



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

MARIA VALDETE LIRA

**CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DE
BARROQUINHA E CHAVAL, ESTADO DO CEARÁ, POR MEIO DO USO DE
GEOTECNOLOGIAS.**

FORTALEZA

2016

MARIA VALDETE LIRA

CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DE
BARROQUINHA E CHAVAL, ESTADO DO CEARÁ, POR MEIO DO USO DE
GEOTECNOLOGIAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Marinha e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Michael Vandesteem Silva Souto.

Coorientador: Profa. Dra. Cynthia Romariz Duarte.

FORTALEZA

2016

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)

- L745c Lira, Maria Valdete.
Caracterização da Dinâmica Ambiental dos Municípios de Barroquinha e Chaval, Estado do Ceará, por Meio do Uso de Geotecnologias / Maria Valdete Lira. – 2016.
138 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Michael Vandesteem Silva Souto .
Coorientação: Profa. Dra. Cynthia Romariz Duarte.
1. Sensoriamento Remoto. 2. Compartimentação Geoambiental. 3. Ação Antrópica. I. Título.
CDD 551
-

MARIA VALDETE LIRA

CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DE
BARROQUINHA E CHAVAL, ESTADO DO CEARÁ, POR MEIO DO USO DE
GEOTECNOLOGIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Marinha e Ambiental.

Aprovado em: 25/04/2016

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Jader de Oliveira Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ernane Cortez Lima
Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA)

A Deus, por sempre está a meu lado em todos os momentos, e NUNCA desistindo de mim...

AGRADECIMENTOS

A FUNCAP pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio;

Ao Professor Michael Vandesteen por me aguentar e orientar no processo de elaboração deste trabalho;

A Professora Cynthia Duarte por ter me acolhido quando cheguei da Geografia para fazer disciplinas na Geologia, e por me apoiar nas tentativas de mestrado no Departamento de Geologia;

Aos meus amigos e amigas da sala da pós meu ambiente de estudo: Lucyanno Fernandes, Vânia Pires; Karla Leite e Queilane Chaves (por me escutar nas horas de tristezas e sempre me receber com um sorriso);

A Vanda Claudino-Sales por ser a base de todo o meu conhecimento científico e sempre *Arrasante* em seus ensinamentos;

Ao pessoal da Geografia: Raul Carneiro, Luis Ricardo, Henrique Castro, Ponciana Aguiar, Cacau, Ernane Cortez, Sullivan Dantas, Denise da Xerox, Evaldo, Fernandes, Fernando da Coordenação, a minha turma da graduação *La Resistencia dos Los Toscos* entre outros e outros;

A FUNCEME através de meus professores na área de Geoprocessamento do DHIMA: Luiz Guerreiro, Wagner Bezerra, Rony Iglécio, Geyzi Castro, Ana Maria Lebre, Margareth Benício, Sônia Perdigão, Manuel Rodrigues, Neuma e Manuel Barreto, Gleuba e Assis;

A Rosa Maranhão, Cátia Azenha, ao Pepi e a doce Dilma, por me aturarem na casa delas, e obrigado pela deliciosa comida vegana;

A Renata Bandeira amiga/irmã desde a graduação, sempre presente quando mais precisava, Alcione Moreira “carniça”, por escuta meus desabafos e a Pamela Sampaio por sempre me escutar quando preciso e por sua sinceridade;

Ao pessoal da limpeza, por sempre me receberem bem em especial ao Júnior por me preparar a sala da minha qualificação;

Ao Xikim por ter feito “TODOS” os meus mapas, como andam dizendo, mais por toda a ajuda na hora das minhas dúvidas;

Meus familiares os de sangue e os de coração que nunca se importaram por eu perder tempo fazendo um mestrado que não oferece o que eles mais querem “grana”, mais tem aqueles que se orgulham em eu está onde cheguei e que sempre vão está a meu lado mesmo com um monte de títulos e sem um emprego fixo.

“Quase todos os homens são capazes de suportar adversidades, mas se quiser pôr à prova o caráter de um homem, dê-lhe poder”.

Abraham Lincoln

RESUMO

A elaboração deste trabalho se justifica pelo fato da área de estudo não dispor de muitos estudos quanto as características naturais e por apresentar uma diversidade de formas geomorfológicas e nenhum tipo de mapeamento em escala de detalhes destas unidades, assim como a identificação dos sistemas ambientais e do uso e cobertura da terra em escala multitemporal e apresentados em escala de detalhe. A área de estudo está localizada a Noroeste do estado do Ceará, e compreende os municípios de Barroquinha e Chaval, que se encontram em um ambiente com uma diversidade de paisagens de dois domínios geológicos distintos que é o Médio Coreaú representado pelo complexo granitóide de Chaval e pela depressão sertaneja e a Formação Barreira correspondente as planícies flúvio-marinha, campo de dunas móveis e fixas, planície fluvial e tabuleiros costeiros que são ambientes instáveis para a ocupação humana. O presente trabalho tem como objetivo conhecer os aspectos ambientais e elaboração de mapeamento geomorfológico, dos sistemas ambientais e do uso e cobertura da terra através da escala de 1:15.000 e de apresentação 1:125.000, através de técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto. A metodologia aplicada passou da análise de imagens de alta e média resolução do RapidEye de 2012 e Landsat 8 de 2015, através de combinação de cores favorecesse o realce e a identificação das unidades de relevo que foi utilizado como base para a construção dos mapas dos sistemas ambientais, estabelecendo as potencialidade e limitações quanto ao uso da terra e a elaboração de mapas multitemporal de uso e cobertura da terra com a quantificação e comparação das unidades. Os resultados encontrados foi a identificação e quantificação das unidades de relevo que servirão como aporte para a identificação dos sistemas ambientais predominantes na área de estudo, assim com a identificação dos tipos de uso e ocupação do solo. A integração da interpretação de imagens e o reconhecimento de campo possibilitou a identificação do principal fator responsável pelas mudanças na paisagem local que é o homem, podendo assim os mapas gerados servirem como subsídios para o planejamento ambiental dos municípios em estudo.

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto. Compartimentação Geoambiental. Ação Antrópica.

ABSTRACT

The preparation of this work is justified because of the study area the natural characteristics do not dispose of many studies how much and because of presenting a diversity of forms geomorphological and no type of mapping in scale of details of these unities, as well as the identification of the environmental systems and of the use and covering of the land in scale multistorm and presented in detail scale. The area if study is located the Northwest of the state of the Ceará, and it understands the local authorities of Barroquinha and Chaval, which meet in an environment with a diversity of sceneries of two different geological powers that is the Middle Coreau represented by the complex Chaval Granit and for the depression from the backwoods and the Formation Fences in correspondent the marine fluvial plains,, field of movable and fixed dunes, river plain and coastal trays that are unstable environments for the human occupation. The present work has as I aim to know the environmental aspects and preparation of geomorphological mapping, of the environmental systems and of the use and covering of the land through the scale of 1:15.000 and of presentation 1:125.000, through techniques of GIS and Remote Sensing. The hard-working methodology passed of the analysis of images of high resolution and a half of the RapidEye of 2012 and Landsat 8 of 2015, through colors combination it was favoring the emphasis and the identification of the unities of relief that was used like base for the construction of the maps of the environmental systems, when there are establishing the potentiality and limitations as for the use of the land and the preparation of maps multistorm of use and covering of the land with the quantification and comparison of the unities. The considered results it went to identification and quantification of the unities of relief that will serve as dock for the identification of the predominant environmental systems in the study area, so with the identification of the types of use and occupation of the ground. The integration of the interpretation of images and the field recognition made possible the identification of the main factor responsible for the changes in the local scenery that is the man, when the produced maps are able so to serve as subsidies for the environmental projection of the ammunition breads in study.

Keyword: Remote Sensing. Geoenvironmental Compartment. Antropic Action.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo.	22
Figura 2 - Mapa de Acesso a Área de estudo.	23
Figura 3 - Representação do espectro eletromagnético.	41
Figura 4 - Aplicação da Subtração de Bandas na imagem Landsat 8 de 2015 (a) e (b), e Razão de Bandas referente ao realce de dunas fixas em Barroquinha/CE (c) e (d).	49
Figura 5 - Composição Natural Landsat 8 4R3G2B (a) sem aplicação da Banda Pancromática e RapidEye 1R2G3B (b).	50
Figura 6 – Criação de uma imagem híbrida por meio da composição colorida do L8 4R3G2B (a) de 30 m, Banda Pancromática do L8 (b) de 15m em uma imagem colorida com melhora de resolução de 15 m (c).	51
Figura 7 - Composição em falsa cor Landsat 8 6R5G4B (a) e RapidEye 2R4G3B (b).	52
Figura 8 - Composição Infravermelho Landsat 8 5R4G3B (a) e RapidEye 5R3G2B (b).	52
Figura 9 – Estrutura da Geomorfologia proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia por meio da Taxonomia.	53
Figura 10 - Análise comparativa Multitemporal de imagem RapidEye 2012 3R5G2B, identificação das unidades do uso e cobertura da terra referente a 2012 (b) e Landsat 8 2015 4R3G2B mais PAN (c), identificação das unidades do uso e cobertura da terra 2015 (d).	56
Figura 11 – Fluxograma Metodológico.	57
Figura 12 - Imagem RapidEye composição colorida 2R4G3B no processo de identificação dos sistemas ambientais (a) e identificação das unidades encontradas (b).	58
Figura 13 - Mapa geológico simplificado do NW da Província Borborema com as principais unidades geológico-geotectônicas, adaptado daquele do Estado do Ceará.	59
Figura 14 - Seção geológica esquemática Chaval - Sobral - Aracatiáçu mostrando as relações estruturais entre as principais unidades litoestratigráficas e tectônicas do Noroeste do Ceará no Domínio Médio Coreaú.	60
Figura 15 - Unidades Geológicas encontradas no Subdomínio Médio Coreaú municípios de Barroquinha e Chaval.	67
Figura 16 - Mapa geológico da região de Chaval - Bom Princípio.	68
Figura 17 - Ilhas do Sistema Estuário Timonha/Ubatuba através da Imagem RapidEye 4R5G3B.	79

Vegetação de mangue na planície Flúvio-Marinha em Chaval/CE (b); Vegetação do Carrasco em Barroquinha/CE (c); Mata de Tabuleiro descaracterizada pela ação antrópica em Barroquinha (d); Caatinga no interior de Chaval/CE (e) e Mata Ciliar ao longo do Rio Timonha em Chaval/CE (f).....	86
Figura 19 - Planície Litorânea em Bitupitá – Barroquinha.	92
Figura 20 - Dunas móveis em Barroquinha.....	93
Figura 21 -Tabuleiros costeiros em Barroquinha/CE utilizados para agriculturas temporárias de mandioca.....	94
Figura 22 - Granitos no município de Chaval, imagem RapidEye 29/07/2012.	95
Figura 23 - Granito Chaval dentro da área urbana.	96
Figura 24 - Planície de Inundação em Barroquinha/CE.....	96
Figura 25 - Entrada da Fazenda Salinas Baiacus na Zona Rural de Chaval/CE, com a criação de camarões em água salgada e salobra, conforme CNPJ e LO da SEMACE (a) e vista da entrada da fazenda por imagem de satélite RapidEye 2R4G3B e confirmação de campo por coordenadas (250956;9665678).	104
Figura 26 - Extração do solo para construção civil na CE 187 em direção ao município de Bitupitá/CE.....	105
Figura 27 - Imagem disponibilizada pelo <i>Google Earth Pro</i> de 06/09/2013 da área da caatinga aberta no interior do município de Chaval com exposição de rochas com ponto coletado por GPS em campo (a) e vegetação <i>in locu</i> na BR 202 de Chaval em sentido para o Estado do PI (b) e (c).	106
Figura 28 -Desmatamento de áreas de manguezal nas margens do Rio Timonha em Chaval (a) e mata ciliar do Rio Timonha na entrada do município de Chaval (b).	107
Figura 29 - Migração natural das dunas em Bitupitá invadindo a estação de tratamento de resíduos através de imagens do <i>Google Earth Pro</i> em 15/10/2009 com pontos coletados por GPS em campo (a) e migração das dunas em setembro de 2015 em reconhecimento de campo (b) e (c).	108
Figura 30 - Cultivo de mandioca ao longo dos tabuleiros costeiros em Chaval (a) e em Barroquinha (b).	109
Figura 31 - Uso das margens da Planície Flúvio-Marinha para a produção de sal na entrada do município de Chaval na planície de inundação do Rio Timonha (a) e no interior na planície de Inundação do Rio Ubatuba o armazenamento da produção salina (b).	109
Figura 32 - Uso e ocupação da Planície de Maré em Bitupitá, litoral de Barroquinha/CE vista	

de imagem do dia 15/10/2009 através de imagem disponibilizada pelo Google Earth Pro e com ponto coletado em campo (a), residências e infraestrutura de rede elétrica dentro da planície (b) e aterramento para a construção de novas moradias (c)..... 110

Figura 33 - Crescimento urbano em Bitupitá, moradias construídas em ambientes instáveis como a linha de praia (a) e a planície de maré (b). 111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos essenciais para a interpretação de imagens de satélite.	34
Quadro 2 - Regiões espectrais utilizadas.	35
Quadro 3 - Satélites do Programa Landsat.	37
Quadro 4 - Características do Sensor TM.	37
Quadro 5 - Características do Sensor ETM+.	38
Quadro 6 - Aplicação das Bandas Espectrais do Landsat 05 e 07.	38
Quadro 7 - Operational Land Imager (OLI).	39
Quadro 8 - Aplicação das Bandas Espectrais do Landsat 08 OLI e TIRS.	40
Quadro 9- Sensor RapidEye Earth Imaging System (REIS).	41
Quadro 10 - Uso de escalas IBGE.	43
Quadro 11 - Taxonomia do relevo de Barroquinha e Chaval.	43
Quadro 12 - Unidades Geomorfológicas de Barroquinha e Chaval.	69
Quadro 13 - Caracterização dos tipos vegetacionais do Estado do Ceará.	73
Quadro 14 - Classes de vulnerabilidade ambiental para os Sistemas Ambientais dos municípios de Barroquinha e Chaval.	86
Quadro 15 - Características Naturais, Uso/Ocupação, Ecodinâmica, Limitações e Potencialidades dos Sistemas Ambientais.	120

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Base Cartográfica da Área de Estudo.	47
Mapa 2 - Litológico dos Municípios de Barroquinha e Chaval NW do Estado do Ceará.	65
Mapa 3 – Tipo Climático de Barroquinha e Chaval.....	66
Mapa 4 – Domínios Hidrogeológico dos Municípios de Barroquinha e Chaval.	78
Mapa 5 - Classificação dos Solos de Barroquinha e Chaval.	79
Mapa 6 - Geomorfológico Chaval-Barroquinha.....	91
Mapa 7 - Cobertura e Uso da Terra para o ano de 2012.....	101
Mapa 8- Cobertura e Uso da Terra para o ano de 2015.....	102
Mapa 9 - Sistemas Ambientais do município de Barroquinha e Chaval, Ceará.....	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dados Pluviométricos do Posto Barroquinha de 1990-2015.	77
Gráfico 2 – Dados Pluviométricos do Posto Chaval de 1990-2015.	77
Gráfico 3 - Dados Geomorfológicos comparativos em porcentagem.	98
Gráfico 4 - Comparativo do Uso e Ocupação da Terra nos municípios de Barroquinha e Chaval/CE de 2012 em relação a 2015.	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compartimentação das Unidades de Relevo do Ceará.....	70
Tabela 2 - Unidades Geomorfológicas de Barroquinha e Chaval/CE.....	97
Tabela 3 - Análise comparativa do uso do solo (2012 e 2015).	103
Tabela 4 – Sistemas Ambientais e Subsistemas Ambientais dos Municípios de Barroquinha e Chaval, Ceará.	114
Tabela 5 - Classes de vulnerabilidade ambiental para os Sistemas Ambientais dos municípios de Barroquinha e Chaval.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADB – Águas do Nordeste do Brasil

APA – Área de Proteção Ambiental

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETM – Enhanced Thematic Mapper

FUNCAP – Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GEOCE – Laboratório de Geoprocessamento do Ceará

GPS – Sistema de Posicionamento Global

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

LCDM – Landsat Data Continuity Mission

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MSS – Multispectral Scanner Subsystem

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NE – Nordeste

OLI – Operational Land Imager

PPGG – Programa de Pós-Graduação em Geologia

RBV – Return Bear Vidcom System

REIS – RapidEye Earth Imaging System

SIBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TIRS – Thermal Infrared Sensor

TM – Thematic Mapper

UECE - Universidade Estadual do Ceará

UFC - Universidade Federal do Ceará

USDA - United Department of Agriculture

USGS - United States Geological Survey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Localização e Vias de Acesso.....	23
1.2 Problemática e Justificativa.....	24
1.3 Objetivos.....	24
<i>1.3.1 Objetivo Geral</i>	<i>24</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i>	<i>24</i>
2 REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1 Geomorfologia.....	26
2.2 Uso e Cobertura da Terra	29
2.3 Sistemas ambientais.....	30
2.4 Geoprocessamento	32
<i>2.4.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)</i>	<i>32</i>
<i>2.4.2 Sensoriamento Remoto</i>	<i>32</i>
<i>2.4.2.1 Imagens orbitais</i>	<i>33</i>
<i>2.4.2.2 Programa Landsat</i>	<i>36</i>
<i>2.4.2.3 Imagens RapidEye</i>	<i>40</i>
<i>2.4.3 Processamento Digital de Imagem (PDI)</i>	<i>41</i>
2.5 Definição de Escala.....	41
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
3.1 Etapa de Gabinete	44
3.2 Levantamento de Campo	44
3.3 Etapa de Laboratório	45
3.4 Metodologia para o Mapeamento das Unidades Geomorfológicas.....	53
3.5 Metodologia das Unidades de Uso e Cobertura da Terra	54
3.6 Metodologia para o Mapeamento dos Sistemas Ambientais	56
4 CONTEXTO GEOAMBIENTAL	59
4.1 Geologia	59
4.2 Geomorfologia.....	68
4.3 Clima.....	74
4.4 Hidrografia.....	78
4.5 Solos.....	82
4.6 Vegetação.....	85

5 MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE RELEVO	89
6 ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA	99
6 ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS	113
6.1 Delimitação dos Sistemas Ambientais	114
CONCLUSÃO.....	122
REFERÊNCIAS.....	122

1 INTRODUÇÃO

O uso de geotecnologias para o estudo das dinâmicas ambientais vem sendo bastantes utilizados devido à permite uma maior compreensão da atuação dos agentes naturais e antrópicos quanto a elaboração da paisagem.

O Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informação Geográfica - SIGs constituem atualmente um conjunto de ferramentas aplicáveis a diversas áreas da ciência como a geologia, geografia, biologia, hidrologia, ciências do solo, entre outras. A utilização da geotecnologia é um importante instrumento para o mapeamento de uma forma geral, onde as técnicas utilizadas para o processamento compõem o uso de imagens orbitais, que podem ser integradas como forma de análise em escala temporal das feições encontradas em uma determinada área do terreno.

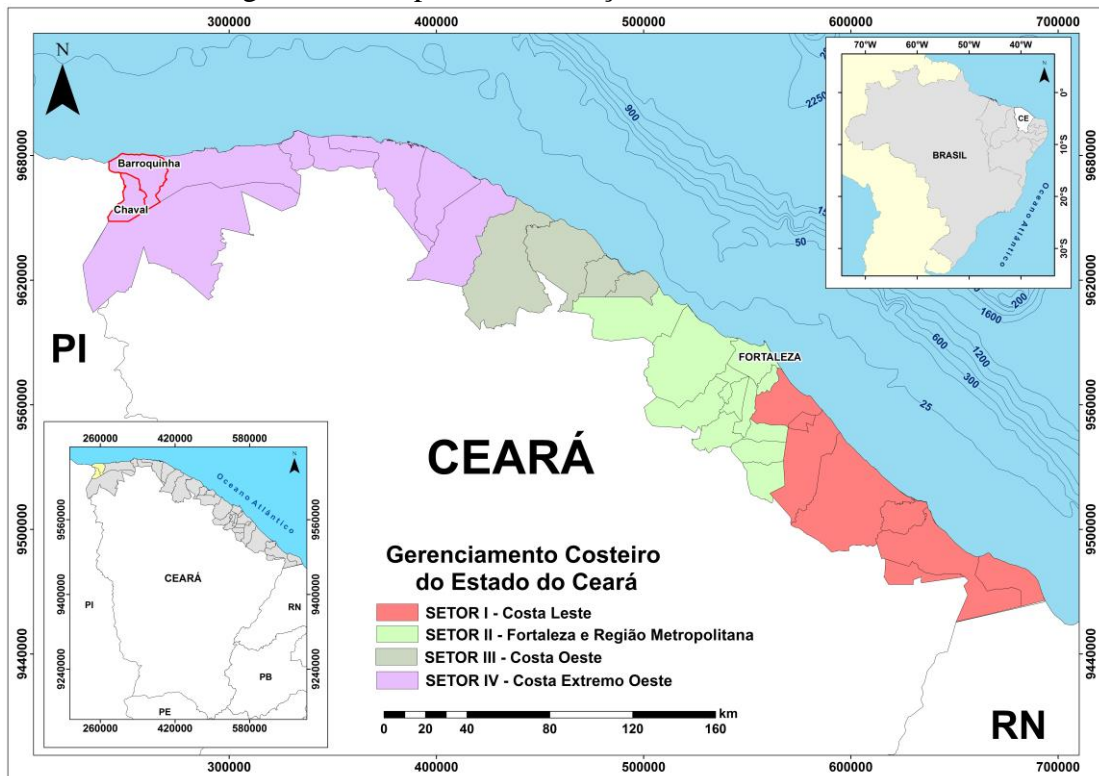
As informações adquiridas pelo SIG são fundamentais para o gerenciamento de informações espaciais, assim como na elaboração de banco de dados, que servirão para a elaboração de diagnósticos e prognósticos, contribuindo para tomada de decisões por parte do poder público. Enquanto o Sensoriamento Remoto, é utilizado para o monitoramento ambiental em diversas escalas, desde a nível local até global. Os dados primários são obtidos por imagens de satélite através da captação de energia eletromagnética irradiada pelos objetos da superfície terrestre, e deve ser levado em consideração os padrões encontrados em uma imagem é possível identificá-los através da análise visual pelas seguintes informações: cor, tonalidade, textura, tamanho, forma, sombra e padrão em que se apresentam. Através dessas observações delimitasse as unidades, que posteriormente são avaliadas e validadas em campo, complementando assim o mapeamento e compondo o mapa temático final desejado.

O Estado do Ceará apresenta uma diversidade de formas geomorfológicas as quais são constituídas por relevos modelados em rochas cristalinas e sedimentares, ou seja, de vai desde o Éon Proterozóico passando pelo Éon Fanerozóico (Eras Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica). Cada uma dessas formas apresenta características ambientais distintas, sendo necessário o melhor conhecimento numa escala de detalhe, podendo através desta conhecer as potencialidades e limitações destes ambientes. No caso deste trabalho a escala de mapeamento adotada foi de 1:15.000.

A área de estudo encontra-se delimitada pelo perímetro que compreende os municípios de Barroquinha e Chaval, situados a Noroeste do Estado do Ceará, que corresponde ao Setor IV – Costa Extremo Oeste do Programa de Estadual de Gerenciamento Costeiro – GERCO, que tem como objetivo de regular a utilização dos recursos ambientais

(FIGURA 1). Este setor do Ceará apresenta em sua paisagem estruturas geológicas antigas e recentes dentro de um mesmo ambiente, representadas pela interface dos depósitos flúvio-marinho do estuário dos Rios Ubatuba e Timonha, sedimentos de idade Cenozóica, com as rochas do com Granitóide Chaval, de idade Neoproterozóico (1 Ga. a 542 Ma.), que são representadas por cotas altimétricas que chegam a 350 m.

