



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**MARCELY HONÓRIO DE OLIVEIRA**

**USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ESTUÁRIO-  
LAGUNAR DO GURIÚ, COSTA OESTE DO CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2018**

MARCELY HONÓRIO DE OLIVEIRA

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ESTUÁRIO-LAGUNAR  
DO GURIÚ, COSTA OESTE DO CEARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro.

Coorientador: Me. David Hélio Miranda de Medeiros.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O48u Oliveira, Marceley Honório de.  
Usos da terra e vulnerabilidade ambiental no estuário-lagunar do Guriú, costa oeste do Ceará /  
Marceley Honório de Oliveira. – 2018.  
82 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do  
Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2018.

Orientação: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro.

Coorientação: Profa. Ma. David Hélio Miranda de Medeiros.

1. estuário-lagunar. 2. barreira arenosa. 3. uso da terra. I. Título.

CDD 333.7

---

MARCELY HONÓRIO DE OLIVEIRA

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ESTUÁRIO-LAGUNAR  
DO GURIÚ, COSTA OESTE DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Bacharela em Ciências Ambientais.

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

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lidriana de Souza Pinheiro (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC/LABOMAR)

---

Dr. Paulo Roberto Ferreira Gomes da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC/LABOMAR)

---

Dr. Eduardo Lacerda Barros  
Universidade Federal do Ceará (UFC/LABOMAR)

A Deus.

Aos meus pais, Suely e Marcio, por sempre  
acreditarem.

## AGRADECIMENTOS

À Ele, por sempre me fazer acreditar no possível e colocar em meu caminho pessoas maravilhosas que me ajudaram em todos os momentos da minha vida.

Aos meus familiares, principalmente meus pais, que me encorajam, são minha força me ajudando a seguir em frente e me animando a cada dia. Por todo o amor recebido de cada um, o meu mais sincero obrigada.

Aos meus colegas de graduação, por me proporcionarem as mais diversas descobertas, viagens e alegrias ao longo da graduação.

Aos meus amigos, que escolhi amar e que a UFC me proporcionou o imenso prazer de poder dividir a minha vida pessoal e acadêmica com eles. Com toda certeza vou levá-los da UFC para a vida. Aline, Karol, Ticiania, Larissa, Hortência e Alexandre, que se auto denominaram como “Cientistas do Milênio” e que fizeram meus dias muito mais felizes dentro da universidade.

À Aline, por ser minha parceira de laboratório e acima de tudo uma das minhas melhores amigas, com seu jeitinho que acaba encantando a todos.

À Karol, por ser essa pessoa contagiante que anima a todos, com cantoria, dança e suas palmas. A mulher do sorriso fácil, que se tornou uma das minhas melhores amigas, que posso confiar em todas as horas.

À Ticiania, umas das pessoas mais discretas e humilde que conheço, que tem as melhores piadas e também o sorriso mais fácil de todos.

À Larissa, por ser a pessoa mais sincera que conheço, vindo todas as vezes que estamos precisando de um choque de realidade, também sabe dar os melhores conselhos para as mais diversas situações.

À Hortência, pelas melhores conversas no ônibus enquanto voltávamos para casa, e por ser uma ótima amiga que sabe tudo sobre a cultura pop.

Ao Alexandre, por sempre ajudar quando necessário, por suas piadas, e por proporcionar as melhores férias que poderíamos ter.

Ao meu namorado Ayrton Lira, por todos os momentos compartilhados, por ser compreensivo e me fazer sorrir mesmo quando estou de baixo astral. Você foi a melhor surpresa que a vida poderia me dar.

A coordenação e professores do curso de Ciências Ambientais, pelo apoio, aprendizado e conhecimento adquirido nesses anos.

A todos da secretaria do Labomar, onde tive minha primeira bolsa e fui muito bem recebida.

A PRAE, pela concessão da bolsa de iniciação acadêmica e pelos serviços prestados aos estudantes.

A todos do Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG), por me acolherem nessa família, especialmente ao Paulo, Gonzaga e Cida, que sempre me ajudaram muito.

À Prof.<sup>a</sup> Lidriana de Souza Pinheiro, pela orientação e por me ajudar desde o início da graduação, sempre gentil, paciente e maternal. Constrói tudo com muito carinho levantando o ânimo de todos com seu jeito alegre e contagiante.

Ao meu coorientador, David Hélio Miranda de Medeiros por toda ajuda e orientação ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica. Aos Projetos PRONEX-FUNCAP/CNPq “Geodiversidade, Interações e Impactos Socioambientais no Sistema Praia-Plataforma da Costa Oeste do Ceará” e “Dinâmica e impactos nos sistemas estuarinos-lagunares da costa Oeste do Estado do Ceará-Processo No. 431456/2016-0/CNPq.”.

A todos os funcionários do Labomar.

A todos os integrantes das gestões 2016 e 2017 da E.J. Ambienteia, por me proporcionarem vivências enriquecedoras para a minha vida pessoal e profissional.

Aos professores participantes da banca examinadora Dr. Paulo Roberto Ferreira Gomes e Dr. Eduardo Lacerda Barros pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

“Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser conhecida.” (Carl Sagan)



## RESUMO

A Zona Costeira possui ecossistemas de grande importância, entre eles se destacam os estuários, considerados berçários, por possuírem uma enorme biodiversidade e uma elevada produtividade primária, com isso há uma ocupação dessas áreas, trazendo impactos significativos, na área de estudo destaca-se a ocorrência da barreira arenosa associada ao estuário, sendo uma feição morfológica paralela a costa resultante dos processos deposicionais e dinâmicos associados ao ambiente marinho e estuarino. Este estudo teve por objetivo, caracterizar as formas de usos da terra para identificar as vulnerabilidades e potencialidades, bem como mapear a evolução da barreira arenosa do estuário do Rio Guriú, localizado entre os municípios de Jijoca de Jericoacoara e Camocim, na costa oeste do Ceará. Através da caracterização das variáveis ambientais, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, clima e hidrografia foi feita uma análise geoambiental, e a partir de imagens de satélite foram aferidos os usos da terra e evolução morfológica da barreira arenosa associada ao sistema-estuarino lagunar ao longo dos anos. Sendo identificados os usos da terra: apicum/salgado, aquicultura, área edificada/em edificação, área degradada/solo exposto, barreira arenosa, campo de dunas, vegetação antropizada/reflorestamento, vegetação natural arbórea/arbustiva e vegetação natural de manguezal. A barreira arenosa apresentou uma variação de 80 metros no seu comprimento ao longo dos anos 2006 e 2017 e uma largura média em seus pontos de: ponto 1, 63,10m; ponto 2, 85,59m; ponto 3, 128,92m; ponto 4, 202,09m; ponto 5, 135,55m; ponto 6, 107,81m; ponto 7, 83,16m; ponto 8, 105,37m; ponto 9, 140, 37m; ponto 10, 201, 79m; ponto 11 220,47; e ponto 12, 4,13m. Foram identificados três sistemas e seis subsistemas ambientais, dos quais possuem vulnerabilidade muito alta, o campo de dunas móveis, a faixa de praia, a planície fluviomarinha, e as planícies lacustres, vulnerabilidade média a alta, nas áreas de tabuleiro pré-litorâneo antropizadas ou degradadas e por fim, apresentou vulnerabilidade baixa a muito baixa também o tabuleiro pré-litorâneo associado a vegetação natural. A utilização da análise geossistêmica juntamente com o uso da terra, serviu de base para a gestão ambiental da área, objetivando seu uso sustentável e a melhoria da qualidade de vida local.

**Palavras-chave:** estuário-lagunar, barreira arenosa, uso da terra.

## ABSTRACT

The coastal zone has important ecosystems, among them the estuaries, considered nurseries, because they have an enormous biodiversity and a high primary productivity, with that there is an occupation of these areas, bringing significant impacts, in the area of study stands out the occurrence of the sandy barrier associated to the estuary, being a morphological feature parallel to the coast resulting from the depositional and dynamic processes associated with the marine and estuarine environment. The purpose of this study was to characterize land use patterns to identify vulnerabilities and potentialities, as well as to map the evolution of the sandy barrier of the Guriú River estuary located between the municipalities of Jijoca de Jericoacoara and Camocim, on the west coast of Ceará. Through the characterization of environmental variables, geology, geomorphology, pedology, vegetation, climate and hydrography, a geoenvironmental analysis was carried out, and from satellite images the land uses and morphological evolution of the sandy barrier associated to the estuarine lagoon system at the over the years. Land uses are identified: apicum / salted, aquaculture, building / edification area, degraded area / exposed soil, sandy barrier, dune field, anthropogenic vegetation / reforestation, natural arboreal / shrub vegetation and natural mangrove vegetation. The sandy barrier presented a variation of 80 meters in its length during the years 2006 and 2017 and an average width in its points of: point 1, 63,10m; point 2, 85.59m; point 3, 128.92m; item 4, 202.09m; point 5, 135.55m; item 6, 107.81m; item 7, 83.16m; item 8, 105.37m; item 9, 140, 37m; item 10, 201, 79m; Item 11 220.47; and point 12, 4.13m. Three systems and six environmental subsystems were identified, with very high vulnerability, the mobile dune field, the beach strip, the fluvial plain, and the lacustrine plains, medium to high vulnerability, in the pre-coastal areas of the anthropic or degraded and, finally, presented low vulnerability to very low also the pre-littoral tray associated with natural vegetation. The use of geosystemic analysis together with land use has served as the basis for the environmental management of the area, aiming at its sustainable use and improving local quality of life.

**Key words:** estuary-lagoon, sandy barrier, land use.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Localização da área de estudo .....   | 17 |
| Figura 2 - Processos de verticalização visíveis bem como o alto nível de ocupação da orla marítima da cidade de Fortaleza, CE..... | 18 |
| Figura 3 - Descrição do perfil litorâneo.....  | 20 |
| Figura 4 - Esquema geomorfológico de um estuário.....  | 22 |
| Figura 5 - Tipos fisiográficos de estuários .....  | 23 |
| Figura 6 - Os tipos de barreira de acordo com sua morfologia .....   | 25 |
| Figura 7 - Processamento de informações do sensoriamento remoto .....  | 27 |
| Figura 8 - Esquema das relações geossistêmicas de Bertrand.....  | 29 |
| Figura 9 - Procedimentos técnicos adotados .....   | 34 |
| Figura 10 - Pontos de medição da barreira arenosa.....   | 37 |
| Figura 11 - Geologia do estuário do Rio Guriú .....  | 41 |
| Figura 12 - Geomorfologia do estuário do Rio Guriú .....   | 43 |
| Figura 13 - Pedologia do estuário do Rio guriú.....  | 43 |
| Figura 14 - Vegetação do estuário do Rio Guriú .....   | 47 |
| Figura 15- Afluentes do Rio Guriú .....  | 53 |
| Figura 16 - Uso e cobertura da terra do estuário do Rio Guriú no ano de 2006.....  | 56 |
| Figura 17 - Uso e cobertura da terra do estuário do Rio Guriú no ano de 2017.....  | 57 |
| Figura 18 - Variação morfológica da barreira arenosa entre os anos de 2006 a 2017 .....  | 62 |
| Figura 19 - Compartimentação Geoambiental do estuário do Rio Guriú.....  | 62 |
| Figura 20 - Vulnerabilidade ambiental do estuário do Rio Guriú .....   | 68 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 - Precipitação Média Anual de 2006 a 2017.....   | 50 |
| Gráfico 2 - Médias Mensais de Precipitação entre 2006 e 2017 .....   | 51 |
| Gráfico 3 - Relação entre a variação da área e comprimento da barreira arenosa no período de 2006 à 2017 .....         | 58 |
| Gráfico 4 - Variação da largura da barreira arenosa de acordo com os pontos observados no período de 2006 à 2017 ..... | 61 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Anos de El Niño e La Niña e sua intensidade.....   | 51 |
| Tabela 2 - Classe, área ocupada e sua variação com relação aos anos .....                                   | 54 |
| Tabela 3 - Dados (em metros) da variação da largura da barreira arenosa entre os anos de 2006 e 2017 .....  | 59 |
| Tabela 4 - Análise dos parâmetros estatísticos da largura em cada ponto ao longo dos anos 2006 a 2017 ..... | 59 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Relação das imagens de satélite utilizadas .....  | 35 |
| Quadro 2 - Classes de mapeamento do estuário do rio Guriú .....  | 38 |
| Quadro 3 - Classificação dos solos.....  | 41 |
| Quadro 4 - Síntese de informações da Unidade Morfológica da Faixa de Praia.....  | 63 |
| Quadro 5 - Síntese de informações da Unidade Morfológica do Campo de Dunas Móveis ....                                   | 64 |
| Quadro 6 - Síntese de informações da Unidade Morfológica do Campo de Dunas Fixas .....                                   | 64 |
| Quadro 7 - Síntese de informações da Unidade Morfológica da Planície Fluviomarinha .....                                 | 65 |
| Quadro 8 - Síntese de informações da Unidade Morfológica de Lagos, lagoas, planícies ribeirinhas e áreas inundáveis..... | 65 |
| Quadro 9 - Síntese de informações da Unidade Morfológica do Tabuleiro Pré-litorâneo arenoso.....                         | 66 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |   |
|---------|---|
| APA     | Área de Proteção Ambiental                            |
| APP     | Área de Preservação Permanente                        |
| CBERS   | China-Brazil Earth-Resources Satellite                |
| CCD     | Câmera Imageadora de Alta Resolução                   |
| CCMs    | Complexos Convectivos de Mesoescala                   |
| CIRM    | Comissão Interministerial para os Recursos do Mar     |
| CPRM    | Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais           |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária           |
| ETM     | Enhanced Thematic Mapper Plus                         |
| FF      | Frentes Frias   |
| FPA     | Frente Polar Atlântica                                |
| Funceme | Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos |
| GCI     | Gestão Costeira Integrada                             |
| GERCO   | Programa de Gerenciamento Costeiro                    |
| GPS     | Global Positioning System                             |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística       |
| INPE    | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais             |
| IPECE   | Instituto de Pesquisa Estratégica Econômica do Ceará  |
| LI      | Linhas de Estabilidade                                |
| MEAS    | Massa de ar Equatorial do Atlântico Sul               |
| OLI     | Operational Land Imager                               |
| PARNA   | Parque Nacional                                       |
| PEGC    | Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro              |
| PGZC    | Plano de Gestão da Zona Costeira                      |
| PMGC    | Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro             |
| PNGC    | Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro              |
| PNMA    | Política Nacional de Meio Ambiente                    |
| SIG     | Sistema de Informações Geográficas                    |
| SIRGAS  | Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas    |
| TSM     | Temperatura da Superfície do Mar                      |
| UC      | Unidade de Conservação                                |
| USGS    | United States Geological Survey                       |

|       |   |
|-------|---|
| UTM   | Universal Transversa de Mercator        |
| VCAS  | Vórtices Ciclônicos de Ar Superior      |
| ZEE   | Zoneamento Ecológico Econômico          |
| ZEECO | Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro |



## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>2</b>   | <b>OBJETIVO</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Objetivo Geral</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Objetivos Específicos</b> .....                                  | <b>17</b> |
| <b>3</b>   | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....                                    | <b>18</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Uso e ocupação na zona costeira</b> .....                        | <b>18</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Barreiras arenosas e Estuários</b> .....                         | <b>19</b> |
| <b>3.3</b> | <b>O uso de SIG para estudos ambientais</b> .....                   | <b>26</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Sistemas Ambientais</b> .....                                    | <b>28</b> |
| <b>3.5</b> | <b>O planejamento ambiental como ferramenta para o manejo</b> ..... | <b>31</b> |
| <b>4</b>   | <b>METODOLOGIA</b> .....  | <b>34</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Delimitação da área de estudo</b> .....                          | <b>34</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Técnicas operacionais</b> .....                                  | <b>34</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Aspectos Geológicos e Geomorfológicos</b> .....                  | <b>39</b> |
| 4.3.1      | <i>Geologia</i> .....   | 39        |
| 4.3.2      | <i>Geomorfologia</i> .....  | 42        |
| <b>4.4</b> | <b>Solos e Cobertura vegetal</b> .....                              | <b>41</b> |
| 4.4.1      | <i>Pedologia</i> .....  | 41        |
| 4.4.2      | <i>Vegetação</i> .....  | 44        |
| <b>4.5</b> | <b>Condições Climáticas e Hidrológicas</b> .....                    | <b>48</b> |
| 4.5.1      | <i>Clima</i> .....  | 48        |
| 4.5.2      | <i>Hidrografia</i> .....  | 52        |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                                 | <b>54</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Mapeamento do uso e cobertura da terra</b> .....                 | <b>54</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Evolução morfológica da barreira arenosa do rio Guriú</b> .....  | <b>58</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Análise dos Sistemas Ambientais</b> .....                        | <b>62</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | <b>69</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>70</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A Zona Costeira é um dos ambientes mais ricos encontrados ao redor do mundo e palco de diversos conflitos, por possuir atrativos para as mais diversas atividades, das quais, setores diferentes da sociedade se beneficiam (LOPES, LOURENÇO E REUSS-STRENZEL, 2016).

No Brasil, é declarada como patrimônio nacional pela Constituição Federal de 1988, corroborando com a necessidade de sua preservação e particular atenção quanto a sua ocupação e uso dos seus recursos (OLIVEIRA E NICOLODI, 2012). A partir da criação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) no ano de 1987, há o estabelecimento do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) que institui o Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO), que põe em prática os princípios, instrumentos e competências para a gestão costeira de modo integrado, descentralizado e participativo (ASMUS *et al.*, 2006).

O PNGC dispõe de inúmeros instrumentos para a gestão da Zona Costeira, dentre os quais podemos destacar os Planos de Gestão da Zona Costeira (PGZC), o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC), Planos estaduais e municipais de Gerenciamento Costeiro (PEGC, PMGC). Tais instrumentos, devem englobar um diagnóstico do meio biótico, abiótico, social e econômico das áreas a serem geridas (ASMUS *et al.*, 2006).

Dentro da região costeira, podemos destacar as áreas estuarinas por sua alta diversidade biológica, ocupação e atividades desenvolvidas nesses ambientes (PAIVA, SILVA E FERNADES, 2009). Estuários são definidos como corpos de água costeiros semifechados com uma abertura com o mar aberto dentro dos quais ocorre a diluição mensurável da água marinha pela água doce proveniente da drenagem continental (CAMERON E PRITCHARD, 1963), apresentando fortes gradientes verticais e horizontais de propriedades físicas e químicas. Os rios da região semiárida do Nordeste brasileiro, onde está inserida a área estudada, são intermitentes, fluindo somente durante a estação chuvosa. A penetração da água do mar nos vales durante as marés altas impede que esses rios fiquem sem a comunicação com o oceano durante a estiagem. Nessa estação, a vazão é praticamente nula e conseqüentemente não há uma gradativa diluição da água do mar pela água do rio (PINHEIRO E MORAIS, 2010).

Os estuários são ambientes que apresentam uma elevada vulnerabilidade e vem sofrendo com impactos severos e mudanças de diversas formas ao longo dos anos

(MENDOÇA DA SILVA E ALMEIDA, 2012). Podemos associar os impactos principalmente aos ecossistemas de manguezais, que apresentam características únicas e de relevante importância para a proteção da costa adjacente e margens estuarinas. São encontrados nas desembocaduras estuarinas, sofrendo impactos causados por atividades predatórias, que desestabilizam esses ambientes de transição entre a terra e o mar (ARAÚJO E FREIRE, 2007; THIERS, 2016).

Ainda com relação as peculiaridades que se encontram na região costeira, podemos destacar a ocorrência de feições morfológicas distintas, caracterizadas por cordões litorâneos, que assim como a vegetação de manguezal ajudam na proteção da costa e condicionam processos mistos de características lagunares e estuarinas. Por serem influenciados por agentes naturais e ações antrópicas, necessitam de particular atenção aos seus usos e ocupação associados, a fim de manter sua estabilidade.

A necessidade de mudanças na relação do homem com o meio ambiente, leva a análise integrada, que através da caracterização e estudos sobre os compartimentos ambientais, busca entender sobre a interação das variáveis (geologia, geomorfologia, clima, hidrologia, vegetação, pedologia e uso do solo) que regem os elementos constituintes da paisagem e suas interações a fim de inferir sobre suas potencialidades e limitações. Conhecer de forma holística as interações ambientais traz inúmeros benefícios associados ao ordenamento territorial, pautado principalmente na capacidade suporte do meio e uma adequação as características apresentadas na área (SOUZA E OLIVEIRA, 2011).

A área escolhida para análise foi o estuário do Rio Guriú (Figura 1), localizado no litoral oeste cearense, parte de sua área está inserida no Parque Nacional de Jericoacoara. Essa região se caracteriza principalmente por apresentar localidades pouco urbanizadas, com belezas naturais e um alto potencial turístico. A presente pesquisa tem por finalidade analisar as mudanças (naturais e antrópicas) ocorridas ao longo dessa zona estuarina, e oferecer subsídios para o planejamento ambiental regional, ratificando a importância do desenvolvimento de trabalhos dentro da universidade contribuindo com a sociedade.

Este trabalho é constituído por seis capítulos. No primeiro há uma introdução contextualizando os conceitos abordados ao longo do estudo, bem como a justificativa que permeia o seu desenvolvimento. O segundo capítulo, traz os objetivos geral e específicos a serem alcançados. Em seguida, no terceiro capítulo são apresentados os principais conceitos sobre a temática, bem como os principais autores utilizados para entender melhor e fundamentar a pesquisa. No capítulo quatro, são apresentados os procedimentos técnicos

operacionais utilizados e a localização da área de estudo. O capítulo cinco consiste, nos resultados obtidos através da análise do uso do solo e evolução morfológica da barreira arenosa ao longo de 11 anos, a delimitação dos sistemas e subsistemas ambientais e a vulnerabilidade associada a cada um deles, como também inferências feitas a partir da análise de tais resultados. E no último capítulo, são apresentadas as conclusões.



Figura 1 - Localização da área de estudo



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
 NO ESTUÁRIO-LAGUNAR DO GURIÚ,  
 COSTA OESTE DO CEARÁ

Aluno: Marcelly Honório de Oliveira  
 Orientadora: Lidriana de Souza Pinheiro  
 Coorientador: David Hélio Miranda de Medeiros

**ESTUÁRIO-LAGUNAR DO RIO GURIÚ**

LOCALIZAÇÃO NO CEARÁ



Fonte: Imagem de satélite Landsat 8;  
 Limite municipal - IPECE (2014); Hidrografia - SNIRH (2007),  
 Parque Nacional - ICMBIO (2018).

Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zone 24S, Falso leste: 500000,  
 Falso norte: 10000000, Meridiano central: -39°W Gr.,  
 Fator de escala: 0,9996, Latitude de origem: Linha do Equador,  
 Unidade linear métrica



## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar as formas de usos da terra para identificar as vulnerabilidades e potencialidades no estuário do Rio Guriú.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a evolução morfológica da barreira arenosa (spit) associada ao sistema estuarino-lagunar do Rio Guriú;
- Mapear o uso e ocupação da terra nas margens estuarinas;
- Identificar os impactos decorrentes das atividades desenvolvidas na área;
- Indicar potencialidades e vulnerabilidades de uso da área, em vista ao uso sustentável como subsídios ao planejamento ou gestão ambiental.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Uso e ocupação na zona costeira

A Zona Costeira é a região de interação dos meios terrestre, marinho e atmosférico. Onde são desenvolvidas diversas atividades decorrentes de ações antrópicas, como a aquicultura, turismo, comércio, instalação de portos, eólicas e casas de veraneio, tornando-os agentes causadores do processo de urbanização desse espaço. Diante disso, fica claro que se trata de uma área que possui um grande valor, econômico, paisagístico e social (MORAES, 2007).

Como bem nos assegura Dantas (2006), pode-se dizer que o início da ocupação do litoral cearense se deu a partir da década de 1920 provocando alterações na paisagem natural, como por usos desordenados, exploração de recursos, construção de residências secundárias, e instalação de infraestrutura turística (CORIOLANO E SILVA, 2007).

Com o processo de litoralização (fenômeno de transformação intensa do litoral), há uma expansão urbana, que sai dos interiores e chega as zonas litorâneas, em parte pelas belezas atraentes e também pela facilidade em se instalar nessas áreas (MORAES, 2007). Através dos anos, a valorização do espaço litorâneo foi muito expressiva, podendo ser percebida ao longo de toda a extensão da costa brasileira, principalmente nas grandes metrópoles que nela estão instaladas (DANTAS, 2006) (Figura 2).

Figura 2 - Processos de verticalização visíveis bem como o alto nível de ocupação da orla marítima da cidade de Fortaleza, CE



Fonte: Autora, 2015.

O litoral passa por uma enorme pressão ambiental, bem como apresenta uma mudança em sua dinâmica, decorrente de seu uso ao longo dos anos (ARAÚJO E MOURA, 2007). Assim, por ser um ambiente instável e estar submetido a tantas pressões se torna mais susceptível a degradação ambiental, pois, não há uma gestão efetiva dessas áreas.

