



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

DJENANE REGINA MAIA DE LIMA

**ANÁLISE DOS SISTEMAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ – CE
A PARTIR DE GEOTECNOLOGIAS**

**FORTALEZA
2017**

DJENANE REGINA MAIA DE LIMA

ANÁLISE DOS SISTEMAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ – CE COM O
AUXÍLIO DE GEOTECNOLOGIAS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Michael Vandesteem Silva Souto

Co-Orientadora: Profa. Dra. Cynthia Romariz Duarte

FORTALEZA
2017

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)

L697a Lima, Djenane Regina Maia de.

Análise dos Sistemas Geoambientais do Município de Icapuí – CE com o auxílio de geotecnologias / Djenane Regina Maia de Lima. – 2017.

80 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Michael Vandesteem Silva Souto. Coorientação:
Profa. Dra. Cynthia Romariz Duarte.

1. Unidades geoambientais. 2. Vulnerabilidade geoambiental. 3. Município de Icapuí. I. Título.

CDD 551

DJENANE REGINA MAIA DE LIMA

ANÁLISE DOS SISTEMAS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ – CE COM O
AUXÍLIO DE GEOTECNOLOGIAS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Geologia do Departamento de Geologia da
Universidade Federal do Ceará, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Michael Vandesteen Silva Souto

Co-Orientadora: Profa. Dra. Cynthia Romariz Duarte

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Michael Vandesteen Silva Souto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Prof. Dr. José Antonio Beltrão Sabadia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico ao meu esposo Daniel Dantas pelo apoio incondicional e que pacientemente esteve ao meu lado durante essa caminhada, principalmente nos dias difíceis sempre com um olhar confortante e um sorriso no rosto.

AGRADECIMENTO

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado luz, saúde e determinação para superar as dificuldades e transpor os obstáculos;

Aos meus pais José Valter Saraiva de Lima e Maria Ceci Maia de Lima e meu esposo Daniel Dantas Moreira Gomes, pelo apoio e incentivo que sempre me deram para os meus estudos;

Aos meus orientadores e Prof. Michael Vandesteem Silva Souto e Profa. Cynthia Romariz Duarte, que sempre estiveram dispostos a ensinar, tirar dúvidas e sugerir melhorias para o aprimoramento do trabalho, além de todo carinho e paciência que tiveram nesse período de convivência;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará (PPGG/UFC) que me deu condição e infraestrutura para poder cursar um curso de Pós-Graduação (Mestrado) no qual pude me desenvolver e crescer intelectualmente e profissionalmente;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me concedeu bolsa de mestrado para realização da pesquisa e apoio financeiro;

Aos amigos Cleyber Nascimento e Emanuel Lindember pela ajuda e ensinamentos no desenvolvimento do trabalho;

Aos meus amigos e familiares colegas do mestrado e doutorado que diretamente ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho e pela amizade.

RESUMO

O município de Icapuí localiza-se na divisa do Ceará com o Rio Grande do Norte, possui 64 quilômetros de orla. Ele é um dos poucos municípios litorâneos que ainda podemos encontrar tranquilas vilas de pescadores, porém a ocupação de seu território não se deu de forma adequada e os impactos ambientais causados por inúmeros processos antrópicos e naturais vêm alterando a geomorfologia da região. Nesse contexto, esse estudo objetiva realizar uma análise geoambiental de forma integrada do município de Icapuí (CE), gerando o mapeamento dos sistemas ambientais e averiguando sua vulnerabilidade ambiental. Desse modo, realizou-se uma análise multitemporal (1984-2016) a partir dos mapas de cobertura e uso da terra, além da caracterização das unidades geoambientais e geomorfológicas do município gerando, entre outros, os mapas de sistemas ambientais e de vulnerabilidade ambiental. Constatou-se que ao longo dos 32 anos (1984 – 2016) houve um aumento de aproximadamente 10% de área com solo exposto no município de Icapuí, onde, revelam-se as crescentes pressões sobre os recursos naturais e, principalmente, sobre a vegetação. Verificou-se também, uma tendência de modificação do estado de ocupação do território, havendo uma redução da vegetação densa de tabuleiro em relação as demais classes de vegetação encontradas no município. O conhecimento e a compreensão dos tipos e formas de relevo, a hipsometria, a declividade, processos atuantes, vulnerabilidade e potencialidades dos sistemas ambientais, entre outros, também são fatores fundamentais para a compreensão das relações processuais pretéritas e atuais. Busca-se avaliar, com o auxílio das técnicas de geoprocessamento, os sistemas ambientais na mencionada bacia hidrográfica, a partir da sistematização e da inter-relação que se dá entre Sociedade-Natureza na perspectiva do uso racional dos geoambientes. Por fim, esse estudo representa um importante instrumento para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental frente aos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo, assim, para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade e do desenvolvimento.

Palavras-Chave: Unidades geoambientais. Vulnerabilidade geoambiental. Município de Icapuí.

ABSTRACT

The municipality of Icapuí is located in the border of Ceará with Rio Grande do Norte, it has 64 kilometers of border. It is one of the few coastal municipalities that we can still find tranquil fishing villages, but the occupation of its territory has not occurred properly and the environmental impacts caused by innumerable anthropic and natural processes have altered the geomorphology of the region. In this context, this study aims to perform an integrated geoenvironmental analysis of the municipality of Icapuí (CE), generating the mapping of environmental systems and investigating their environmental vulnerability. Thus, a multitemporal analysis (1984-2016) was carried out from the maps of land cover and use, besides the geoenvironmental and geomorphological units characterization of the municipality, generating, among others, maps of environmental systems and environmental vulnerability. It was observed that during the 32 years (1984 - 2016) there was an increase of approximately 10% of area with soil exposed in the municipality of Icapuí, where, the growing pressures on the natural resources and, mainly, on the vegetation . There was also a tendency to change the state of occupation of the territory, with a reduction of dense vegetation of the board in relation to the other vegetation classes found in the municipality. Knowledge and understanding of types and forms of relief, hypsometry, slope, active processes, vulnerability and potentialities of environmental systems, among others, are also fundamental factors for the understanding of past and present procedural relationships. The aim of this work is to evaluate the environmental systems in the above-mentioned river basin with the help of geoprocessing techniques, based on the systematization and the interrelationship between Nature and Nature in the perspective of the rational use of geoenvironments. Finally, this study represents an important instrument for the construction of environmental indicators and for the evaluation of the capacity of environmental support to the different managements used in the production, thus contributing to the identification of alternatives that promote sustainability and development.

Keywords: Geoenvironmental zoning. Geo-environmental vulnerability. City of Icapuí.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do Município de Icapuí.	19
Figura 2 - Esquema de divisões de uma praia arenosa.	29
Figura 3 - Fluxograma apresentando os procedimentos técnicos e metodológicos utilizados na pesquisa, detalhando os níveis de tratamento das informações.	36
Figura 4 - Exemplo de composição colorida 5(R)4(G)3(B) das Imagens TM/Landsat-5, OLI/Landsat-8, datadas de: A) 22/08/1984; B)27/07/1990; C) 23/08/2000; D) 06/08/2011; E)16/06/2016.	38
Figura 5 - A) Recobrimento da faixa litorânea com imagens QuickBird. B) Recobrimento da área total do município de Icapuí, por imagens SPOT 5.	40
Figura 6 - Fluxograma dos procedimentos técnicos metodológicos para o mapeamento da cobertura e uso da terra do município de Icapuí.	45
Figura 7 - Fluxograma metodológico para o desenvolvimento do estudo.	46
Figura 8 - Cartogramas da cobertura e do uso da terra, datadas, respectivamente, de A) 22/08/1984, B) 27/07/1990, C) 23/08/2000, D) 06/08/2011 E)16/06/2016.....	51
Figura 9 - Fotografias tiradas no trabalho de campo: A) vegetação de mangue; B) salinas; C) vegetação de tabuleiro.	53
Figura 10 - A) palhas de coqueiro colocadas sobre areia na tentativa de conter seu avanço; B) tentativa dos moradores de contenção do avanço da areia sobre a comunidade de Tremembé; C) areia retirada da localidade de Tremembé e colocada na faixa de praia D) extensa faixa praial na localidade de Tremembé; E) terraços marinhos (pleistocênico e holocênico) atualmente estão ocupados pelos moradores, coqueirais e carnaubais.....	57
Figura 11 - A) barras arenosas, localizadas na praia de Ponta Grossa; B) lagoas costeiras.	58
Figura 12 - Avanço marinho sobre as falésias e erosão das falésias na praia de Redonda.	60
Figura 13 - Unidades Geoambientais do Município de Icapuí.....	62
Figura 14 - Dunas fixas são formadas por sedimentos do depósito eólico.....	63

Figura 15 - Dunas Móveis.	64
Figura 16 - Cordão Litorâneo.....	66
Figura 17 - Planície Fluvio-marinha com padrão de drenagem meandrante/divagante e baixa capacidade de suporte dos terrenos.	67
Figura 18 - Planície Lagunar, como uma área praticamente plana com influência das águas marinhas e presença de cordões arenosos.	68
Figura 19 - As praias são depósitos de areias acumuladas pelos agentes de transportes fluviais ou marinhos.	69
Figura 20 - Os terraços marinhos são depósitos sedimentares de origem marinha situados acima do nível médio atual.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de cenas QuickBird e suas datas.	39
Tabela 2 - Relação de cenas SPOT 5 e suas datas.	39
Tabela 3 - Sistemas e unidades geoambientais	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	17
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
2 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS	23
2.1 ZONA COSTEIRA	23
2.2 FORMAS DE USO E COBERTURA DA ZONA COSTEIRA	24
2.3 FAIXA PRAIAL E SUA MORFODINÂMICA	27
2.4 UNIDADES GEOAMBIENTAIS	29
3 MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1 MATERIAIS	37
3.1.1 <i>Imagens orbitais</i>	37
3.1.2 <i>Dados Cartográficos</i>	40
3.2 MÉTODOS	41
3.2.1 <i>Levantamento e Tratamento de Dados</i>	41
3.2.2 <i>Etapa de Campo</i>	44
3.2.3 <i>Compartimentação e análise dos sistemas ambientais</i>	44
<i>Análise multitemporal (1984-2016), a partir dos mapas de cobertura e uso da terra</i> ..	44
<i>Mapeamento e caracterização das unidades geomorfológicas</i>	46
<i>Compartimentação e análise dos sistemas ambientais</i>	47
4 ANÁLISE MULTITEMPORAL (1984-2011) DA COBERTURA E USO DA TERRA	49
5 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	54
6 COMPARTIMENTAÇÃO E ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS	60
6.1 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: DEPRESSÃO/LAGOA INTERDUNAR	62
6.2 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: DUNA FIXA	62

6.3 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: DUNA MÓVEL	63
6.4 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: SUPERFÍCIE DE DEFLAÇÃO.....	64
6.5 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: PLANÍCIE FLUVIAL	65
6.6 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: TABULEIRO PRÉ-LITORÂNEO	65
6.7 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: CORDÃO LITORÂNEO.....	65
6.8 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: PLANÍCIE FLUVIOMARINHA.....	66
6.9 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: PLANÍCIE LAGUNAR	67
6.10 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: PRAIA	68
6.11 UNIDADES GEOAMBIENTAIS: TERRAÇO MARINHO	69
7 VULNERABILIDADE GEOAMBIENTAL.....	70
REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

No mundo inteiro, existe uma tendência em ocupar desordenadamente áreas próximas ao litoral e no Brasil, devido, principalmente, a fatores históricos, essa realidade não foi diferente. De acordo com o IBGE (2013), 26,6% da população brasileira, cerca de 50,7 milhões de habitantes, moram em municípios da zona costeira, que, de acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (CAPÍTULO II, art. 3o), corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, além de ser a zona considerada patrimônio nacional, instituída pela constituição de 1988.

Esse rápido e intenso crescimento urbano na zona costeira vem acarretando inúmeros impactos ambientais a essa região do planeta tão sensível e dinâmica, e isso tem preocupado pessoas, governos e instituições, porém essa preocupação com o meio ambiente só ocorreu de fato no Brasil durante o século XX, mais precisamente a partir da década de 1970, quando foi possível perceber a criação e implementação de políticas públicas voltadas ao meio ambiente e a conscientização da sociedade de que a degradação do planeta poderia ter efeitos irreversíveis e catastróficos.

A costa brasileira chega a 8.698 km de extensão, quando são consideradas todas as reentrâncias (baías, golfos), ampliando em mais de 1.300 km a distância retilínea de 7.635 km. Isso faz com que a extensão da fronteira marítima brasileira represente 32% das fronteiras nacionais (IBGE, 2014). Devido a sua localização geográfica, a zona costeira brasileira abrange uma grande gama de ambientes, resultando nos mais variados tipos de ecossistemas e ambientes costeiros como, praias, dunas, restingas, recifes, falésias, mangues, ilhas, entre outros.

Segundo Souto (2004), as grandes cidades brasileiras estão localizadas no litoral e foram intensamente ocupadas sem que houvesse um planejamento que pudesse prever futuros impactos ambientais. Vale ressaltar ainda que, a presença da indústria petrolífera na zona costeira, região tão sensível, complexa e dinâmica, representa um grande risco socioambiental.

As regiões costeiras têm sido pressionadas pela rápida expansão urbana que, na maioria das vezes, ocorre de forma inadequada, devido, principalmente, a fatores ligados aos processos de urbanização, industrialização e exploração turística, originando novas formas de consumo, o que faz com que a pressão humana seja intensa em praticamente

todos os tipos de ecossistemas. Como consequência desse fenômeno, houve um rápido desenvolvimento econômico e também sérios danos ambientais, os quais são ainda mais agravados pela vulnerabilidade do meio natural.

Para Moraes (2009), o processo de ocupação da zona costeira acaba por originar inúmeros conflitos socioambientais que vulnerabilizam os ambientes naturais, reduzem os ecossistemas e provocam perdas de qualidade ambiental, que podem ser traduzidas em extinção de espécies, fragmentação de habitats, poluição do ambiente, contaminações exotópicas e redução da produtividade, entre outras.

Neste viés, a análise dos sistemas ambientais e suas vulnerabilidades é um fator de extrema importância na busca pela compreensão de como as modificações na dinâmica dos ambientes interferem diretamente na intensidade dos fluxos de energia e matéria, pois a partir do momento em que se delimita os sistemas ambientais e se identifica o seu grau de vulnerabilidade, faz-se necessário propor medidas mitigatórias relacionadas às formas de uso e cobertura do solo, compatíveis com a capacidade de suporte deles.

Conforme estudos realizados por Medeiros (2014), para analisar a vulnerabilidade de uma determinada região, exige-se que os elementos naturais sejam avaliados de forma integrada, assim cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural, verificando-se, comumente, um relacionamento funcional entre seus componentes, sendo estes dotados de potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais.

Segundo Crispim (2011), a vulnerabilidade ambiental dos componentes geoambientais, principalmente em áreas onde as atividades relacionadas ao tipo de uso da terra e aos vários impactos ambientais a que esses ambientes estão expostos, desencadeiam, muitas vezes, prejuízos ambientais e até mesmo perdas humanas.

Neste contexto, a presente pesquisa almejou estudar as principais características geoambientais do município de Icapuí. Localizado na divisa entre os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, este possui 64 quilômetros de orla e é um dos poucos municípios litorâneos onde é possível encontrar tranquilas vilas de pescadores, porém a ocupação de seu território não se deu de forma ordenada e os impactos ambientais causados por inúmeros processos antrópicos ou naturais vêm alterando a geomorfologia da região, como por exemplo, a erosão e a crescente degradação dos ecossistemas costeiros.

Icapuí é um município cercado por coqueirais e sempre teve na pesca de lagosta sua principal atividade econômica. Com a escassez da pesca devido à grande exploração do mar, Icapuí viu-se obrigado a investir em outras atividades. Ganharam espaço, a extração de cocos e as explorações salineira e petrolífera. A carcinicultura também ganhou importância econômica e tem causado grande impacto ambiental nas áreas de manguezal. A queda na pesca de lagosta tem levado a comunidade a criar soluções de produção, como a implantação de viveiros no mar. Enquanto isso, o turismo vai se firmando como fonte de renda, com surgimento de pequenas pousadas e restaurantes (SEMACE, 2016).

Em relação aos aspectos fisiográficos, o solo de Icapuí é composto de areias quartzosas distróficas (alto teor de salinidade) e marinhas, propício apenas para a cultura de subsistência, fruticultura (coco e caju) e a pecuária extensiva. Apresenta um significativo valor paisagístico, em virtude da geomorfologia de planície litorânea, composta por dunas, rios e lagos. O clima é de 30°C na média das temperaturas máximas e de 20°C na média das mínimas. Possui uma área verde estimada em 40 km², com vegetação constituída por caatinga, cajueiros nativos e coqueiros. Petróleo e sal são os principais recursos minerais do Município. Cerca de 89% das famílias do município estão envolvidas com a atividade pesqueira, sendo que deste montante aproximadamente 83% trabalham na cadeia produtiva da lagosta. (PREFEITURA DE ICAPUÍ, 2017).

A vocação turística de Icapuí revela-se em sua variedade de paisagens naturais, cultura e história. As diversas configurações do litoral sugerem formas distintas de exploração, bem como proteção e recuperação ambiental. A vida do povo ligado à pesca artesanal encanta por preservar os aspectos essenciais de sua cultura.

Segundo a Semace (2016), várias formas de impactos ambientais foram detectadas no município de Icapuí, dentre elas estão: a degradação da fisionomia vegetal, com desmatamento de grandes áreas e fragmentação da vegetação; expansão da urbanização, grilagem e apropriação de terras da União, destruindo falésias e dunas; caça predatória que pode provocar a extinção de várias espécies da fauna local; exaustão de recursos marinhos provocados pela pesca predatória da lagosta e outras espécies, como o peixe boi; especulação imobiliária e pressão das atividades turísticas desordenadas que colocam em risco seu patrimônio natural, entre outras.

Diante dos desafios impostos pela eterna dualidade entre crescimento econômico e conservação/preservação do meio ambiente e diante de tantas possibilidades de

desenvolvimento econômico, a partir da valorização dos ecossistemas costeiros, alguns questionamentos surgem, tais como: como promover o desenvolvimento do município, garantindo a preservação da qualidade ambiental de seus ecossistemas e os direitos das comunidades que tradicionalmente ocupam significativas parcelas de seu território? É possível reconhecer as áreas mais susceptíveis ao esgotamento de seus recursos naturais e assim, propor um plano de recuperação ambiental juntamente com a população? De que forma o estudo das unidades geoambientais e, conseqüentemente, o reconhecimento das áreas mais vulneráveis a exploração, através da análise dos sistemas ambientais poderia diminuir os impactos ambientais da região? Hoje, sem dúvida, existe um grande desafio para a administração municipal e para toda sociedade organizada de Icapuí.

