



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM MODELAGEM EM CIÊNCIA DA TERRA E DO AMBIENTE – PPGM**



**ANA PAULA SENA DE SOUZA**

**SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS  
APLICADOS AO MAPEAMENTO DOS MANGUEZAIS NA REGIÃO DO BAIXO  
SUL DA BAHIA**

Feira de Santana-BA  
2019

Ana Paula Sena de Souza

**SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS  
APLICADOS AO MAPEAMENTO DOS MANGUEZAIS NA REGIÃO DO BAIXO  
SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. George Olavo Mattos e Silva

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jocimara Souza Britto Lobão

Feira de Santana- BA  
2019

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

- S713 Souza, Ana Paula Sena de  
Sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas aplicados ao mapeamento dos manguezais na Região do Baixo Sul da Bahia / Ana Paula Sena de Souza. – 2019.  
75 f.: il.
- Orientador: George Olavo Mattos e Silva  
Coorientadora: Jocimara Souza Britto Lobão  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Feira de Santana, 2019.
1. Manguezais – Região do Baixo Sul, Bahia. 2. Sensoriamento remoto.  
3. Sistemas de Informações Geográficas (SIG). 4. Mapeamento – imagens de satélite.  
5. Carcinicultura. I. Silva, George Olavo Mattos e, orient. II. Lobão, Jocimara Souza Britto, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 633.876:528.8(814.22)

Luis Ricardo Andrade da Silva - Bibliotecário - CRB-5/1790

# ANA PAULA SENA DE SOUZA

## "SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS AO MAPEAMENTO DOS MANGUEZAIS NA REGIÃO DO BAIXO SUL DA BAHIA".

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da Universidade Estadual de Feira de Santana.

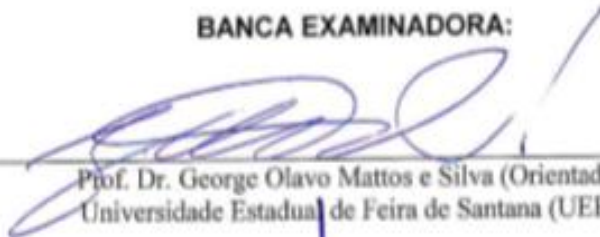
Orientador: George Olavo Mattos e Silva

Co-orientadora: Jocimara Souza Britto Lobão

Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais e Geotecnologias.

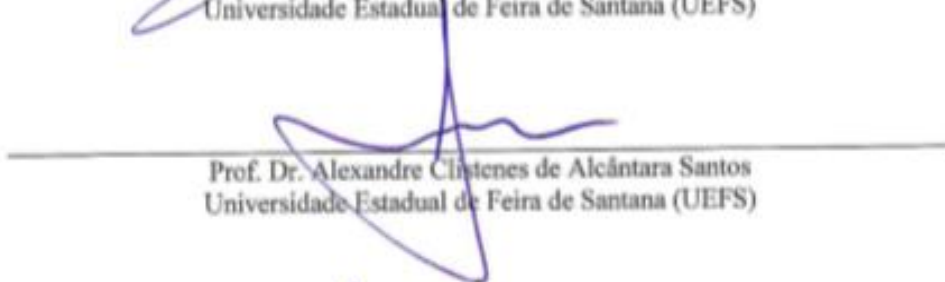
**Data de aprovação: 05 de Abril de 2019.**

### BANCA EXAMINADORA:



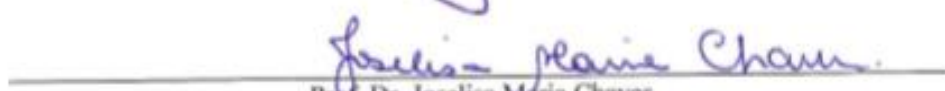
---

Prof. Dr. George Olavo Mattos e Silva (Orientador)  
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)



---

Prof. Dr. Alexandre Clístenes de Alcântara Santos  
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)



---

Prof. Dr. Joselisa Maria Chaves  
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

*“Cortar manguezais para aquicultura intensiva ou para qualquer outra finalidade é cortar o cordão umbilical entre a terra e o mar”*

Marta Vannucci

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais, pelo apoio que sempre me dedicaram, a minha irmã por estar sempre presente, ao meu irmão e minha querida sobrinha Yasmin.**

**A todos os pescadores e marisqueiras que fazem do manguezal seu ambiente de Trabalho.**

**A todos (as) aqueles (as) que de certa forma foram fundamentais neste trajeto!**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças, sabedoria, coragem, e muita paciência para a realização de mais essa etapa.

Agradeço a minha família, especialmente a minha Mãe, Marilene de Jesus Sena de Souza, por toda força e apoio durante todo este percurso e por acreditar que eu era capaz sempre; ao meu Pai, Francisco Nery de Souza; ao meu irmão, Marcos Antônio de Jesus Sena de Souza, e, em especial, a minha irmã-amiga-parceira Ivonice Sena de Souza por estar comigo sempre, em cada etapa deste processo, pelos incentivos, paciência e companheirismo.

Agradeço ao PPGM- Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente pela oportunidade da realização do curso de mestrado. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de mestrado durante vinte meses.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador o Prof. Dr. George Olavo Mattos e Silva pela confiança que me depositou, atenção, paciência e a amizade construída tudo isso contribuiu para o êxito deste trabalho, e principalmente pelos incentivos em buscar sempre o melhor durante a elaboração da dissertação.

Agradeço a minha coorientadora a Prof<sup>ra</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jocimara Souza Britto Lobão, pelas contribuições durante as orientações.

Aos meus colegas da turma XI, Ana Paula Rios, Beth Souza, Erenir Oliveira, Samuel José de Jesus, Naiara Lima, Silvana Wenceslau, Diego Costa, Veronica Machado, Thaison Monteiro, Raiara Santos, Oriana, Natane Brito, Jorge Netto e principalmente a Jonathas Santos, pela grande amizade construída pelas sugestões e discussões acerca do trabalho realizado, e por me socorrer nos momentos que mais precisei.

Agradeço aos professores do PPGM/UEFS Admiro Barros, Tati Almeida, Gustavo Batista, Paulo de Tarso, Rodrigo Vasconcelos, Rosangela Leal, Washington Rocha, Joselisa Chaves e Marjorie Nolasko, pelas dicas e ensinamentos. A professora Simony Reis, por permitir realizar o tirocínio, na sua turma de SIG.

Aos funcionários da Secretária, Bruno, Diego Leite e Gabriele mesmo no pouco tempo de convivência. Aos vigilantes Paulo e seu Zivaldo. Aos funcionários dos laboratórios, Danusa e Pedro Silvestre. Aos meus companheiros das viagens de campo, Ivonice Sena, Carolina Oliveira e Levi. Aos membros das bancas examinadoras da qualificação e defesa, pela disponibilidade e contribuições.

Aos motoristas que nos conduziram durante os trabalhos de campos.

## **RESUMO:**

Os manguezais brasileiros ocupam uma área equivalente a 25.000 km<sup>2</sup> e são encontrados ao longo de quase toda a extensão da costa brasileira. Na Bahia, estima-se que os manguezais ocupam uma área de 1.000 km<sup>2</sup>, com o destaque para a região do Baixo Sul, onde as maiores florestas estão situadas entre os municípios de Valença e Maraú. Os mangues são de fundamental importância econômica para a sustentação das comunidades pesqueiras do seu entorno. O objetivo do estudo foi mapear e analisar a variação espacial e temporal das áreas de cobertura de manguezais dos territórios da pesca artesanal em quatro municípios da região do Baixo Sul da Bahia, por meio de um mapeamento utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas. Foram utilizadas imagens de sensor Landsat 5, 8 dos anos de 1994 e 2017 por meio de classificação supervisionada utilizando o método MAXVER. Também foram usadas imagens de alta resolução do *Google Earth* para identificação e mapeamento dos principais vetores responsáveis pela supressão das áreas de manguezais. Posteriormente, os dados foram convertidos para formato vetorial (shapefile) e quantificados. Considerou-se necessário mapear e analisar as classes de uso e cobertura da zona costeira da área de estudo, para identificação dos fatores que afetam a integridade dos manguezais. A utilização das imagens de alta resolução do Google Earth permitiu identificar oito principais classes de uso e cobertura: manguezal, restinga, vegetação ombrófila densa, carcinicultura, loteamentos, tanques de camarão, área urbana e corpos d'água. No período analisado (1994-2017) foram identificados três vetores responsáveis pela supressão do manguezal: a expansão urbana, escavação de tanques para carcinicultura, e o avanço de áreas de apicum. A expansão urbana vem atingido sobretudo os manguezais do município de Valença; o avanço da carcinicultura vem ocorrendo no município de Nilo Peçanha, especificamente nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos; enquanto Cairu é o município com maior redução da área de manguezal por processo aparentemente natural de avanço dos apicuns. Ressalta-se que a área total de manguezais da zona costeira do município de Nilo Peçanha sofreu uma redução de aproximadamente 18% da cobertura natural observada 2002 (4,31km<sup>2</sup>), restando em 2017 apenas 3,53 km<sup>2</sup> de manguezais. No mesmo período, pode-se registrar uma expansão das áreas de cultivo (tanques) de camarão cinco vezes maior que a observada em 2002. Estes tanques estão localizados em Área de Proteção Permanente (APP), dentro de uma unidade de conservação estadual (APA do Pratigi), onde é proibida a supressão da vegetação nativa e instalação de qualquer empreendimento sem o devido processo de licenciamento ambiental. De uma forma geral, a classificação supervisionada foi satisfatória para os objetivos propostos no estudo realizado. O uso das ferramentas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas foram fundamentais na identificação dos vetores responsáveis pela supressão das áreas de manguezal na região do Baixo Sul da Bahia. A análise das imagens do Google Earth permitiu localizar e acompanhar a variação das áreas de cobertura de manguezal e das classes de uso e ocupação da zona costeira estuarina, em detalhes e qualidade excelentes, permitindo substituição do acesso in loco em áreas que exponha o pesquisador a riscos, ou que dispõe de poucos recursos financeiros, a partir da detecção remota, como demonstrado neste estudo.

**Palavras-Chave:** Geotecnologias, Google Earth, Carcinicultura, Ciências Ambientais.



## **ABSTRACT:**

Brazilian mangroves occupy an area equivalent to 25,000 km<sup>2</sup> and are found along almost all 8,000 km of the Brazilian coast. In Bahia, it is estimated that the mangrove occupies an area around 1,000 km<sup>2</sup>. In Bahia, the high light is for the Baixo Sul region, where the largest forests are located between the municipalities of Valença and Maraú. The mangroves are of fundamental economic importance for the support of the regional fishing communities. The objective of the study was to map and analyze the spatial and temporal variation of the mangrove cover areas in the Southern Bahia, through a mapping using Remote Sensing techniques and the Geographic Information System. Landsat 5, 8 sensor images from the years 1994 and 2017 were used by supervised classification using the MAXVER method and high resolution images of Google Earth to the identification and mapping of the main vectors responsible for the suppression of mangrove areas. A Subsequently, the data were converted to vector format (shapefile) and quantified. It was considered necessary to map and analyze the classes of use and coverage of the coastal zone of the study area, to identify the factors that affect the integrity of mangroves. The use of high resolution images of Google Earth allowed us to identify eight main classes of use and coverage: mangrove, restinga, dense ombrophilous vegetation, shrimp farming, allotments, shrimp farming, urban area and water bodies. In the analyzed period (1994-2017), three principal vectors responsible for mangrove suppression were identified: urban expansion, excavation of shrimp ponds, and the advance of apicum areas. The urban expansion has reached mainly the mangroves of the municipality of Valença; the advance of shrimp farming has been place in the municipality of Nilo Peçanha, specifically in the communities of São Francisco and Barra dos Carvalhos; while Cairu is the municipality with the greatest reduction of the mangrove area by apparently natural process of advancement of apicuns. It is noteworthy that the total area of mangroves in the coastal zone of the municipality of Nilo Peçanha suffered a reduction of approximately 18% of the natural cover observed in 2002 (4.31km<sup>2</sup>), remaining in 2017 only 3.53 km<sup>2</sup> of mangroves. In the same period, there is an expansion of shrimp farming areas (ponds) five times greater than that observed in 2002. These shrimp ponds are located in Permanent Protection Areas (APP), within a state Environmental Protection Area (APA of Pratigi), where it is prohibited the suppression of native vegetation without due process of environmental licensing. In general, the supervised classification was satisfactory for the objectives proposed in the study. The use of Remote Sensing and Geographic Information System tools were fundamental in identifying the vectors responsible for the suppression of mangrove areas in the study area. The analysis of the images of Google Earth allowed to locate and follow the variation of the mangrove cover areas and the classes of use and occupation of the estuarine coastal zone, in excellent details and quality, allowing the substitution from remote sensing, of the access *in loco* in areas of difficult access or that expose the researcher to risks, as demonstrated in this study. Besides the mapping of the mangrove, it was necessary to map, analyze and understand the other classes of use and coverage of the Coastal Zone of the study area. The vectors identified, responsible for the suppression of the mangroves in the region were: apicum, shrimp farming and urbanization. Shrimpfarming is the main vector responsible for the suppression of mangroves in the municipality of NiloPeçanha, between the communities of São Francisco and Barra dos Carvalhos.

**Key words:** mangrove, satellite image, artisanal fishing.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 02

<b>Figura 01:</b> Distribuição dos manguezais no mundo.....	22
<b>Figura 02:</b> Delimitação da área de estudo Região do Baixo Sul da Bahia.....	25
<b>Figura 03:</b> Chave de interpretação dos alvos da imagem de satélite da Zona Costeira do Baixo Sul (2017) .....	31
<b>Figura 04:</b> Classificação supervisionada de uso e cobertura da zona costeira do Baixo Sul da Bahia-1994.....	33
<b>Figura 05:</b> Classificação supervisionada de uso e cobertura da zona costeira do Baixo Sul da Bahia-2017.....	34
<b>Figura 06:</b> Classes de uso e cobertura mapeadas na área de estudo nos anos de 1994-2017. ....	35
<b>Figura 07:</b> Alguns cultivos e criações encontrados na área de estudo. ....	36
<b>Figura 08:</b> Manguezal nos fundos das casas dos moradores em um povoado no município de Valença. ....	37
<b>Figura 09:</b> Expansão da comunidade de Barra dos Carvalhos.....	38
<b>Figura 10:</b> Quantificação dos manguezais por municípios.....	39
<b>Figura 11:</b> Os diferentes portes da cobertura vegetal de manguezal na área de estudo representados nas imagens de campo. ....	39
<b>Figura 12:</b> Processo de aceleração das áreas de manguezal herbáceo(apicuns) sobre os espaços ocupados por manguezais arbóreo em 1994 e 2017.....	40
<b>Figura 13:</b> Mapa comparando a identificação da carcinicultura em imagem Landsat, com o mapeamento realizado no <i>Google Earth</i> , e sobreposto na imagem Landsat.....	42
<b>Figura 14:</b> Supressão dos manguezais pelas suas bordas imagem do <i>Google Earth</i> . ....	43
<b>Figura 15:</b> Supressão dos manguezais na comunidade de Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha-BA. ....	43
<b>Figura 16:</b> Empreendimento de carcinicultura que em 2002 não existia, já em 2009, aparece. ....	44
<b>Figura 17:</b> Evolução da carcinicultura entre os povoados de São Francisco e Barra dos Carvalhos.....	45

**Figura 18:** Pontos Aleatórios que foram utilizados para validação das classes de uso e cobertura da terra na matriz de confusão.....46

**Figura 19:** Imagem Landsat 8, composição RGB645 e pontos de controle de campo relacionados aos registros fotográficos de cada região visitada.....47

### **CAPÍTULO 03**

**Figura 01:** Distribuição dos manguezais na costa brasileira.....53

**Figura 02:** Localização das comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, na zona costeira do município de Nilo Peçanha, na região do Baixo Sul do estado da Bahia.....56

**Figura 03:** Identificação das áreas de carcinicultura através das imagens do *Google Earth*.....58

**Figura 04:** Chave de interpretação com as principais classes de uso e cobertura.....59

**Figura 05:** Mapeamentos da evolução do uso e ocupação das comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos.....61

**Figura 06:** Remoção da cobertura da vegetação de mangue através do processo de construção de tanques para criação de camarão em cativeiro (carcinicultura).....64

**Figura 07:** Tanques de criação de camarão na comunidade de Barra dos Carvalhos, pontos coletados em campo e fotografias representativas do alvo mapeado.....65

**Figura 08:** Imagem Landsat8, composição RGB654 e pontos de controle de campo relacionados às fotos registradas das classes de uso e cobertura das duas comunidades visitada.....66

### **LISTA DE QUADROS**

#### **CAPÍTULO 02**

**Quadro 01:** Síntese das informações demográficas dos municípios que compõem a área de estudo.....24

#### **CAPÍTULO 03**

**Quadro 01:** Funções e serviços prestados pelo ecossistema manguezal.....54

## LISTA DE TABELA

### CAPÍTULO 02

<b>Tabela 01:</b> Erro Médio Quadrático (RMS) do georreferenciamento das cenas do sensor Landsat 5 e 8.....	27
<b>Tabela 2 -</b> Qualidade da classificação associada ao índice <i>Kappa</i> .....	29
<b>Tabela 03:</b> Quantificação e percentagem das classes de uso e cobertura da região do Baixo Sul da Bahia.....	35
<b>Tabela 04:</b> Quantificação dos manguezais por municípios.....	38
<b>Tabela 05:</b> Matriz de confusão para a classificação supervisionada para a imagem de 1994.....	48
<b>Tabela 06:</b> Matriz de confusão para a classificação supervisionada para a imagem de 2017.....	48
<b>Tabela 07:</b> Valores dos índices para avaliação da acurácia para classificações supervisionadas.....	48

### CAPÍTULO 03

<b>Tabela 01:</b> Quantificação das classes de uso e ocupação das comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos.....	62
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABCC-** Associação Brasileira de Criadores de Camarão  
**AL-** Alagoas  
**APA-** Área de Proteção Ambiental  
**APP-** Área de Proteção Permanente  
**ATEPA-** Assistência Técnica e Extensão Pesqueira e Aquícola  
**BA-** Bahia  
**ES-** Espírito Santo  
**ENVI -**Environment for Visualizing Images  
**GNSS-** *Global Navigation Satellite System*  
**K -** Coeficiente de concordância Kappa  
**Km<sup>2</sup>-** Quilômetros Quadrados  
**Km-** Quilômetros  
**KML-** Keyhole Markup Language  
**Hab.-** Habitantes  
**IBGE-** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**INPE-** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
**LANDSAT-** Land Remote Sensing Satellite/Thematic Mapper  
**MA-**Maranhão  
**MMA-** Ministério do Meio Ambiente  
**Maxver-** Maxima Verossimilhanca  
**N -** Número total de amostras  
**OLI-** Operational Land Imager  
**PAF-** Programa Aplicativo Fiscal  
**PE-** Pernambuco  
**PNGC-** Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro  
**P<sub>o</sub>-** Exatidão Global  
**P<sub>r</sub> -** Concordância esperada  
**PR-** Paraná  
**RJ-** Rio de Janeiro  
**RMS-** Erro Médio Quadrático  
**SC-** Santa Catarina  
**SE-** Sergipe

**SEI-** Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

**SIG-** Sistema de Informações Geográficas

**SIRGAS-** Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

**SHP-** *Shapefile*

**SP-** São Paulo

**SR-** Sensoriamento Remoto

**T** - Coeficiente de concordância Tau

**TM-** *Thematic Mapper*

**USGS-** *United States Geological Survey*

**UTM-** Universal Transversa de Me

## SUMÁRIO

Lista de Figuras	
Lista de Quadros	
Lista de Siglas	
Lista de Tabelas	
<b>CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>16</b>
1.1 Introdução.....	17
1.2 Questão de Pesquisa.....	19
1.3 Hipótese.....	19
1.4 Objetivos .....	19
1.5 Objetivo Geral.....	19
1.6 Objetivos Específicos.....	19
1.7 Estrutura da Dissertação.....	20
<b>CAPÍTULO 2: ARTIGO 1- MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA ZONA COSTEIRA DO BAIXO SUL DA BAHIA: UM ENFOQUE NO AMBIENTE MANGUEZAL.....</b>	<b>21</b>
Resumo .....	22
2.1 Introdução .....	22
2.2 Materiais e Métodos .....	23
2.3 Resultados e Discussão .....	30
2.4 Conclusões.....	49
<b>CAPÍTULO 3: ARTIGO 2- DETECÇÃO REMOTA DO AVANÇO DA CARCINICULTURA SOBRE OS MANGUEZAIS NA BAHIA: ESTUDO DE CASO NAS COMUNIDADES DE SÃO FRANCISCO E BARRA DOS CARVALHOS, MUNICÍPIO DE NILO PEÇANHA.....</b>	<b>50</b>
Resumo .....	51
3.1 Introdução .....	51
3.2 Materiais e Métodos .....	55
3.3 Resultados e Discussão .....	58
3.4 Conclusões.....	67
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>68</b>
4.1 Considerações Finais.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

---

***CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS***

---



## 1.1 INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro tem uma das maiores áreas contínuas de manguezal do mundo (LARA; COHEM, 2003). Os manguezais ocupam uma área equivalente a 25.000 km<sup>2</sup> e são encontrados ao longo de quase todos os 8.000 km da costa brasileira. A sua presença ocorre a partir da foz do Oiapoque (Amapá), na região norte do país, até Laguna (Santa Catarina) na região sul do Brasil (ALMEIDA, 2010; FERNANDES, 2003; BRASIL, 2018; RAMOS, 2002).