O ambiente costeiro trata-se de um sistema físico, que apresenta a maior frequência de mudanças nas suas feições geológicas e geomorfológicas (ROSSETI, 2008). É de particular importância analisar a dinâmica desse ambiente, sejam elas temporais ou espaciais, decorrentes dos vários processos (deposicionais, erosivos, correntes de marés e litorâneas e ainda a influência antrópica) atuantes sobre esses ambientes.

Considerando os agentes modificadores da paisagem e o processo de tomada dos espaços naturais, se torna imprescindível que tenhamos particular atenção para ambientes tão frágeis como esse. Por possuir uma alta dinâmica e uma frequentação do ponto de vista turístico, essas áreas carecem de manejo, visando a sua sustentação e segurança dos seus frequentadores assim como da biodiversidade que elas apresentam.

De acordo com Araújo e Moura:

A organização do espaço frequentemente reflete a existência na região costeira de atividades que estão associadas a atividades tradicionais da economia capitalista, a exemplo da agricultura, indústrias, atividades portuárias e pesca. É importante registrar também a existência de pequenas comunidades ao longo do litoral que sobrevivem, há décadas, com base em atividades de coleta e de agricultura de subsistência, às vezes trabalhando com maior ou menor grau de inserção, nas atividades mencionadas acima (ARAÚJO E MOURA, 2007, p.97).

Os autores comentam, da importância tanto ambiental como econômica dessa região para a população no seu entorno. Com toda a sua singularidade, a zona costeira é ocupada de um modo desordenado, pela busca de lugares inexplorados e que atraíam práticas turísticas que se desenvolvem principalmente no litoral, como é o caso do nordeste brasileiro.

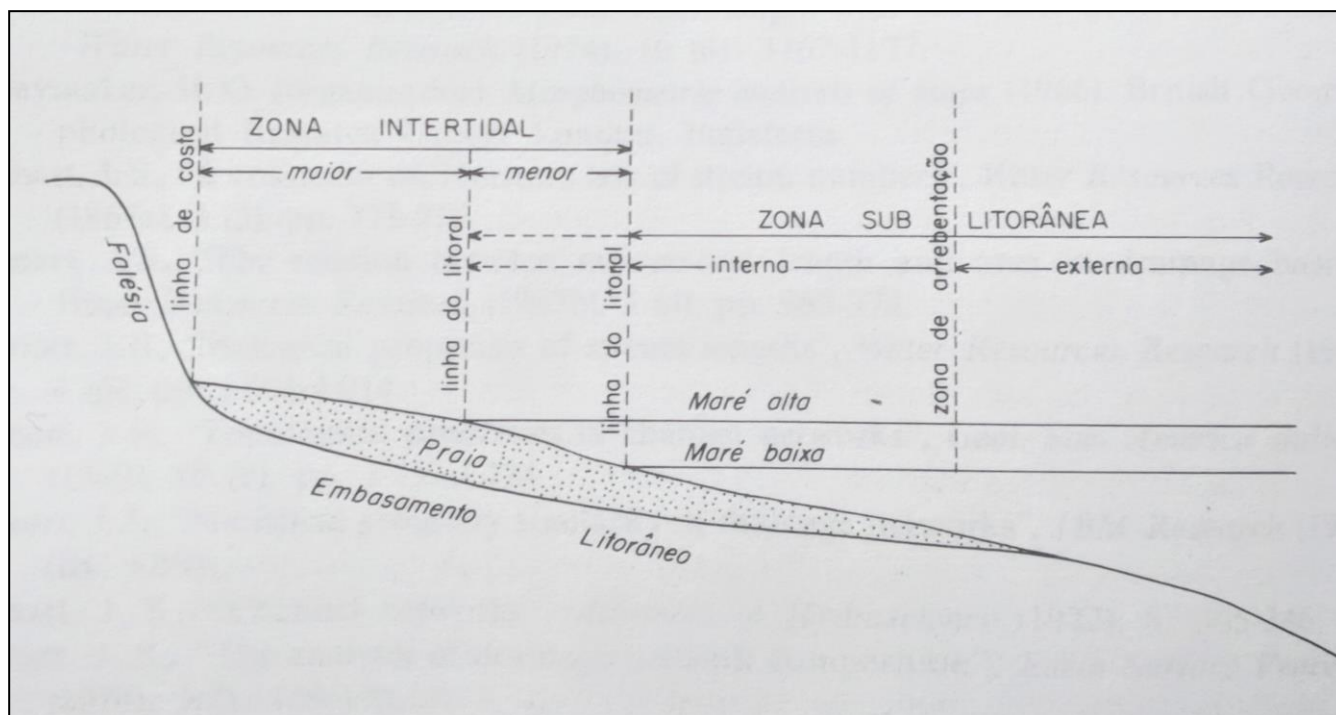
### **3.2 Barreiras arenosas e Estuários**

De acordo com Souza *et al.* (2005), as praias são ambientes altamente dinâmicos e sensíveis há alterações, do ponto de vista estrutural, possuindo muitas funções, dentre elas a proteção da costa e de ecossistemas adjacentes e também das atividades desenvolvidas na zona costeira. Geralmente, essas regiões se matem em condições de equilíbrio dinâmico, sofrendo transformações temporais e espaciais, que podem ser irreversíveis (SUGUIO, 2003).



Christofolletti, (1980) divide o perfil litorâneo (figura 3) em zonas, sendo elas: a zona intertidal, que compreende a área até onde chegam as ondas na maré alta, esta divide-se em zona intertidal maior (fica exposta mesmo na maré alta) e zona intertidal menor (que fica exposta na maré baixa); a linha de litoral (área onde há a interface terra-água); zona sublitorânea interna (se estende da linha de litoral até a zona de arrebenção das ondas) e externa (vai do trecho de arrebenção até o mar profundo). Sendo representado em duas dimensões, uma através da mudança de ambiente e outra por meio do perfil transversal da linha de costa (SOUZA *et al.*, 2005).

Figura 3 - Descrição do perfil litorâneo



Fonte: Chirtofoletti, 1980.

O ambiente praiar é formado predominantemente pela deposição da areia quartzosa, através do transporte marinho ou fluvial, e sua largura é influenciada pela ação das marés (GUERRA, 2009). Pode haver a ocorrência de cordões litorâneos ao longo do litoral, sendo constituídos principalmente de sedimentos inconsolidados, que se acumulam ao longo da costa, apresentando grande dinâmica e sendo influenciados pela ação marinha e fluvial (VILLOWOCK *et al.*, 2005).

A lei estadual n.º 13.796, de 30 de junho de 2006 que institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC) e o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, discorre sobre as praias e os cordões arenosos, colocando que:

As praias são áreas cobertas e descobertas periodicamente pelas águas, acrescidas das faixas subsequentes de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural ou, em sua ausência,

onde comece outro ecossistema.[...] Cordões arenosos: são barreiras arenosas inconsolidadas que ocorrem na praia apresentando forma alongada que se apresentam na linha de costa, podendo ocorrer conectados ou não ao continente (CEARÁ, 2006, não paginado).

Sendo assim, tanto o ambiente praiar como suas feições morfológicas são passíveis de interesse, científico, político, turístico e social, dentre outros.

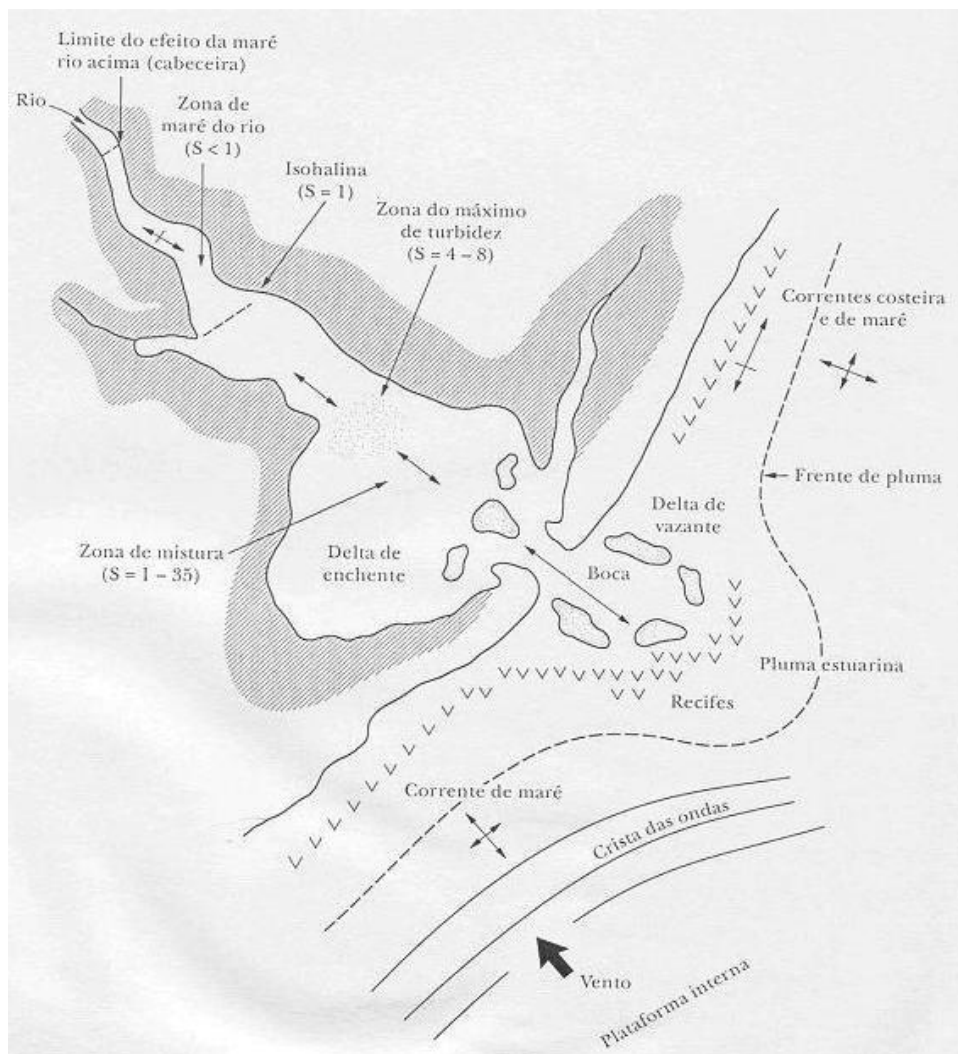
Os ambientes estuarinos são áreas de transição encontradas ao longo da zona costeira, apresentam uma alta variabilidade em suas propriedades biológicas, físicas e químicas também sendo influenciados pelas mudanças climáticas e antrópicas (PERL *et al.* 2010).

Os estuários são responsáveis pela maior parte dos nutrientes que chegam ao litoral, sendo esses advindos de sua bacia de drenagem e estando ligados as atividades desenvolvidas na região. Em consequência desse grande aporte de nutrientes, os estuários estão entre os sistemas mais produtivos do mundo, associado a isso encontra-se uma grande diversidade de espécies que habitam esses ecossistemas (PEREIRA-FILHO *et al.*,2001; AZEVEDO *et al.*, 2008).

De acordo com Fontes (2010), a interação das águas continentais e marinhas associadas ao aporte sedimentar em suspensão e as altas taxas de nutrientes orgânicos e inorgânicos, possibilitam o estabelecimento de atividades ao longo dos estuários fazendo com que esses ambientes sejam importantes meios para o desenvolvimento urbano e socioeconômico. O autor em questão afirma que, além de sua importância ecológica “os estuários têm uma importância histórica e fundamental para o desenvolvimento da humanidade. Cerca de 60% das grandes cidades distribuídas no planeta Terra estão localizadas nas proximidades dos estuários” (FONTES, 2010).

Em termos geológicos, estuário é a terminação de um vale afogado durante eventos transgressivos, que recebe sedimentos tanto de fontes fluviais quanto marinhas (SUGUIO, 1980). Porém, do ponto de vista oceanográfico, os estuários foram definidos por Pritchard (1967) como corpos d’água costeiros, semiconfinados, onde ocorre a mistura de água doce, proveniente do continente, com água salgada do oceano (Figura 4). Os estuários atuais, assim, são ambientes recentes, datando de cerca de 5000 anos, época do último máximo transgressivo (VILLWOCK *et al.*, 2005).

Figura 4 - Esquema geomorfológico de um estuário



Fonte: Miranda, Castro e Kjerfve, 2002.

Considerando os estudos de Miranda, Castro e Kjerfve (2002), os estuários podem ser divididos com relação ao gradiente de salinidade em: zona estuarina fluvial, região mais interna do estuário fortemente relacionada com o aporte fluvial com salinidades menores que 1; a zona estuarina média apresenta salinidades variando de 1 a 35, onde ocorre a intensa mistura entre as águas salgadas e doces; e a zona estuarina costeira ou desembocadura onde a forçante marinha (marés, ondas e correntes) predomina. A circulação no interior do estuário é determinada por essas forçantes marinhas e fluviais, e também pelo tamanho e forma da bacia.

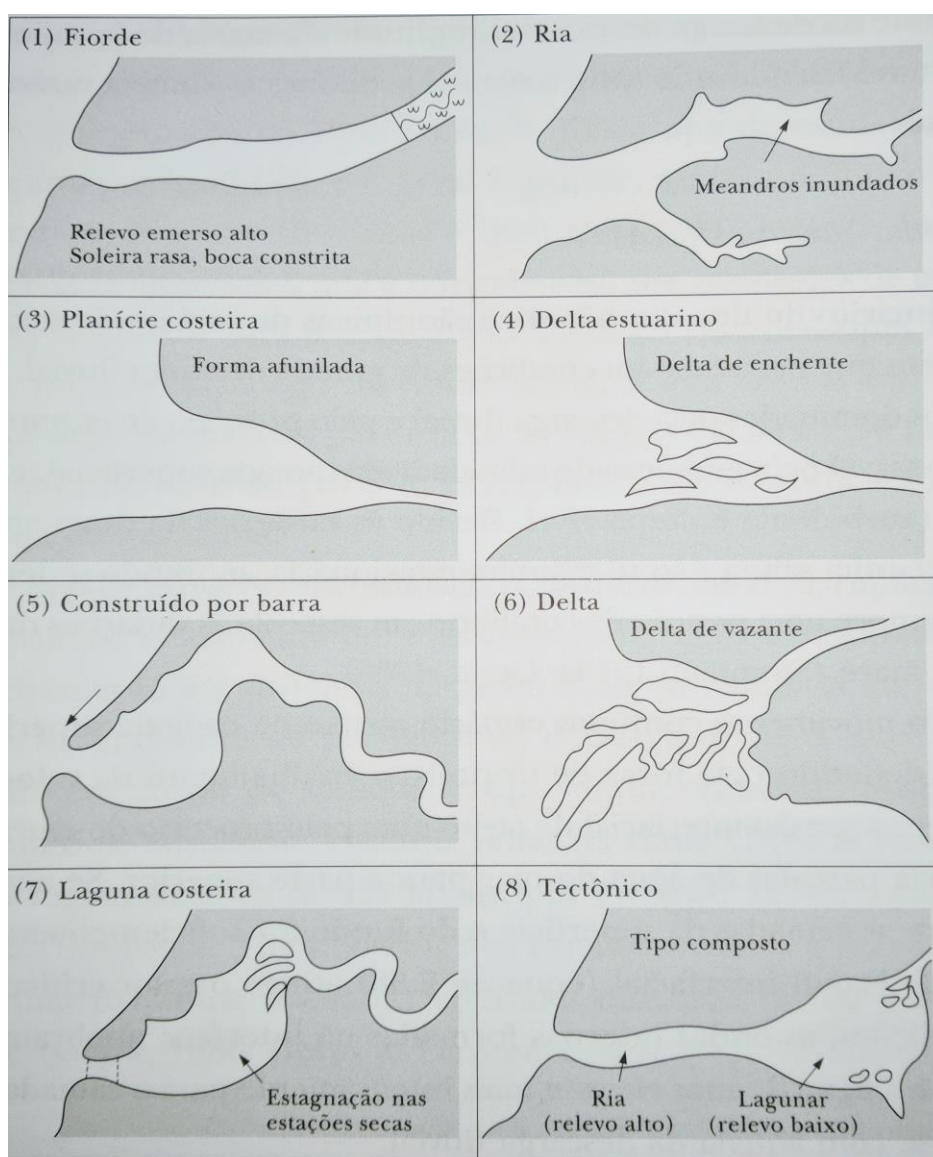
Nos estuários localizados em regiões áridas e semiáridas, durante períodos de superávit hidrológico os processos estuarinos se encaixam no padrão 'clássico', contudo, durante os períodos de déficit hidrológico os processos são alterados, podendo inclusive produzir estuários invertidos, onde as águas estuarinas tornam-se mais densas que as águas

costeiras (Schettini *et al.*, 2014). A salinidade é o indicador natural do balanço hidrológico de estuários, pois reflete o balanço entre a quantidade de água que entra através do aporte fluvial e precipitação, e a quantidade que sai através da evaporação (Kjerfve *et al.*, 1996).

O gradiente longitudinal da salinidade no interior do estuário condiciona os processos de sedimentação e a formas de apropriação da terra para os cultivos, abastecimento, pesca, aquicultura, dentre outros.

Os estuários podem ser classificados em quatro tipos de acordo com sua geomorfologia, sendo eles: planície litorânea, fiorde, ocasionado pela formação de barreiras e outros processos, e por fim estuários resultantes dos eventos geológicos e geomorfológicos durante sua formação (MIRANDA, CASTRO E KJERFVE, 2012) (Figura 5).

Figura 5 - Tipos fisiográficos de estuários



Fonte: Miranda, Castro e Kjerfve, 2002.

O estuário estudado é construído a partir da barreira arenosa, esse tipo de estuário também é formado durante a transgressão marinha, sua sedimentação recente propiciou a formação da barreira arenosa, os rios que o alimentam apresentam uma variação na sua vazão de acordo com a época do ano, bem como o aporte sedimentar proveniente do continente (MIRANDA, CASTRO E KJERFVE, 2012).

De acordo com Miranda, Castro e Kjerfe (2012), os sistemas estuarino-lagunares são ambientes formados pela inundação de vales primitivos de rios durante a transgressão marinha, no entanto o processo de deposição sedimentar ocasiona a formação de barreiras arenosas próximas a desembocadura desses corpos hídricos, sendo sistemas associados a ambientes com alta dinâmica e susceptibilidade aos processos erosivos.

Os sistemas estuarino-lagunares são ambientes costeiros de transição que são influenciados por agentes continentais e por agentes marinhos, com seu alto dinamismo e aporte sedimentar esses sistemas tendem a assorearem, e a partir disso há o estabelecimento da planície de maré, que se desenvolve em sua parte mais abrigada e há o estabelecimento de vegetação de manguezal, encontrados nas regiões tropicais (VILLWOCK *et al*, 2005).

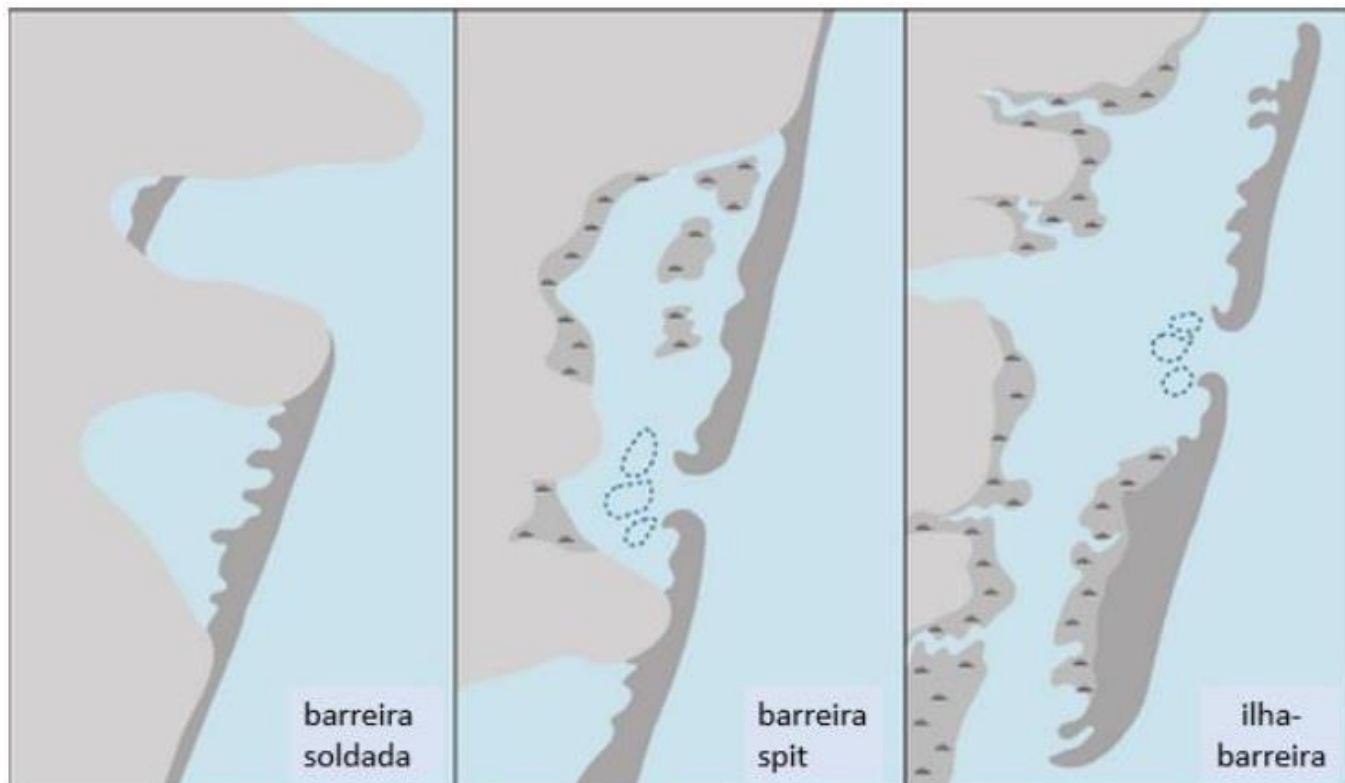
As barreiras arenosas (ou cordões arenosos), são acumulações de sedimentos, cascalho, conchas ou pequenas quantidades de matéria orgânica, com características lineares moldadas pela ação das ondas, correntes e ventos, sendo separadas do continente por uma planície de maré, baía ou laguna, e que se apresentam geralmente paralelas à costa ocorrendo em grupos de cadeias, estando presentes ao redor do mundo (DAVIS E FITZGERALD, 2004; GLAESER, 1978 *apud* CLIFTON, 2006; OTVOS, 2012). Formam-se na desembocadura de estuários, na qual a velocidade das correntes costeiras diminui, havendo uma deposição de sedimentos finos a barlar, que fazem com que a barreira arenosa cresça através da deposição dos pacotes de camadas de topo, frontais e basais, concomitantemente a formação dessas feições, há o estabelecimento de manguezais (GROTZINGER E JORDAN, 2013).

De acordo com Davis e Fitzgerald (2004), as barreiras, são sistemas desenvolvidos a partir de processos de transporte e deposição de sedimentos. São assim denominadas, pois, servem como verdadeiras barreiras para a ação das ondas sobre o continente; também proporcionam áreas mais protegidas, que possibilitam o desenvolvimento de espécies e de atividades associadas aos seus canais.

Davis e Fitzgerald (2004) afirmam que, podem ser classificadas em três tipos: barreiras do tipo spit (estão conectadas ao continente, mas sua outra ponta acaba em uma foz

ou no mar aberto), barreira soldada (que tem suas duas extremidades ligadas ao continente), e a ilha-barreira (pois, não apresenta nenhuma conexão com o continente). Com base nessa classificação, destaca-se que a barreira arenosa associada ao sistema estuarino-lagunar do Guriú é do tipo spit (figura 6).

Figura 6 - Os tipos de barreira de acordo com sua morfologia



Fonte: Davis e Fitzgerald, 2004.

Essas formações também podem ser divididas em barreiras ou cordões litorâneos regressivos. Havendo a acumulação de depósitos paludiais, que são comumente encontrados nas margens de rios e lagos, bem como, no litoral, entre os cordões litorâneos regressivos, sendo mais representados nas zonas tropicais pelos manguezais (VILLWOCKO, 2005).

O comprimento é determinado principalmente pelo aporte de sedimentos (provenientes tanto do continente como dos que são trazidos pelas correntes marítimas), também sofrendo influência pela ação das ondas e o regime de marés. A estabilidade, crescimento ou erosão dependem do suprimento de sedimentos, dos ciclos de tempestades, da taxa de elevação do nível do mar, e da influência da topografia do continente (DAVIS E FITZGERALD, 2004).