Nesse contexto, entende-se que o estudo das características ambientais dos sistemas costeiros de Icapuí irá possibilitar a elaboração de um diagnóstico que retrate as condições geoambientais do município e permita uma real compreensão das potencialidades e vulnerabilidades ambientais dessa região.

Desse modo, faz-se necessária à utilização de novas metodologias que contemplem a paisagem em seus diferentes aspectos, norteando a implantação de ações em apoio ao gerenciamento dos recursos naturais e humanos da região, mediante a análise espacial. Assim, uma base de dados com informações georreferenciadas sobre um município permite o aperfeiçoamento da gestão deste espaço a partir de suas características ambientais.

Em relação aos aspectos ambientais, tem-se que, com base em informações sobre o meio físico, será possível estabelecer diretrizes para as ações de planejamento e gestão do território, através da elaboração de um mapeamento das unidades geomorfológicas de Icapuí que servirão como subsídio a análise da vulnerabilidade dos sistemas ambientais e, conseqüentemente, a determinação de suas potencialidades e limitações.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise geoambiental de forma integrada do município de Icapuí (CE), gerando o mapeamento dos sistemas ambientais e averiguando sua vulnerabilidade ambiental.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar cobertura e uso da terra do município de Icapuí, avaliando a evolução das condições ambientais;
- Mapear e caracterizar as unidades geomorfológicas de Icapuí;
- Analisar a vulnerabilidade dos sistemas geoambientais, através de interpretação de produtos de sensoriamento remoto e análise de campo;
- Determinar as suas potencialidades e limitações.

1.3 Localização e acesso à área

O município de Icapuí encontra-se no extremo leste do estado do Ceará, apresenta uma área de 423,448 km² e de acordo com o IBGE (2014), possui 19.276 habitantes e uma densidade demográfica de 43,43 (hab/km²), distribuída ao longo da planície costeira. Está inserido na mesorregião do Jaguaribe e faz parte da bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe, localizando-se entre as latitudes -4°37'40" e -4°51'18" S e longitudes -37°15'30" e -37°33'44" W (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização do Município de Icapuí.



Fonte: Elaborado pela autora.

O acesso ao município pode ser realizado partindo de Fortaleza, através da CE-040 até a cidade de Aracati. Ao chegar na referida cidade, segue-se pela BR-304 até a CE-261, popularmente conhecida como triângulo, que dá acesso direto a Icapuí. Outro percurso possível dá-se pela BR-116, seguindo até Boqueirão do Cesário. Depois, segue em direção a BR-304, que leva a Aracati, cidade onde se dá o acesso a Icapuí na CE-261.

No Ceará, limita-se com a cidade de Aracati a oeste, de onde foi desmembrado em 15 de janeiro de 1985 (Decreto Lei 11.003) e faz fronteira com o estado do Rio Grande do Norte ao Sul.

Em divisão territorial datada de 1988, o município é constituído de três distritos: Icapuí (sede), Ibicuitaba e Manibu, ambas criadas em 1951, com quatro (04) bairros ao todo: Mutamba, Cajuais, Salgadinho II e Olho D'Água, sendo que as demais localidades compõem trinta (30) núcleos populacionais, são eles: Berimbau, Praia de Requenguela, Serra de Cajuais, Serra da Mutamba, Praia de Barreiras de Baixo, Barreiras de Cima, Barrinha, Picos, Peroba, Redonda, Vila União, Vila Nova, Ipaumirim (Incra), Belém, Copan, Serra do Mar, Ponta Grossa, Retiro Grande, Praia de Quitérias, Morro Pintado, Praia de Tremembé, Melancias de Cima, Melancias de Baixo, Praia de Melancias, Peixe Gordo, Praia de Peixe Gordo, Gravier, Barrinha de Manibu, Praia de Manibu, Arisa e Córrego do Sal. Todos situados nas quatorze (14) praias existentes à margem da Rodovia CE-261, no entroncamento da BR- 304, que liga o Ceará ao Rio Grande do Norte. (MEIRELES E SANTOS, 2012).

Aspectos Socioeconômicos

De acordo com Lima e Cândido Jr. (2005), a análise de indicadores socioeconômicos apresenta aspectos básicos de reprodução entre a população e o ambiente físico, como as formas de exploração dos recursos naturais e a importância destes para a sobrevivência econômica e social local. A partir do conhecimento dessa realidade, é possível apontar os pontos críticos da área e propor alternativas e políticas estruturais para gerenciar os aspectos considerados problemáticos e ressaltar as formas de uso dos recursos locais, visando tornar possível uma equilibrada interação entre o homem e o ambiente.

Icapuí possui aproximadamente cerca de 19.276 habitantes (IBGE, 2015), sendo que a área rural concentra um maior número de pessoas. No censo realizado pelo IBGE (2010), foi contabilizado um total de 12.605 habitantes na zona rural e 5.787 na zona urbana (Quadro 2), apesar de observarmos um crescimento da população urbana do município. No mesmo período, foram registrados 7.342 domicílios e uma taxa de urbanização calculada em aproximadamente 31%.

Com relação à distribuição da população por sexo, o município de Icapuí apresenta certo equilíbrio populacional entre homens e mulheres, aproximadamente de 51,1% e 48,9%, respectivamente (Quadro 1). Em termos absolutos, o maior número de homens encontra-se na faixa etária entre 20 e 29 anos, e para as mulheres, está entre 20 e 24 anos.

Quadro 1 - Distribuição de Habitantes entre áreas urbanas e rurais, no período de 1991 a 2010.

Discriminação	População residente					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	13.661	100	16.052	100	18.392	100
Urbana	5.100	37,33	4.662	29,04	5.787	31,46
Rural	8.561	62,67	11.390	70,96	12.605	68,54
Homens	6.975	51,06	8.197	51,07	9.414	51,19
Mulheres	6.686	48,94	7.855	48,93	8.978	48,81

Fonte: IBGE, 2010.

A densidade demográfica do município tem aumentado nos últimos anos (quadro 3). Em relação à renda média domiciliar, a maior parte da população recebe de 0(zero) a 02 (dois) salários mínimos. Exemplo disso, revela-se no cadastro de 121 famílias que não possuem rendimentos. O índice de pobreza no município está calculado em 41%, embora, de acordo com Segundo (2003), sejam desenvolvidos em Icapuí diferentes projetos direcionados para a redução da pobreza, tais como: combate à desnutrição, assistência materno-infantil, assistência devida, merenda escolar, censo escolar, geração de emprego e renda, capacitação profissional de jovens e adultos, entre outros.

Quadro 2- Distribuição da população e a taxa de urbanização do município de Icapuí.

Discriminação	Indicadores Demográficos		
	1991	2000	2010
Densidade Demográfica (hab./km ²)	32,27	37,54	43,43
Urbana	13,73	-0,99	2,19
Rural	-1,15	3,22	1,02
Taxa de Urbanização (%)	37,33	29,04	31,46

Fonte: IBGE, 2010.

Na economia, as oportunidades de investimento ancoram-se, basicamente, em três polos do setor primário: exploração mineral, compreendendo as atividades de extração de sal marinho e petróleo; agricultura com a cultura do coco, caju, mandioca, milho e feijão; pesca da lagosta e peixes típicos da costa, principal atividade produtiva do município, não

obstante o declínio observado nas últimas décadas. No setor secundário, desenvolve-se principalmente o artesanato, na produção de labirinto e renda, bem como a fabricação de manzuás e caçoeiras, instrumentos de pesca da lagosta. Existem também estaleiros, onde são construídos barcos de pesca. Já no setor terciário, são desenvolvidas atividades de comércio com uma minoria de atacadistas e um grande número de pequenos varejistas de ramos variados, serviços e turismo (SEGUNDO, 2003).

O IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano no Município) tem apresentado um constante crescimento. Em 1991, apresentava valores de 0,301; em 2000, 0,478 e no último censo, em 2010, apresentou um valor de (0,616), constatando evoluções nas três dimensões do índice (vida longa e saudável, educação e padrão de vida decente), promovendo certa melhoria na qualidade de vida da população, além da esperança de vida da população ter sido elevada (SEGUNDO, 2003).

No que se refere à educação, a cidade possui uma estrutura de educação básica escolar pública com ensino da alfabetização ao ensino fundamental, na esfera municipal, e ensino médio, na esfera estadual. O governo municipal é o principal responsável pela alfabetização e formação educacional da população, conforme dados do IBGE (2010), sete escolas são de Ensino Fundamental, com 2.965 alunos matriculados e somente uma escola possui o Ensino Médio, com 694 estudantes. Além das escolas voltadas para a educação básica, existem, no município, 12 pré-escolas, com 570 crianças devidamente matriculadas. Icapuí tem ganhado reconhecimento devido à atenção e importância que se tem dado a educação e a saúde. Estas áreas têm sido objeto de discussão junto com a população, em todas as comunidades, como direito a cidadania. Na área da saúde, são 10 postos que prestam atendimento à população e um hospital municipal com plantão de 24 horas. Aqui, a mortalidade infantil tem os menores índices: 12 por mil nascidos vivos de acordo com IBGE (2010).

A análise dos indicadores socioeconômicos acima, possibilita uma melhor compreensão da organização social e espacial do município de Icapuí, permitindo uma maior interação dos conhecimentos específicos e o cruzamento de informações cruciais, visando à construção de variáveis significativas para um melhor planejamento e gestão do território, pois através da análise dos dados socioeconômicos, é possível entender como a sociedade local compreende e estrutura seu espaço.

2 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS

Inicialmente, a fundamentação teórica aborda um referencial sobre a zona costeira e processos litorâneos, as quais são apresentadas as formas de uso e cobertura da zona costeira e, em seguida, destaca-se o embasamento teórico-metodológico de zoneamento geoambiental.

2.1 Zona Costeira

Historicamente, a zona costeira sempre foi um local de ocupação desordenada. Hoje, ela é considerada patrimônio nacional, ou seja, reflete uma preocupação do governo e da sociedade com o uso dos seus recursos naturais, que deve ser protegida por toda nação e utilizada de forma sustentável. As grandes cidades brasileiras estão localizadas no litoral e são intensamente ocupadas sem que haja um planejamento que possa prever futuros impactos ambientais.

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) foi instituído pela Lei Nº 7.661 de 16 de maio de 1988 e define zona costeira como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não”, abrangendo uma faixa marítima que compreende o Mar Territorial (até 12 mil milhas marítimas) e outra terrestre, formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos costeiros, defrontantes e não defrontantes com o mar.

Os principais objetivos do PNGC são: evitar a degradação ou o uso inapropriado dos ecossistemas, do patrimônio e dos recursos naturais costeiros; assegurar livre acesso as praias e ao mar tornando-os bens públicos e de uso comum; além de estabelecer normas de gestão da orla marítima, através de um processo de gestão integrado, descentralizado e participativo.

O PNGC II busca estabelecer as bases para o aprimoramento das ações que possibilitem novos avanços, com flexibilidade necessária para atender as diversidades que se apresentam ao longo da costa brasileira, visando orientar a utilização correta dos recursos, de forma que contribua para melhorar a qualidade de vida de sua população e a proteção do patrimônio natural histórico e cultural.

Dentro de todo esse processo, faz-se necessária a criação das Unidades de Conservação (UCs). Regidas pela lei Federal 9.985/200, elas possuem um importante papel no ordenamento dos espaços e conservação dos ecossistemas costeiros. Martinez (2012) afirma que o PEGC/PNGC e a política de UCs baseiam-se fortemente no

planejamento espacial e acabam atribuindo novos valores e significados aos espaços costeiros.

Diante dessa perspectiva, pode-se concluir que a dinâmica da zona costeira é formada por um conjunto de elementos que se interligam através do fluxo de matéria e energia. A interação entre esses fatores, tais como: processos morfogênicos (modelo Quaternário), estrutura geológica, comportamento sedimentar atual (erosão e deposição), foram e são responsáveis pela formação e manutenção do litoral.

Para Ab'Saber (2005), o litoral é caracterizado por heranças de processos anteriores que está sendo sempre remodelado pela dinâmica atual costeira e que se constitui em zonas de contato tríplices entre a terra, o mar e a dinâmica climática.

2.2 Formas de uso e cobertura da zona costeira

Retratar as formas e a dinâmica de uso e cobertura da terra representa instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para avaliação da capacidade de suporte ambiental frente aos diferentes manejos empregados na produção. Tal fato irá contribuir para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade e do desenvolvimento, constituindo, assim, importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013).

Para Santos, no contexto das mudanças globais, os levantamentos de Uso e Cobertura da Terra fornecem subsídios para as análises e avaliações dos impactos ambientais, como os provenientes de desmatamentos, da perda da biodiversidade, das mudanças climáticas, das doenças recorrentes, ou, ainda, os inúmeros impactos gerados pelos altos índices de urbanização e pelas transformações rurais que se cristalizam em um grande contingente de população sem emprego, vivendo nos limites das condições de sobrevivência. Em cada região do país, os problemas se repetem, mas também se diferenciam a partir das formas e dos tipos de ocupação e do uso da terra, que são delineados pelos processos definidos nos diferentes “circuitos de produção” (SANTOS, 1988).

As unidades de cobertura e uso da terra consideram as modificações impostas pelas atividades socioeconômicas e a diferenciação das tipologias de uso presentes na área, os quais são avaliados os elementos da natureza ou de aparelhos antrópicos que estão recobrando a superfície terrestre, sendo um importante instrumento no que tange ao

planejamento e gestão do território, servindo também como subsídio para avaliação, monitoramento e preservação ou uso sustentável da cobertura vegetal.

Através do conhecimento da dinâmica, da forma e do uso que determinada sociedade emprega ao seu território, torna-se possível uma melhor democratização dos processos de tomada de decisão, assim como a ampliação da participação da sociedade civil na resolução dos problemas ambientais e a descentralização das atividades de monitoramento e fiscalização.

Segundo Crispin (2011), com o processo de uso e ocupação da terra e o desenvolvimento das atividades socioeconômicas, foram desencadeados uma série de problemas, tais como: o desmatamento de áreas verdes; a poluição dos recursos hídricos e mananciais; os processos erosivos acelerados; a intensificação dos processos de desertificação; poluição atmosférica decorrente da intensa emissão de gases poluentes bem como outros impactos ambientais relacionados à carência de planejamento voltados para a gestão do território, ocasionando, na maioria das vezes, o desgaste dos componentes físico-ambientais.

Apesar da grande expansão e urbanização da zona costeira, ambientalmente, essa é uma área extremamente frágil. O planejamento adequado e racional destinado ao uso e ocupação do espaço costeiro ainda há um longo caminho a ser percorrido para que se torne realidade. As interferências causadas por fatores naturais e/ou antrópicos relativo ao balanço de sedimentos e a ocupação de áreas que deveriam ser preservadas, deixa claro que ainda temos um longo caminho a percorrer (MUEHE, 2008).

O uso indiscriminado do solo contribui para a contaminação dos recursos hídricos e isso tem ocorrido principalmente pela agricultura, além de efluentes que são lançados diretamente nos corpos d'água e acabam chegando aos ambientes marinhos, gerando prejuízos de ordem ambiental, econômica e social.

Várias atividades econômicas que se desenvolvem nessa região como o turismo, a pesca, a exploração petrolífera, atividades portuárias, comércio, indústrias, entre outras, têm gerado fortes impactos socioambientais (ocupação desordenada, descarte irregular de lixo, esgoto industrial e doméstico, poluição de mananciais, aumento da violência, etc). Esses impactos são facilmente percebidos e tem dificultado a vida das populações residentes nas regiões costeiras.

Morais (2009) afirma que todas essas ações desenvolvidas ao longo do litoral levam à perda de inúmeros “habitats” e de recursos naturais importantes, bem como do empobrecimento crescente de inúmeras comunidades de pescadores.

A preocupação com a integridade e o equilíbrio ambiental das regiões costeiras decorre do fato de serem as mais ameaçadas do planeta, justamente por representarem, também para as sociedades humanas, um elo de intensa troca de mercadorias, tornando-se alvo privilegiado da exploração desordenada, e muitas vezes predatória, de recursos naturais, e ainda por terem se tornado, já na era industrial, o principal local de lazer, de turismo ou de moradia de grandes massas de populações urbanas (MMA, 2014).

São por estas razões que Moraes (2009) afirma que a zona costeira se apresenta como um espaço de características contraditórias, pois se por um lado possui grande relevância ecológica, destacando-se como uma área ambientalmente frágil, de outro apresenta grande potencial econômico, abrigando parcela significativa da população e uma variedade de atividades econômicas que podem gerar situações de risco para a integridade desta região.

As sérias consequências das pressões de uso e ocupação dos ecossistemas costeiros pela expansão urbana, atividades industriais, portuárias, agrícolas e turísticas têm provocado alterações significativas na hidrodinâmica, geomorfologia, biologia e ecologia desses ambientes. Como consequência da degradação e perda de “habitats”, e declínio da biodiversidade, tem ocorrido uma redução na quantidade e qualidade dos bens proporcionados pelos sistemas costeiros para a população humana. A crescente degradação ambiental ocasionada pela poluição e contaminação dos sistemas costeiros tem inclusive, trazido riscos à saúde pública por meio da proliferação de doenças veiculadas pela água e por alimentos contaminados (MORAIS, 2009).

De alguma forma, qualquer atividade desenvolvida no ambiente marinho tem reflexo na ocupação dos espaços costeiros e continentais. Essas atividades econômicas, na maioria das vezes, atividades extrativistas, apesar de estarem localizadas em regiões continentais, dependem das estruturas viárias e portuárias que servem para o escoamento dos produtos e aquisição de insumos, e essa dependência afeta direta e indiretamente a zona costeira (MMA, 2014).

As formas de uso e cobertura da terra presumem discussões muito mais complexas e que vão além da forma pragmática de como o uso do solo é regido. A crescente demanda

pelo uso dos recursos naturais leva a reflexão em novas formas de pensar em um modelo de desenvolvimento que siga os pressupostos do desenvolvimento sustentável (CRISPIN, 2011).