Figura 01 – Mapa de Localização da Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapeamento das unidades de paisagem tem como princípio básico a classificação espacial dessas informações contidas numa imagem, onde é possível distinguir o conjunto de componentes ambientais, como a litologia, pedologia, clima e morfodinâmica, responsáveis pelas formas de relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo (IBGE, 2009).

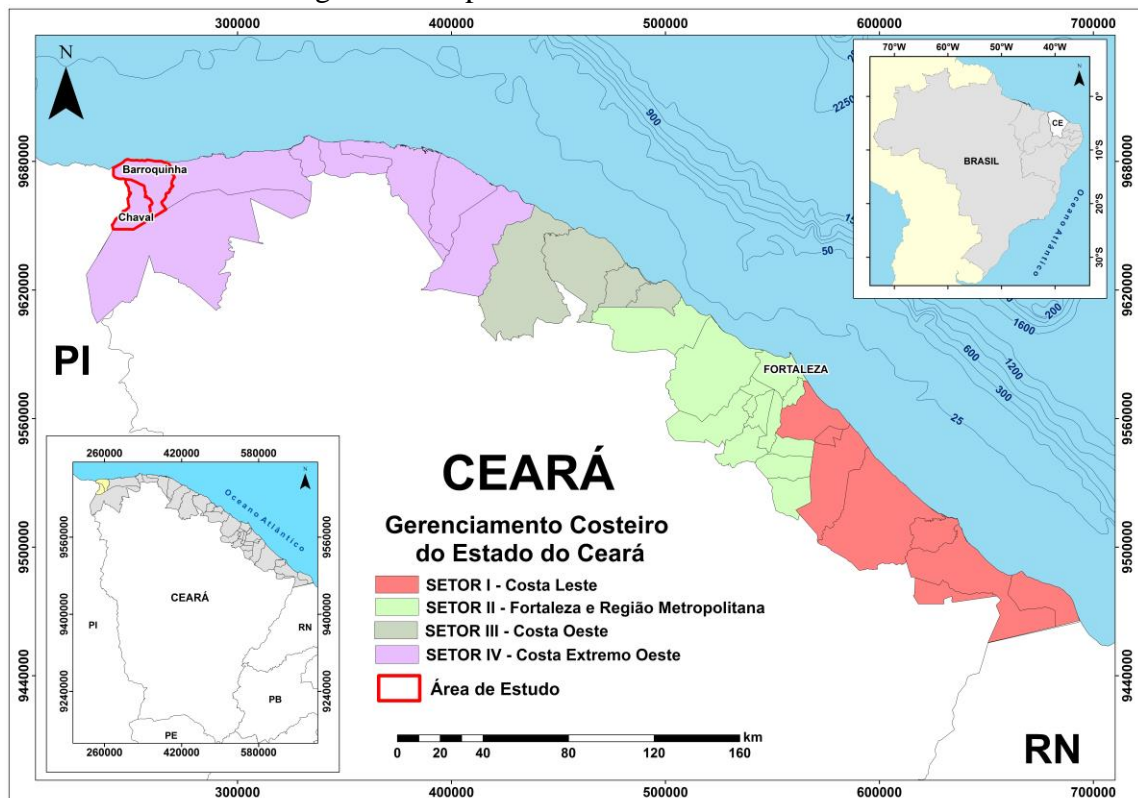
Logo, o mapeamento da cartografia geomorfológica caracteriza-se pela definição de uma hierarquização que considera as unidades morfoestruturais, tipos de estruturas e conjunto de formas semelhantes (ROSS, 1997). Enquanto o mapeamento dos sistemas ambientais está baseado no conhecimento das unidades de relevo e na síntese de todos os atributos ambientais que nortearam o conhecimento das potencialidade, limitações e uso e cobertura da terra.

1.1 Localização e Vias de Acesso

Os municípios de Barroquinha e Chaval, situados no Noroeste do Estado do Ceará, correspondem uma área de aproximadamente 623,75 km², localizada pelas coordenadas dos centros dos municípios Latitude (S) 3° 01' 08'' e Longitude (W) 41° 08' 10'' para o município de Barroquinha, e as coordenadas Latitude (S) 3° 02' 01'' e Longitude (W) 41° 14' 38'' para o município de Chaval. Os dois municípios abrangem as cartas planialtimétricas da SUDENE/DSG pelas folhas MI 0555 SA-24-Y-A-V (Folha Bitupitá) e MI 0616 SA-24-Y-C-II (Folha Chaval), na escala de 1:100.000 (BRASIL, 1979).

O acesso à área de estudo se dá, partindo da Capital estadual (Fortaleza), pela rodovia estadual CE-085 (rodovia Estruturante), até pegar uma bifurcação da estrada para direita, que dá acesso a cidade de Camocim a Rodovia torna-se um trecho Federal e Estadual, sendo BR-402 (vai para os estados do Piauí e Maranhão). O percurso total é de 405 km, sendo ele todo feito em estrada asfáltica (FIGURA 2).

Figura 2 - Mapa de Acesso a Área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.2 Problemática e Justificativa

A realização deste trabalho é justificada pelo fato da área de estudo dispor de poucos estudos, principalmente para a questão do meio ambiente. A falta dessas informações compromete o entendimento da dinâmica do sistema ambiental, principalmente quando o homem interfere neste meio, alterando-o sem planejamento ou formas de compensá-lo, que traduzirá em danos e riscos não só para o meio ambiente, mas também para o próprio homem que o ocupa. Logo, mapeamentos temáticos corroboram na identificação das principais características do meio físico e no seu comportamento perante a ação do homem, o que possibilitam que o poder público os utilize para aplicar ações ou criar normas que objetivem o seu uso sustentável.

Na área de estudo verificou-se a existência de uma diversidade de formas ambientais e a exploração dos recursos naturais para atividades econômicas de forma ainda muito rudimentar, onde o único que se beneficia é o homem, mas com consequências que podem ser nocivas ao meio ambiente, onde os recursos naturais poderão levar muito tempo para se recomponem.

O desenvolvimento desta Dissertação de Mestrado se baseia em estudos de mapeamentos apoiados em técnicas de análise computacional, aliados a recursos associados ao SIG e ao Sensoriamento Remoto pela aplicação de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) para realce das informações superficiais.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar a dinâmica ambiental dos municípios de Barroquinha e Chaval, Estado do Ceará, por meio de uso de geotecnologias.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar e caracterizar as principais variáveis ambientais relativas ao suporte natural (condições climáticas, geomorfológicas, climáticas e pedológicas);
- Elaborar a cartografia básica e temática da área de estudo a partir de imagens obtidas por sensores orbitais;

- Mapear e caracterizar os sistemas e subsistemas ambientais com base nas relações entre os componentes naturais e antrópicos;
- Identificar e mapear as formas geomorfológicas na área de estudo;
- Realizar uma análise comparativa do uso e cobertura da terra da área de estudo nos anos de 2012 e 2015;
- Elaborar artigos científicos referente a dissertação de mestrado como produto final de todo o estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este item irá apresentar e discutir os principais conceitos que envolvem a pesquisa. Esta análise é importante pois será discutido o ponto de vistas de diversos autores.

2.1 Geomorfologia

O uso da cartografia geomorfológica contribui para a identificação para a dos processos e identificar as principais formas de relevo existente em uma determinada área, além de mostrar as relações entre as unidades carta geomorfológica de detalhe contemplou o que estabelece Ab'Saber (1970), Ross (1985; 1992; 2006; 2009; 2012; 2013a; 2013b) e Ross & Moroz (1996), através da identificação das unidades em um ambiente SIG, com imagens de alta resolução do m e o usos de fotografias aéreas e imagens de satélites, são ferramentas fundamentais para a compreensão dos processos de elaboração da paisagem (TRICART, 1965).

Na área de estudo se tem uma gama de variedade de formas, onde se tem poucos estudos quanto a análise da paisagem. Sendo necessário conhecer por diversos autores ao longo dos anos, e que é de fundamental importância para a compreensão de toda a área de estudo e seus processos atuantes na modelagem da paisagem, identificando as principais formas geomorfológicas presentes, como a planície litorânea que corresponde ao campo de dunas móveis e fixas e a planície Flúvio-Marinha, os Tabuleiros Costeiros, as Cristas Residuais e Inselbergs, e a Planície Fluvial com suas Planícies de Acumulação e Inundação.

A classificação aqui proposta, possui um nível de abrangência e a seleção de critérios e dos princípios básicos estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) que determinam alguns conceitos complementares na interpretação da geomorfologia, ficando dependente da escala de mapeamento, natureza da informação (imagem de satélite), a unidade de mapeamento, a definição da menor área a ser mapeada e a nomenclatura, nessa hierarquia, distingue-se os tipos de formas do relevo, que também podem ser individualizados pelos grandes compartimentos geológico-geomorfológicos (SOUTO *et al.*, 2006).

Ab'Saber (1969 *In* GOMES *et al.*, 2013), apresenta os níveis de integração para a análise geomorfológica, sendo esta, fundamentada em atividades de pesquisa, campo e gabinete e propõe como subsídio metodológico, os seguintes níveis de abordagem:

- Compartimentação topográfica: consiste na caracterização precisa das formas de relevo de cada compartimento analisado; refere-se à identificação de unidades geomorfológicas (análise horizontal) ocorre devido ao processo de dissecação;

- Estrutura superficial da paisagem: análise das formações superficiais derivadas dos processos paleoclimático (clima) e morfoclimáticos (clima + forma) que atuaram na formação dos compartimentos topográficos, proporcionando o entendimento cronogeomorfológico (idades) dessas unidades;

- Fisiologia da paisagem: trata dos processos morfoclimáticos em atuação, estabelecendo a funcionalidade da paisagem como um todo, baseada no comportamento da ação do clima, motores da morfodinâmica atual; nesse nível insere-se o homem como sujeito que se apropria da paisagem, modificando as relações entre as forças de ação (processos morfodinâmicos) e reação do substrato (comportamento das vertentes) através do processo de rebaixamento (*downwearing*) ou regressão (*backwearing*) das vertentes, ou seja, de forma geral, é provável que o *downwearing* e o *backwearing* possam atuar simultaneamente, mesmo se, por motivos de ausência de homogeneidade estrutural, os recuos dos escarpamentos pareçam mais fracos e mais lentos que os previstos (PEUVAST & CLAUDINO SALES, 2002).

A linha de costa se caracteriza por instabilidades originadas das alterações por efeitos naturais e antrópicos, que se traduzem em modificações na disponibilidade de sedimentos, no clima de ondas e na altura do nível relativo do mar (MUEHE, 2007). As zonas costeiras são divididas em primárias e secundárias. As feições primárias correspondem aos vales fluviais que foram afogados e são os estuários, e de importância quanto a economia devido a fertilidade das águas. As feições secundárias estão relacionadas aos bancos ou cordões arenosos, construídos segundo Muehe (2007) em decorrência da refração e difração das ondas em torno de uma ilha que esteja ligada ao continente.

As praias são ecossistemas dinâmicos que consistem de depósitos de sedimentos, continuamente retrabalhados, e se estendem desde a base de sua atividade até o limite da zona de varrido das ondas (SHORT & WRIGHT, 1983).

Segundo Souza (2000), as dunas móveis são litologicamente compostas por areias esbranquiçadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscos e arredondados. Caracterizam-se pela ausência de vegetação ou pela presença de vegetação herbácea, a qual atenua os efeitos da dinâmica eólica, responsável pela migração das dunas.

As paleodunas são litologicamente compostas por areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosas, quartzosas ou quartzo-feldspáticas, com tons amarelos, alaranjados ou acinzentados (BRANDÃO, 1995).

Quanto a formação de uma planície fluvial é necessária o conhecimento da geomorfologia fluvial, que engloba o estudo dos cursos de água e o das bacias hidrográficas, onde o primeiro prevalece os processos fluviais nos processos de escoamento das águas que pode ser ligado aos aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climáticos e de uso e ocupação (CUNHA, 2007). Essa dinâmica do escoamento, no que se refere a geomorfologia, ganha significância na atuação exercida pela água sobre os sedimentos do leito fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Uma das formas presentes entre o contato do mar com a desembocadura dos rios são os estuários, ou ambiente estuarino. Segundo Suguio (2003), o estuário é um corpo aquoso litorâneo salobro com circulação mais ou menos restrita e mantém comunicação constante com o oceano aberto, alguns estuários são desembocaduras fluviais que foram afogadas durante o período de oscilações do nível do mar.

Os estuários são corpos litorâneos de circulação mais ou menos restritas, estão ligados a um oceano aberto, na maioria das vezes os estuários correspondem a desembocaduras fluviais afogadas e, desta maneira, sofrem diluição significativa da salinidade em virtude do afluxo de água doce (SUGUIO, 1998).

A descarga de água doce na parte interna, a entrada de água do mar, e os transportes associados de sedimentos de suspensão e nutrientes orgânicos e inorgânicos são processos que desempenham, e continuam desempenhando, uma grande importância para o desenvolvimento urbano, social e econômico das regiões estuarinas. Uma parte dessas substâncias é utilizada como alimento pelos organismos marinhos, e os poluentes, que também são transportados juntamente com as substâncias naturais, podem afetar uma grande variedade da biota marinha e representa para a saúde das populações que utilizam esses recursos naturais como alimento. Sendo assim, é de fundamental importância identificar os efeitos passados da influência do homem nos processos que ocorrem nesses ambientes e contemplar estudos sobre futuras interferências benéficas e predatórias nesses importantes e fascinantes corpos d'água (MIRANDA *et al.*, 2002).

A vegetação presente junto as essas formas são os manguezais são ecossistemas arbóreos-aquáticos representados pelos gêneros *Rhizophora*, *Brugiera*, *Sonneratia* e *Avicennia*, estão localizados ao longo do litoral em áreas com sedimentos salinos, frequentemente anaeróbicos e algumas vezes ácidos. Situados na zona intermaré, são inundados duas vezes por dia pela maré. São tolerantes ao sal, possuem raízes aéreas e sementes que germinam na árvore. Dessa forma, apresentam características específicas que os tornam únicos e adaptados

às condições ambientais rigorosas dos estuários. Além dessas características, são considerados ecossistemas economicamente e socialmente importantes (SOARES, 1995 *In* ROCHA JR., 2011), por serem utilizados para produção de sal e produção de camarão.

Segundo Souza *et al.*, (1979) as Cristas Residuais e Inselbergs correspondem a formas disseminadas pela depressão sertaneja que efetivam os efeitos seletivos de trabalho erosivo no decorrer da história geológica recente da região. Na área de estudo a presença dos corpos graníticos Neoproterozóico, são incomuns no litoral nordestino mais comuns na região sudeste onde são representados pelos “pães de açúcar”, em regiões úmidas e Inselbergs em regiões semiáridas.

Os *Inselbergs* são relevos residuais dos processos de pediplanação, apresentam vertentes abruptas, sendo rochas maciças como as granitoides correspondem a núcleos menos diaclasados, sendo mais resistente ao intemperismo, por ser uma forma que reflete a influência da estrutura e da litologia (PENTEADO, 1980) e seu contorno apresenta influência, corresponde a planos estruturais, e é uma paisagem de característica de regiões semiáridas (SUGUIO, 1998).

Os tabuleiros costeiros são desenvolvidos sobre os sedimentos mais antigos da Formação Barreiras e se estende para o interior. São formas planas, que se inclinam em direção ao oceano (SOUZA, *et al.*, 1979; MEDEIROS & SOUZA, 2015).

As planícies fluviais são constituídas por áreas amplas resultantes da acumulação fluvial e sujeitas a inundações periódicas, estando situadas nas bordas dos rios (SOUZA, 2000). É um constituinte geomorfológico de vales fluviais mais desenvolvidos, e sua diversidade resulta da interação entre diferentes fatores naturais, tanto endógenos quanto exógenos, e associadas a uma escala de tempo específica (MAACK, 1981).

2.2 Uso e Cobertura da Terra

Uma unidade de mapeamento pode ser designada por um único tipo de cobertura ou de uso da terra ou pela associação de vários tipos de componentes, cujos limites podem apresentar-se nítidos ou difusos entre si. As associações de uso são utilizadas quando diversos tipos de uso da terra são encontrados muito próximos uns dos outros para serem reconhecidos separadamente a partir da escala trabalhada.

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. Envolve 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 sua classificação e espacialização por meio de cartas (IBGE, 2013, p. 20).

Como na vegetação é possível identificar a agricultura, as florestas, as pastagens nativas, planícies de inundação e vegetação urbana. Na água é possível identificar as áreas da superfície da água, a profundidade entre outros. Os solos, minerais e geomorfologia (JENSEN, 2009).

Os mapas de uso e cobertura da terra têm grande importância por demonstrarem a partir da interpretação de imagens de satélites as áreas ocupadas por pastagem, agricultura, vegetação natural nativa, cursos de rios e outras feições (SANTOS & PETRONZIO, 2011), possibilitando a indicação de áreas de risco, ou ainda aquelas que já foram intensamente degradadas em uma determinada região, assim como a distinção entre variações ocorridas devido à evolução paisagem e os danos provocadas pela ação do homem.

O levantamento da cobertura do uso da terra é sintetizado por meio de mapas, indicando a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Segundo o IBGE (2013) o conhecimento sobre o uso da terra ganha relevo pela necessidade de garantir sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável.

2.3 Sistemas ambientais

A análise integrada ou geoambiental da paisagem, referida por Souza (2000) reforça a noção de que a abordagem geoambiental é composta por um diagnóstico com o levantamento integrado de todos os elementos componentes de um determinado ambiente.

Segundo Christofolletti (1999) a organização do conjunto é decorrente das relações entre os elementos, e o grau de organização entre eles confere o estado e a função de um todo, e cada todo está inserido em um conjunto maior “o universo”, que, formado por subsistemas, compreende a soma de todos os fenômenos e dinamismos em ação.

A maior parte dos sistemas envolvidos em análise ambiental, estão dentro de um ambiente, que faz parte de um conjunto maior, sendo este possuir diversos subsistemas, que sofrerão influência, desse conjunto maior, inclusive o subsistema que estiver sendo estudado especificamente (CHRISTOFOLETTI, 1999). Assim, temos sistemas antecedentes, e sistemas subsequentes, porém é importante ressaltar, que não existe uma definição exata do comportamento desses sistemas, e o sistema que é tido como subsequente, pode naturalmente

voltar a exercer influência sobre o sistema antecedente, através da retroalimentação.

Segundo Souza *et al.*, (2012), os sistemas ambientais são compreendidos por variados elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia, onde cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural que estabelecem relacionamentos entre seus componentes, configurando potencialidades e limitações específicas sob o ponto de vista dos recursos ambientais.

Os sistemas ambientais são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes geoambientais, suas dimensões e características de origem e evolução. Considerando a diversidade interna dos sistemas, são delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações que configura, espacialmente, os subsistemas. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado (SANTOS & SOUZA, 2014, p. 222).

Os sistemas geoambientais são resultantes da integração mútua dos elementos abióticos e bióticos, alimentados continuamente por fluxo de energia e ciclo de matéria, representando uma organização espacial do ambiente natural (RODRIGUEZ *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2012). A delimitação dos espaços naturais ocorre pela classificação de espaços homogêneos, cuja aplicabilidade está, dentre outras, na possibilidade de identificar e especializar as potencialidades e limitações do meio, disponibilizando informações importantes para o planejamento ambiental. As características predominantes no espaço homogênicos mostra a dinâmica do ambiente tendo como parâmetro básico a relação morfogênese e pedogênese que classifica os ambientes em graus de estabilidade como os Meios Estáveis, Instáveis e de Transição (TRICART, 1977; SOUZA, 2005; FUNCEME, 2009b).

Segundo Medeiros & Souza (2015) os sistemas ambientais foram definidos a partir da avaliação conjunta das variáveis do suporte (geologia, geomorfologia e hidrogeologia), do envoltório (clima e hidrologia de superfície) e da cobertura (solos e condições de biodiversidade), levando-se em consideração as atividades humanas, as quais podem interferir no processo de morfogênese e pedogênese, e conseqüentemente, na dinâmica natural dos sistemas ambientais.

Para o mapeamento dos sistemas ambientais foi considerado a análise geomorfológica como elemento fundamental, em Souza *et al.*, (2002), os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados em produtos de Sensoriamento Remoto, bem como em campo, sendo passíveis de uma delimitação mais rigorosa e precisa. E como resultado é possível utilizar o uso e cobertura da terra para determina as limitações e potencialidade e o grau de vulnerabilidade, pois este leva em consideração as pressões

associadas ao ambiente, levando em consideração a exposição, a sensibilidade e a capacidade de resposta (ADGER, 2006).

2.4 Geoprocessamento

As técnicas de geoprocessamento aliada aos produtos de sensores remotos são essenciais na execução de mapeamento e monitoramento ambientais, otimizando os processos de análise e consulta de dados espaciais.

2.4.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Os Sistemas de Informações Geográficas são ambientes computacionais onde é possível capturar, armanezar, manipular, analisar e consultar sobre dados de algum ponto da terra (LISBOA FILHO & IOCHPCE, 1996)

O SIG segundo MIRANDA (2005), é como um sistema automatizado de coleta, armazenamento, manipulação e saída de dados cartográficos. Este sistema evoluiu e se aperfeiçoou principalmente com a produção de mapas digitais. Aliado a técnicas de Sensoriamento Remoto vem sendo utilizado como uma grande ferramenta para ações de preservação ambiental e avaliação de degradações em áreas de interesse, e para a identificação do uso do solo em determinada área. Tendo como componente a interface com o usuário, através da integração de informações, integração de informações, análise e consulta espacial, visualização, impressão, armazenamento e recuperação de informações (DAVIS & CÂMERA, 2001).

2.4.2 Sensoriamento Remoto

Para gerar os frutos deste trabalho foram utilizadas imagens de Sensoriamento Remoto, que é uma tecnologia que permite obter dados da superfície terrestre, a distância (FLORENZANO, 2002), através da imagem é possível detectar as formas presentes no ambiente.

Segundo Crosta (1992), um dos principais objetivos do Sensoriamento Remoto é o de distinguir entre e identificar as composições de diferentes materiais superficiais, sejam eles tipos de vegetação, padrões de uso do solo, rochas e outros. Essa distinção e identificação tornam-se possíveis em razão dos materiais superficiais terem comportamentos específicos ao

longo do espectro eletromagnético, comportamentos esses que podem, portanto, ser usados para identifica-los.

A fase de pré-processamento consiste na preparação dos dados de satélites para realizar a classificação, empregando-se técnicas que visam à melhoria da qualidade dos dados, destacando-se, entre outras, a correção geométrica (CROSTA, 1992).

Os sensores remotos, são os equipamentos que captam e registram a energia refletida ou emitida pela superfície da terra. Os sensores podem ser portáteis ou orbitais. Estes captam dados de diferentes regiões do espectro eletromagnético (FLORENZANO, 2011).

2.4.2.1 Imagens orbitais

Imagens representam formas de captura indireta de informação espacial, são obtidas por meio de satélites, fotografias aéreas ou "scanners" aerotransportados, as imagens são armazenadas como matrizes, onde cada elemento de imagem (denominado "pixel") tem um valor proporcional à reflectância do solo para a área imageada (INPE, 2015).

