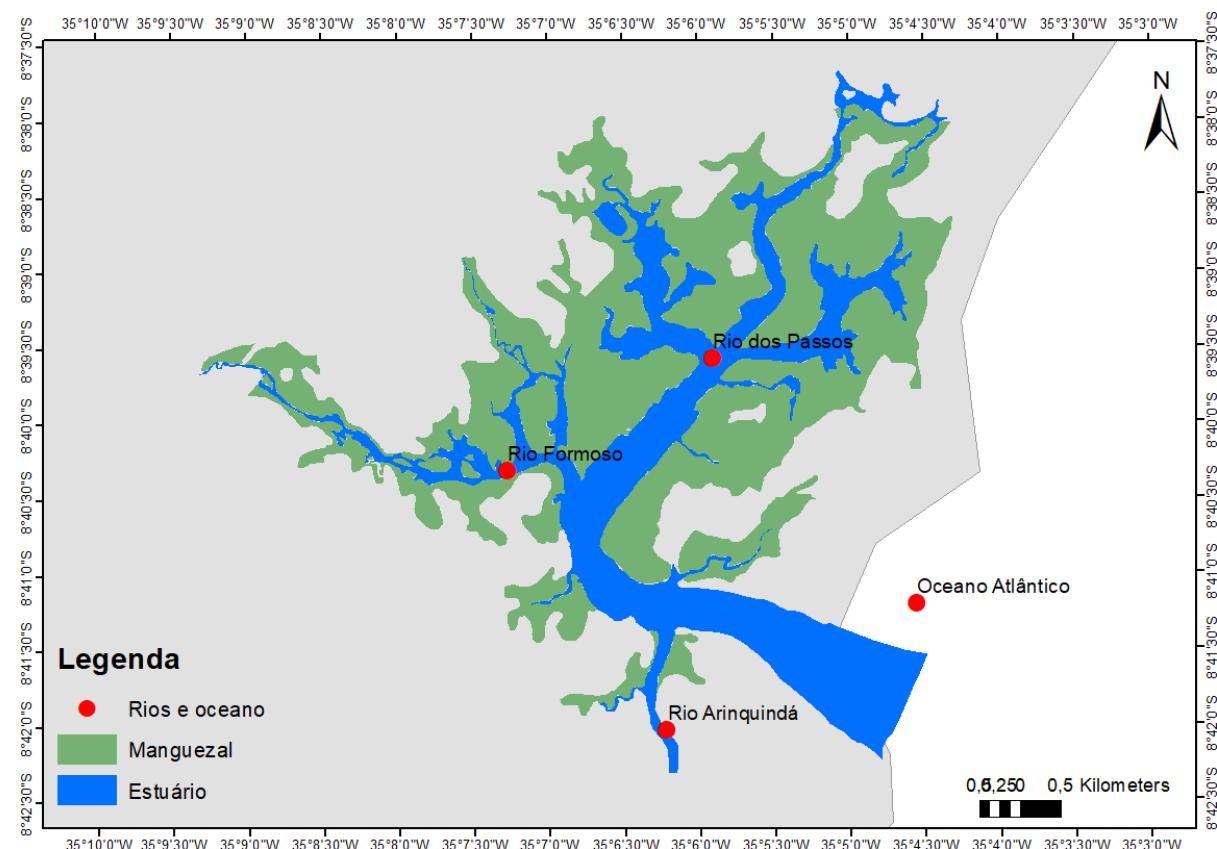
As análises de variação da salinidade feitas na caracterização do ecossistema foram obtidas através da interpolação de krigagem de dados médios compilados de estudos realizados na mesma área de estudo. A interpolação foi estendida ao longo da máscara do polígono do estuário.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 HISTÓRICO DO DESMATAMENTO DO MANGUEZAL