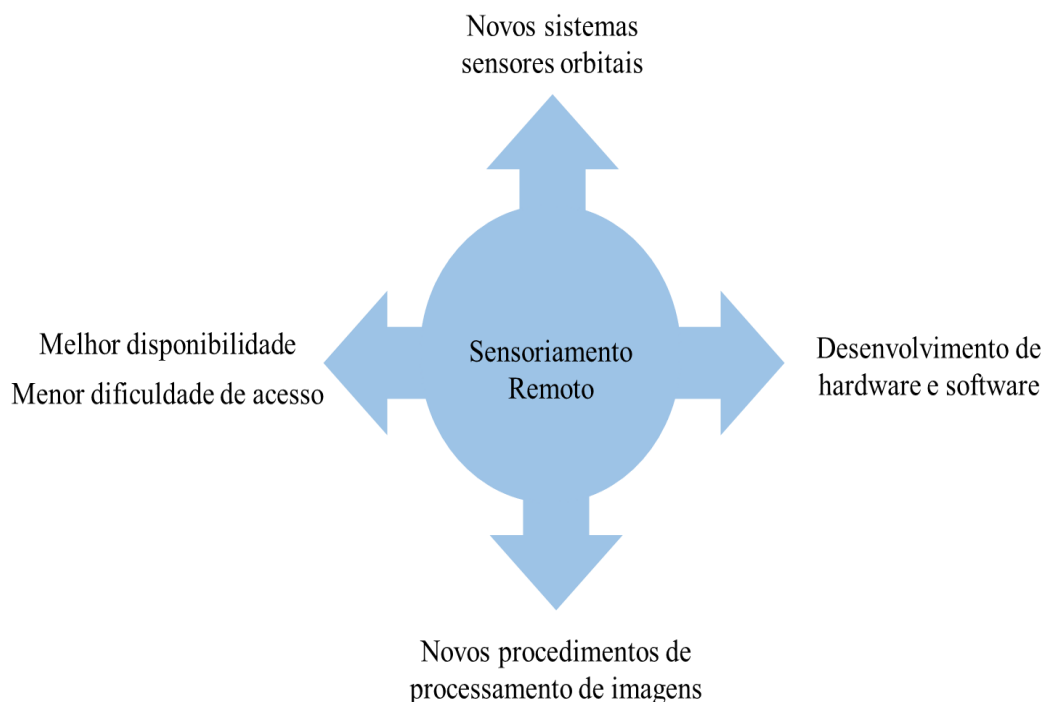
### 3.3 O uso de SIG para estudos ambientais

Segundo Cabral (2008), o SIG é um ambiente no qual, se pode utilizar dados ambientais para obter produtos devidamente tratados sendo estes geralmente mapas. O autor comenta que, os SIGs foram criados através da junção dos conhecimentos cartográficos ao ambiente computacional. Atualmente, essa ferramenta é imprescindível para estudos ambientais, considerando a facilidade em obter informações e aliada aos avanços das geotecnologias.

Através da obtenção de dados de sensoriamento remoto, o geoprocessamento se utiliza de ferramentas para a manipulação de tais dados, buscando uma aplicabilidade prática, com destaque para o uso de SIGs. De um modo mais simples, Veiga e Silva (2004, p. 190) afirmam que, “SIGs são ferramentas que manipulam objetos (ou feições geográficas) e seus atributos (ou registros que compõem um banco de dados) através do seu relacionamento espacial (tipologia)”.

O sensoriamento remoto, é a utilização de sensores para aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos mesmo não havendo contato direto com eles (NOVO, 2010). Os sistemas sensores, passivos ou ativos, são capazes de registrar e representar as informações de determinada área, através da coleta da energia proveniente do objeto (NOVO, 2010). Atualmente, os principais sensores utilizados são provenientes de satélites, aerofotografias e radares.

Os produtos advindos de sensoriamento remoto (Figura 7), possuem múltiplas formas de obtenção, assim como, a possibilidade de sua utilização para o monitoramento em diversas áreas e escalas, viabilizando, o mapeamento da ocupação humana, vegetação, e particularidades de cada terreno, que podem ser extraídas a partir do objeto de estudo, pois, há uma grande disponibilidade de informações armazenadas no formato vetorial em bancos de dados gratuitos (MENDONÇA, 2011).



Fonte: adaptado de Blashke, Glasser e Lang, 2007.

De acordo com Meneses e Almeida (2012):

Atualmente, o sensoriamento é constituído por uma razoável constelação de satélites que oferecem imagens para atender as necessidades de uma ampla demanda de usuários. Para aqueles usuários que necessitam de uma observação detalhada do tamanho e das formas dos objetos, há os sensores que detectam áreas unitárias inferiores a 1 metro, e com meios para visualização estereoscópica 3D, muito úteis para levantamentos cadastrais multifinalitários, urbanos e cartografia digital. Os interessados em monitoração para o acompanhamento da evolução e de mudanças da paisagem podem recorrer aos sensores com alta taxa de revisita à área. Já os que se interessam em determinar a composição ou constituição dos minerais ou rochas, a procura é pelos sensores com um grande número de bandas espectrais. Por isso, uma forma de se abordar as potencialidades de um sensor é pelo dimensionamento de suas resoluções (MENESES; ALMEIDA, 2012, p.24).

Conforme Câmara e Davis (2001), o geoprocessamento é a ciência que usa técnicas matemáticas e computacionais (Sistema de Informações Geográficas) para o tratamento de informações geográficas, auxiliando o desenvolvimento de estudos cartográficos, o planejamento e gestão de recursos.

O geoprocessamento, reúne um conjunto de ferramentas ligadas ao sensoriamento remoto, geociências e ciências correlatas. Através da coleta de dados, processamento, e análise, fornece informações georreferenciadas, as quais, contribuem fortemente para os estudos ambientais e trazem avanços significativos em prol do planejamento (FITZ, 2008). Dessa forma, podemos inferir que, essa ferramenta é fundamental para o desenvolvimento de estudos interdisciplinares.



Conforme verificado por Castanho e Candeiro (2013), no final da década de 1990 aos anos 2000, o uso do geoprocessamento para atividades que envolvem a cartografia, SIG, o sensoriamento remoto e o uso do GPS foram se popularizando. É um instrumento que possui uma aplicabilidade em diversas áreas, como o mapeamento e acompanhamento de mudanças no meio urbano e rural. No entanto é imprescindível a verificação em campo das informações obtidas através dessa ferramenta. Sob essa ótica, ganha particular relevância, a capacidade dos profissionais em utilizar metodologias complementares.

Guimarães Silva *et al.* (2009) afirma que, atualmente, muitos pesquisadores veem utilizando os SIGs e elaborando novas técnicas para estudos ambientais, justamente, por essa ser uma ferramenta que busca uma integração, aumento da eficiência e verificação do uso dos recursos naturais. Com isso, pode-se observar que, o geoprocessamento é de fundamental importância para pesquisas que buscam uma periodicidade ou espacialidade. Destacando a importância principalmente para o uso do solo.

[...] a falta de avaliação da aptidão agrícola de terras, ou capacidade de uso de solos, para a elaboração e implantação de planejamentos de uso sustentável das terras, tem se tornado frequente, podendo ocasionar impactos negativos ao ambiente[...] A realização de inventários e planejamentos racionais de recursos naturais, em escala local, regional ou nacional, é necessária, pois o uso das terras, sem planejamento adequado faz com que as mesmas fiquem cada vez mais empobrecidas e com menor produtividade (GUIMARÃES SILVA *et al.*, 2009, p. 330-331).

Sendo assim, a utilização de técnicas de geoprocessamento se destaca como uma metodologia científica de fácil manipulação, com uma base de dados bem estabelecidos, e obtenção de imagens de sensores remotos gratuitos. Podemos perceber que, esse quadro remete ao uso de SIGs para estudos ambientais, como subsídio ao ordenamento e planejamento ambiental.

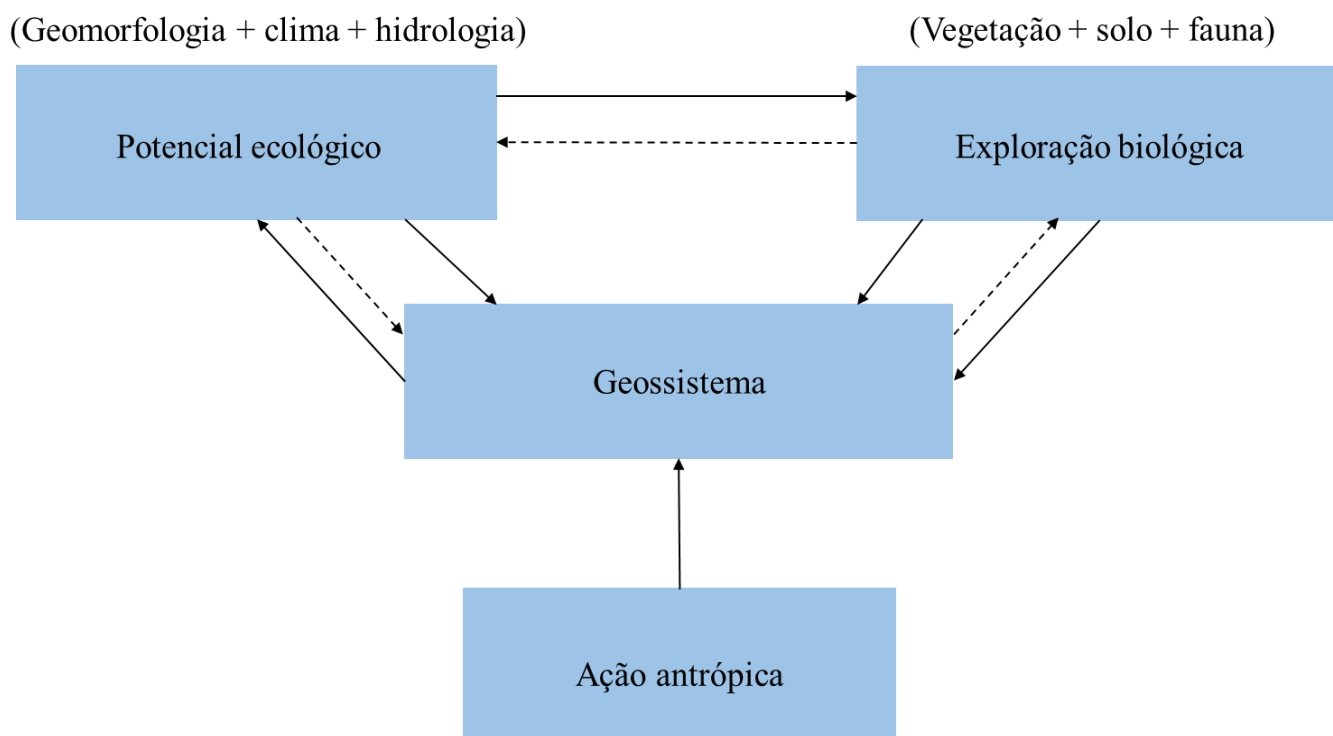
### **3.4 Sistemas Ambientais**

A partir da análise das feições morfológicas e dos processos que atuam sobre o relevo, há uma compreensão da dinâmica que conduz a gênese desses ambientes. Christofletti (1980, p.01) diz que “um sistema pode ser definido como o conjunto dos elementos e das relações entre si e entre os seus atributos”. É primordial a análise integrada dos elementos que compõem a paisagem.

Pode-se dizer, que geossistemas são formações naturais, influenciados por fatores sociais e econômicos. Esses aspectos trazem peculiaridades e mudanças na estrutura da paisagem (SOCHAVA, 1978).

Para Bertrand (1971), o geossistema corresponde a uma paisagem, no qual há um conjunto geográfico intrínseco, com uma combinação entre os elementos geográficos, biológicos e antrópicos, através de uma evolução por meio das interações, tanto pelos elementos constituintes como pela dinâmica de cada um deles separadamente (Figura 8).

Figura 8 - Esquema das relações geossistêmicas de Bertrand



Fonte: Bertrand, 1971.

Conforme verificado por Souza e Oliveira (2011), a análise dos sistemas ambientais deve considerar a interação e complexidade do todo. Partindo de uma necessidade em tratar as questões ambientais num enfoque interdisciplinar, não somente de forma ampla, necessitando assim de um diagnóstico setorizado. Assim, reveste-se de particular importância ao planejamento visando alternativas de uso sustentável para os sistemas, de acordo com suas potencialidades, sendo desenvolvidos os zoneamentos ambientais.

De acordo com Bertrand (1971), os geossistema se tratam de uma unidade ou nível taxonômico para a categorização da paisagem. Sothava (1978) no que lhe concerne, define o geossistema de forma diferente da que propõe Bertrand, afirmando que os geossistemas são estabelecidos por táxos, os quais são constituídos por geômeros (unidades homogêneas) e geócoros (unidades diferentes). Sothava deixa claro que, o geossistema é

constituído por geofáceis e essas por sua vez são formadas por geótopos, que fazem parte de uma região, domínio e zona mais amplos.

Cada sistema, faz parte de um conjunto maior e é caracterizado por suas relações, representado, por exemplo, por unidades (geofáceis) menores e homogêneas com potencialidades e limitações distintas. Nesse contexto, fica claro que a partir do conceito apresentado é possível identificar os geossistemas e suas geofáceis, considerando a diversidade do sistema da zona costeira (SOUZA, 2003).

Pela óptica das relações naturais Tricart afirma que:

O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente (TRICART, 1977, p.19).

Deixando claro que, com a delimitação de tais elementos, é possível atingir resultados mais satisfatórios nos processos de planejamento e manejo de áreas. A partir do intuito de retratar fielmente os elementos que estão presentes no mundo real. A utilização de metodologias como essa, é importante para o direcionamento das questões ambientais bem como dos seus benefícios à sociedade.

Tricart (1977), introduz o conceito de ecodinâmica, o qual é integrado aos ecossistemas, e estabeleceu a divisão das Unidades Territoriais Básicas em estáveis, intermediárias e instáveis. A partir da dinâmica dos sistemas, é possível classificar os meios morfodinâmicos. Os meios estáveis se desenvolvem mais lentamente, e possuem uma cobertura vegetal mais densa, solos bem desenvolvidos e uma dissecação moderada. Os meios intermediários ou integrardes, são áreas de transição entre os meios estáveis e instáveis, e se caracterizam principalmente pelas ações de morfogênese e pedogênese. Nos meios fortemente instáveis há o predomínio da morfogênese, por meio da combinação de variáveis como a ausência de cobertura vegetal, o clima e a degradação associada a atividades antrópicas.

Cunha e Guerra (1996) afirmam que, para o reconhecimento das potencialidades de determinada região se faz necessária a análise de suas variáveis ambientais a partir da Teoria de Sistemas, levando em consideração a troca de matéria e energia. Com base no conceito de ecodinâmica a fim de identificar as fragilidades ambientais, os autores afirmam que:

Para análise da fragilidade, entretanto, exige-se que esses conhecimentos setorializados sejam avaliados de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza a funcionalidade é intrínseca entre as componentes físicas, bióticas e

sócio-econômicas (CUNHA e GUERRA, 1996, p. 316)

Ross em 1994 propôs seu Modelo de Fragilidade Potencial Natural com apoio nos Índices de Dissecação do Relevo considerando o levantamento básico da geomorfologia, solos, cobertura vegetal/ uso da terra e clima, onde esses componentes quando interligados permitem a análise da fragilidade do ambiente. Onde cada variável recebe uma classificação de um a cinco, sendo que quanto mais próximo de um, menos frágil e quanto mais próximo de cinco, mais frágil é o ambiente. Assim sendo, como resultado é obtida uma combinação numérica de quatro dígitos, onde o primeiro está relacionado ao relevo, o segundo ao solo, o terceiro à cobertura vegetal/uso da terra e o quarto à pluviosidade.

Crepani *et al.* (1996) propôs seu Modelo de Fragilidade Potencial Natural baseado nas Classes de Declividade, que segue o modelo operacional de Ross, no qual se utilizam as classes de declividade para inferir a fragilidade local. E como no modelo anterior, resulta numa combinação de números de quatro dígitos, o primeiro refere-se à declividade, o segundo ao solo, o terceiro à cobertura vegetal/uso da terra e o quarto à pluviosidade.

### **3.5 O planejamento ambiental como ferramenta para o manejo**

Desde a década de 1960, com os movimentos ambientalistas e a crescente conscientização ambiental, e mais tardar com a convenção de Estocolmo em 1972 e a Rio 92, foram produzidos documentos, com a finalidade de expor e minimizar as ações antrópicas sobre o planeta. A partir disso, estabeleceram-se diretrizes para o uso sustentável dos recursos ambientais objetivando um meio ambiente mais equilibrado, e com isso, ferramentas para atingir tal objetivo, desse modo o planejamento ambiental ganha destaque (BATISTA E ALBUQUERQUE, 2007).

Segundo Santos (2004), o planejamento ambiental é o ordenamento de espaços, visando o desenvolvimento sustentável e uso consciente dos recursos naturais, a fim, de minimizar os impactos negativos advindos das atividades antrópicas. Como bem nos assegura Ross (2009), o planejamento ambiental é a utilização de políticas públicas para o ordenamento, a fim de, considerar as potencialidades do meio natural, de modo que o desenvolvimento seja pautado numa política mais preservacionista.

A própria Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (1981) traz o planejamento ambiental como um mecanismo de desenvolvimento sustentável, bem como institui o zoneamento para auxiliar em tal fim. O planejamento ambiental, trata da utilização do meio pensando nos seus usos atuais e futuros, sendo assim, além de uma análise

ambiental deve-se levar em conta aspectos históricos e sociais, com isso há a possibilidade de construção de cenários tendenciais (FRANCO, 2008).

Segundo Ribeiro (2004), é de enorme importância o envolvimento de todos os entes da sociedade para o efetivo planejamento, proporcionando uma metodologia integradora e que considera o enfoque participativo. Desse modo, o autor deixa claro a efetividade dos trabalhos desenvolvidos para a gestão de áreas expostas a impactos e das áreas afetadas por desastres naturais, pois, há um diálogo entre os entes e uma abordagem menos agressiva, gerando uma transformação na visão de mundo dessas comunidades.

Para Agra Filho (2014), o planejamento facilita a garantia da qualidade ambiental ao utilizar bens e serviços que visem alternativas ambientalmente sustentáveis para o desenvolvimento social. Para esse autor o planejamento ambiental permite:

[...]condução harmoniosa dos diversos processos de intervenção humanas, visando à sustentabilidade do desenvolvimento. Isso significa exercer uma real influência ou interferência nas diversas atividades que constituem os diferentes modos de interação humana com o ambiente, mediante formas e instrumentos de gestão sociocultural que venham engendrar um processo de desenvolvimento compatível com o ambiente natural e com as aspirações de qualidade de vida da população (AGRA FILHO, 2014, p.06).

O planejamento ambiental é aplicado no ordenamento urbano e rural, buscando o bem-estar social. Evidentemente, a aplicação de tal pesquisa pode ser utilizada para auxiliar no uso correto dos recursos naturais. Cita-se, como exemplo, a execução de zoneamentos para unidades de conservação e na zona costeira do Estado do Ceará, instituídos principalmente pela política estadual de gerenciamento costeiro (CEARÁ, 2006).

Conforme verificado por Santos (2004), os estudos se estabelecem a partir de etapas, inicialmente partindo de uma pesquisa, análise e uma síntese. Trata-se inegavelmente de um processo contínuo, e que deve ser considerado para a tomada de decisão, seria um erro, porém, atribuir somente uma metodologia, pois, o planejamento ambiental é multivariável e com diferentes objetivos. Assim, reveste-se de particular importância conhecer profundamente as características e particularidades de cada área estudada. Sob essa ótica, ganha particular relevância as metas que devem ser atingidas e as políticas que serão empregadas para alcançá-las. O autor mostra que:

Assim, bons planejamentos utilizam uma nova fase, que se baseia na avaliação, seleção e hierarquização das soluções propostas. A intenção é identificar o conjunto de alternativas mais compatíveis entre si, selecionar as melhores para a solução da maior parte dos conflitos e excluir aquelas que contrariam outras. As soluções escolhidas devem ser analisadas e agrupadas, pelo menos em relação à importância relativa, eficiência, eficácia, riscos, espaço de ação, temporalidade, urgência da aplicabilidade e custos (SANTOS, 2004, p.34).

Portanto, conforme citado acima, torna-se evidente que o planejamento ambiental

com a finalidade de manejar ambientes sensíveis as mudanças antrópicas é um instrumento amplamente difundido, que possui um aparato legal. Vê-se, pois, que é de fundamental importância que os estudos retratem o cenário atual em toda sua complexidade. Logo, é indiscutível o fato que há a necessidade de integração dos entes da sociedade no decorrer do trabalho e posteriormente para a perpetuação das medidas adotadas.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Delimitação da área de estudo

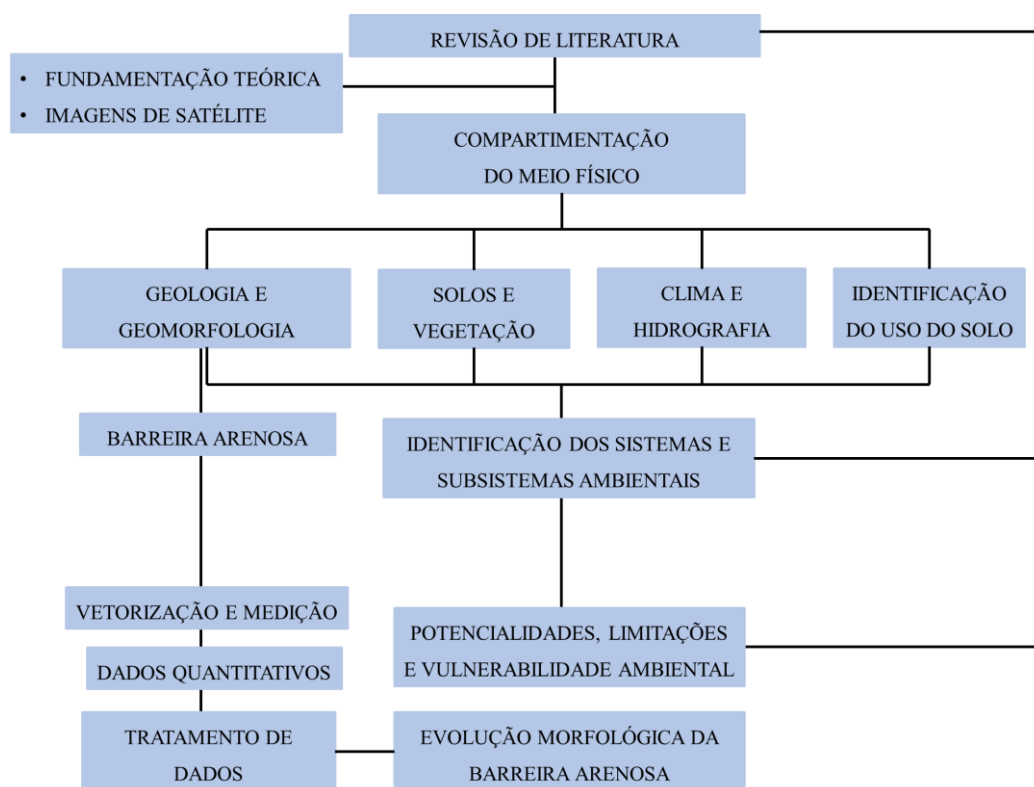
A área de estudo é o estuário do rio Guriú (Figura 1), esse corpo hídrico faz parte da bacia hidrográfica do rio Coreaú e está inserido na sub-bacia da Forquilha, localizado no litoral oeste do Estado do Ceará, banha a divisa entre os municípios de Camocim e Jijoca de Jericoacoara a aproximadamente 245 km da capital Fortaleza. O acesso a partir de Fortaleza é feito através da BR-222, CE-085 e CE-303 até o distrito de Guriú, no município de Camocim.

O estuário do rio Guriú, apresenta em sua extensão a ocorrência de manguezais, e deságua no oceano Atlântico no distrito de mesmo nome, sua foz está localizada nas respectivas coordenadas UTM, latitude -2.84731323798 e longitude de -40.5823120092.

### 4.2 Técnicas operacionais

Na figura 9 estão esquematizadas todas as etapas e procedimentos técnicos realizados durante a elaboração do trabalho.

Figura 9 - Procedimentos técnicos adotados



Fonte: elaborado pela autora.

A partir da metodologia apresentada, os procedimentos técnicos foram divididos em três fases, para auxiliar num melhor andamento da pesquisa.

Foi montado um banco de dados a partir de levantamentos bibliográficos e geocartográficos disponíveis, através da obtenção de dados de órgãos públicos como: a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

Os dados obtidos foram trabalhados em ambiente SIG, realizando tratamento de dados, bases cartográficas e imagens de satélite. As bases cartográficas utilizadas foram:

- Limites Municipais do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), do ano de 2012;
- Hidrografia do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídrico (SNIRH), do ano de 2007;
- Base geológica da Companhia de Recursos Minerais (CPRM), do ano de 2009;
- Base geomorfológica e pedológica da Companhia de Recursos Minerais (CPRM), do ano de 2016.