A interpretação de imagens ocorre a partir da interpretação, onde é possível extrair uma série de informações de objetos, áreas ou fenômenos, para isso é necessário conhecer alguns elementos que são a tonalidade (cor), textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização (FLORENZANO, 2002) conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Elementos essenciais para a interpretação de imagens de satélite.

Características	Descrições
Tonalidade	A tonalidade cinza é um elemento utilizado para interpretar fotografias ou imagens em preto e branco.
Cor	A cor é utilizada para interpretar as imagens coloridas, representadas em diferentes cores. O olho humano distingue cem vezes mais cores do que tons de cinza. Materiais do mundo real, vegetação, água, solo descoberto refletem diferentes proporções de energia no azul, verde, vermelho e infravermelho e outros do espectro eletromagnético.
Textura	Refere-se ao aspecto, podendo ser liso (uniforme) ou rugoso. Possuindo as informações quanto a variação de tons ou níveis de cinza ou cor de uma imagem.
Tamanho	Está relacionado diretamente a escala, ou seja, a função do tamanho pode-se distinguir o tamanho das formas.
Forma	Alguns objetos, feições ou superfícies são identificados apenas com base na forma. Formas irregulares são indicadoras de objetos naturais enquanto que formas regulares podem indicar objetos construídos pelo homem. As formas podem ser irregulares, que é indicado por objetos naturais, enquanto as formas regulares indicam objetos artificiais ou culturais.
Sombra	Pode ajudar a identificar e estimar a altura de objetos em imagens, mas também pode ocultar a visualização de objetos por ela encobertos.
Padrão	Refere-se ao arranjo espacial ou à organização dos objetos em uma superfície.
Altura	É a elevação –z, batimetria – z (profundidade), volume (m ³), declividade e aspecto (°).
Localização	Pode ajudar na identificação em uma imagem. O trabalho de campo é indispensável ao estudo e mapeamento do meio ambiente por meio de imagens de sensores orbitais. Faz parte do processo de interpretação, e o resultado desta interpretação fica mais confiável.

Fonte: Adaptação FLORENZANO (2002); JENSEN (2009).

Resolução é a capacidade do sensor (sistema responsável pela conversão da energia proveniente dos objetos) identificar ou distinguir objetos na superfície terrestre (FLORENZANO, 2002; JENSEN, 2009; NOVO, 2010; FLORENZANO, 2011). Os tipos de sensores são os ativos e os passivos, onde os passivos detectam radiação refletida pelo sol, enquanto os ativos, são aqueles que produzem a própria energia.

Os dados são oferecidos com uma lista de características fornecidas pela agência responsável, e dentre eles temos as resoluções que são do tipo: espectral, espacial, radiométrica.

Resolução espacial é a menor feição passível de detecção pelo instrumento. A resolução espectral é uma medida da largura das faixas espectrais e da sensibilidade do sensor em distinguir entre os dois níveis de intensidade do sinal de retorno. Enquanto a resolução radiométrica de um sensor descreve sua habilidade de distinguir variações de energia refletida (NOVO, 2010).

Para a realização da composição de bandas é necessário o conhecimento do comprimento de onda, assim com sua resposta espectral, é mais fácil sua interpretação na hora de identificar cada tipo de composição conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Regiões espectrais utilizadas.

Região	Nome do comprimento de onda	Comprimento de Onda (μm)
Visível	Violeta	0,38 – 0,45
	Azul	0,45 – 0,49
	Verde	0,49 – 0,56
	Amarelo	0,56 - 0,59
	Laranja	0,59 – 0,63
	Vermelho	0,63 – 0,76
Infravermelho	Infravermelho próximo	0,80 – 1,50
	Infravermelho de ondas curtas	1,50 – 3,00
	Infravermelho médio	3,00 - 5,00
	Infravermelho longo (Termal)	5,00 - 15
	Infravermelho distante	15,0 - 300
Microondas	Submilimétrica	0,01 – 0,10 cm
	Milímetro	0,10 – 1,00 cm
	Microondas	1,0 – 100 cm

Fonte: Chen (1958). In: Novo (2010).

Segundo Meneses & Almeida (2012) as características importantes dos intervalos espectrais são:

- A faixa do visível corresponde de 0,45 - 0,76 μm , é a região do espectro com a mais alta intensidade de fluxo radiante e onde há a melhor janela atmosférica, bastante transparente, deixando passar uma grande quantidade de radiação. Por isso, é muito usada em Sensoriamento Remoto. É chamada de visível, porque o olho humano é sensível a essa região espectral;
- A Infravermelho próximo corresponde ao intervalo 0,76 - 1,2 μm , é a região do espectro solar onde a atmosfera também é bastante transparente, mas ocorrem algumas bandas de absorções, impedindo que todo o intervalo possa ser continuamente utilizado por Sensoriamento Remoto. É o intervalo onde ocorrem importantes interações da REM com os níveis de energia eletrônica dos átomos, gerando feições espectrais que são diagnósticas para identificar a natureza de vários tipos de rochas, principalmente as de composição mineral com metais de transição;
- Infravermelho de ondas curtas corresponde ao intervalo 1,2 – 3,0 μm , é a região espectral geológica, porque é nesta faixa espectral que os vários minerais de alteração hidrotermal têm as suas diagnósticas feições de absorção;
- Infravermelho médio corresponde ao intervalo 3,0 - 5,0 μm , a região onde o Sol e a Terra não emitem quantidades suficientes de energia que possam ser detectadas pelos sensores. Somente alvos com elevadas temperaturas, como vulcões e incêndios, podem ser detectados, pois agem como fontes próprias de emissão de radiação;
- Infravermelho termal corresponde ao intervalo 5,0 – 1,0 mm, é conhecido como a região

termal, devido à radiação emitida pelos objetos terrestres em função das suas temperaturas de superfícies;

- Microondas corresponde ao intervalo 3,0 - 100 cm, é a região de uso de sensores ativos (radar), que utilizam fontes artificiais para a geração da REM. Por causa do tamanho do comprimento de onda, o radar tem a habilidade de operar em condições atmosféricas adversas, com coberturas de nuvens ou chuvas, e pode operar tanto de dia como à noite. Importante para a geologia estrutural e mapeamento geológico, porque a interação das microondas com as rochas é controlada pelas texturas de relevo.

O Sensoriamento Remoto orbital permite o monitoramento contínuo de superfícies, em diferentes escalas, local, regional ou até mesmo global. Os alvos presentes na superfície podem ser identificados e caracterizados de acordo com o comportamento espectral de cada um, frente à radiação eletromagnética (NOVO, 2008; JENSEN, 2009).

2.4.2.2 Programa Landsat

O Programa Landsat foi elaborado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), junto com um conjunto de outras agências federais dos EUA, desde meados do século XX (final da década de 1960) um modelo de missão não tripulada de Sensoriamento Remoto de recursos naturais, que permitiu a incorporação ao longo dos anos incorporar em suas sucessivas satélites características requeridas pelos usuários dos dados (NOVO, 2010).

A definição dos sensores a serem colocados no primeiro satélite, foi através de pesquisas realizadas pela USGS e pelo *United Department of Agriculture* (USDA), pois seriam os primeiros a serem beneficiados com os dados da varredura do satélite (NOVO, 2010).

Os dados do programa são recebidos pelo Brasil a partir do ano de 1973, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Este constituiu uma série de 07 satélites em intervalos de lançamentos de 3 a 4 anos conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Satélites do Programa Landsat.

Sistema	Operação	Sensores	Resolução (m)	Altura de órbita (Km)	Revisita (dias)
Landsat 01	23/07/72	RBV	80	917	18
	01/06/78	MSS	80		
Landsat 02	22/01/75	RBV	80	917	18
	25/02/82	MSS	80		
Landsat 03	05/05/78	RBV	30	917	18
	31/03/83	MSS	80		
Landsat 04	16/07/82	MSS	30	705	16
		TM	80		
Landsat 05	01/03/84	MSS	30	705	16
		TM	80		
Landsat 06	10/05/93	ETM+	15(Pan)	705	16
	10/05/93		30 (ms)		
Landsat 07	04/04/99	ETM+	15(Pan)	705	16
	2007		30 (ms)		
Landsat 08	11/02/2013	OLI e TIRS	30 (ms)	705	16
	Atual		15 (Pan)		

Fonte: Adaptado Novo (2010).

- Imagiador Multiespectral – MSS (*Multispectral Scanner Subsystem*), permitia o imageamento de linhas do terreno numa faixa de 185 km, perpendicular à órbita do satélite.
- Sistema RBV (*Return Bear Vidcom System*), permite observa a cena (185 km) imageada como um todo de forma instantânea.
- Imageador TM (*Thematic Mapper*), é composto por sistema que imagea todo o terreno com fidelidade geométrica (NOVO, 2010), suas características são identificadas através de suas bandas espectrais conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Características do Sensor TM.

TM (<i>Thematic Mapper</i>)	
Bandas Espectrais	Banda 1 - Azul (0,450 - 0,520 μm) Banda 2 - Verde (0,520 - 0,600 μm) Banda 3 - Vermelho (0,630 - 0,690 μm) Banda 4 - Infravermelho próximo (0,760 - 0,900 μm) Banda 5 - Infravermelho médio (1,550 - 1,750 μm) Banda 6 - Infravermelho termal (10,40 - 12,50 μm) Banda 7 - Infravermelho médio (2,080 - 2,350 μm)
Resolução Espacial	Bandas 1-5 e 7 – 30 metros Banda 6 – 80 metros
Faixa Imageada	185 km
Resolução Temporal	16 dias

Fonte: Adaptado INPE (2015).

- Imageador ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*), foi desenvolvido através do sensor TM, é um sistema de varredura, que inclui uma banda pancromática e o aumento de ganho na banda termal que resultou na melhoria da resolução espacial conforme Quadro 5

Quadro 5 - Características do Sensor ETM+.

ETM+	
Bandas Espectrais	Banda 1 - 0.45 - 0.515 μm (azul) Banda 2 - 0.525 - 0.605 μm (verde) Banda 3 - 0.63 - 0.690 μm (vermelho) Banda 4 - 0.75 - 0.90 μm (infravermelho próximo) Banda 5 - 1.55 - 1.75 μm (infravermelho médio) Banda 6 - 10.40 - 12.5 μm (infravermelho Termal) Banda 7 - 2.09 - 2.35 μm (infravermelho médio) Banda 8 - 0.52 - 0.90 μm (pancromática)
Resolução Espacial	Bandas 1, 2, 3, 5 e 7 - 30m Banda 6 - 60m Banda 8 - 15m
Faixa Imageada	185 km
Resolução Temporal	16 dias

Fonte: Adaptado INPE (2015).

As aplicações das bandas espectrais do Landsat 05 e 07, ocorre através do intervalo do comprimento de onda, a resposta espectral e resolução espacial conforme Quadro 6.

Quadro 6 - Aplicação das Bandas Espectrais do Landsat 05 e 07.

Bandas	Intervalo de comprimento de onda (μm)	Resposta Espectral	Resolução Espacial
1	0,45 - 0,52	Azul-Verde	30 m
Aplicações	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.		
2	0,52 - 0,60	Verde	30 m
Aplicações	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.		
3	0,63 - 0,69	Vermelho	30 m
Aplicações	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.		
4	0,76 - 0,90	Infravermelho Próximo	30 m
Aplicações	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.		
5	1,55 - 1,75	Infravermelho Médio	30 m
Aplicações	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de		

	ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.		
6	10,4 - 12,5	Infravermelho Termal	120 m - 60 m (L7)
Aplicações	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.		
7	2,08 - 2,35	Infravermelho Médio	30 m
Aplicações	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.		

Fonte: Adaptado INPE (2015).

A continuidade de série do Programa Landsat ocorreu com o lançamento em 11/02/2013, do *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) ou simplesmente Landsat 08 que opera com os instrumentos *Operational Land Imager* (OLI) e o *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), devido a sua riqueza espectral, pode ser utilizado em escala de até 1:25.000.

O sensor OLI deu continuidade aos produtos gerados a partir dos sensores TM e ETM+, a bordo das plataformas anteriores, e incluiu duas novas bandas espectrais, uma voltada para estudos de áreas costeiras e a outra para detecção de nuvens do tipo cirrus conforme Quadro 7. Suas bandas espectrais coletam dados na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática. O avanço nesse novo sensor passou a ter quantização de 12 bits.

Quadro 7 - Operational Land Imager (OLI).

Bandas Espectrais	Intervalo de comprimento de onda (μm)	Resposta Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada
01	0.433 - 0.453	Costal	30 m	16 dias	185 km
02	0.450 - 0.515	Azul			
03	0.525 - 0.600	Verde			
04	0.630 - 0.680	Vermelho			
05	0.845 - 0.885	Infravermelho Próximo (NIR)			
06	1.560 - 1.660	Infravermelho Médio (SWIR - 1)			
07	2.100 - 2.300	Infravermelho Médio (SWIR - 2)			
08	0.500 - 0.680	Pancromático	15 m		
09	1.360 - 1.390	Cirrus	30 m		

Fonte: Adaptado EMBRAPA (2013).

O sensor TIRS possui bandas espectrais na faixa do infravermelho termal. É a continuidade da aquisição de dados captados através da banda 6 do TM e ETM+. Os dados deste sensor possuem 100m de resolução espacial, com resolução radiométrica de 12 bits e com alguns dados oriundos do sensor OLI conforme Quadro 8.

Quadro 8 - Thermal Infrared Sensor (TIRS).

Bandas Espectrais	Intervalo de comprimento de onda (µm)	Resposta Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada
10	10.30 - 11.30	LWIR - 1	100 m	16 dias	185 km
11	11.50 - 12.50	LWIR - 2			

Fonte: Adaptado EMBRAPA (2013).

O Landsat 08 foi desenvolvido para gerar novos produtos através de novas combinações de bandas, e seus resultados são similares aos do Landsat 05 e Landsat 07 conforme Quadro 9.

Quadro 9 - Aplicação das Bandas Espectrais do Landsat 08 OLI e TIRS.

Bandas	Aplicações
01	Estudos costeiros e aerossóis (ultra-azul).
02	Mapeamento batimétrico, solo, distinção de alguns tipos de vegetação (decidual das coníferas).
03	Enfatiza a vegetação de pico , o que é útil para avaliar a planta vigor.
04	Discrimina encostas com vegetação.
05	Enfatiza teor de biomassa e linhas costeiras.
06	Discrimina conteúdo de umidade do solo e da vegetação ; penetra nuvens finas.
07	Melhorou o conteúdo do solo e da vegetação e penetração nuvem fina umidade
08	Resolução 15 metros , definição imagem mais nítida.
09	Melhorou a detecção de contaminação nuvem (cirrus).
10	Resolução de 100 metros, mapeamento térmico e estimativa de umidade do solo.
11	Resolução de 100 metros, mapeamento térmico melhorado e estimativa da umidade do solo

Fonte: Adaptado USGS (2013).

2.4.2.3 Imagens RapidEye

As imagens RapidEye, são oferecidas comercialmente por uma empresa alemã. Possui a capacidade de produzir conjuntos de imagens de qualquer ponto da terra sendo utilizado para monitoramento de eventos em agricultura, cartografia, florestas, governos e seguradoras (EMBRAPA, 2013).

É composta por 5 (cinco) microssatélites multiespectrais, lançados em 29 de agosto de 2008 em um único foguete russo (DNEPR-1). Possui 5 bandas multiespectrais com a mesma resolução espacial, ortorretificadas com 5 metros.

O programa RapidEye possui uma banda adicional denominada RedEdge, desenvolvida especialmente para a discriminação da vegetação. Seus dados permitem a obtenção de resultados confiáveis, precisos e com menor tempo de interpretação, processamento e edição.

O sensor *RapidEye Earth Imaging System* (REIS) foi instalado nos cinco satélites

RapidEye e obtêm imagens da Terra em cinco faixas espectrais. As imagens são adquiridas em cinco bandas espectrais de mesma resolução espacial, sem a necessidade de fusão de bandas, ou seja, garante que não há perda de informação conforme Quadro 10.

Quadro 10 - Sensor *RapidEye Earth Imaging System (REIS)*.

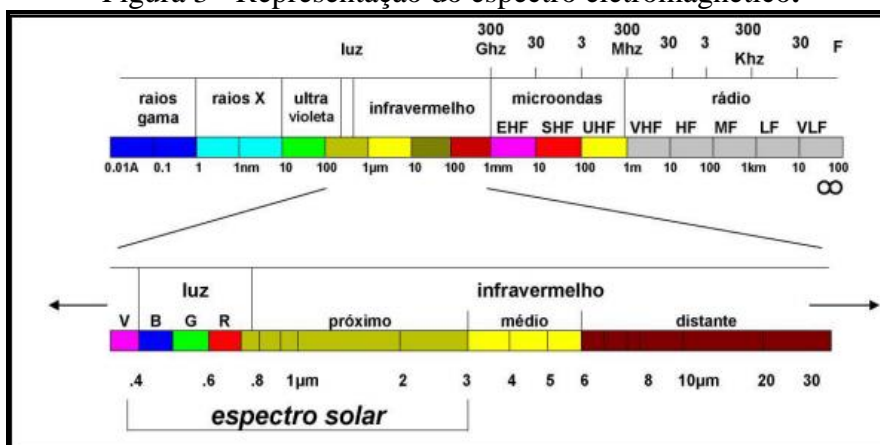
Bandas Espectrais	Intervalo de comprimento de onda (μm)	Resposta Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada
01	440 – 510	Azul	6,5 m (nadir) e 5 m para ortoimagens	24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir)	77,25 km
02	440 – 510	Verde			
03	630 – 685	Vermelho			
04	690 – 730	Red-Edge			
05	760 – 850	Infravermelho próximo			

Fonte: Adaptado EMBRAPA (2013).

2.4.3 Processamento Digital de Imagem (PDI)

Segundo Novo (2010) o processo de geração de cores de uma imagem em um computador está baseado na adição de cores primárias R (*red* – vermelho), G (*green* – verde) e B (*blue* – azul), a intensidade de cada cor será modulada pelo nível digital de cada pixel da cena. As cores estão associadas aos intervalos espectrais (FIGURA 3), ou seja, corresponde ao comprimento de onda das radiações mais frequentes, o espectro está dividido em bandas que corresponde a características notáveis de acordo com o comprimento de onda e está dividido em regiões.

Figura 3 - Representação do espectro eletromagnético.



Fonte: Venturieri (2007).

As características das regiões do espectro eletromagnético são: Raio Gama (γ), Raio X, Ultravioleta (UV), Visível (luz), Infravermelho (IV), Microondas e Rádio, sendo que

a região de interesse para o Sensoriamento Remoto corresponde ao visível, infravermelho e microondas.

- O visível corresponde ao comprimento de onda que o olho humano enxerga: Violeta (0,38 a 0,45 μm), Azul (0,45 a 0,49 μm), Verde (0,49 a 0,58 μm), Amarelo (0,58 a 0,60 μm), Laranja (0,60 a 0,62 μm) e Vermelho (0,62 a 0,70 μm);
- O Infravermelho corresponde ao comprimento de onda percebido como calor, está na faixa que corresponde 0,7 a 1000 μm , sendo dividido em três regiões: IV próximo (0,7 a 1,3 μm), IV médio (1,3 a 6 μm) e IV distante (6 a 1000 μm);
- O microondas são produzidos por sistemas oscilatórios e estão na região de 1 mm até cerca de 1m do espectro eletromagnético.

O sistema RGB foi proposto pelo o *National Television Systems Committee* – NTSC, foi que propôs o sistema RGB que corresponde as cores cian, magenta e amarelo, que são complementares ao vermelho, verde a azul, respectivamente e são chamadas cores subtrativas primárias (MIRANDA & MARABITA, 2007).

O RGB pode não responder adequadamente à percepção visual, pois envolve três atributos: *hue*, *saturation* e *lightness* ou *luminosity*. O *Hue* é usado para distinguir cores, como o vermelho, amarelo, azul e para determinar a quantidade de verde ou vermelho, contidos na luz. O *Saturation* é a medida da porcentagem de luz branca que é adicionada a uma cor pura ou grau de pureza da cor predominante.

O canal do *Intensity* se refere à intensidade de luz percebida ou ao total de energia incidente em todos os comprimentos de onda percebidos pelo olho (MIRANDA & MARABITA, 2007). O espaço IHS (*Intensity, Hue, Saturation*) é uma alternativa a representação das cores.

2.5 Definição da escala

A escala de um mapa é a relação constante que existe entre as distâncias das medidas sobre o mapa e as distâncias sobre o terreno. O mapa descreve um determinado espaço geográfico identificando as características com suas características qualitativas e quantitativas, através de seu posicionamento global sobre a terra assegurada por uma rede de coordenadas de localização.

Segundo Nogueira Loch (2006) nas escalas é possível observar com clareza os detalhes e as menores áreas mapeáveis, sem perda de informação e sem sobrecarregar o mapa, para exemplificar para como deve ser elaborado um mapa de solos conforme Quadro 11.

Quadro 11 - Uso de escalas IBGE.

Tipos de Mapas de Solos	
Mapa Esquemático	É elaborado em escalas muito pequenas tipo 1:10. 000.000 ou menores com a finalidade de mostrar grandes áreas, como uma região geográfica brasileira ou mesmo de todo o Brasil
Mapa Exploratório	Tem a finalidade de mostrar grandes áreas para uma avaliação genérica do potencial dos solos de uma determinada região, envolvendo vários municípios. A escala varia de 1:750.000 a 1:2. 500.000.
Mapa de Reconhecimento	As unidades mapeadas nesse tipo de mapa são bem mais heterogêneas e as escalas que abrangem variam de 1:60.000 a 1:750.000.
Mapa Semidetalhado	São bases para a seleção de áreas com maior potencial de uso intensivo do solo e identificando problemas localizados tanto do uso quanto da conservação do solo. As escalas variam de 1:25:000 a 1:50.000.
Mapa Detalhado	É feito com informações obtidas sistematicamente em campo com intervalos pequenos e regulares, pelo menos, uma observação por hectare. As escalas utilizadas vêm a ser entre 1:20.000 e 1:7.000.
Mapa Ultradetalhado	São elaborados em escala menor que 1:7.000 para especiais, nos quais são necessários conhecimentos detalhados para implantação de projetos específicos em pequenas áreas rurais, áreas urbanas e industriais.

Fonte: Adaptado Nogueira Loch (2006).

A escala pode variar em função dos parâmetros que vão ser analisados e o nível de detalhamento, a que se pretende dos mapas de uso e cobertura da terra e é função direta das informações disponíveis da de pesquisa e dos conhecimentos regionais sobre o uso e a cobertura da terra e a topografia (MONTEIRO, 2008), sendo de importância fundamental a relação entre as escalas de mapas e a mínima área mapeável do terreno.

A elaboração de um método para levantamento e mapeamento, visando atingir diferentes tipos de usuários e propósitos, prevê a reprodução da informação em diferentes escalas a fim de ser utilizada em vários níveis de tomada de decisão. A escala de trabalho escolhida é 1:15.000, onde foi possível um maior detalhamento (Mapa de Detalhe) na hora da vetorização das unidades de paisagens, enquanto que a de apresentação é de 1:125.000 (Mapa Semidetalhado), de modo que a carta final possa ser bem representada impressa no formato A4, facilitando assim a sua publicação, manipulação e distribuição.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A realização da análise dos aspectos ambientais do município de Barroquinha e Chaval e os componentes que neles atuam, incluem atividades de levantamento bibliográfico e cartográfico, reconhecimento de campo e trabalhos laboratoriais.