Na Bahia estima-se que os manguezais ocupam uma área de quase 1000km<sup>2</sup> ao longo da costa, tendo destaque a região do Baixo Sul, local onde estão as maiores áreas situadas entre os municípios de Valença e Maraú (RAMOS, 2002).

Os manguezais constituem habitats essenciais para o desenvolvimento de várias espécies da fauna marinha, por oferecerem abrigo para reprodução, criação e alimentação das espécies. São também de fundamental importância econômica para a sustentação das comunidades pesqueiras do seu entorno (BRASIL, 2012). De acordo com Maia (2005, p. 21) “Os manguezais são responsáveis por uma função significativa na produção pesqueira na zona costeira, sendo fundamental para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas associadas à pesca artesanal e à exploração sustentável dos recursos renováveis costeiros”.

Porém, desde a época da colonização os manguezais vêm sofrendo com a devastação. A destruição dos manguezais não é uma exclusividade do Brasil. Almeida (2010) afirma que na Colômbia as principais causas para a devastação dos manguezais estão associadas a carcinicultura, a expansão turística, expansão de áreas agrícolas e a pecuária, construções civis, etc. Os fatores que atingem os manguezais em outros países não são diferentes dos que afetam o manguezal brasileiro.

De acordo com Almeida (2010, p. 20) “O desmatamento em áreas de manguezais é uma das alterações ambientais mais antigas no Brasil, praticado desde o século XVI”. Naquele período, o corte de árvores era instigado para obtenção de tinta (tanino) empregada para tingir tecidos (ALMEIDA, 2010). Ao longo da ocupação da zona costeira brasileira, os manguezais foram sendo destruídos. Almeida (2010) destaca que os manguezais foram destruídos para dar lugar a instalações de centros urbanos, com destaque para as cidades de São Luís (MA), Recife (PE), Maceió (AL), Aracaju (SE), Salvador (BA), Rio de Janeiro, Angra dos Reis (RJ), Vitória (ES), Santos (SP), Paranaguá (PR) Florianópolis e Laguna (SC), entre muitas outras cidades (MANTOVANI, 2002; ALMEIDA, 2010).

Os manguezais são extremamente dinâmicos e podem rapidamente expandir ou encolher. Essa situação vai depender de distintos fatores ambientais, a exemplo de alterações climáticas, aumento no nível do mar, salinidade, condições topográficas e etc.

Para acompanhar esta dinâmica dos manguezais podemos contar com as geotecnologias. Nos últimos anos as geotecnologias vêm envolvendo as mais diversas áreas de estudos. As geotecnologias abrangem um conjunto de ferramentas que permite agrupar um conjunto de ciências e tecnologias relacionadas à obtenção, armazenamento em bancos de dados, processamento e desenvolvimento de aplicações utilizando informações georreferenciadas (SOUZA FILHO e CRÓSTA, 2003, ROSA, 2005). Dentre as ferramentas que abrangem as geotecnologias pode-se destacar os Sistemas de Informação Geográfica, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto e o Sistema de Posicionamento Global” (SOUZA FILHO E CRÓSTA, 2003; ROSA, 2005).

O Sensoriamento Remoto (SR), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), a Cartografia Digital e o *Global Navigation Satellite System* (GNSS) tornaram-se ferramentas de suma relevância nas análises multitemporal e multiescalar nas mais diversas áreas, principalmente no estudo dos ambientes costeiros e marinhos (LACERDA e PIMENTA, 2015). O mapeamento multitemporal consiste em uma análise da evolução de um ou mais objetos em períodos diferentes (SOUTO, 2004). Por outro lado, a análise multiescalar permite a observação de uma área sob diferentes pontos de vista, através de sensores diversos, possibilitando o entendimento em múltiplas escalas dos processos que nela operam (ALMEIDA, 2009). Além disso, cada sensor tem a sua capacidade de perceber a resposta de cada alvo, em regiões específicas do espectro eletromagnético, dos dados que compõem a paisagem (ALMEIDA, 2009). As aplicações dos mapeamentos multitemporais são de extrema importância para o monitoramento desses ambientes costeiros, auxiliando nas estratégias de conservação, manejo e para a própria gestão ambiental.

A pesca na Zona Costeira do Baixo Sul da Bahia é realizada de forma predominantemente artesanal e a maioria das comunidades dos municípios costeiros dependem direta ou indiretamente dos manguezais para extrair os recursos necessários para a sua sobrevivência (SOUZA, 2018).

O estudo visa analisar a variação espacial e temporal das áreas de cobertura de manguezais dos territórios da pesca artesanal na região do Baixo Sul da Bahia, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas.

## 1.2 QUESTÃO DA PESQUISA

- ▶ Quais são os principais vetores responsáveis pela supressão da área de cobertura dos manguezais explorados pela pesca artesanal na região do Baixo Sul da Bahia?

## 1.3 HIPÓTESE

- ▶ A partir do uso de geotecnologias é possível identificar e mapear os principais vetores responsáveis pela supressão das áreas de cobertura dos manguezais explorados pela pesca artesanal no Baixo Sul da Bahia.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.5 Objetivo Geral:

- ▶ Analisar a variação espacial e temporal das áreas de cobertura de manguezais dos territórios da pesca artesanal na região do Baixo Sul da Bahia, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas

### 1.6 Objetivo específicos:

- ▶ Identificar os principais vetores responsáveis pela supressão da cobertura das áreas de manguezal a partir de imagens de satélite Landsat (1994 e 2017);
- ▶ Analisar os principais vetores responsáveis pela perda de área de cobertura dos manguezais nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos no município de Nilo Peçanha, a partir de imagens de alta resolução disponíveis no *Google Earth* (2002, 2012 a 2017).

## 1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação encontra-se estruturada em quatro capítulos, da seguinte forma:

O **primeiro capítulo** foi destinado à introdução e foi sistematizada nos seguintes tópicos: a contextualização geral da apresentação do tema, em seguida apresenta-se a questão de pesquisa, hipótese, os objetivos nos quais é descrito a finalidade do trabalho, e ainda está inserido o tópico da apresentação da estrutura da dissertação.

O **segundo capítulo e terceiro** estão estruturados em forma de artigos. O **segundo capítulo** é um artigo que está intitulado: Mapeamento de Uso e Cobertura da Zona Costeira do Baixo Sul da Bahia: um enfoque no ambiente manguezal. Neste capítulo buscou-se mapear e quantificar as áreas de cobertura dos manguezais a partir de imagens de satélite Landsat (1994 e 2017) e identificar os principais vetores responsáveis pela supressão da cobertura das áreas de manguezal.

O **terceiro capítulo** é um artigo que tem como título: Detecção Remota do Avanço da Carcinicultura sobre os Manguezais na Bahia: estudo de caso sobre nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha. Neste capítulo buscou-se realizar uma análise espacial dos principais vetores responsáveis pela perda de área dos manguezais a partir de imagens de alta resolução disponíveis no *Google Earth* (2002, 2012 a 2017) nas referidas comunidades.

O **quarto capítulo** foi apresentado a Conclusões finais obtidas a partir dos resultados da pesquisa. Em seguida são listadas as referências bibliográficas utilizadas no trabalho.

---

***CAPÍTULO 2: ARTIGO 1- MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA  
DA ZONA COSTEIRA DO BAIXO SUL DA BAHIA: UM ENFOQUE  
NO AMBIENTE MANGUEZAL***

---

## MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA ZONA COSTEIRA DO BAIXO SUL DA BAHIA: UM ENFOQUE NO AMBIENTE MANGUEZAL

**Resumo:** O ecossistema manguezal representa 8% de toda a linha de costa do planeta ocupando uma área total de 181.077 km<sup>2</sup>. O Brasil é o segundo país em extensão de áreas de manguezal (13.400 km<sup>2</sup>), ficando atrás apenas da Indonésia, que apresenta 42.550 km<sup>2</sup>, distribuídos ao longo de seus arquipélagos. O objetivo desse estudo foi identificar os principais vetores responsáveis pela supressão da cobertura das áreas de manguezal a partir de imagens de satélite Landsat (1994 e 2017). Foram utilizadas imagens Landsat 5 e Landsat 8, definiu 7 classes de uso e cobertura da terra sendo elas: Corpos D'Água, Área Urbana, Vegetação, Agropecuária, Carcinicultura, Solo Exposto, Mangue. A partir da classificação supervisionada utilizando o método Maxver foi realizada a seleção de amostras. Para a acurácia das classificações verificou-se através da verdade de campo, da Exatidão Global, dos coeficientes de concordâncias kappa e Tau. As classes que ocuparam maior área de estudo em 1994 foram vegetação (372), agropecuária (284) solo exposto (156) e manguezal (133) enquanto no ano de 2017 foram agropecuária (326), vegetação (321) solo exposto (157) e manguezal (117). A exatidão global (86%), kappa (81%) e Tau (84%) para a classificação de 1994. Enquanto na classificação de 2017 teve uma exatidão global (96%), Kappa (95%) e Tau (95%) em ambos os anos as classificações teve um desempenho excelente. Foram identificados dois vetores responsáveis pela supressão dos bosques de mangues, são eles: área urbana e a carcinicultura. O uso das geotecnologias, em especial o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas foram ferramentas fundamentais na identificação dos vetores responsáveis pela supressão das áreas de manguezal na região do Baixo Sul da Bahia.

**Palavras-Chave:** Impactos ambientais, imagem de satélite, carcinicultura.

### 2.1 INTRODUÇÃO

A zona costeira brasileira compreende a uma faixa de 8.698 km extensão e largura variável (RODRIGUES, 2003). A Bahia possui a maior Zona Costeira do Brasil apresentando uma extensão de aproximadamente 900 Km (IBGE, 2011).

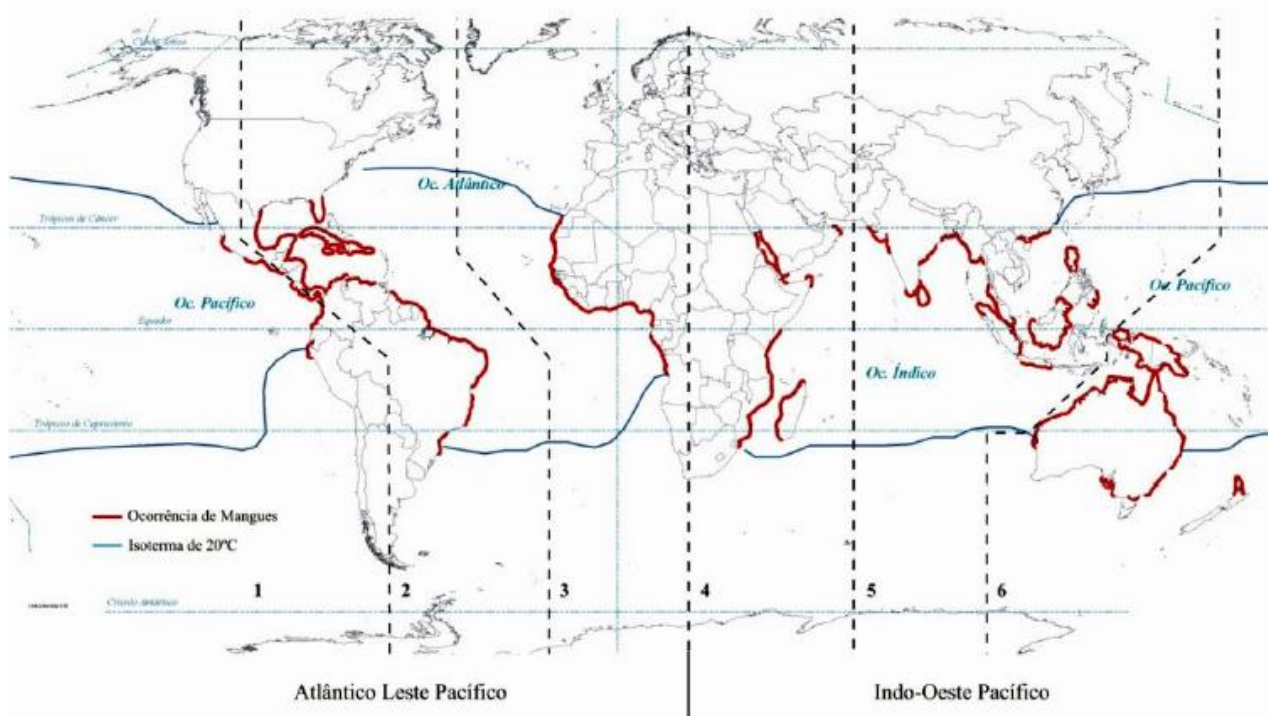
A costa do Brasil na sua maior parte é ocupada por comunidades pesqueiras de pequeno porte que têm como principal renda a pesca artesanal (VASCONCELOS e CORIOLANO, 2008). Os pescadores artesanais, exercem uma relação sociedade-natureza, o que determina a existência de conhecimentos, valores e atitudes que devem ser observadas e respeitadas na prática da Gestão Ambiental (RODRIGUES, 2003). O uso e ocupação nas zonas costeiras brasileiras, tem acelerado alguns processos, dentre estes a poluição de mares, lagoas, estuários e a descaracterização da cultura local (ABREU, VASCONCELOS e ALBUQUERQUE, 2017; COSTA, 2003; BUSCHMANN, 2001).

A partir da década de 70, o uso e ocupação e exploração da Zona Costeira no Nordeste do Brasil deixaram de ser realizadas exclusivamente pelas comunidades tradicionais

pesqueiras e camponesas locais. Para atender outras atividades econômicas, dentre as quais podemos destacar o turismo, atividades agroindustriais, da pesca e da aquicultura e instalações portuárias (ARAÚJO e MAIA, 2011).

Os manguezais são áreas que abrangem todo o estuário, onde se encontram a maioria das comunidades tradicionais (LESSA,2007). Conforme o Atlas de Manguezais (BRASIL, 2018), este ecossistema representa 8% de toda a linha de costa do planeta perfazendo um total de 181.077 km<sup>2</sup> (Figura 01). O Brasil é o segundo país em extensão de áreas de manguezal (13.400 km<sup>2</sup>), ficando atrás apenas da Indonésia, que apresenta 42.550 km<sup>2</sup>, distribuídos ao longo de seus arquipélagos (SPALDING, BLASCO &FIELD, 1997).

**Figura 01:** Distribuição dos manguezais no mundo.



Fonte: Spalding et al.,1997.

O Uso e Cobertura da Terra pode ser entendida, assim como ressalta o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2006) como a configuração pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. Sendo assim, é importante analisar a forma que este espaço está sendo explorado e qual a sua organização e seus impactos na cobertura natural da terra (ROSA, 2005; BRASIL, 2006). Esse mesmo conceito pode ser aplicado ao uso, ocupação e cobertura da zona costeira, já que de acordo com a Lei nº 7.661, de 1988, a Zona Costeira é entendida como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus

recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que são definidas pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)”.

O uso e cobertura da zona costeira permitem apreciações e mapeamentos e é de fundamental importância para o conhecimento atual das formas de uso e de cobertura do espaço, compondo-se como extraordinária ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2006). Ainda de acordo com o IBGE (2006) estes estudos fornecem informações para análises e estimativas dos impactos ambientais, como o desmatamento, a perda da biodiversidade, dentre outros.

Os recentes avanços das geotecnologias nos últimos anos vêm proporcionando o mapeamento e acompanhamento das mais diversas áreas econômicas, principalmente do uso e cobertura da superfície terrestre. O Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) estão cada vez mais interligadas (FLORENZANO, 2005), tornaram ferramentas de suma relevância nas análises multitemporais. Como exemplos têm-se os trabalhos de Sousa *et al* (2016) que realizou um mapeamento multitemporal do uso da terra da planície costeira do estado do Piauí, utilizando imagens Landast de 1999 e 2013. Pimentel *et al.* (2011) também realizou um estudo a respeito do mapeamento das mudanças da cobertura e uso da terra para o município de Fátima, no estado do Tocantins utilizando imagens Landsat para os anos de 1984 e 2009. Lima *et al* (2018) realizou uma pesquisa análise espaço-temporal do crescimento de macrófitas e sua aplicação no monitoramento da qualidade da água para os anos de 2010 e 2014.

Dessa forma, percebe-se que estas ferramentas estão cada vez mais interligadas a partir dos diferentes trabalhos que vem sendo desenvolvido, principalmente com enfoque no mapeamento e quantificação das áreas de mangue (ONWUTEAKA *et al.*, 2016; LONG e SKEWES, 1994; SANTOS e BITENCOURT, 2016; KUENZER *et al*, 2011; MARTÍNEZ-CÓRDOVA *et al.*, 2008). O objetivo do artigo é identificar os principais vetores responsáveis pela supressão da cobertura das áreas de manguezal a partir de imagens de satélite Landsat (1994 e 2017).

## **2.2 MATERIAL E MÉTODO**

### **2.2.1 Área de estudo**

A área de estudo localiza-se na zona costeira do Baixo Sul da Bahia, conhecida também como “Costa do Dendê” (Figura 02). Abrange a costa de quatro municípios (Cairu, Nilo Peçanha, Taperoá e Valença); segundo as coordenadas planas UTM (Projeção Universal



Transversal de Mercator/SIRGAS-2000): fuso 24S, com uma extensão de 1.136 Km<sup>2</sup>, conta com um complexo estuarino formado por vários rios que desembocam na região (ATEPA, 2012).

O recorte da área de estudo levou em consideração a zona costeira dos quatro municípios já supracitados e que abrangessem toda área com cobertura de manguezal.