A aquisição de imagens de satélite Landsat 7, sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) e do Landsat 8, sensor OLI (Operational Land Imager), foram feitas através da USGS (United States Geological Survey), e as imagens de satélite CBERS 2 e 2B, sensor CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), foram adquiridas através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram utilizadas imagens dos anos de 2006 a 2017, pelo ambiente costeiro apresentar uma alta dinâmica e mudanças a curto e longo prazo, foram utilizadas imagens anuais a fim de observar a mudança ocorrida na barreira arenosa (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação das imagens de satélite utilizadas

| <b>Satélite/ Sensor</b> | <b>Órbita/ Ponto</b> | <b>Resolução espacial</b> | <b>Data de Passagem</b> |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| CBERS-2/CCD             | 153/103              | 20 metros                 | 28/07/2006              |
| LANDSAT-7/ETM           | 218/62               | 15 metros                 | 17/08/2007              |
| LANDSAT-7/ETM           | 218/62               | 15 metros                 | 19/08/2008              |
| CBERS-2B/CCD            | 153/103              | 20 metros                 | 03/10/2009              |
| LANDSAT-7/ETM           | 218/62               | 15 metros                 | 22/06/2010              |
| LANDSAT-7/ETM           | 218/62               | 15 metros                 | 27/07/2011              |



|               |        |           |            |
|---------------|--------|-----------|------------|
| LANDSAT-7/ETM | 218/62 | 15 metros | 29/07/2012 |
| LANDSAT-8/OLI | 218/62 | 15 metros | 25/08/2013 |
| LANDSAT-8/OLI | 218/62 | 15 metros | 16/11/2014 |
| LANDSAT-8/OLI | 218/62 | 15 metros | 05/12/2015 |
| LANDSAT-8/OLI | 218/62 | 15 metros | 05/11/2016 |
| LANDSAT-8/OLI | 218/62 | 15 metros | 23/10/2017 |

Fonte: elaborado pela autora

Foi feita a composição colorida na cor natural red(R), gren (G) e blue(B) nos canais 4, 3, 2 no software ENVI 5.3, com a composição resultante foi feita a fusão com a banda pancromática nas imagens Landsat 7 e 8 que apresentam uma resolução espacial de 15 metros.

Posteriormente foi utilizado o software Arcgis para reprojeter as imagens, e atribuir a projeção UTM e datum SIRGAS 2000, através da base imagem Geocover 2000, pela técnica de pontos de controle correspondentes nas imagens. Por último foi feita a criação de mapas utilizando as bases cartográficas, mostrando as características, geomorfológicas, geológicas, hidrológicas, pedológicas e vegetacionais na escala de 1:30.000.

Para analisar a morfologia da barreira arenosa do rio Guriú, foi utilizada a metodologia proposta por Nass e Vieira (2017) adaptada pela autora. Inicialmente, foi feita uma composição nos canais infravermelho (5,4,3) e falsa cor (6,5,4), do Landsat 7 e 8, bem como nas imagens do satélite CBERS composição colorida falsa cor 2,3,4 e 4,3,2, que expõem melhor as feições arenosas.

A partir das imagens de satélite, foi feita uma vetorização para a criação de polígonos de mudanças a fim de verificar a evolução da barreira arenosa. Para o mapeamento, foi considerado que a feição se estende até o limite onde a maré cheia alcança e na parte lagunar foi considerado a ocorrência de vegetação ou área frequentemente inundada pelas águas (NASS E VIEIRA, 2017). Após isso, foram delimitados 12 pontos equidistantes (500 metros) para a medição da largura da barreira arenosa para todos os anos escolhidos, a medição manual utilizando a ferramenta régua, foi feita perpendicular à linha de costa, esses procedimentos foram feitos no *software* Arcgis (figura 10).



Fonte: elaborado pela autora.

O mapeamento do estuário foi feito a partir da imagem de satélite do Landsat 8 e CBERS 2, através de uma classificação não supervisionada, objetivando a criação de doze classes e posteriormente a elaboração do mapa de uso da terra. A partir da interpretação da imagem e identificação das feições, é necessário o uso de chaves de interpretação, para caracterização das feições de interesse do pesquisador, e conseqüentemente a facilitação da identificação de outras feições similares, sendo utilizados elementos como a tonalidade, textura, cor, estrutura, forma e sombra identificados na imagem (NOVO, 2010).

As formas de uso e cobertura da área do estuário foram mapeadas durante os anos de 2006 e 2017, conforme já especificado nos procedimentos técnico operacionais. No mapeamento, foi utilizada a classificação do censo agropecuário do ano de 2006, identificou 9 classes. Todavia, aqui realizamos uma nova classificação, conforme critérios definidos no Quadro 2.

Quadro 2 - Classes de mapeamento do estuário do rio Guriú

| <b>Classes de mapeamento do censo agropecuário de 2006</b> | <b>Classes utilizadas no mapeamento</b> |
|--|---|
| Construções, benfeitorias ou caminhos                      | Área edificada/em edificação            |
| Terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária        | Apicum/salgado                          |
| Áreas naturais   | Vegetação natural de manguezal          |
| Tanques de aquicultura                                     | Aquicultura                             |
| Terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária        | Barreira arenosa                        |
| Terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária        | Campo de dunas                          |
| Terras degradadas  | Vegetação antropizada                   |
| Terras degradadas  | Área degradada com solo exposto         |
| Plantadas em boas condições                                | Vegetação natural arbórea/arbustiva     |

Fonte: elaborado pela autora.

A vulnerabilidade foi estabelecida a partir da análise integrada dos componentes ambientais, levando em conta seu nível de estabilidade baseado no conceito de ecodinâmica de Tricart (1997) adaptado por Souza *et al.* (1994), aos quais classifica os ambientes como sendo; estáveis, de transição e fortemente instáveis.

### 4.3 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

#### 4.3.1 Geologia

A área em questão possui uma geologia configurada pelas coberturas sedimentares do Cenozóico com coberturas eólicas que se estendem desde a faixa de praia em direção ao interior da zona costeira, com acumulação de areias quartzosas advindas das zonas de antepraia e estirâncio (CEARÁ, 2016) (Figura 11).

As coberturas eólicas do Holoceno são mais recentes, e são constituídas por areias quartzosas bem selecionadas pela ação dos ventos com granulometria variando de média a fina, estando sobreposto sobre uma litologia mais antiga (CEARÁ, 2016). As coberturas eólicas do Pleistoceno, são dunas mais antigas, sem mobilidade já com vegetação pioneira estabelecida e constituída principalmente por areias siltosas com tonalidades mais amareladas e castanhas, por ser de uma época anterior, onde as condições climáticas e topográficas eram distintas (CEARÁ, 2006).

Os depósitos marinhos litorâneos se estendem por toda extensão da costa, indo desde a linha de maré baixa até os campos de dunas. Datam do Quaternário, sendo constituídos principalmente por sedimentos arenosos advindos do mar, e que foram depositados pela deriva litorânea com mobilização constante pelos ventos e trabalhados pela abrasão marinha na faixa praias (JULIO, 2012; MARINO, FREIRE E HORN FILHO, 2012).

Os depósitos de Mangues são caracterizados por planícies que possuem influência marinha, fluvial e pluvial. Estando em contato com o oceano, e sofrendo forte influência das marés e processos continentais, sendo associados a planícies fluviomarinhas constituídas por sedimentos finos como areia, silte, argila e uma rica concentração de matéria orgânica nas áreas inundáveis, apresentando uma coloração mais escura. “Sua origem está associada ao processo natural de colmatação de corpos aquosos costeiros, que vão sendo vegetados à medida que as lâminas d'água diminuem” (MARINO, FREIRE E HORN FILHO, 2012, p. 89).

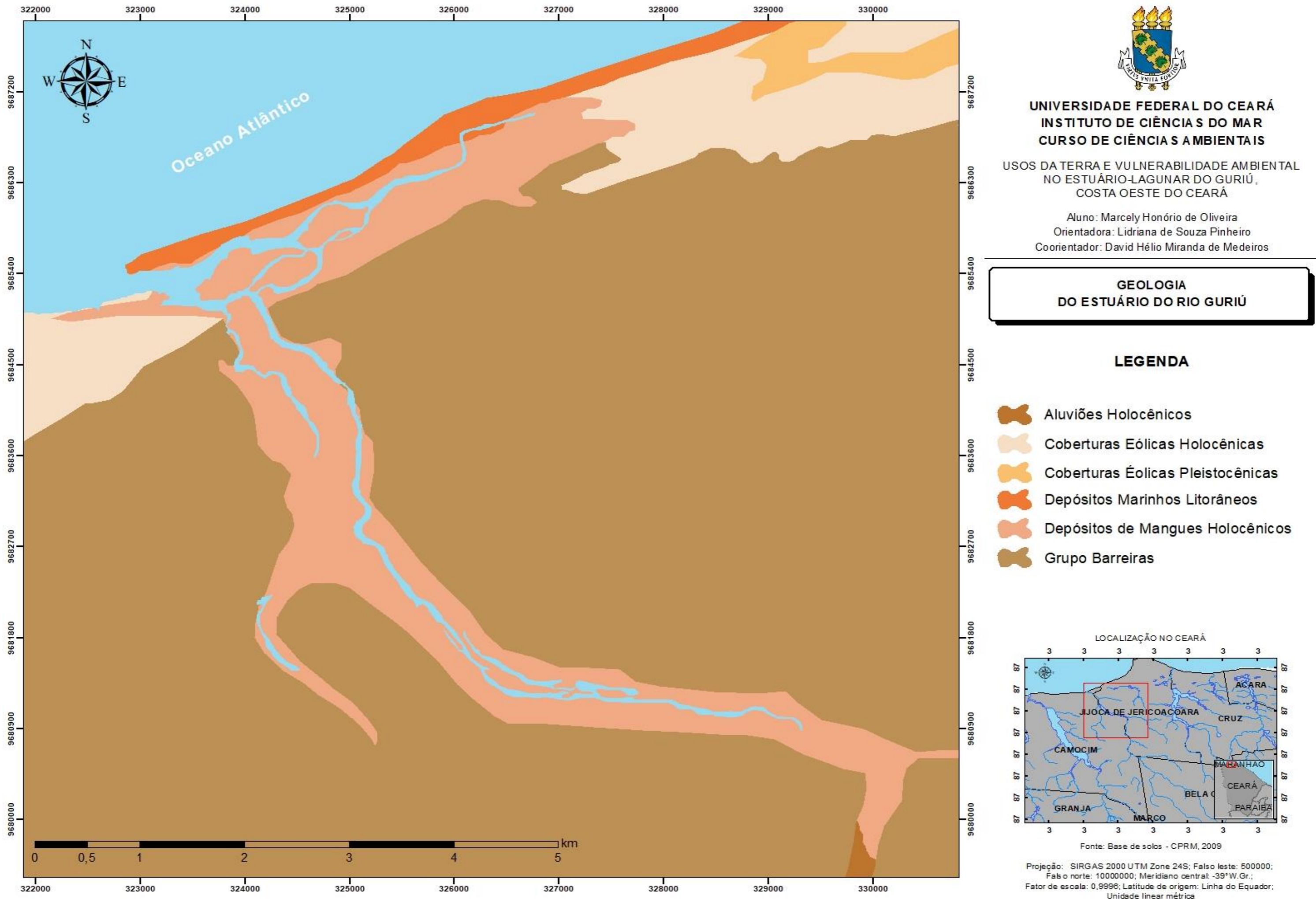
O Grupo Barreiras está presente ao longo de praticamente toda a costa brasileira, sendo depositado em condições variadas de relevo e plataformas continentais, com sedimentos de origem terrígena continental e marinha, culminando na formação de diferentes rochas sedimentares. Na área de estudo os componentes litológicos predominantes são argilitos arenosos bem como arenitos conglomeráticos, sua

granulometria e composição apresenta principalmente sedimentos pouco selecionados (CEARÁ, 2016).

Constituído durante o Terciário sendo o último arranjo sedimentar do Nordeste Brasileiro, com gênese a partir da abertura do oceano Atlântico, estando depositada ao longo de mais de 4.000 km do litoral (BEZERRA, 2001). No Ceará é encontrado sobre o embasamento cristalino datado do Pré-cambriano.



Figura 11 - Geologia do estuário do Rio Guriú



### 4.3.2 Geomorfologia

Foram identificadas as seguintes feições morfológicas: campo de dunas fixas e móveis, faixa praial, planícies fluviomarinhas e tabuleiros litorâneos (Figura 12).

O Campo de dunas é uma unidade geomorfológica constituída quase em sua totalidade por areias, e possui uma aparência de morro ou colina. É produzida a partir da ação dos ventos, podendo estar associadas ou não a paisagem do litoral. Podem ser móveis, no entanto apresentam-se como semifixas ou fixas (com vegetação arbóreo-arbustivo), que se configuram como ambientes estáveis (CEARÁ, 2006).

No Ceará o campo de dunas de Jericoacoara, adjacente à área de estudo, tem destaque por ser o maior do Estado. Nesses ambientes são encontradas pequenas lagoas que surgem no período chuvoso, e “se comportam como ambientes propícios ao acúmulo de águas pluviais, alimentando um dos principais aquíferos dentro do ambiente de zona costeira” (PINHEIRO, 2009, p.19).

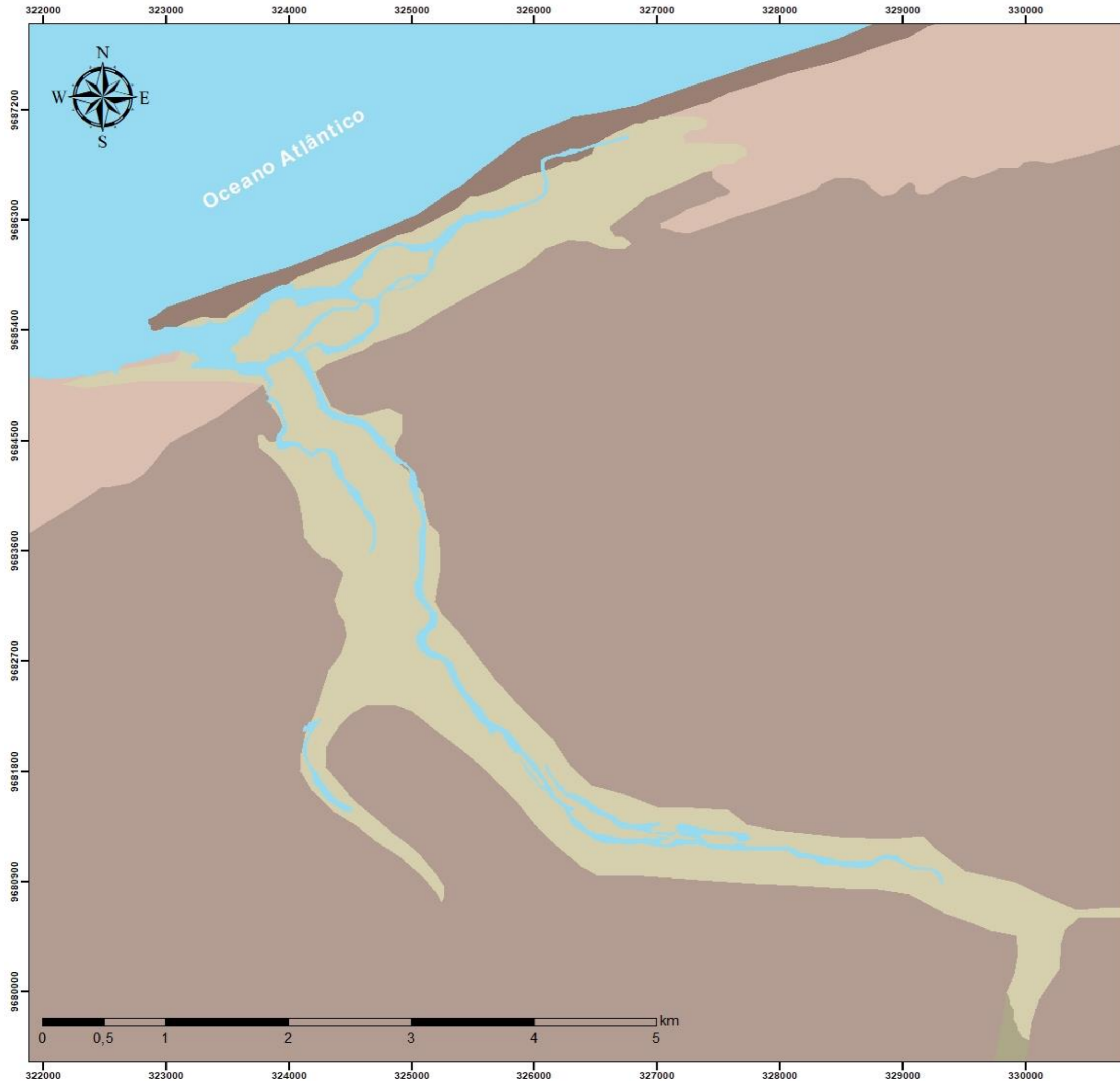
A faixa praial é caracterizada principalmente pelas praias. São ambientes que possuem declividade pouco acentuada e suavemente inclinadas para o mar. Essas feições foram formadas pela acumulação de sedimento arenoso tanto de origem marinha como fluvial. Ao longo desses ambientes são encontrados cordões litorâneos, constituídos por areias inconsolidadas que vão se acumulando ao longo do tempo, sendo depositados na costa litorânea. Esses ambientes possuem uma grande dinâmica, bem como uma alta vulnerabilidade, visto que expostas à ação das ondas e influência das marés (CEARÁ, 2006).

As planícies fluviomarinhas recebem influência marinha, fluvial e pluvial, e são recobertas pelas águas do mar pelo menos duas vezes ao dia, de acordo com o movimento das marés. Ao longo desses sistemas são estabelecidos os manguezais, como a exemplo do rio Guriú.

Os tabuleiros pré-litorâneos tendem a apresentar altitudes entre 10 e 20 metros na zona costeira, com uma topografia suave em forma de rampas, inclinação em direção ao litoral e declives inferiores a 5 graus, com um relevo variando de plano a suave ondulado (SOUZA, 2000). Possuem uma capacidade de drenagem baixa, estando dispostos sobre o embasamento cristalino (CEARÁ, 2006).



Figura 12 - Geomorfologia do estuário do Rio Guriú



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
NO ESTUÁRIO-LAGUNAR DO GURIÚ,  
COSTA OESTE DO CEARÁ

Aluno: Marcelly Honório de Oliveira  
Orientadora: Lidriana de Souza Pinheiro  
Coorientador: David Hélio Miranda de Medeiros

### GEOMORFOLOGIA DO ESTUÁRIO DO RIO GURIÚ

#### LEGENDA

- Campo de Dunas
- Faixa Praial
- Planícies Fluviais
- Planícies Flúvio-marinhas
- Tabuleiros Pré-litorâneos

#### LOCALIZAÇÃO NO CEARÁ



Fonte: Base de solos - CPRM, 2016

Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zone 24S; Falso leste: 500000;  
Falso norte: 10000000; Meridiano central: -39° W.Gr.;  
Fator de escala: 0,9996; Latitude de origem: Linha do Equador;  
Unidade linear métrica



## 4.4 Solos e Cobertura vegetal

### 4.4.1 Pedologia

Foi observado a ocorrência de solos, gleissolos sálico sódico, argissolos amarelo-distrófico e neossolos quartzarênico órtico (Figura 13). A caracterização foi feita com base na nova classificação de solos da Embrapa (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação dos solos

| Classificação antiga         | Nova classificação |               |              |
|------------------------------|--------------------|---------------|--------------|
|                              | Ordem              | Subordem      | Grande grupo |
| Solonchak com horizonte glei | Gleissolo          | Sálico        | Sódico       |
| Podzólico amarelo            | Argissolo          | Amarelo       | Distrófico   |
| Areias quartzosas            | Neossolo           | Quartzarênico | Órtico       |

Fonte: Adaptado de Embrapa (2006).

Os Campos de Dunas são acumulações de área, neste ambiente predomina a morfogênese, tendo como resultado solos rasos ou a ausência deles. Essas formações são constituídas basicamente de areias quartzosas continentais ou marinhas, e são excessivamente drenados, com fertilidade baixíssima. As dunas fixas apresentam uma maior estabilidade sendo constituídas de areias quartzosas distróficas, com horizonte A pouco desenvolvido, e bem drenado, não hidromórfico (SOUZA, 2000; CEARÁ, 2006). Essas feições “são ocorrências físicas na superfície dos terrenos que impossibilitam a caracterização e classificação dos solos” (IBGE, 2007, p. 162). Possuem fortes limitações de uso agrícola, sendo mais utilizados como atrativos turísticos.

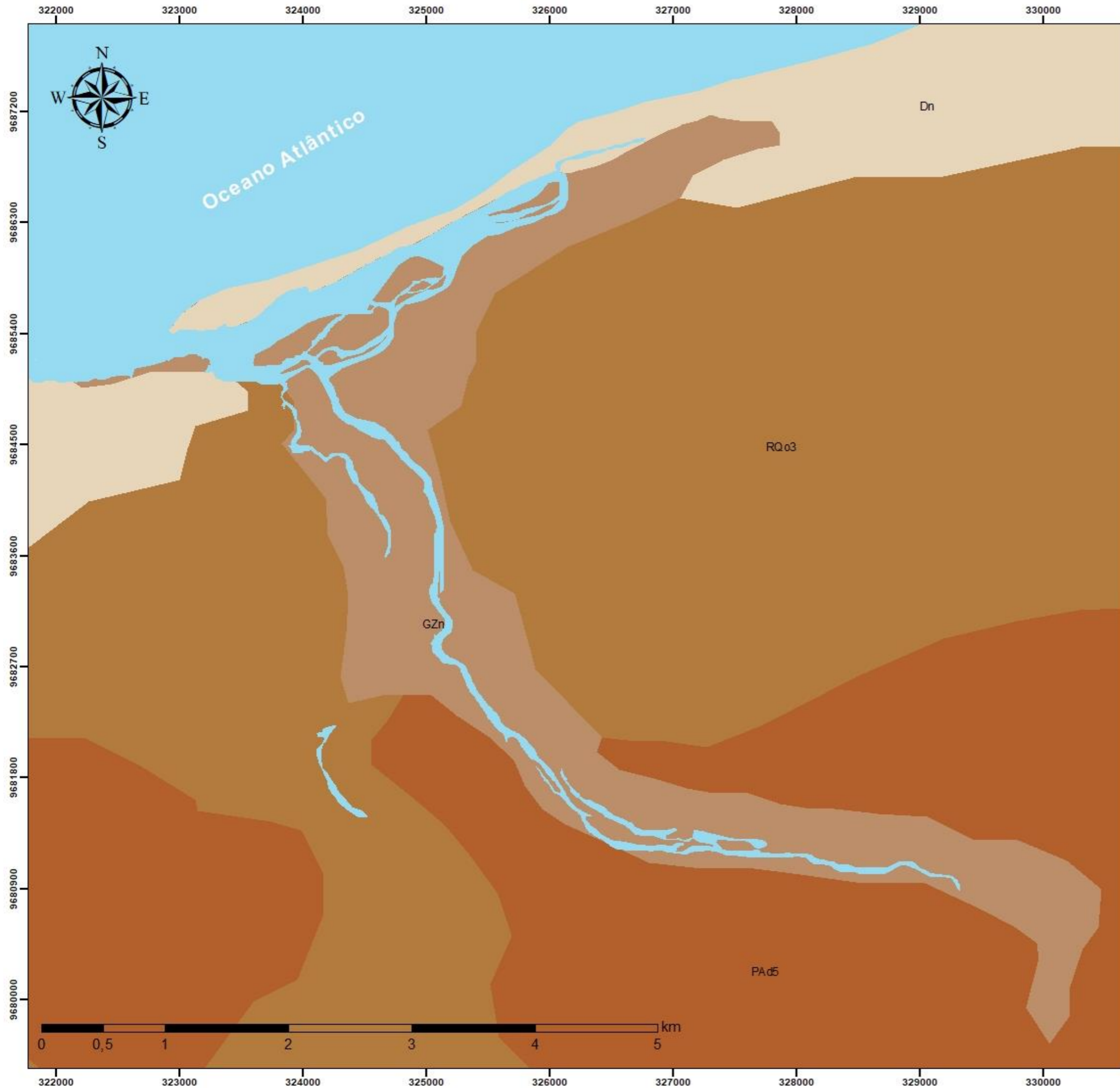
Os Gleissolos Sálicos Sódicos ocorrem nas planícies fluviomarinhas, sendo mal drenados devido ao lençol freático ser mais elevado nessas regiões, comumente encontrados em áreas úmidas e submetidos a condição de saturação a maior parte do tempo, isto faz com que haja uma redução do ferro disposto no solo. Possuem teor elevado de sais solúveis pela proximidade com o mar, como também por sua ocorrência em regiões do semi-árido onde as taxas pluviométricas são baixas e as taxas de evaporação são maiores. Apresentam uma alta concentração de matéria muito comum em áreas de manguezal, proveniente de gás sulfídrico liberado, indicando a presença de tiomorfismo, também possuem uma acidez elevada. Caracterizam-se por uma coloração mais escura, chegando até 50 cm da superfície. (SOUZA, 2000; IBGE, 2007; CEARÁ, 2016).