Diante dessa complexa realidade observada nas zonas costeiras, torna-se fundamental a existência de um planejamento e gerenciamento adequado, feito de forma integrada, visando, sobretudo, o desenvolvimento e a proteção das áreas costeiras e o uso de seus recursos naturais de forma sustentável.

2.3 Faixa praial e sua morfodinâmica

Segundo o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, intituido pela LEI Nº 7.661, DE 16 DE MAIO DE 1988, em seu Art. 10 § 3º:

Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente 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.

As praias se localizam em uma planície costeira que, de acordo com MUEHE (2008), são superfícies relativamente planas, baixas e localizadas junto ao mar e que foram formadas pela deposição de sedimentos marinhos e fluviais. O Nordeste possui uma planície costeira relativamente estreita e está confinada entre o mar e a escarpa dos depósitos sedimentares do Grupo Barreiras.

Sousa (2007) também define planície litorânea ou costeira como sendo um ambiente de acumulação ou sedimentação. Afirma, ainda, a origem recente na escala geológica, dominado pela morfogênese, onde o clima, a hidrologia, o relevo, a vegetação, entre outros, são elementos influenciadores na configuração espacial desse geossistema. Logo, a interferência na dinâmica desses fatores pode ocasionar uma alteração no sistema que leve à instabilidade.

Para Suguio (2003), o termo praia corresponde a zona perimetral de um corpo aquoso, composto de material granular incolidado (areia ou cascalho). Suas morfologias interna ou externa podem ser modificadas por atividades de correntes longitudinais ou de deriva litorânea e de maré, estendendo-se desde o nível de baixa-mar até o limite das ondas de tempestades. De acordo com Christopherson (2012), a praia constitui um lugar ao longo de uma costa onde os sedimentos se movimentam e são depositados pela energia das ondas, correntes e ventos. Formada por diferentes materiais de origem continental e marinho que estão em constante fluxo de energia e movimento.

Muehe (2008) define ainda a praia como depósitos de sedimentos mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas que, devido sua mobilidade, se ajustam às condições de ondas e marés, atuando como um importante elemento de proteção do litoral, pois consegue adaptar o seu perfil transversal às diferentes condições oceanográficas, por exemplo: o ganho de areia na praia acontece mais especificamente no verão quando acontece a “engorda”, já a perda de sedimentos acontece nas tempestades, principalmente durante o inverno, que ocorre a erosão. Portanto, as praias são ambientes onde a dinâmica de ondas e marés determinaram sua estrutura e classificação.

Existem algumas maneiras de subdividir um perfil de praia, porém, em função das várias classificações existentes efetuadas por diferentes autores, torna-se a tentativa de descrever a forma mais “correta” de divisão de um ambiente praial um tanto complexa. Neste trabalho, a divisão e subdivisão de uma praia, ou subambientes praiais foram efetuadas a partir das orientações dos seguintes autores: MUEHE (2008); SOUSA (2007); SUGUIO (2003); MOURA (2012); CHISTOFOLETTI (1980) e MARINO (2014).

PÓS-PRAIA (*backshore*): representa a porção mais alta da praia, que se estende a partir da linha de preamar e está fora da influência da maré, entretanto pode ser alcançada pela ação das ondas em ocasiões de tempestades ou marés excepcionais. É importante lembrar que a zona de berma (*berm*) se desenvolve nesse subambiente praial.

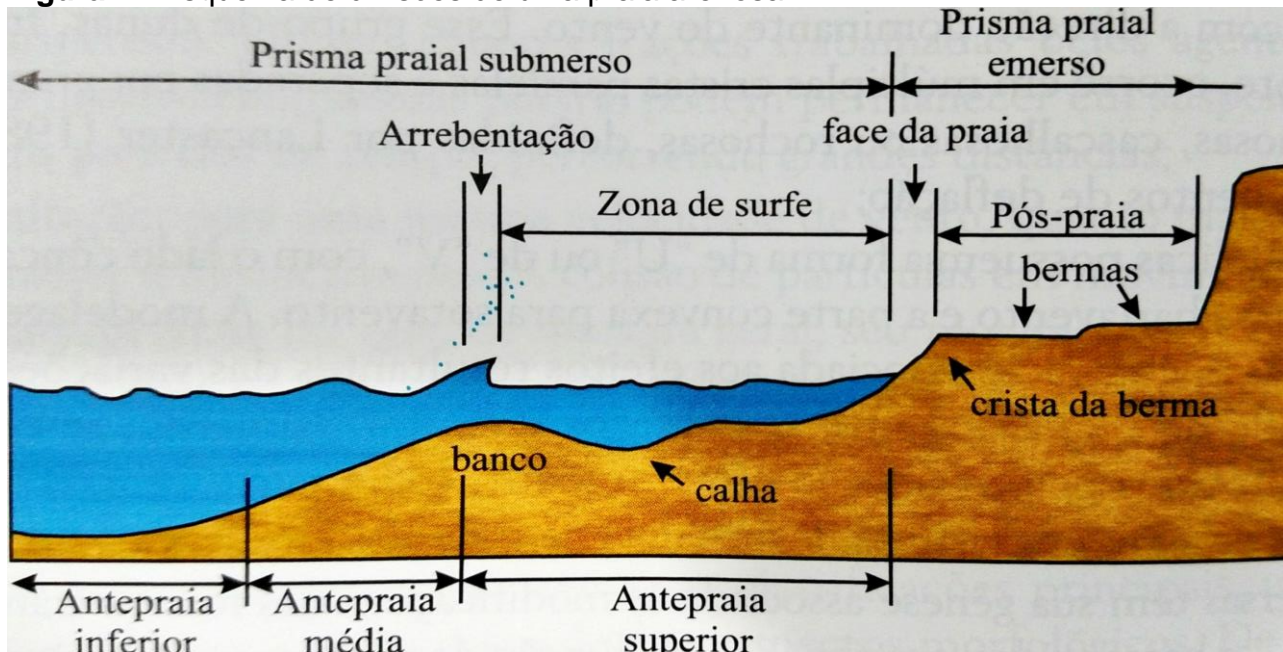
ESTIRÂNCIO (*foreshore*): é a faixa praial que fica descoberta na maré baixa e submersa na preamar, cuja largura pode variar de acordo com a ação das ondas e a granulometria dos sedimentos e onde normalmente ocorre o espraiamento da onda, ou seja, a cota máxima atingida por uma onda marítima, ao interagir com uma praia ou estrutura costeira, referencia o nível de repouso, conhecida pelo termo “*run-up*”.

ANTEPRAIA (*shoreface*): compreende o ambiente submerso (zona de surfe) e a parte mais inclinada que se delimita com a praia ao longo do nível de maré baixa, no qual os processos litorâneos são mais atuantes, ou seja, é a área que fica coberta inclusive na maré baixa, sendo exposta apenas em marés excepcionais. É nesse subambiente praial que acontece a Zona de arrebentação ou colapso da onda, e a Zona de surf, essa depende diretamente do modo de dissipação energética das ondas incidentes; ou seja, do tipo de quebra.

As praias podem ser do tipo arenosas (Figura 2), que se desenvolvem nas adjacências das fozes fluviais e apresentam uma dinâmica própria em virtude da mobilidade

dos sedimentos, transportada pelos efeitos constantes das ondas, correntes litorâneas, marés e ventos. Ou podem ser cascalhosas que são formadas pela ação das ondas de tempestades gerando um material incolidado de maior granulometria se comparado com praias arenosas, além de biodentritos como fragmento de conchas.

Figura 2 - Esquema de divisões de uma praia arenosa.



Fonte: Adaptado de MUEHE (2008)

A largura e declividade de uma praia dependem da granulometria dos seus sedimentos. Para SUGUIO (2008), normalmente quanto mais grossos os sedimentos mais inclinadas e estreitas serão as praias, pois os sedimentos mais grossos possuem uma alta permeabilidade que favorece a infiltração e diminui o volume de água de retorno superficial. As principais fontes dos sedimentos costeiros são as desembocaduras fluviais que trazem grandes quantidades de areia e lamas (siltes e argilas) diretamente para a costa, os materiais não consolidado erodidos das falésias, e o material de origem biológica tal como conchas, fragmentos de corais e ossadas de pequenos organismos marinhos em menor quantidade.

2.4 Unidades Geoambientais

Por unidade geoambiental, entende-se cada um dos componentes da natureza, que de forma integrada originam uma paisagem. Em seu processo de evolução natural, possuem uma ligação e interação dinâmica entre si e com outras unidades territoriais próximas, permitindo, dessa forma, o surgimento de zonas com características semelhantes e em completa harmonia com o meio que estão inseridas.

O termo geoambiental, adotado pela *International Union of Geological Sciences* – IUGS, foi criado para denominar a atuação dos profissionais das geociências em meio ambiente. Essa atuação contempla aplicações dos conhecimentos técnicos do meio físico aos diversos instrumentos e mecanismos de gestão ambiental, utilizando a cartografia, que inclui o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e de bancos de dados espaciais.

As Unidades Geoambientais refletem as características de zonalidade através de atributos ambientais que permitem diferenciá-las de outras unidades vizinhas, sendo, ao mesmo tempo, um vínculo dinâmico que se integra com outras unidades territoriais, ou seja, são unidades de paisagem que têm aspectos homogêneos, ocupam uma determinada porção da superfície terrestre, e apresentam um conjunto de características físicas e bióticas próprias, sendo delimitadas e compreendidas de acordo com suas características naturais (LUCENA, 1998).

As Unidades Geoambientais refletem a compartimentação das principais unidades geomorfológicas existentes na região, e, para uma análise integrada dos sistemas naturais, torna-se essencial o seu conhecimento. A compartimentação geomorfológica fornece uma visão integradora do meio físico à medida que considera as variáveis morfodinâmicas e morfométricas da superfície responsáveis pela estrutura que resulta na paisagem (CASSETI, 2005).

Segundo Souza (2005), “a análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais que conduz a uma percepção do meio em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos”. Observa-se que a análise geoambiental, pauta-se através de uma análise integrada da paisagem, tendo como método o modelo geossistêmico.

A compartimentação geomorfológica nada mais é do que uma síntese das variáveis do meio físico, e de acordo com Christofolleti (1994) fornece um diagnóstico ambiental próprio para a localização das atividades humana e um maior subsídio aos estudos que se referem ao planejamento e o uso da terra (FLORENZANO, 2008).

Com base em estudos realizados através de levantamentos setoriais e/ou integrados dos recursos naturais e do meio ambiente, utilizando técnicas de sensoriamento remoto aéreo e orbital e geoprocessamento, adotam-se procedimentos metodológicos capazes de conduzir à delimitação de unidades geoambientais, em consonância com proposições geossistêmicas. Além de serem dimensionadas as unidades geoambientais, incluem-se os

municípios que nelas se enquadram, discriminando seu potencial e limitações de uso dos recursos naturais; as condições ecodinâmicas e a vulnerabilidade, como também o uso compatível visando sua sustentabilidade (FUNCEME, 2010).

As unidades geoambientais são representações na paisagem de um conjunto de parâmetros que apresentam elementos do meio físico e biótico com similaridade entre si. De acordo com a definição da Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado do Ceará (Lei Estadual nº 13.796/2006) é a “porção do território com elevado grau de similaridade entre as características físicas e bióticas, podendo abranger diversos tipos de ecossistemas com interações funcionais e forte interdependência” (SEMACE, 2016).

Sousa *et al.* (2016), agrupa as classes das Unidades Geoambientais de acordo com processos morfogênico, dessa forma podemos identificar os ambientes Litorâneo, Eólico, Fluvial e Lacustre, Leque Aluvial e Embasamento, já no município de Icapuí foram identificadas as seguintes unidades geoambientais:

PRAIAS: 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;

TERRAÇOS MARINHOS: são depósitos de origem marinha, com forma tabular e topos planos, geralmente com cotas altimétricas inferiores a cinco metros;

CORDÃO LITORÂNEO: os cordões litorâneos são constituídos de detritos carregados pelo mar e pelos rios que formam flechas e são acumulados, em geral, ao longo da costa, podendo estar paralelos ou perpendiculares à linha de costa;

PLANÍCIE FLUVIOMARINHA: são as superfícies planas de um estuário, que se situam entre o nível médio da maré baixa de sizígia e o nível médio de maré alta equinocial;

PLANÍCIE FLUVIOLAGUNAR: áreas planas resultantes da combinação de vários processos formadores associados às barreiras costeiras. A natureza dos sedimentos é bastante variada, podendo as planícies ser constituídas por sedimentos eólicos, fluviais e marinhos. Ocorre nas faixas costeiras entre as Planícies Fluviais e o Oceano;

PLANÍCIE LAGUNAR: são áreas praticamente plana com influência das águas marinhas e presença de cordões arenosos. Consolidam-se em áreas de Terraço Marinho, como o de Icapuí. Podem se formar mangues sem influência fluvial, alimentados pelas águas marinhas

e subterrâneas aflorantes nos Terraços Marinhos cuja recarga por vezes está associada aos Campos de Dunas nas proximidades;

PLANÍCIE LACUSTRE: As Planícies Lacustres são resultantes do entulhamento de lagos (GUERRA; GUERRA, 2009) estão por vezes associadas às planícies fluviais, entretanto encontram-se isoladas;

PLANÍCIE FLUVIOLACUSTRE: As Planícies Fluviolacustres são consolidadas através do input fluvial, e nada mais são do que Planícies Fluviais que apresentam acúmulo de água em algumas porções. Formam-se devido barramento dos rios ocasionado pelos campos de dunas ou mesmo pela ação do mar;

PLANÍCIES FLUVIAIS: são as planícies de inundação dos rios, sem influência marinha;

DUNAS FRONTAIS: é caracterizada pelas Dunas encontradas após a linha de praia. São de baixa amplitude e estáveis, se desenvolvendo à retaguarda de praias de baixa energia (GUERRA; CUNHA, 2009). Em geral são Dunas que antecedem as Superfícies de Deflação tanto ativas quanto estabilizada;

DUNAS MÓVEIS: unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas no litoral ou no interior do continente sem cobertura vegetal;

DUNAS FIXAS: unidades geomorfológicas de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzidas pela ação dos ventos, situadas no litoral ou no interior do continente recoberta por vegetação;

SUPERFÍCIE DE DEFLAÇÃO ATIVA: consiste em áreas de transição ativas, ou seja, áreas com intensa dinâmica de mobilização de material e presença de pacotes de sedimentos de baixa amplitude e corredores preferenciais de deflação. Pode haver a ocorrência de algumas dunas isoladas;

SUPERFÍCIE DE DEFLAÇÃO ESTABILIZADA: caracterizada por um ambiente transicional estabilizado. Não apresenta transição de material ou quando apresenta é pouco significativa. Desta forma, ocorre a presença de vegetação e é este fator que a diferencia da Superfície de Deflação Ativa. Há ocorrência de vegetação consolidada, em geral herbácea, recobrando toda área;

DEPRESSÃO/LAGOA INTERDUNAR: são as áreas mais rebaixadas em um campo de dunas que apresentam, por vezes, o afloramento do embasamento ao qual as dunas estão

sobrepostas e que, em períodos chuvosos, evidenciam a água presente nos campos de dunas. Podem apresentar sedimentos arenosos, vegetação herbácea ou mesmo afloramento do lençol freático com presença de corpos d'água;

TABULEIRO PRÉ-LITORÂNEO: são superfícies de erosão planas instaladas sobre os sedimentos da Formação Barreiras, que ocorrem distribuídos em uma faixa paralela à linha de costa que penetra para o interior por dezenas de quilômetros;

As feições de Falésia, Rochas de Praia (*beachrocks* e recife de arenito), Estrutura Tecnogênica (espigões, molhes, portos, etc), Ponta e Plataforma de Abrasão também estão sendo identificadas e mapeadas (SEMACE, 2016).

FALÉSIAS: feição típica do litoral, são formadas pela ação erosiva das ondas sobre formações geológicas com níveis topográficos mais elevados que as praias atuais e que recuam formando escarpas. As falésias podem ser consideradas vivas ou mortas, conforme a erosão marinha esteja atuando ou não;

PLATAFORMA DE ABRASÃO: corresponde ao material residual de Tabuleiros Pré-litorâneos formado a partir da abrasão marinha. Sua fotointerpretação faz com que, por vezes, sejam confundidos com Rochas de Praia, porém como se tratam de materiais residuais cuja gênese não é marinha, são rochas na praia e não rochas de praia como é o caso dos *beachrocks*;

PONTA: Pontas são deflexões proeminentes na linha de costa, uma extremidade saliente da costa que avança em direção ao oceano e apresenta fraca elevação. Por vezes, coincidem com o surgimento de rochas mais resistentes (GUERRA; GUERRA, 2009);

AFLORAMENTO ROCHOSOS CRISTALINO: são rochas de embasamento cristalino que afloram na Unidade Praia e são constituídas predominantemente de quartzito. A ocorrência dos Afloramentos Rochosos Cristalinos está associada às feições de Ponta;

ESTRUTURA TECNOGÊNICA: esta feição representa as ações antrópicas de maior destaque na paisagem como as ocasionadas por instalações portuárias e barreiras de contenção de erosão marinha.

A setorização do espaço em unidades de paisagens é um valioso instrumento para realização do zoneamento geoambiental. Já que para Cardenas (1999), a melhor forma de utilização do zoneamento geoambiental é no diagnóstico integrado da paisagem, o qual caracteriza, descreve, classifica, sintetiza e espacializa diferentes unidades de paisagem

natural, identificando suas potencialidades e restrições de uso, onde a análise fisiográfica constitui a base para o conhecimento inicial da paisagem. Os estudos geoambientais são também aplicados na avaliação de impactos sobre o meio físico, na recuperação de áreas degradadas, no monitoramento ambiental, em auditorias ambientais e na investigação de passivo ambiental.

Segundo Vedovello e Mattos (1998) e Silva *et al.* (2010), os procedimentos utilizados para a obtenção do zoneamento geoambiental envolvem três etapas:

- a) compartimentação do terreno (delimitação de zonas com características fisiográficas semelhantes);
- b) caracterização das unidades (em termos geotécnicos, geográficos e geológicos);
- c) avaliação e classificação das unidades (em termos de fragilidades e potencialidades relativas aos objetivos do zoneamento) para cartografia temática final ou de síntese.