O quadro 01 apresenta as características demográficas dos quatro municípios que tem a zona costeira como objeto de estudo do trabalho. O município de Valença contém um maior número de habitantes, assim como a área e a densidade demográfica, em relação aos demais municípios, contabilizando um total de 88.673 habitantes, uma área de 1.192,60 Km<sup>2</sup> e uma densidade demográfica de 74,35 hab/Km<sup>2</sup>. Já o município de Nilo Peçanha possui a menor população, a menor área assim como a densidade demográfica (SEI, 2014).

**Quadro 01:** Síntese das informações demográficas dos municípios que compõem a área de estudo.

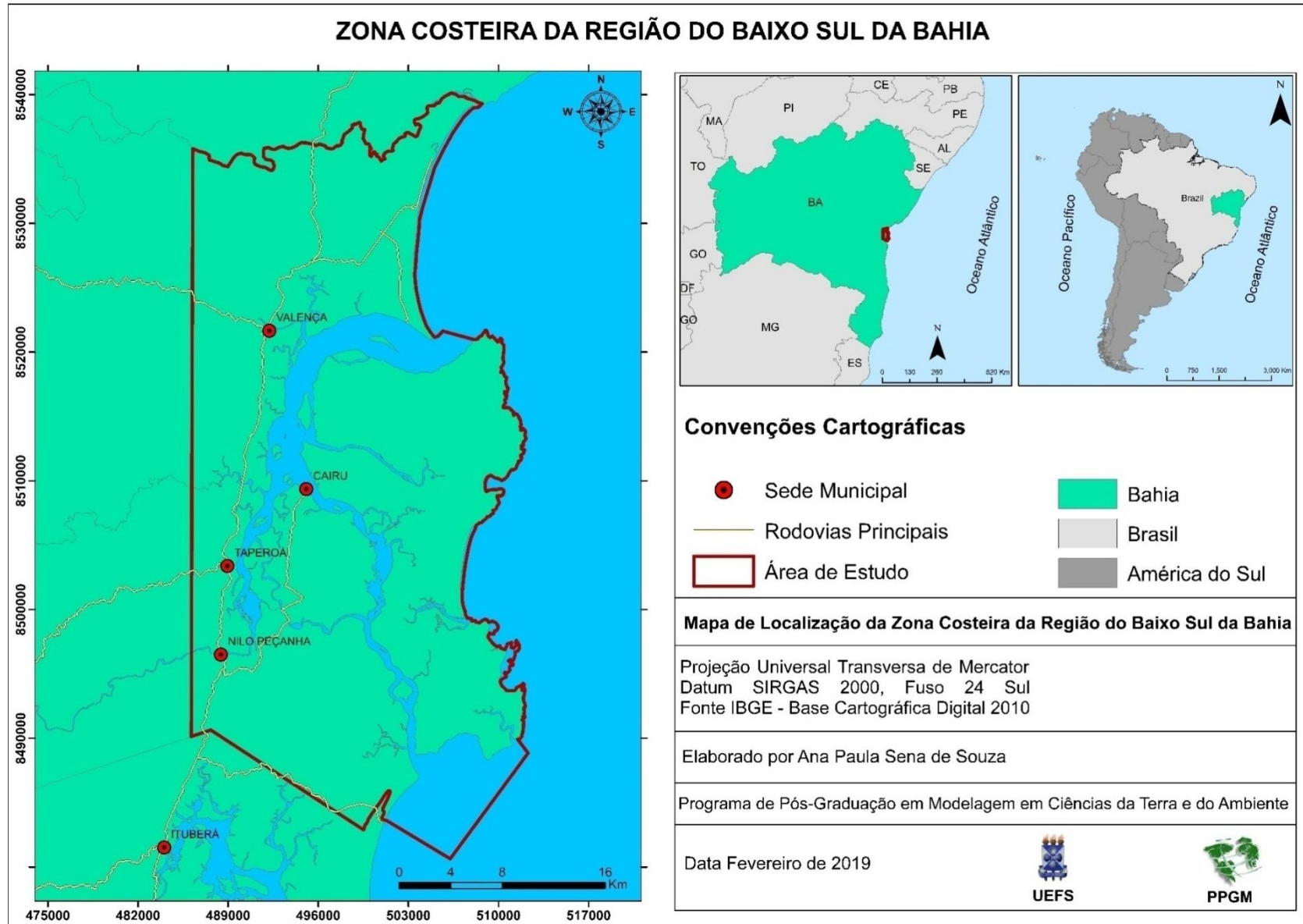
<b>Municípios</b>	<b>População (2010)</b>	<b>Área (km2)</b>	<b>Densidade Demográfica (hab/km<sup>2</sup>)</b>
Cairu	15.374	461,00	33,35
Nilo Peçanha	12.530	399,30	31,38
Taperoá	18.748	410,80	45,64
Valença	88.673	1.192,60	74,35

Fonte: SEI, 2014

A estrutura produtiva agrícola da região é bastante diversificada, são destaques o cultivo do abacaxi, banana, cana de açúcar, coco da baía, dendê, mandioca e milho em grãos (BRASIL, 2010; SEI, 2014). Também são cultivados a cultura do cravo-da-índia, guaraná, cacau, seringueira, pimenta-do-reino, café e laranja (Assistência Técnica e Extensão Pesqueira e Aquícola-ATEPA, 2012).

Quanto às atividades e recursos socioeconômicos destacam-se a aquicultura, os hotéis, as instalações navais, pesca recreativa, pesca artesanal, casas de veraneio, refinaria de petróleo, terminal de petróleo, salina, praias, portos e atracadouros, local histórico, unidade de conservação marinha, unidade de conservação terrestre. Os recursos biológicos presente na zona costeira da região do Baixo Sul, destaca-se as aves, os corais, os invertebrados marinhos, os mamíferos aquáticos, os recifes e os répteis/anfíbios (BRASIL, 2007).

**Figura 02:** Delimitação da área de estudo na Região do Baixo Sul da Bahia



A **Vegetação** da zona costeira da região do Baixo Sul está no Domínio da Mata Atlântica, dentre as grandes formações de cobertura vegetal podem ser citadas as Florestas Ombrófilas, Vegetação com influência marinha (Restingas) e a Vegetação com influência fluviomarinha (Manguezal) (BRASIL, 2012).

Quanto a **Hidrografia** os municípios Cairu, Nilo Peçanha, Taperoá e Valença, todos estão inseridos na bacia hidrográfica do Recôncavo Sul, caracterizados por rios perenes que desaguam no oceano.

Na região da Zona Costeira do Baixo Sul podemos destacar como rios principais: o Rio Taengo ou Garapuí, Rio Verde, Rio Caratingui, Rio do Catu, Rios do Braço, Rio Acaraí, Rio Sorojó, Rio Pinaré, Rio Baiano, Rio Igrapiúna, Rio da Mariana, Rio Serinhaém, Riacho Marimbu, Rio Camurugi, Rio Uma, Rio do Engenho, Rio das Almas e Rio dos Patos (SEI, 2014).

### **2.2.2 Procedimentos Metodológicos**

Um dos principais procedimentos adotados para a realização da pesquisa foi o levantamento teórico acerca da temática uso e cobertura da zona costeira; pesca artesanal; carcinicultura, manguezais e o uso das geotecnologias, em especial os Sistemas de Informações Geográficas e o Sensoriamento Remoto. Esta etapa consistiu na pesquisa bibliográfica a partir do levantamento de teses, dissertações, livros e artigos, em que envolve a temática pesquisada.

Para a realização do mapeamento de uso e cobertura da terra foi realizada a aquisição de imagens do sensor Landsat 5 e 8 no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do *United States Geological Survey* (USGS). O mapeamento compreende os anos de 1994 e 2017. A escolha das imagens (período) selecionadas levou em consideração a qualidade das imagens (quantidade de nuvens e sombra de nuvens).

No tratamento e classificação das imagens foi utilizado *software* Envi 5.3. Para a realização do mapa de uso e cobertura da área de estudo, foi utilizada imagens do satélite Landsat 5, Thematic Mapper (TM), resolução espacial 30 metros, do dia 07/08/1994 e Landsat 8, Operational Land Imager (OLI), resolução espacial 30 metros, do dia 16/06/2017. Para preparar o banco de dados utilizou-se o *software* ArcGis 10.5. Os dados espaciais foram projetados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) e datum SIRGAS-2000.

O processamento digital das imagens foi dividido em três partes: pré-processamento, processamento e pós-processamento. No pré-processamento recortou-se a área de estudo, georreferenciou-se as cenas para as imagens LANDSAT 5 (Tabela 01). Para a imagens *Landsats 8* não foi necessário fazer o georreferenciamento.

**Tabela 01:** Erro Médio Quadrático (RMS) do georreferenciamento das cenas do sensor Landsat 5 e 8.

<b>Cenas</b>	<b>Datas</b>	<b>RMS</b>
231/69	07/08/1994	0,5
231/69	19/06/2017	Ortorretificada

A seleção das imagens teve como critério a menor quantidade de nuvens e de ruídos. As técnicas de processamento incluíram à seleção das bandas, georreferenciamento e recorte do limite municipal com base na malha do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE – 2010).

No processamento, foram testadas várias combinações de bandas, cores e contrastes, com o objetivo de se extrair o máximo de informações das imagens. As bandas espectrais consideradas no trabalho, para a imagem Landsat 8, foram R6, G5 e B4 (Infravermelho). A composição colorida utilizada para a imagem Landsat 5 foi R5, G4 e B3.

Essas combinações de bandas auxiliaram na melhor identificação dos principais usos e cobertura da zona Costeira do Baixo Sul da Bahia (vegetação nativa, corpos d'água, manguezal, carcinicultura, solo exposto, área urbana e agropecuária etc.). Florenzano (2007) afirma que alguns fatores são importantes para o processo de interpretação das imagens de satélite, são eles: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização.

No processamento foi construída uma chave de interpretação e uma fotointerpretação e a classificação supervisionada sobre o recorte da imagem trabalhada. Após a composição de banda, foi realizada a classificação automática supervisionada. Nesse tipo de classificação, o intérprete identifica as classes, e o algoritmo anteriormente treinado agrega os pixels. Para esse processo, utilizou a ferramenta *Maximum Likelihood*. As classes foram geradas através da análise de agrupamentos. Ao final da classificação de imagem supervisionada, na qual o intérprete realiza um treinamento prévio através das ferramentas citadas acima, que permitem coletar informações do comportamento espectral de cada pixel. Logo após a imagem classificada foi convertida em um *shapefile* e quantificado.

A fase de validação foi efetivada através dos pontos coletados em campo com o receptor GNSS (*Global Navigation Satellite System*), para todas as classes de uso e ocupação e para complementar a validação utilizou dois índices o Kappa e o Tau. A etapa de campo é fundamental para a determinação e reconhecimento das classes determinadas para este estudo, além do registro fotográfico. Para a área de estudo realizou três trabalhos de campo, sendo a primeira para o reconhecimento da área de estudo no setor em que envolve as comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, a segunda viagem de campo teve como destino a Gamboa do Morro, uma comunidade no município de Cairu e a terceira e última etapa de campo ocorreu no município de Valença em direção ao município de Nilo Peçanha.

A validação com os índices Kappa e o Tau, gerou-se pontos aleatórios. Para extrair as informações que compõe a matriz de confusão, no ArcGIS foi criado 700 (setecentos) pontos de forma aleatória, distribuídos na área de estudo.

Para formar a matriz de confusão utilizou os pontos gerados aleatoriamente, identificados através da interpretação visual. Assim foi associado os pontos aleatórios com as classes de uso e cobertura da terra geradas na classificação supervisionada. Cada ponto criado para validação foi classificado numa das oito classes de uso e cobertura pré-definidas, de acordo com o levantamento de campo e a interpretação visual da imagem de satélite da área de estudo.

Para a avaliação dos índices de acurácia, realizou cruzamento das informações de todas as classes de uso e cobertura classificadas e as classes observadas nas imagens de referência, juntamente com os dados de campo. Os dados obtidos foram tabulados em matrizes de confusão. Através destas matrizes foi possível efetuar a avaliação de desempenho global através do índice Kappa (LANDIS e KOCH, 1977), Exatidão global (HELLDEN *et al.*, 1980), e estatística TAU (MA e REDMOND, 1995).

A exatidão global é calculada dividindo-se a soma dos valores da diagonal principal, que representa o número de elementos classificados corretamente (HELLDEN *et al.*, 1980). Através da seguinte equação:

$$P_o = \frac{\sum_{i=1}^M n_{ii}}{N}$$

Onde,

M = representa o número de classes informadas presentes na matriz de confusão;

$n_{ii}$  = elementos da diagonal principal classificados corretamente;

N = número total de amostras.

O índice Tau expressa a correlação entre a verdade de campo e as imagens classificadas baseadas em probabilidades (NAESSET, 1996; ANTUNES e LINGNAU, 1997). O coeficiente de concordância Tau pode ser determinado pela equação:

$$T = \frac{P_o - P_r}{1 - P_r}$$

T = coeficiente Tau;

$P_o$  = exatidão global (proporção de elementos que concordam);

$P_r = 1/M$ ;

M = número de classes.

O índice Kappa é utilizado para verificar a confiabilidade dos mapas temáticos que são gerados a partir do processamento digital da imagem de sensoriamento remoto (COHEN, 1960). O índice Kappa foi obtido pela seguinte equação:

$$K = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c}$$

Onde,

K = Kappa;

$P_o$  = exatidão global (proporção de elementos que concordam);

$P_c$  = proporção de unidades que concordam por eventualidade.

O resultado da estatística *Kappa* normalmente é comparado aos valores contidos na tabela 02, proposta por Landis & Koch (1977), a fim de indicar a qualidade do mapa temático.

**Tabela 02** - Qualidade da classificação associada ao índice *Kappa*

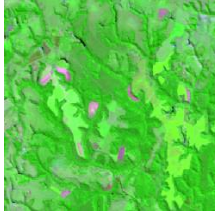



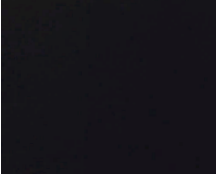







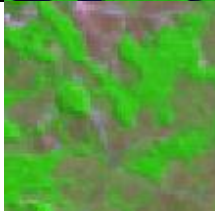





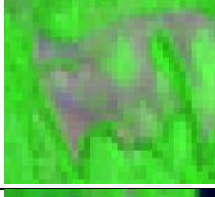


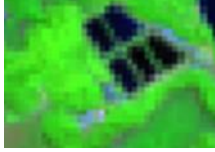


<b>Índice <i>Kappa</i></b>	<b>Desempenho</b>
< 0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

**Fonte:** Adaptada de Landis e Koch (1977)

## **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram identificadas sete classes de uso e cobertura da zona costeira na área de estudo: Vegetação Ombrófila Densa, Agropecuária, Corpos D'água, Carcinicultura, Solo Exposto, Manguezal e Área Urbana. Para subsidiar a classificação supervisionada, elaborou-se uma chave de identificação com base nos princípios de fotointerpretação (Figura 03).

**Figura 03:** Chave de interpretação dos alvos da imagem de satélite da Zona Costeira do Baixo Sul (2017).

CLASSE	IMAGENS COMPARATIVA DAS CLASSES DE USO E COBERTURA			
	Landsat 8	Google Earth	Campo	Descrição das classes de uso
Agropecuária				Cor verde-claro ou verde mais escuro; textura lisa; forma geométrica/regular.
Água				Cor azul ou preta; textura lisa; forma irregular; linear ou meandrante para rios.
Área Urbana				Cor magenta (rosa); textura suavemente rugosa; forma irregular; localização junto a estradas (rodovias).
Manguezal				Cor verdes claras, próximo aos rios; textura lisa; forma regular.
Restinga				Cor esbranquiçada, com aspecto como áreas arenosas, com uma pequena aparência com a classe solo exposto; forma irregular.
Vegetação				Cor verde-escuro; textura rugosa.
Solo exposto				Cor magenta; textura lisa; forma irregular; localização junto a áreas urbanas ou áreas agrícolas.
Carcinicultura				Tons escuros, com formas geométrica/retangulares bem definida.

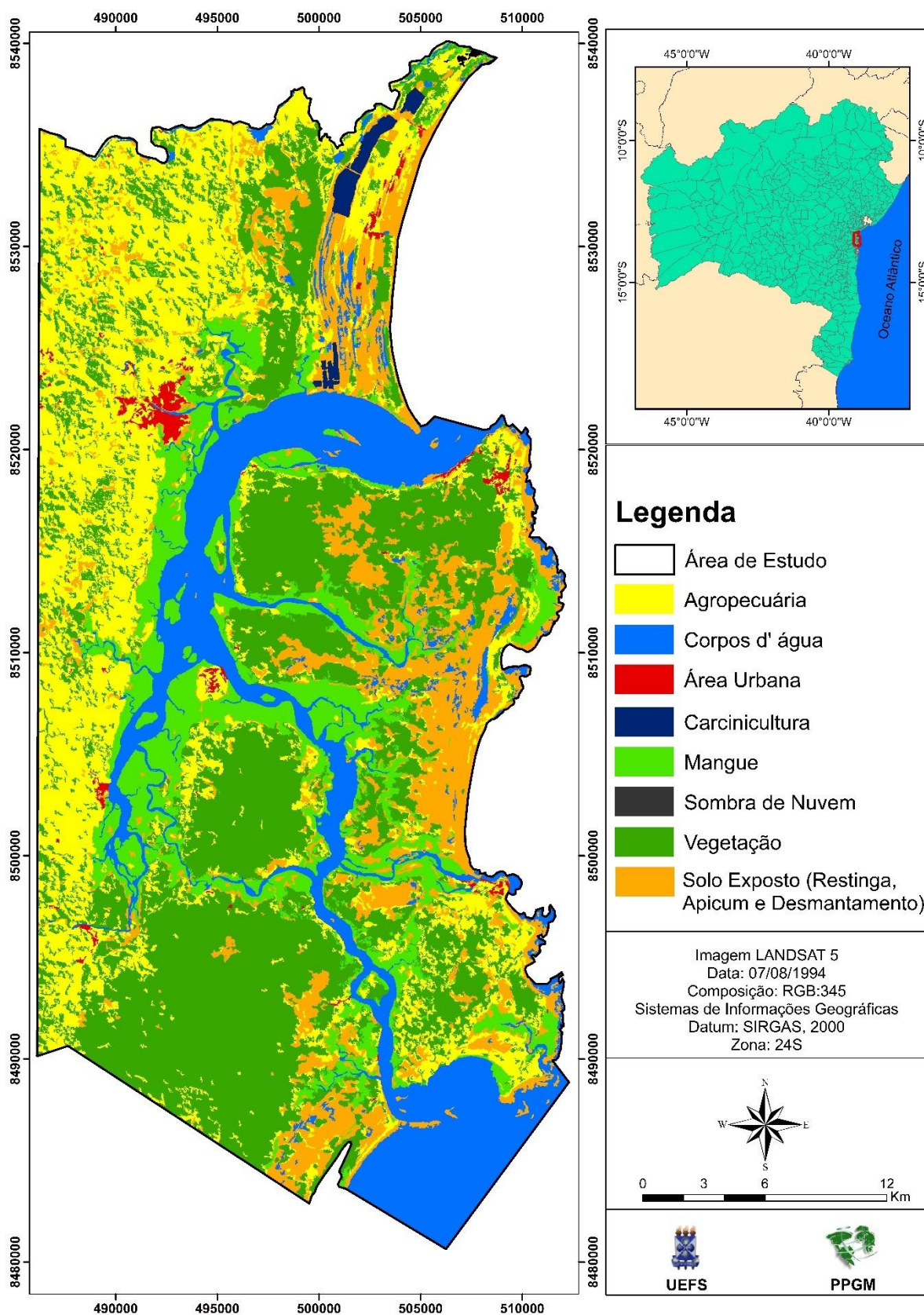


As classificações supervisionadas de uso do solo e cobertura da zona costeira da Região do Baixo Sul da Bahia são apresentadas na Figura 04 e 05. A extensão total da área de estudo corresponde a 1136 km<sup>2</sup>. Para a delimitação da área de estudo levou-se em consideração a área de manguezal, para isso foi criado um polígono que abrangesse toda área correspondente a este tipo de vegetação, distribuída na zona costeira dos municípios de Valença, Cairu, Nilo Peçanha e Taperoá.