Os Argissolos Amarelos Distróficos são comumente encontrados nos tabuleiros pré-litorâneos, este tipo de solo possui uma alta heterogeneidade relacionada as suas características, bem como aos componentes geomorfológicos de relevo plano, estando associados a ocorrência da Formação Barreiras. Apresentam uma intemperização alta e uma diferenciação mais marcante de seus horizontes (LEPSCH, 2010). São constituídos por material mineral com a presença de argila de baixa atividade entre os horizontes A para o superficial B textural (Bt), com um caráter coeso, caracterizado por horizontes superficiais mais duros, principalmente quando associado ao clima seco, sendo mais friáveis quando úmidos. Sua coloração varia compreendendo tons de vermelho, amarelo e às vezes acinzentadas (SANTOS *et al.*, 2006; CEARÁ, 2006).

Em condições naturais, seus horizontes apresentam uma boa diferenciação de cor e textura média, argilosa ou muito argilosa, tendendo a uma condição maciça e com formação de blocos duros. São comumente encontrados entre 30 e 70 cm da superfície do solo, com profundidade variável, mas em sua maioria são pouco profundos, com baixa fertilidade e forte acidez, é um dos tipos de solo mais comuns estando presente em quase todas as regiões (CEARÁ, 2006; IBGE, 2007).

Os Nossolos Quartzarênicos Órticos se caracterizam por serem solos profundos, com horizontes de A (pouco espesso) à C excessivamente drenados e arenosos com textura muito arenosa até a profundidade de 150 cm a partir da superfície. Santos *et al.* (2006, p.182) coloca que estes solos “são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis”. Sua ocorrência é comumente associada a relevo plano a suave ondulado sendo distribuído ao longo do litoral, com grande expressividade no Nordeste, possui baixo teor de argila, com alta acidez e coloração variando de tons avermelhados até o branco, com baixa fertilidade natural ocasionada pelos baixos teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes. Não possuem grandes limitações aos seus tipos de uso e manejo (CEARÁ, 2006; IBGE, 2007).

Figura 13 - Pedologia do estuário do Rio Guriú






UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
 CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
 NO ESTUÁRIO-LAGUNAR DO GURIÚ,  
 COSTA OESTE DO CEARÁ

Aluno: Marcelly Honório de Oliveira  
 Orientadora: Lidriana de Souza Pinheiro  
 Coorientador: David Hélio Miranda de Medeiros

**PEDOLOGIA  
 DO ESTUÁRIO DO RIO GURIÚ**

**LEGENDA**

-  Dn - Dunas
-  GZn - Gleissolo Sáfico Sódico
-  PAd - Argissolo Amarelo Distrófico
-  RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico

LOCALIZAÇÃO NO CEARÁ



Fonte: Base de solos - CPRM, 2016

Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zone 24S; Falso leste: 500000;  
 Falso norte: 10000000; Meridiano central: -39°W.Gr.;  
 Fator de escala: 0,9996; Latitude de origem: Linha do Equador;  
 Unidade linear métrica

#### 4.4.2 Vegetação

Na Figura 14 podemos observar a ocorrência dos seguintes grupos vegetacionais: Vegetação Perenifólia de Mangue, Vegetação Pioneira Psamófila, Vegetação de Várzea, e Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos.

A Vegetação Perenifólia de Mangue comumente conhecida como manguezal, está presente nas planícies fluviomarinhas desenvolvidas ao longo de estuários onde as correntes não têm capacidade de entalhe. Apresenta uma topografia plana e sua vegetação halófito se estende desde a foz do estuário até onde a salinidade possa ir continente adentro. Se estabelecem em solos lodosos razoavelmente profundos, com alta concentração de matéria orgânica e salinidade, apresentando uma coloração escura, essas áreas sofrem diretamente com a influência das marés. Este tipo de vegetação possui porte lenhoso fechado e de difícil acesso, geralmente com porte arbóreo e arbustivo, possui raízes aéreas que ajudam na sustentação nessas áreas de solo inconsistente, bem como auxiliam na respiração, decorrentes da baixa oxigenação do solo (CEARÁ, 2016).

Nesse ambiente podemos encontrar principalmente espécies mais típicas do manguezal como: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., *Avicennia germinans* (L.) Stearn e *Conocarpus erecta*. Nas áreas mais interiores tem-se o predomínio de espécies herbáceas como a *Batis marítima* L. e *Sesuvium portulacastrum* L. (MATIAS E NUNES, 2001).

A Vegetação Pioneira Psamófila mais conhecida como restinga é encontrada principalmente na planície de deflação, dunas semifixas e trechos de pós-praia. Esse tipo de vegetação auxilia na fixação do substrato arenoso sendo adaptada a alta salinidade, a ação eólica e elevadas temperaturas, são constituídas por espécies pioneiras (gramíneas e herbáceas) que geralmente possuem talos e folhas suculentas, brotação por ramos e rizomas bem como um expressivo desenvolvimento radicial (CEARÁ, 2016).

As espécies comumente encontradas nesses ambientes são a *Ipomoea asarifolia* Roem. & Schult, *Remirea maritima* Aublet, *Richardia grandiflora* (Cham. & Schlecht.) Steud., *Heliotropium lanceolatum* Ruiz. & Pav., *Blutaparon portulacoides* (A. St. Hil.) Miers e *Sesuvium portulacastrum* L. (MATIAS E NUNES, 2001).

Encontradas ao longo das planícies fluviais e áreas de inundação fluviolacustres a Vegetação de Várzea mais conhecida como mata ciliar, se desenvolvem em solos aluviais, bastante comuns em nesses ambientes. Com vegetação predominantemente herbáceo e nas

massas d'água há a presença de algas, com vegetação de maior porte nas planícies fluviolacustres maiores (SOUZA, 2000).

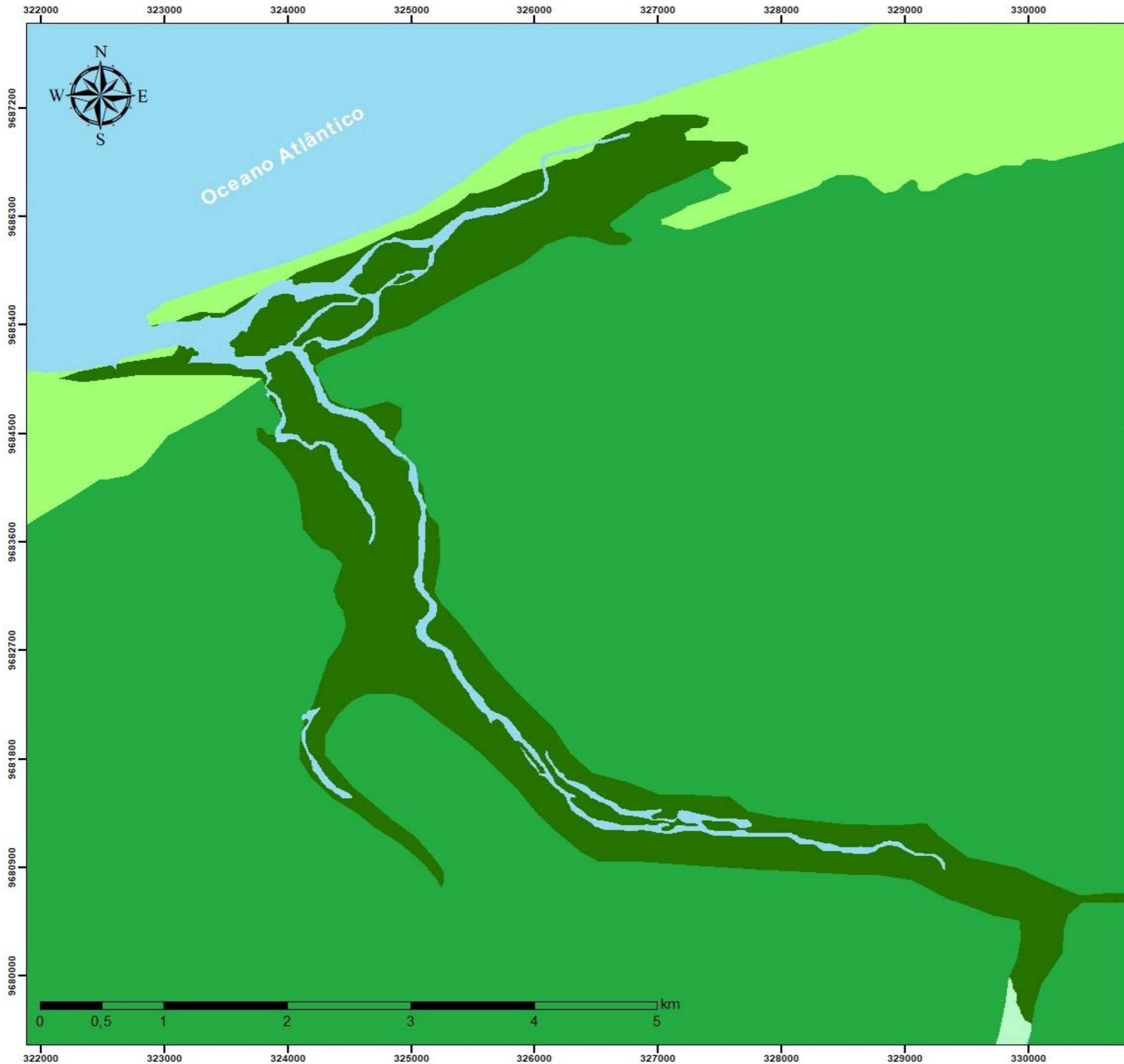
Nas áreas fluviolacustres encontram-se famílias de ciperáceas e outras macrófitas aquáticas como a *Nymphoides indica*, Kuntze e a *Typha domingensis* (MATIAS E NUNES, 2001). Nas áreas ribeirinhas encontram-se espécies como: *Copernicia prunifera*, *Erythrina velutina*, *Geoffroea spinosa*, *Coccoloba latifolia*, *Licania rigida*, *Lonchocarpus sericeus*, *Ziziphus joazeiro*, *Auxemma oncocalyx*, *Combretum leprosum* (mofumbo) e *Croton sondertanus* (SOUZA, 2000).

A Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos ocorre ao longo dos sedimentos da Formação Barreiras tendo sofrido fortes mudanças com relação ao seu estado original, possui uma grande diversidade florística e espécies da mata serrana, caatinga, cerrado e dunas, possuindo espécies arbóreas lenhosas que podem chegar até 4 metros de altura, adaptadas ao clima semi-árido, com caráter subcaducifólio. Algumas espécies possuem porte arbustivo e também há a presença de gramíneas e herbáceas ao longo da estação chuvosa (CEARÁ, 2006; ARRUDA, 2007).

Tendo como espécies mais comuns a *Handroanthus impetiginosus*, *Himatanthus drasticus*, *Byrsonima crassifolia*, *Manilkara triflora*, *Anacardium occidentale*, *Mouriri cearensis*, *Pilosocereus catinguicola* subsp. *salvadorensis*, *Tapirira guianensis*, e *Agonandra brasiliensis* (CEARÁ, 2016).



Figura 14 - Vegetação do estuário do Rio Guriú



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
NO ESTUÁRIO-LAGUNAR DO GURIÚ,  
COSTA OESTE DO CEARÁ

Aluno: Marcely Honório de Oliveira  
Orientadora: Lidriana de Souza Pinheiro  
Coorientador: David Hélio Miranda de Medeiros

**VEGETAÇÃO  
DO ESTUÁRIO DO RIO GURIÚ**

**LEGENDA**

- Vegetação Perenifólia de Mangue
- Vegetação Pioneira Psamófila
- Vegetação de Várzea
- Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos

LOCALIZAÇÃO NO CEARÁ



Fonte: Base de vegetação - ZEE da Zona Costeira do Ceará, 2016

Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zone 24S; Falso leste: 500000;  
Falso norte: 10000000; Meridiano central: -39°W.Gr.;  
Fator de escala: 0,9996; Latitude de origem: Linha do Equador;  
Unidade linear métrica

## 4.5 Condições Climáticas e Hidrológicas

### 4.5.1 Clima

No litoral a variação da pluviosidade ao longo dos meses e anos bem como o regime de ventos, são os elementos climáticos que mais influenciam no controle e transformação dos processos costeiros.

Por sua localização, o Ceará sofre influência direta da Massa de ar Equatorial do Atlântico Sul (MEAS) e da Frente Polar Atlântica (FPA), quando as condições climáticas a favorecem (ZANELLA, 2005). Outros fatores como sua geomorfologia, a proximidade com o mar, e a altitude faz com que seu domínio climático seja do tipo tropical equatorial com 6 meses secos (2b) (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A MEAS é uma massa de ar quente e úmida formada na zona equatorial-tropical situada sobre o oceano Atlântico, a diferença de pressão oceânica e continental faz com que a massa de ar seja atraída para o continente sul-americano, atuando principalmente no extremo nordeste, promovendo uma estabilidade do tempo atmosférico entre os meses de junho a dezembro sobre o Nordeste (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007; OLÍMPIO, 2013).

A Frente Polar Atlântica ou Frentes frias (FF) “são um dos principais sistemas geradores de chuvas no Nordeste brasileiro, principalmente nos setores sul e leste, atuando entre os meses de novembro a janeiro” (OLÍMPIO, 2013, p. 73). É caracterizada por ser fortemente ativa separando o ar polar do tropical, e predomina nos trópicos. São bandas de nuvens que se formam quando uma massa de ar frio (mais densa) empurra uma massa de ar quente (menos densa) para cima e para frente, formando nuvens pela subida do ar quente e úmido ocasionando instabilidade atmosférica e precipitações. Essas chuvas são do tipo frontal, sendo contínuas e mais fracas (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O regime pluviométrico dessa região é influenciado por sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) (ZANELLA, 2005).

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior são formados na alta troposfera a 9000 m ou mais e são caracterizados como sendo um conjunto de nuvens circulares que

giram no sentido horário, formadas pelo turbilhonamento do ar, com uma sazonalidade de 7 a 10 dias. São gerados no oceano Atlântico e atuam com maior frequência sobre o Nordeste nos meses de janeiro e fevereiro provocando alterações no tempo. Há um aumento de pressão e inibição de formação de nuvens no seu centro já no seu entorno há a formação de nuvens de chuva (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As Ondas de Leste é um sistema de mesoescala que formam na área de influência dos ventos alísios, no campo de pressão atmosférica nos trópicos. Se deslocam de leste para oeste, trazendo chuvas para o Norte do Nordeste durante os meses de junho a agosto, as ondas de leste trazem chuvas para o Ceará quando as condições das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) e atmosféricas são favoráveis (OLIMPIO, 2013).

As Linhas de Instabilidade (LI) são sistemas de mesoescala e são constituídas por bandas de nuvens que se dispõem em linha ou curva, formadas a partir da radiação solar incidente dos trópicos que ocasiona a formação de nuvens causadoras de precipitação. A formação de chuvas se dá quando há a convecção máxima das nuvens, sua proximidade com a ZCIT bem como a influência da brisa marítima durante os meses de fevereiro a março contribui para um aumento das linhas de estabilidade (OLIMPIO, 2013).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) são caracterizados pela ocorrência de chuvas rápidas e de forte intensidade, sendo formados por aglomerados de nuvens que se formam em decorrência de fatores como o relevo, pressão e a temperatura relacionada a umidade local, com uma ocorrência isolada e duração em média de 10 a 20 horas. Decorrendo com mais frequência e força durante a madrugada e ao alvorecer também podendo estar associados a torrentes (OLIMPIO, 2013).

Entretanto, a ZCIT é o principal sistema sinóptico gerador de precipitações. A ZCIT é caracterizada por uma banda de nuvens que pode chegar a 500 km de largura que se forma na zona de convergência dos ventos alísios de sudeste com os alísios de nordeste, criando uma ascendência de massas de ar úmidas, em áreas de baixas latitudes, com baixas pressões e instabilidade também criando uma limitação atmosférica entre os hemisférios norte e sul (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

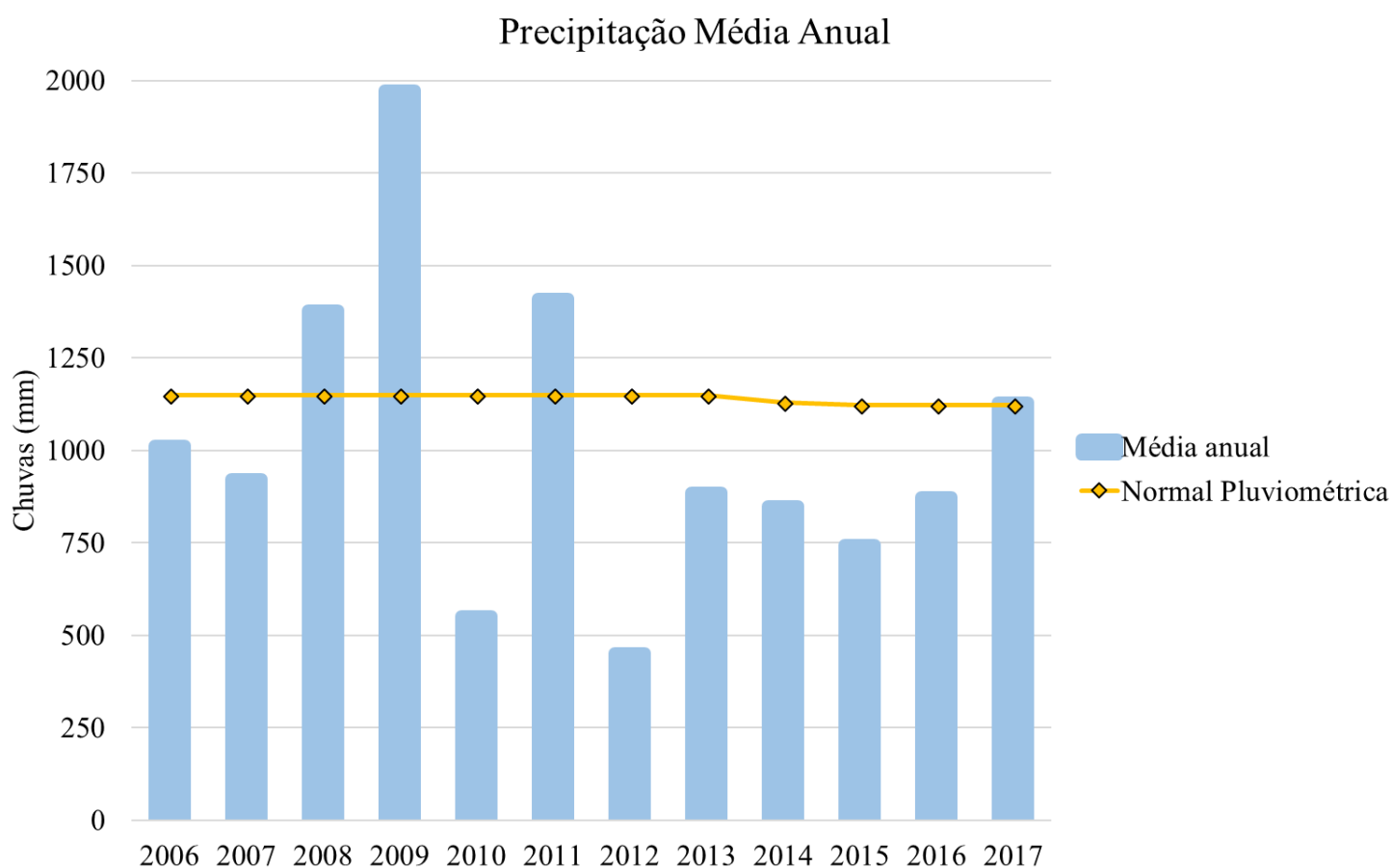
Com sua migração para o sul entre os meses de março a abril, auxilia na concentração de chuvas durante os meses de fevereiro a maio, configurando a quadra chuvosa no Ceará. As precipitações estão diretamente relacionadas com a ocorrência de



fenômenos globais como o El Niño e La Niña, pois, configuram uma mudança na temperatura do Oceano Atlântico. Em anos com ocorrência de El Niño, verificam-se episódios de secas, e quando há a ocorrência do fenômeno La Niña verifica-se uma maior quantidade de chuvas no Nordeste (MAGALHÃES E ZANELLA, 2011).

A partir de dados da Funceme, foi possível analisar os valores de precipitações anuais ao longo de 12 anos (entre 2006 e 2017) para o município de Camocim. Nota-se ao analisar os gráficos que os anos em que mais ocorreram precipitações foram 2006, 2008, 2009, 2011 e 2017 com médias acima de 1000 mm. Já os anos, em que foram registradas menos chuvas e consequentes períodos de seca são 2010, 2012 e 2015. Os resultados podem ser observados no Gráfico 1 e Tabela 1.

Gráfico 1 - Precipitação Média Anual de 2006 a 2017



Fonte: elaborado pela autora.

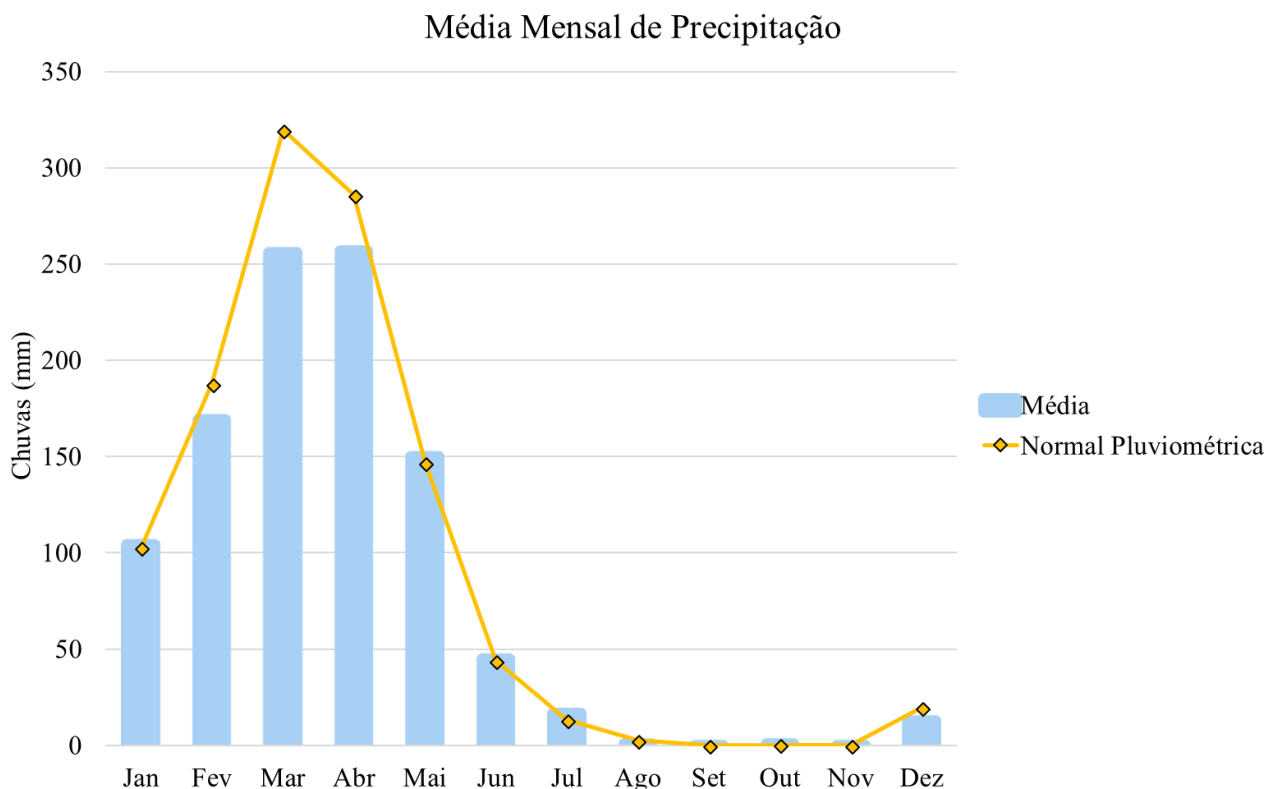
Tabela 1 - Anos de El Niño e La Niña e sua intensidade

| El Niño |          |         |             | La Niña |          |         |
|---------|----------|---------|-------------|---------|----------|---------|
| Fraco   | Moderado | Forte   | Muito forte | Fraco   | Moderado | Forte   |
| 1952-53 | 1951-52  | 1957-58 | 1982-83     | 1954-55 | 1955-56  | 1973-74 |
| 1953-54 | 1963-64  | 1965-66 | 1997-98     | 1964-65 | 1970-71  | 1975-76 |
| 1958-59 | 1968-69  | 1972-73 | 2015-16     | 1971-72 | 1995-96  | 1988-89 |
| 1969-70 | 1986-87  | 1987-88 |             | 1974-75 | 2011-12  | 1998-99 |
| 1976-77 | 1994-95  | 1991-92 |             | 1983-84 |          | 1999-00 |
| 1977-78 | 2002-03  |         |             | 1984-85 |          | 2007-08 |
| 1979-80 | 2009-10  |         |             | 2000-01 |          | 2010-11 |
| 2004-05 |          |         |             | 2005-06 |          |         |
| 2006-07 |          |         |             | 2008-09 |          |         |
| 2014-15 |          |         |             | 2016-17 |          |         |
|         |          |         |             | 2017-18 |          |         |

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do Oceanic Niño Index (ONI).