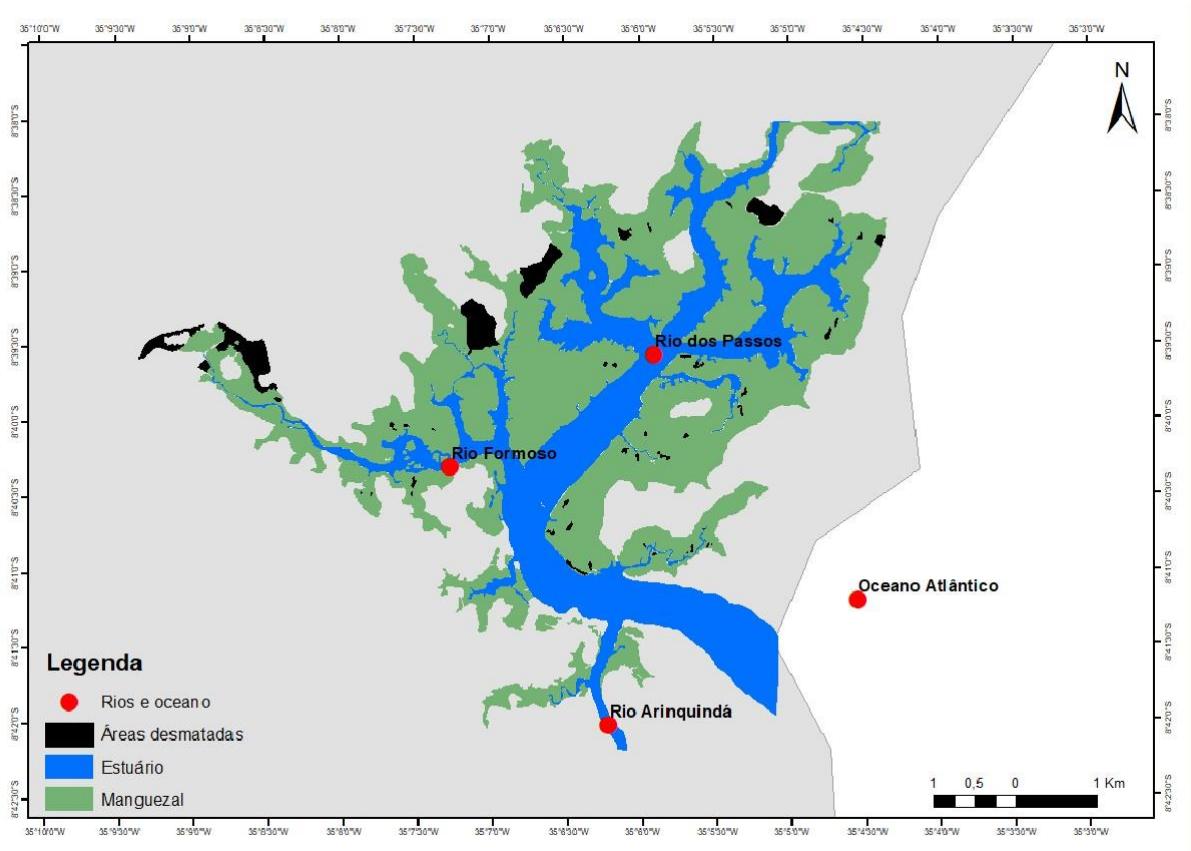
Os dados históricos da área de cobertura vegetal do ecossistema manguezal do Rio Formoso forneceram diferenças que estão apresentadas nos mapas de 1993, 2006 e 2017, que correspondem ao início, meio e fim do período analisado, indicando um decréscimo na área de cobertura do manguezal. Em 1993, essa cobertura tinha uma área de 16.864 km<sup>2</sup> (Figura 4), passando a 15.767 km<sup>2</sup> em 2006 (Figura 5) e atingindo 15.200 km<sup>2</sup> em 2017 (Figura 6). Por meio desses resultados, foi possível perceber o decréscimo da área de manguezal em cerca de 10% (1.647 km<sup>2</sup>) (Figura 7).

Figura 4 - Mapa área de cobertura vegetal das áreas desmatadas do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 1993.



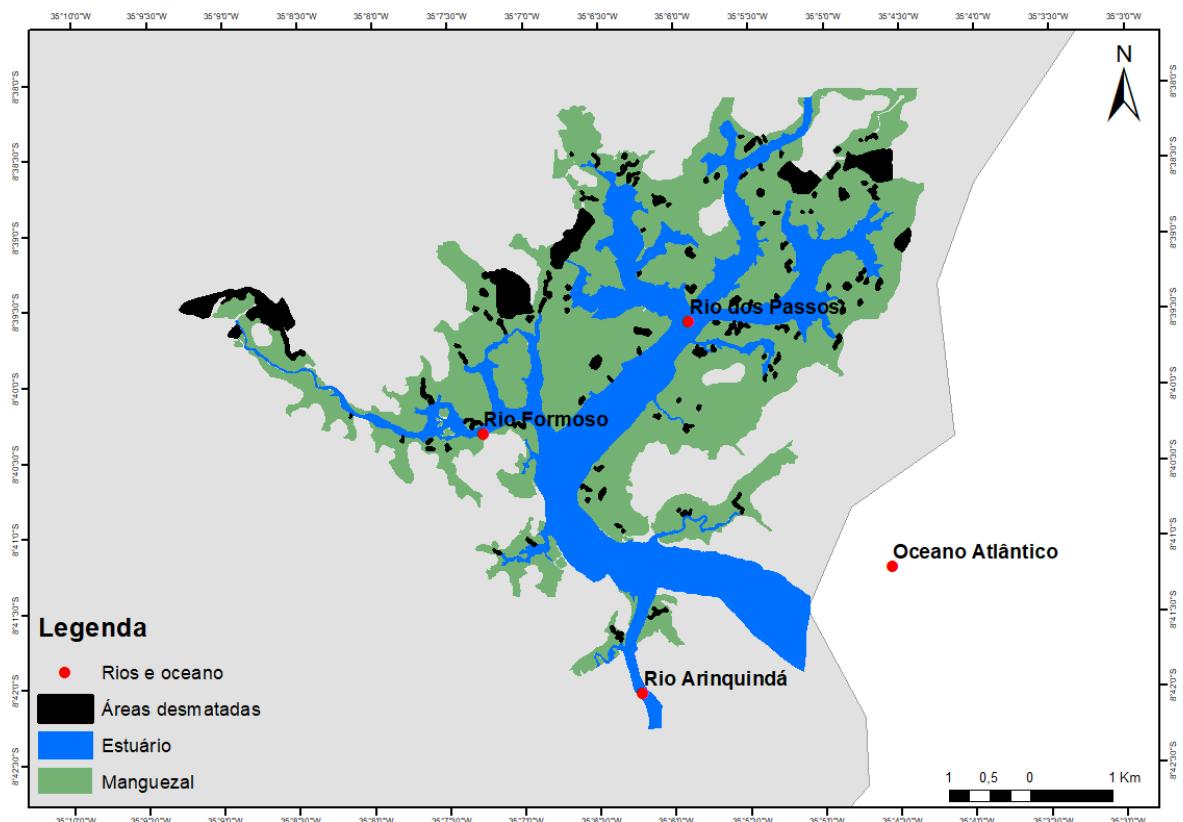
Fonte: A autora 2019.