Na classe corpos d'água está inserida todos os tipos de acumulação de água, a exemplo dos lagos e tanques. A classe solo exposto, além de incluir esta classe, abrange as áreas sem vegetação, as áreas desmatadas, os apicuns e as áreas de restingas. Os pixels correspondentes às áreas de restinga e apicum se confundem com as áreas de solo exposto, mas ressalta-se que o objetivo aqui não é este detalhamento e sim identificar os fatores responsáveis pela supressão das áreas de manguezais.

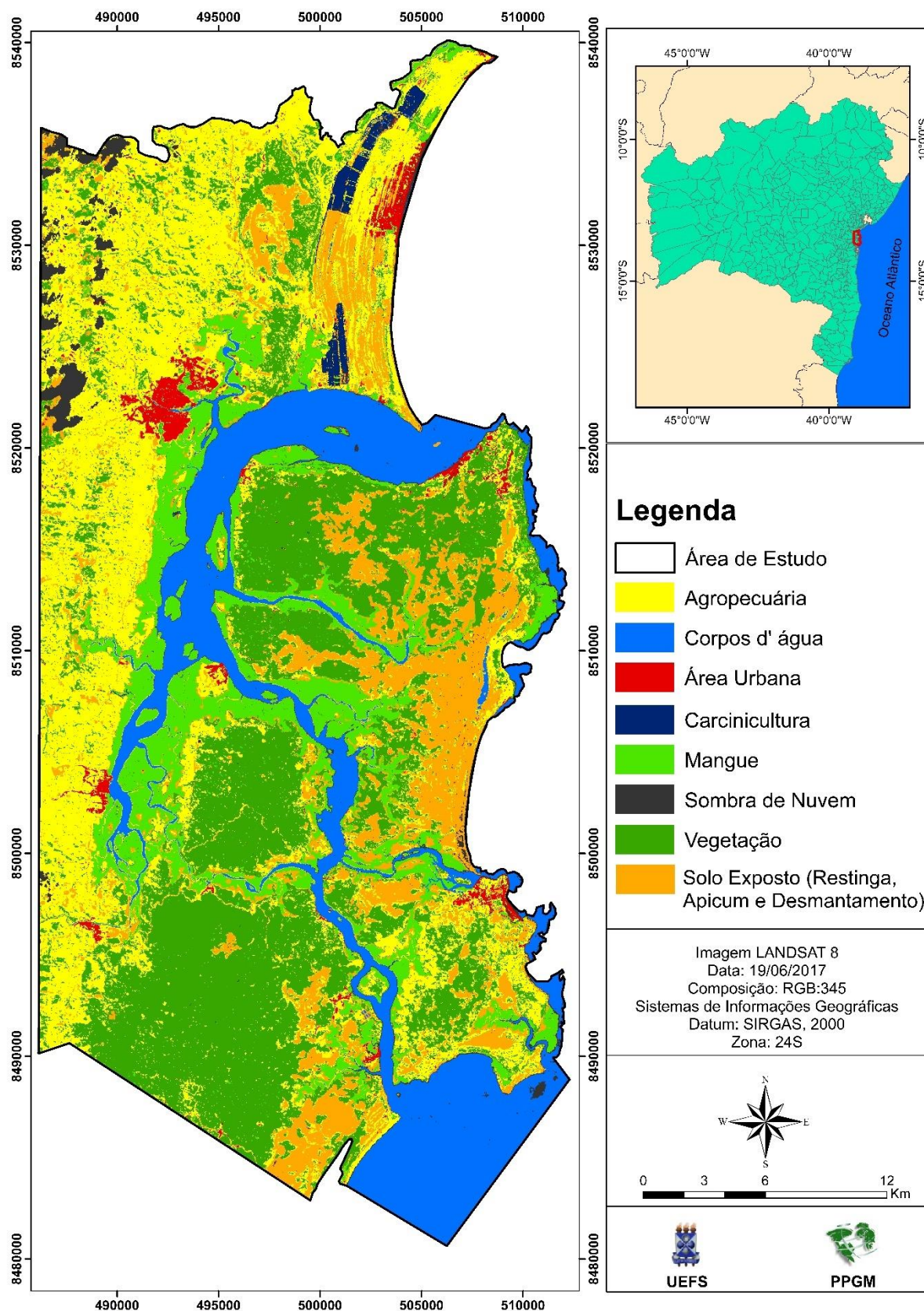
Nas Figuras 04 e 05 são apresentados os resultados das classificações supervisionada de uso e cobertura da zona costeira do Baixo Sul da Bahia, nos anos de 1994 e 2017.

**Figura 04:** Classificação supervisionada de uso e cobertura da zona costeira do Baixo Sul da Bahia-1994.





**Figura 05:** Classificação supervisionada de uso e cobertura da zona costeira do Baixo Sul da Bahia-2017.



Na Tabela 03 e na Figura 06 é apresentada a quantificação das áreas (em Km<sup>2</sup>), para cada classe de uso e cobertura considerada para a região do Baixo Sul da Bahia.

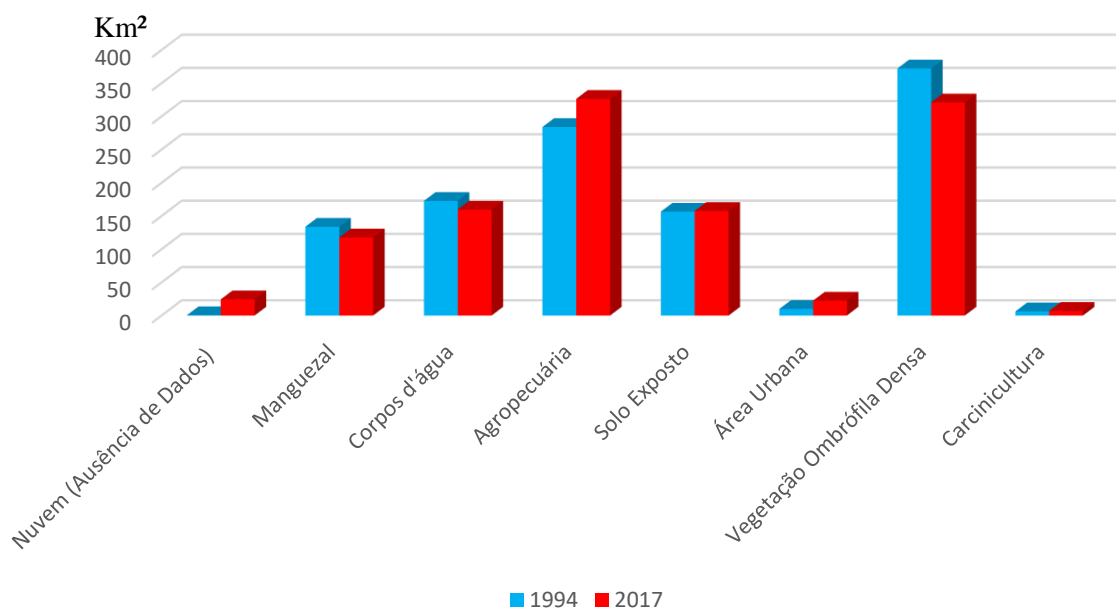
**Tabela 03:** Quantificação das classes de uso e cobertura da região do Baixo Sul da Bahia

Classes	1994	2017
	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>
<b>Agropecuária</b>	284,0	326,4
<b>Corpos d'água (rios, brejos)</b>	172,7	159,5
<b>Carcinicultura</b>	6,3	7,0
<b>Área Urbana</b>	10,0	22,5
<b>Manguezal</b>	133,8	117,6
<b>Solo Exposto (Restinga, Apicum e desmatamento)</b>	156,5	157,5
<b>Vegetação Ombrófila Densa</b>	372,2	321,0
<b>Nuvem (sem informação)</b>	0,5	24,5

Fonte: Mapa de uso e cobertura 1994-2017.

Elaboração: SOUZA, A. P. S., 2018

**Figura 06:** Classes de uso e cobertura mapeadas na área de estudo nos anos de 1994-2017.



Fonte: Tabela de quantificação das classes de uso e cobertura 1994-2017.

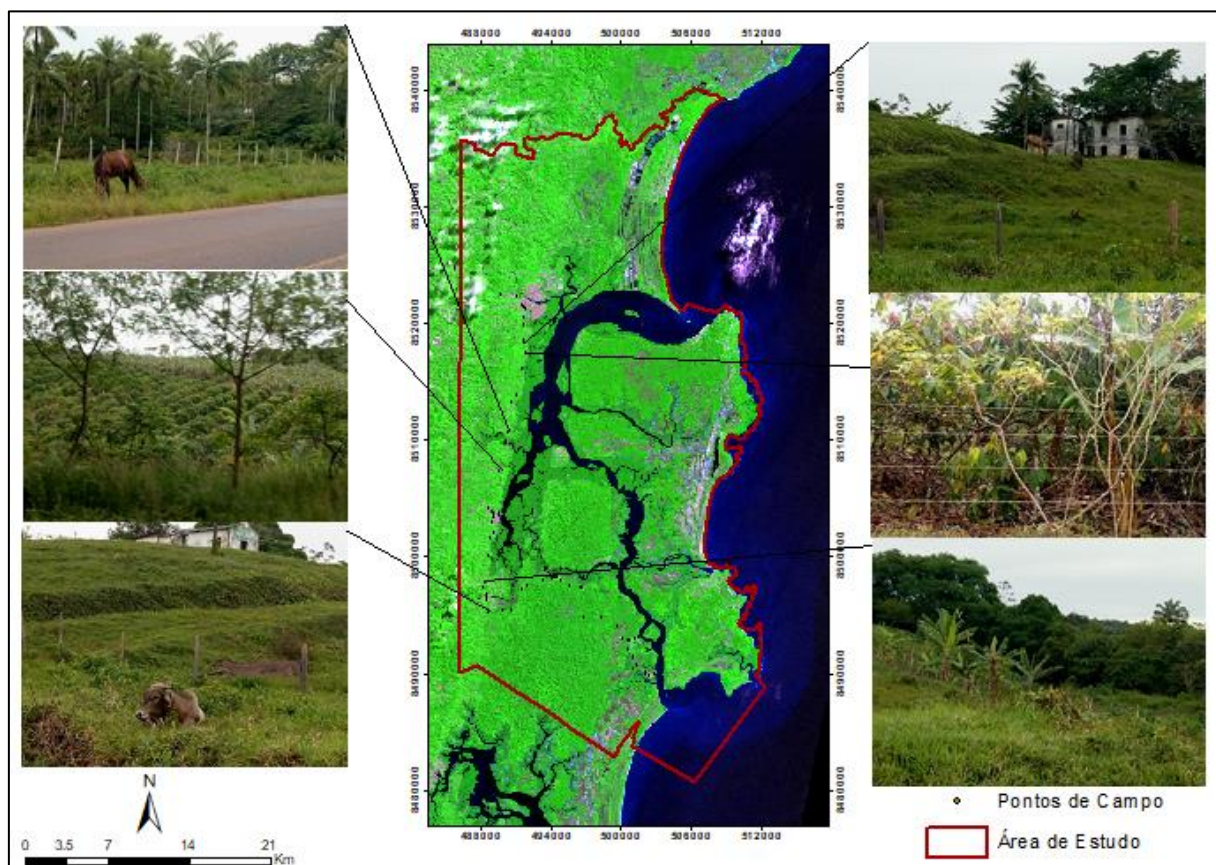
Elaboração: SOUZA, A. P. S., 2018.

O uso e cobertura predominante na área delimitada para estudo em 1994 correspondia a vegetação ombrófila densa com 372,2 km<sup>2</sup>. Enquanto em 2017 a classe dominante passou a ser a agropecuária esta classe, abrange agricultura/pecuária as mesmas foram agrupadas por não ser possível identificar os pixels correspondentes ao cultivo agrícola dos pixels de pecuária na imagem de satélite devido à resolução da imagem 30 metros, com 326.4 km<sup>2</sup>.



Através das classificações pode-se perceber que a vegetação foi reduzida em 51,2 Km<sup>2</sup> com a expansão da agropecuária, retirada da vegetação para a exploração da madeira, para o cultivo agrícola, dentre outros fatores. Quanto a classe agropecuária, em 1994 correspondia a 284 km<sup>2</sup>, já em 2017 houve uma expansão de 42,4 km<sup>2</sup> em relação a área de uso pela agropecuária em 1994. Na área de estudo encontram-se áreas plantadas de banana, cacau, dendê, graviola, mandioca, coco, cravo, piaçava e a canabrava. Sendo que a piaçava é utilizada juntamente com a vegetação de canabrava para a confecção de artes fixas de pesca, a exemplo das camboas de pesca. E a criação de bovino, equinos, galinhas e etc. A figura 07 mostra a localização geográfica e os registros fotográficos de alguns cultivos e criações encontrados na área de estudo.

**Figura 07:** Alguns cultivos e criações encontrados na área de estudo.



A classe corpos d'águas, que abrange todos os tipos de recursos hídricos aflorados em superfície (lagoas, rios, represas e oceano) em 1994 apresentou uma área de 172,7km<sup>2</sup>, e em 2017 esta classe correspondeu a 159,5 km<sup>2</sup>.

A classe solo exposto abrange as áreas desmatadas, áreas sem vegetação e a restinga aberta, assim como os bancos de areia e recifes emersos. Esta classe apresentou diferenças de

1,0 km<sup>2</sup>, sendo que em 1994 possuía uma área correspondente a 156,5 km<sup>2</sup>, enquanto em 2017, a mesma classe tinha uma área de 157,5 km<sup>2</sup>, ou seja, em relação a área mapeada.

A classe área urbana corresponde a cidades e povoados, foi a que apresentou uma expansão significativa nos últimos 23 anos. Em 1994, correspondia 10 km<sup>2</sup>, e em 2017 a 22,5 km<sup>2</sup> (Tabela 03 e Figura 06).

A partir da análise dos mapas pode-se perceber que as áreas urbanas expandiram, ocupando espaços dos manguezais. Como podemos observar na classificação de uso e cobertura de 1994. A cidade de Valença ocupava um espaço de 6,1 Km<sup>2</sup>, enquanto em 2017 a mesma duplicou de tamanho correspondendo uma área de 12,2 Km<sup>2</sup>. A cidade se expandiu para o lado oeste, um pouco para o sul e principalmente para o norte da cidade. No mapeamento pode-se observar que mais ao norte da cidade de Valença há uma área de manguezal, em 1994. Porém no mapeamento de 2017 esta área apresenta uma forte urbanização, como mostra o mapa (Figura 05). Durante os trabalhos de campo foi observado que parte dos manguezais vem sendo soterrados para dar lugar a expansão urbana. Outro caso que foi constatado é referente a situação dos esgotos, os manguezais ficam localizados aos fundos das casas das pessoas e os rejeitos é lançado diretamente no manguezal sem nenhum tratamento (Figura 08).

**Figura 08:** Manguezal nos fundos das casas dos moradores em um povoado no município de Valença. **A:** Área de manguezais e tubulação de esgoto lançado diretamente no mesmo; **B:** Canoas e gaiolas para coleta de siri, caranguejo, guaiamum e etc. em área de manguezal.

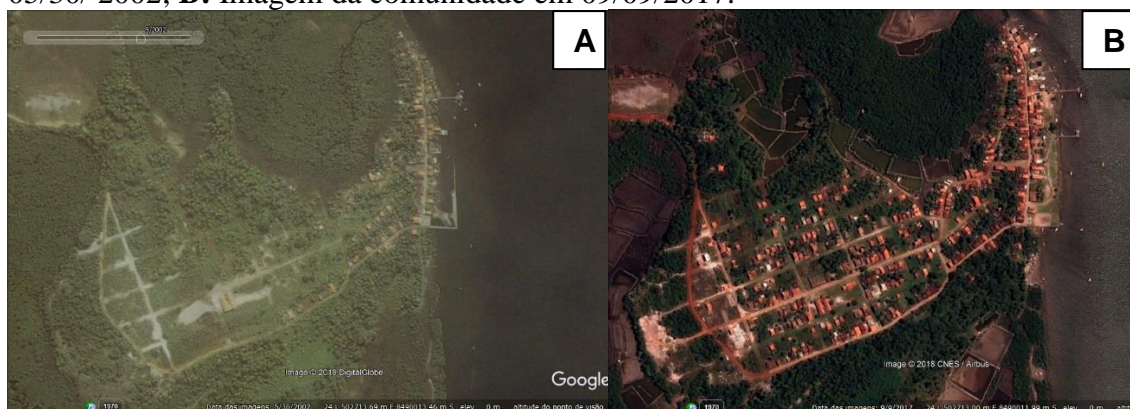


Fonte: Imagens de Campo (2018)

As comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos também se expandiram significativamente. A partir de recortes das imagens do *Google Earth* é possível perceber que até 2002 Barra dos Carvalhos era pouco desenvolvida (Figura 09), assim como outras comunidades, a exemplo de Gamboa, Morro de São Paulo e etc.



**Figura 09:** Expansão da comunidade de Barra dos Carvalhos. **A:** Imagem da comunidade em 05/30/ 2002; **B:** Imagem da comunidade em 09/09/2017.



Fonte: Google Earth

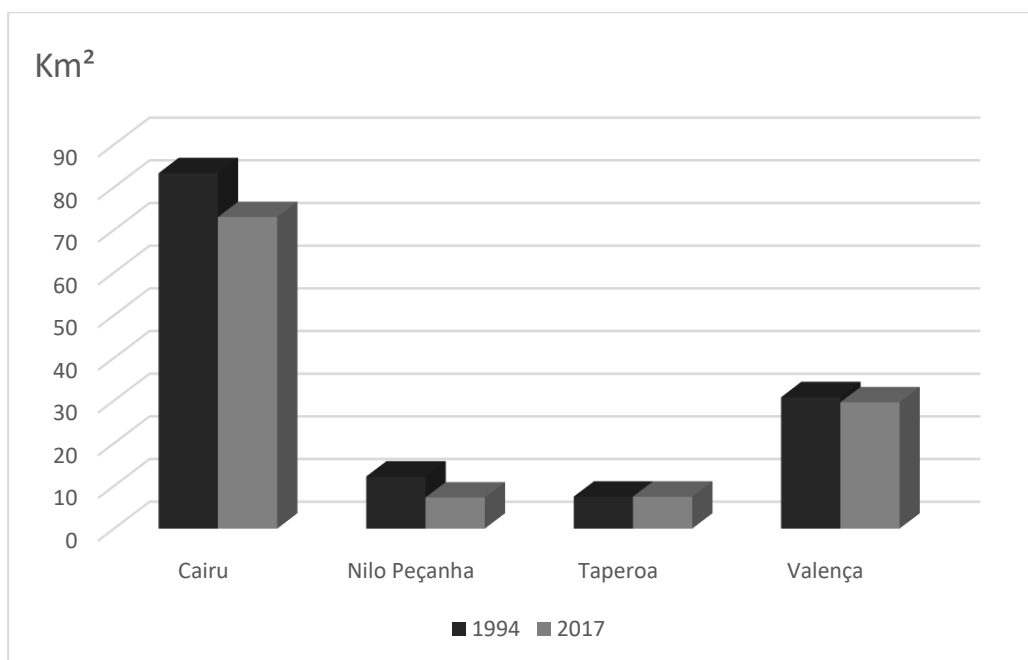
Quanto a carcinicultura industrial, é uma classe que (aparentemente) não se destaca na área de estudo. Em 1994 ocupava uma área de 6,3 km<sup>2</sup> (1%), em 2017 a classificação supervisionada mostra que não houve um aumento significativo da área de ocupação, que se manteve com uma área de aproximadamente 7,0 km<sup>2</sup> (1% da área total de estudo, nos quatro municípios analisados). A classe carcinicultura não é representativa em termos de área, mas é muito importante para este estudo. Os manguezais na zona costeira do Baixo Sul da Bahia vêm sofrendo drasticamente nos últimos anos com a devastação para dar lugar a outros tipos de usos, sendo os tanques de criação de camarão o principal fator desta destruição.