Também foram levantados dados com relação as médias mensais ao longo dos anos estudados, pode-se inferir que em relação aos meses com maior pluviosidade destacam-se o período de janeiro a maio, o período mais seco ocorre entre os meses de julho e dezembro (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Médias Mensais de Precipitação entre 2006 e 2017



Fonte: elaborado pela autora.

O clima está diretamente relacionado com as propriedades do relevo litorâneo, pois, este se torna responsável pelos regimes meteorológicos como ondas, precipitações, temperatura e correntes litorâneas (MOURA, 2012).

De acordo com estudos de Gastão (2017), a temperatura no litoral Cearense varia de 26,5° a 27,5°C, dependendo da época do ano fazendo com que a umidade fique entre 70% a 80%.

O regime de ventos nessa região é caracterizado pela ocorrência dos ventos alísios de SE e NE, os ventos vindos da direção SE predominam entre os meses de julho a dezembro com uma velocidade média de 8m/s, já os ventos que sopram de NE são mais frequentes durante o primeiro semestre (janeiro a junho) e possuem uma velocidade média menor com 3,5m/s. Os ventos de E ocorrem durante todo o ano nessa região (CLAUDINO-SALES, MAIA E PEULVAST, 2006).

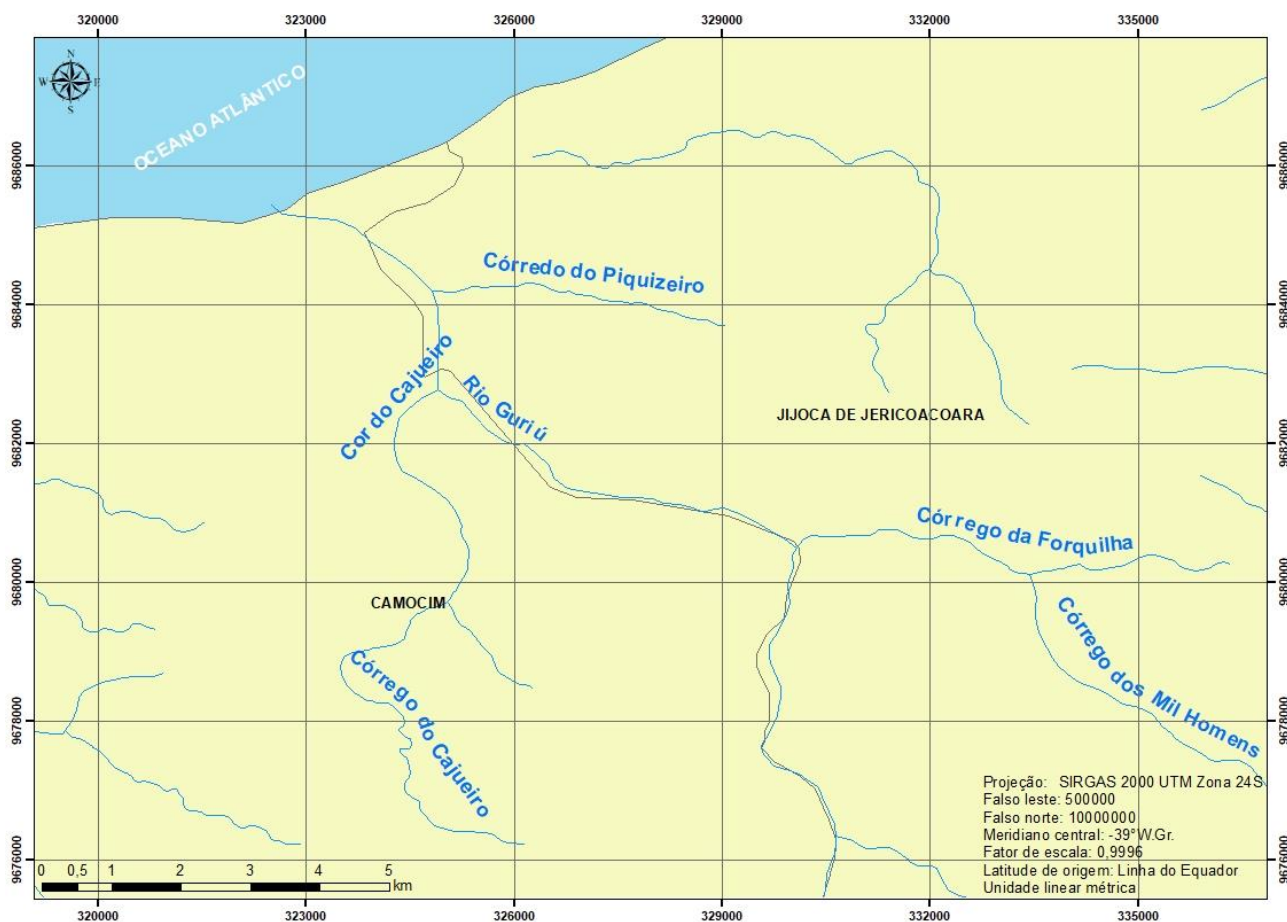
Com relação aos parâmetros oceanográficos que mais influenciam no litoral oeste, podemos destacar a ocorrência de ondas de altura média de 0,56 metros, o regime de marés nessa região é predominantemente semidiurno com uma amplitude média de - 0,20 metros a 3,2 metros com relação ao nível do mar (CHN, 2018).

#### **4.5.2 Hidrografia**

No litoral os rios e riachos intermitentes são mais comuns pela baixa pluviosidade, as altas taxas de evaporação, baixa infiltração, caráter dos solos como também as condições climáticas que são uma variável que afetam diretamente a hidrografia regional. O estuário do rio Guriú, está compreendido dentro da bacia do rio Coreaú, na sub-bacia da Forquilha, a qual possui característica de drenagem sazonal e exorréica, possuindo um escoamento direto até o mar, com uma área de aproximadamente 344 km<sup>2</sup>.

O rio Guriú tem como afluentes principalmente córregos e riachos (Figura 15) com destaque na sua margem direita para os córregos do Piquizeiro e da Forquilha e do lado esquerdo o córrego do Cajueiro. O córrego da Forquilha é seu principal tributário, com nascente no município de Bela Cruz no qual a geologia local pode-se observar o predomínio de sedimentos da Formação Barreiras e depósitos aluvionares. Com influência dessa formação, e intercalações de níveis maios ou menos variáveis, há um favorecimento da produtividade de água subterrânea.

Figura 15- Afluentes do Rio Guriú



Fonte: Elaborado pela autora, base hidrográfica da SNIRH, 2016 e limites municipais do IPECE, 2014.

Thiers (2013), determinou um aumento de mais de 66% da área de manguezal do rio Guriú entre os anos de 1985 e 2008. Apesar do regime de chuvas sazonais e baixa taxa de vazão, os manguezais possuem uma elevada taxa de resiliência, que é favorecida pela baixa ocupação humana, difícil acesso e por estar localizado próximo a unidades de conservação como o Parque Nacional de Jericoacoara e a Área de Proteção Ambiental da Tatajuba.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Mapeamento do uso e cobertura da terra

A partir da análise dos dados e da área mapeada (Figura 16 e 17), conforme a Tabela 2, foi evidenciado uma grande área tomada por vegetação antropizada, havendo um aumento de 30,29% em comparação com o ano de 2006, sendo a maior classe visualizada em ambos os anos. As áreas degradadas com solos expostos, decorrentes de desmatamentos ou pela abertura de vias de acesso, ocupam uma área de 74,58 km<sup>2</sup> em 2006 e 69,88 km<sup>2</sup> em 2017, correspondendo a uma diminuição de 6,31%.

Tabela 2 - Classe, área ocupada e sua variação com relação aos anos

| Classe de uso                       | Área (km <sup>2</sup> ) |               | Área ocupada (%) |          | Variação (%) |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------|------------------|----------|--------------|
|                                     | 2006                    | 2017          | 2006             | 2017     |              |
| Apicum                              | 0,77                    | 0,77          | 0,25             | 0,25     | -            |
| Aquicultura                         | 0,30                    | 0,30          | 0,10             | 0,10     | -            |
| Área degradada com solo exposto     | 74,58                   | 69,88         | 24,33            | 22,79    | 6,31         |
| Área edificada/em edificação        | 0,59                    | 0,59          | 0,19             | 0,19     | -            |
| Barreira Arenosa                    | 0,72                    | 0,79          | 0,23             | 0,26     | 9,72         |
| Campo de Dunas                      | 45,40                   | 40,36         | 14,81            | 13,17    | 11,09        |
| Vegetação antropizada               | 75,30                   | 98,10         | 24,56            | 32,00    | 30,29        |
| Vegetação natural arbórea/arbustiva | 104,65                  | 90,20         | 34,13            | 29,42    | 13,81        |
| Vegetação natural de manguezal      | 4,29                    | 5,60          | 1,40             | 1,83     | 30,57        |
| <b>Total</b>                        | <b>306,59</b>           | <b>306,59</b> | <b>-</b>         | <b>-</b> | <b>-</b>     |

Fonte: elaborada pela autora

A vegetação natural arbórea/arbustiva apresenta um somatório de 104,65 km<sup>2</sup> em 2006 e 90,20 km<sup>2</sup> no ano de 2017, com uma perda de 13,81%. O campo de dunas obteve decréscimo de 11,09% da sua área inicial.

As dunas configuram ambientes instáveis e vulneráveis, a Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012 que institui o novo Código Florestal, determina que a vegetação de restinga que auxiliam na fixação das dunas se configuram como APP, sendo proibida a sua ocupação.

Há a presença de tanques de aquicultura, estes são frequentes ao longo dos rios cearenses, na área de estudo a ocorrência desse tipo de atividade compreende uma extensão de 0,30 km<sup>2</sup>.

A vegetação de manguezal também se configuram como Áreas de

Preservação Permanente, por ser um ecossistema altamente rico, com uma alta produtividade e uma grande diversidade de espécies, que se utilizam desse ambiente para se alimentarem, reproduzirem, desovar e para fugirem de predadores, fazendo com que o manguezal seja um verdadeiro berçário (THIERS, 2016).

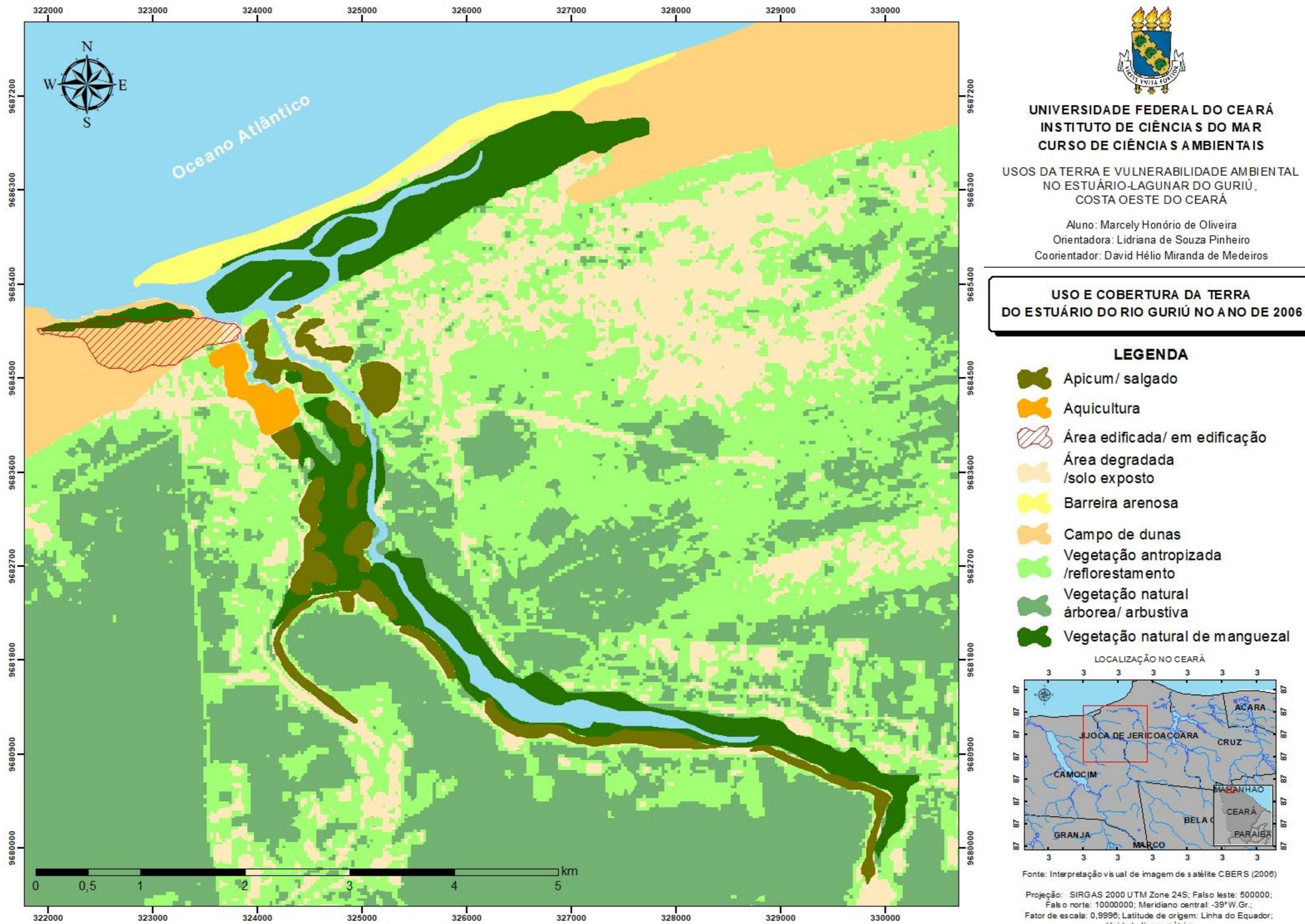
O mapeamento mostrou que a vegetação de manguezal foi a que sofreu a maior elevação ao longo tempo, com um acréscimo de 30% ocupando uma área de 5,6 hectares, essa região oferece aos turistas passeios de barco ao longo do rio onde se pode observar a diversidade da fauna e flora local, como o passeio ecológico do cavalo-marinho, onde os excursionistas podem ter contato com esta espécie.

Os apicuns e salgados, são áreas hipersalinas onde não há a fixação total e /ou parcial de vegetação, sendo considerados como zonas de retração de bosques de mangues e depósitos ricos em nutrientes (THIERS, 2016). Há divergência enquanto o pertencimento do apicum ao ecossistema manguezal, sendo utilizados pelas comunidades tradicionais para a pesca artesanal e coleta de crustáceos, possuindo um enorme valor ambiental, social e econômico (MEIRELES *et al.*, 2007). O apicum/salgado foi observado em 0,25% da área de estudo ocupando uma área total de 0,77 km<sup>2</sup>, estando localizado junto ao manguezal.

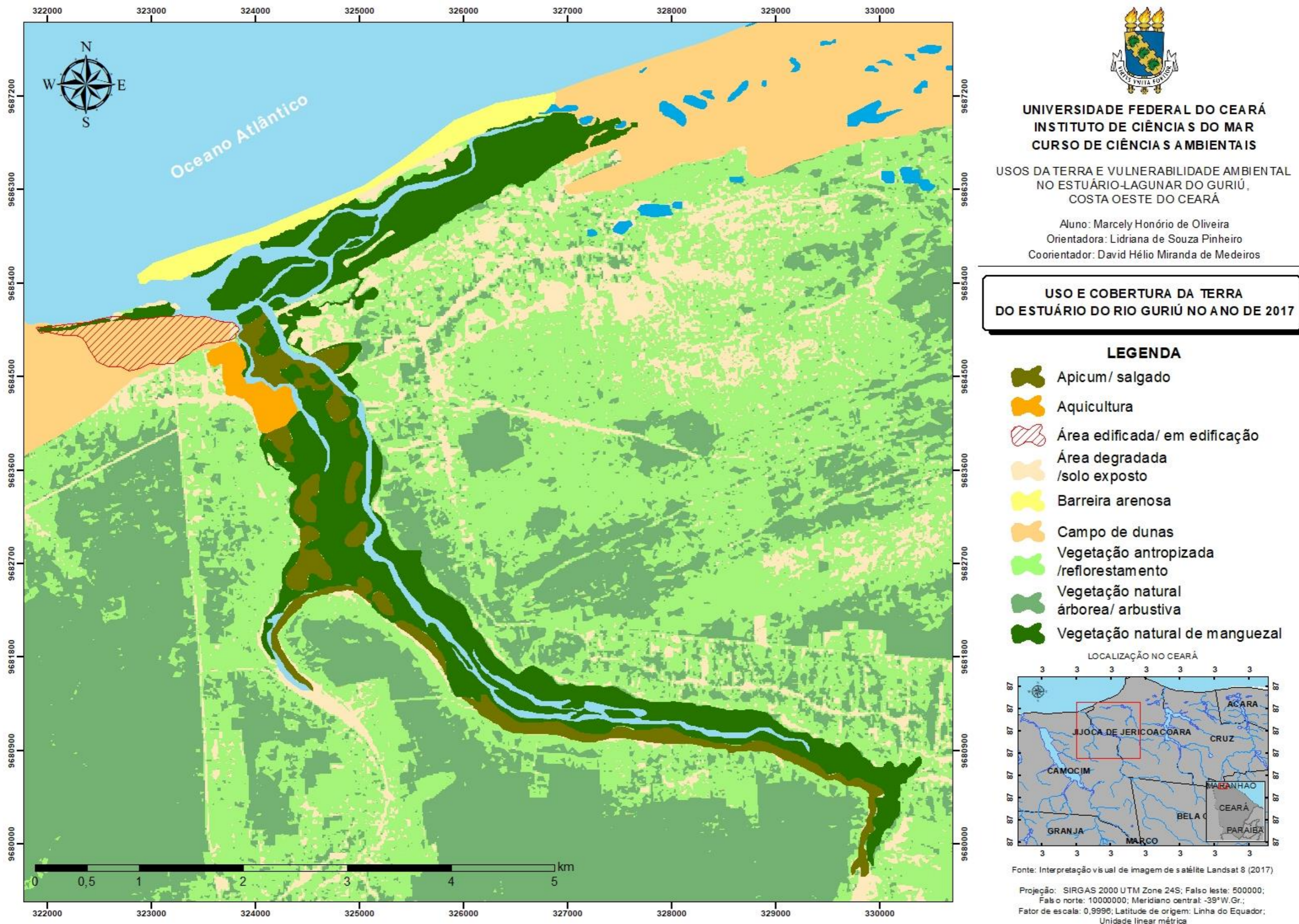
A área em questão faz parte de localidades encontradas ao longo do litoral, que ainda permanecem com seus aspectos naturais e poucas mudanças na sua ocupação. Podendo-se associar a boa taxa de vegetação conservada a UC do Parque Nacional de Jericoacoara, as áreas de APP e o modo de vida tradicional das comunidades próximas, que acabam por limitar usos, o acesso e manter um maior controle.



Figura 16 - Uso e cobertura da terra do estuário do Rio Guriú no ano de 2006





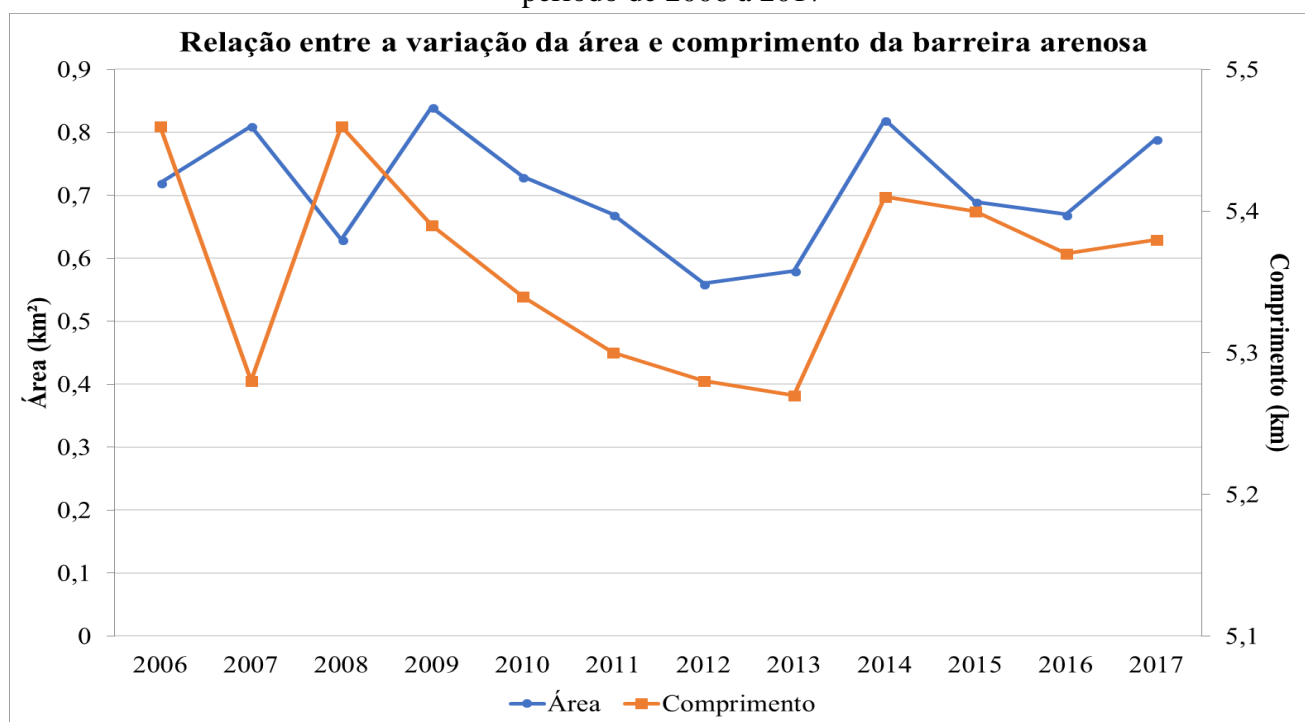




## 5.2 Evolução morfológica da barreira arenosa do rio Guriú

Através do Gráfico 3, pode-se perceber que o comprimento da barreira arenosa associada ao rio Guriú apresentou uma variação de 80 metros ao longo dos anos 2006 e 2017. Com relação a sua área podemos destacar que o ano de 2009 foi o que apresentou uma maior extensão com 0,84 km<sup>2</sup> possuindo um acréscimo de 0,28 km<sup>2</sup> em relação ao ano de 2012, que demonstrou uma menor área em comparação aos anos estudados. Podemos destacar o ano de 2017, pois apresentou uma área de 0,79 km<sup>2</sup> e um comprimento de 5,38 km, caracterizando a diminuição longitudinal da barreira, porém apresentando um aumento com relação a sua área. A relação entre a área e o comprimento da barreira arenosa nos anos estudados, demonstra que há uma relação inversamente proporcional entre essas variáveis.

Gráfico 3 - Relação entre a variação da área e comprimento da barreira arenosa no período de 2006 à 2017



Fonte: Elaborado pela autora.

Nas Tabelas 3 e 4 foram feitas análises estatísticas levando em consideração a medição em cada um dos 12 pontos estabelecidos, apresentando a variação da largura da barreira ao decorrer do período analisado. A menor largura foi de 39,62 metros, registrada no ponto 2 no ano de 2013, desconsiderando os dados que são representados por 0, decorrentes da diminuição do comprimento da barreira no ponto 12. A largura máxima observada foi de 264,9 metros no ponto 11 ao longo do ano de 2006. No ano de

2006 podemos observar que a barreira é mais alongada com relação aos outros momentos estudados.

Tabela 3 - Dados (em metros) da variação da largura da barreira arenosa entre os anos de 2006 e 2017

| Ponto | Ano    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   |
| 1     | 43,00  | 61,50  | 79,88  | 85,20  | 48,27  | 50,78  | 53,92  | 79,57  | 40,51  | 78,91  | 57,73  | 77,91  |
| 2     | 55,79  | 102,24 | 95,98  | 99,13  | 80,97  | 79,60  | 49,33  | 39,62  | 103,03 | 74,82  | 103,86 | 142,73 |
| 3     | 143,32 | 150,52 | 91,33  | 129,69 | 126,39 | 127,08 | 99,19  | 120,64 | 125,98 | 121,06 | 139,39 | 172,42 |
| 4     | 170,86 | 223,65 | 209,05 | 186,84 | 202,3  | 207,99 | 175,23 | 201,3  | 227,70 | 198,01 | 210,05 | 212,15 |
| 5     | 148,99 | 182,58 | 158,07 | 152,88 | 167,23 | 144,29 | 118,71 | 162,1  | 185,43 | 104,32 | 149,54 | 168,44 |
| 6     | 103,22 | 112,03 | 81,60  | 123,70 | 124,64 | 114,31 | 86,62  | 106,61 | 140,98 | 89,83  | 110,79 | 99,38  |
| 7     | 59,25  | 101,94 | 58,68  | 132,65 | 99,81  | 93,28  | 42,69  | 62,69  | 94,49  | 47,65  | 94,16  | 110,68 |
| 8     | 94,40  | 88,82  | 72,94  | 152,20 | 136,79 | 108,09 | 81,42  | 85,55  | 132,92 | 90,05  | 103,27 | 118,04 |
| 9     | 157,75 | 144,93 | 105,51 | 181,57 | 165,17 | 150,08 | 119,04 | 123,13 | 151,8  | 118,41 | 130,85 | 136,14 |
| 10    | 224,13 | 216,77 | 179,79 | 228,11 | 185,88 | 170,60 | 169,00 | 224,08 | 197,94 | 204,83 | 209,77 | 210,61 |
| 11    | 264,90 | 251,77 | 181,09 | 237,03 | 241,43 | 224,20 | 170,63 | 166,14 | 249,13 | 245,40 | 251,10 | 162,84 |
| 12    | 44,60  | 0      | 5      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Fonte: baseada em Nass e Vieira (2017).