Figura 5 - Mapa da cobertura vegetal das áreas desmatadas do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 2006.



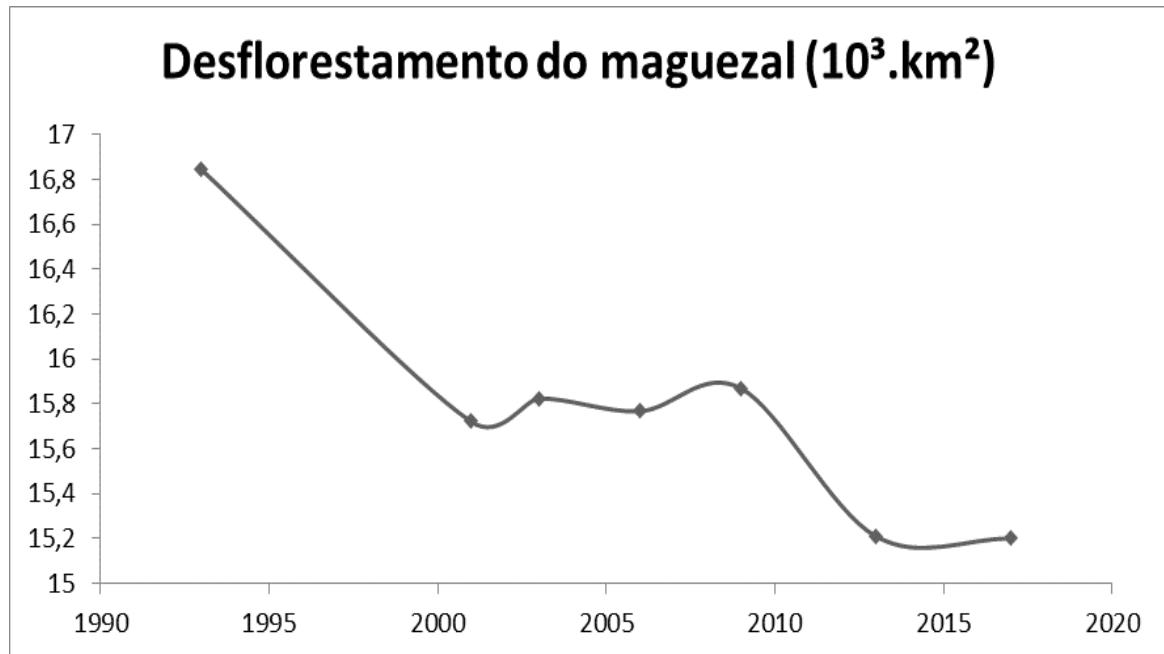
Fonte: A autora 2019.

Figura 6 - Mapa da cobertura vegetal das áreas desmatadas do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 2017.



Fonte: A autora 2019.

Figura 7 - Gráfico de desmatamento do ecossistema manguezal do Rio Formoso (1993 a 2017).



Fonte: A autora 2019.

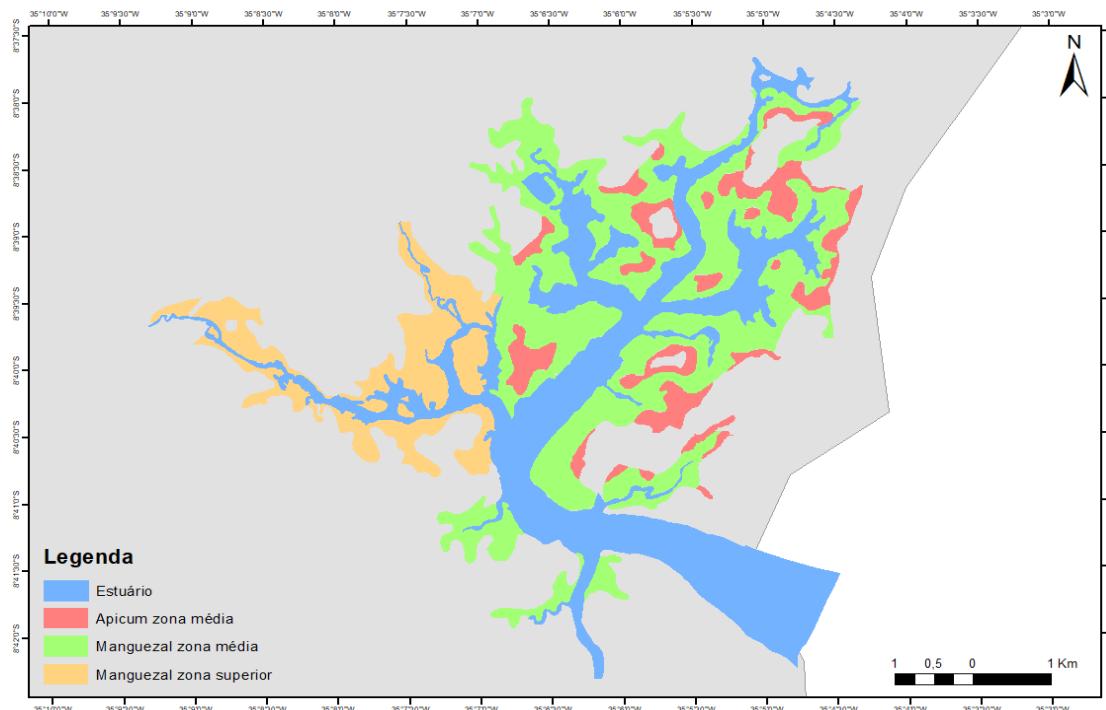
### 3.2 SALINIDADE, FEIÇÕES E DESMATAMENTO POR ZONA DO ESTUÁRIO

Por meio da interpolação de dados de salinidade foi possível elaborar um mapa contendo a divisão do estuário do Rio Formoso em três zonas, onde estão delimitadas as feições do ecossistema (Figuras 8 e 9). A salinidade foi de 16,90 a 23,05 para a zona superior, para a zona média foi de 23,05 a 28,28 e para a zona inferior de 28,28 a 32,94.