Pilachevisk (2013) também compreende a importância da delimitação da paisagem através das unidades geoambientais e a relação direta com o zoneamento geoambiental, pois trata de uma ferramenta fundamental para planejamento e estudo sistemático de uma determinada área. Por meio da análise geodinâmica da paisagem, consegue-se definir e planejar as diversas formas de usos mais adequados para cada tipo de zona, porque, a partir das características geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climáticas e vegetacionais, poderemos compreender a origem e a evolução das paisagens, suas potencialidades e vulnerabilidades.

Para Soares (1998), o zoneamento geoambiental, além de ser um instrumento técnico voltado para o planejamento ambiental, proporciona parâmetros e referências para uma reavaliação permanente do processo de planejamento, através de estudos realizados de forma setorial e/ou integrada dos recursos naturais e do meio ambiente. Ainda, segundo a autora, as condições ecológicas de potencialidades de cada unidade em termos de patrimônio paisagístico, recursos hídricos, agricultura, biodiversidade e condições edáficas, dentre outras, assim como suas limitações, são estabelecidas em função da ecodinâmicas.

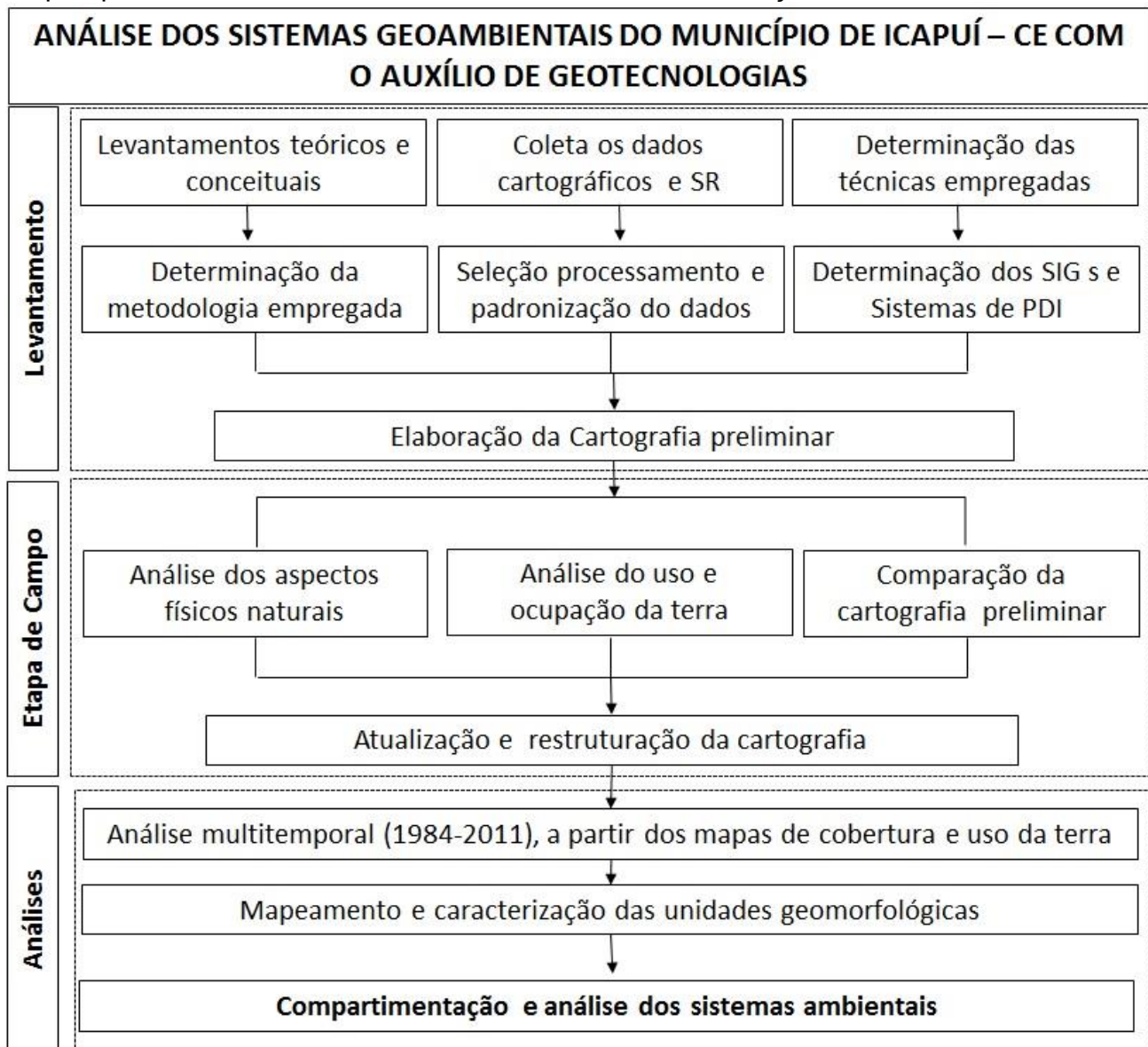
Não se pode esquecer, também, de analisar a fragilidade dos ecossistemas, as restrições quanto à ocupação e capacidade de uso, a susceptibilidade à erosão, as irregularidades pluviométricas, dentre outros fatores. Estes são minuciosamente analisados quando se realiza um zoneamento geoambiental, pois fornecem subsídios técnicos para orientar a tomada de decisões na implementação de opções com vistas ao desenvolvimento do município, compatíveis com a sustentabilidade e vulnerabilidade dos sistemas ambientais.

O presente trabalho enfoca a contextualização geoambiental do município de Icapuí, mediante uma análise que contempla a caracterização de diversos componentes naturais, visando conhecer, através de suas relações mútuas, a setorização geoambiental do município. As unidades espaciais foram classificadas e hierarquizadas de acordo com suas dimensões e conforme com suas características de origem e evolução. Buscou-se, também, conhecer as potencialidades e limitações das unidades espaciais para melhor avaliar sua capacidade de suporte ao uso e ocupação, destacando-se a faixa litorânea.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos utilizados foram divididos em fases complementares (figura 3). A primeira fase correspondeu ao levantamento bibliográfico, dos dados cartográficos e metodologias a serem empregadas, sendo possível elaborar uma cartografia preliminar do Município de Icapuí. Na segunda fase, foram feitos trabalhos de campo na área em estudo, possibilitando comparar os resultados da cartografia preliminar e analisar os aspectos físicos naturais, a cobertura e uso da terra, e atualizar a cartografia com melhor acurácia das classificações efetuadas. A terceira e última fase consistiu na compartimentação e análises dos dados sobre o município.

Figura 3 - Fluxograma apresentando os procedimentos técnicos e metodológicos utilizados na pesquisa, detalhando os níveis de tratamento das informações.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na primeira fase, o levantamento de dados consistiu na busca de material bibliográfico, dados secundários, bases cartográficas e imagens de satélites em órgãos públicos e privados, com a finalidade de se obter um conhecimento aprofundado da área em estudo. Dessa forma, foram feitas pesquisas sobre o meio físico relacionadas à geologia, geomorfologia, clima, vegetação, hidrografia, hidrogeologia, cobertura e uso do solo, assim como dados referentes ao meio socioeconômico ligados à demografia, educação, renda, infraestrutura domiciliar, entre outros. Sendo possível, assim, determinar a metodologia empregada na dissertação e elaboração de uma cartografia preliminar para área de estudo.

Na segunda fase que envolve o trabalho de campo, a área em estudo foi percorrida com o apoio de um sistema GNSS, a partir de um receptor do Sistema de Posicionamento Global – GPS, de uma câmera fotográfica, com o auxílio dos mapas desenvolvidos no mapeamento prévio. Nessa etapa, foram utilizados mapas altimétricos, de caracterização fitogeográfica, mapas geológicos e geomorfológicos, sendo possível analisar os aspectos físicos naturais, de cobertura e uso da terra e reestruturar a cartografia prévia.

E, finalmente, na terceira etapa, foi estruturada a dissertação, sendo possível analisar a Cobertura e Uso da Terra, identificar as principais feições geomorfológicas e compartimentar e analisar os sistemas ambientais do Município.

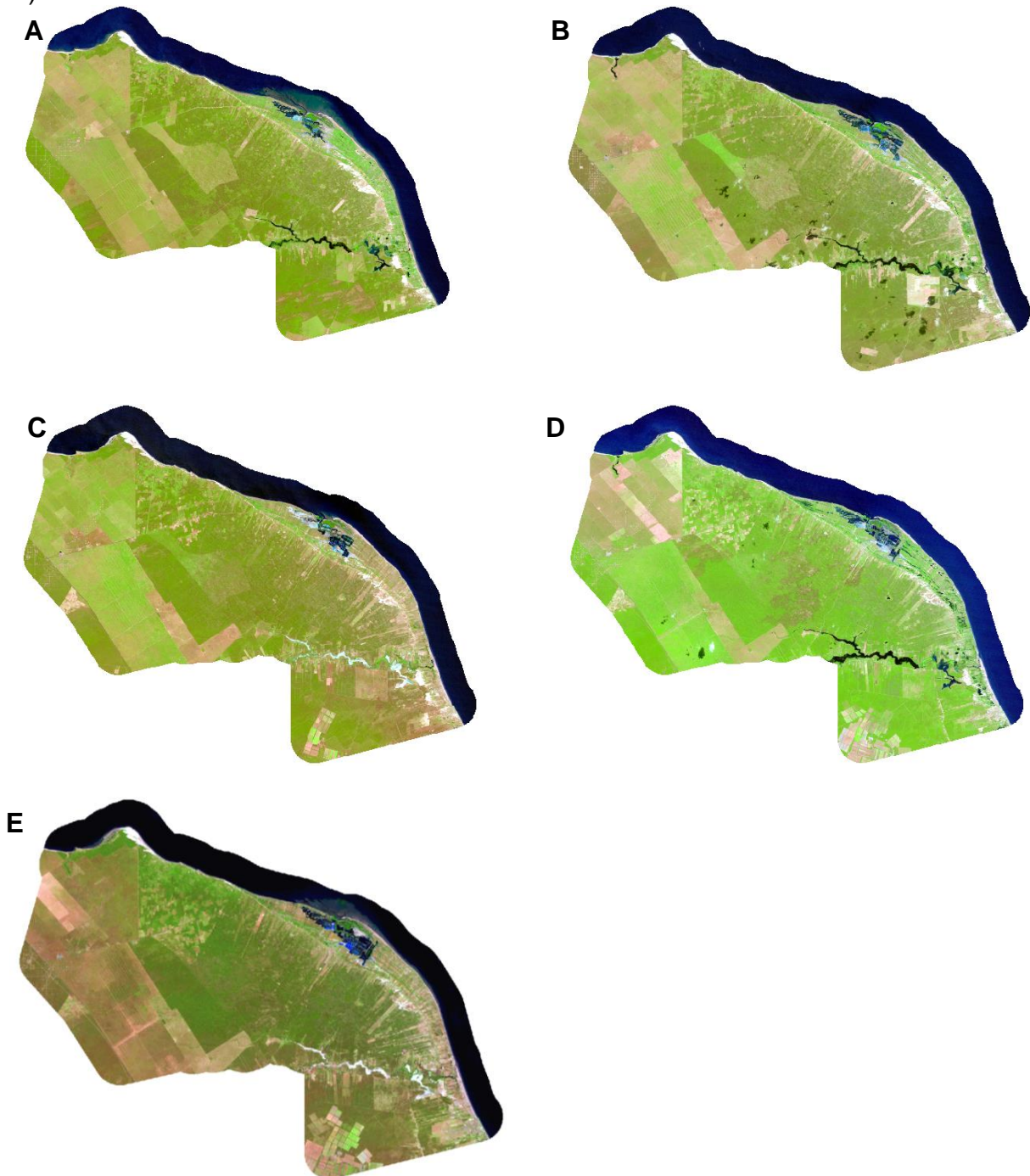
3.1 Materiais

3.1.1 Imagens orbitais

Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5, Landsat 8, SPOT 5 e QuickBird, sendo escolhidos esses satélites pela disponibilidade dos dados que permitiram analisar a área em estudo em diferentes datas e escalas.

As imagens dos sensores TM e OLI dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 empregadas situam-se na órbita 216, ponto 063 e são datadas de 22/08/1984, 27/07/1990, 23/08/2000, 06/08/2011 e 16/06/2018 (Figura 4), sendo obtidas no catálogo de imagens do portal *Earth Explorer* do *United States Geological Survey* - USGS (2015), foram utilizadas para análise multitemporal da evolução da cobertura e uso da terra.

Figura 4 - Exemplo de composição colorida 5(R)4(G)3(B) das Imagens TM/Landsat-5, OLI/Landsat-8, datadas de: A) 22/08/1984; B) 27/07/1990; C) 23/08/2000; D) 06/08/2011; E) 16/06/2016.



Fonte: Elaborado pela autora.

As imagens do satélite QuickBird, multiespectral, resolução espacial de 60, no modo pancromático, originalmente na projeção UTM/ Zona 24 Sul/SIRGAS2000, foram disponibilizadas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace). A tabela 1 apresenta a relação de cenas utilizadas e suas respectivas datas de aquisição empregadas para recobrir a faixa litorânea do município de Icapuí (Figura 5 A).

Tabela 1. Relação de cenas QuickBird e suas datas.

CENAS	DATAS
02DEC09125413-S2AS-000000149692_01_P001	02/12/2009
02DEC09125414-S2AS-000000165704_01_P001	02/12/2009
03FEB11124817-S2AS-000000149692_01_P001	03/02/2011
03FEB11124817-S2AS-000000149692_01_P002	03/02/2011
03FEB11124817-S2AS-000000149692_01_P003	03/02/2011
03FEB11124818-S2AS-000000165704_01_P002	03/02/2011
03SEP10123907-S2AS-000000149692_01_P001	03/02/2010
04APR13124732-S2AS-000000149692_01_P002	04/04/2013
04APR13124732-S2AS-000000149692_01_P001	04/04/2013

Fonte: Elaborado pela autora.

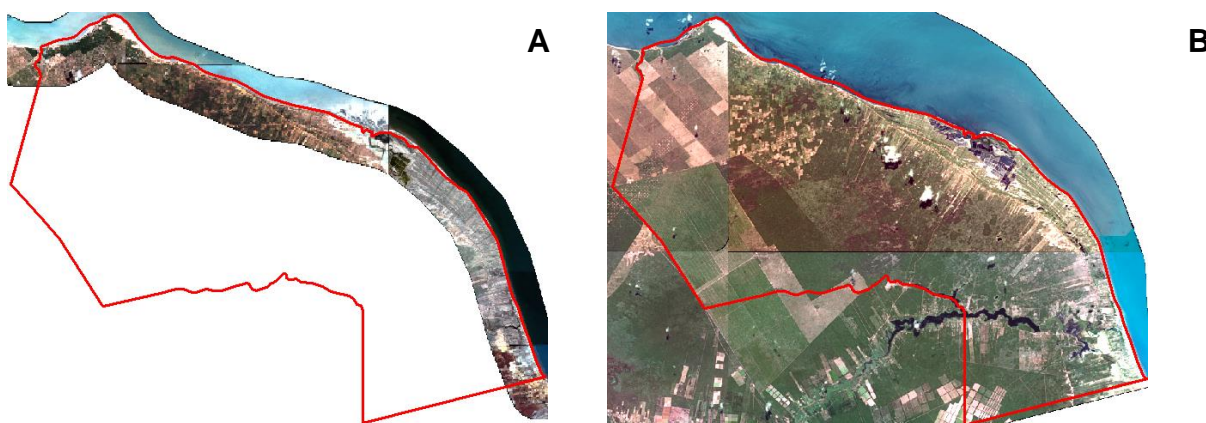
As imagens do satélite SPOT 5, multiespectral e PAN, resoluções espaciais de 5 e 2,5 m respectivamente, na projeção UTM/ Zona 24 Sul/SIRGAS2000, foram disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). A tabela 2 apresenta a relação de cenas SPOT 5 utilizadas e suas respectivas datas de aquisição empregadas para recobrir a área de estudo e a figura 5 B .

Tabela 2. Relação de cenas SPOT 5 e suas datas.

REFERÊNCIAS	CENAS	DATAS
725_359	CEARA_CE_SO13000797-3-01	01/07/2013
725_359	CEARA_CE_SO13000797-9-01	01/07/2013
725_359	CEARA_CE_SO13000797-12-01	01/07/2013
725_360_	CEARA_CE_SO13000797-32-02	02/07/2013
725_360_	CEARA_CE_SO13000797-33-02	02/07/2013
725_360_	CEARA_CE_SO13000797-34-02	02/07/2013
726_359	DATA_N2634.83_E181.93	01/07/2013
726_359	DATA_N2634.89_E181.94	02/07/2013

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 - A) Recobrimento da faixa litorânea com imagens QuickBird. B) Recobrimento da área total do município de Icapui, por imagens SPOT 5.



Fonte: Elaborado pela autora.

Também foram utilizadas as cenas: 4S375ZN e 04S39_ZN de dados altimétricos do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), reamostrado de 90 metros para 30 metros pelo método da Krigagem (VALERIANO; ROSSETTI, 2011), detalhado e disponível por Valeriano (2008) em <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>.

3.1.2 Dados Cartográficos

As informações vetoriais que serviram de base inicial para o presente estudo foram:

Mapa geológico folha de Fortaleza SA.24, folha Jaguaribe/Natal SB.24/25, em formato digital, na escala de 1:1.000.000, projeção Cônica Conforme de Lambert, elaborada pelo Departamento de Cartografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no projeto RADAMBRASIL em 1977.

Mapa geológico do Estado do Ceará, no formato shapefile, na escala de 1:500.000, da CPRM, 2003.

Mapa geomorfológico folha de Fortaleza SA.24, folha Jaguaribe/Natal SB.24/25, em formato digital, na escala de 1:1.000.000, projeção Cônica Conforme de Lambert, elaborada pelo Departamento de Cartografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no projeto RADAMBRASIL em 1979.

Base cartográfica no formato shapefile contendo os limites municipais do estado do Ceará, na escala 1:100.000, projeção UTM/ Zona 24 Sul/SIRGAS2000, de 2013, disponível pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE).

3.2 Métodos

3.2.1 Levantamento e Tratamento de Dados

Inicialmente, foi feito o levantamento teórico e conceitual da pesquisa as quais foram consultadas diferentes fontes bibliográficas (trabalhos técnicos, livros, artigos de periódicos, monografias, dissertações, teses), com o intuito de dar sustentação teórica para dissertação e determinar a melhor metodologia a ser empregada na pesquisa.