A classe manguezal apresentou uma redução da sua área de cobertura no período 2017. Em 1994 apresentava uma área de 133,8 km<sup>2</sup> (12%), enquanto em 2017 a área de cobertura dos manguezais reduziu para 117,6 km<sup>2</sup> (10% da área total). Uma redução total de aproximadamente 16,2 km<sup>2</sup> em relação à sua área de distribuição observada em 1994, sendo substituída por áreas urbanas e tanques de carcinicultura.

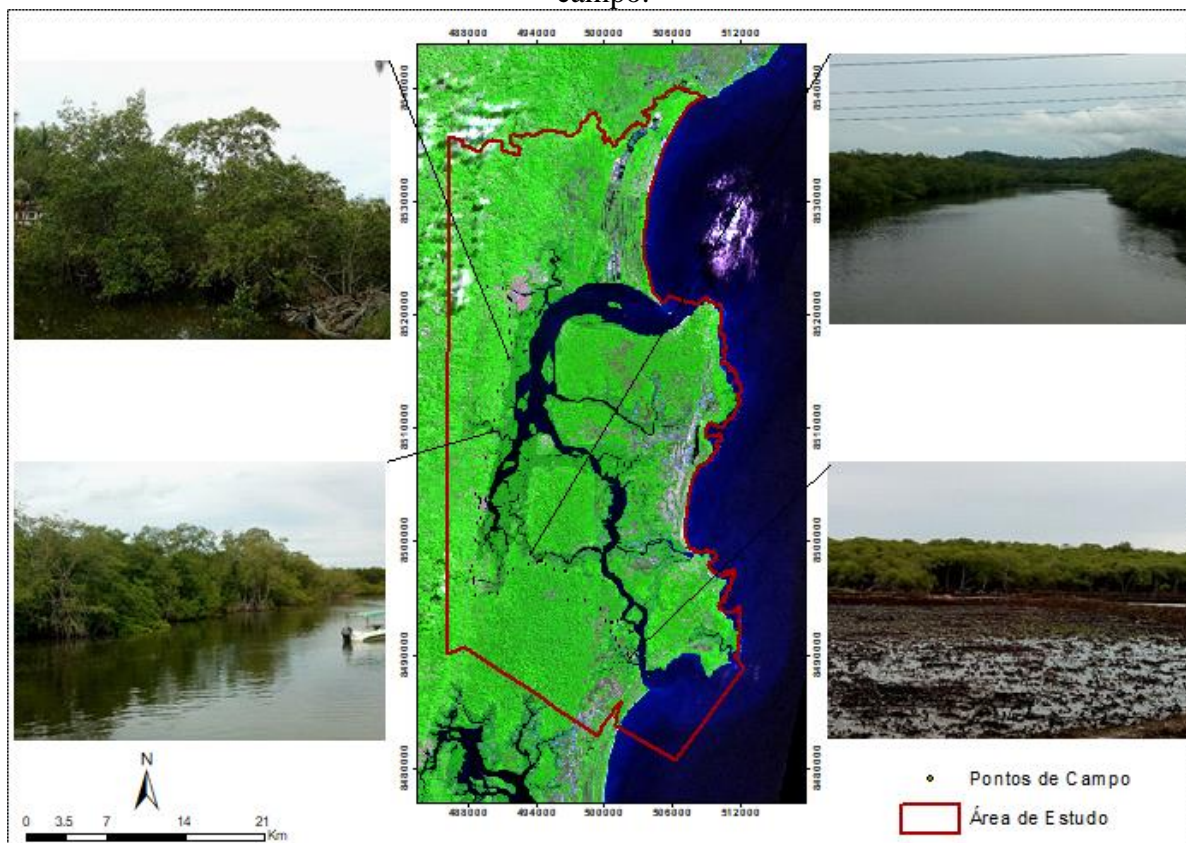
Dos manguezais analisados nos quatro municípios (Valença, Cairu Taperoá e Nilo Peçanha), (Tabela 04 e Figura 10) os municípios de Cairu e Nilo Peçanha são os que tiveram uma redução significativa da área de manguezal. Enquanto o município de Taperoá durante estes 23 anos continuou intacta, ou seja, em 1994 o município de Taperoá possuía uma área de 7,5 Km<sup>2</sup>, e assim permaneceu em 2017.

**Tabela 04:** Quantificação dos manguezais por municípios

Manguezal	1994	2017
Cairu	83.3	73.0
Nilo Peçanha	12.2	7.3
Taperoá	7.5	7.5
Valença	30.8	29.6

**Figura 10:** Quantificação dos manguezais por municípios

Nas imagens registradas em campo é possível ter um panorama da situação da preservação do manguezal na região do Baixo Sul da Bahia nos quatro municípios em estudo (Figura 11).

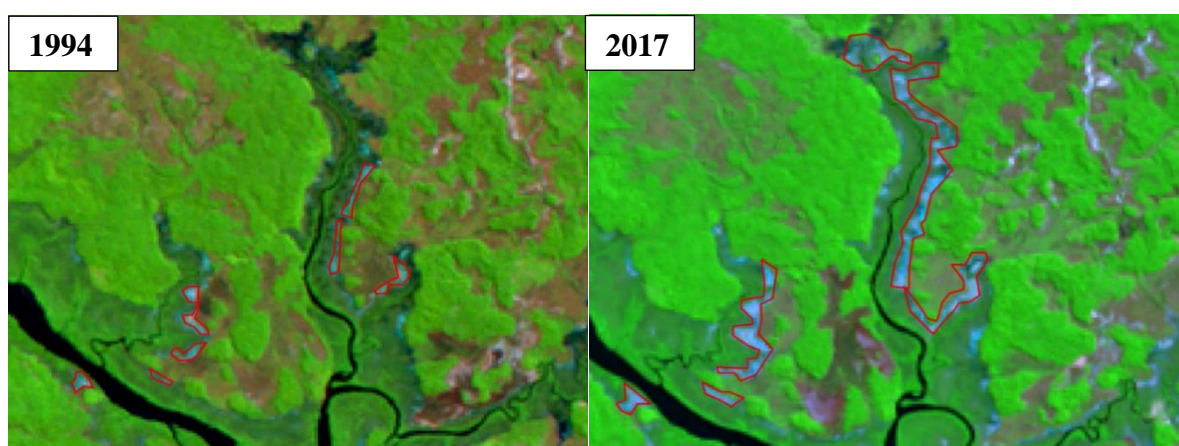
**Figura 11:** Cobertura vegetal de manguezal na área de estudo representados nas imagens de campo.



No município de Cairu, a área de cobertura de manguezais teve uma redução significativa do total da área mapeada de manguezal para o ano de 1994.

Os fatores que influenciaram na sua diminuição estão associados a processo natural entre o manguezal herbáceo e o arbóreo, onde as áreas de manguezal herbáceo estão avançando sobre as de manguezal arbóreo (Schmidt *et. al.*,2013). É possível verificar esse aumento através das imagens Landsat que foram utilizadas para a realização da classificação. Os apicuns foram todos incluídos na classe solo exposto, mas numa análise mais aprofundada percebemos que os apicuns estão localizados em sua maior parte nas bordas dos manguezais, localizados próximos às áreas secas das encostas (Figura 12).

**Figura 12:** Processo de aceleração das áreas de manguezal herbáceo(apicuns) sobre os espaços ocupados por manguezais arbóreo em 1994 e 2017.



Esse aumento das áreas de apicuns pode estar relacionado a processos de erosão, esse processo ocorre devido a material localizados à montante que acaba assoreando os apicuns e as áreas de mangue, associados a alterações hidrológicas e mudanças pluviométricas. Assim, como foi demonstrado por Santos (2007); Hadlich e Ucha (2009) na Bahia e Santana et al (2011) em Pernambuco.

Enquanto em Valença a expansão urbana é o vetor que vem causando a perda da vegetação de mangue, já em Nilo Peçanha as alterações no mangue estão relacionadas com a atividade de carcinicultura (criação de camarão em cativeiro) que estão sendo instaladas nesse ambiente.

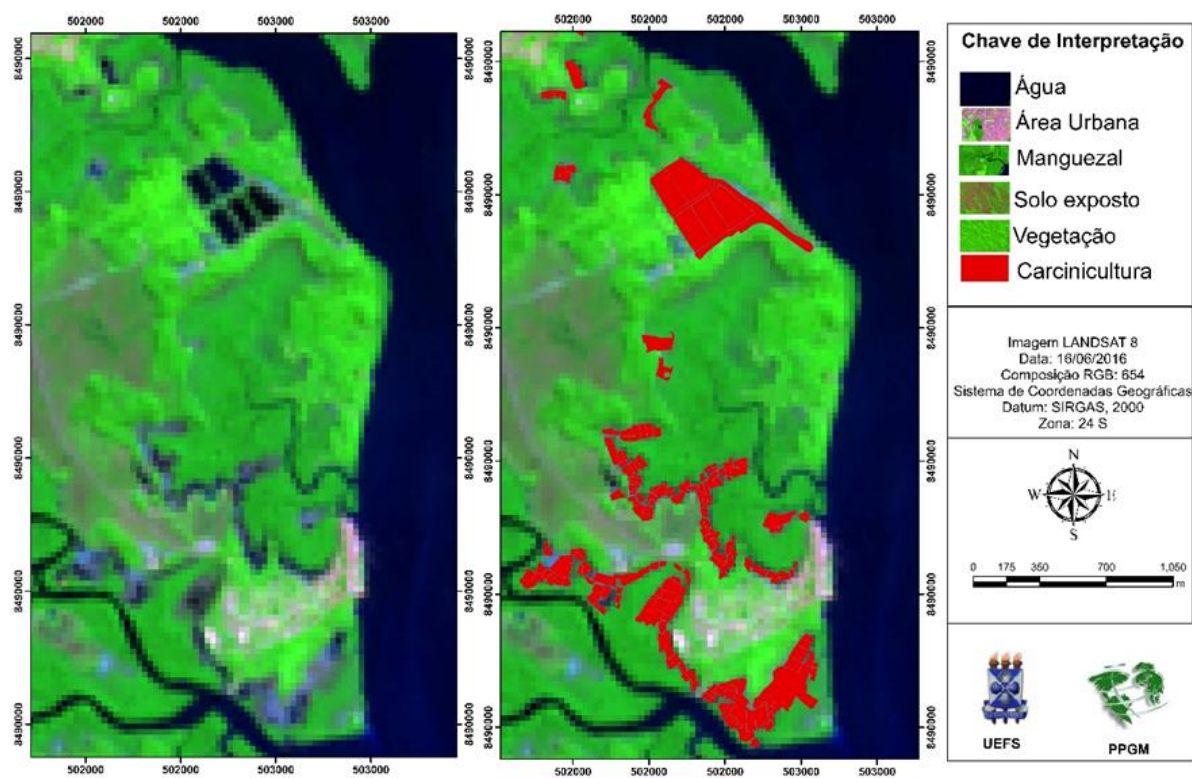
A partir das imagens de satélite do LANDSAT, é possível apenas ter uma visão geral das principais classes de uso e cobertura, devido a sua resolução espacial de 30m. Por isso algumas classes de uso e cobertura não são destacadas. Nas imagens LANDSAT, foi possível identificar a redução do manguezal, sendo possível identificar apenas dois vetores

responsáveis por essa diminuição, a expansão da área urbana e a expansão dos apicuns. A partir das análises das imagens do *Google Earth* foi possível identificar um outro vetor que vem crescendo nos últimos 6 anos na área de estudo, e em particular no município de Nilo Peçanha, ocupando os espaços originalmente pertencentes aos manguezais - a carcinicultura.

A partir da análise da imagem do sensor LANDSAT para a área de estudo, em 1994 apresentavam-se apenas os empreendimentos de carcinicultura localizados no distrito do Guaibim, município de Valença. Já na imagem LANDSAT em 2017, além do empreendimento supracitado, observa-se a instalação de um empreendimento de carcinicultura de médio porte, situados no município de Nilo Peçanha, entre os povoados de São Francisco e Barra dos Carvalhos.

Nas imagens LANDSAT, a carcinicultura tem a aparência como apresentada na figura 13. As áreas de carcinicultura acabam sendo confundidas com a água, porém não é um corpo d'água natural, são tanques de carcinicultura. Na análise da imagem LANDSAT, é impossível realizar essa distinção devido a escala. Para a discriminação dos tanques da carcinicultura foi levando em consideração as formas geométricas, que são apresentadas a partir de recortes com formatos regulares. A prática de instalação de tanques de carcinicultura nos manguezais começa sempre pelas bordas, em áreas de transição de vegetação natural (apicuns, restingas ou floresta ombrófila) para os manguezais, e aos poucos vão adentrando nas áreas dos bosques de mangue (Figura 14 e 15).

**Figura 13:** Mapa comparando a identificação da carcinicultura em imagem Landsat, com o mapeamento realizado na *Google Earth*, e sobreposto na imagem Landsat.





**Figura 14:** Supressão dos manguezais pelas suas bordas imagem do *Google Earth*.



Fonte: Google Earth

**Figura 15:** Supressão dos manguezais na comunidade de Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha-BA.



Fonte: Imagens de Campo (2018)

Com as imagens do *Google Earth* identificamos as principais áreas de carcinicultura instaladas nos ambientes de manguezal na área de estudo, localizadas entre os povoados de São Francisco e Barra dos Carvalhos. Cabe esclarecer que os tanques de carcinicultura observados na região do Guaibim (município de Valença) estão instalados em área de restinga.

Foi possível verificar quando iniciou a construção dos primeiros empreendimentos de carcinicultura nestes povoados. Os empreendimentos de pequeno e médio porte identificados a partir das imagens do LANDSAT foram implantados na área de estudo entre 2002 e 2009.

Essa conclusão se deu a partir da análise das duas imagens disponíveis neste período, como observado na Figura 16, em 2002 não existiam os tanques de cultivo, já na imagem de 2009 podemos observar vários destes elementos.

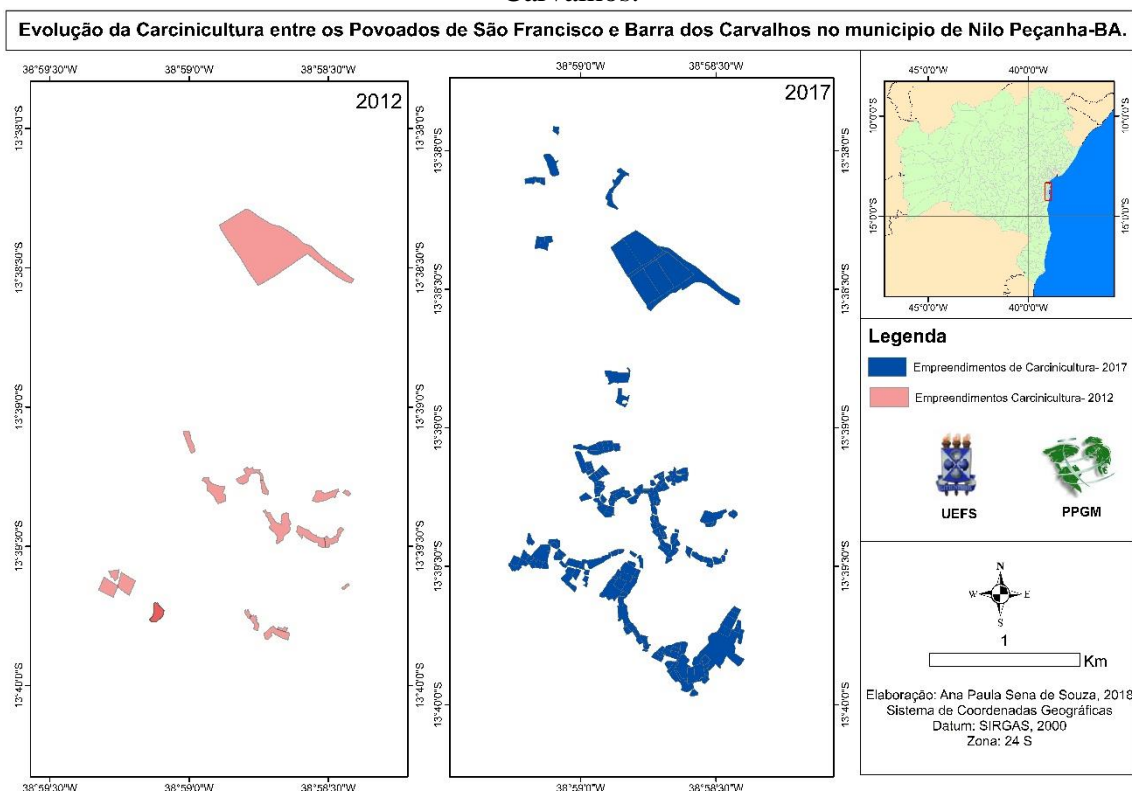
**Figura 16:** Empreendimento de carcinicultura que em 2002 não existia, já em 2009, aparece. **A:** Imagem sem empreendimento 05/30/2002; **B:** Imagem com empreendimento 11/26/2009.



Fonte: Google Earth

O interessante é que a expansão da carcinicultura no município de Nilo Peçanha não é implantado inicialmente utilizando espaços do manguezal. Em 2002 entre os povoados de Barra dos Carvalhos e São Francisco não existia nenhuma ação para implantação da carcinicultura. A partir das imagens do *Google Earth* foi possível realizar um mapeamento e mostrar os tanques de carcinicultura que existiam em 2012 e como estava a situação em 2017 (Figura 17).