Quanto à composição da vegetação observada pelas imagens de satélite observa-se que as feições de bosques de mangue predominam na zona superior, seguida pela zona média e praticamente não existe na zona inferior. A vegetação do tipo apicum foi verificada apenas na zona média, onde a salinidade variou de 23 a 28 para o período estudado (Figura 10).

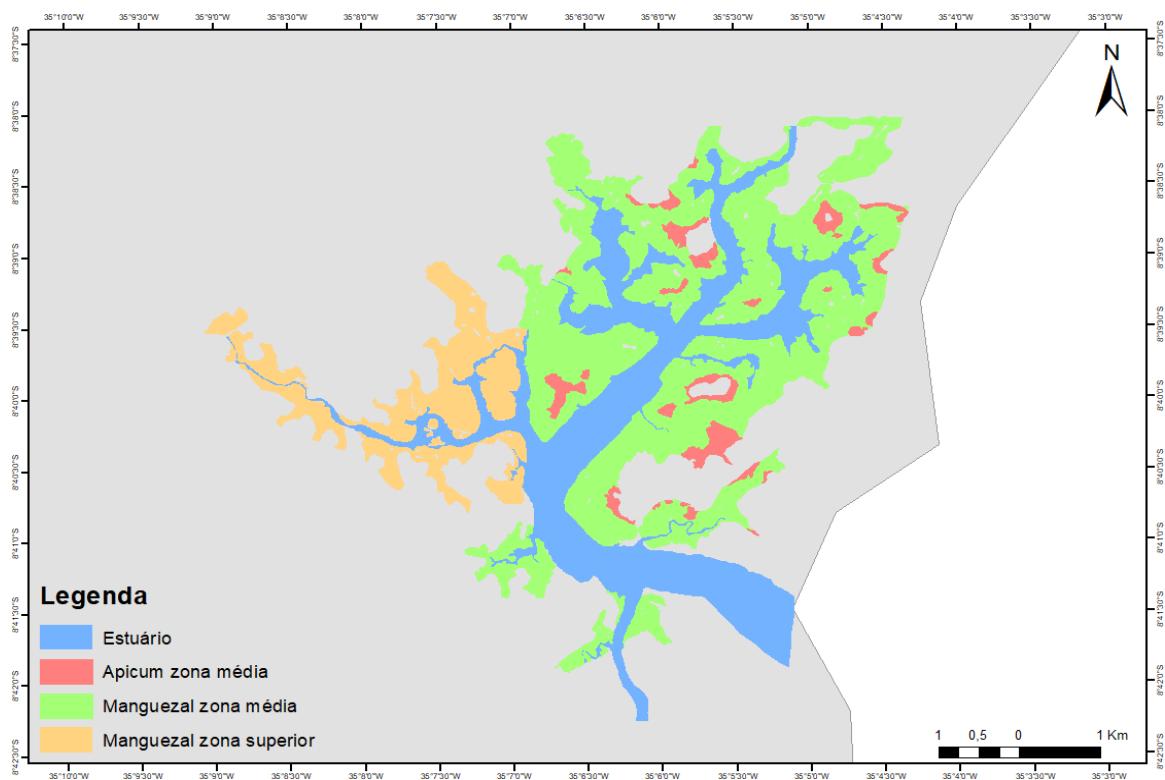
A tabela 3 sintetiza as variações entre as feições de bosque de mangue e apicum desmatadas entre os anos de 1993, 2006 e 2017 para cada zona estuarina. Os resultados indicam que a maior perda foi de apicum que ocorre a zona média, seguida dos bosques que ocorrem na zona superior.

Figura 8 - Mapa das feições bosques de mangue e apicum de acordo com as zonas estuarinas do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 1993.



Fonte: A autora

Figura 9 - Mapa das feições bosques de mangue e apicum de acordo com as zonas estuaras do ecossistema manguezal do Rio Formoso do ano de 2017.