3.1 Etapa de Gabinete

O levantamento bibliográfico e cartográfico ocorreu através de pesquisas em livros, revistas científicas e órgãos públicos sobre o tema e a área de estudos. Foi necessária a aquisição de uma base cartográfica, que serviu de apoio para verificação dos levantamentos aéreos disponíveis da região afim de se escolher as imagens da aéreas de determinado período condizente com o interesse do trabalho.

Os primeiros procedimentos metodológicos dessa pesquisa basearam-se na construção de um banco de dados sobre os elementos que compõem a área de estudo. Para tanto foi realizado um minucioso levantamento bibliográfico e cartográfico junto às instituições como:

- Universidade Federal do Ceará (UFC);
- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS);
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME);
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);
- Ministério do Meio Ambiente (MMA);
- Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM);
- Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN);
- United States Geological Survey (USGS);
- Universidade Estadual do Ceará (UECE);
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- E Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

3.2 Levantamento de Campo

A etapa de campo foi realizada nos dias 29 e 30 de setembro de, para reconhecimento da área de estudo e verificação dos dados retratados nos mapas de

geomorfologia, de sistemas ambientais e de uso e cobertura da terra, sendo fundamentais para identificação das principais atividades e ações antrópicas. As informações foram conferidas através da marcação de pontos por meio de GPS.

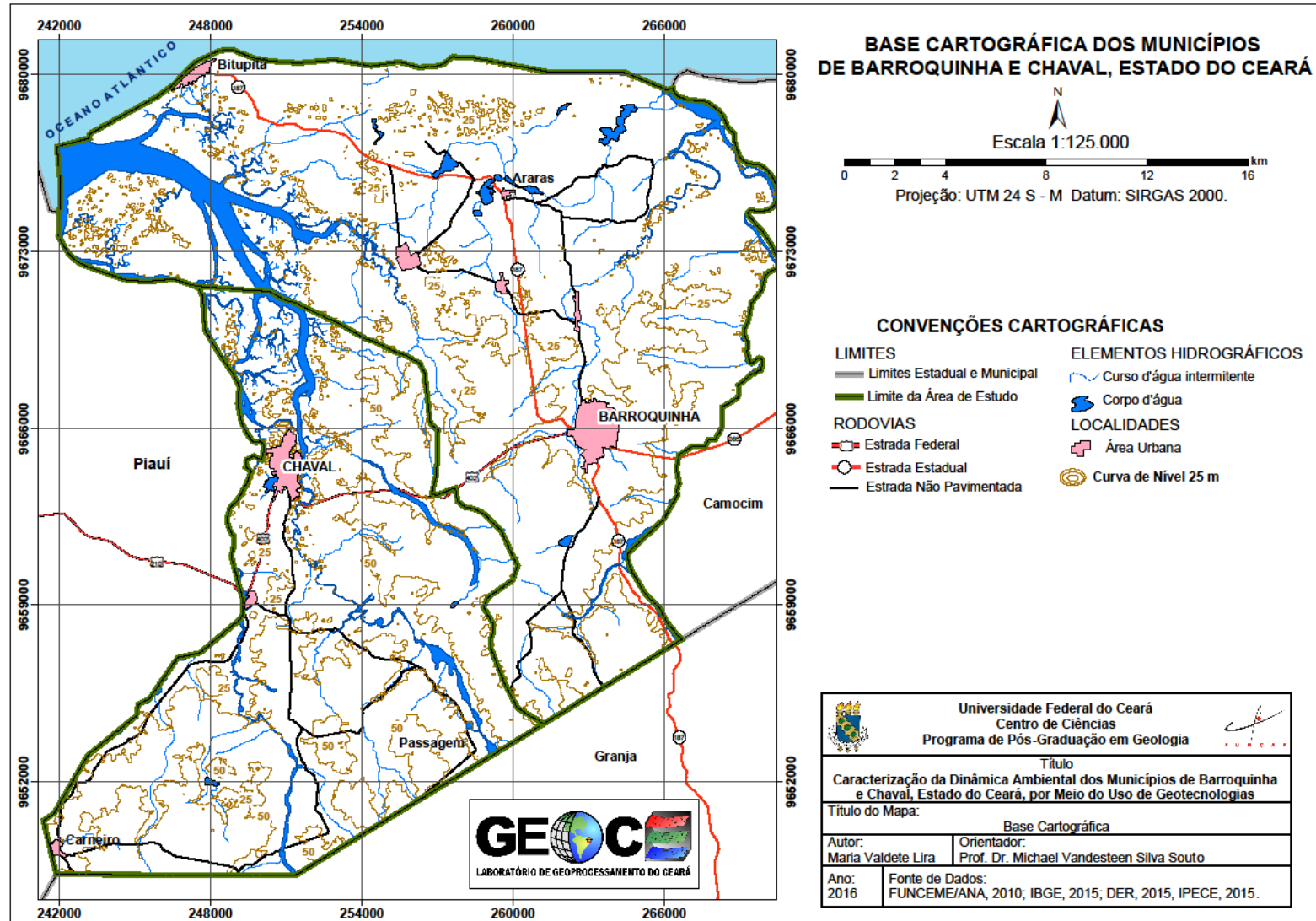
3.3 Etapa de Laboratório

Vale frisar que todo o mapeamento feito utilizou o novo datum oficial do Brasil, o SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), em sua realização do ano de 2000 - SIRGAS 2000, conforme determinado pela resolução do IBGE nº 1/2005, como novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

Esta etapa consistiu inicialmente em análises detalhadas, tanto de material impresso quanto digital de diversos mapas e cartas: Mapa geológico do estado do Ceará, na escala 1:500.000 (CPRM, 2003); Mapa morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e Paraíba (CPRM, 2003), cartas topográficas da SUDENE (1977), escala de 1: 100.000.

Para compor o mapa da base cartográfica (MAPA 1) dos municípios foi utilizado as técnicas de SIG, sendo possível através da identificação de fenômenos terrestres e ações humanas ao longo do tempo (CHRISTOPHERSON, 2012), tendo o recorte da área em escala 1:125.000 de acordo com o tamanho de impressão dos mapas, mas todos os levantamentos foram executados na escala de 1:15.000, onde foram selecionados os dados referentes à rede de drenagem, malha viária e sedes municipais, que foram atualizadas por meio das imagens orbitais utilizadas.

Mapa 1 - Base Cartográfica da Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor

As imagens utilizadas foram do satélite RapidEye do ano de 2012 (mosaico das datas 29/07/2012 e 08/09/2012) e Landsat 8 do ano de 2015 (19/05/2015) com composição adequada a cada tipo de utilização, a geração dos vetores ocorreu através dos dados visuais identificados nas imagens, sendo trabalhadas em meio digital com o auxílio de softwares específicos.

A aquisição das imagens RapidEye de 2012 foi por meio da disponibilização pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), que adquiriu a cobertura completa do Brasil a partir da assinatura de acordos de cooperação técnica entre o MMA, a Embrapa e outros órgãos públicos, e por isso podem ser utilizadas para pesquisas (EMBRAPA, 2013) por meio de uma senha de acesso que algumas instituições possuem. Já as imagens do Landsat 8 - OLI de 2015 estão disponibilizadas no *site* da USGS.

As imagens do programa Landsat tem sido particularmente útil para as análises ambientais por possibilitarem levantamentos das séries históricas e de se obter o *download* gratuito dos seus produtos.3.4 Processamento Digital de Imagens.

Para o processamento das imagens foi utilizado os *softwares* ENVI 4.8 e ArcGIS v.10.3.1 do Laboratório de Geoprocessamento (GEOCE) no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará.

Foram utilizadas imagens Landsat 08 (15 m de resolução, 8 bits) relativas à órbita/ponto 218/62, nas datas de 19/05/2015 e imagens RapidEye (5 m de resolução, ortorretificadas, 16 bits) relativas à cena 2437605, nas datas de 29/07/2012 e 08/09/2012.

A imagem RapidEye foi utilizada para a elaboração do mapa geomorfológico, dos sistemas ambientais e do uso e cobertura da terra, foi necessário uma série de composições, para a identificação das unidades a serem identificadas.

As imagens do sensor Landsat8/OLI foram adquiridas no *site* da USGS (<<http://earthexplorer.usgs.gov/>>), onde foram selecionadas cena que recobre a área de estudo e que apresente uma boa qualidade e com menor cobertura de nuvens, utilizada para o mapa de uso e cobertura da terra e para auxiliar na elaboração dos outros mapas.

As imagens passaram por um processamento, onde o objetivo foi melhorar o aspecto visual de feições estruturais e para fornecer outros subsídios para a outras interpretações, inclusive gerando produtos que possam ser submetidos a outros processamentos.

Para a extração de informações de uma imagem é aplicado a composição colorida segundo Figueiredo (2005) é um dos artifícios de maior utilidade na interpretação das informações do Sensoriamento Remoto, pois é fundamental para uma boa identificação e

discriminação dos alvos terrestres.

No mapeamento das unidades de relevo foi necessário a aplicação. Os atributos de IHS descreve a formação de cores de uma maneira muito mais próxima àquela pela qual o sistema visual humano possa perceber, devido a isso, este sistema apresenta vantagens em relação ao sistema RGB.

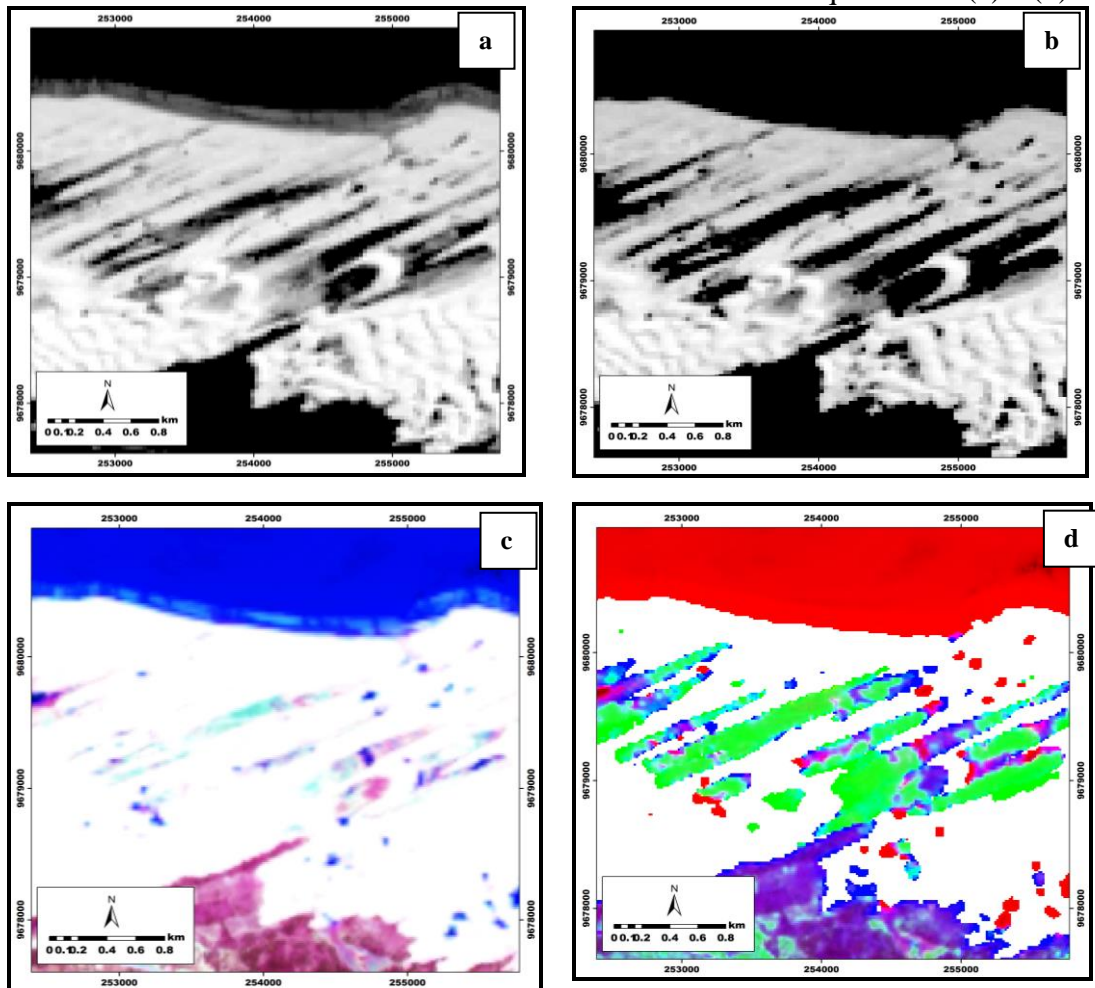
O modelo IHS definir as cores por atributos, ao invés da intensidade das cores primárias, estes podem ser analisados e manipulados individualmente, ao contrário do sistema RGB, onde eles estão intrinsecamente interligados. Esta independência permite processar os atributos separadamente, por exemplo, realçar apenas a intensidade (I), enquanto no modelo RGB não é possível. Esta técnica é utilizada para duas finalidades: melhorar a utilização do espaço de cores, principalmente quando a correlação inter-banda é alta e combinar diferentes tipos de imagens ou mesmo imagens de natureza diferente (IBGE, 1999).

Uma técnica de Sensoriamento Remoto utilizado para uma melhor identificação de formas de relevo, foi através da matemática de bandas, que corresponde a uma melhora a individualização de alvos que forem estudados. Foi utilizada a Subtração e Razão entre Bandas em uma imagem L8.

A Razão entre Bandas é uma técnica utilizada para individualizar alvos e objetos que se queiram estudar, ou seja, ela permite discriminar sutis diferenças existentes na comparação de imagens, observando o comportamento espectral dos alvos de interesse, para a aplicação da razão, as bandas são selecionadas visando seus valores máximos e mínimos de reflectância, afim de que se expressem os gradientes da curva espectral dos objetos de interesse, proporcionando o realce destes alvos (SESTINE & FLORENZANO, 2004; ARAÚJO & MELLO, 2010), ou seja, a razão entre bandas serve para evidenciar pequenas variações espectrais da cobertura do terreno que de outra maneira encontram-se mascaradas pela pequena variação dos níveis de cinza. A Subtração de Bandas tem o objetivo de realçar as diferenças espectrais, refletidas por diferença de números digitais (CROSTA, 1992).

O uso da razão de bandas (FIGURA 4) foi utilizado para a identificação de unidades que não puderam ser identificadas diretamente na imagem, por meio a fim de se obter sutis diferenças existentes no comportamento espectral de diferentes objetos, o que permite discriminar diversos alvos em uma mesma imagem, ou seja, é possível identificar os alvos de interesse, que neste caso foi realçar as dunas finas (ARAÚJO & MELLO, 2010).

Figura 4 - Aplicação da Subtração de Bandas na imagem Landsat 8 de 2015 (a) e (b), e Razão de Bandas referente ao realce de dunas fixas em Barroquinha/CE (c) e (d).

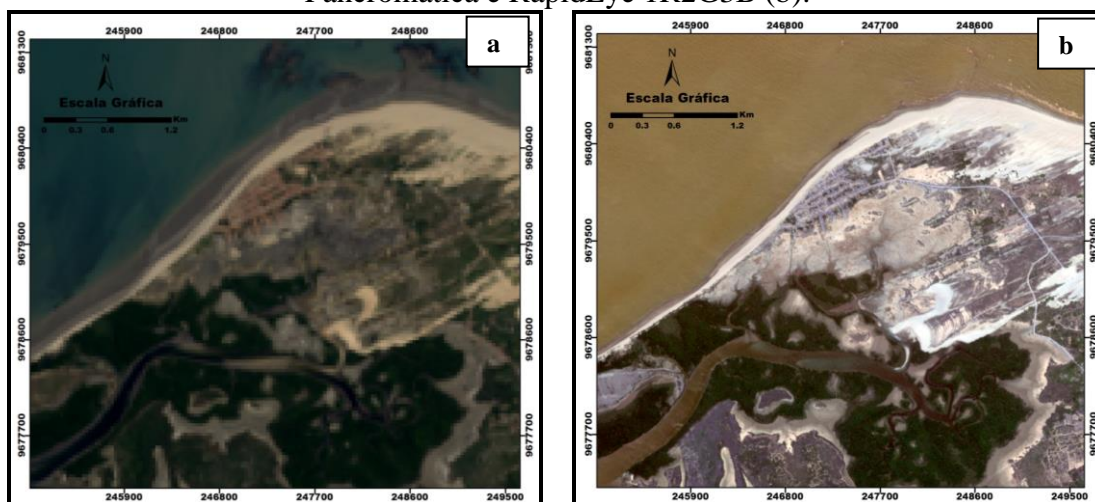


Fonte: Autora (2015).

As composições coloridas utilizadas para a melhor compreensão das unidades de paisagens foram:

- A composição natural (Landsat 08 4R3G2B e RapidEye 1R2G3B na escala de 1:15.000), também conhecida como composição em cores reais, utiliza as três bandas do visível e proporciona uma imagem próxima à percepção do olho humano (FIGURA 5).

Figura 5 - Composição Natural Landsat 8 4R3G2B (a) sem aplicação da Banda Pancromática e RapidEye 1R2G3B (b).



Fonte: Autora (2015).

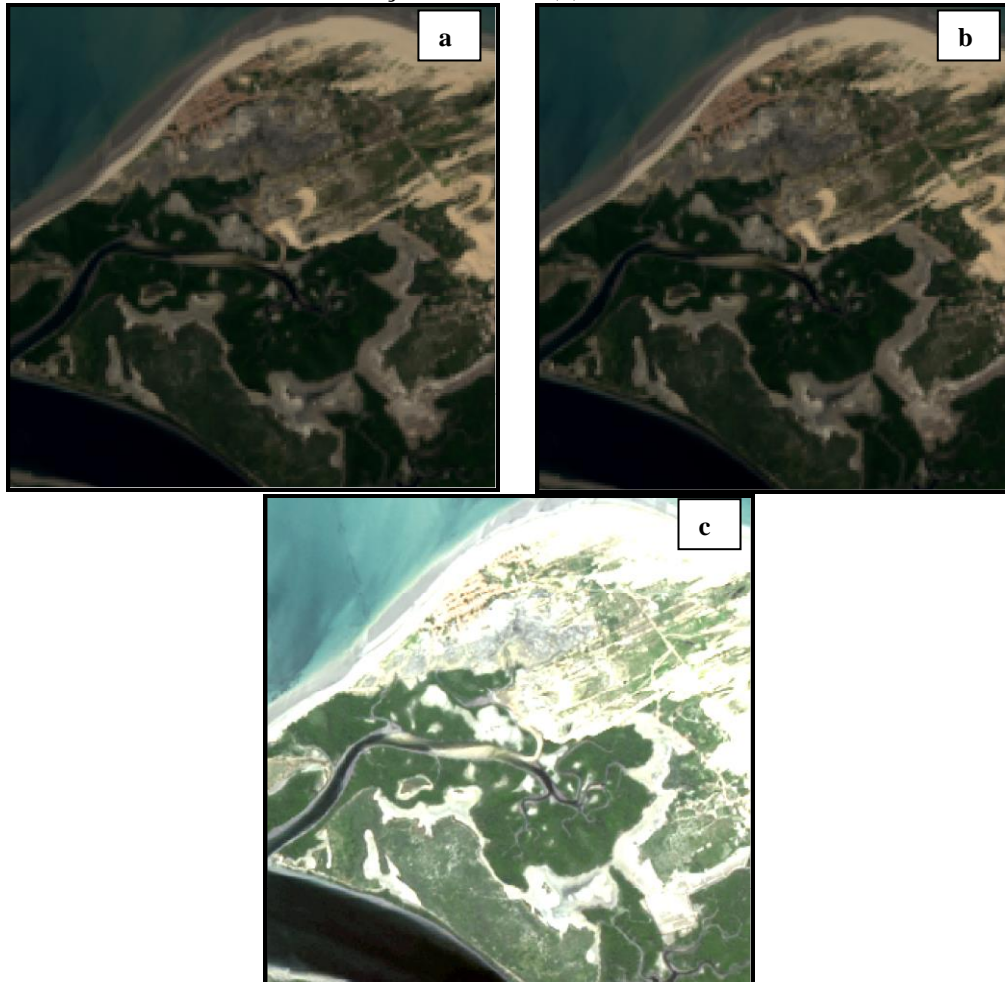
Na maioria das etapas de composição de falsa cor foi realizada por meio do RGB, pois as imagens eram de alta resolução não havendo a necessidade de um melhoramento de resolução espacial, enquanto na imagem Landsat 8 foi necessário a transformação RGB+IHS, para gerar uma imagem híbrida, ou seja, uma com melhor qualidade.

O objetivo da fusão de dados da imagem pancromática com as bandas multiespectrais, do Landsat 8, visam melhorar a interpretação da imagem especialmente para identificar as unidades de interesse. O processo ocorre por meio de substituição onde a imagem multiespectral que é composta por três bandas, é transformada do sistema RGB para o sistema IHS. A imagem associada à intensidade é substituída pela banda pancromática e depois a transformação inversa é aplicada, retornando ao sistema RGB com uma imagem multiespectral (CENTENO & RIBEIRO, 2007), o resultado esperado é uma imagem colorida com melhor resolução espacial.

O princípio básico para se gerar uma imagem híbrida (imagem fundida) foi por meio da operação é que a imagem intensidade, do sistema IHS, é muito parecida com a imagem pancromática, sendo possível substituí-la sem alterar as características espectrais, para assim poder ter uma imagem com o maior grau de detalhamento espacial. O processo de se gerar uma imagem híbrida ocorreu por meio da composição das bandas multiespectrais do L8 com resolução espacial de 30 m, composição colorida 4R3G2B e concluída essa etapa, e a fusão da banda 8 PAN resolução espacial 15 m também foi importada no formato geotiff no Envi[®], onde o resultado foi uma nova imagem com 15 m de resolução espacial. Para analisar o resultado da fusão, foram realizados dois testes, o primeiro foi através de análises visual entre o resultado da técnica de fusão utilizada e a imagem multiespectral original. No segundo

foi realizada a verificação da fidelidade espectral da imagem fusionada em relação a imagem multiespectral (FIGURA 6).

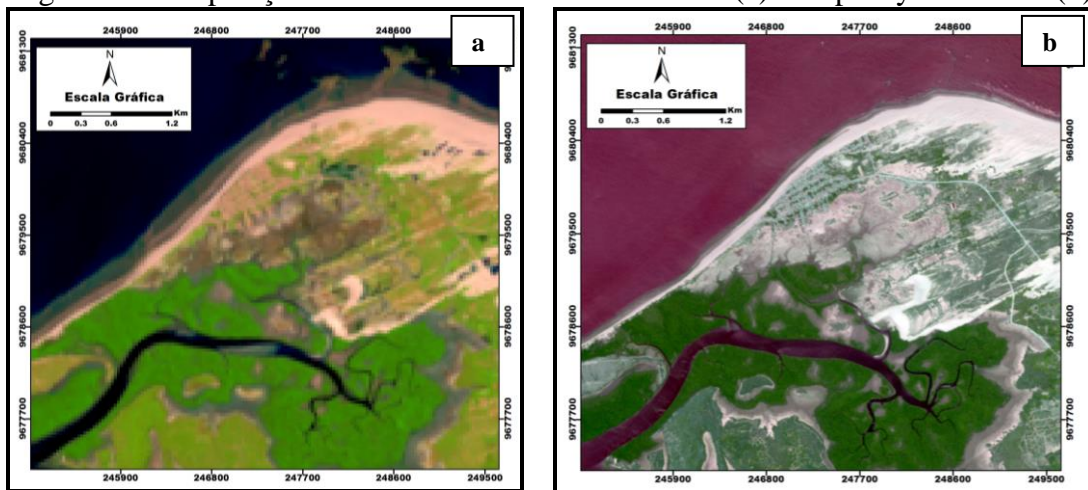
Figura 6 – Criação de uma imagem híbrida por meio da composição colorida do L8 4R3G2B (a) de 30 m, Banda Pancromática do L8 (b) de 15m em uma imagem colorida com melhora de resolução de 15 m (c).