**Figura 17:** Evolução da carcinicultura entre os povoados de São Francisco e Barra dos Carvalhos.



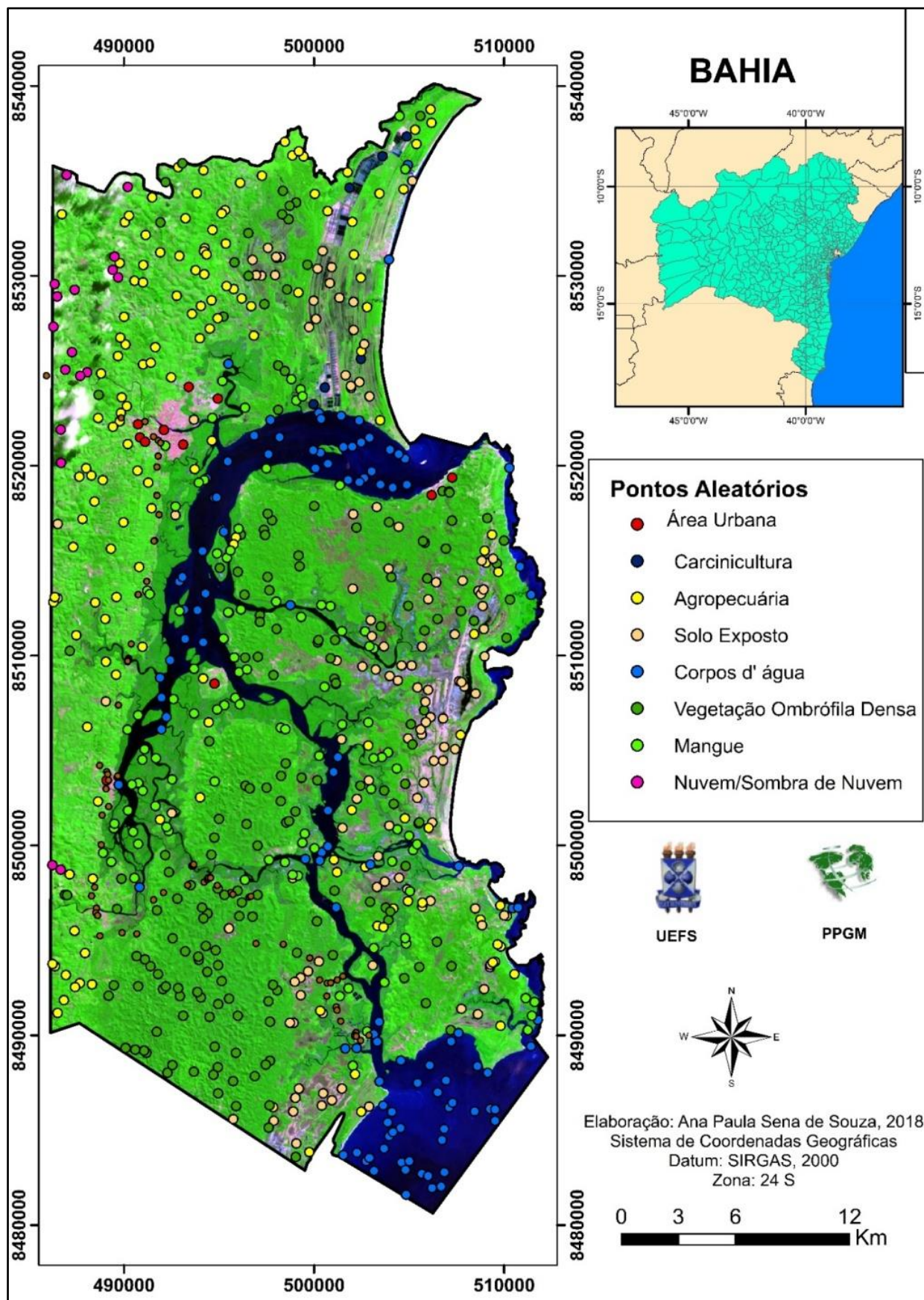
Fonte: Google Earth

O mapeamento realizado inclui tanques em construção e tanques já em pleno funcionamento, esses alvos acabam sendo confundidos com a classe água, mas a partir das análises das imagens de alta resolução do *Google Earth*, podemos observar essa grande modificação na área de estudo, (Figura 17).

Os pontos gerados aleatoriamente juntamente com os pontos coletados em campo (Figura 20 e Figura 21) sendo que foram gerados os pontos para cada classificação, utilizados para validação das classes de uso e cobertura da terra que compõe as matrizes de confusão do classificador Maxver para o ano de 1994 (Tabela 05) e 2017 (Tabela 06) são apresentadas a correspondência entre os pontos aleatórios e de campo de cada classe temática para as classificações supervisionada geradas.



**Figura 18:** Pontos Aleatórios que foram utilizados para validação das classes de uso e cobertura da terra na matriz de confusão.







**Tabela 05:** Matriz de confusão para a classificação supervisionada para a imagem de 1994.

Verdade	Matriz de Confusão Maxver																	
	Agropecuária		Água		Área Urbana		Carcinicultura		Mangue		Solo Exposto		Sem Informação		Vegetação Ombrófila Densa		Total de Linha	
	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%
Agricultura	144	84,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	3,0	4	5,0	0	0,0	31	12	182	26,0
Água	0	0,0	90	100	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	90	13,0
Área Urbana	0	0,0	0	0,0	3	60,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,5
Carcinicultura	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,3
Mangue	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	84	92,7	1	1,2	0	0,0	2	0,8	88	12,5
Solo Exposto	10	5,8	0	0,0	2	40,0	2	50,0	0	0,0	70	87,5	0	0,0	13	5,0	97	13,8
Sem Informação	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100	0	0,0	1	0,1
Vegetação Ombrófila Densa	15	9,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	4,3	5	6,3	0	0,0	213	82,2	237	33,8
Total Coluna	170	100	90	100	5	100	4	100	91	100	80	100	1	100	259	100	700	100

**Tabela 06:** Matriz de confusão para a classificação supervisionada para a imagem de 2017.

Verdade	Matriz de Confusão Maxver																	
	Agropecuária		Água		Área Urbana		Carcinicultura		Mangue		Solo Exposto		Sem Informação		Vegetação Ombrófila Densa		Total de Linha	
	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%	Qtde	%
Agricultura	145	94,7	0	0,00	2	18,1	1	16,6	0	0,00	1	0,8	5	29,4	0,00	0,00	154	22,0
Água	0	0,00	112	100	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	112	16,0
Área Urbana	0	0,00	0	0,00	7	63,8	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	7	1,0
Carcinicultura	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	50,0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	3	0,42
Mangue	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	98	95,1	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	98	14,0
Solo Exposto	6	4,0	0	0,00	2	18,1	2	33,4	3	2,9	118	99,2	0	0,00	0,00	0,00	131	18,8
Sem Informação	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	58,8	0,00	0,00	10	1,42
Vegetação Ombrófila Densa	2	1,3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	2,0	0	0,00	2	11,8	179	100	185	26,4
Total Coluna	153	100	112	100	11	100	6	100	103	100	119	100	17	100	179	100	700	100

Ao analisar a matriz de confusão gerada para a classificação do ano de 1994 (tabela 05) observou-se que houve uma correspondência maior com a classe corpos d'água, porém a classe manguezal foi confundida com as classes agropecuária e vegetação ombrófila densa. As classes que foi confundida com manguezal foram agropecuária e vegetação ombrófila densa e solo exposto.

Ao analisar a matriz de confusão da classificação para o ano de 2017 (Tabela 06) obteve maior correspondência entre as classes vegetação ombrófila densa e corpos d'água. Enquanto a classe manguezal foi confundida com solo exposto e vegetação ombrófila densa. Já as demais classes não foram confundidas com a classe de bosque de mangue.

Para a acurácia das classificações foram verificadas através da verdade de campo, da Exatidão Global, do coeficiente de concordância kappa e coeficiente de concordância Tau apresentados na Tabela 07.

**Tabela 07:** Valores dos índices para avaliação da acurácia para classificações supervisionadas.

Classificação Temática	Exatidão Global (%)	Índice Kappa (%)	Índice Tau (%)
1994	86,0	81,0	84,0
2017	96,0	95,0	95,0

Ao observamos a Tabela 07 é possível verificar que a classificação temática teve

um excelente desempenho. Para a Exatidão Global, o Índice Kappa e o Índice Tau para os anos analisados, mostraram que mais de 80% dos pontos amostrados foram classificados corretamente. O valor do Índice Kappa para os dois mapas gerados através da classificação supervisionada foi considerado com excelente resultado, porque alcançaram valores superiores a 0,8 de acordo com (LANDIS e KACH, 1977).

## **2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O levantamento da distribuição espacial do uso e cobertura do solo é essencial para verificar o grau de degradação ambiental de uma região. Apesar do foco principal do presente estudo ter sido o mapeamento do manguezal, considerou-se necessário mapear e analisar as classes de uso e cobertura da zona costeira da área de estudo, considerando fatores que estão afetando a integridade dos manguezais, causando a redução ou expansão de suas áreas de cobertura.

A classificação supervisionada foi satisfatória para os objetivos propostos no estudo realizado. O uso das geotecnologias, em especial o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas foram ferramentas fundamentais na identificação dos vetores responsáveis pela supressão das áreas de manguezal na região do Baixo Sul da Bahia. Foram identificados três vetores responsáveis pela supressão do manguezal: a expansão urbana e aumento de escavações de tanques para a criação de camarão, ou seja, a carcinicultura e as áreas de apicum.

O vetor da expansão área urbana vem atingido os manguezais principalmente no município de Valença, já a expansão da carcinicultura vem ocorrendo no município de Nilo Peçanha, especificamente nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos.

Dos quatro municípios analisados, Cairu é o município com maior redução da área de manguezal dentro deste período de 1994 a 2017 sendo que essa redução está ocorrendo por processo natural de avanço do Apicum sobre o Manguezal, seguido do município de Nilo Peçanha e de Valença.

---

***CAPÍTULO 3: ARTIGO 2- DETECÇÃO REMOTA DO AVANÇO  
DA CARCINICULTURA SOBRE OS MANGUEZAIS NA BAHIA:  
ESTUDO DE CASO NAS COMUNIDADES DE SÃO  
FRANCISCO E BARRA DOS CARVALHOS, MUNICÍPIO DE  
NILO PEÇANHA.***

---

## DETECÇÃO REMOTA DO AVANÇO DA CARCINICULTURA SOBRE OS MANGUEZAIS NA BAHIA: ESTUDO DE CASO NAS COMUNIDADES DE SÃO FRANCISCO E BARRA DOS CARVALHOS, MUNICÍPIO DE NILO PEÇANHA.

**Resumo:** O presente artigo teve como objetivo realizar um mapeamento multitemporal para mostrar a expansão da carcinicultura nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, no município de Nilo Peçanha, a partir dos registros disponíveis na ferramenta de livre acesso do Google Earth. O manguezal é de suma importância para inúmeras espécies estuarinas e marinhas que utilizam os ambientes dos manguezais para abrigo, alimentação e refúgio, assim como para a sustentação da pesca e mariscagem realizadas pelas comunidades de pescadores artesanais e sua segurança alimentar. Foram selecionadas as imagens de alta resolução para os anos de 2002, 2012 e 2017. A abordagem metodológica partiu da análise visual das imagens, para a identificação das classes de uso e cobertura e dos principais vetores responsáveis pela supressão das áreas de manguezal. Para subsidiar a vetorização, elaborou-se uma chave de identificação com base nos princípios de fotointerpretação. Foi realizada a saída de campo para a coleta de dados com o receptor GPS para validação do mapeamento. Nos três anos analisados foi possível perceber que houve um avanço significativo da classe tanques de criação de camarão. Entre 2012 e 2017 houve um aumento significativo da quantidade de tanques de criação de camarão, passando a ocupar uma área de 1,0 km<sup>2</sup>, um aumento de 0,80 km<sup>2</sup>, correspondendo a uma área de ocupação 5 vezes maior (500% de expansão) do que a observada em 2002.

**Palavras-Chave:** Supressão, manguezal, geotecnologias

### 3.1 INTRODUÇÃO

O uso e ocupação desordenado da zona costeira do Brasil por empreendimentos de turismo, carcinicultura, especulação imobiliária tem causado sérios problemas ambientais. Atualmente o principal vetor responsável por grandes impactos ambientais na zona costeira brasileira é a carcinicultura. A criação de camarão em cativeiros é uma atividade que utiliza grandes áreas de ambientes estuarinos e costeiros (PAF, 2005; ABREU, VASCONCELOS e ALBUQUERQUE, 2017; ARAÚJO e MAIA, 2011; MESQUITA *et al.* 2012; SANTOS, *et al.* 2012; ARAÚJO e FREIRE, 2007; BESSA-JUNIOR, 2014). A crescente utilização dos rios e mangues, para a atividade de carcinicultura tem sido feita, em muitos casos, de forma degradadora e sem a devida preocupação de não poluir esse ecossistema (ABREU, VASCONCELOS e ALBUQUERQUE, 2017; ARAÚJO e MAIA, 2011, BESSA-JUNIOR, 2014; MARTÍNEZ-CÓRDOVA *et al.*, 2008; MMA, 2018).

No Brasil, de acordo com Bessa-Junior (2014) e Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2018), a carcinicultura teve início no ano de 1970, mas

só ganhou caráter industrial na década de 1980. A carcinicultura chegou ao Rio Grande do Norte como alternativa econômica para substituir a extração do sal que estava passando por um forte declínio (ABCC, 2018). Segundo Bessa-Junior (2014), a implantação da atividade carcinicultura na região Nordeste do Brasil ocorre devido às boas condições climáticas para a criação de camarão em cativeiros, isso ocorre devido às altas temperaturas que variam de 22 a 30 °C. Diversos autores ressaltam que o Estado do Ceará é o líder em produção de camarão dentre os estados brasileiros produtores. Em segundo lugar destaca-se o Estado do Rio Grande do Norte (BESSA-JUNIOR, 2014), enquanto o estado da Bahia ocupa terceira posição (Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2018). Os empreendimentos de carcinicultura tem sido uma das principais responsáveis pela deterioração dos manguezais, especialmente no Nordeste (MMA, 2008; MESQUITA et al, 2012).

A devastação dos manguezais pelas atividades de carcinicultura causa impactos significativos e abrangentes, além de destruir os manguezais, afeta a produtividade biológica e produção pesqueira, modificando as atividades econômicas tradicionais das comunidades costeiras (LESSA, 2007).

Segundo o MMA (2010), os manguezais abrangiam originalmente cerca de 1.225.444 hectares em quase todo o litoral brasileiro, desde o Oiapoque até a Laguna em Santa Catarina (Figura 01). Avaliações feitas na última década indicam que quase 25% dos manguezais brasileiros já tenham sido extintos, tendo a carcinicultura e a especulação imobiliária como suas principais causas (MMA, 2010, JURAS, 2012).

**Figura 01:** Distribuição dos manguezais na costa brasileira



Fonte: SEMADS, 2001

De acordo com Schaeffer-Novelli et al. (2012) foram perdidos cerca de 50.000 ha de manguezais no Brasil, num intervalo de 25 anos, entre 1980-2005. Ou seja, uma taxa de perda de 2.000 ha por ano. Segundo o MMA (2010), 43.503 ha de antigos manguezais estavam ocupados com carcinicultura no Brasil, mais da metade no Rio Grande do Norte, com 29.544 ha (JURAS, 2012).

Queiroz e Kitamura (2001, p. 147) vem afirmar que:

“[...] nesse contexto, nunca é demais lembrar que o rápido crescimento da carcinicultura marinha nos últimos anos vem sendo alvo de críticas, sendo parte de segmentos representativos da sociedade devido à destruição de manguezais, poluição da água, salinização da água doce e outros impactos ambientais.” (QUEIROZ & KITAMURA, 2001, p. 147).

Estes e outros tipos de uso e ocupação da zona costeira de alguma forma acaba impactando direta ou indiretamente sobre os mesmos ambientes costeiros, e

consequentemente acaba impactando as comunidades tradicionais que sobrevivem da pesca artesanal. Os jovens vão ocupar postos de trabalhos que não advém da pesca e com isso não leva em frente esta tradição (VASCONCELOS E CORIOLANO, 2008).

Os manguezais são essenciais no desenvolvimento de diversas espécies estuarinas e marinhas (MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 2008). No quadro 01 são apresentadas as principais funções e serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal.

**Quadro 01:** Funções e serviços ecossistêmicos prestados pelo ecossistema manguezal

1	Fonte de matéria orgânica particulada e dissolvida para as águas costeiras adjacentes, constituindo a base da cadeia trófica com espécies de importância econômica e/ou ecológica;
2	Área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres, além de pousio de aves migratórias;
3	Proteção da linha de costa contra erosão, assoreamento dos corpos d'água adjacentes, prevenção de inundações e proteção contra tempestades;
4	Manutenção da biodiversidade da região costeira;
5	Absorção e imobilização de produtos químicos (por exemplo, metais pesados), filtro de poluentes e sedimentos, além de tratamento de efluentes em seus diferentes níveis;
6	Fonte de recreação e lazer, associada a seu apelo paisagístico e alto valor cênico;
7	Fonte de proteína e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos manguezais.

Fonte: COELHO JUNIOR e SCHAEFFER-NOVELLI, 2000

De acordo com pesquisas realizadas por Santiago e Accioly (2011), Accioly (2005), e Santiago *et al.* (2013) as marisqueiras da comunidade de Barra dos Carvalhos, no município de Nilo Peçanha (Bahia), vem percebendo os problemas socioambientais decorrentes da destruição dos manguezais pela carcinicultura clandestina, a destruição da vegetação do mangue dentre outras ações predatórias.

Tendo em vista a necessidade de monitoramento, é evidente a utilização do Sensoriamento Remoto no mapeamento e quantificação dos manguezais, assim como monitoramento da expansão da carcinicultura na zona costeira. O sensoriamento remoto apresenta várias vantagens, dentre elas, a possibilidade de mapear lugares muitas vezes inacessíveis ou de difícil acesso (ARAÚJO, 2010; SOUZA, 2018).

O objetivo deste trabalho é realizar um mapeamento multitemporal para mostrar a expansão da carcinicultura nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, no município de Nilo Peçanha, a partir dos registros disponíveis na ferramenta de livre acesso do Google Earth.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODO

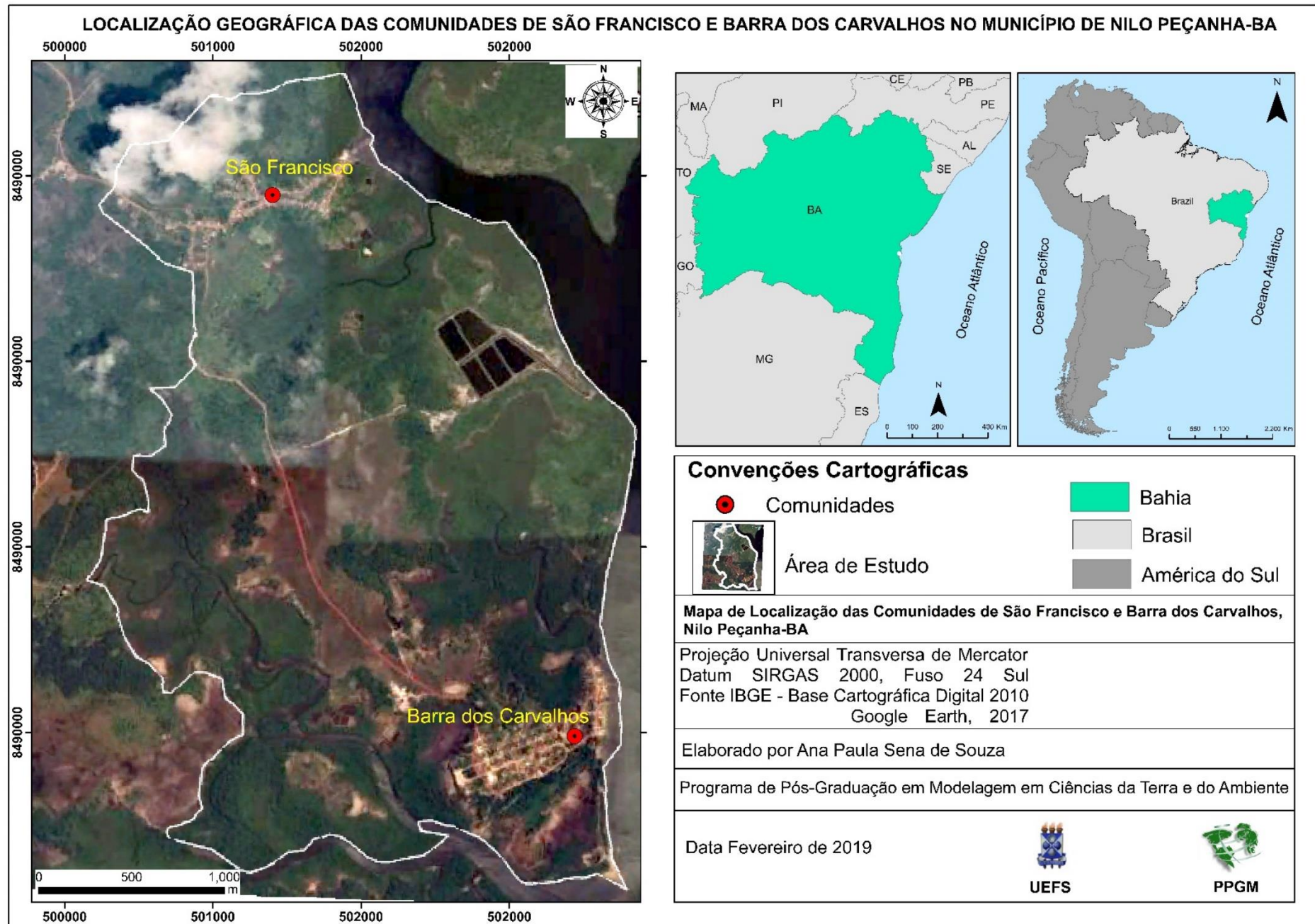
### 3.2.1 Área de estudo

A pesquisa teve como objeto de estudo (Figura 02) as comunidades de Barra dos Carvalhos e São Francisco, consideradas pequenas vilas de pescadores, cuja principal fonte de renda provém da atividade pesqueira e mariscagem, destacando-se a produção extrativista do camarão de águas rasas. Essas duas comunidades estão situadas às margens do Rio dos Patos. Pertencem ao município de Nilo Peçanha, na Região do Baixo Sul da Bahia e estão inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) do Pratigi (LESSA, 2007). Dentre as principais modalidades de pesca desenvolvidas, se destaca o arrasto de fundo direcionado para a captura de camarões penaeídeos, capturados pelas frotas locais que operam nas proximidades da costa da região, além de modalidades de pesca com redes de cerca e armadilhas direcionadas para outras espécies de peixes (como o robalo) e crustáceos (siri) dependentes dos estuários e da integridade dos manguezais (SOMA, 2008; HIDROS, 2013; SANTIAGO, *et. al*, 2011). Também se destacam outras atividades econômicas complementares locais, como o artesanato, a extração do dendê, e a agricultura familiar.