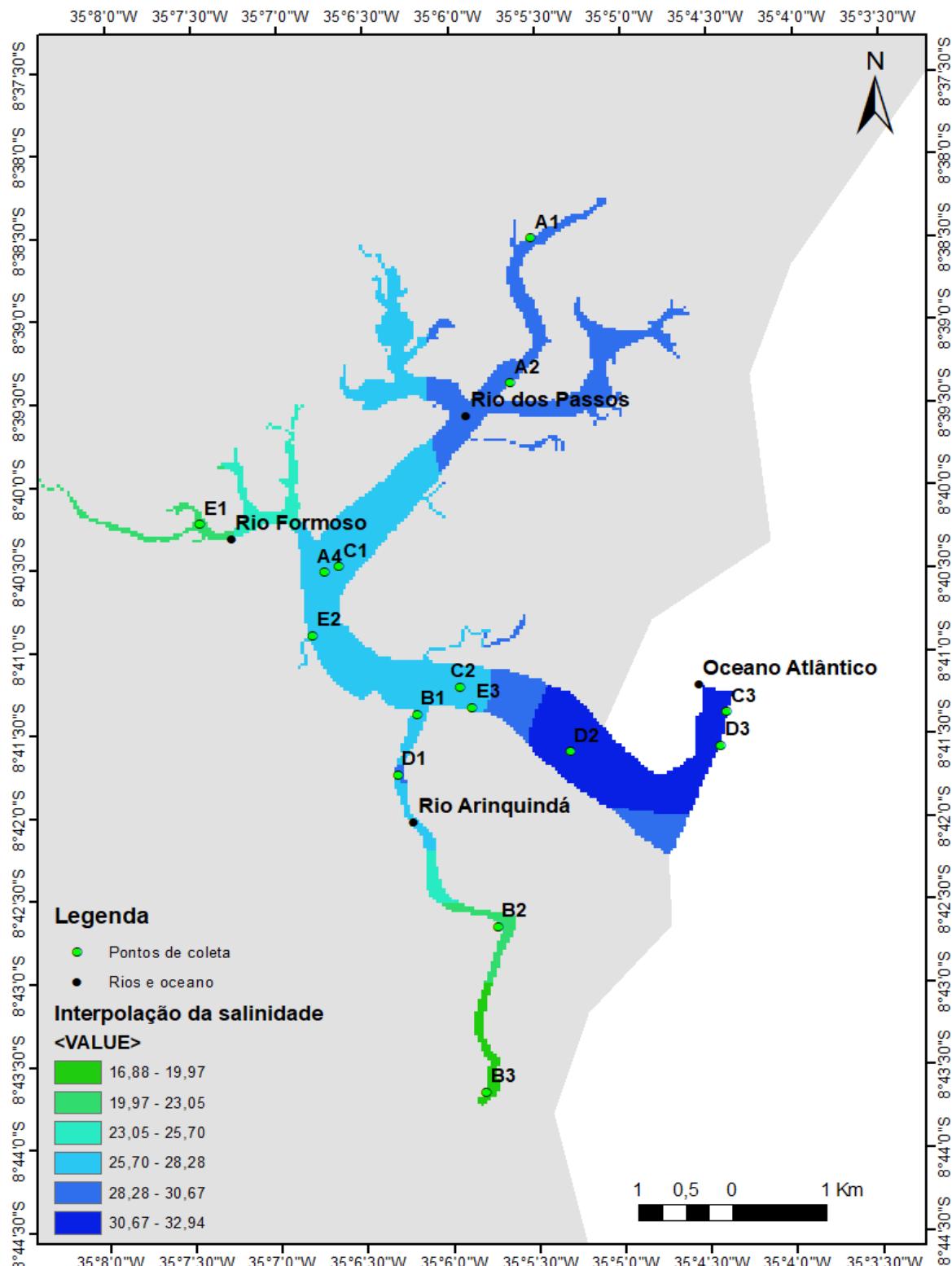
Fonte: A autora 2019.

Tabela 3 - Variação da cobertura vegetal de acordo com a zona estuarina e as feições do ecossistema manguezal do Rio Formoso.

Anos	Bosques de mangue	Bosques de mangue	Apicum
	(Zona superior)	(Zona média)	(Zona média)
1993	3.630 km <sup>2</sup>	10.703 km <sup>2</sup>	2.531 km <sup>2</sup>
2006	3.357 km <sup>2</sup>	11.123 km <sup>2</sup>	1.287 km <sup>2</sup>
2017	3.179 km <sup>2</sup>	11.050 km <sup>2</sup>	0.890 km <sup>2</sup>

Fonte: A autora 2019.

Figura 10 - Mapa de interpolação de krigagem de dados médios de salinidade compilados de estudos realizados em todo o estuário do Rio Formoso. A1 e A2 - pontos de coleta de AQUINO et al., 2012, B1, B2 e B3 - pontos de coleta de GREGO et al., 2009, C1, C2 e C3 - pontos de coleta de LIMA, 2016, D1, D2 e D3 - pontos de coleta de MARQUES; SILVA-FALCÃO; SEVERI, 2015 e E1, E2 e E3 - pontos de coleta de SILVA et al., 2009



Fonte: A autora 2019.

### 3.3 PRINCIPAIS VETORES DO DESMATAMENTO

Durante o espaço de 23 anos, analisado na presente pesquisa foi possível observar as áreas de desenvolvimento antrópico fronteiriços às áreas de manguezal. À medida que ocorreu a expansão dos centros urbanos da cidade de Rio Formoso houve o aumento da degradação dos bosques de mangue. Por meio da avaliação das imagens detectou-se o aumento da ocupação humana correspondente aos centros urbanos, invadindo e destruindo as áreas de manguezal (Figura 11). Também se constatou que algumas áreas de apicum, a partir do ano 2000, foram substituídas por tanques de carcinicultura (Figura 12).

Figura 11 - Áreas desmatadas na cidade de Rio Formoso entre os anos de 1993 e 2017. Os polígonos representam as áreas de manguezal em 1993 e a foto é a área em 2017.



Fonte: A autora 2019.

Figura 12 - Áreas desmatadas na pela carcinicultura o rio dos Passos entre os anos de 1993 e 2017. Os polígonos representam as áreas de manguezal em 1993 e a foto é a área em 2017.



Fonte: A autora 2019.

Além dos danos causados à área de manguezal decorrente da instalação dos tanques de carcinicultura, houve também a perda de cobertura vegetal causada pelos canais de escoamento, que ligam os tanques às fontes de abastecimento de água oriundas dos rios. Outro fator antropogênico que contribui para a destruição desse ecossistema, como a monocultura da cana de açúcar, que é um problema histórico na região, e merece atenção em estudos futuros.