Tabela 4 - Análise dos parâmetros estatísticos da largura em cada ponto ao longo dos anos 2006 a 2017

| Ponto | Média  | Mediana | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | Amplitude | Coefficiente de Variação |
|-------|--------|---------|---------------|--------|--------|-----------|--------------------------|
| 1     | 63,10  | 59,62   | 16,27         | 40,51  | 85,2   | 44,69     | 26%                      |
| 2     | 85,59  | 88,48   | 28,54         | 39,62  | 142,73 | 103,11    | 33%                      |
| 3     | 128,92 | 126,74  | 21,58         | 91,33  | 172,42 | 81,09     | 17%                      |
| 4     | 202,09 | 205,15  | 17,36         | 170,86 | 227,7  | 56,84     | 9%                       |
| 5     | 153,55 | 155,48  | 23,59         | 104,32 | 185,43 | 81,11     | 15%                      |
| 6     | 107,81 | 108,70  | 17,21         | 81,6   | 140,98 | 59,38     | 16%                      |
| 7     | 83,16  | 93,72   | 28,09         | 42,69  | 132,65 | 89,96     | 34%                      |
| 8     | 105,37 | 98,84   | 24,79         | 72,94  | 152,2  | 79,26     | 24%                      |
| 9     | 140,37 | 140,54  | 22,19         | 105,51 | 181,57 | 76,06     | 16%                      |
| 10    | 201,79 | 207,30  | 21,03         | 169    | 228,11 | 59,11     | 10%                      |
| 11    | 220,47 | 239,23  | 38,58         | 162,84 | 264,9  | 102,06    | 17%                      |
| 12    | 4,13   | 0,00    | 12,82         | 0      | 44,6   | 44,6      | 310%                     |

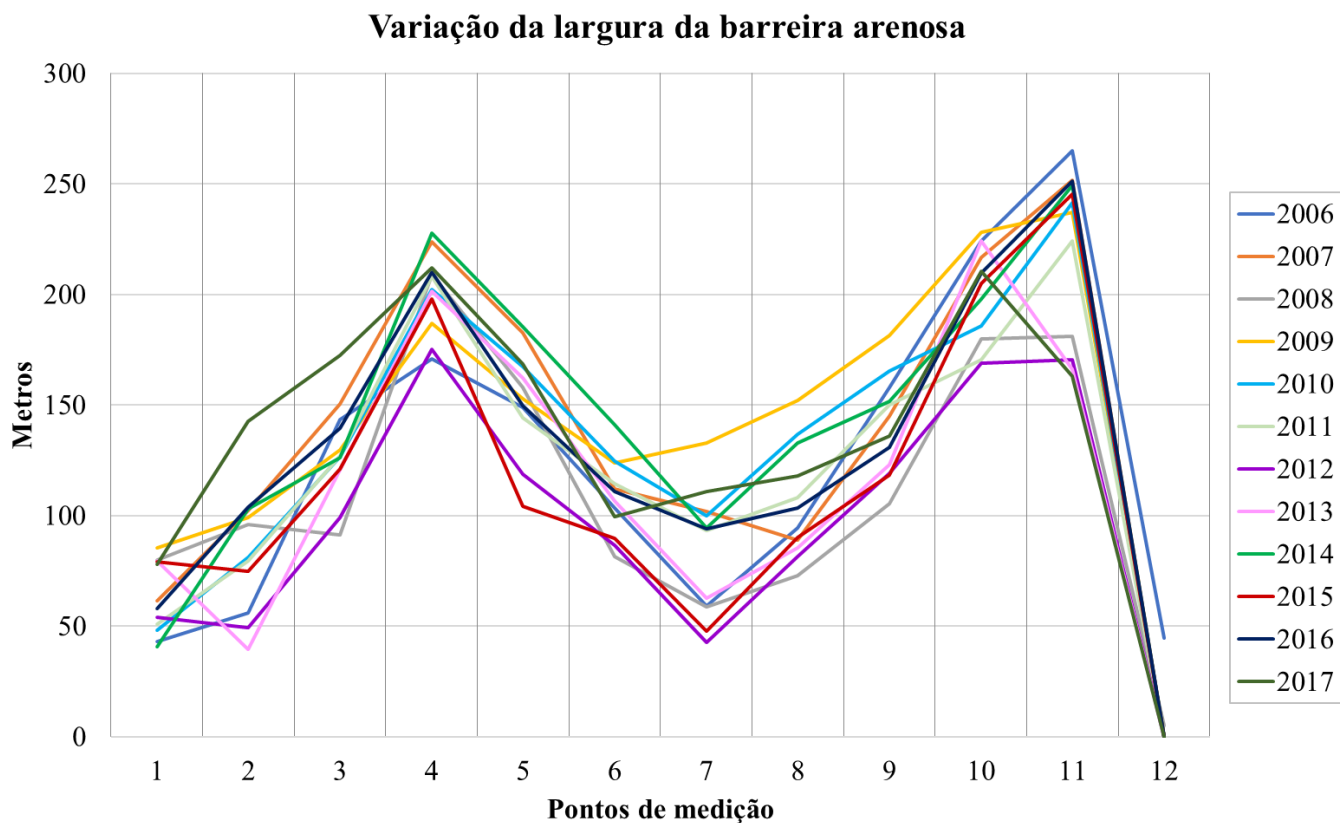
Fonte: baseada em Nass e Vieira (2017).

A partir dos dados amostrados podemos inferir que o ponto 7 foi o que apresentou o maior coeficiente de variação no valor de 34%. Os dados da largura da barreira no ponto 12 foram influenciados pela diminuição longitudinal, o que ocasionou os valores nulos e a alta discrepância amostral. No ponto 2 foi observada a maior

amplitude, ou seja, mais alta variação entre a maior e menor ocorrência, apresentando um valor de 103,11 metros. O ponto 11 apresenta a maior média observada com 220,47 m esta média é atribuída, pois este ponto está localizado na foz do rio Guriú, o qual possui uma dinâmica deposicional maior com relação aos demais.

O ponto 4 possui um desvio de padrão de 17,36 m, coeficiente de variação de apenas 9% e uma média de 202,09 m, configurando-o como a região de menor variabilidade dos parâmetros amostrais. Está localizado ao oeste da barreira arenosa, sendo o local onde há uma maior deposição do sedimento. De acordo com o coeficiente de variação pode-se identificar o ponto 10 como sendo o segundo mais estável, apresentando uma variação de 10%, média de 201,79 m e um desvio padrão de 21,03 m. Ainda pode-se inferir que o terceiro ponto mais estável é o de número 5, apresentando um coeficiente de variação de 15%, média de 153,55 m e desvio padrão de 23,59 m, demonstrando que a porção central da barreira tende a ser mais estável que as outras regiões.

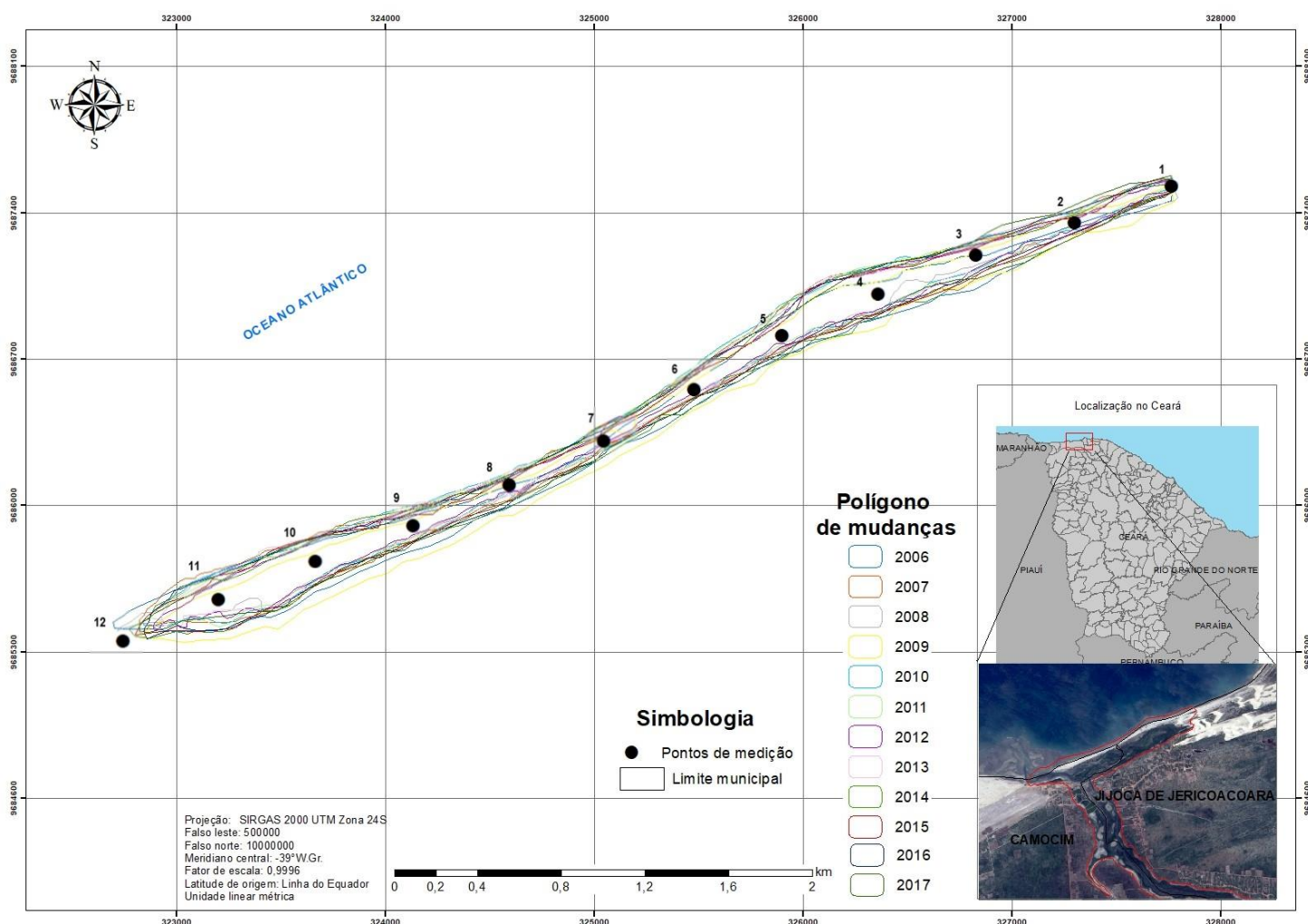
As áreas com maior instabilidade são os pontos 1,2,7 e 12, apresentando os maiores coeficientes de variação, com destaque para o ponto 12 que há ocorrência de dados apenas nos anos 2006 e 2008, mostrando que a dinâmica naquela local fez com que ao longo de dois anos houvesse uma regressão no comprimento da barreira. Os pontos 1 e 2 têm coeficientes de variação de 26% e 33%, e suas médias são de 63,10 m e 85,59 m, respectivamente, demonstrando que a partir do ponto 2 a barreira começa a aumentar longitudinalmente com uma expressiva diminuição apenas no ponto 7 que apresenta um coeficiente de variação de 34% e média de 83,16 m. No Gráfico 4, pode-se ter uma melhor visualização das alterações ocorridas ao longo dos anos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 18 consegue-se visualizar a variação morfológica da barreira arenosa no período de 2006 à 2017. Percebe-se que a extremidade localizada mais próxima da foz é mais alongada, também sendo interessante observar que houve uma engorda próxima a sua porção leste e uma diminuição na porção mais central.

Figura 18 - Variação morfológica da barreira arenosa entre os anos de 2006 a 2017



Fonte: elaborado pela autora.

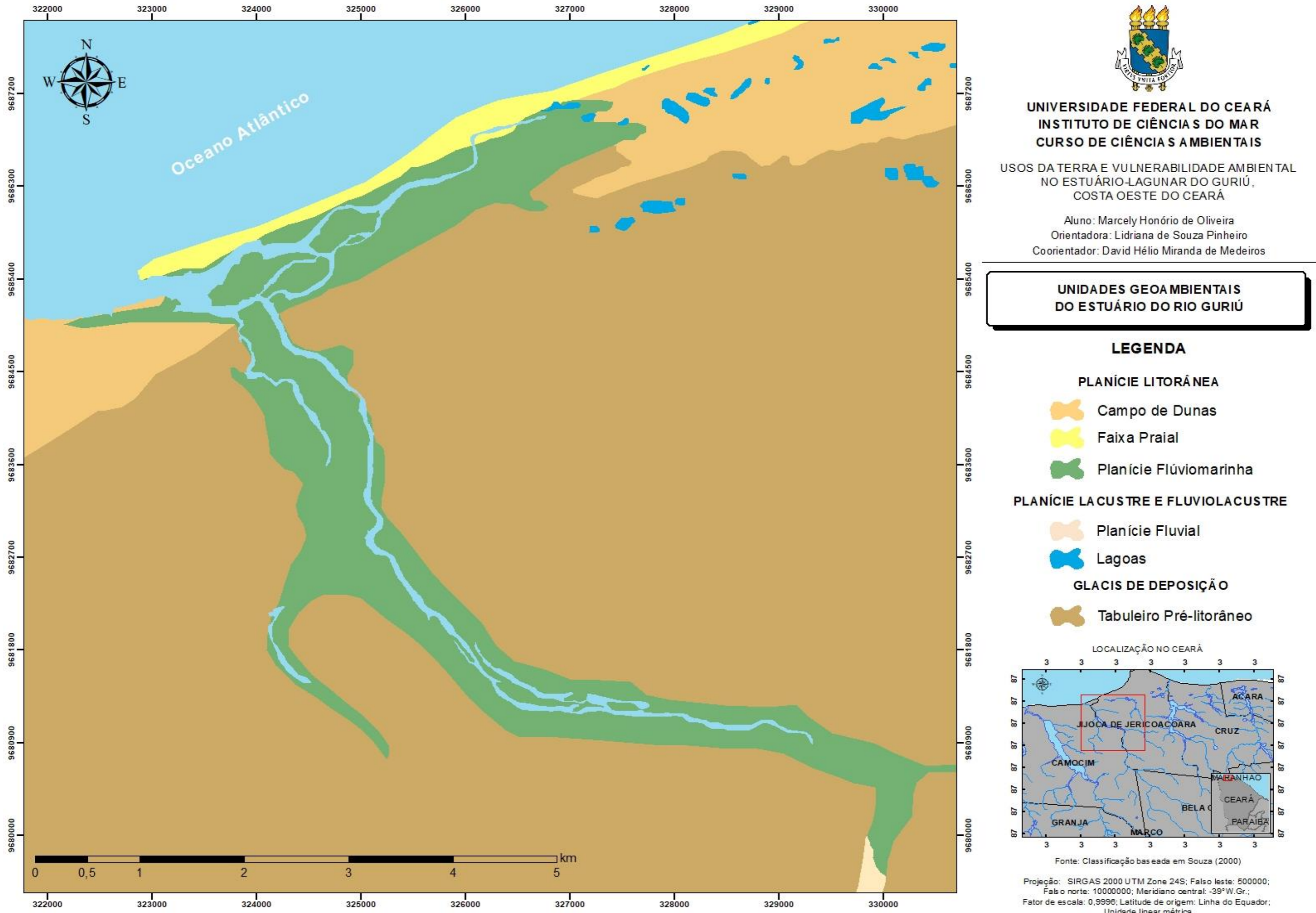
O regime climático tem um importante papel na formação de feições morfológicas ao longo do litoral, sendo o vento o principal agente atuante nessa região, por sua intensidade e periodicidade, aliado a isso pode-se destacar o regime fluvial de origem continental na área que sofre com um déficit durante os meses secos sendo influenciado principalmente pelas forçantes marinhas e eólicas.

### 5.3 Análise dos Sistemas Ambientais

A compartimentação das unidades geoambientais identificadas podem ser observadas na Figura 19. As unidades foram classificadas de acordo com Souza (2000 e 2003), e posteriormente apresentadas em quadros síntese (quadros 4, 5, 6, 7, 8 e 9), sendo descritas as características naturais dominantes, nível de estabilidade e vulnerabilidade, condições de uso e ocupação e suas potencialidades e restrições de uso.



Figura 19 - Compartimentação Geoambiental do estuário do Rio Guriú



Quadro 4 - Síntese de informações da Unidade Morfológica da Faixa de Praia

| <b>GEOSSISTEMA – PLANÍCIE LITORÂNEA</b>   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <b>GEOFÁCEIS – FAIXA DE PRAIA</b>   |  |   |  |  |
| <b>Características Naturais Dominantes</b>  | <b>Nível de Estabilidade e Vulnerabilidade</b>   | <b>Condições de Uso e Ocupação</b>                          | <b>Potencial e Restrições de Uso</b>   |  |
|   |  |   | <b>Potencialidades</b>   | <b>Limitações</b>  |
| <p>Possui declividade pouco acentuada e suavemente inclinadas para o mar, sendo resultado de processos de acumulação de sedimentos e compreende a faixa de terra emersas que são constantemente submersas, se estendem desde a área onde há influência das marés até a zona que ocorre a movimentação dos sedimentos através da força das ondas. Constituída principalmente por sedimentos inconsolidados do Holoceno (areias quartzosas), com uma alta capacidade de drenagem, acidez e fertilidade baixa. Os processos intempéricos dominantes são de ordem física. Seu estrato vegetacional dominante corresponde a espécies pioneiras herbáceas e arbustivas.</p> | <p>Fortemente instável e com alta vulnerabilidade aos processos litorâneos extremos.</p> | <p>Utilizada principalmente para a recreação e turismo.</p> | <p>Conservação e paisagismo; Recreação e turismo; Pesca: Prática de esportes Náuticos; Ecoturismo; Educação ambiental e pesquisa científica.</p> | <p>Restrições por ser terreno de marinha; Forte instabilidade e não possui uma boa base para a construção e instalação de imóveis por ser composta de sedimentos inconsolidados.</p> |

Fonte: adaptado de Souza (2003).

Quadro 5 - Síntese de informações da Unidade Morfológica do Campo de Dunas Móveis

| <b>GEOSSITEMA – PLANÍCIE LITORÂNEA</b>   |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
| <b>GEOFÁCEIS – CAMPO DE DUNAS MÓVEIS</b>   |  |   |   |  |
| <b>Características Naturais Dominantes</b>   | <b>Nível de Estabilidade e Vulnerabilidade</b> | <b>Condições de Uso e Ocupação</b>                      | <b>Potencial e Restrições de Uso</b>  |  |
|  |  |   | <b>Potencialidades</b>  | <b>Limitações</b>  |
| Acumulações de sedimentos inconsolidados que bordejam a costa, sendo constituídos principalmente por areias quartzosas, possuem uma aparência de morro ou colina. Possuem um componente vegetal ausente ou bem limitado com espécies pioneiras ou herbáceas. | Fortemente instável e com alta vulnerabilidade | São utilizados principalmente para passeios turísticos. | Beleza cênica; Ecoturismo; Recreação; Acúmulo de água e armazenamento das águas da chuva; pesquisa científica e educação ambiental. | Forte instabilidade e com um baixo suporte a edificações; Áreas de APP; Sedimentos inconsolidados. |

Fonte: adaptado de Souza (2003).

Quadro 6 - Síntese de informações da Unidade Morfológica do Campo de Dunas Fixas

| <b>GEOSSITEMA – PLANÍCIE LITORÂNEA</b>   |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
| <b>GEOFÁCEIS – CAMPO DE DUNAS FIXAS</b>  |  |   |   |  |
| <b>Características Naturais Dominantes</b>   | <b>Nível de Estabilidade e Vulnerabilidade</b>                                       | <b>Condições de Uso e Ocupação</b>                      | <b>Potencial e Restrições de Uso</b>  |  |
|  |  |   | <b>Potencialidades</b>  | <b>Limitações</b>  |
| Estão associadas a paisagem do litoral e são formadas por sedimentos mais antigos, são constituídas principalmente de areias quartzosas distróficas e que já foram fixados pela vegetação de restinga ou pela vegetação pioneira psamófila, que variam de um porte arbóreo-arbustivo a herbáceo. | Ambiente de transição tendendo a estabilidade com uma alta vulnerabilidade a erosão. | São utilizados principalmente para passeios turísticos. | Beleza cênica; Ecoturismo; Recreação; Acúmulo de água e armazenamento das águas da chuva; pesquisa científica e educação ambiental. | Áreas de APP; Sedimentos em processo de consolidação e baixo suporte para edificações. |

Fonte: adaptado de Souza (2003).



Quadro 7 - Síntese de informações da Unidade Morfológica da Planície Fluvio-marinha

| <b>GEOSSITEMA – PLANÍCIE LITORÂNEA</b>   |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <b>GEOFÁCEIS – PLANÍCIE FLUVIOMARINHA</b>  |  |  |  |  |
| <b>Características Naturais Dominantes</b>   | <b>Nível de Estabilidade e Vulnerabilidade</b>   | <b>Condições de Uso e Ocupação</b>   | <b>Potencial e Restrições de Uso</b>   |  |
|  |  |  | <b>Potencialidades</b>   | <b>Limitações</b>  |
| São superfícies aplainadas que sofrem influência dos agentes marinhos e fluviais, o movimento de subida e descida das marés exerce significativa influência na distribuição da biota. Sua vegetação é constituída principalmente por espécies adaptadas a salinidade como é o caso do mangue e de algumas espécies de suculentas. Os gleissolos possuem uma alta taxa de material orgânico e acidez, e uma baixa fertilidade, é um solo excessivamente drenados. | Ambiente naturalmente estável quando em equilíbrio apresentando uma alta vulnerabilidade | Utilizada principalmente para a extração de madeira e instalação de tanques de aquicultura, bem como para o turismo ecológico onde os turistas podem conhecer as espécies da fauna e flora local, e atividades de subsistência como pesca, e coleta de mariscos. | Preservação ambiental; Pesca e extrativismo artesanal; Beleza cênica; Ecoturismo; Educação ambiental; Pesquisa científica; Recreação e esportes náuticos; Aquicultura de subsistência. | APP; alta salinidade; área de inundações constantes; elevada acidez e baixa fertilidade do solo. |

Fonte: adaptado de Souza (2003).

Quadro 8 - Síntese de informações da Unidade Morfológica de Lagos, lagoas, planícies ribeirinhas e áreas inundáveis

| <b>GEOSSITEMA – PLANÍCIES LACUSTRE E FLUVIOLACUSTRES</b>                      |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| <b>GEOFÁCEIS – LAGOS, LAGOAS, PLANÍCIES RIBEIRINHAS E ÁREAS INUNDÁVEIS</b>    |   |   |   |  |
| <b>Características Naturais Dominantes</b>                                    | <b>Nível de Estabilidade e Vulnerabilidade</b>          | <b>Condições de Uso e Ocupação</b>  | <b>Potencial e Restrições de Uso</b>        |  |
|   |   |   | <b>Potencialidades</b>                      | <b>Limitações</b>                            |
| As planícies fluviolacustres e lacustres são formadas por ambientes lênticos, | Ambientes de transição com tendência a estabilidade com | Em épocas de seca quando há o recuo das águas, essas áreas são utilizadas | Beleza cênica; Recreação; Acúmulo de água e | APP; área susceptível a inundações com baixo |

|   |                                      |  |   |  |
|---|--------------------------------------|--|---|--|
| <p>podem ser associadas à acumulação de água da chuva ou a ocorrência de lençóis freáticos rasos. São constituídas principalmente por solos aluviais, que resultam do carreamento de sedimentos presentes nos macrocompartimentos e do regime hidrológico local. Apresentam uma drenagem imperfeita, textura indiscriminada e baixa fertilidade. Ao longo das planícies ribeirinhas pode-se encontrar a vegetação de várzea, caracterizada por um componente vegetal herbáceo e nas suas margens é mais evidente a presença de espécies arbóreas como a carnaúba.</p> | <p>vulnerabilidade média a alta.</p> | <p>principalmente para o plantio de culturas temporárias como o feijão e a mandioca, e também é um importante meio para a subsistência de comunidades ribeirinhas utilizando-as para a pesca e dessedentação de animais.</p> | <p>armazenamento das águas da chuva; Pesca; Pesquisa científica e educação ambiental.</p> | <p>suporte para edificações; Poluição hídrica.</p> |
|---|--------------------------------------|--|---|--|

Fonte: adaptado de Souza (2003).