Concomitantemente ao levantamento teórico e conceitual, foram levantados os dados cartográficos existentes para área de estudo, e determinado as melhores técnicas de análise desses dados observando os recursos disponíveis. Foram selecionados os dados cartográficos e alfanuméricos que possuíam relevância para os objetivos da pesquisa, pelos quais passaram por uma padronização de suas características cartográficas.

A organização da cartografia levantada levou em consideração a escala de cada um dos temas e as diferentes fontes que produziram esses dados, sendo necessário fazer uma seleção dos dados que realmente teriam relevância para pesquisa e o tipo de tratamento que teria que ser feito, para que eles pudessem ser integralizados e analisados conjuntamente.

Os dados cartográficos levantados foram organizados e gerenciados em um *Geodatabase*, baseado em arquivos do ArcGIS 10.4, onde foram feitos a integração, o armazenamento, e as operações de processamento digital de imagens. O banco de dados criado permitiu integrar todas as cenas e os outros insumos cartográficos levantados, ficando disponível para análise e interpretação em formato digital.

Foi necessário fazer a conversão da base cartográfica e imagens de sensoriamento remoto para um mesmo sistema de coordenadas e Datum UTM / Zona 24 Sul / SIRGAS 2000.

As técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) foram utilizadas para a análise dos dados. Nesse caso, foram adquiridas pelo satélite Landsat 5, com o objetivo de melhorar a aparência das feições estruturais e extrair as melhores informações contidas nas imagens, facilitando assim sua interpretação, aplicadas para facilitar a extração de informações contidas nas imagens em estudo, podendo dividi-las em pré-processamento, de realce e análise dos dados (GOMES *et al.*, 2011). O pré-processamento foi empregado

em cada uma das imagens para correção do sistema de projeção cartográfica e correção radiométrica.

O Processamento Digital de Imagens é usado para melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais, fornece diferentes subsídios para interpretação da imagem, permitir a análise de uma cena nas várias regiões do espectro eletromagnético e possibilitar também a integração de vários tipos de dados, devidamente georeferenciados para o analista humano e para fornecer outros subsídios para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos (INPE, 2003). Para a adequação dos documentos cartográficos adquiridos no levantamento da pesquisa, o efeito limitante do fator de escala foi levado em consideração, observando-se as diversas escalas distintas em todas as classes temáticas da cartografia.

Com o objetivo de adequar e padronizar a base cartográfica, ficou determinada para a pesquisa, o uso da escala de 1:100.000 para o mapeamento de cobertura, utilizando as imagens Landsat 5 e uso da terra e, 1:50.000 para classificação dos sistemas, utilizando as imagens SPOT 5 e QuickBir. Vale ressaltar que os dados que não se adequaram a escala determinada tiveram que ser reinterpretados e ajustados a ela. As imagens foram corrigidas radiometricamente e processadas pelo *software* ENVI 5.0, que foram submetidas às operações de melhoria de contraste, filtragem, operação entre bandas, segmentação, classificação e fatiamento, com o objetivo de melhorar a qualidade visual das mesmas e facilitar as interpretações. As imagens empregadas foram submetidas ao realce de contraste linear e a discriminação visual foi possível através da manipulação dos histogramas.

Com o intuito de melhorar a qualidade visual das imagens e facilitar as interpretações, as imagens empregadas foram submetidas ao realce de contraste linear. Através da manipulação dos histogramas, possibilitou-se a discriminação visual. Após a correção radiométrica, foram calculados os índices de vegetação, pelo método da diferença normalizada, usando a ferramenta “Vegetation Analysis (Vegetation Index Calculator)” do *software* ENVI 5.0.

A utilização dos índices de vegetação é uma importante ferramenta para o sensoriamento remoto, sendo empregados na busca de relacionar as informações dos sensores com a vegetação presente na área imageada, sendo através destes índices que são obtidas informações sobre quantidade de biomassa verde e dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da vegetação (Firmino, 2009).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é sensível em captar resposta espectral da vegetação que possui alta reflectância na banda do infravermelho próximo. Este índice foi gerado para cada uma das imagens Landsat 5, utilizando-se a equação:

$$\text{NDVI} = [(B_4 - B_3) / (B_4 + B_3)] \quad (1)$$

Onde:

B₄ é a reflectância no infravermelho próximo;

B₃ é a reflectância no vermelho.

Para a elaboração da cartografia preliminar, levou-se em consideração os planos de informações levantados junto aos órgãos oficiais na primeira parte da pesquisa e os dados processados, sendo comparados e analisados conjuntamente com as imagens geradas no processamento digital de imagens, a qual foi possível desenvolver uma classificação visual da área da pesquisa, considerando uma série de elementos de interpretação: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização, sendo possível a identificação e determinação dos limites e feições.

Efetuuou-se uma classificação supervisionada por região baseada na definição de áreas de treinamento para as classes temáticas, definidas no modelo de dados. Para realizar a classificação, usou-se o algoritmo classificador *Maximum likelihood*, implementado no programa ENVI 5.0, que adquire amostras do treinamento para estimar os agrupamentos (*clustering*) de probabilidade para as 10 classes determinadas pelo analista, para, ao final, todas as regiões ficaram associadas a uma classe definida pelo classificador.

Foram levados em consideração na seleção das amostras de treinamento, os critérios de fotointerpretação relacionados em seus elementos fundamentais. Em seguida, foi feito trabalho de campo para observar os elementos encontrados nas imagens: textura de relevo e drenagem, que se dispõem na superfície da imagem definindo estruturas e formas, e matizes de cores, relacionados ao padrão de resposta espectral dos principais alvos da superfície terrestre (MEDEIROS *et al.*, 2005).

Por fim, foram verificadas as informações geradas na classificação supervisionada por região e realizado um mapeamento prévio do município associando as classes

agricultura, faixa de praia, dunas, mangue, salina, solo exposto, vegetação arbustiva de tabuleiro, vegetação densa de tabuleiro, água e sombra / nuvem.

3.2.2 Etapa de Campo

Na etapa de campo, observou-se a cartografia preliminar gerada na etapa anterior, sendo possível elaborar uma validação do que foi mapeado e ajustar o que não condizia com a realidade. O município de Icapuí foi percorrido com o apoio de um receptor GPS e de uma câmera fotográfica, onde foram visitadas as áreas classificadas. Nessa etapa, foram analisados os aspectos físicos e naturais e a cobertura e uso da terra, tornando-se possível atualizar a cartografia preliminar.

3.2.3 Compartimentação e análise dos sistemas ambientais

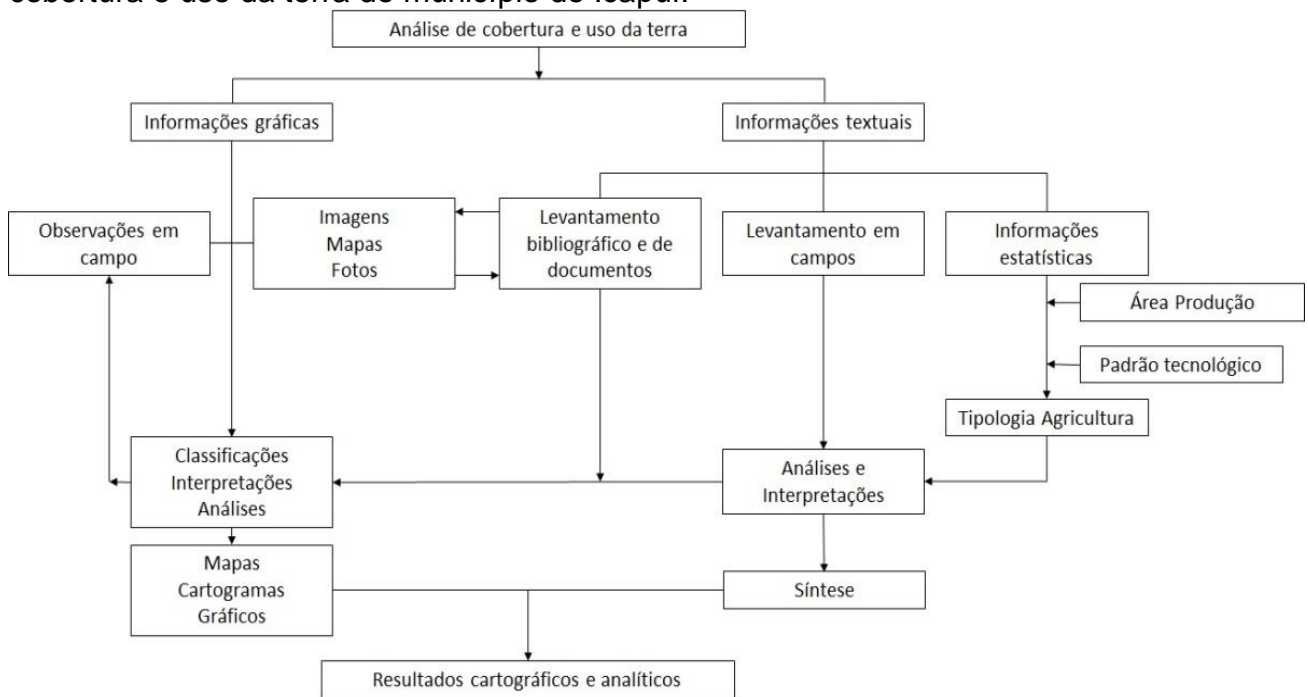
Análise multitemporal (1984-2016) a partir dos mapas de cobertura e uso da terra

A análise multitemporal das cenas do satélite Landsat 5 permitiu mapear a evolução da cobertura e uso da terra do município em estudo, entre os anos de 1984 e 2016. Isso tornou possível determinar as formas de cobertura e uso da terra, buscando avaliar a capacidade de suporte do ambiente, esse mapeamento possui relevância para o manejo do território, pois traz o real conhecimento das formas de uso e de ocupação do espaço, servindo como ferramenta de planejamento e de orientação.

Retratar as formas e a dinâmica de ocupação da terra é um valioso instrumento na construção dos indicadores ambientais que permitem avaliar a capacidade de suporte do ambiente. Tal conhecimento sobre o uso da terra tem obtido relevância pela necessidade de garantir meios apropriados para a gestão e controle dos recursos naturais (CUNHA e PINTON, 2012).

O levantamento da cobertura e uso da terra permitiu determinar a distribuição geográfica de cada classe de uso, através de padrões homogêneos da cobertura terrestre (IBGE, 2013), sendo utilizados os procedimentos técnicos e metodológicos desenvolvidos pelo IBGE (2013), exemplificado figura 6. Dessa forma, foi possível correlacionar as classes mapeadas à realidade terrestre e às informações estatísticas do município, trabalhando-se com a noção de homogeneidade e de heterogeneidade de cada uma das classes mapeadas, considerando as identificações nas imagens, a classificação inicial e o mapa final.

Figura 6 - Fluxograma dos procedimentos técnicos metodológicos para o mapeamento da cobertura e uso da terra do município de Icapuí.



Fonte: Modificado do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

O levantamento da cobertura e uso da terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, através de padrões homogêneos da cobertura terrestre, devendo envolver pesquisas de escritório e de campo voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando a sua classificação e espacialização através de cartas (IBGE, 2006).

Figura 7 - Fluxograma metodológico para o desenvolvimento do estudo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Mapeamento e caracterização das unidades geomorfológicas

Para o mapeamento e caracterização das unidades geomorfológicas do município de Icapuí, tomou-se como base a interpretação das imagens dos satélites SPOT 5, para toda a extensão do município e das imagens Quickbird, para faixa litorânea, sendo possível, assim, delimitar as unidades mapeadas em diferentes escalas de análise.

A compartimentação geomorfológica deriva de herança da evolução geoambiental e, desta forma, os compartimentos tendem a ter padrões de drenagem superficial, arranjos típicos de solos e características fitofisionômicos singulares e, por consequência, os padrões de ocupação humana são também influenciados (MEDEIROS, 2014). O uso das informações geomorfológicas serve como instrumento para levantamento de informações necessárias que subsidiem o planejamento e gestão do ambiente e possibilitem uma análise e um diagnóstico aprofundados.

Na identificação das unidades morfológicas, os trabalhos de campos foram de fundamental importância, pois mesmo identificando as unidades mapeadas nas cenas SPOT 5, ainda surgiram dúvidas em algumas feições. Essas unidades definem o arranjo de formas altimétricas e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. Depois de elaborado um mapeamento preliminar das classes identificadas, foram averiguadas as verdades terrestres. Foram observados os limites, a declividade, as amplitudes altimétricas e a morfometria desenvolvidos em cada unidade.

As formas de relevo apresentam definição geométrica similar, em função de uma gênese comum e da morfogênese atuante, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais, sendo observadas as alterações de solos e rochas e as feições superficiais. As unidades mapeadas apresentam o maior nível de detalhe, sendo necessário se determinar chaves de interpretação e utilizar todos os dados até aqui desenvolvidos, cenas SPOT 5 e QuickBird, cenas onde foram utilizados os filtros passa alta/baixa, dados morfométricos, e analisando das tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização de todas as unidades identificadas.

Compartimentação e análise dos sistemas ambientais

Os sistemas ambientais correspondem a um modelo de interpretação da paisagem, a partir dos elementos que a compõem, resultado de uma combinação entre o potencial ecológico (subsistema abiótico, englobando o clima, a hidrologia, geologia e a geomorfologia), exploração biológica (subsistema biótico, contendo a vegetação, solo e fauna) e a ação antrópica (subsistema antrópico) (BERTRAND, 1972).

Para desenvolvimento da compartimentação e análise dos sistemas ambientais da zona costeira do município de Icapuí, foram levadas em consideração as características das unidades (em termos de características cobertura e uso da terra), a compartimentação do terreno (delimitação das zonas levando em consideração as características geomorfológicas), e avaliação e classificação das unidades (em termos de vulnerabilidade), além dos trabalhos de campo e da análise cartográfica do material de sensoriamento remoto.

A determinação da vulnerabilidade dos sistemas ambientais recorreu-se à análise ecodinâmica, utilizando como critérios de interpretação a metodologia desenvolvida por Tricart (1977), que foi adaptada por Souza (2000) para a região nordeste do Brasil. Foram

definidas três categorias, representadas pelas classes de vulnerabilidade Alta, Média e Baixa, com as seguintes características:

Vulnerabilidade baixa: São representadas pelos ambientes em equilíbrio, onde a estabilidade morfogenética prevalece (TRICART,1977; SOUZA, 2000). Essas áreas não apresentam maiores problemas ambientais para o desenvolvimento de atividades humanas, desde que estabelecidos normas e critérios de saneamento ambiental, manutenção da infiltração do solo, não favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos (MEDEIROS, 2014).

Vulnerabilidade média: Consistem nos sistemas ambientais com ecodinâmica de ambientes de transição, onde há frágil equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese (TRICART,1977; SOUZA, 2000). Esses ambientes podem ser influenciados pelas atividades socioeconômicas e por isso requerem critérios específicos de uso e ocupação da terra para que o equilíbrio ambiental não seja alterado (MEDEIROS, 2014).

Vulnerabilidade alta: Correspondem aos sistemas ambientais com ecodinâmica instável e fortemente instável (TRICART,1977; SOUZA, 2000). A definição dessas áreas considera a capacidade de suporte dos sistemas ambientais associada aos processos inadequados de uso e ocupação da terra e as limitações impostas pela legislação ambiental (MEDEIROS, 2014).

4 ANÁLISE MULTITEMPORAL (1984-2016) DA COBERTURA E USO DA TERRA

O levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre, comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013).

Apesar da grande expansão e urbanização da zona costeira, ambientalmente, essa é uma área extremamente frágil, complexa e dinâmica e sujeita a mudanças, porém essa percepção só se estabeleceu à medida que as formas de uso e ocupação dos espaços vão sendo alterados, principalmente devido à forma inadequada na qual as populações se fixam nos territórios, de modo que efeitos erosivos, antes da ocupação eram ignorados por não causarem prejuízos, passam a ser vistos como fator de risco, implicando em questões econômicas e sociais.

O levantamento da cobertura e do uso da terra é de suma importância para o conhecimento da distribuição geográfica das diversas formas de uso do território, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre, comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para a implantação de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial e a gestão dos recursos naturais.

No mapeamento da cobertura e do uso da terra do município de Icapuí buscou-se identificar a distribuição geográfica das principais classes de cobertura terrestre, retratando a atual dinâmica do município, constituindo uma importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão.

Medeiros (2012) ressalta que as diversas coberturas e usos que se dão na terra são frutos de atividades econômicas que, via de regra, privilegiam a antropização desregulada em detrimento da conservação ou preservação dos ambientes ali inseridos, principalmente, nos dias atuais, quando as atividades da indústria e do turismo são apresentadas pelo governo como um dos caminhos indutores ao desenvolvimento socioeconômico do município.

A classificação dos tipos de uso oriunda das imagens de satélite com o auxílio de imagens LANDSAT permitiu uma excelente resposta, possibilitando quantificar e calcular as áreas das classes (Tabela 1) e comparar as diferentes datas.

Tabela 3 – Evolução da área da cobertura e uso da terra do município de Icapuí – CE, segundo a análise temporal utilizando imagens do satélite Landsat 5, sensor TM.

Cobertura e do uso da terra	ÁREAS (Km ²)				
	22/08/1984	27/07/1990	23/08/2000	06/08/2011	16/06/2016
Agricultura	104,18	95,68	102,42	96,58	88,42
Águas Continentais	6,11	4,87	3,57	8,54	8,42
Faixa de Praia	6,91	6,57	6,70	6,61	6,97
Dunas	6,08	6,90	5,03	3,95	3,95
Mangue	4,50	4,62	2,10	8,01	8,01
Salina	1,24	2,34	4,70	4,90	1,86
Solo Exposto	5,76	50,34	66,25	48,85	53,60
Área Urbana	0,91	1,87	2,84	5,71	5,76
Vegetação arbustiva tabuleiro	93,93	95,77	126,12	115,96	118,19
Vegetação densa tabuleiro	193,83	153,30	103,72	124,34	128,27
sombra / nuvem	-	1,19	-	-	

Fonte: Elaboração dos autores utilizando imagens do satélite Landsat 5, sensor TM.

A evolução quantitativa do mapeamento da cobertura e do uso da terra do município de Icapuí pode ser verificada no gráfico da figura 8.