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados aqui obtidos demonstraram existir uma progressão do desmatamento do estuário de Rio Formoso para o período analisado, desde 1993 até 2017. O decréscimo de cobertura de manguezal é um impacto antropogênico comum, ele também foi verificado em outras áreas estuarinas do litoral brasileiro. Pode-se citar como exemplo os estuários do Canal de Santa Cruz, também em Pernambuco (MOURA; CANDEIAS, 2011), do rio Paraíba do Sul (RJ), cuja uma perda total equivale a 185 ha entre os anos de 1986 e 2001 (BERNINI et al., 2010), e ainda no Complexo Estuarino Lagunar Paranaguá Iguape (Cananéia, SP) (KRUG; LEÃO; AMARAL, 2007).

Os principais impactos identificados no manguezal do Rio Formoso são advindos do crescimento da área urbana mais próxima ao ecossistema e à carcinicultura. Segundo QUEIROZ et al. (2013), os impactos gerados pela aquicultura são de âmbito ambiental e social e afetando a qualidade da água e causando a perda de biodiversidade local. Consequentemente, influenciam na forma de produção das comunidades tradicionais que deixam de praticar atividades extrativistas passando a trabalhar com uma única cultura.

A falta de planejamento urbano é um problema recorrente das cidades brasileiras, principalmente aquelas que possuem áreas costeiras (BOEIRA, 2004). Verificou-se que, ao longo do tempo, que a expansão do centro urbano de Rio Formoso contribuiu para o desmatamento do manguezal da região, principalmente na zona estuarina superior, onde se situa a cidade.

Somando-se ao crescimento desordenado, os municípios de Rio Formoso, Sirinhaém e Tamandaré participaram do Programa de Desenvolvimento do Turismo na década de 90, que almejava o desenvolvimento do nordeste através do turismo. Segundo BARBOSA; CORIOLANO (2016), esse tipo de programa é realizado a partir de políticas públicas, tendo como incentivadores o estado e empresas privadas, que se apropriam dos recursos naturais e culturais da região para transformá-los em atrativos turísticos a fim comercializá-los. O projeto na região foi intitulado de Centro Turístico de Guadalupe e promoveu a construção de restaurantes, hotéis e estradas possibilitando o deslocamento de pessoas para essa região em busca de trabalho, como veranistas ou visitantes. Nos documentos EIA/RIMA, propostos para este projeto (PERNAMBUCO, 1993), havia uma lista de

sugestões conservacionistas, entre elas a de uso de áreas de coqueiral ao invés de expansão em áreas nativas. Seguindo essas recomendações, foi observado que a construção dos grandes empreendimentos no estuário de Rio Formoso, entre 1993 e 2017, não supriu vegetação de manguezal, embora tenham sido seguidas as normas legais.

Outro vetor impactante registrado foi a carcinicultura, cujas instalações em Rio Formoso foram feitas entre 1990 e 2000. Esta atividade é responsável pela construção de tanques e canais que geralmente ficam nos locais mais internos do manguezal, em regiões de apicum. De acordo com (MEIRELES et al., 2007), em áreas de implantação de carcinicultura, há um agravamento de problemas sociais por ser esta uma atividade concentradora de renda, não beneficiado as comunidades tradicionais; apenas os empresários. Dentre a vasta gama de impactos ambientais ocasionados pela carcinicultura destacam-se: a modificação do fluxo das marés, a extinção de habitats de numerosas espécies, a disseminação de doenças entre crustáceos e a contaminação da água. Além destes impactos, ainda existe um alto risco de introdução de espécies exóticas, por não possuir predadores naturais essa espécie pode se reproduzir desenfreadamente e causar um desequilíbrio ecológico nos locais onde estão instalados esses cultivados de crustáceos (CAVALCANTI, 2012).

Outro impacto observado durante esse período em Rio Formoso foi a expansão de áreas de cana-de-açúcar. A introdução da cana-de-açúcar no período colonial em Pernambuco contribuiu para o empobrecimento do solo (CORREIA et al., 2016) e o desmatamento das margens dos rios, estes sofreram ainda um processo de assoreamento (MACHADO, 2006). Áreas de mata atlântica no estado continuam sendo destruídas para o cultivo de cana-de-açúcar que despeja material tóxico nos rios e estuários, afetando toda a vida marinha (ARAÚJO; ALVES; SIMÕES, 2014). O habitual banho de rio entre a alta sociedade pernambucana desapareceu, deu lugar aos banhos de mar, em decorrência da intoxicação da água pelo vinhoto da indústria do açúcar e do álcool (MACHADO, 2006).

Quando se trata da relação entre pesca e ecossistema manguezal sabe-se que os principais prejudicados com o declínio dos recursos pesqueiros são os pescadores artesanais nativos, que dependem dessa fonte de proteína para sobreviver (MELO, 2018). A comunidade pesqueira de Rio Formoso atribui os impactos que atingem o manguezal à falta de políticas públicas voltadas para essa

problemática. Porém, eles também afirmam que há um agravamento na situação devido ao próprio comportamento dos moradores que contribuem com essa degradação dessa vegetação (ARAÚJO; ALVES; SIMÕES, 2014). MALINCONICO (2019) identificou, através de entrevistas embasadas nas ações prioritárias do plano de manejo da APA de Guadalupe, que, para essa população, a recuperação de áreas degradadas é uma das ações menos prioritárias para a região. A maioria dos pescadores, entretanto, confia na resiliência natural do mangue como atividade suficiente para a manutenção e a recuperação dos impactos antrópicos a ele causados.