Fonte: Autora (2015).

- A composição falsa-cor (Landsat 08 6R5G4B e RapidEye 2R4G3B em escala de 1:15.000) utiliza bandas do infravermelho e do visível em associações diferentes das percebidas pelo olho humano. Cada tipo de combinação de bandas é adequado para a realização de diferentes estudos (FIGURA 7), essas combinações de cores são utilizadas para análise e identificação dos corpos d' água e planície flúvio-marinha.

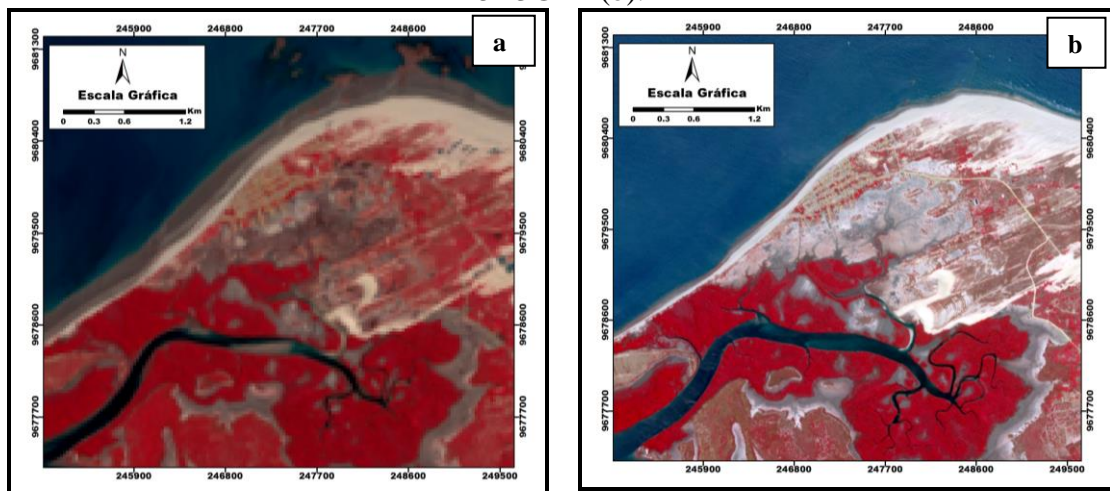
Figura 7 - Composição em falsa cor Landsat 8 6R5G4B (a) e RapidEye 2R4G3B (b).



Fonte: Autora (2015).

- As imagens do infravermelho representam a radiação infravermelha emitida pelas nuvens ou pela superfície terrestre. Numa imagem do infravermelho, objetos mais quentes aparecem mais escuros que objetos mais frios (FIGURA 8).

Figura 8 - Composição Infravermelho Landsat 8 5R4G3B (a) e RapidEye 5R3G2B (b).



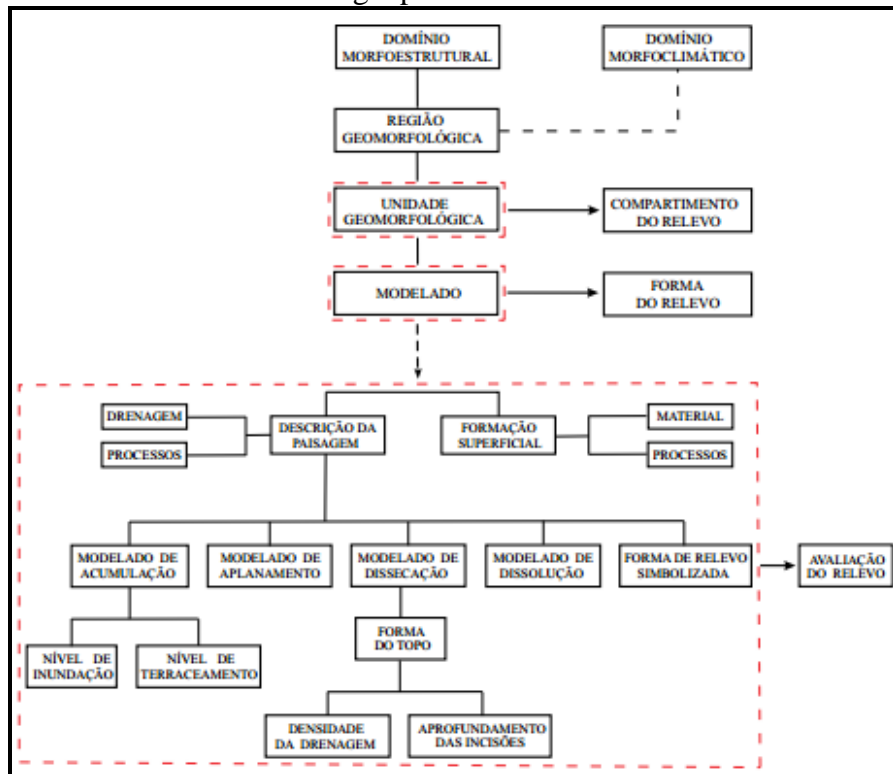
Fonte: Autora (2015).

Após todo a realização de PDI foi possível a identificação das classes de geomorfologia, dos sistemas ambientais e uso e cobertura da terra foram definidas por meio de análise visual da imagem e vetorização destas unidades, no *software* ArcGIS 10.3[®], onde foi gerado polígonos, a tabela de atributos foram preenchidas com as informações pertinentes a cada unidade, após essa etapa foi calculado a área em m², para com estes dados elaborar gráficos comparativos, para enfim cria-se os *layouts* conforme a legenda estabelecida nas metodologias propostas.

3.4 Metodologia para o Mapeamento das Unidades Geomorfológicas

A elaboração do mapeamento geomorfológico baseou-se nos procedimentos técnico-metodológico propostos Projeto RADAMBRASIL Folha Fortaleza (1981), onde estabelece as etapas de trabalho homogêneo, onde a primeira fase consiste no levantamento do material bibliográfico e cartográfico, a segunda corresponde a delimitação e homogeneização das interpretações das imagens por meio de uma padronização da drenagem e das formas de relevo e a definição de uma legenda conforme a realidade local e o IBGE (2009) por meio da identificação da taxonomia do mapeamento geomorfológico, disposto no Manual Técnico de Geomorfologia (FIGURA 9).

Figura 9 – Estrutura da Geomorfologia proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia por meio da Taxonomia.



Fonte: IBGE (2009).

Ainda foram incorporadas contribuições metodológicas proposta por de Argento (2007), que estabelece que a ciência geomorfológica deve fazer interface como Sensoriamento Remoto e com os SIGs, mesmo que esta ciência não tenha um padrão predefinido, tanto em nível de escala adotadas como nas bases taxonômicas. A metodologia para o mapeamento geomorfológico deve se basear na caracterização dos domínios morfoestruturais, que serão subdivididas para atender a taxonomia concernente às regiões

geomorfológicas. Por Ross (1992) que quando se determina uma unidade morfoestrutural estão definidas pela diversidade litológica e pela ação do clima do passado e do presente, e Florenzano (2008) o mapeamento da cartografia geomorfológica é necessário trabalhar com as formas ou com os elementos do relevo.

A metodologia foi adaptada de acordo com os objetivos propostos e particularidades da área de estudo, buscando, sempre que possível, empregar referências e características de topônimos locais à nomenclatura das unidades de relevo por meio das a proposta por Souza (*et al.*, 1979), Souza (1988a; 2000b; 2005c)

Para a identificação das unidades de relevo encontradas na área de estudo foi através das imagens do mosaico do satélite RapidEye de 2012, sendo complementada com a imagem do Landsat 8 de 2015, por meio de interpretação visual na escala de 1:15:000.

As imagens passaram por processamento, o uso específico de composição de bandas espectrais que dessem enfoque principal à refletância dos recursos hídricos, vegetação, litologias e tipos de solo que permitissem agrupar estas em unidades morfoestruturais, para depois compartimentá-las em unidades morfoesculturais. O processo de classificação destas unidades foi realizado por meio de vetorização destas, para a elaboração do mapa preliminar e sua legenda.

3.5 Metodologia das Unidades de Uso e Cobertura da Terra

Foi adotado como parâmetro para a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra a classificação sistemática do Manual de Uso e Ocupação da Terra do IBGE. Os critérios que são recomendados pelo IBGE (2013) para a classificação das unidades de uso e cobertura da terra foram: a escala de mapeamento; a natureza da informação básica; a unidade de mapeamento e definição da menor área a ser mapeada e a nomenclatura.

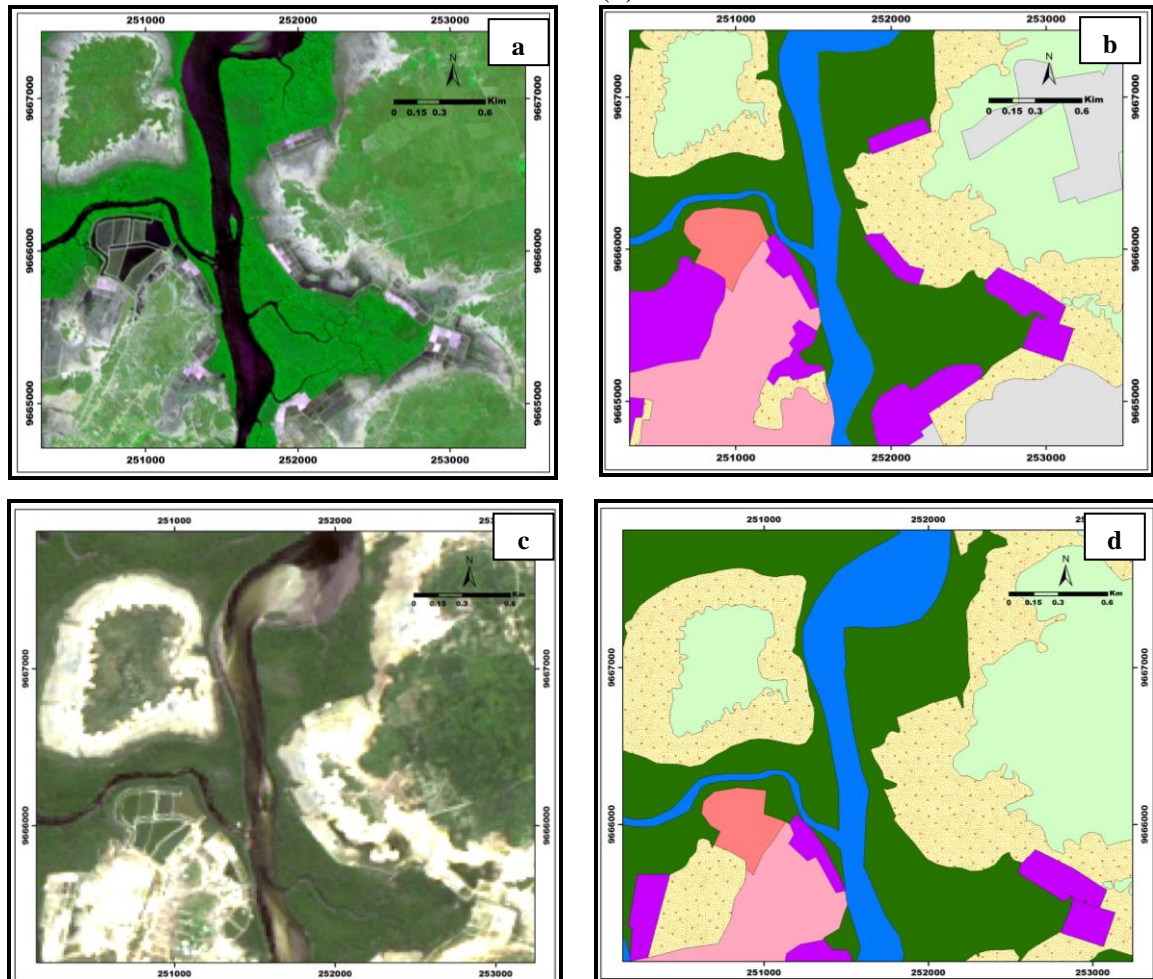
Segundo Rosa (2003) o uso e ocupação do solo consistem em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo.

Para a elaboração do mapa de Uso e Cobertura da Terra foi utilizado como base metodológica o Manual de Uso e Cobertura da Terra do IBGE (2013), que se baseia em quatro princípios básicos para a estruturação do sistema de classificação que são: a Escala de Mapeamento; a Natureza da Informação Básica; a Unidade de Mapeamento e definição da menor área a ser mapeada e a Nomenclatura.

A escala de mapeamento, está relacionada ao detalhamento do trabalho e determinará o tamanho do objeto de estudo. A Natureza da Informação Básica corresponde a fonte de onde será extraído, como uma imagem orbital, e para isso é necessário conhecer os fundamentos do Sensoriamento Remoto como a resolução espacial, resolução radiométrica, resolução espacial, e temporal. A unidade de mapeamento corresponde a homogeneidade da cobertura da terra que deve ser mapeada em sua total diversidade e complexidade, e sua representação deve corresponder a realidade daquele ambiente. A nomenclatura deve ser adequada a diversidade e compatível com a escala (IBGE, 2013). Todos estes princípios devem estar interligados, para que este mapeamento seja correto a realidade da região.

A escala de mapeamento utilizada para a interpretação visual foi 1:15.000, sendo que a menor área mapeada foi de 2 km². Para a natureza da informação básica a identificação das unidades de uso e cobertura da terra foram as imagens do satélite RapidEye de 2012 com resolução espacial de 5 m, em comparativo com imagem Landsat 8 de 2015 onde foram importadas as bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 m, no formato geotiff, para realização da composição colorida (4R3G2B). Concluída essa etapa, a banda 8 PAN resolução espacial 15 m também foi importada no formato geotiff (composição colorida 4R3G2B + banda 8 Pancromática) para ser empregada no processo de vetorização e elaboração dos mapas de uso e ocupação referentes ao ano de 2012 e 2015 (FIGURA 10).

Figura 10 - Análise comparativa Multitemporal de imagem RapidEye 2012 3R5G2B, identificação das unidades do uso e cobertura da terra referente a 2012 (b) e Landsat 8 2015 4R3G2B mais PAN (c), identificação das unidades do uso e cobertura da terra 2015 (d).



Fonte: Aoura (2015).

3.6 Metodologia para o Mapeamento dos Sistemas Ambientais

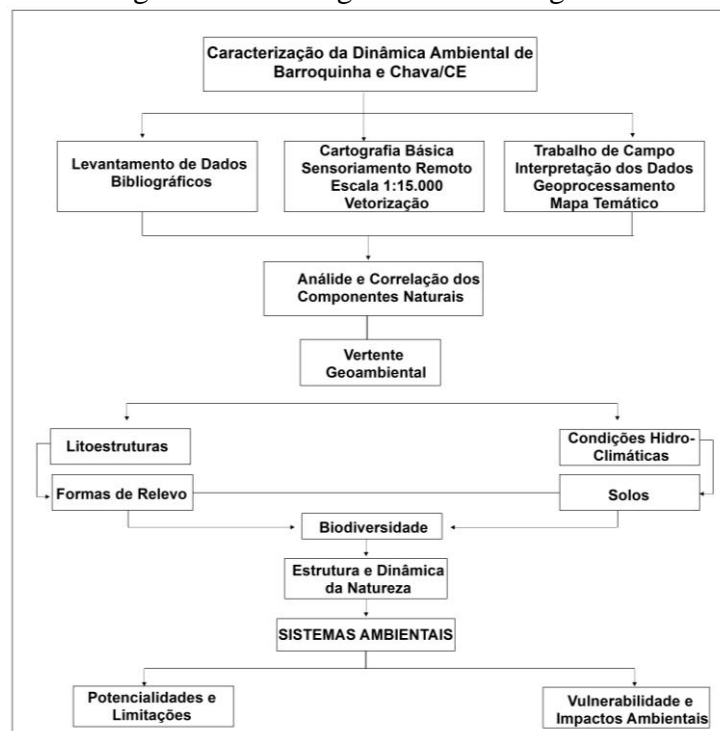
A fundamentação teórico-metodológica para o mapeamento dos Sistemas Ambientais estão fundamentados no estudo integrado da paisagem, onde as unidades geoambientais foram definidas a partir da concepção de geossistema proposta por Bertrand (1968; 1972) sobre a concepção de que uma porção do espaço é caracterizada pela combinação de elementos geográficos diferenciados, que fazem a paisagem um conjunto geográfico indissociável, que evolui em bloco, sob o efeito de sua própria dinâmica cada um de seus elementos sendo considerados separadamente, ou seja, considera a existência de fluxos e inter-relações entre os seus elementos constituintes, sejam eles: potencial ecológico, exploração biológica e as ações antrópicas, essas últimas devem ser identificadas através de

atividades de campo, posteriormente inseridas dentro de um contexto de análise integrada da paisagem.

Os Sistemas Ambientais representam o arranjo espacial resultante da similaridade entre os componentes naturais como geologia, geomorfologia, condições hidroclimática, solos e vegetação que se materializa nos diferentes Sistemas Ambientais e padrões de paisagem (MEDEIROS *et al.*, 2012; SOUZA, 2009). Cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural apresentando um relacionamento harmônico entre seus componentes, sendo que cada unidade é dotada de potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais e reagem também de forma singular no que tange às condições de uso e ocupação do solo (MEDEIROS *et al.*, 2012), ou seja, é necessário conhecer as potencialidades e limitações das unidades ambientais para melhor avaliar a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação.

As unidades ambientais foram hierarquicamente organizadas pelas regiões naturais por meio dos sistemas naturais (geossistemas) e dos subsistemas naturais (geofácies) presentes nos municípios. Para a elaboração do mapa de Sistemas Ambientais foi seguido por meio do fluxograma metodológico proposto para o estudo das unidades geoambientais (FIGURA 11), proposto por Souza (2000); Souza *et al.*, 2005 e Souza *et al.*, 2012.

Figura 11 – Fluxograma Metodológico.



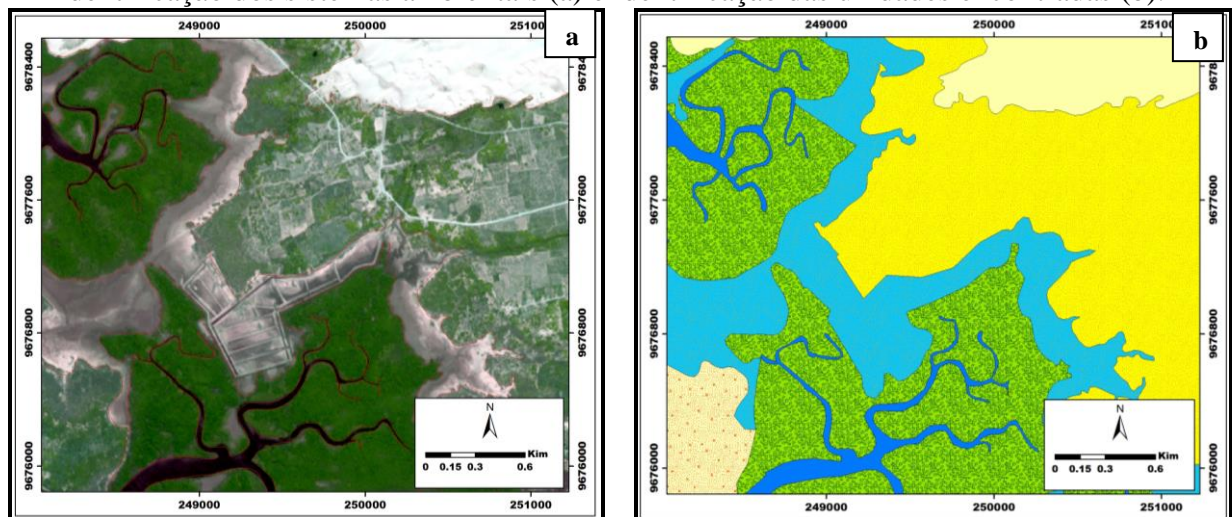
Fonte: SOUZA, 2000; SOUZA *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2012. Adaptação: A autora.

Para a elaboração do mapa de Sistemas Ambientais foram organizados através da interpretação das imagens de Sensoriamento Remoto do satélite de alta resolução RapidEye de 2012 por meio de PDI, onde foi possível identificar e vetorizar as unidades, e por meio da análise do acervo cartográfico por meio de banco de dados temático proveniente de levantamentos sistemáticos dos recursos naturais do Estado. A junção dessas informações é fundamental para definir a qualidade dos atributos naturais em termos de potencialidades e limitações, tendo em vista suas repercussões na qualidade ambiental (SOUZA *et al.*, 2005).

A escala adotada para a elaboração do mapa de sistemas ambientais foi na escala de 1:15.000, onde o detalhamento permite identificar com a otimização do uso dos recursos naturais, minimizando os impactos e maximizando as potencialidades.

A unidades encontradas foram segundo a proposta de Souza (2000c) e FUNCEME (2009b): Planície Litorânea com campo de dunas móveis, dunas fixas e peledunas, e planície Flúvio-Marinha, Planície Ribeirinhas com planície de acumulação e fluvial, Glacis de Acumulação, Tabuleiros Arenosos e Tabuleiros Areno-Argilosos e Cristas Residuais com Agrupamento de Inselbergs (FIGURA 12).

Figura 12 - Imagem RapidEye composição colorida 2R4G3B no processo de identificação dos sistemas ambientais (a) e identificação das unidades encontradas (b).



Fonte: Autora (2015).

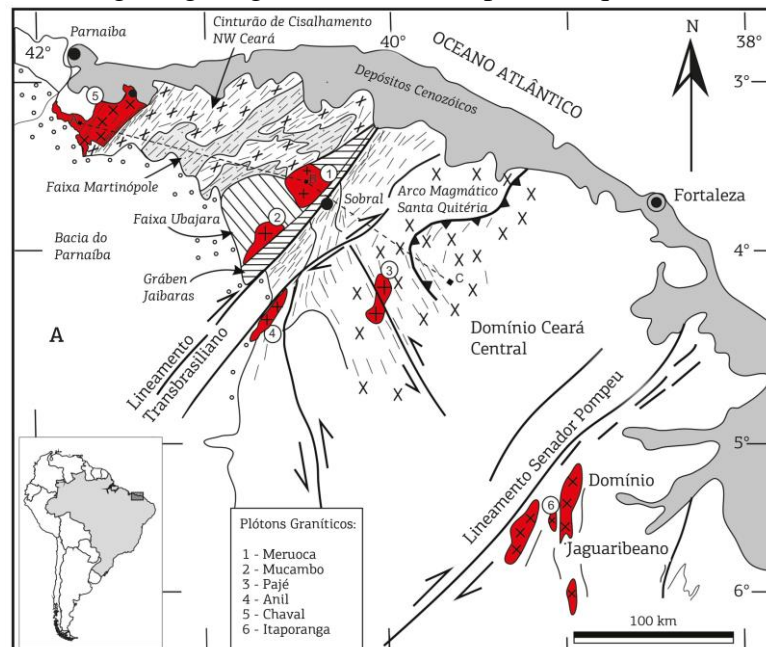
4 CONTEXTO GEOAMBIENTAL

Neste item serão abordados todos os elementos que influenciam direta ou indiretamente na elaboração da paisagem da área de estudo.