A APA do Pratigi foi criada pelo Decreto Estadual nº 7272 de 02 de abril de 1998, possui uma área equivalente a 85.700 ha. Abrange os municípios de Nilo Peçanha, Ituberá, Igrapiúna, Piraí do Norte e Nilo Peçanha.



**Figura 02:** Localização das comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos, na zona costeira do município de Nilo Peçanha, na região do Baixo Sul do estado da Bahia.



### 3.2.2 Procedimentos Metodológicos

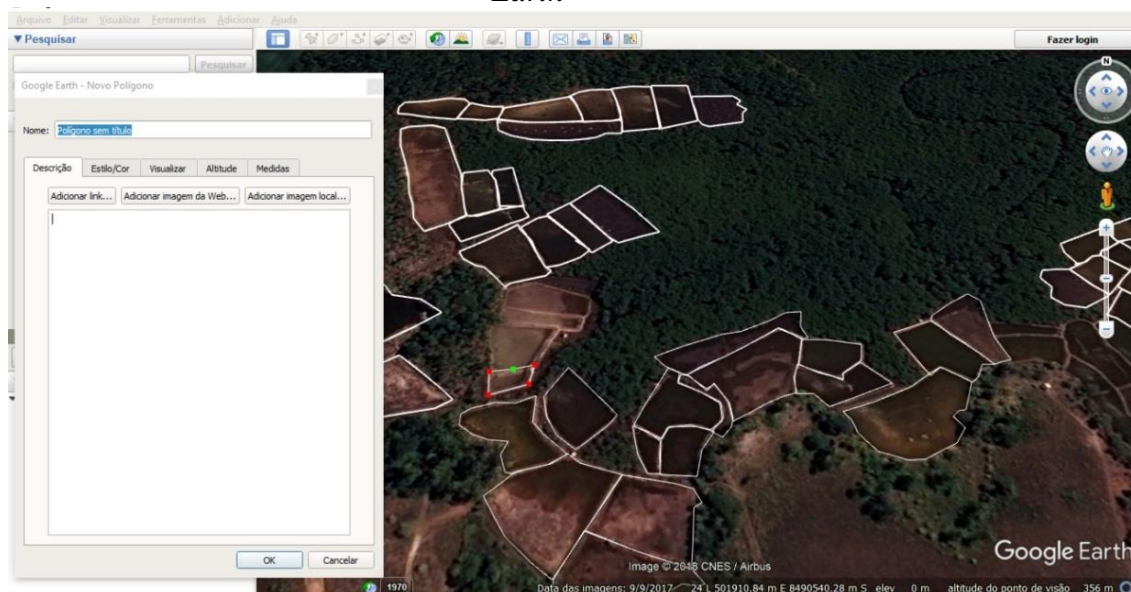
Os procedimentos adotados para a realização da pesquisa foi o levantamento teórico inicial acerca da carcinicultura, manguezais e o uso das geotecnologias, em especial os Sistemas de Informações Geográficas e o Sensoriamento Remoto. Esta etapa consistiu na pesquisa bibliográfica a partir do levantamento de teses, dissertações, livros e artigos que envolvem a temática pesquisada.

Na etapa seguinte foi analisada as imagens de sensoriamento remoto de alta resolução disponíveis no *Google Earth*. Posteriormente foram selecionadas as imagens de alta resolução para os anos de 2002, 2012 e 2017. A escolha destas imagens se deu devido à boa qualidade das aquisições destes anos em relação aos demais anos, quanto a visibilidade em relação à cobertura de nuvens. Também no processo de escolha das imagens foi levado em consideração o ano. A abordagem metodológica desenvolvida partiu da análise visual das imagens, para a identificação das classes de uso e cobertura da zona costeira do município de Nilo Peçanha.

De acordo com Moreira (2005) o procedimento de fotointerpretação de imagens envolve pelo menos duas etapas: observação e interpretação. Florenzano (2007) afirma que alguns fatores são essenciais para o processo de interpretação das imagens de satélite, sendo eles: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização.

Para realizar o mapeamento de uso e cobertura das comunidades de São Francisco, Barra dos Carvalhos e dos principais vetores responsáveis pela supressão dos manguezais (construção de tanques de criação de camarão na área de estudo), foram identificadas todas as classes através das imagens do *Google Earth*, em seguida foram delimitados polígonos em todos os alvos identificados (Figura 03), posteriormente todos os polígonos foram salvos no formato KML e convertidos no software ArcGis para o formato *shapefile*.

**Figura 03:** Identificação das áreas de carcinicultura através das imagens do *Google Earth*



A fase final do procedimento metodológico foi a validação *in loco*, a partir de visita de campo para a coleta de dados nas comunidades e verificação das classes de uso e cobertura mapeadas pelas imagens, essa fase foi realizada em duas etapas. Um primeiro reconhecimento de campo foi realizado em abril de 2017, e uma segunda visita em dezembro de 2018. O primeiro campo foi realizado com o intuito de fazer um reconhecimento prévio da área de estudo; no segundo foi realizada a coleta de dados com o GPS, além do registro fotográfico das principais classes de uso e cobertura alvos desta pesquisa.





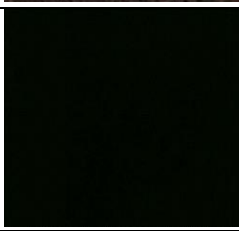

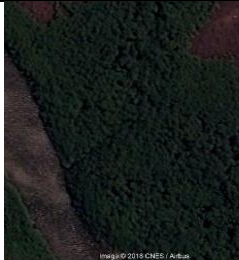


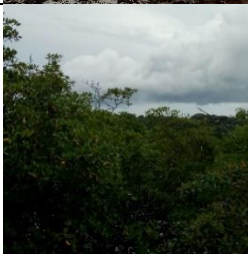




### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o mapeamento das classes de uso e cobertura das comunidades foram definidas as seguintes classes: área urbana, loteamento, manguezal, restinga, corpos d'água, vegetação ombrófila densa, campo de futebol, desmatamento/ tanques de criação de camarão, carcinicultura industrial.

A fim de subsidiar a vetorização, elaborou-se uma chave de identificação (Figura 04) com base nos princípios de fotointerpretação, facilitando a identificação das classes de uso e ocupação das classes de uso e cobertura.

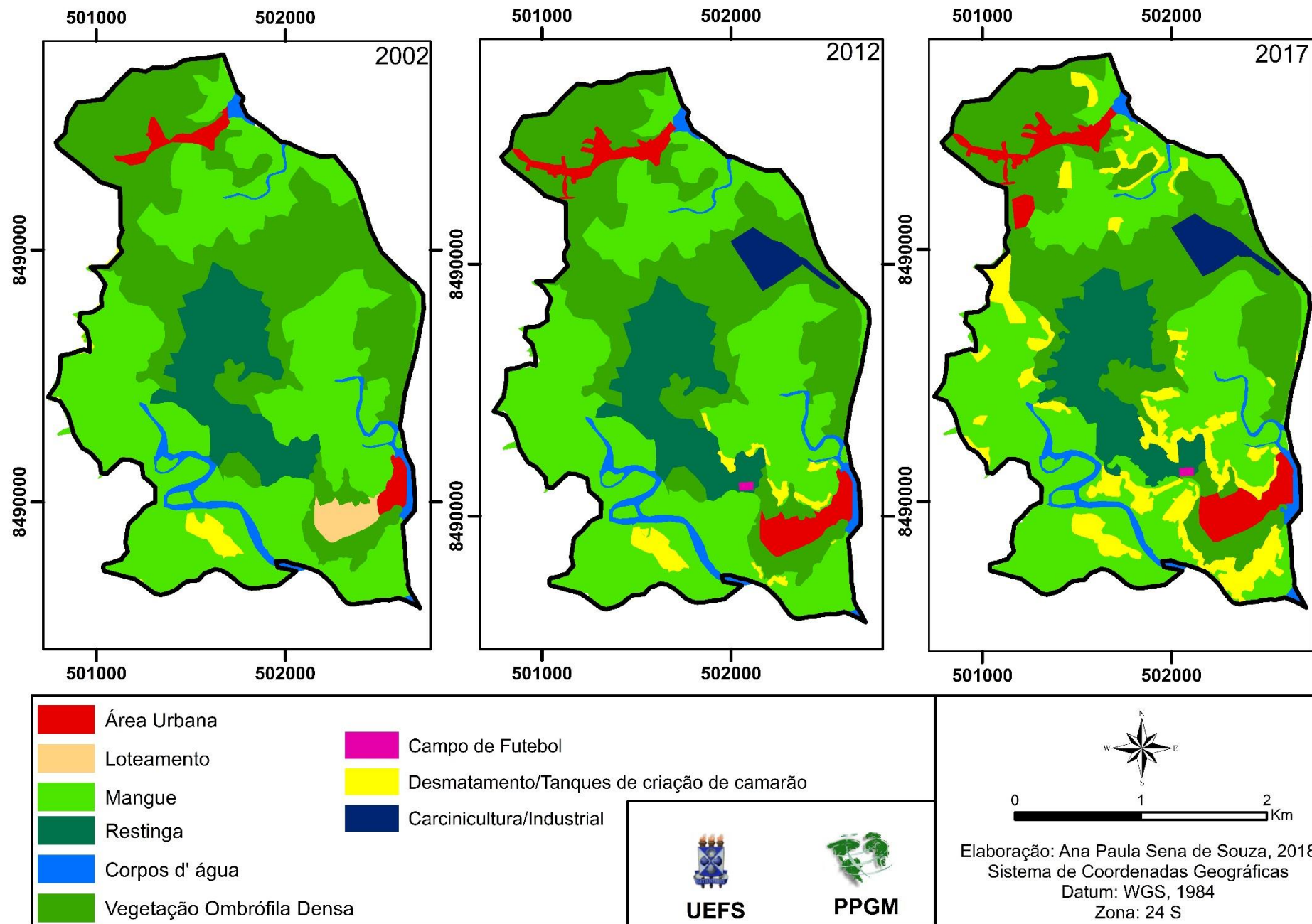


**Figura 04:** Chave de interpretação com as principais classes de uso e cobertura.

CLASSE	Imagens comparativa das classes de uso e cobertura		
	Google Earth	Características em Campo	Descrição das classes de uso
Cativeiros de camarão			Tons escuros, com formas geométrica/retangulares bem definidas.
Restinga			Cor marrom, com aspecto como áreas de vegetação espaçosa, com uma pequena aparência com solo exposto; forma irregular.
Corpos d'água			Cor preta; textura lisa; foi linear retilínea ou curvilínea para rios
Manguezal			Cor verdes escura, próximo aos rios; textura rugosa; forma regular.
Vegetação			Cor verde-escuro; textura rugosa; forma irregular
Carcinicultura Industrial			Tons escuros, com formas geométrica/retangulares bem definidas.
Área Urbana			Cor magenta (rosa); textura suavemente rugosa; forma irregular.

Os mapeamentos de uso e cobertura das terras das comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos no município de Nilo Peçanha na Região do Baixo Sul da Bahia são apresentados na Figura 05. A extensão total da área de estudo corresponde a 9km<sup>2</sup>. Na delimitação da área de estudo levou-se em consideração a área de manguezal. Para isso foi criado um polígono que abrangessem toda a área correspondente a este tipo de vegetação, distribuída na zona costeira do município de Nilo Peçanha.

Figura 05: Mapeamentos da evolução do uso e ocupação das comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos.



Pode-se observar que a classe de cobertura predominante em relação ao total da mapeada era a de manguezal, para os três períodos analisados, seguida pelas classes de cobertura por vegetação ombrófila densa e área desmatada para tanques de criação de camarão, como apresentados a seguir na tabela 01, quantificação e percentagem das classes de uso e cobertura.

**Tabela 01:** Quantificação da área de cobertura das classes de uso e ocupação da zona costeira do município de Nilo Peçanha, Bahia.

Classes	2002	2012	2017
	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>
Corpos D' água	0,28	0,28	0,28
Restinga	0,98	0,95	0,90
Carcinicultura industrial	0,0	0,16	0,16
Área Urbana	0,16	0,28	0,43
Manguezal	4,31	4,25	3,53
Loteamento	0,12	0,0	0,0
Vegetação Ombrófila Densa	3,08	2,88	2,70
Área desmatada/Tanques de camarão	0,07	0,20	1,0

A área total das florestas de manguezal em 2002 era correspondente a 4,31km<sup>2</sup>, em 2012 houve uma redução da área de manguezal, neste período foi quantificado um total de 4,25km<sup>2</sup> e 3,53 km<sup>2</sup> em 2017, o que representa uma perda de área de aproximadamente 0,78 km<sup>2</sup>, quase um quinto da área total de manguezal observada em 2002 (Tabela 01). A redução dos manguezais é resultado da sua supressão para implantação de tanques de criação de camarão na área de estudo a instalação de tanques de carcinicultura nos manguezais começa sempre pelas bordas, em áreas de transição de vegetação natural (manguezais herbáceo, restingas ou floresta ombrófila) para os manguezais arbóreo, e aos poucos vão adentrando nas áreas dos bosques de mangue (Figura 06).

Em Barra dos Carvalhos, há muitos tanques escavados para a criação de camarão, alguns já se encontram em produção e outros ainda em fase de construção, estando estes com toda a vegetação de manguezal suprimida (Figura 06).

A partir do mapeamento foi possível verificar que a classe vegetação ombrófila densa também sofreu uma redução, ao longo do período analisado. Em 2002 ela ocupava 3,08km<sup>2</sup>, em 2012 a área de vegetação ombrófila era de 2,88km<sup>2</sup>, e em 2017 estava reduzida a 2,70 km<sup>2</sup>, o que representa uma perda de aproximadamente 0,38 km<sup>2</sup> da área observada em 2002 foi suprimida (Tabela 01). A classe tanques de camarão observada na imagem de 2002 só apresentava uma cobertura de 0,07. Em 2012 a área que estava desmatada passou a ser ocupada por tanques de criação de camarão, sendo possível observar nas imagens analisadas o surgimento dos primeiros tanques para a criação de camarão em área de manguezal. Os tanques de carcinicultura ocupavam uma área equivalente a 0,20 km<sup>2</sup>, em 2002. Entre 2012 e 2017 houve um aumento significativo da quantidade de tanques de criação de camarão, passando a ocupar uma área de 1,0 km<sup>2</sup>, um aumento de 0,80 km<sup>2</sup>, correspondendo a uma área de ocupação 5 vezes maior (500% de expansão) do que a observada em 2002.

As três classes juntas (manguezais, vegetação ombrófila e carcinicultura) ocupam atualmente mais de 7,2 Km<sup>2</sup> de toda área de estudo mapeada. Enquanto as classes de restinga, área urbana, corpos d'água e carcinicultura industrial representam aproximadamente 1,8Km<sup>2</sup> do total de toda área mapeada.

Ao analisarmos as imagens (Figura 06) de campo tornam-se visíveis os impactos causados pela atividade de carcinicultura na área de estudo, na região que antes era ocupada por cobertura de manguezal, mesmo garantida por lei federal, por serem considerados parte das Áreas de Preservação Permanente (APP's), e inserida numa Área de Proteção Ambiental (APA) definida por lei estadual, esses manguezais encontram-se com elevados níveis de devastação causada por atividade clandestina de carcinicultura, não licenciada pelo órgão ambiental responsável. É proibido por lei federal a construção de tanques de criação de camarão em áreas de bosques de mangues, por constituírem Áreas de Preservação Permanente (APP's). A integridade dos manguezais é de suma importância para as duas comunidades pesqueiras da área de estudo, como já foi mencionado anteriormente, onde a principal atividade econômica é a pesca e mariscagem comercial e de subsistência, realizadas nas áreas de manguezais dos estuários da região.

A Figura 06 nos permite observar a remoção da vegetação de manguezal, o que causa a perda de habitats naturais e o empobrecimento da fauna, inclusive os recursos



pesqueiros da região, além dos efeitos sistêmicos relacionados ao bloqueio e alterações da drenagem dos canais de manguezal e comprometimento da hidrodinâmica estuarina.

**Figura 06:** Remoção da cobertura da vegetação de mangue e bloqueio dos canais do manguezal devido à construção de tanques para criação de camarão em cativeiro (carcinicultura) nas proximidades da comunidade de Barra dos Carvalhos, município de Nilo Peçanha, região do Baixo Sul da Bahia.



Fonte: Imagens de Campo (2018)

A figura 07 mostra os tanques de criação de camarão na comunidade de Barra dos Carvalhos, os pontos coletados em campo e fotografias representativas do alvo mapeado.