Todas as áreas de mangue de Pernambuco são protegidas por lei estadual (PERNAMBUKO, 1986) e federal através do código florestal brasileiro (BRASIL, 2012). Contudo, o estuário de Rio Formoso encontra-se numa situação singular por se inserir em um mosaico de Unidades de Conservação; fazendo parte das APAs de Guadalupe (PERNAMBUKO, 1997), estuarina (PERNAMBUKO, 1986) e Costa dos Corais (BRASIL, 1997). Apesar de todos esses instrumentos conservacionistas, ainda se observa um decréscimo na cobertura vegetal do ecossistema manguezal enfatizando lacunas de ações de fiscalização e educação ambiental conforme estudos anteriores (MALINCONICO, 2019).

O problema de boa parte das unidades de conservação é que elas dispõem de baixa ou nenhuma condição de funcionamento para cumprimento efetivo de suas atividades. As unidades vêm sendo sistematicamente criadas, sem que sejam destinados recursos necessários para sua implementação. Recursos insuficientes geram sérias limitações para os gestores, que não têm condições de executar ações mínimas de fiscalização e de infraestrutura para visitação. A principal deficiência do sistema, em geral, é a falta de recursos financeiros suficientes para a implantação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (GODOY; LEUZINGER, 2015). GERHARDINGER et al. (2011) detectaram que a pressão política tem sobre carregado os chefes e analistas das unidades de conservação. Esses autores também discutem que os analistas das UCs se sentem abandonados pelos órgãos superiores e acabam deixando seus trabalhos por falta de suporte institucional.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que houve um decréscimo na vegetação entre os anos de 1993 e 2017 na área do manguezal do estuário do Rio Formoso. A feição mais afetada foi à apicum na zona estuarina média seguida pelos bosques de mague da zona superior do estuário. Os principais vetores do desmatamento foram o aumento da população no centro urbano mais próximo e instalações da carcinicultura.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, E. P. DE; et al. Biomassa fitoplancônica e fatores ambientais em um estuário tropical do Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 40, n. 1, p. 17–28, 2012.
- ARAÚJO, M. E. DE; ALVES, M. D. DE O. ; SIMÕES, L. **Histórias de pescadores: Meio ambiente, recursos pesqueiros e tradições em Rio Formoso-Pernambuco.** 1 ed ed. Recife: Editora UFPE, 2014.
- BARBOSA, L. M. .; CORIOLANO, L. N. Políticas territoriais de turismo no nordeste: O PRODETUR como estratégia socioeconômica. **Geosaberes**, v. 6, n. 3, p. 255–277, 2016.
- BARBOSA, L. N. . et al. Evolução espaço-temporal da vegetação de mangue no estuário do rio Pacoti/Ceará. **Revista Geonorte**, v. 7, n. 26, p. 144–159, 2016.
- BERNINI, E. . et al. Alterações na cobertura vegetal do manguezal do estuário do Rio Paraíba do Sul no período de 1976 a 2001. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, n. January, p. 2–9, 2010.
- BERNINI, E. .; REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana , ES-RJ Introdução. **Biota**, v. 23, n. 1, p. 49–60, 2010.
- BLABER, S. J. M. **Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation.** [s.l.] Oxford, 2000.
- BOEIRA, S. L. **Política e Gestão Ambiental no Brasil: da Rio-92 ao Estatuto da Cidade.** II Encontro da ANPPAS. Anais...Campinas: 2004
- BRASIL. **Decreto de 23 de outubro de 1997.** Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/images/stories/legislacao/Decreto\\_23\\_10\\_1997.pdf](http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/images/stories/legislacao/Decreto_23_10_1997.pdf)>.
- BRASIL. **Lei No 9.985, de 18 de julho de 2000.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm)>.
- CAVALCANTI, L. E. Aspectos geoambientais da carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus desdobramentos legais: a implementação da licença ambiental em defesa do meio ambiente. **Revista dos Estudantes de Direito da Universidade de Brasília**, v.10-E (especial eletrônica), p. 71- 88, 2012.
- COMElli, F. A. M. .; PONTE, A. C. E. .; CLARO, S. M. C. **Aspectos estruturais do manguezal de Cubatão-SP, Brasil.** Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira:Subsídios a um gerenciamento ambiental. **Anais...São Paulo:** 1994 Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/323547686\\_Aspectos\\_estruturais\\_de\\_um\\_manguezal\\_de\\_Cubatao\\_SP\\_Brasil\\_Structural\\_aspects\\_of\\_a\\_mangrove\\_from\\_Cubatao\\_SP\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/323547686_Aspectos_estruturais_de_um_manguezal_de_Cubatao_SP_Brasil_Structural_aspects_of_a_mangrove_from_Cubatao_SP_Brazil)>

CORREIA, J. R. M. B. et al. Poluição em recifes de coral por vinhoto da cana-de-açúcar. In: **Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo**. Editores: Carla Zilberberg et al. – Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 2016. 360 p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Sirinhaém, estado de Pernambuco** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas et al. - Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p. + anexos

CUNHA-LIGNON, M. . et al. Estudos de Caso nos Manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço-temporais. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 79–91, 2009.

DAHDOUH-GUEBAS, F. The use of remote sensing and gis in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. **Environment Development and Sustainability**, v. 4, p. 93–112, 2002.

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations**. 1 ed ed. Roma: [s.n.].

GERHARDINGER, L.C. et al. Marine Protected Dramas: The Flaws of the Brazilian National System of Marine Protected Areas. **Environmental Management**, 47, p. 630–643, 2011.