Quadro 9 - Síntese de informações da Unidade Morfológica do Tabuleiro Pré-litorâneo arenoso

| <b>GEOSSITEMA – GLACIS DE DEPOSIÇÃO</b>  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <b>GEOFÁCEIS – TABULEIRO PRÉ-LITORÂNEO ARENOSO</b>   |  |  |  |  |
| <b>Características Naturais Dominantes</b>   | <b>Nível de Estabilidade e Vulnerabilidade</b>         | <b>Condições de Uso e Ocupação</b>   | <b>Potencial e Restrições de Uso</b>   |  |
|  |  |  | <b>Potencialidades</b>   | <b>Limitações</b>  |
| <p>Os tabuleiros dessa região apresentam um relevo variando de plano a suave com inclinação em direção a costa, são formados principalmente por Argissolos Amarelos Distróficos e Neossolos Quartzarênicos Órtico,</p> | <p>Ambiente estável com uma baixa vulnerabilidade.</p> | <p>Utilizados para a construção de edificações e plantação de culturas permanentes como o cajueiro e o coqueiro bem como para a criação de gado e para a</p> | <p>Expansão urbana; instalação viária; agricultura e pecuária; educação ambiental e pesquisa científica.</p> | <p>Unidades de Conservação; solos com baixa fertilidade natural e baixa pluviosidade e no período de estiagem.</p> |

|   |  |                                     |  |  |
|---|--|-------------------------------------|--|--|
| <p>sendo do tipo areno-argiloso, com uma profundidade variando de profundo a raso e com boa drenagem e fertilidade natural variando de média a alta, estão associados a Formação Barreiras. Os processos intempéricos dominantes são de ordem química, ocasionado pela chuva. A sua vegetação é bastante diversificada possuindo espécies arbóreas, arbustivas e gramíneas e herbáceas ao longo da estação chuvosa.</p> |  | <p>agricultura de subsistência.</p> |  |  |
|---|--|-------------------------------------|--|--|

Fonte: adaptado de Souza (2003).

A figura 20 apresenta a classificação da área de acordo com sua vulnerabilidade.

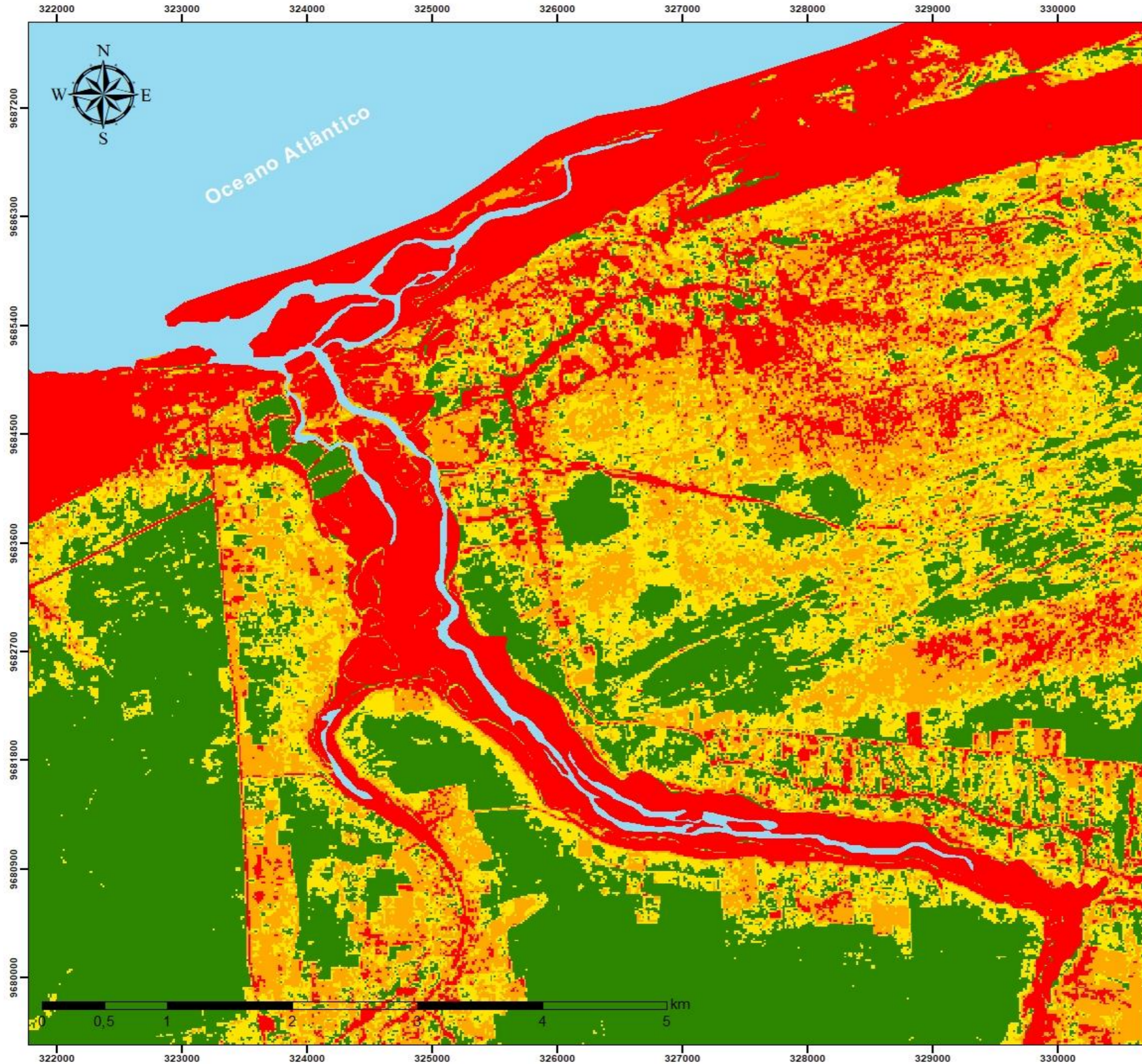
As unidades que apresentaram uma vulnerabilidade muito alta foram o campo de dunas móveis, a faixa de praia, o manguezal, e planícies de praia e áreas onde se pode perceber a presença de solo exposto. Essas áreas são fortemente instáveis, pela ação dos agentes que as formam e por serem constituídas por sedimentos novos de caráter inconsolidado.

Uma alta a média vulnerabilidade foi observada nas áreas onde há a ocorrência de vegetação de tabuleiro esparsa ou desmatada, estas áreas se tornam mais susceptíveis às agentes intempéries que atuam sobre o meio, com o desmate o solo fica exposto e conseqüentemente há a perda dos horizontes mais superficiais aos quais a matéria orgânica está associada.

As áreas que apresentaram uma vulnerabilidade baixa a muito baixa se caracterizam pela boa cobertura vegetal, a qual contribui para uma boa fixação do solo e preservação da biodiversidade existente. Dentre essas áreas podemos encontrar as matas de tabuleiro com espécies lenhosas, dunas fixas e semi-fixas que possuem vegetação arbustiva e herbácea que auxilia na estabilidade desses espaços.



Figura 20 - Vulnerabilidade ambiental do estuário do Rio Guriú



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

USOS DA TERRA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
NO ESTUÁRIO-LAGUNAR DO GURIÚ,  
COSTA OESTE DO CEARÁ

Aluno: Marcelly Honório de Oliveira  
Orientadora: Lidriana de Souza Pinheiro  
Coorientador: David Hélio Miranda de Medeiros

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
DO ESTUÁRIO DO RIO GURIÚ**

**LEGENDA**

-  Muito baixa
-  Baixa
-  Média
-  Alta
-  Muito alta



Fonte: Interpretação visual de imagem Landsat 8 (2017)  
Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zone 24S; Falso leste: 500000;  
Falso norte: 1000000; Meridiano central: -39°W.Gr.;  
Fator de escala: 0,9996; Latitude de origem: Linha do Equador;  
Unidade linear métrica



## 6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise integrada dos aspectos físicos do estuário do Rio Guriú, a fim de compreender melhor a dinâmica ambiental da área e identificar os locais que vem sofrendo maior pressão.

O uso da terra nessa área se configura por uma ocupação de caráter inicial se destacando principalmente pela ocorrência de vilas e áreas em edificação. Mesmo sendo pouco expressiva devem ser levadas em conta, as potencialidades e limitações existentes, visando a conservação, manejo e desenvolvimento sustentável da área e seus recursos. Evidenciando que, a caracterização ambiental do estuário, e a determinação dos usos e ocupação foram importantes servir como base para o ordenamento na área.

As classes analisadas inferem que, os impactos na área são de baixa magnitude, e mesmo possuindo muitas áreas com vegetação bem conservada, houve um aumento nas áreas desmatadas e com vegetação antropizada, principalmente no tabuleiro pré-litorâneo.

Com relação a barreira arenosa, concluiu-se que ela apresentou uma variação de 80 metros ao longo dos anos 2006 e 2017 com relação ao seu comprimento, e um decréscimo de 0,07 km<sup>2</sup> em sua área. Apresentando uma largura média de: ponto 1, 63,10m; ponto 2, 85,59m; ponto 3, 128,92m; ponto 4, 202,09m; ponto 5, 135,55m; ponto 6, 107,81m; ponto 7, 83,16m; ponto 8, 105,37m; ponto 9, 140, 37m; ponto 10, 201, 79m; ponto 11 220,47; e ponto 12, 4,13m, mostrando que a deposição de sedimento ao longo da barreira não é linear, e apresenta uma maior largura próximo a porção central e a porção mais a oeste.

Constatou-se que essa área possui ambientes em sua maioria naturalmente instáveis e de alta vulnerabilidade, necessitando de uma atenção aos seus usos e ocupação. A legislação ambiental se faz de notória importância para o desenvolvimento de uma gestão eficiente e integrada, através da instituição de políticas ambientais, com a necessidade de construção de equipes de ação que auxiliem na implantação e acompanhamento de todas as etapas do gerenciamento junto aos órgãos competentes, bem como, através de um diálogo com a sociedade.

Propõe-se um planejamento compartilhado por parte das universidades, órgãos ambientais e associações, através da instituição de parcerias para o gerenciamento costeiro. O Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) deve objetivar atingir todas as camadas da sociedade, através de uma ampla discussão, para uma efetividade duradoura.

## REFERÊNCIAS

- AGRA FILHO, S. S. **Planejamento e gestão ambiental no Brasil**: os instrumentos da política nacional de meio ambiente. 1ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014, 248 p.
- ARAÚJO, M. L. MOURA, P. B. F. **A Expansão do Turismo na Zona Costeira Nordestina: Crescimento Econômico, Degradação Ambiental e Erosão Cultural**. In O turismo e a relação sociedade-natureza: realidades, conflitos e resistências. Fortaleza: EdUECE, 2007. 94-114 p.
- ARAÚJO, M.V., FREIRE, G. S. S. Análise dos impactos ambientais causados em estuários: estudo do estuário do rio Acaraú, Ceará – Brasil (2007). **Revista Caminhos da Geografia**, v.8, nº 24, p. 111-123. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15603/8827> >. Acesso em: 24 junho de 2018.
- ARRUDA, M. G. C. **Parque Nacional de Jericoacoara**: zoneamento ambiental para o plano de manejo. 2007. 132 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2007.
- ASMUS, M.L., KITZMANN, D., LAYDNER, C. & TAGLIANI, C.R.A. (2006). Gestão costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, nº 5, ano 4, p. 52-57. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/2053>>. Acesso em: 22 junho de 2018.
- AZEVEDO, A.C.G; FEITOSA, F.A.N; KOENING, M.L. **Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplantônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.
- BATISTA, I. H.; ALBUQUERQUE, CC de. Desenvolvimento sustentável: novos rumos para a humanidade. **Revista Eletrônica Aboré**, v. 3, p. 10-24, 2007.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BEZERRA, F. H. R. *et al.* Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. Amsterdam, v. 14, p. 61-75, 2001. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(01\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(01)00009-8) >. Acesso em: 24 maio 2018.
- BLASCHKE, T.; GLASSER, C.; LANG, Stefan. **Processamento de Imagens num Ambiente Integrado SIG/Sensoriamento Remoto–Tendências e Consequências**. In Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: Novos Sistemas Sensores: métodos inovadores. 2ª ed. São Paulo, Oficina de Textos, p. 11-18, 2007.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm) >. Acesso em: 20 maio 2018.

CABRAL, P.S. **Novas ferramentas para monitoramento ambiental usando sig web**. Tese de Doutorado, Natal/RN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, 2008.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução: por que geoprocessamento? In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 5. (INPE-8562-PRE/4306).

CASTANHO, R. B.; CANDEIRO, C. R. A. **Ensaios geográficos**. Letra Capital Editora LTDA, 2013.

CEARÁ. **Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006**. Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, e o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em:

<[http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=497](http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=497)

> Acesso em: 27 maio 2018.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – zona costeira e unidades de conservação costeiras**: Relatório final de caracterização ambiental e dos mapeamentos. GEOAMBIENTE – Fortaleza: SEMACE, 2016. 475 p.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente; Instituto de Ciências do Mar. **Zoneamento ecológico-econômico do Ceará - Zona Costeira**. Fortaleza: SEMACE, 2006. 150 p.

CHM - Centro de Hidrografia da Marinha. **Tábua de marés**. Disponível em:

<<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-publicacoes/tabuas-das-mares> >. Acesso em: 05/07/2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, c1980. 188 p.

CLAUDINO-SALES, V.; PARENTE, L. P.; PEULVAST, J. P. Pequenas barreiras no estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, v. 6, 2006.

CLIFTON, H. E. 2006. **A Reexamination of Facies Models for Clastic Shorelines**. In: POSAMENTIER, H. W. & WALKER, R. G. Facies Models Revisited. SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication nº 84, Oklahoma, USA. p. 293 - 337.

COLARES, M. C. S. **Evolução geomorfológica do canal estuarino do Rio Coreaú, Ceará, Brasil**. Fortaleza (CE), 2015. 96 f. Tese (doutorado) ; Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2015. Disponível em: <<http://www.repositoriobib.ufc.br/000022/0000226d.pdf> >. Acesso em: 20 maio 2018.

CORIOLOANO, L. N.; M. T. SILVA, M. B. S. **A Formação Socioeconômica do Litoral**. In O turismo e a relação sociedade-natureza: realidades, conflitos e resistências. Fortaleza: EdUECE, 2007. 57-71 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P. &

FLORENZANO, T. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São Jose dos Campos: INPE, 1996.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. 343p.

DANTAS, E. W. C. **Da "capital do sertão" à "capital do sol": Fortaleza e o processo de "litoralização" do Ceará**. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. 446p.

DAVIS JR, R. A.; FITZGERALD, D. M. **Beaches and Coasts**. United Kingdom: Blackwell Science, 2004, 419 p.

FERNANDES, A., GOMES, M. A. F. 1975. Plantas de cerrado no litoral cearense. In: **Anais do XXVI Congresso Nacional de Botânica**. Rio de Janeiro. 1975. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FONTES, A. L. **Geomorfologia fluvial e hidrografia**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010.

FRANCO, R. A. M. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2ª ed., São Paulo: Annablume; Fapesp, 2008. 258 p.

GASTÃO, F. G. C. **Dunas eólicas costeiras como indicadoras de alterações no clima desde o pleistoceno superior: o caso de dunas nos Estados do Ceará e Maranhão, Brasil**. 2017. 171 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza-CE, 2017. Disponível em: <<http://www.repositoriobib.ufc.br/000032/000032d5.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

GONÇALVES, F.C.A.; NOGUEIRA J.F. (2014). Caracterização das unidades geoambientais e condições de uso e cobertura do estuário do rio Aracatiaçu/CE. **Revista Geonorte**, edição especial 4, v. 10, n.1, p. 50-55. ISSN 2237-1419.

GORAYEB, A. *et al.* Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Curu, Ceará-Brasil. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 14, n. 2, p. 85-106, 2010. Disponível em:<  
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6688/6033>>. Acesso em: 23 maio 2018.

GROTZINGER, J. P.; JORDAN, T. **Para entender a terra**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 738 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand, 2012. 472 p. ISBN 9788528603262.

GUIMARÃES SILVA, M. T.; LACERDA, M. P. C.; CHAVES, A. A. A. Geotecnologia aplicada na avaliação do uso das terras da microbacia do Ribeirão João Leite, Goiás. **Pesquisa**



**Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 2007.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2009. **Relatório do Meio Físico: Subsídios ao Plano de Manejo do Parque Nacional de Jericoacoara**. Brasília. Disponível em: < [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/Relatorio\\_meiofisico.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/Relatorio_meiofisico.pdf) >. Acesso em: 25 maio de 2018.

JULIO, K. **A ponta de Jericoacoara e seu potencial como sítio geológico do Brasil no patrimônio mundial (World Heritage Comittee - UNESCO)**. 2012. 109 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, 2012.

KJERFVE, B., SCHETTINI, C. A. F., KNOPPERS, B., LESSA, G. FERREIRA H. O. **Hydrology and salt balance in a large, hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 42, n. 6, p. 701-725, 1996.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LOPES, E. R. N; LOURENÇO, R.W; REUSS-STRENZEL, G. M. Análise multicriterial aplicada a elaboração de zoneamento de unidade de conservação na zona costeira da Bahia, Brasil. **Raega- O Espaço Geográfico em Análise**, v. 37, p. 65-90, 2016.

MAGALHÃES, G. B; ZANELLA, M. E. Comportamento Climático da Região Metropolitana de Fortaleza. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 129-145, 2011.

MARINO, M. T. R. D.; FREIRE, G. S. S.; HORN FILHO, N. O. H. F. Aspectos geológicos e geomorfológicos da zona costeira entre as praias do Futuro e Porto das Dunas, região metropolitana de Fortaleza, (RMF), Ceará, Brasil. **Geologia**, v. 25, n. 1, 2012.

MARQUES, S. J. **Ciência geomorfológica**. GUERRA, T. J. A. CUNHA, B. S. In Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p. 23-50.

MATIAS, L. Q.; NUNES, E. P. Levantamento florístico da área de proteção ambiental de Jericoacoara, Ceará. **Acta bot. bras**, v. 15, n. 1, p. 35-43, 2001. Disponível em: < [http://observatorio.wwf.org.br/site\\_media/upload/gestao/documentos/5159.pdf](http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/documentos/5159.pdf) >. Acesso em: 25 maio de 2018.

MEIRELES, A.J.A., CASSOLA, R.S., TUPINAMBÁ, S.V. & QUEIROZ, L.Q. Impactos decorrentes das atividades da Carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, v. 6, n. 12, p. 83–106, 2007.

MENDONÇA DA SILVA, F.; ALMEIDA, L. Q. Uma abordagem sobre a vulnerabilidade socioambiental no ambiente estuarino: aspectos teóricos - conceituais. **REVISTA GEONORTE**, [S.l.], v. 3, n. 4, p. 102 - 112, dez. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1810>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, R. A. M.; BERNASCONI, P.; SANTOS, R.; SCARANELLO, M. **Uso das Geotecnologias para Gestão Ambiental**: Experiências na Amazônia Meridional, 2011. Disponível em: <<http://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2013/08/uso-das-geocnologias-para-gest%C3%A3o-ambiental.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2018.

MENESES P.R.; ALMEIDA T. (org.) 2012. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB/CNPq.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. 2. ed. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2002. 426 f.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo, SP: Annablume, 2007. 232 p. (Geografia: teoria e realidade).

MOURA, M. R. Aspectos climáticos versus variação sazonal do perfil morfodinâmico das praias do litoral oeste de Aquiraz, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, 2012.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 4. ed. rev. SP: Blucher, 2010.

OLÍMPIO, J. L. S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará**: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

OLIVEIRA, J. B. Bacias hidrográficas: aspectos conceituais, uso manejo e planejamento. **Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos**, 2010.

OLIVEIRA, M.R.L; NICOLODI, J.L. (2012) - A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 12(1):89-98. DOI:10.5894/rgci308

OTVOS, E. G. Coastal barriers – Nomenclature, processes and classification issues. **Geomorphology**, v. 139-140, p. 39-52. 2012.

PAERL, H.W; ROSSIGNOL, K.L; HALL, N.S; PEIERLS, B.L; WETZ, M.S. **Phytoplankton community indicators of short and long term ecological changes in the anthropogenically and climatically impacted Neuse River estuary, North Carolina, USA**. *Estuaries and Coasts*, v. 33, p. 485-497, 2010.

PAIVA, M. V. C.; SILVA, J. B.; FERNANDES, J. G. Estuário do rio Timbó-PE: territorialidade da pesca e impactos ambientais. **Revista de Geografia (Recife)-ISSN: 0104-5490**, v. 26, n. 2, p. 185-199, 2009.

PEREIRA-FILHO, J; SCHETTINI, C.A.F; RÖRIG, L; SIEGLE, E. **Intratidal variation and net transport of dissolved inorganic nutrients, POC and chlorophyll a in the Camboriu river estuary, Brazil**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 53, p. 249-257, 2001.

PINHEIRO, L. S. **Riscos e gestão ambiental no estuário do Rio Malcozinhado, Cascavel – CE. 2003. 165p.** 2003. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <  
[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/8711/1/arquivo8348\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/8711/1/arquivo8348_1.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2018.

PINHEIRO, M. V. A. **Evolução geoambiental e geohistórica das dunas costeiras do município de Fortaleza, CE.** 2009. 183 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pós-graduação em Geografia, Fortaleza - CE, 2009.

RIBEIRO, H. **Comunicação Como Instrumento do Planejamento e da Gestão Ambientais.** VARGAS, C. H; RIBEIRO, H. In Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana. 1ª ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2004. 163 p.

ROSS, J. L. S. "Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados" In; **Revista do Departamento de Geografia n°8**, FFLCH-USP, Sao Paulo, 1994.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208 p.

ROSSETI, D. F. **Ambientes Costeiros.** 2008, FLORENZANO, T. G (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo, Oficina de Textos, p. 318.

SANTOS, H.G., JACOMINE, P.K.T., ANJOS, L.H.C., OLIVEIRA, V.A., OLIVEIRA, J.B., COELHO M.R., LUMBRERAS, J.F., CUNHA, T.J.F. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos -SBCS.** 2ª ed., Rio de Janeiro: Embrapa solos, 306p.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SCHETTINI, C. A. F, OLIVEIRA, T. S., BARCELLOS, R. L., CAMARGO, P. B. Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuarino tropical, Recife, PE, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 399-412, 2014.

SILVA, A. K. S. **Paisagens insulares nas bacias do Acaraú, Coreaú, litoral e Parnaíba, CE:** distribuição geográfica e caracterização estrutural. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, UECE. Fortaleza, 2010. Disponível em: <  
[http://www.uece.br/mag/dmdocuments/ana\\_karine\\_dissertacao.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/ana_karine_dissertacao.pdf)>. Acesso em: 16 maio 2018.

SILVA, M. V. C. **Análise geoambiental: subsídios do planejamento agrícola da serra de Uruburetama-Ce.** Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, UECE. Fortaleza, 2007. Disponível em:<  
<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp053941.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

SIQUEIRA, Ana Cláudia de Abreu. **Geoquímica das lateritas do domínio Médio Coreaú - Noroeste do Estado do Ceará.** Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: <  
[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4805/1/2012\\_dis\\_acasiqueira.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4805/1/2012_dis_acasiqueira.pdf)>. Acesso em: 24

maio de 2018.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1978.

SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil** /. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 378 p.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N., MORAIS, J. O., LIMA, L. C. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Parte I. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000. p. 13-98.

SOUZA, M. J. N. Geossistemas e potencialidades dos recursos naturais: Serra de Baturité e áreas sertanejas periféricas. FNMA/UFC/FUNCEME, Fortaleza, 1994.

SOUZA, M. J. N., OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Análise ambiental – uma prática da Interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **REDE-Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 7, n. 2, 2011.

SOUZA, M.J.N. Unidades Geoambientais. In: **A zona costeira do Estado do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Coord. Alberto Alves Campos [*et al*]. Fortaleza. AQUASIS: 2003, p: 29-40.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. Edgard Blücher, 2003.

SUGUIO, Kenitiro. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1980.

THIERS, P. R. L. **Análise da dinâmica espacial do ecossistema manguezal com abordagem metodológica orientada a objeto**. 2013. 179 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

THIERS, P. R. L. In: THIERS, P. R. L., MEIRELES, A. J. A., SANTOS, J. O. **Manguezais na Costa Oeste Cearense: preservação permeada de meias verdades**. Fortaleza: Imprensa Universitária da UFC, 2016. 126 p. (Estudos da Pós-Graduação). ISBN 9788574852454. Disponível em: <<http://www.repositoriobib.ufc.br/00002c/00002c06.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.

TRICART, Jean; IBGE. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977. 97p. (Recursos naturais de meio ambiente; 1).

VEIGA, T. C. & SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais para atividades turísticas: O caso do Município de Macaé – RJ. In: SILVA, J. X. & ZAIDAN, R. T. (Org.) **Geoprocessamento & Análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.179-215, 2004.

VILLWOCK, J.A., LESSA, G.C., SUGUIO, K., ANGULO, R.J. & DILLENBURG, S.R. 2005. **Geologia e geomorfologia de regiões costeiras**. In Quaternário do Brasil (C.R.G. Souza, K. Suguio, A.M.S.P. Oliveira & P.E. Oliveira, eds.). Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 52-74.