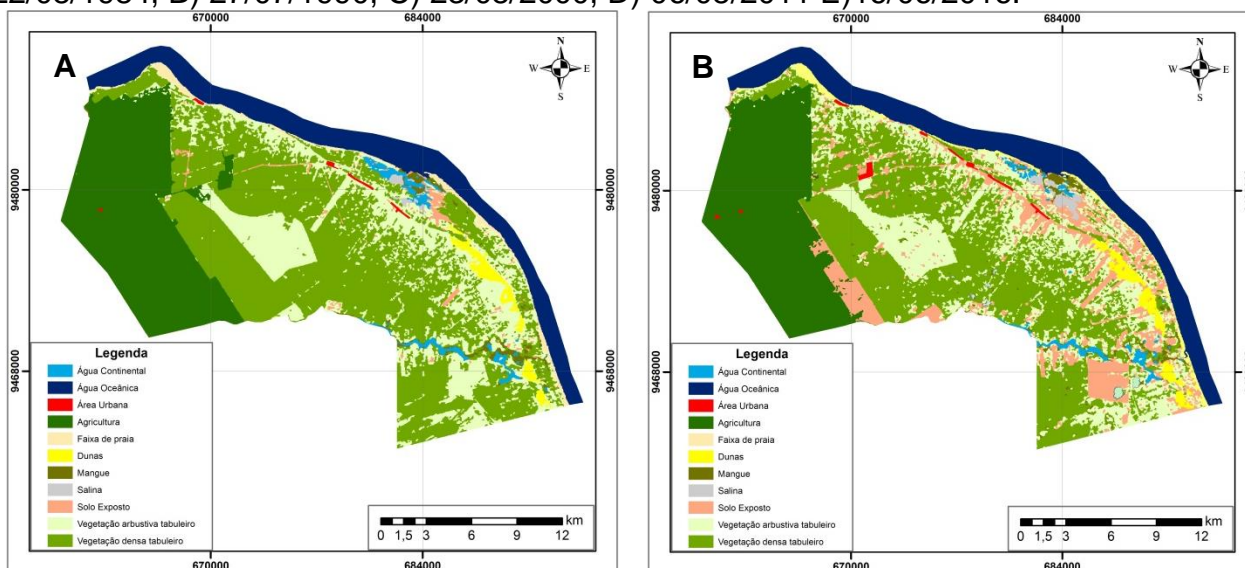
Na Figura 8, pode-se observar a quantificação das áreas identificadas e mapeadas para cada ano em estudo. Já no ano inicial do estudo (1984), há uma predominância maior de área com vegetação densa de tabuleiro representando 41% da área do município, o que corresponde a 193,83km². Dentre as outras classes que tiveram representatividade, destacou-se a vegetação arbustiva de tabuleiro, representando 20% da área e áreas agricultáveis, representando 22% da área total.

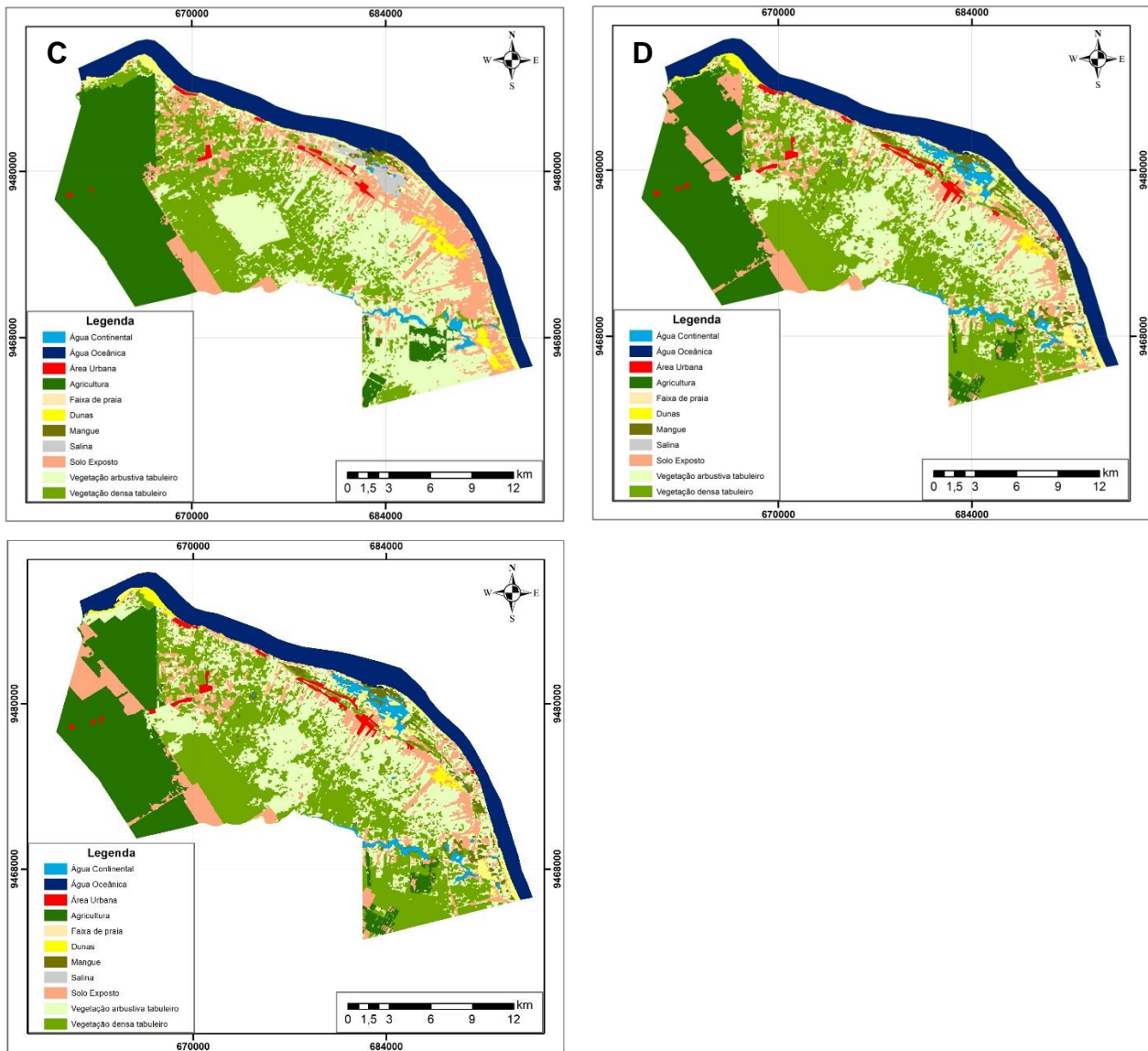
Observam-se algumas modificações nos percentuais das classes mapeadas entre os anos de 1984 e 1990, passou-se a ter 32% de vegetação densa de tabuleiro, representando uma perda de 9% de área mapeada, 20% de áreas agricultáveis e 11% de mangue (Figura 8).

A vegetação densa de tabuleiro apresenta uma diversidade de espécies destacando: a imburana (*Cammiphora leptophleos*), jucá (*Caesalpineia férrea*), catingueira (*Caesalpineia bracteosa*), podoi (*Copaifera cearensis*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), ubaia (*Eugenia sp*), pau d'arco (*Tabebuia impetiginosa*), pereiro (*Aspidosperma pyriformium*), pinhão (*Jatropha molíssima*), catanduba (*Peptadenia moniliformes*), jurema branca (*Pepitadenia stipulacea*), davi (*Strichnos parvifolia*), Guabiraba (*Compomaneasia sp*) e angélica (*Guetarda angélica*) (MEIRELES E SANTOS, 2012).

Evidenciou-se que a vegetação arbustiva de tabuleiro passou a ser a classe de maior representatividade do ano de 1990 para o ano de 2000, passando de 20% para 27% de área mapeada, havendo uma clara perda de vegetação densa de tabuleiro, que veio perdendo área, passando de 41% (1984) para 22% de área mapeada. A figura 9 apresenta os mapas dos anos de 1984, 1990, 2000, 2011 2016 mostrando as modificações sofridas no município nesses 32 anos de análise.

Figura 8 - Cartogramas da cobertura e do uso da terra, datadas, respectivamente, de A) 22/08/1984, B) 27/07/1990, C) 23/08/2000, D) 06/08/2011 E)16/06/2016.





Fonte: Elaborado pelos autores.

Já no ano de 2011, a vegetação densa de tabuleiro apresenta uma recuperação, voltando aos 27% de área mapeada no município. A vegetação arbustiva de tabuleiro passou de 7% para 9% entre os anos de 2000 e 2011; enquanto a área de agricultura saiu de 21% para 19 %, nessa área desenvolvem-se cultivos principalmente de abacaxi, feijão, mandioca, melancia e milho e a monocultura do caju, em grande escala, que tem provocado significativas alterações no uso das terras setentrionais do município. Hoje, a castanha de caju é um dos principais produtos agrícolas comercializados e grandes porções de terras são destinadas à monocultura desta espécie.

As salinas permaneceram representando 1% da área mapeada durante todos os anos de estudo, essa área engloba as atividades econômicas relacionadas às indústrias

salineiras que têm gerado alguns impactos ao meio ambiente, como: o desmatamento dos manguezais para a implantação de suas instalações e o impacto de seus resíduos nos recursos hídricos; com a carcinicultura que, inicialmente, passa a ocupar antigas salinas, mas logo começa a se expandir para outras áreas, ameaçando a sustentabilidade dos manguezais do município, principalmente na área da Barra Grande, além de entrar em conflito com diversas atividades sócioeconômicas como a pesca, a coleta de mariscos e o turismo ecológico.

Entre os anos de 1984 e 1990, a área de mangue apresentava aproximadamente 1% da área mapeada, já nos anos 2000, a área total desse geoambiente caiu para 0,5%, segundo levantamento da Aquasis, a exploração do sal marinho (salinas) e a carcinicultura causaram grande impacto ambiental nas áreas de manguezal. Com a criação da Área de proteção ambiental (APA) do manguezal da Barra Grande, através da Lei Municipal nº 298/00 de 12 de mai de 2000, podemos observar a partir de 2011, uma recuperação do mangue que passou a representar cerca de 2% da área total do município. Apesar da pequena representatividade, possui uma área aproximada de 168,65 hectares definida de acordo com sua distribuição ao longo dos canais de maré. Esse ecossistema depende diretamente dos processos biológicos, sedimentares e hidrodinâmicos que se desenvolvem em vários setores. Em Icapuí, os mangues estão mais desenvolvidos às margens do estuário Barra Grandes e estão fortemente fragmentados pelas salinas e fazendas de camarão (MEIRELES, 2009). Como pode ser observado na figura 9.

Figura 9 - Fotografias tiradas no trabalho de campo: A) vegetação de mangue; B) salinas; C) vegetação de tabuleiro.





Fonte: Fotografias tiradas no trabalho de campo pelos autores

A importância desse ecossistema costeiro é inquestionável, principalmente, pela sua riqueza biológica que faz com que essas áreas se tornem grandes "berçários" naturais, tanto para as espécies características desses ambientes, como para outros animais que migram para essa região, além de contribuírem para proteção da linha de costa.

Comparando 1984 e 2016, podemos avaliar a evolução da cobertura e uso da terra durante todo o período de estudo, onde foi ressaltado a classe de solo exposto, que saltou de uma representatividade de 1,36% das classes mapeadas para 12,66% da cobertura total mapeada. Também temos a classe de vegetação arbustiva de tabuleiro que passou de 22,18% para 27,91% da cobertura total do município. A classe que mais regrediu foi a de vegetação densa de tabuleiro, que em 1984 representava 45,77% da área total do município e em 2016 reduziu para 30% do mesmo, representando mais de 15% de perda de vegetação densa.

5 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Diante da recente preocupação de se planejar racionalmente a ocupação e uso dos espaços costeiros, resultado também dos constantes problemas ocasionados da interferência direta e indireta no balanço dos sedimentos costeiros, a geomorfologia torna-se uma importante ferramenta para o planejamento da zona costeira, em face do seu aspecto dinâmico e essencial, inter e multidisciplinar.

Dentre os procedimentos utilizados, pode-se realizar um levantamento bibliográfico da área do município de Icapuí, que identificados e catalogados, permite-se comparar e avaliar os resultados gerados. Seguindo os procedimentos, foram adquiridos dados cartográficos da área em interesse, podendo destacar a dificuldade referentes a escala cartográfica da pesquisa, já que foram encontrados dados de diferentes instituições em escala cartográfica médias e baixas, sendo necessário a interpretação da geomorfologia.

Após as primeiras interpretações da cartografia, realizou-se trabalhos de campo a fim de verificar a veracidade e confiabilidade dos dados mapeados. Na geração dos mapas temáticos, para a fotointerpretação das feições geomorfológicas, adotou-se a escala de detalhe 1:50.000. Devido à complexidade da área, para fins do mapeamento, a representação dos elementos do relevo foi feita a fotointerpretação que possibilitou a identificação e representação das formas presentes na área em estudo.

O avanço e recuo da linha de costa, através da ação das ondas, marés, correntes marinhas e ventos, associados aos efeitos das mudanças do nível do mar, em contato com uma diversidade de conjuntos morfológicos e ecodinâmicos, produziram como resultados extensas planícies costeiras ao longo do litoral brasileiro (MEIRELES, 2002).

Segundo Christofolletti (1980), a geomorfologia litorânea preocupa-se em estudar as paisagens resultantes da morfogênese marinha, na zona de contato entre as terras e os mares. É uma ciência muito complexa por causa da interferência de processos marinhos e subaéreos sobre estruturas e litologias muito variadas. No litoral, as formas de relevo podem ser resultado tanto da ação erosiva como da deposição que caracterizam as costas escarpadas e as costas baixas ou planas. Esses processos morfogenéticos que atuam sobre as formas de relevo das costas são controlados por vários fatores ambientais, como o geológico, o climático, o bióticos e os fatores oceanográficos.

Conforme Souto (2004), a geomorfologia costeira é resultado da ação constante de processos do meio físico, das condições climáticas, da variação do nível do mar, da geologia local, das atividades neotectônicas e da composição sedimentar fornecido pelos rios e oceanos. Dessa forma, torna-se fundamental a compreensão dos aspectos geomorfológicos da área em estudo, levando em consideração a sua estrutura, os fatores de formação endógenos e os fatores exógenos, determinando, assim, o modelado do relevo e a dinâmica da superfície.

Icapuí possui unidades geomorfológicas diferenciadas do restante do litoral cearense, além de evidenciar uma das maiores diversidades de componentes morfológicos que constata as flutuações relativas do nível do mar desde o Pleistoceno. De acordo com Meireles (2012), essas unidades são decorrentes das mudanças do nível relativo do mar e flutuações climáticas durante o período geológico denominado de Quaternário. Elas apresentam formas elaboradas, através da presença marcante das ondas e marés, originada durante a regressão subsequente ao máximo de 123.000 anos A.P.

Provavelmente, o nível do mar estava a, aproximadamente, 8m acima do atual, formando os terraços marinhos pleistocênicos, além de morfologias como: praias, lagoas costeiras e interdunares, sistema estuarino lagunar, falésias e tabuleiros.

Os terraços marinhos (pleistocênico e holocênico) evidenciados na planície costeira de Icapuí são depósitos antigos de sedimentos e refletem dois pontos básicos no que diz respeito à evolução geomorfológica da região: i) caracterizam influências dos processos transgressivos na construção da planície desde o último grande período interglacial, por volta de 123.000 anos A.P. e ii) mostram que os processos tectônicos, com movimentos verticais mais proeminentes (isostasia, tectono-eustasia, sedimento-eustasia), não foram preponderantes na evolução da planície, pois os terraços encontram-se no mesmo nível de base que foram originados. Processos tectônicos de soerguimento certamente teriam arrasado (erosionado) com essa morfologia. A não ocorrência mais generalizada ao longo do litoral está, possivelmente, relacionada à erosão provocada durante a última transgressão, a qual, durante o processo regressivo subsequente, originou os terraços marinhos holocênicos (MEIRELES *et. al*, 2005).

Mireles (2012) afirma que o terraço marinho pleistocênico - praias antigas com mais de 10 mil anos de idade – disposto na área central e mais interna da planície, nas proximidades da sede de Icapuí, com uma altitude de até 8 m acima do nível atual do mar, está posicionado no sopé da paleofalésia. Encontra-se praticamente extinto, pois foi utilizado para a construção de viveiros de camarão e ampliação das salinas.

O segundo conjunto de terraços marinhos, de idade holocênica, apresentou uma altitude média de 4 m acima do nível atual do mar e ocupa grande parte da planície costeira. Nestas praias também antigas (um pouco mais recente que as pleistocênicas) e, originando terrenos (depósitos) mais baixos que os anteriores, podem ser observados que em Icapuí estão ocupados pelos moradores, coqueirais e carnaubais. Apresentam uma área de 3.065 hectares e aparecem na paisagem devido à variação do nível do mar, mais especificamente devido aos últimos eventos regressivos. (MEIRELES *et al.*, 2005)

Já as praias são definidas por Muehe (2008) como depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação das ondas e marés e atua como um importante elemento de proteção do litoral.

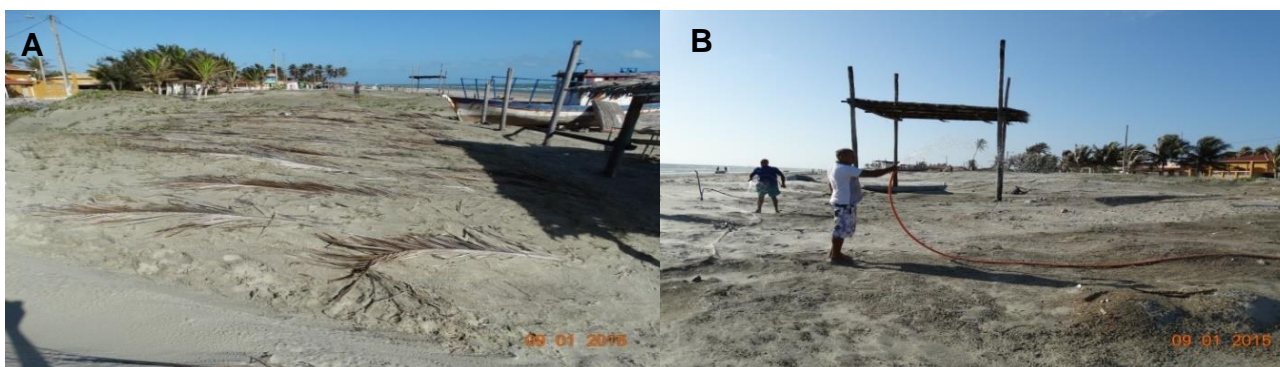
Em Icapuí, a faixa de praia apresenta baixa declividade, normalmente menor que 5°, com ondas deslizantes de altura média que variam de 8 a 15 cm, chegando perpendicularmente à praia em uma frequência de 5 a 8 ondas por minuto (SILVA, 2003).