GIRI, C. . et al. Mangrove forest distributions and dynamics ( 1975 – 2005 ) of the tsunami-affected region of Asia. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 519–528, 2008.

GIRI, C. . et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, p. 154–159, 2011.

GODOY, L. R. C.; LEUZINGER, M.D. O financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil. **Revista de Informação Legislativa**. Ano 52. Número 206. 2015. abr/jun.

GREGO, C. K. DA S. . et al. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): Variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, v. 31, n. 2, p. 183–198, 2009.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. **Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems**. [s.l: s.n.]. v. 40

KRUG, L. A. .; LEÃO, C. .; AMARAL, S. **Dinâmica espaço-temporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e relação entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econômicos da região urbana do município de Paranaguá-Paraná**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais...Florianópolis: 2007

LACERDA, L. D. .; ITTEKKOT, V. .; PATCHINEELAM, S. R. Biogeochemistry of

Mangrove Soil Organic Matter: a Comparison Between *Rhizophora* and *Avicennia* Soils in South-eastern Brazil. **Coastal and shelf science**, v. 40, p. 713–720, 1995.

LIMA, A. N. DE. **Condições ambientais do estuário do Rio Formoso (Tamandaré/Pernambuco/Brasil): Biomassa fitoplanctônica e hidrologia.** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

LONGO, A. F. P. **Produtividade primária em bosque de franja e bacia no manguezal do rio Ariquindá (Tamandaré-Pernabuco, Brasil).** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

MACHADO, R. M. O processo histórico do desmatamento do Nordeste brasileiro: impactos ambientais e atividades econômicas. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 23, n. 2, p. 123- 134, 2006.

MALINCONICO, N. **Áreas marinhas protegidas em Pernambuco: Ações de conservação na percepção dos tomadores de decisão, com ênfase aos pescadores artesanais.** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

MARQUES, V. M. .; SILVA-FALCÃO, E. C. .; SEVERI, W. Estrutura da assembleia ictioplancônica em dois estuários tropicais de Pernambuco (Brasil), sujeitos a diferentes condições hidrológicas. **Revista Brasileirade Ciencias Agrarias**, v. 10, n. 2, p. 304–314, 2015.

MEIRELES, A. J. DE A. . et al. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral Cearense, Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia da UFC**, v. 6, n. 12, p. 83–106, 2007.

MELO, P. W. DE. **Pesca artesanal: Ameaça e destino do pescado em Rio Formoso (PE).** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

MOURA, A. R. L. U. DE;; CANDEIAS, A. L. B. **Uso de geotecnologias para o gerenciamento ambiental dos manguezais do sistema estuarino de Itamaracá-PE.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais...Curitiba: 2011

NASCIMENTO FILHO, G. A. . **Desenvolvimento estrutural e padrão de zonação dos bosques de mangue no rio Ariquindá, Baía de Tamandaré.** [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

PERNAMBUCO. **Lei nº 9.931 de 11 de dezembro de 1986.** Disponível em: <[http://www.cprh.pe.gov.br/legislacao/leis/leis\\_estaduais/leis\\_estaduais\\_1979/39805%3B52705%3B14101004%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/legislacao/leis/leis_estaduais/leis_estaduais_1979/39805%3B52705%3B14101004%3B0%3B0.asp)>.

PERNAMBUCO. **Estudo de Impacto Ambiental-EIA, Relatório de Impacto Ambiental-RIMA: Centro turístico de Guadalupe.** [s.l: s.n.].

PERNAMBUCO. **Decreto Nº 19.635, de 13 de março de 1997.** Disponível em: <<http://www.oads.org.br/leis/2407.pdf>>.

PRIMAVERA, J. H. **THE VALUES OF WETLANDS : LANDSCAPE AND**

INSTITUTIONAL Development and conservation of Philippine mangroves: institutional issues. **Ecological Economics**, v. 35, n. 1, p. 91–106, 2000.

QUEIROZ, L. . et al. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970-2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 73, p. 54–62, 2013.

ROMAÑACH, S. S. . et al. Conservation and restoration of mangroves: Global status , perspectives , and prognosis. **Ocean and Coastal Management**, v. 154, n. February 2017, p. 72–82, 2018.

ROSOT, M. A. D. .; BARCZAK, C. L. .; COSTA, D. M. B. **Análise da Vulnerabilidade do manguezal do Itacorubi a ações antrópicas utilizando imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento**. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. In: ICMBIO. **Atlas dos manguezais do Brasil**. [s.l: s.n.].

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; COELHO-JUNIOR, C. Onde vivem os manguezais e porque são tão importantes. In: ICMBIO. **Atlas dos manguezais do Brasil**. [s.l: s.n.].

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 1991.

SEMADS, E. D. S. **Manguezais: educar para proteger**. 1 ed ed. Rio de Janeiro: FEMAR- Fundação de Estudos do Mar, 2001.

SILVA, M. H. DA; et al. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 355–368, 2009.

SILVA, M. J. DE A. **Etnoictiologia de comunidades tradicionais quilombolas e urbanas no litoral sul de Pernambuco**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.

SOUZA, J.; SANTOS, D. O. S. Turismo no Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha: praticando a ( in ) sustentabilidade. 2014.

VALE, C. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A Zona Costeira do Brasil e os manguezais. In: ICMBIO. **Atlas dos manguezais do Brasil**. [s.l: s.n.].

VALIELA, I.; BOWEN, J. L.; YORK, J. K. Mangrove Forests : One of the World ' s Threatened Major Tropical Environments. **BioOne Research envolved**, v. 51, n. 10, p. 807–815, 2001.