4.1 Geologia

A compartimentação tectônica da área de estudo está dividida em dois grupos a Província Costeira e o Domínio Médio Coreauá, que corresponde no Estado do Ceará a Província Borborema. Para a compreensão da evolução da geologia é preciso conhecer o modelo dado a porção NE da Plataforma Sul Americana conhecida como Província Borborema que possuía uma extensão de aproximadamente 400.000 km², onde ocorreram fenômenos termiais, tectônicas, magmatismo durante o Proterozóico Superior indo até o Cambro Ordoviciano, esta região ia do Norte da Bahia, Sudoeste do Piauí e Noroeste do Ceará (FIGURA 13), onde se encontra a área de estudo é composta de um retalho de diferentes litologias e separadas por falhas e lineamentos (MABESSONE, 2002).

Figura 13 - Mapa geológico simplificado do NW da Província Borborema com as principais unidades geológico-geotectônicas, adaptado daquele do Estado do Ceará.



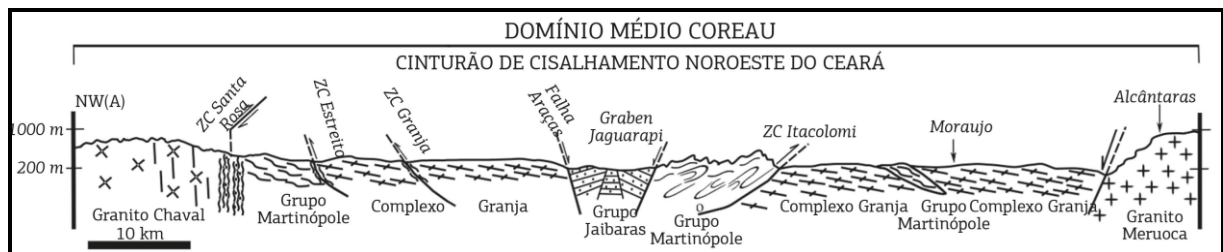
Fonte: Cavalcante *et al.*, 2003.

A região Noroeste da Província Borborema apresenta uma diversidade de corpos graníticos de natureza e evolução tectônica diversificadas, do Paleoproterozoico ao

Paleozoico, com maior incidência relacionada ao Neoproterozóica e alojamento em diferentes fases da orogenia Brasileira.

Segundo Brito Neves (1975) a Região de Dobramentos do Médio Coreaú (DMC) ou Domínio Noroeste do Ceará (NWC) corresponde a um Cinturão Orogênico (*Orogenic Belt*), onde está englobado uma diversidade de litótipos com distintas idades e origens numa mesma unidade tectônica, está localizada no extremo noroeste do estado e a Norte do lineamento Sobral-Pedro II (TORQUATO & NOGUEIRA, 1996), os elementos geológicos principais encontrados nessas áreas são os terrenos gnáissico-migmáticos-graníticos, ou simplesmente "maciços" e terrenos metassedimentares, e no Ceará esta região recebeu a denominação de Sistema Médio Coreaú (SANTOS & BRITO NEVES, 1984), e é representada por uma sucessão de horts e grabén que são formas de relevos associadas a eventos tectônicos (FIGURA 14).

Figura 14 - Seção geológica esquemática Chaval - Sobral - Aracatiagú mostrando as relações estruturais entre as principais unidades litoestratigráficas e tectônicas do Noroeste do Ceará no Domínio Médio Coreaú.



Fonte: Gorayeb & Lima (2014).

O DMC está localizado no setor setentrional da Província Borborema, que foram afetados por intensas deformações, metamorfismo e plutonismo (SILVA *et al.*, 2012a) durante a Orogênese Brasileira/Pan Africana no final do Proterozóico, dando início ao Neoproterozóico. No Ceará este evento ocorreu por volta de 532 Ma e foram responsáveis pela formação de bacias intracratônicas e pela ocorrência de uma atividade vulcânica e plutônica intensa, em razão do que se formaram rochas extrusivas e corpos graníticos diversos (CLAUDINO-SALES & PEUVAST, 2007).

As principais unidades litoestratigráficas encontradas no DMC são: Complexo de Granja (correspondendo a uma porção afetado por metamorfismo de médio a alto grau; Grupo Martinópolis; Grupo Ubajara; Granitos Brasileiros; Grupo Jaibaras e Coberturas Sedimentares (Santos *et al.*, 2001 apud SILVA, 2010). Sendo que na área de estudo as unidades litoestratigráficas encontradas são: Complexo de Granja; Granitos Brasileiros e Coberturas Sedimentares.

O Complexo Granja corresponde ao embasamento cristalino do DMC, a unidade mais antiga, sendo representado por gnaisses de diferentes composições, migmatitos e granulitos (SIQUEIRA, 2012), sendo a sua composição mineralógica, sendo compostas por quartzo, biotita e plagioclásio, podendo também ser observado feldspato e piroxênio agrupados em três sequências distintas (CPRM, 2003; CAVALCANTE & PADILHA, 2005; SILVA, 2010). As litologias do Complexo Granja estão parcialmente encobertas por formações detrítico-lateríticas e sedimentares clásticas do Terciário e depósitos elúvio-colvionares e aluvionares do Quaternário (SILVA *et al.*, 2012b).

Os Granitos Brasileiros foram resultados da exumação da Cadeia Brasileira que atingiu com idades 650 e 500 Ma apresentando-se em jazimentos com dimensões de pequenos diques, *plugs* (material vulcânico mais resistente a erosão) e batólitos (corpo plutônico intrusivo com área aflorante, ou de afloramento ocorrido por meio de processos erosivos com área maior que 100 km²).

No setor NW do Estado do Ceará os terrenos sedimentares e cristalinos, foram soerguidos (CLAUDINO-SALES, 2002; CLAUDINO-SALES & LIRA, 2011), e as rochas por meio de processos exógenos de intemperismo e erosão acabaram aflorando os corpos de granitóides como o Chaval, Meruoca, Mucambo e Tucunduba, que estão intimamente relacionada com o padrão de desenvolvimento tectônico da orogênese e permite reconhecer dois grandes grupos de intrusões como o *sin*-cinemáticas (simultaneamente ao processo) e pós-cinemáticas (após o processo) ao movimento orogênético (SANTOS *et al.*, 2007 *apud* SILVA, 2010). Os plutões de Chaval e Tucunduba mostram sinais de terem sido influenciados pela orogênese brasileira, pois apresentam foliação concordante com as estruturas regionais e um carácter *sin*-cinemático bem marcado (Santos *et al.*, 2008).

A Província Costeira corresponde a faixa litorânea que vai desde o Amapá até Rio Grande do Sul, e está condicionado por meio da dinâmica global e dinâmica costeira. A dinâmica global corresponde aos fenômenos de escala global, que exerceu e exerce influência sobre as estruturas das zonas costeiras, por meio de tectônica de placas, do clima, e variações do nível do mar, enquanto a dinâmica costeira está relacionada principalmente a evolução das praias arenosas e pelos processos erosivos e deposicionais que as mantêm em constante transformação, sendo que os principais elementos fundamentais para a elaboração dessas paisagens como: os ventos; as ondas; as correntes litorâneas e as marés.

Para a evolução da Província Costeira é necessário compreender a influência da tectônica para a evolução dos fatos geológicos e geomorfológicos recentes na paisagem costeira de todo o país, esse evento teve início no Terciário Superior e do Quaternário, durante

o quadro de tensões compreensivas que findou com a fragmentação do megacontinente Gondwana e por sucessivos seqüências de adensamento crustal no Oceano Atlântico (SAADI *et al.*, 2005) que culminou com a abertura do oceano. Este evento ficou conhecido como neotectônica correspondeu a um momento da história geológica da terra em que houve a reativação de estrutura tectônicas desde o PréCambriano até o Cenozóico (HASUI, 1990; SAADI, 1993; GOMES NETO, 2007), e correspondeu a última reorganização tectônica em escala regional.

Segundo Saadi & Torquato (1992) e Saadi (1993) os principais elementos considerados para a interpretação do quadro da evolutivo morfodinâmico para o Nordeste da atividade neotectônica são: ocorrência de arqueamento crustal; ocorrência de significativas mudanças climáticas; papel de estruturas tectônicas herdadas no controle da morfologia; existência de diversos níveis de escalonamento de compartimentos aplainados e seus depósitos correlativos e sinalização cronológica do Grupo Barreira.

A evolução morfoestrutural da Província Costeira do Estado do Ceará está relacionada a flexura marginal, oscilação climáticas e variações do nível do mar. O arqueamento crustal corresponde a flexura marginal correspondeu ao evento lento e contínuo soerguimento crosta continental adjacente na parte sul do Estado, com o rebaixamento da zona costeira e plataforma continental (CLAUDINO-SALES, 2002; SARAIVA JÚNIOR, 2009; PINHEIRO, 2015).

Ao longo do Terciário, a oscilações climáticas corresponderam a modificações do clima por causas passageiras que duraram meses ou até poucos anos, e que representam um fenômeno de flutuação climática e não de mudança climática, sendo ocasionado por eventos naturais (SUGUIO, 2008; SUGUIO & MARTIN, 2008). No Plioceno (7 Ma) foi o período onde o ambiente era o mais úmido, enquanto o Pleistoceno (2,5 Ma) foi caracterizado por intervalos climáticos úmidos e secos, que foi reconhecido pelas evidências de testemunhos por cascalheiras e pediplanações acompanhada de processos endorréico (AB' SABER, 1956 *apud* SAADI & TORQUATO, 1992).

Os fatores climáticos são muito dinâmicos e, portanto, é necessário diferenciar entre mudanças climáticas reais, que acontecem através dos tempos geológicos, ou se são oscilações climáticas devidas às anomalias climáticas em escala temporal relativamente curta, por exemplo, de vida humana (SUGUIO, 2008, p. 91).

O resultado das oscilações no nível do mar, por meio da subida e descida do nível do mar, mais conhecida como regressões e transgressões marinhas que causaram alterações

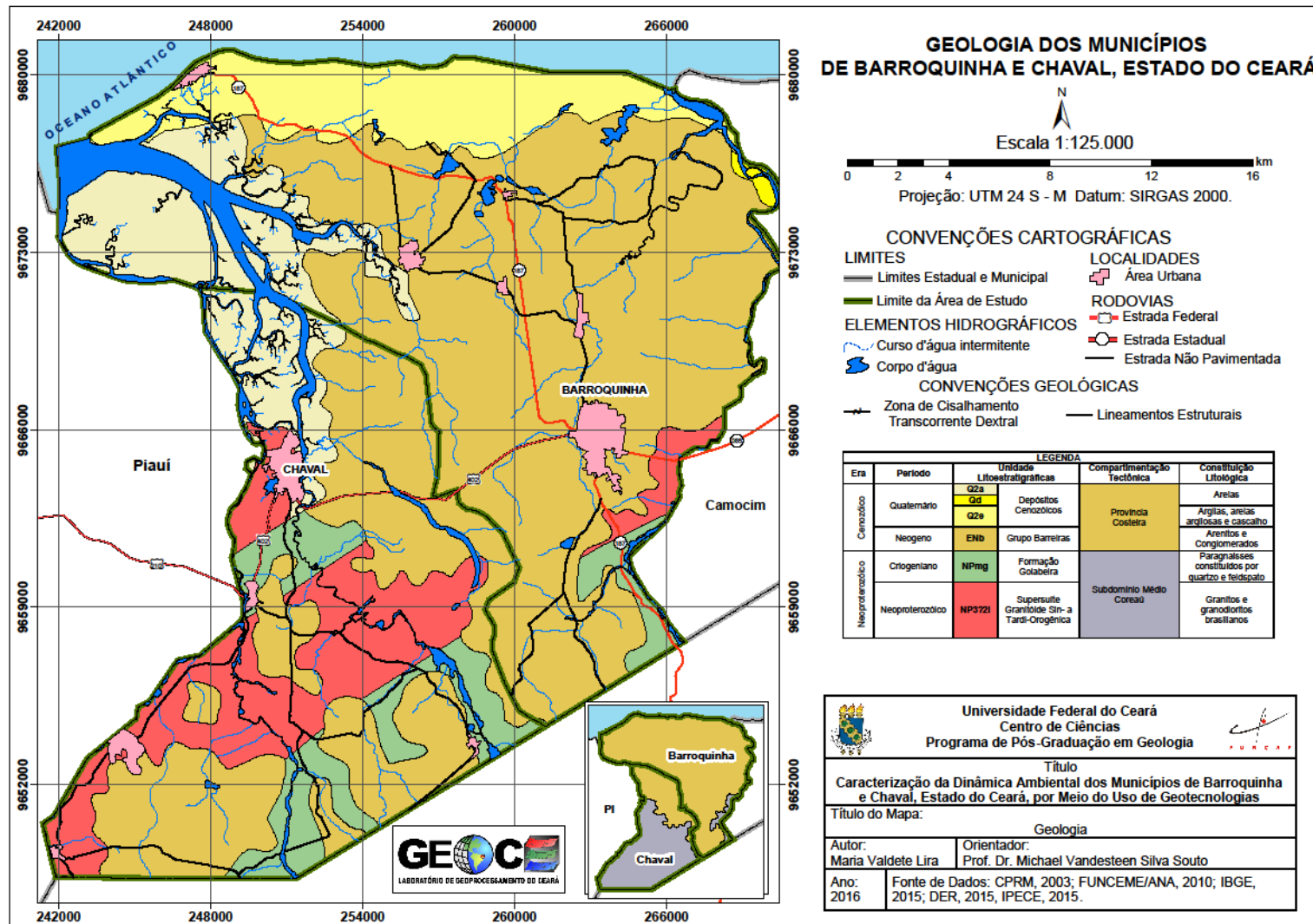
na dinâmica das paisagens por todo o planeta, gerando a formação de morfologias e ecossistemas distintos, que são comprovadas por evidências por meio da formação de terraços marinhos, plataformas de abrasão marinha, dunas e eolianitos, antigos corais sobre a berma e estirâncio, depósitos de mangue acima do nível máximo das marés e submersos na plataforma continental proximal, falésias mortas e complexos sistemas representados por deltas de marés e lagunas costeiras (MEIRELES *et al.*, 2005) datadas do Holoceno e Pleistoceno.

A Província Costeira é recoberta por uma cobertura holocênica originada de eventos que se estende em alguns trechos direção ao interior, é formada principalmente por sedimentos clásticos originados principalmente no Cretáceo. No Nordeste esta província está compartimentada em subprovíncias como (AGUIAR *et al.*, 2006): Barreirinhas, Ceará e Piauí; Potiguar; Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte; Alagoas e Sergipe; Tucano, Recôncavo e Jatobá; Litoral da Bahia.

No Ceará a Província Costeira é representada pela Formação Barreira é constituída de sedimentos sedimentar terrígena continental e marinha, que repousam sob o embasamento cristalino, que foi soerguida por movimentos epirogenéticos, e com sua queda eustática originou a sua atual configuração topográfica são representados pela forte fragmentação e isolamento das manchas sedimentares de idade Cenozóica, o que foi o fator fundamental de sua separação em unidades sedimentares específicas pelos diversos pesquisadores, apesar da ausência de critérios seguros de diferenciação sua disposição está relacionada a processos cíclicos de erosão e deposição, comandadas por eventos tectônicos e climáticos (SAAIDI *et al.*, 2005; ARAI, 2006; BEZERRA *et al.*, 2006; NUNES *et al.*, 2011; MOURA-FÉ, 2014), formando pacotes sedimentares que variam de 20 a 200m de altitudes.

A área apresenta uma diversidade de litologias que são oriundas do Neoproterozóico (Subdomínio Médio Coreaú) ao Cenozóico (Província Costeira), que correspondem a ciclos que atuam sobre as rochas através dos processos endógenos e exógenos (Mapa 2).

Mapa 2 - Litológico dos Municípios de Barroquinha e Chaval NW do Estado do Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os Depósitos Aluviais (Q2a) são sedimentos de origem coluvial que foram afogados durante os períodos de transgressões marinhas e que foram retrabalhados por processos fluviais, tem como principais componentes argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas ou fluvial, em parte com influência marinha (CPRM, 2003).

Depósitos Eólicos Litorâneos (Qd) apresentam formas indefinidas e estão em contato direto com a Formação Barreira, são materiais bem selecionados inconsolidados, sendo em que alguns pontos este apresenta um certo grau de compactação corresponde aos materiais das dunas fixas e paleodunas como as areias de granulação fina a média, raramente siltsas, quartzosas ou quartzofeldspáticas, bem selecionadas, de tonalidades cinza-clara e alaranjada no topo, e avermelhadas na base podendo ser inconsolidadas ou consolidadas) oriundas dos processos de seleção natural da dinâmica eólico litorâneo. Enquanto os Depósitos Eólicos Litorâneos (Q2e) corresponde as praias atuais e as dunas móveis, com a presença de sedimentos fluviomarinhas. Corresponde as areias esbranquiçadas, quartzosas, com granulometria variável, onde ocorrem leitos mais escuros com concentrações de minerais pesados (somam-se níveis de cascalhos e outros com marcante estratificação cruzada, além de fácies com fragmentos de matéria orgânica) originadas dos processos eólico marinho e fluviomarinho durante o Quaternário (CPRM, 2003; BEZERRA & MAIA, 2009)

A Formação Barreiras (ENb) apresenta estratos horizontalizados e não deformados ou com camadas basculadas e afetadas por deformação tectônica, sendo seus depósitos de origem fluvial, lagunar e principalmente eólicos. Sua litologia é predominantemente composta por arenitos argilosos de tonalidade variada que vai de amarelado, avermelhada a esverdeada. É constituída por argilo-caulínica, com cimento argiloso e ferruginoso, com granulação fina a média, em alguns pontos sendo mapeados como Formação Camocim a noroeste do Estado e a leste na região do Baixo Jaguaribe como Formação Faceira (CPRM, 2003).

A idade da Formação Barreiras tem sido atribuída ao intervalo de tempo que varia do Mioceno (24-5 MA) até o Plioceno-Pleistoceno (5-2 Ma e 2,588 Ma -1,5 Ka) período onde ocorreu as grandes glaciações, onde foi possível as interpretações geomorfológicas e paleoclimáticas de ambientes atuais. Esta formação recobre diversos depósitos sedimentares mesozóicos de diversas bacias costeiras, e é o substrato sobre o qual se desenvolve a maior parte do Quaternário costeiro no Brasil (BEZERRA *et al.*, 2006).

A Formação Barreiras, consiste em uma sucessão de leitos e lentes de sedimentos clásticos pouco consolidado, desde conglomerados arenitos de todas as granulometrias e

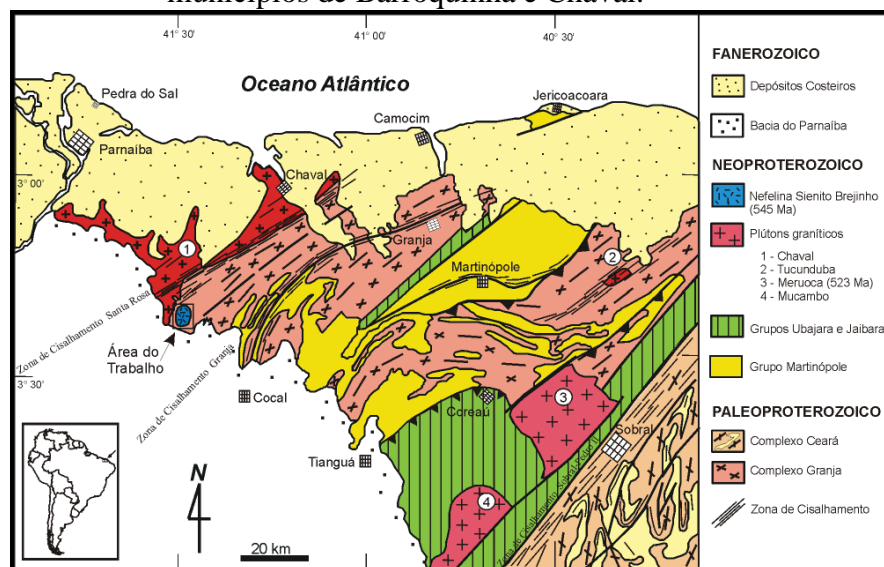
folhelho. Foi definido uma nova formação para o grupo Barreiras, que foi a Formação Camocim, que está localizado na costa Norte do Estado do Ceará, entre o vale do rio Acaraú, e a região de Chaval, ocorre uma formação sedimentar de cobertura, que por suas características litológicas, estruturas e posicionamento estratigráfico não encontrar similar nos perfis do Grupo Barreira, constituindo uma unidade nova e ainda não descrita na geologia cenozoica (RADAMBRASIL, 1981).

A Formação Camocim é uma evidencia neotectônica de conglomerado fluvial de idade Miocênica Inferior, e está presente desde o Vale do Rio Acaraú até a região de Chaval, sendo testemunho de uma deposição fluvial torrencial e ambiente climático úmido (SAADI & TORQUATO, 1992) no Estado onde é representada por sedimentos grosseiros encontrado em estágio de cascalheira, de cimento sílico-ferruginoso e seixos centimétricos de composição quartzosa e quartizítica. Está depositada horizontalmente, formando pequenos morros nada expressivos.

A cor da Formação Camocim varia do castanho, vermelho a marrom. Sua porção mais superior está em contato com a Formação Barreira, aflorando no sopé dos tabuleiros (COSTA *et al.*, 1973a; CPRM, 1979; MORAES, 2000). Sua exposição na faixa de praia exposta apresenta plataformas de abrasão e pontais rochosos associados e é caracterizada pela sucessão de enseadas abertas limitadas por pontas rochosas com erosões localizadas e controladas pela alternância sazonal do clima de ondas (MORAES *et al.*, 2006). Os sedimentos ainda se apresentam ainda dobrados em forma de anticlinal com eixo de direção aproximada SSW-NNE, tendo o conjunto um forte caimento para SW, em direção ao continente. Outros afloramentos da Formação Camocim, a sul da cidade de Martinópolis, exibe falhas com direção entre N40E a N55E. Outra falha, com direção N-S, impõe forte flexura às camadas conglomeráticas (SAADI & TORQUATO, 1993). (GOMES NETO, 2007).

O Granito Chaval corresponde a uma Supersuíte Granitóide Sin- a Tardi-Orogênica (SGSTO) (NP3y2i) de idade Neoproterozóica e que compreende um batólito graníticos e granodioritos brasileiros de granulação grossa porfiríticos, associados a dioritos e fases intermediárias de misturas; monzogranitos subordinados (CPRM, 2003), localizado no extremo Noroeste da Província Borborema na fronteira dos estados do Piauí e Ceará, próximo ao litoral atlântico (FIGURA 15).

Figura 15 - Unidades Geológicas encontradas no Subdomínio Médio Coreauá municípios de Barroquinha e Chaval.



Fonte: Gorayeb *et al.*, (2011).