As principais fontes de origem de sedimentos que explicam a formação e manutenção das praias são os canais fluviomarinhos, a erosão das falésias e as praias antigas que sofrem o ataque das ondas na maré alta e as areias biodetríticas da plataforma continental (MEIRELES, 2012).

A região de Icapuí tem praias de perfil dissipativo e são mais expostas. Apresentam uma zona de surfe larga, devido à incidência de ondas de alta energia aonde vão se dissipando. Com isso, na face da praia, a energia de onda é baixa, com granulometria mais fina, grande estoque de areia e pouca declividade, a arrebentação é do tipo deslizante e as correntes de retorno não são muito persistentes.

De acordo com Fernandes *et al.* (2015), as praias do litoral de Icapuí estão sujeitas a processos contínuos de erosão, que podem ser observados ao longo das praias de Redonda, Peroba, Barreirinha e Barreiras e progradação, que ocorrem nas áreas mais protegidas, como a praia de Ponta Grossa e Tremembé, por exemplo. Essas praias sofrem constantemente com o avanço da areia sobre a comunidade, gerando vários transtornos para os moradores que tentam de forma paliativa conter esse deslocamento de sedimentos ocasionados pelos ventos (Figura 10).

Figura 10 - A) palhas de coqueiro colocadas sobre areia na tentativa de conter seu avanço; B) tentativa dos moradores de contenção do avanço da areia sobre a comunidade de Tremembé; C) areia retirada da localidade de Tremembé e colocada na faixa de praia D) extensa faixa praial na localidade de Tremembé; E) terraços marinhos (pleistocênico e holocênico) atualmente estão ocupados pelos moradores, coqueirais e carnaubais.



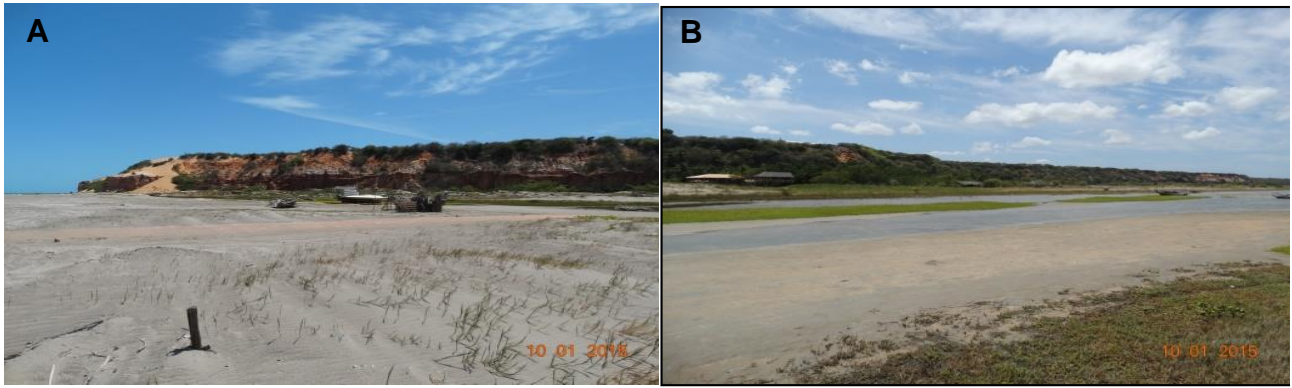


Fonte: Fotografias tiradas no trabalho de campo pelos autores.

As lagoas costeiras e interdunares estão dispostas ao longo da planície, possuem tamanhos variados e normalmente se encontram associadas à presença de dunas (lagos interdunares) e/ou terraços marinhos holocênicos, além de possuírem características sazonais (MEIRELES, 2012).

Em Icapuí, as areias para a formação das dunas foram sendo remobilizadas dos primeiros terraços marinho no início do período regressivo que originou os “morros” de Icapuí. As dunas ocupam uma área de 643,0 hectares e estão distribuídas principalmente na parte leste do litoral, as mais antigas localizadas em Barreira da Sereia até Ponta Grossa e Retiro Grande, foram fixadas por uma cobertura vegetal arbórea e estão posicionadas no extremo da planície costeira, sobre o tabuleiro pré-litorâneo. As dunas dispostas sobre os terraços marinhos (Figura 11) são as mais frequentes e estão presentes, preferencialmente, na porção leste do canal Barra Grande (MEIRELES, 2012).

Figura 11 - A) barras arenosas, localizadas na praia de Ponta Grossa; B) lagoas costeiras.



Fonte: Fotografias tiradas no trabalho de campo pelos autores.

O sistema estuarino-lagunar foi originado através das oscilações das marés durante o evento regressivo no qual o mar atinge a cota atual. São canais rasos que se acumulam em bancos de areias podendo evoluir para depósitos arenosos argilosos, dando origem aos bosques de mangue. É um dos sistemas geoambientais mais dinâmicos e reativos com as oscilações do nível do mar, ou seja, com as mudanças climáticas.

No município em estudo, esse sistema tem sua hidrodinâmica relacionada com o aporte de água doce do aquífero (nascentes e olhos d'água dos “morros” entre Ibicuitaba e a Serra da Mutamba) e o sistema lagunar está vinculado com o canal estuarino Barra Grande que nasce no sopé da falésia e está relacionado ao tabuleiro, laguna dos Cajuais e terraços marinhos de onde recebe água doce e salobra originando o ecossistema manguezal (MEIRELES, 2009).

As paleofalésias localmente denominadas de “morros” foram originadas quando o nível do mar se encontrava mais elevado que o atual, com aproximadamente 30 km de extensão, escarpas com altitude média de 15 metros e sentido sudeste-noroeste (MEIRELES, 2012).

As falésias constituem uma das feições geomorfológicas mais importantes do litoral de Icapuí (Figura 12), são definidas por Christofolletti (1980), como um ressalto não coberto pela vegetação, com declividades abruptas e alturas variadas, localiza-se na linha de contato entre a terra e o mar, ou seja, são feições submetidas a um intenso processo de erosão, através da ação das ondas sobre as rochas litorâneas.

Podemos observá-las no litoral em estudo, ao longo das praias de Ponta Grossa, Peroba e Redonda, as falésias possuem diferentes tons em sua coloração, o que Silva (2003) afirma ser uma importante evidência de que pelo menos três tipos de materiais distintos façam parte de sua composição, depositados em diferentes épocas.

Sousa *et al.* (2008) relatam que em Icapuí são encontradas falésias que mostram rochas de várias formações geológicas, na base destas ocorre uma unidade carbonática correlacionada à Formação Jandaíra que é capeada por três unidades siliciclásticas pertencentes às formações Barreiras, Tibau e Potengi.

Figura 12 - Avanço marinho sobre as falésias e erosão das falésias na praia de Redonda.



O Tabuleiro é o relevo de maior abrangência no município, seu limite interior marca o contato entre sedimentos continentais com os da planície costeira, delimitado por uma falésia morta de aproximadamente 30 km de extensão. Segundo Meireles (2009), o relevo plano e suavemente ondulado está coberto por vegetação de tabuleiro, bastante antropizada, devido sua utilização para o plantio de subsistência e cajueiros.

6 COMPARTIMENTAÇÃO E ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

A caracterização dos sistemas ambientais, se destaca como método para compreender o espaço geográfico em uma determinada porção espacial, tendo em vista que o estudo das unidades geoambientais fornece elementos para o conhecimento da estrutura e do funcionamento da natureza, proporcionando, assim, o planejamento racional de uso e ocupação da terra (GOMES, 2015).

Para a delimitação dos sistemas e unidades geoambientais, considera-se a análise geomorfológica como elemento de fundamental importância, pois, com os limites do relevo, as feições do modelado são mais facilmente identificadas (SOUZA, OLIVEIRA E GRANGEIRO, 2002).

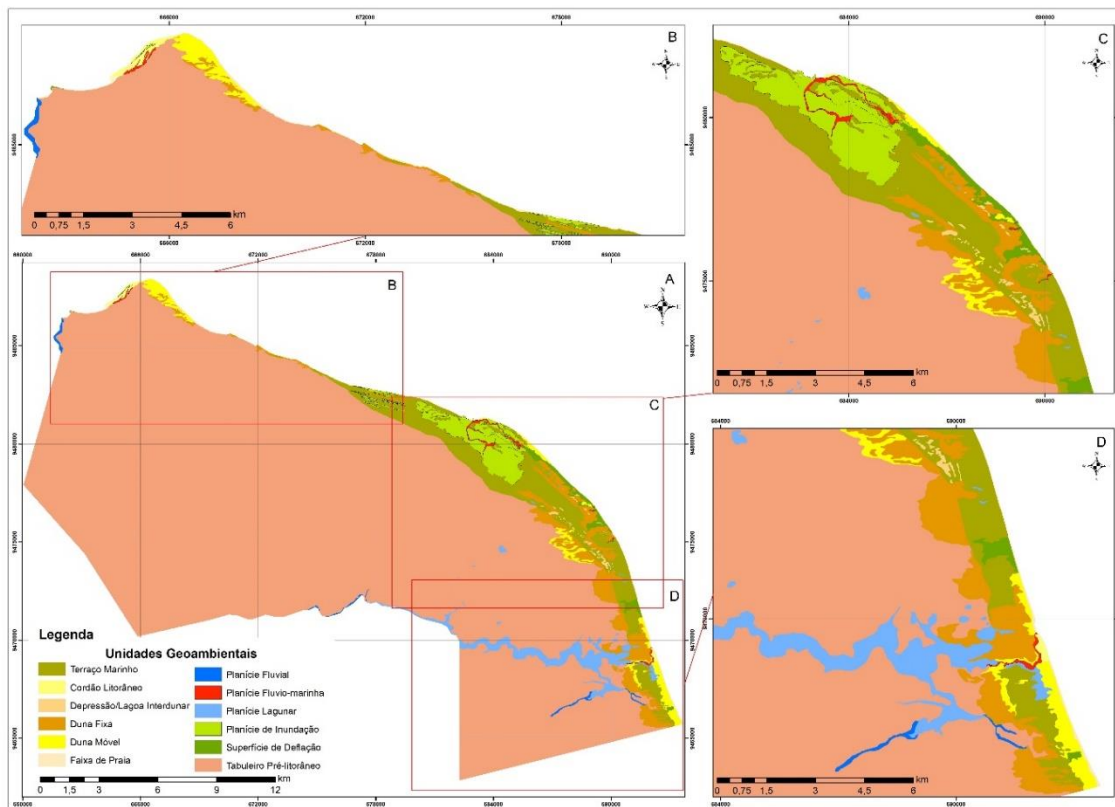
Partindo dos princípios da metodologia desenvolvida por Souza (2000) que se baseia nos preceitos da análise geoambiental, a organização das legendas foi hierarquizada em função das ordens de grandezas, os sistemas e as unidades geoambientais (Bertrand, 1969). O Município de Icapuí foi subdividido, como está exposta na tabela 12 e na figura 36, da seguinte forma: depressão/lagoa interdunar, duna fixa, duna móvel, dunas frontais superfície de deflação ativa, superfície de deflação estabilizada, planície fluvial, planície

fluviolacustre, planície lacustre, tabuleiro pré-litorâneo, cordão litorâneo, planície fluviomarinha, planície lagunar, praia e terraço marinho.

Tabela 3 - Sistemas e unidades geoambientais

SISTEMAS	UNIDADES GEOAMBIENTAIS
Eólico/Campos de Dunas	Depressão/Lagoa Interdunar
	Duna Fixa
	Duna Móvel
	Superfície de Deflação
Fluvial	Planície Fluvial
Tabuleiro	Tabuleiro Pré-litorâneo
Litorâneo	Cordão Litorâneo
	Planície Fluviomarinha
	Planície Lagunar
	Praia
	Terraço Marinho

Figura 13 - Unidades Geoambientais do Município de Icapuí.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.1 Unidades Geoambientais: Depressão/Lagoa Interdunar

A Unidade Geoambiental das Depressões/Lagoas Interdunares está inserida nos campos de dunas, localizada em regiões mais rebaixadas desses campos, em sedimentos arenosos, vegetação herbácea ou mesmo afloramento do lençol freático com presença de corpos d'água. Seus solos são incipientes e quando se consolidam, formam Neossolos Quartzarênicos.

Essas dunas funcionam como aquíferos retendo a água da chuva por serem constituídas de sedimento arenoso inconsolidado. Devido a oscilações sazonais relacionadas as condições climáticas, o lençol freático apresenta variações, ficando evidenciadas neste compartimento de depressão.

6.2 Unidades Geoambientais: Duna Fixa

As dunas fixas são formadas por sedimentos do depósito eólico, possuem litologia arenosa média a fina, quartzosa, com estratificação plano-paralela horizontal, cruzada e

com cores que variam do branco, cinza e alaranjado. Predomina a formação de Neossolos Quartzarênicos (Figura 14). Apresentam recobertas por vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea. Tendem a desenvolver horizonte de solo mais espesso e, em sua generalidade, inclui as paleodunas e mantos eólicos.

Figura 14 - Dunas fixas são formadas por sedimentos do depósito eólico.



Fonte: Foto tirada pela autora.

6.3 Unidades Geoambientais: Duna Móvel

As Dunas Móveis (Figura 15) apresentam sedimento arenoso exposto em sua totalidade, composto por sedimentos arenosos finos a muito finos, quartzosos na sua essência, com ocorrência esparsa de fragmentos de conchas, estratificação plano-paralela horizontal, cruzada, por vezes acanalada, com formação de Neossolos Quartzarênicos. Algumas vezes, possuem uma vegetação herbácea que não consegue restringir por completo o processo erosivo eólico, produzindo áreas depressionárias onde, muitas vezes, fica exposto o lençol freático em forma de pequenas lagoas interdunares. Encontram-se dispostas em um sistema geológico deposicional transicional típico de depósitos eólicos, com morfometria, apresenta variação de 5 a 40m de amplitude e clinografia de 3 a 30°.

Figura 15 - Dunas Móveis.



Fonte: Foto tirada pela autora.

6.4 Unidades Geoambientais: Superfície de Deflação

A Superfície de Deflação consiste em áreas com intensa dinâmica de mobilização de material e presença de pacotes de sedimentos de baixa amplitude e corredores preferenciais de deflação. Pode haver a ocorrência de algumas Dunas isoladas. Pedologicamente, predominam os Neossolos Quartzarênicos e os Argissolos, visto que as Superfícies de Deflação se encontram sobre outros compartimentos como Tabuleiros Pré-litorâneos e Terraços Marinhos.

Os padrões morfométricos para esta unidade são os apresentados para a Deflação. O que caracteriza esta subdivisão é o fato de não haver vegetação, ou a vegetação existente ser incipiente e não ter relevância na estabilização dos sedimentos que por ela se mobilizam. Por ser uma área de movimentação de sedimentos ativa, apresenta fragilidade ambiental mais acentuada e sua ocupação implica em interferência na dinâmica de recarga

das dunas associadas. Há ocorrência de vegetação consolidada, em geral, herbácea, recobrando toda área.

Ocorrem, ainda, pacotes sedimentares extensos formados a partir dos corredores preferenciais de deflação e estabilizados pela vegetação. Caracterizam-se por evidenciar com mais frequência o afloramento do lençol freático por meio de áreas alagadas, ocorrendo em geral em períodos mais chuvosos.

6.5 Unidades Geoambientais: Planície Fluvial

Geomorfologicamente, apresenta formas de relevos que se caracterizam pela acumulação, sendo planas resultantes de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais. Os tipos de relevos refletem as formas de acumulação e aplanamento, que é exemplificado por predomínio de sedimentos quartzoarenosos e o terraço fluvial arenito, por conglomerático e argilito arenoso. Prevalencem os sistemas fluviais intermitentes, a despeito da ausência de água em grande parte do ano, apresentam solos mais profundos e de melhor fertilidade (Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos) do que as superfícies aplainadas e pedregosas circunjacentes, além de uma melhor disponibilidade de acesso à água.

6.6 Unidades Geoambientais: Tabuleiro Pré-litorâneo

Essa unidade apresenta formas tabulares com rampas suaves e declividades predominantemente inferiores a 5°, embasamento é sedimentar pouco litificado, com predomínio de solos espessos e bem drenados, com solos espessos e com fertilidade natural baixa a média, predominando Argissolos.

As feições geomorfológicas apresentam amplitude de relevo entre 20 e 50 m e declividade 0 a 5°, com extensos topos planos, esculpidos sobre sedimentos semi-consolidados e rochas sedimentares.

6.7 Unidades Geoambientais: Cordão Litorâneo

Formado por detritos carregados pelo mar que formam flechas e são acumulados, em geral, ao longo da costa de Icapuí, podendo estar paralelos ou perpendiculares à linha de costa (GUERRA; GUERRA, 2009). Presentes na faixa de praia, são áreas instáveis e extremamente dinâmicas de gênese recente, estando em constante processo de

construção e desconstrução, onde predominam solos do tipo Neossolo Quartzarênico (Figura 16).

Essa unidade é formada por áreas de restinga geológica. Estas denominadas “barreiras arenosas inconsolidadas que ocorrem na praia apresentando forma alongada que se apresentam na linha de costa, podendo ocorrer conectados ou não ao continente” (Lei Estadual nº 13.796/2006).

Figura 16 - Cordão Litorâneo.



Fonte: Foto tirada pela autora.

6.8 Unidades Geoambientais: Planície Fluviomarinha

Essa unidade tem sua formação em uma superfície de agradação sedimentar sobre influência das marés, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos periodicamente inundados, com padrão de drenagem meandrante/divagante e baixa capacidade de suporte dos terrenos. A amplitude de relevo tem declividade inferior a 2°, os quais prevalecem terrenos baixos e horizontais, constituídos por sedimentos lamosos (argilosos) ricos em matéria orgânica. Predominam solos do tipo Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos.

Figura 17 - Planície Fluvio-marinha com padrão de drenagem meandrante/divagante e baixa capacidade de suporte dos terrenos.