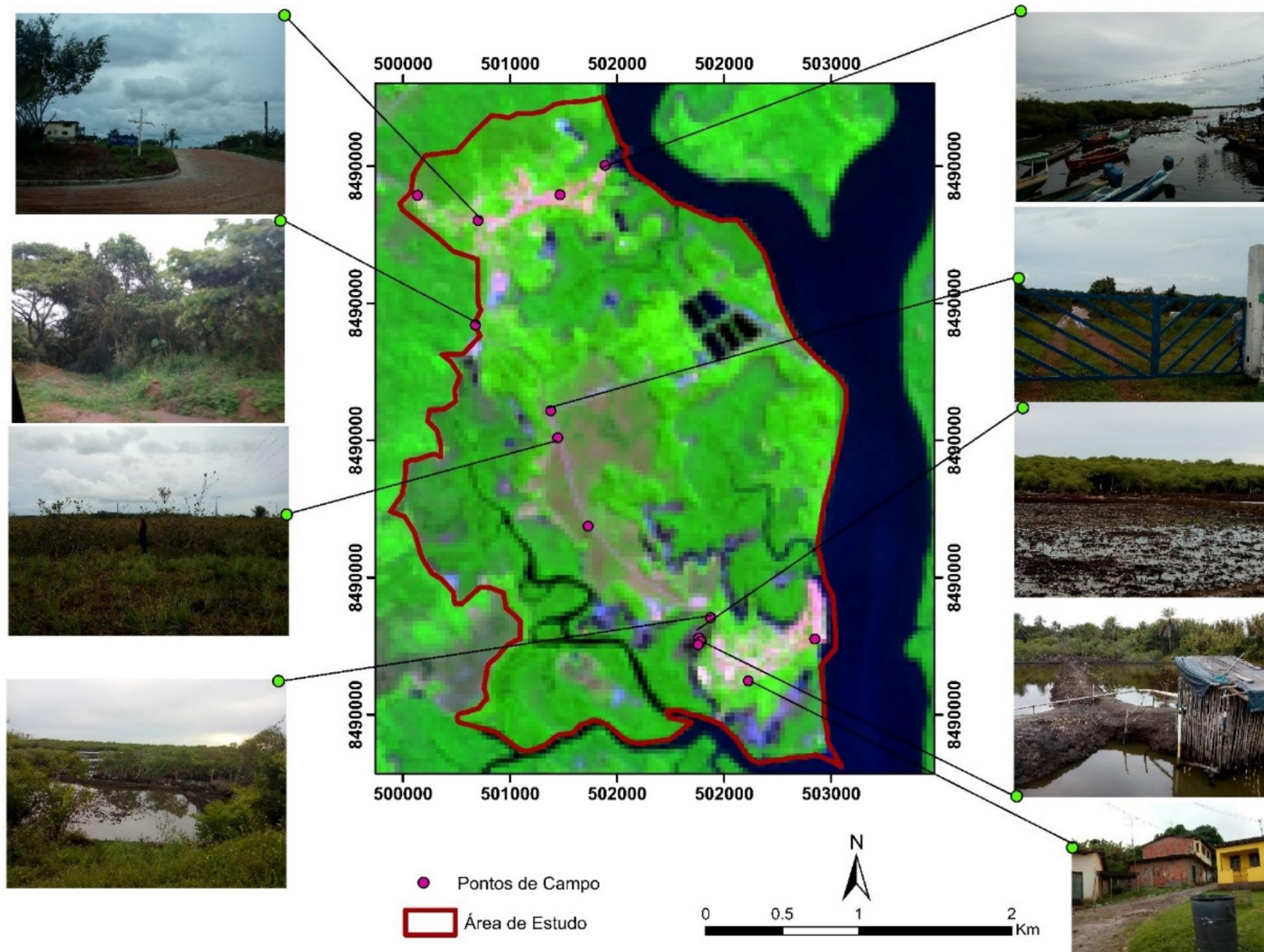
**Figura 07:** Tanques de criação de camarão na comunidade de Barra dos Carvalhos, pontos coletados em campo e fotografias representativas do alvo mapeado.



Na Figura 08 são apresentados os pontos de verificação em campo das classes de uso e cobertura mapeadas pelas imagens e registros fotográficos de áreas visitadas nas comunidades de Barra dos Carvalhos e São Francisco, no município de Nilo Peçanha.



**Figura 08:** Imagem Landsat8, composição RGB654 e pontos de controle de campo relacionados às fotos registradas das classes de uso e cobertura das duas comunidades visitada.



### 3.4 CONCLUSÕES

A utilização das imagens gratuitas de alta resolução do *Google Earth* permitiu identificar às principais classes de uso e cobertura da zona costeira, do município de Nilo Peçanha, território das comunidades de pescadores artesanais de Barra dos Carvalhos e São Francisco.

Na área de estudo foram identificadas oito classes de uso e cobertura da zona costeira: manguezal, restinga, vegetação ombrófila densa, carcinicultura, loteamentos, tanques de camarão, área urbana e corpos d'água.

Também foi possível identificar o principal vetor responsável pela supressão da vegetação do manguezal, nas áreas originalmente cobertas por manguezais no entorno das duas comunidades: a criação de camarão em tanques.

A construção desses tanques na área de estudo constitui empreendimentos clandestinos irregulares, não licenciados, que precisam ser melhores investigados, por estarem localizados em Área de Proteção Permanente (APP), dentro da APA do Pratigi, onde é proibida a supressão da vegetação nativa e instalação de qualquer empreendimento sem o devido processo de licenciamento ambiental.

Através da análise das imagens de sensoriamento remoto do *Google Earth* foi possível verificar que a mesma é uma importante ferramenta para identificar, mapear e monitorar o avanço dos tanques de criação de camarão em cativeiro nas regiões estuarinas.

A área total das florestas de mangue nas comunidades de São Francisco e Barra dos Carvalhos da zona costeira do município de Nilo Peçanha sofreu uma redução de aproximadamente 18% da cobertura natural observada 2002 (4,31km<sup>2</sup>), restando em 2017 apenas 3,53 km<sup>2</sup> de manguezais no município. No mesmo período, pode-se registrar uma expansão das áreas de cultivo (tanques) de camarão da ordem de cinco vezes mais que a observada em 2002.

A análise das imagens do *Google Earth* permitiu realizar a localização e acompanhamento da variação temporal das áreas de cobertura das classes de uso e ocupação da zona costeira estuarina, com detalhes e de excelente qualidade, permitindo substituir o acesso *in loco* em áreas que exponha o pesquisador a riscos, ou que dispõe de poucos recursos financeiros, a partir da detecção remota, como demonstrado neste estudo.

---

#### ***4. CONSIDERAÇÕES FINAIS***

---

#### 4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas no mapeamento e análise dos principais vetores responsáveis pela supressão das áreas de cobertura de bosques de mangues. As imagens de sensoriamento remoto Landsat 5 e 8 e de alta resolução do *Google Earth*, juntamente com o Sistema de Informações Geográficas (SIG) mostraram serem instrumentos de grande potencial para a identificação dos vetores responsáveis pela supressão das áreas de cobertura de manguezal. Foi possível identificar e mapear três vetores área urbana, carcinicultura e os apicuns.

A utilização das imagens gratuitas de alta resolução do *Google Earth* permitiu identificar às principais classes de uso e cobertura da terra, na área de estudo no município de Nilo Peçanha nas comunidades de Barra dos Carvalhos e São Francisco. Também foi possível identificar o principal vetor responsável pela supressão das áreas de coberturas da vegetação de manguezal nas duas comunidades, a criação de camarão em tanques, respectivamente e sua localização espacial e temporal. A construção desses empreendimentos precisa ser melhor investigados por estarem em áreas de manguezal sendo que são proibidos a instalação de empreendimentos de carcinicultura em locais de mangue por lei.

Através das imagens de sensoriamento remoto foi possível verificar que a mesma é uma importante ferramenta para identificar, mapear e monitorar o avanço dos tanques de criação de camarão em cativeiro. A análise das imagens do *Google Earth* permitiu realizar, o acompanhamento e monitoramento do uso, ocupação e cobertura da terra, com detalhes e de excelente qualidade admitindo substituir o acesso *in locus* em áreas, que exponha o pesquisador a riscos, ou que dispõe de poucos recursos financeiros, a partir das imagens de Sensoriamento Remoto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **História da Carcinicultura no Brasil**. Disponível em: <http://www.abccam.com.br/historico2.html>. Acesso em 21 de outubro de 2018.

ABREU, F. L.; VASCONCELOS, F. P.; ALBUQUERQUE, M. F. C. **A diversidade no uso e ocupação da Zona Costeira do Brasil**: a sustentabilidade como necessidade. **Conex. Ci. e Tecnol.** Fortaleza/CE, v. 11, n. 5, p. 8 - 16, dez. 2017.

ACCIOLY, M. C. Maricultura Familiar Solidária no Baixo Sul Baiano – Marsol, Salvador: ECOMAR/CIAGS - UFBA. (CNPq. Seleção Pública de propostas para apoio a projeto de tecnologias apropriadas à agricultura familiar. Edital CT – Agro/MCT/MDA/CNPQ nº022/2004. Processo: 506196/2004-6). Projeto concluído. 22p, 2005.

ALMEIDA, E. F., **Uso de Dados Multisensor para geração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo, nos Ecossistemas Costeiros da Região do Cabo Norte, Amapá**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4543-4551

ALMEIDA, F. C., **Manguezais aracaJuanos**: convivendo com a devastação. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

ANTUNES, A. F. B.; LINGNAU, C. Uso dos Índices de Acurácia para Avaliação de Mapas temáticos obtidos por meios de classificação digital. In: III Congresso e Feira para Usuário de geoprocessamento, Curitiba: Sagres, 1997

ARAÚJO, M. V.; FREIRE, G. S. S. Análise dos impactos ambientais causados em estuários: estudo do estuário do rio Acaraú, Ceará – Brasil. **Caminhos de geografia - Revista online**. Uberlândia v. 8, n. 24 DEZ/2007 p. 111 - 123

ARAÚJO; R. C. P., MAIA; L. P. Análise dos problemas e objetivos das atividades econômicas tradicionais e emergentes na zona costeira do estado do Ceará. **Arquivo Ciências Mar**, Fortaleza, 2011, 44(3): 20 – 39.

ARAÚJO, C. A. S. Aplicações de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista, SP. Universidade de São Paulo, 2010.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Estatísticas dos Municípios Baianos**. Salvador: SEI, 2014. 392p.

BESSA-JUNIOR, A. P. Cultivo de camarão marinho em tanques-rede. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. (2014) 2 (2): 65-81

BRAGA, C. Z. F.; GHERARDI, D. F. M. **Mapeamento de Recifes Costeiros Utilizando Imagens Orbitais**. Anais X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, Brasil, 21 a 26 de abril de 2001, INPE.



BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE em parceria com a Marinha do Brasil lança o Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas**. IBGE, Comunicação Social, 05 de dezembro de 2011.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogos de Imagens**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/CDRS>>. Acesso em: 31 de Out. 2017.

BRASIL. Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17661.htm)> Acesso em: 23 mai. 2018.

BUSCHMANN, A. H. Impacto ambiental de laacuiculturael estado de lainvestigacionen Chile y el mundo. Universidad de Los Lagos Osorno, Chile. Diciembre, 2001.

COELHO JUNIOR, C. e SCHAEFFER-NOVELLI, Y. COELHO JUNIOR, C; NOVELLI, Y. S. Considerações teóricas e práticas sobre o impacto da carcinocultura nos ecossistemas costeiros brasileiros, com ênfase no ecossistema manguezal. in: **Proceedingof Mangrove. International Society for Mangrove Ecosystems – Mangrove 2000**. Recife, Abril, 2000.

COHEN, J. A. Coefficient of agreement for nominal scales. Educationaland Psychological Measurement, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

COSTA, J.R. Sustentabilidade ambiental local: o caso da comunidade pesqueira de Ponta Grossa - Icapuí - Ceará - Brasil. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio-Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

FERNANDES, M. E. B.; **Os manguezais da costa norte brasileira**. Maranhão; Fundação Rio Bacanga, 2003.

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

FLORENZANO, T. G. **Geotechnologiesin Applid Geography: diffusion and acessibility**. Revista do Departamento de Geografia, 17, p.24-29, 2005.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. Apicuns: Aspectos Gerais Evolução Recente e Mudanças Climáticas Globais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V.10, nº2 (2009).

HYDROS. Monitoramento Participativo da Atividade Pesqueira na Área de Influência do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural do Campo de Manati. **Relatório Analítico Final**. Volume II - Baixo Sul, março/2013.

JURAS; I. A. G. M. **Ecosistemas Costeiros e Marinhos: ameaças e legislação nacional aplicável.** Consultora Legislativa da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. Estudo novembro/2012.

KUENZER, C.; BLUEMEL, A.; GEBHARDT, S.; VO QUOC, T.; DECH, S. Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Remote Sens.* 2011, 3, 878-928.

LACERDA, E. R.; PIMENTA, M. L. F. **Estudo multiescalar da fragmentação florestal utilizando análise baseada em objetos.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

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

LARA, R. J.; COHEN, M. C. L., **Sensoriamento Remoto.** Maranhão: Fundação Rio Bacanga, 2003.

LESSA, C. M. **Identificação de áreas prioritárias para a conservação da sociobiodiversidade na Zona Estuarina da Costa do Dendê, Bahia.** Brasília-DF 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental e Territorial, Universidade de Brasília, 2007.

LIMA, B. A. A., LIBÓRIO, M. P., HADAD, R. M. Análise Espaço-Temporal do crescimento de macrófitas e sua aplicação no monitoramento da qualidade da água. **Revista Ra'eGa.** Curitiba, v.45, n. 1. p. 45 -57, Dez/2018.

LONG, B.G.; SKEWES, T.D. *Gis And Remote Sensing Improves Mangrove Mapping.* Melbourne, March 1994.

MA, Z.; REDMOND, R. Tau Coefficients for Accuracy Assessment of Classification of Remote Sensing Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 61, n. 4, p. 435-439, 1995.

MACIEL, N.C. **Legislação Ambiental e o manguezal. In: Manguezais: educar para proteger.** FEMAR/SEMADS, 2001.

MAIA, L. P. **Estudo de Áreas de Manguezais do Nordeste do Brasil:** Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005.

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; PORCHAS, M. M.; CORTÉS-JACINTO, E. Camaronicultura Mexicanay mundial: actividad sustentable a indústria contaminante. **Rev. Int. Contam. Ambient.** 25 (3) 181-196, 2009

MMA. **Atlas dos Manguezais do Brasil.** Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

MMA. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GAB, 2010. 148.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Macro diagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília: MMA, 2008. 242 p.

MANTOVANI, W., **Manguezal e Restinga: Difícil Conservação**. Recife: UFRE, Brasil/Imprensa Universitária, 2002.

MESQUITA, E. A., FROTA, P. V., SOARES, V. S., Carcinicultura no litoral do Ceará: Análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi- CE. **Revista Geonorte**, Edição especial, V. 1, N.4, P.540-551, 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. Ed. Viçosa: Ed. Da UFV, 2005.

NAESSET, E. Concitional Tau coefficient for assessment of producer's accuracy of classified remotely sensed data. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, v. 51, p. 91-98, 1996

ONWUTEAKA, J.; UWAGBAE, M.; OKEKE, N. The use of GIS techniques in delineating Mangrove sites of Conservation interest in Asarama area, Eastern part of the Niger Delta. Proceedings of NTBA/NSCB Joint Biodiversity Conference; Unilorin 2016 (350-358)

O Território pesqueiro do Baixo Sul.

<http://projetoatepa.blogspot.com.br/p/oterritoriopesqueirodobaixosul.html>. Acesso in: 20 dez. 2016.

PAF- Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil. Brasília: CIRM/GI-GERCO, 2005, 23 p. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa/\\_arquivos/pafzc\\_out2005.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa/_arquivos/pafzc_out2005.pdf) Acesso em 18 out. 2012.

PIMENTEL, M. T., DIAS, R. R., PEREIRA, E. Q. Mapeamento das mudanças da cobertura e uso da terra entre os anos de 1984 e 2009 utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento: estudo de caso do Município de Fátima – Estado do Tocantins. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6810.

QUEIROZ, J.; KITAMURA, P. Desenvolvimento de códigos da conduta para uma aquicultura responsável. *Panorama da Aquicultura*, 2001.

RAMOS, S. (Org.). **Manguezais da Bahia: Breves Considerações**. Ilhéus: Editus, 2002.

RODRIGUES; A. M. T. **A Gestão Ambiental e a Zona Costeira: Como operar nesta área complexa, onde se sobrepõem tantos usos e conflitos?** CEPsul/IBAMA. Contrapontos Março/2003.

ROSA, R., Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**. 2005, 81-90. Universidade Federal de Uberlândia.

SANTANA, N. M. G.; GALVÍNIO, J. D.; TORRES, M. F. A.; PASSOS, P. F.; SILVA, C. A. V.; SILVA, H. A.; CALVACANTI, E. R. A.; TEIXEIRA, J. L.; PAZ, D. M.; SILVA, J. B.; LIRA, D. R. Distribuição Espaço Temporal do Ecossistema Manguezal no Estuário do Rio Itapessoca-Goiana/PE. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE P.6826.

SANTIAGO, L., ACCIOLY, M. da C. Trabalho na Lama: Saberes e fazeres de marisqueiras de Garapuá e Barra dos Carvalhos - Ba. I SEC - Seminário Espaços Costeiros. IGEO - UFBA. Salvador, 2011.

SANTIAGO, L., ACCIOLY, M. C, ALMEIDA, R. O., Percepção de problemas socioambientais por marisqueiras em Barra dos Carvalhos- Nilo Peçanha-BA. II Seminário nacional espaços costeiros, 2013.

SANTOS, C. A. Análise da estabilidade morfodinâmica das formações superficiais na área estuarina de Itapessoca-Goiana-PE. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

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

SANTOS, R.; FIRMINO, C. A.; LIMA, H. C. S. Impactos Sócio-Ambientais da Carcinicultura na Lagoa de Papary no Município de Nísia Floresta/RN. VII CONNEPI Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, Tocantins, 2012.

SANTOS, R. F. 2004, **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; COELHO-JR, C.; MANGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. de. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os manguezais brasileiros. In: COMITÊ BRASIL EM DEFESA DAS FLORESTAS E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Código Florestal e a Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília: Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável, 2012, p. 18-27.

SCHMIDT, A. J.; BEMVENUTI, C. E.; DIELE, K.. **Sobre A Definição da Zona de Apicum e sua Importância Ecológica para Populações de Caranguejo-Uçá *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763)** Bol. Téc. Cient. CEPENE, Tamandaré - PE - v. 19, n. 1, p. 9-25, 2013.

SOMA. Monitoramento Pesqueiro Participativo. **Relatório Técnico Final complementar**. janeiro/2008.

SOUTO, M. V. S.; Análise Multitemporal dos elementos Geoambientais da Região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra

Município de Macau/ RN. Natal-RN, 2004. Dissertação (Mestrado Geodinâmica e Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

SOUSA, R. S., VALLADARES, G. S., ESPINDOLA, G. M., Mapeamento multitemporal do uso e cobertura da terra da planície costeira do estado do Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V.09, N. 05, p. 1606-1620, 2016.

SOUZA FILHO, C. R.; CRÓSTA. A. P. Geotecnologias Aplicadas, à Geologia. **Revista Brasileira de Geociências**. Campinas, São Paulo. Volume 33, p.1-4, 2003.

SOUZA, I. S., **Geotecnologia aplicada ao estudo das artes fixas da pesca artesanal na zona costeira do Baixo Sul da Bahia e Recôncavo Baiano**. Feira de Santana-BA, 2018. Dissertação (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2018.

SOUZA, I. S.; SOUZA, A. P. S.; OLAVO, G. Uso das geotecnologias no estudo das camboas (currais) de pesca na região do Baixo Sul da Bahia, Brasil. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto- Geonordeste, 2017. Salvador/BA- Brasil.

SPALDING M, BLASCO F & FIELD C. 1997. World mangrove atlas. ISME, Okinawa,178pp.

VASCONCELOS; F. P., CORIOLANO. L. N. M. T. Impactos Sócio-Ambientais no Litoral: Um Foco no Turismo e na Gestão Integrada da Zona Costeira no Estado do Ceará/Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada** 8(2):259-275 (2008).