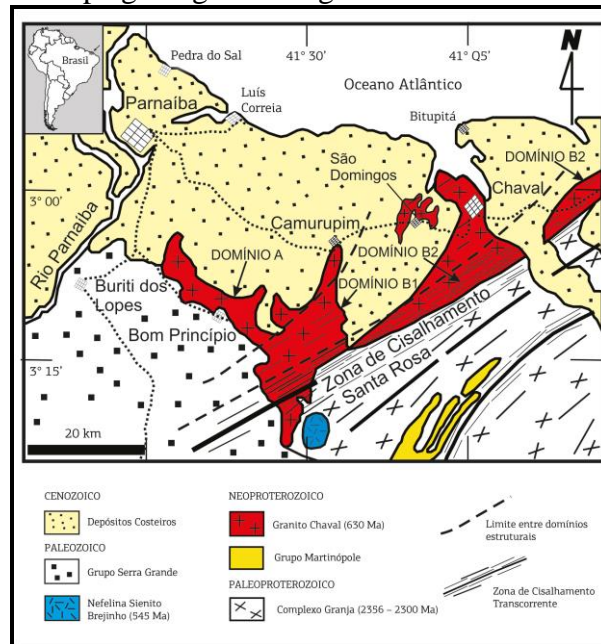
O levantamentos geológicos realizados nesta região, em uma seção de aproximadamente 70 km de Oeste para Leste, desde os arredores da localidade de Jandira passando por Bom Princípio, São Miguel, Santa Rosa, Brejinho, Camurupim e São Domingos e pelas cidades de Chaval, Barroquinha até Granja, permitiram a identificação de dois domínios estruturais distintos e outros subdomínios no Granito Chaval um que apresenta feições tipicamente magmáticas e outro marcado por tramas tectônicas relacionadas à deformação e às transformações minerais ao longo da Zona de Cisalhamento Santa Rosa (ZCSR), ao Noroeste da Província Borborema e que adentra o Complexo Granja e no Grupo Martinópolis por meio da Formação Goiabeiras (SANTOS *et al.*, 2008; GORAYEB & LIMA, 2014).

A Formação Goiabeira (NPmg) é a base do Grupo Martinópolis é composta por rochas de médio e alto grau metamórfico de corpos de paragneisses constituídos por quartzo e feldspato. Sua idade é datada de 1,24 e 1,32 Ga (MATOS, 2012). Corresponde a uma unidade basal composta por granada-clorita xistos, estauroilita xistos, muscovita-clorita xistos, cianita xistos e, em menor proporção, paragneisses quartzofeldspáticos (MEDEIROS *et al.*, 2003).

Esta estrutura foi identificada primeiramente pelo levantamento cartográfico do Projeto Jaibaras – DNPM (1979), trata-se de um corpo batolítico com cerca de 2.000 km² localizado próximo à zona costeira Atlântica, tendo como localidades referenciais as cidades de Chaval/CE e Bom Princípio/PI (FIGURA 16). Parte deste corpo granítico é encoberto por depósitos sedimentares cenozoicos costeiros ao Norte. Sua exposição ao longo das principais drenagens ou em morros de, relativamente, baixa expressão topográfica, a como é encontrado

na cidade de Chaval e arredores.

Figura 16 - Mapa geológico da região de Chaval - Bom Princípio.



Fonte: Gorayeb *et al.*, (2011).

Nas áreas mais afastadas da costa, o corpo se destaca na morfologia sustentando morros e serras com topos abaulados e formas tipo “pão de açúcar”, apresentando altitudes de até 350 m, a exemplo da Serra do Chumbo, e se projeta para SW até desaparecer sob as camadas de arenitos do Grupo Serra Grande na borda da Serra da Ibiapaba (GORAYEB & LIMA, 2014).

4.2 Geomorfologia

O Ceará por apresentar uma diversidade de unidades morfoestruturais originadas de eventos tectônicos, ciclos geográficos, mudanças do nível do mar e climáticas, processos intempéricos e erosivos são agentes naturais que auxiliaram na elaboração das formas de relevo do estado ao longo da escala de tempo.

Os estudos quanto a caracterização geomorfológica do estado passou por uma evolução através do conhecimento e os modelos propostos foram melhorando, assim a compartimentação das unidades de relevo foi modificada e cada vez mais detalhada, sendo que os trabalhos sempre foram fundamentados através da estrutura geológica, e foram sendo agrupadas em novas unidades cada vez mais detalhada.

Através dos dados metodológicos propostos por autores locais como Souza (*et al.*,

1979; 1988; 2000; 2005), Meireles (2005), Claudino-Sales (2005; 2007) e Dantas (*et al.*, 2014), em nível regional Projeto RADAM (1981) e a nível nacional através do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009) foi possível a compartimentação do relevo dos municípios de Barroquinha e Chaval no Noroeste do Estado do Ceará quanto a etapa teórica por meio da identificação do 1º Táxon e 2º Táxon conforme o Quadro 12.

Quadro 12 - Taxonomia do relevo de Barroquinha e Chaval.

Autores	1º Táxon	2º Táxon	3º Táxon	4º Táxon	5º Táxon	6º Táxon
	Morfoestruturas	Morfoesculturas				
		Unidades Morfoesculturas	Padrões de Formas	Tipos de Formas de Relevo	Formas de Vertentes	Formas de Processos Atuais
Souza (<i>et al.</i> , 1979).	-	Planície Litorânea, Tabuleiros Sublitorâneos, Depressão Sertaneja, Chapada do Apodi, Chapada do Araripe, Planalto da Ibiapaba, Maciços Residuais Cristalinos, Cristas Residuais e Inselbergs, Planícies Fluviais				
Souza (1988)	Domínios dos Depósitos Sedimentares Cenozóico	Planícies Fluviais, Formas Litorâneas e Tabulares				
	Domínio das Bacias Sedimentares Paleo-Mesozóicas	Chapada do Apodi, Chapada do Araripe e Planalto da Ibiapaba				
	Domínios dos Escudos e Maciços Antigos	Planaltos Residuais e Depressões Sertanejas				
Souza (2000)	Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos	Planícies de Acumulação Aluvial, Terraços Marinhos, Planície Litorânea (Campo de Dunas Móveis e Fixas, Planícies Fluviomarinhas e Praias), Planícies Fluviais e Tabuleiros Pré Litorâneos Interiores.				
	Domínio das Bacias Sedimentares Paleo-Mesozóicas	Planaltos Sedimentares Tabuliformes e Cuestiformes				
	Domínio dos Escudos e Maciços Antigos	Planaltos Residuais				
Dantas (<i>et al.</i> , 2014)	-	Planície Costeira (Campo de Dunas, Planície fluviomarinha)				
		Tabuleiros Costeiros				
		Chapada do Apodi (Superfícies aplainadas conservadas, Colinas amplas e suaves, baixos platôs, Degraus estruturados e rebordos erosivos)				
		Chapada do Araripe (Chapada e platô, escarpa serrana, Vertentes recobertas por depósitos de encostas)				
		Chapada da Ibiapaba (Chapada e platô, Planaltos, escarpa serrana, Vertentes recobertas por depósitos de encostas)				
		Depressão Sertaneja (Superfície aplainada degradada, inselbergs, morros e serras baixas, Colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos, Inselbergs, Montanhoso, Planaltos)				
		Depressões Sedimentares em Meio à Superfície Sertaneja				
Maciços Residuais Cristalinos (Serras Úmidas e Secas)						

Meireles (2005)	Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos	Paleodunas, rampas de colúvios, terraços marinhos e fluviais, sedimentos de aluviões e praias
	Domínio das Bacias Sedimentares Paleomesozóicas	Chapada do Araripe, Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba/Serra Grande
	Domínios dos Escudos e Maciços Antigos	Planaltos Residuais, Serra de Baturité, Maciços Centrais e Ocidentais, Serra da Meruoca-Rosário, Serra das Matas, Maciços Pré-litorâneos, Pequenos Maciços Sertanejos e Depressões Sertanejas.

Fonte: elaborado pelo autor.

Na compartimentação dos relevos do Ceará proposta por Souza (*et al.*, 1979), o estado estava compartimentado em 9 (nove) unidades de relevo em uma área de 148.016,00 Km², sendo estas caracterizadas através do grau de homogeneidades e dos aspectos fisiográficos conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Compartimentação das Unidades de Relevo do Ceará.

Unidade	Área	%
Planície Litorânea	746,00	0,50
Tabuleiros Litorâneos	14.484,00	9,79
Depressão Sertaneja	101.992,00	68,91
Bacias Sedimentares	12.746,00	8,61
Maciços Residuais Cristalinos	11.402,00	7,70
Cristas Residuais e Inselbergs	2.306,00	1,56
Planícies Fluviais	4.340,00	2,93
TOTAL	148.016,00	100

Fonte: SOUZA *et al.*, (1979).

As evidências de mudanças do nível relativo do mar no Estado do Ceará são representadas ao longo de uma costa com uma extensão de 570 km que vai da divisa do estados no município de Icapuí com o estado do Rio Grande do Norte (Litoral Leste) e com o Barroquinha na divisa com o estado do Piauí (Litoral Oeste), tendo como principais unidades geomorfológicas presentes nesse trecho são: terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, plataformas de abrasão marinha escalonadas, gerações de dunas e eolianitos (depósitos eólicos formam extensos campos de dunas, que se dispõem entre a faixa de pós-praias e cerca de 10 km em direção ao continente), antigos corais sobre a berma e estirâncio, paleomangue, depósitos de mangue acima do nível máximo das marés e submersos na plataforma continental proximal, falésias mortas, rochas de praia (beachrocks) e complexos sistemas representados por deltas de marés e lagunas costeiras (MEIRELES *et al.*, 2005; CARVALHO *et al.*, 2009).

A Planície Litorânea é condicionada pela deriva litorânea tendo como os principais agentes de modelação da linha de costa são as oscilações do nível do mar e

climáticas que ocorreram no Quaternário, sendo que o nível do mar teve efeitos em nível global e regional, onde o nível do mar subiu em média de 70 a 65 m em alguns pontos e cerca de 100 a 130 m em outros (SILVA *et al.*,2004), as ondas as correntes costeiras e as marés são os outros agentes, tendo como resultado a formação das Praias, Dunas Móveis, Dunas Fixas e Paleodunas, Planície Flúvio-Marinha e Terraços Marinhos.

As praias são ecossistema costeiro que dependem do acúmulo de areia, rochas, seixos ou conchas, que são depositados nas regiões baixas na interface terra-água através da deriva litorânea. Os limites vão da linha da maré baixa até o ponto mais alto da maré. Quanto a sua formação geológica as praias podem ser classificadas em praias arenosas que são constituídas por areias, claras ou escuras, e pelas praias rochosas, formadas por seixos de diferentes tamanhos, podem conter pedaços de conchas e de esqueletos de corais e outros invertebrados (CORREIA & SOVIERZOSKI, 2005). É frequente encontrar no litoral do estado algumas pontas litorâneas que são acidentes geográficos e podem ser caracterizados como massas de terra que adentram no mar, e ocorrem onde existem afloramentos de rochas mais resistentes na linha de costa e são bem frequentes no litoral oeste do estado (CLAUDINO-SALES & CARVALHO, 2014) e que controlam o transporte de sedimentos na linha de costa de oeste-leste.

As Dunas Móveis são originadas da acumulação de sedimentos, principalmente de grãos de areia, que são removidos da praia e depositados costa adentro por conta da ação dos ventos, uma das características é a ausência de vegetação, pela fixação de um revestimento pioneiro (PINHEIRO, *et al.*,2013). Os campos de dunas são ambientes de equilíbrio das zonas costeiras pois fornecem sedimentos para rios e praias, alimentando assim, direta ou indiretamente, à deriva litorânea presente ao longo da costa cearense (PINHEIRO, 2009), que é direcionada no sentido leste-oeste. Em seu processo de migração ao longo da costa, as dunas controlam e regulam o balanço sedimentar do ambiente costeiro.

As Dunas Fixas e Paleodunas se configuram como ambientes estáveis e dinâmicos, sua estabilidade deve-se a instalação de uma vegetação arbóreo-arbustiva, impedindo que haja a mobilidade desta unidade.

A Planície Flúvio-Marinha é uma área plana resultante da ação de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas resultante das marés diárias. É uma área que comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas (IBGE, 2009).

Os Tabuleiros Costeiros são unidade, são depressões ao entorno das planícies litorâneas, são compostos primordialmente por sedimentos antigos em sua maioria pertencentes a Formação Barreira, que fica paralelo à linha de costa. Sua largura varia em

torno de 25 a 30 km (FUNCEME, 2009a) em direção ao interior e se conectar com rochas do embasamento cristalino.

As Planícies Fluviais, são constituídas por depósitos de sedimentos de granulometria diversificada com datação atribuída ao período Holocênico (Quartenário) decorrentes da acumulação. Sua topografia é baixa e plana ocasiona frequentes inundações no período de chuvas. Formam pequenos compartimentos de relevo de disposição longitudinal ao longo das calhas de rios e riachos. São formas resultantes das deposições fluviais e representadas pelas vazantes e várzeas.

As Planícies de Acumulação são áreas que correspondem aos interflúvios muito baixos, sujeitos a inundações periódicas, que assumem aspecto peculiar, pois decorrem de águas fluviais que originam lâminas de água muito límpidas e desvinculadas das drenagens. A suavidade da declividade do terreno e a inexistência da rede de drenagem amplamente hierarquizada fortalecem o caráter inundacional pluvial desta unidade.

As Planícies de Inundação são áreas ao redor do vale fluvial, ou seja, o leito maior e está associado ao regime climático e hidrológico. Os sedimentos ficam estocados ao longo da planície de inundação e recebem o nome de planície de acumulação, sendo fundamentais para a taxa de equilíbrio dos sedimentos, de maneira que essa dinâmica permita que os canais fluviais fiquem em equilíbrio.

Os Maciços Residuais, as Cristas Residuais e Inselbergs são litologias do escudo Pré-Cambriano e reflete-se na paisagem atual, através do grande número de relevos residuais isolados (maciços montanhosos e Inselbergs) originados a partir da resistência diferencial ao intemperismo e à erosão, apresentada por esse vasto conjunto de litologias, além de um complexo arranjo tectono-estrutural, no qual se salientam extensas zonas de cisalhamento que cortam o estado do Ceará (DANTAS *et al.*, 2014).

Estas formas de relevo foram soerguidas através da dinâmica interna como tectonismo ou vulcanismo, e que quando exposto sofreram processos de aplainamento através do processo de Rebaixamento (*downwearing*) ou Récuo de Escapa ou Regressão (*backwearing*) abaixamento de escarpa. Estando dispostas e espalhadas ao longo do estado como ilhas, que contribui para a diversificação da paisagem, com cotas altimétricas variadas de 500 a 1.110 m aproximadamente, são representadas por algumas serras e maciços como o Serra de Baturité, Maciços Centrais e Ocidentais (Serras do Machado, Bastiões, Aimoré, Maia, São Vicente e São José), Serra da Meruoca-Rosário, Serras das Matas, Maciços Residuais Litorâneos e Pequenos Maciços Residuais (SOUZA, 1988; 2000), sendo constituídas de embasamento cristalino e que passaram por processo denudacionais através

da exposição de porções subjacentes à superfície em processo de erosão, e que envolve intemperismo e transporte de material e todos os processos concernentes à erosão.

A Depressão Sertaneja é o domínio de maior expressão no estado que engloba cerca de 2/3 do território cearense, sendo composta por litologias oriundas do Pré-Cambriano, com áreas conservadas e com topografia plana e áreas dissecadas que apresentam características diferenciadas na capacidade de sulcamento da drenagem e o comportamento geomorfológico das rochas (RADAM, 1981).

As Depressões Periféricas são encontradas ao longo das grandes bacias sedimentares (Ibiapaba, Apodi e Araripe) e pequenas bacias sedimentares (Iguatu, Icó e Antenor Navarro) e que estão em ambiente semi-árido, e correspondem a superfícies aplainadas e são moderadamente dissecadas em formas ligeiramente convexizadas ou Tabuliformes (SOUZA, 1979).

As Bacias Sedimentares no estado são de idades Paleozóicas e Mesozóicas, estão distribuídas ao longo dos limites, Leste, Oeste e Sul do Ceará. Possuem formas Tabuliformes, sendo representadas pela Bacia do Araripe e Chapada do Apodi, enquanto a forma Cuestiforme é representada pelo Planalto da Ibiapaba (Serra da Ibiapaba).

A chapada do Apodi possui uma altitude aproximada de 100m, sendo escarpada pela Formação Jandaíra e pelo Arenito Açú. A Bacia do Araripe possui uma altitude que varia de 800 a 900m, sendo sustentados pelo Arenito da Formação Exu, com folhelhos, concreções e argilitos da Formação Santana. O Planalto da Ibiapaba ou Serra Grande possui um caimento em direção a Bacia do Parnaíba, sustentados por rochas da Formação Serra Grande.

Na área de estudo foram identificadas as seguintes unidades de relevo: Planície Litorânea; Tabuleiros Costeiros; Planície Fluvial; Cristas Residuais e *Inselbergs* conforme o Quadro 13.

Quadro 13- Unidades Geomorfológicas de Barroquinha e Chaval.

Unidades	Subunidades	Geologia	Local	
Planície Litorânea	Campo de Dunas Móveis	Formação Barreiras	Barroquinha/CE	
	Campo de Dunas Fixas		Barroquinha/CE	
	Planície Flúvio-Marinha		Barroquinha e Chaval/CE	
Tabuleiros Costeiros	Tabuleiros Costeiros		Barroquinha e Chaval/CE	
Planície Fluvial	Planície Fluvial		Domínio Médio Coreaú	Barroquinha e Chaval/CE
	Planície de Inundação			
	Planície de Acumulação			
Cristas Residuais e <i>Inselbergs</i>	<i>Inselbergs</i>		Chaval/CE	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Planície Litorânea é composta por campos de dunas móveis, fixas e por uma desenvolvida e extensa Planície Flúvio-Marinha que se estende da foz dos Rios Timonha e Ubatuba no município de Barroquinha no distrito de Bitupitá, até o município de Chaval em contato com o Granitóide Chaval. Ao longo deste complexo estuário é possível identificar a presença de bosque de mangue ainda conservado em relação a outras Planície Flúvio-Marinha que se estende do litoral através das planícies flúvio-marinhas dos rios Ubatuba e Timonha na divisa dos municípios com o estado do Piauí e uma outra planície a do Rio Tapuio que limita o município de Barroquinha com Camocim.

O Campo de Dunas Móveis e Fixas é localizado no litoral de Barroquinha, é um complexo bem desenvolvido com dunas de grande porte e que se movimentam de acordo com a velocidade dos ventos, em alguns pontos é possível identificar a migração destas através dos cortes de estradas e infraestruturas implantadas em locais inadequados.

A Planície de Inundação marinha Flúvio-Marinha é bem extensa, com inundações periódicas, sendo utilizadas para a extração mineral do sal, carcinicultura e em alguns pontos para a construção de moradias.

Os Tabuleiros Costeiros são formas planas que se estende do litoral para o sertão, sendo interrompida pelas planícies fluviais, é o local onde se desenvolve as atividades de agricultura e fixação do homem.

As Cristas Residuais estão associadas a eventos tectônicos e aos processos de intemperismo e erosão. Os granitos de Chaval são formas incomuns numa planície flúvio-marinha, e o homem acabou por se fixar nesta região, se adequando ao meio. Dentro deste complexo houve a implantação de atividades salineiras e de carcinicultura, já que este grupo de rochas está em contato direto com a planície flúvio-marinha e interface com a depressão sertaneja.

No item 5 deste trabalho a geomorfologia da área de estudo será mais detalhada através da contextualização de um mapa das unidades geomorfológicas com a determinação das áreas correspondes e suas características.

4.3 Clima

O clima da região Nordeste do Brasil apresenta, basicamente, como problemas climáticos, as acentuadas irregularidades tanto espaciais como temporal do seu regime de chuvas. As causas da grande variabilidade pluviométrica ainda não são completamente entendidas.

Estudos sobre o clima indicam fenômenos do tipo El Niño Oscilação Sul (ENOS) e dipolos de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical que afetam a circulação atmosférica através das células de Walker e Hadley, induzido a ocorrência de alta variabilidade interanual e alternância de anos secos ou chuvosos.

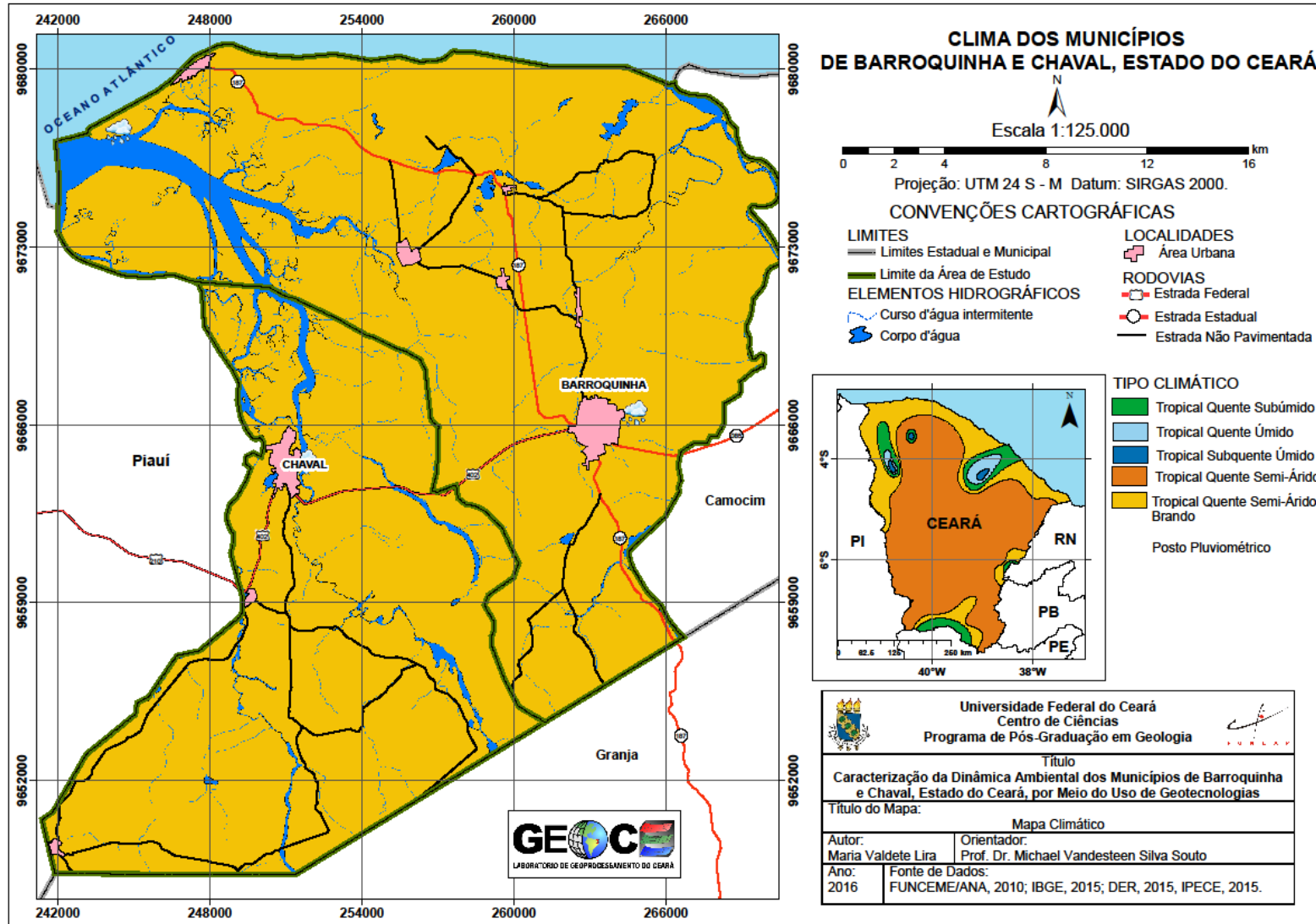
O Ceará é influenciado por três regimes pluviométricos, sendo duas estações distintas, período chuvoso e seco. O período chuvoso concentra-se no primeiro semestre do ano que vai de janeiro a junho e é subdividido em pré-estação chuvosa (janeiro) e a estação chuvosa propriamente dita.