Fonte: Foto tirada pela autora.

6.9 Unidades Geoambientais: Planície Lagunar

Essa unidade é caracterizada como uma área praticamente plana com influência das águas marinhas e presença de cordões arenosos. Podem se formar mangues sem influência fluvial, alimentados pelas águas marinhas e subterrâneas aflorantes nos Terraços Marinhos cuja recarga, muitas vezes, está associada aos Campos de Dunas nas proximidades. Assemelha-se às Planícies Fluvio-marinhas, porém sem a presença do input fluvial. São popularmente chamados de Lagamares. Predominam solos do tipo Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos (Figura 18).

Figura 18 - Planície Lagunar, como uma área praticamente plana com influência das águas marinhas e presença de cordões arenosos.



Fonte: Foto tirada pela autora.

6.10 Unidades Geoambientais: Praia

Essa unidade apresenta áreas cobertas e descobertas periodicamente pelas águas (Figura 19), acrescida 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 um outro ecossistema (CEARA, 2006).

As praias são depósitos de areias acumuladas pelos agentes de transportes fluviais ou marinhos. Sua largura varia em função da maré e sua constituição é predominantemente de quartzo (GUERRA; GUERRA, 2009).

Figura 19 - As praias são depósitos de areias acumuladas pelos agentes de transportes fluviais ou marinhos.



Fonte: Foto tirada pela autora.

6.11 Unidades Geoambientais: Terraço Marinho

Os terraços marinhos são depósitos sedimentares de origem marinha situados acima do nível médio atual (GUERRA; GUERRA, 2009) e são formados por depósitos marinhos praias do Holoceno Médio a Inferior, quando o nível do mar estava acima do atual. Em relação a sua amplitude, foi adotada como parâmetro, cota menor que 20m e declividade menor que 3°. Predominam solos do tipo Neossolo Quartzarênico (Figura 20).

Figura 20 - Os terraços marinhos são depósitos sedimentares de origem marinha situados acima do nível médio atual.



Fonte: Foto tirada pela autora.

7 VULNERABILIDADE GEOAMBIENTAL

Para análise da vulnerabilidade ambiental, leva-se em consideração a ecodinâmica associada ao processo de uso e ocupação como critério para definição da vulnerabilidade ambiental existente nos sistemas ambientais, contemplando-se o balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos para definir o grau de estabilidade do ambiente (SOUZA et al., 2000).

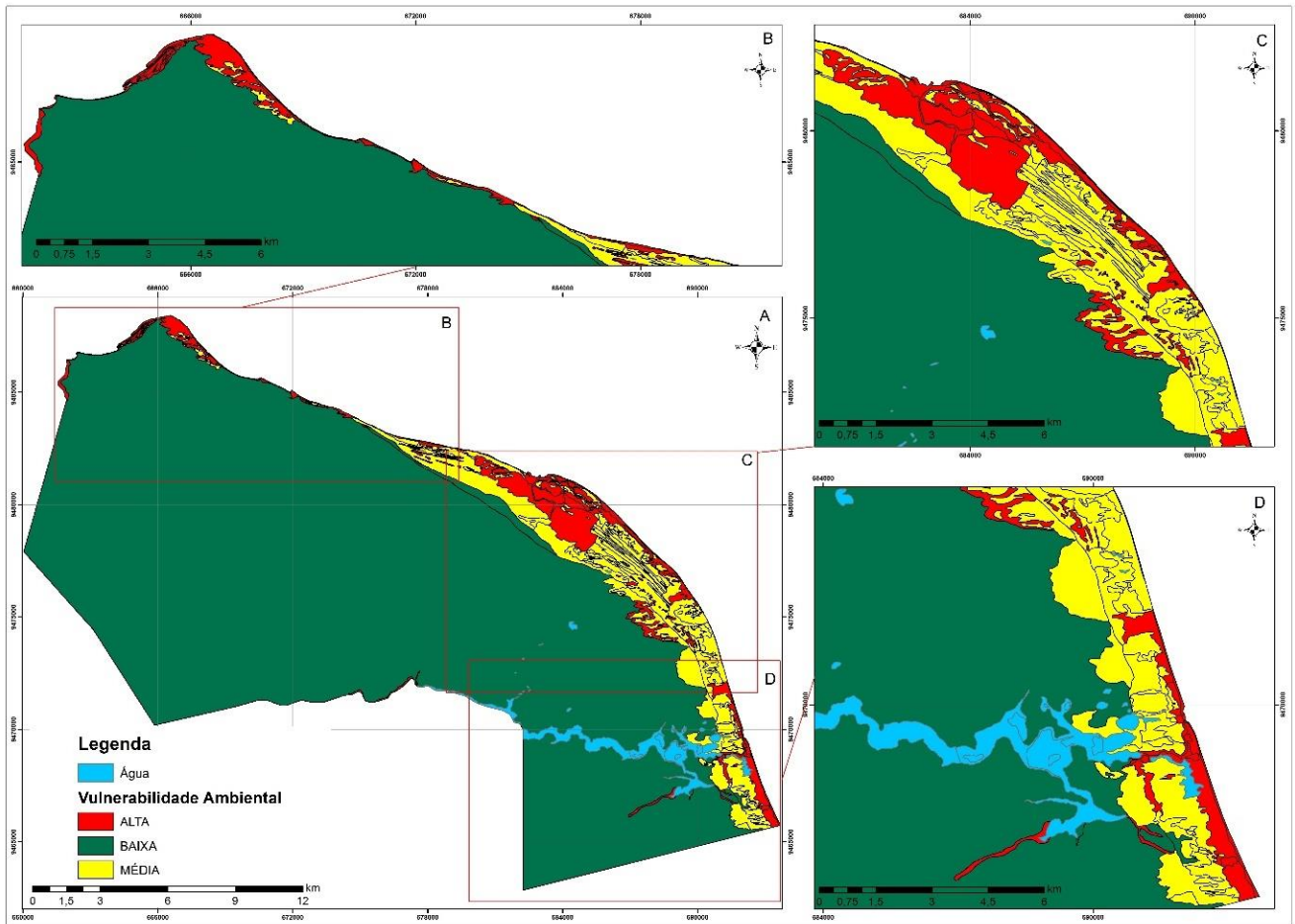
A determinação da vulnerabilidade dos sistemas ambientais, recorreu-se à análise ecodinâmica, utilizando como critérios de interpretação a metodologia desenvolvida por Tricart (1977) e Souza (2000), sendo definidas três categorias, representadas pelas classes de vulnerabilidade Alta, Média e Baixa, com as seguintes características:

Vulnerabilidade baixa: São representadas pelos ambientes em equilíbrio, onde a estabilidade morfogenética prevalece (TRICART,1977; SOUZA, 2000). Essas áreas não apresentam maiores problemas ambientais para o desenvolvimento de atividades humanas, desde que estabelecidos normas e critérios de saneamento ambiental, manutenção da infiltração do solo, não favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos (MEDEIROS, 2014).

Vulnerabilidade média: Consistem nos sistemas ambientais com ecodinâmica de ambientes de transição, onde há frágil equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese (TRICART,1977; SOUZA, 2000). Esses ambientes podem ser influenciados pelas atividades socioeconômicas e por isso requerem critérios específicos de uso e ocupação da terra para que o equilíbrio ambiental não seja alterado (MEDEIROS, 2014).

Vulnerabilidade alta: Correspondem aos sistemas ambientais com ecodinâmica instável e fortemente instável (TRICART,1977; SOUZA, 2000). A definição dessas áreas considera a capacidade de suporte dos sistemas ambientais associada aos processos inadequados de uso e ocupação da terra (Figura 13) e as limitações impostas pela legislação ambiental (MEDEIROS, 2014).

Figura 13. Vulnerabilidade Geoambiental do Município de Icapuí.



Fonte: Elaborado pela autora.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade de dados geoespaciais, imagens de sensoriamento remoto e *softwares* de geoprocessamento, possibilitaram, com precisão, a integração de dados, análise e monitoramento da cobertura e uso da terra do município de Icapuí. Desse modo, foi possível avaliar de forma bastante eficaz a evolução e o estado atual do uso da terra.

Os resultados obtidos no presente estudo indicaram uma tendência de modificação do estado de ocupação do território, havendo uma redução da vegetação densa de tabuleiro em relação às demais classes de vegetação encontradas no município. O período de estudo evidenciou a retirada desordenada da vegetação, não somente nas áreas agricultáveis, como também em áreas que não são utilizadas para agricultura.

Pode-se constatar que, ao longo dos 32 anos (1984 – 2016), houve um aumento de, aproximadamente, 10% de área com solo exposto no município de Icapuí, onde foram observadas as crescentes pressões sobre os recursos naturais e, principalmente, sobre a vegetação.

Os resultados apontam para a necessidade de uma melhor gestão e controle dos recursos naturais de Icapuí, pois ao se retratar as formas e a dinâmica de uso da terra no município, pode-se observar que a degradação ambiental foi e está sendo gerada, principalmente, por uma ocupação desordenada e pelo uso inadequado do meio ambiente, sobretudo, em áreas de grande sensibilidade ambiental, acarretando impactos negativos sobre o meio, causados por processos antrópicos que, conseqüentemente, vêm alterando a geomorfologia da região e contribuindo com a degradação dos ecossistemas costeiros.

Dessa forma, constatou-se que as várias atividades econômicas que se desenvolvem nessa região, tais como o turismo, a pesca, a exploração petrolífera, atividades portuárias, comércio, indústrias entre outras, têm gerado fortes impactos socioambientais (ocupação desordenada, descarte irregular de lixo, esgoto industrial e doméstico, poluição de mananciais, aumento da violência, etc). Esses impactos socioambientais são facilmente percebidos não somente em Icapuí, mas na maior parte das regiões costeiras do Brasil e do mundo e isso tem dificultado bastante a vida das populações residentes.

Esse estudo representa um importante instrumento para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental frente aos diferentes manejos empregados na produção, contribuindo, assim, para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento. Além de servir como subsídio para um

zoneamento geoambiental, pois mostra as principais características dos elementos e aspectos naturais do meio físico e biótico, capazes de conduzir à delimitação do município em diferentes zonas ou unidades, de acordo com os condicionadores naturais, em função dos modificadores socioeconômicos. Estas informações permitem a adequação das necessidades socioeconômicas às possibilidades físicas e ecológicas da região, resultando na ocupação ordenada e sustentável do território.

Desta forma, recomenda-se uma implantação mais efetiva para a conservação da vegetação, um maior controle e respeito ao Código Florestal, no intuito de se ter uma melhor gestão dos recursos naturais, possibilitando a recuperação das áreas degradadas e o estabelecimento da conservação da cobertura vegetal. Para que isso ocorra, torna-se fundamental a existência de um planejamento e gerenciamento adequados e realizados de forma integrada, visando, sobretudo o desenvolvimento e a proteção das áreas costeiras e o uso de seus recursos naturais de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo, 2005.
- BECKER, B.; EGLER, C.A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos estados da Amazônia Legal**. MMA-SAE-PR, Brasília, 1996.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: Editora Gráfica Cariú, Caderno de Ciências da terra, 1972.
- CARDENAS, F.P.A. **Zoneamento Geoambiental de uma parte da Bacia do Rio Nechi – Colômbia, por meio de Técnicas de Geoprocessamento**. . Dissertação (Mestrado em Geologia)-Instituto de Geologia, UnB, Brasília. 1999.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 1994.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 05/10/2016
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 2ª edição, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento**. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Org.). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 415-440..
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. ??? (MAPA GEOLÓGICO) 2003.
- CRISPIM, A.B. **Sistemas Ambientais e Vulnerabilidades ao uso da Terra no vale do rio Pacoti-ce: subsídio ao ordenamento territorial**. Fortaleza, 2011. UECE.CCT. Departamento de Geociências. Mestrado em Geografia.
- CUNHA, C.M.L ; PINTON, G.L. **Avaliação da capacidade de uso da Terra da bacia do córrego do cavaleiro – Analândia-SP**. Revista de Geociências. V.31. n.3. SP.
- FERNANDES, L.R.; DUARTE, C.R.; SOUTO, M.V.S.; AMARO, V.E. **Análise temporal em curto tempo das barras arenosas na praia de Ponta Grossa, região costeira de Icapuí/CE**. In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE, 2015.
- FIRMINO, J.L.N. **Análise comparativa preliminar do Índice de Vegetação derivado do Satélite Landsat - 5 para a cidade de São João do Rio do Peixe na Paraíba com a precipitação**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril de 2009, INPE, p. 3801-3807.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo - SP. Editora Oficina de Textos. 2008FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. ??? 2010.
- GOMES, D.D.M.; MENDES, L.M.S.; MEDEIROS, C.N.; VERÍSSIMO, C.U.V. **Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio**

Jaibaras no Estado do Ceará. Geografia. Ensino & Pesquisa (UFSM), v. 15, nº 2, p. 41-62, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: junho de 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual técnico de uso da terra.** 3ª Edição, 171 p. 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: março de 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual técnico de uso da terra.** 2ª Edição, 91 p. 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: março de 2015.

INPE - Brasil, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Processamento Digital de Imagens.** São José dos Campos, 2003. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/dpi_com.htm Acesso em junho, 2015.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará. ??? 2013.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará. **Anuário Estatístico do Ceará 2014.** Fortaleza: 2014. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br>. Acesso em junho de 2015. Fortaleza: IPECE, 2015.

LIMA, R.S; CÂNDIDO JUNIOR, J.F. **A importância do componente socioeconômico para o estudo e elaboração de planos de manejo e unidades de conservação.** UNIOESTE, Revista Faz Ciência, v. 7, nº 1, p.61-78, 2005.

MEDEIROS, C.N.; PETTA, R.A.; DUARTE, C.R. **Estudo do meio físico para avaliação da vulnerabilidade à ocupação humana do município de Parnamirim (RN), utilizando técnicas de geoprocessamento.** Revista Geociências, ano 24, n. 3. p. 239-253, out. 2005. ISBN: 0101-9082.

MEDEIROS, C.N. **Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia-ce: subsídio ao ordenamento territorial.** Fortaleza. Tese (doutorado)-UECE. CCT, 2014.

MEIRELES, A.J.A. **Um modelo geomorfológico integrado para a planície costeira de Jericoacoara.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.

MEIRELES, A.J.A.; ARRUDA. M.G.C.; GORAYEB, A.; THIERS, P.R.L. **Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 04, número 08, 2005.

MEIRELES, A.J.A. **Informação de qualidade. A importância do conhecimento para conservação: Diagnóstico Geoambiental da planície costeira de Icapuí, extremo leste do Ceará, Nordeste do Brasil.** In: Projeto de Olho na Água: estratégia para sustentabilidade / Coordenador: João Bosco Priamo Carbogim. 1ª ed. Fortaleza, CE. Editora: Fundação Brasil Cidadão, 2009.

MEIRELES, A.J.A. **Atlas de Icapuí.** 1ª ed., Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil.** 3ª ed. Brasília: MMA, 2006.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Geo Catálogo.** Imagens de Satélite RapidEye do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2014. Disponível em: <http://geocatalogo.ibama.gov.br/> . Acesso em: Janeiro de 2016.

MORAIS, L.M.F.A. **Expansão urbana e qualidade ambiental no litoral de João Pessoa-PB.** UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA MESTRADO, 2009.

MOURA, M.R, Dinâmica Costeira e Vulnerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz – Ceará. UFC. Programa de pós-graduação em geografia. Doutorado em geografia. Fortaleza, 2012.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira.** In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. DA. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos, 2008.

PILACHEVISK, T. **Zoneamento Geoambiental do Município de São João da Boa Vista.** Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, 2013.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental.** São Paulo: Oficinas de Textos, 2006.

ROSSETTI, D. de F. **Ambientes costeiros** In: FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais . São Paulo- SP. Oficina de textos. 2008.

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

SEGUNDO, J.J. **Cidadania participativa: um espaço em construção: Políticas Sociais de combate à pobreza em Icapuí (Ceará, Brasil).** Programa de Gestão Urbana para a América Latina e o Caribe – PGU/ALC, Organização Não Governamental Ágora XXI, Fortaleza – CE, 2003.

Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. 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 / Superintendência Estadual do Meio Ambiente; GEOAMBIENTE – Fortaleza: SEMACE, 2016.SILVA, M.V.N;

MAIA, L.P. **Classificação dos Índices de Sensibilidade Ambiental do Litoral de Icapuí.** II Congresso sobre planejamento e gestão dos países de expressão portuguesa, 2003.

SOUSA, M. J. N. de. 2005, '**Compartimentação geoambiental do Ceará**' in **Ceará: um novo olhar geográfico**, Edições Demócrito Rocha, Fortaleza.

SOUSA, D.C.; JARDIM DE SÁ, E.F.; VITAL, H.; NASCIMENTO, M.A.L. **Falésias na Praia de Ponta Grossa, Icapuí, CE - Importantes deformações tectônicas cenozóicas em rochas sedimentares da Formação Barreiras.** In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza,

C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 24/09/2008 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio120/sitio120.pdf> [atualmente <http://sigep.cprm.gov.br/sitio120/sitio120.pdf>]

SOUTO, M.V.S. **Análise Multitemporal dos elementos Geoambientais da região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, município de Macau/RN.** UFRN. Centro de Ciências Exatas da Terra. Programa de pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica. Natal-RN, 2004.

SOUZA, M.J.N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará.** In: LIMA, L.C.; SOUZA, M.J.N.; MORAIS, J.O. (Org.). Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, M.J.N.; NETO, J.M.; SANTOS, J.O.; GONDIM, M.S. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do plano diretor participativo - PDPFor.** Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 172 p. 2009.

SOUZA, M.J.N.; OLIVEIRA, V.P.V.; GRANJEIRO, C.M.M. **Análise dos atributos geoambientais.** IN: O novo espaço da produção globalizada: O Baixo Jaguaribe-CE/ Denise Elias (organizadora). Fortaleza: FUNECE, 2002.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar.** São Paulo: Blucher, 2003.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro FIBGE/SUPREN, 1977. 97p.

USGS - United States Geological Survey. **Catálogo de Imagens Expolore.** Estados Unidos, 2015. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em junho, 2015.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. **Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data.** Applied Geography, v.32, p.300-309, 2011.

VEDOVELLO, R.; MATTOS, J. T. **A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a Definição de Unidades Geotécnicas. Uma Abordagem a partir de Sensoriamento Remoto.** In: SBCG. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, Anais (CD), 1998, v3