Os principais sistemas causadores de chuva da pré-estação são: a proximidades das frentes frias e Vórtices Ciclônicos de ar superior. A quadra chuvosa compreende os meses de fevereiro, março, abril e maio e tem a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) como principal sistema causador de chuva, seguindo de sistemas secundários como: linhas de instabilidades, Complexos Convectivos de Mesoescala.

No segundo semestre a ocorrência de chuva é pequena, existe o predomínio de altas pressões atmosféricas e uma quase total ausência de fenômenos atmosféricos causadores de chuva, caracterizando a estação seca (FERREIRA & MELLO, 2005).

Na área de estudo é caracterizado como clima do tipo Tropical Quente Semi Árido Brando litorâneo (Mapa 4), com variação da temperatura diária de 26° a 28° média, e média pluviométrica para o litoral variam de 1000 a 130 mm anualmente, enquanto no sertão as taxas são de aproximadamente 850 a 550 mm (ZANNELA, 2005), sendo o período chuvoso entre os meses de janeiro e maio, estas condições determinam o tipo de vegetação predominante junto com a hidrografia.

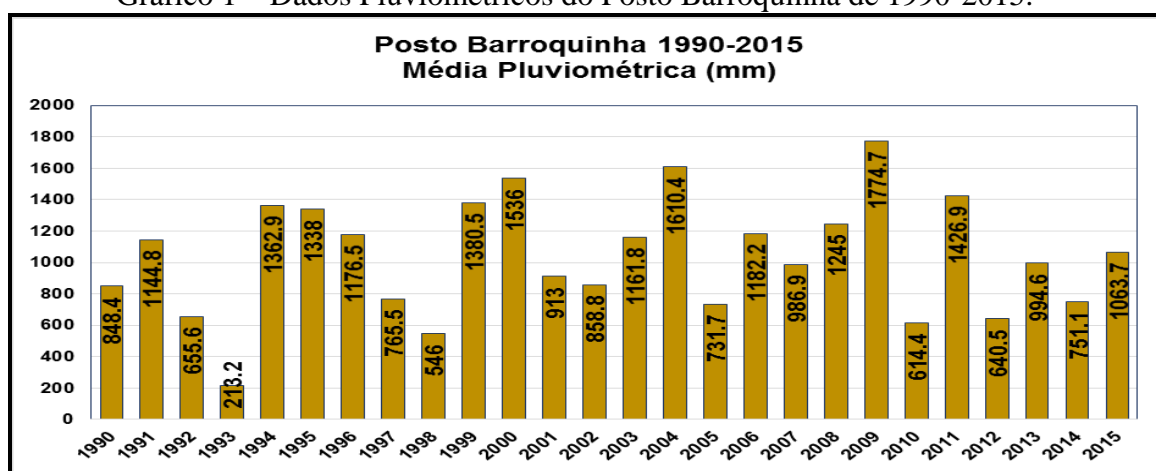
Mapa 3 – Tipo Climático de Barroquinha e Chaval.



Fonte: Elaborado pelo autor.

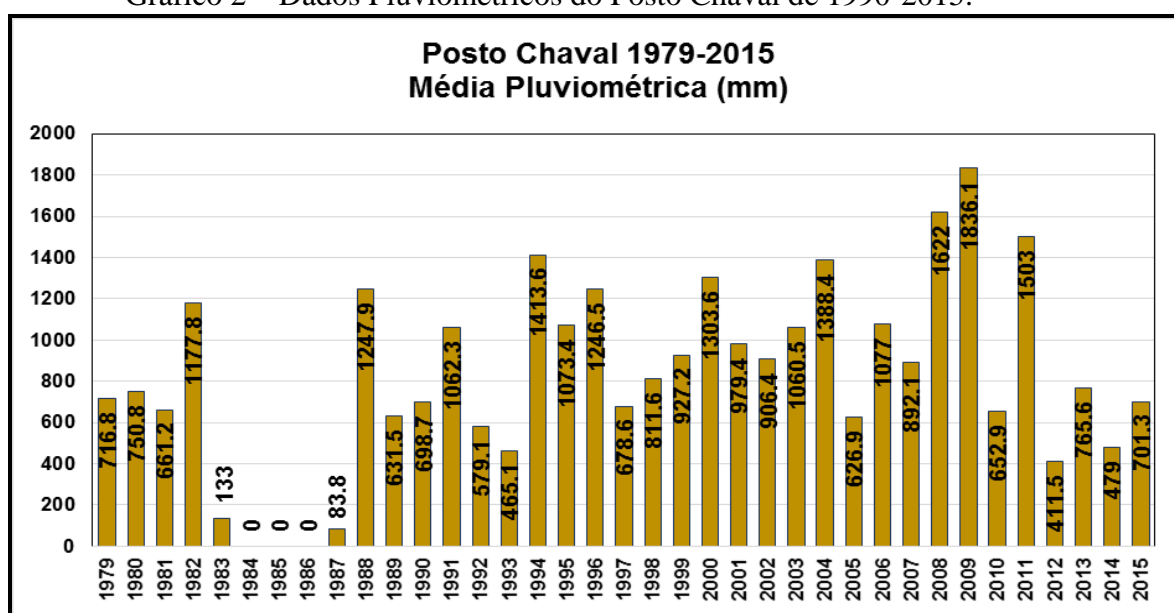
Os dados pluviométricos encontrados na área de estudo são relacionados a 3 (três) postos pluviométrico monitorados pela FUNCEME que são dois no município de Barroquinha e um em Chaval. Os postos localizados em Barroquinha são o da sede municipal Posto Barroquinha (264726 (mE) ;9666449 (mN)) e Posto Bitupitá (244398(mE); 9677536 (mN)) e o Posto Chaval (251685 (mE); 9664527 (mN)). Os dados pluviométricos do Posto de Bitupitá é de 1998 do mês de junho até dezembro, depois os anos de 2000, 2002, 2007 e 2008 com dados incompletos, enquanto os do Posto de Barroquinha são de 1988 e 1989 com dados incompletos, sendo que os dados coletados mensalmente são desde 1990 conforme o Gráfico já os do Posto de Chaval são dados completos desde 1979 conforme o Gráfico 2.

Gráfico 1 – Dados Pluviométricos do Posto Barroquinha de 1990-2015.



Fonte: FUNCEME (2015). Adaptação: Autora.

Gráfico 2 – Dados Pluviométricos do Posto Chaval de 1979-2015.



Fonte: FUNCEME (2015). Adaptação: Autora.

Quanto as informações relativas a temperatura, pressão, direção e velocidade dos ventos, umidade e outros dados de monitoramento, são captados por Plataformas de Coleta de Dados – PCDs, também conhecida como estações Ambientais, que colhem e armazenam dados remoto espalhado por diversos pontos, com bastante confiabilidade. Na área de estudo não foi encontrada nenhuma PCD, sendo a mais próxima a do município de Granja (PCD Granja 2 localizado pelo ponto 296524 (mE); 9654510 (mN)) que é monitorada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, que fornece apenas dados de pluviometria.

4.4 Hidrografia

Os municípios encontram-se inseridos na Bacia Hidrográfica do Coreaú que possui uma área de drenagem de 10.633,66 km², correspondente a 7% do território Cearense, engloba tanto a bacia drenada pelo Rio Coreaú e seus afluentes com 4.446 km², como também o conjunto de bacias independentes e adjacentes (COGERH, 2015).

Esta Bacia do Coreaú é composta por 22 municípios cearenses (Acarauá, Alcântaras, Barroquinha, Bela Cruz, Cruz, Camocim, Chaval, Coreaú, Frecheirinha, Granja, Jijoca de Jericoacoara, Ibiapina, Marco, Massapê, Martinópole, Moraújo, Mucambo, Senador Sá, Sobral Tianguá, Uruoca, Ubajara e Viçosa do Ceará) e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de aproximadamente 297.090.000 milhões de m³, num total de 09 açudes públicos gerenciados pela COGERH (Açude Itaúna, Gangorra, Tuncunduba, Martinópole, Premuoca, Várzea da Volta, Diamante, Angicos e Trapiá III) e um açude em planejamento (Açude Frecheirinha). (COGERH, 2015).

O Rio Timonha origina-se a partir da confluência dos rios Trapiá e Grande, que possuem suas nascentes na Serra da Ibiapaba no Viçosa do Ceará, o rio Ubatuba também tem suas nascentes na mesma região, no distrito de Padre Vieira no mesmo município (DIAS, 2005), a área corresponde ao contato dos depósitos sedimentares correspondentes a Bacia Sedimentar do Parnaíba (Paleozóica) e do Embasamento Cristalino que corresponde a Região de Dobramentos do Médio Coreaú, escoam pela vertente ocidental, sendo que a drenagem possui um controle estrutural, pois a região apresenta áreas fraturadas, seguido o padrão de drenagem endorréico, ou seja, que flui do interior para o litoral.

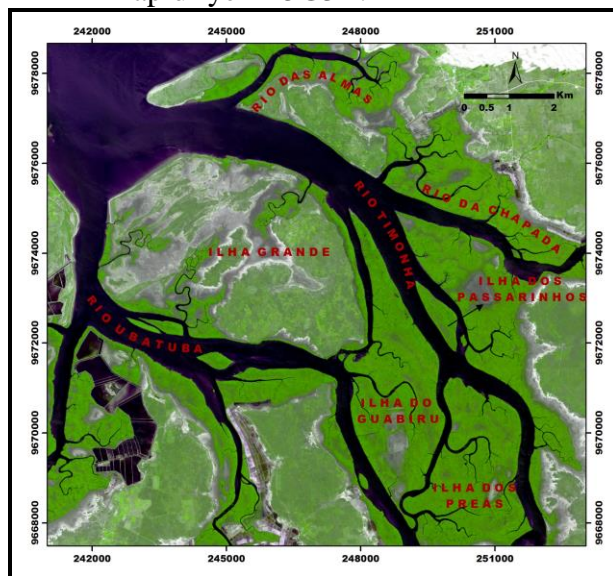
Os rios Ubatuba, Camurupim, Timonha e os riachos Cajueiro e Tabocal, que integram as bacias hidrográficas conjugadas ao rio Ubatuba, têm um deflúvio mais acentuado apenas ao atingir a planície Flúvio-Marinha, (NASCIMENTO & SASSI, 2001) explicado pela

maior contribuição das precipitações nessa área. Na planície costeira é frequente a presença de sistemas lagunares obstruídos por barras arenosas (BRASIL, 2000).

A morfologia da foz é marcada pela presença de extensos bancos arenosos que sem prolongam mar adentro por mais de 3 km. Esses bancos, emergem durante a maré baixa, constituem-se obstáculos à hidrodinâmica à medida que contribuem para o retardo da maré.

O sistema estuarino apresenta três ilhas entre os Rios Ubatuba e Timonha: Ilha Grande, Guabirú e Preás, sendo que esta drenagem é abastecida pelos rios: Carpina, Camelo, Chapada e Almas e dentro do Rio Timonha tem a Ilha do Passarinho que é de menor expressão (FIGURA17). Antes de atingir a planície Flúvio-Marinha, no entanto, os rios Timonha e Ubatuba escoam por uma extensa área de tabuleiros e superfícies pediplanadas apresentando padrão de drenagem sub dendrítico com tributários unindo-se ao rio principal em ângulos retos (ADB, 1997 *In* DIAS, 2005).

Figura 17 - Ilhas do Sistema Estuarino Timonha/Ubatuba através da Imagem RapidEye 4R5G3B.



Fonte: BRASIL (1979) e Dias (2005). Autora, 2016.

A Ilha Grande, com 20 km² de área, é a maior do sistema e está situada na região de confluência final entre os rios Timonha e Ubatuba. Além desta existem diversas outras ilhas fluviais delimitadas por canais sinuosos que interligam os rios principais. A única ligação do sistema com o mar ocorre entre as praias de Cajueiro/PI e Pontal das Almas/CE, na região denominada Barra Grande.

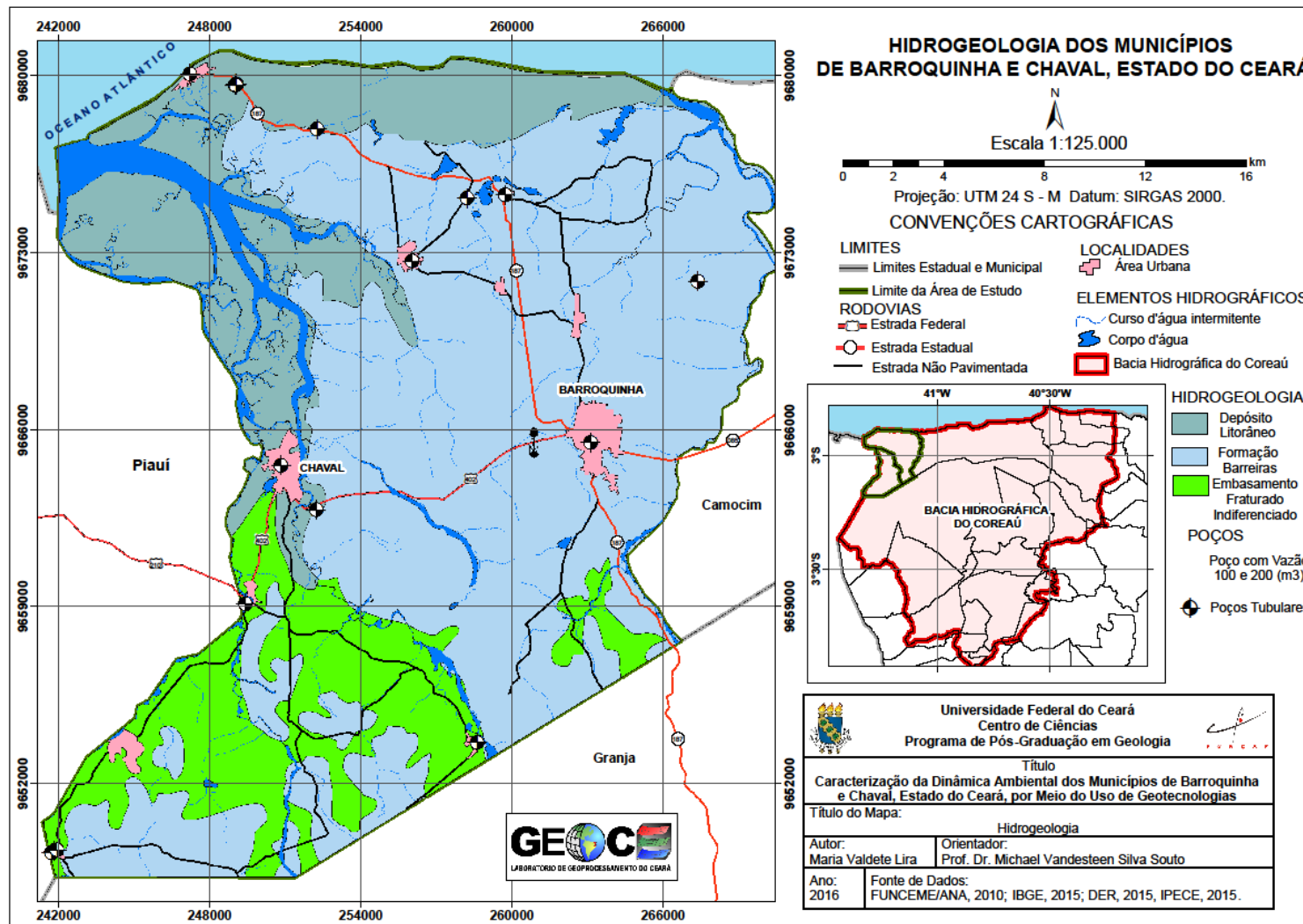
Antes de chegarem à planície Flúvio-Marinha os rios Timonha e Ubatuba escoam por uma extensa área de tabuleiros e superfícies pediplanadas apresentando o tipo de

drenagem sub-dendrítico com tributários unindo-se ao rio principal em ângulos retos (ADB, 1997 *In* DIAS, 2005). As planícies de acumulação fluvial relacionadas a esses rios dispõem-se longitudinalmente ao longo do canal com deposição favorecida pela suavização topográfica.

O Rio Timonha possui trecho navegável vai da foz até Chaval com uma extensão de trecho navegável de 18 km, enquanto o Rio Ubatuba o trecho navegável vai da Foz/Ilha da Praia Branca com um trecho de 17 km dentro do complexo estuarino dos rios Timonha/Ubatuba. No baixo curso, o potencial hídrico é mais elevado; nessa zona ocorrem cursos de água perenes e com grande variação de nível, bem como cursos que variam de intermitentes a secos até sete meses por ano (BRASIL, 2000).

O regime de escoamento da bacia de drenagem é intermitente exorréico, e está condicionado a sazonalidade hidroclimática comum no Nordeste. O rio Ubatuba e seus afluentes, Camelo, Carpina e Arraia, o Rio Timonha e seu tributário Cunha, são rios temporários, com vazão intermitente (NASCIMENTO & SASSI, 2001). Quanto ao aspecto hidrogeológico da área é correspondido por três domínios: Depósitos Litorâneos, Formação Barreira e Embasamento Fraturado Indiferenciado (Mapa 4).

Mapa 4 – Domínios Hidrogeológico dos Municípios de Barroquinha e Chaval.



Fonte: Elaborado pelo autor.

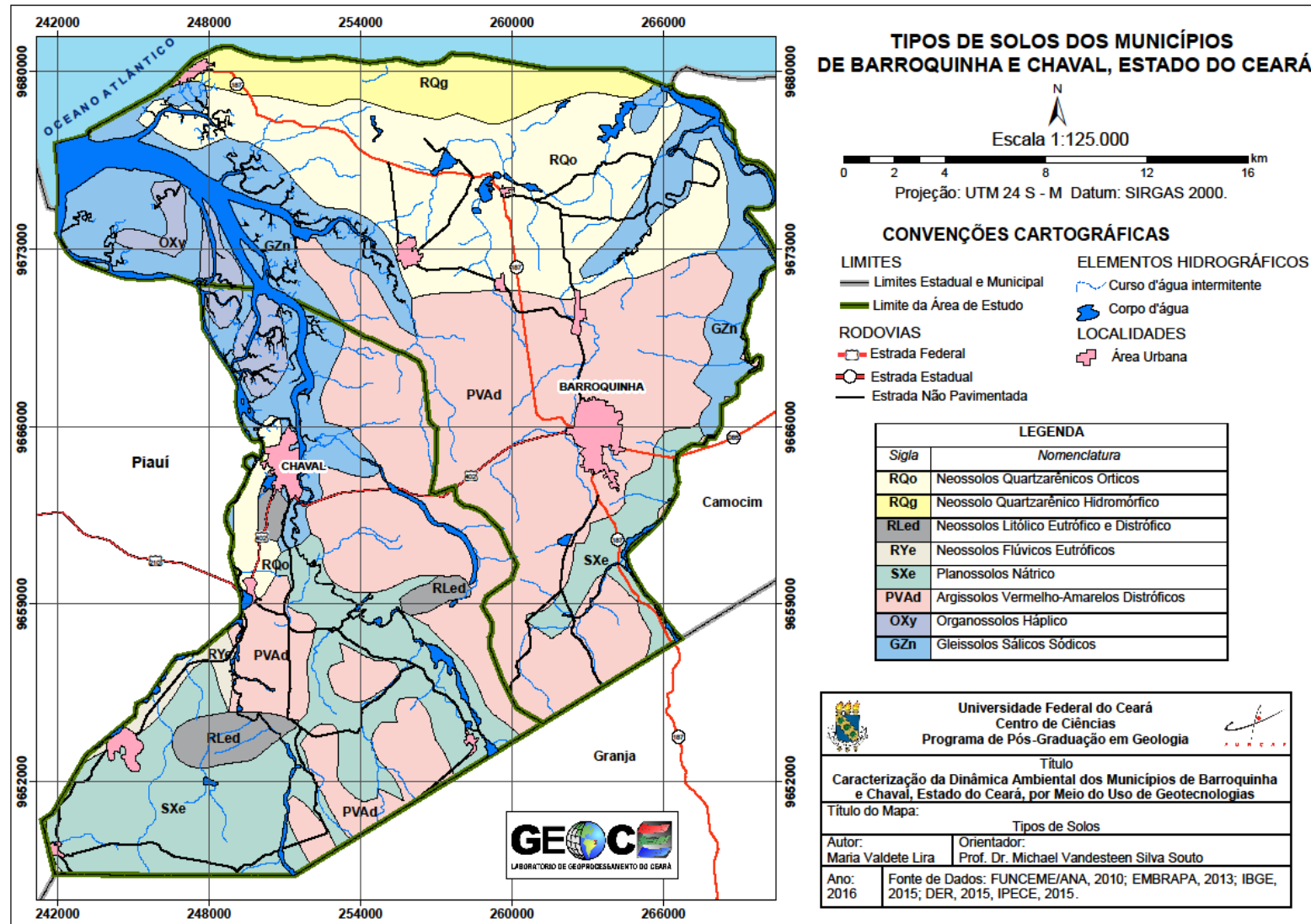
Os Depósitos Litorâneos e a Formação Barreira correspondem a pacotes sedimentares que estão relacionados ao Quaternário e Terciário, como os depósitos aluvionais, que são representados pelos sedimentos dos canais fluviais, que se estende pela planície fluvial e vertentes ao longo do rio constituindo a Bacia Hidrográfica (SUGUIO, 2010), os colúvios, depósitos eólicos, depósitos litorâneos, depósitos fluviomarinho, coberturas detriticas e detriticas-lateriticas diversas e coberturas residuais com espessuras variadas, que estão sobreposta as rochas de idades mais antigas. Este ambiente tem comportamento de aquífero poroso e apresentam uma elevada permeabilidade, e possuem boa vazão (vazão de 100m³ a 200m³) para a implantação de poços tubulares, pois capturam agua de poços vizinhos (BOMFIM, 2010).

O Embasamento Fraturado Indiferenciado, são ambientes com rochas cristalinas compostas principalmente por granitóides, gnaisses, granulitos e migmatitos que constituem o denominado tipicamente como aquífero fissural, onde os espaços correspondidos por falhas são os ambientes onde a água fica armazenada. As vazões dos poços são pequenas, e devido a composição das rochas maior parte das águas destes depósitos acaba salinizada.

4.5 Solos

O estado do Ceará apresenta uma diversidade de solos, caracterizado na maioria das vezes pelos agentes ambientais que são variados, assim como todos os tipos de solos passam por algum tipo de degradação. Os solos da área de estudo são bem representativos tendo suas características dominantes relacionadas a litologia e as condições geomorfológicas. Tendo destaque os Neossolos Quartzarênicos Órticos, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, Neossolos Litólico Eutrófico e Distrófico, Neossolos Flúvicos Eutróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Planossolos Nátrico, Organossolos Háplico e Gleissolos Sálidos Sódicos (Mapa 5).

Mapa 5 - Classificação dos Solos de Barroquinha e Chaval.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os Neossolos Litólicos Eutrófico e Distrófico, são solos rasos, que apresem um contato lítico ou lítico fragmentário de até 50 cm da superfície do solo, com horizonte A, assenta diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C, ou mais massa constituída por fragmentos de rochas como cascalhos, calhaus, matacões. Estão associados com pedregosidade e rochosidade. As limitações quanto ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.

Os Neossolos Flúvicos Eutróficos são presente próximos a margem de rios ou drenagens onde a inundação e possuem uma grande potencialidade agrícola. Neossolo Quartzarênicos Hidromórficos, são solos arenosos, essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina. Normalmente são profundos a muito profundo e excessivamente a acentuadamente drenados. São solos com presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, sendo imperfeitamente ou mal drenados. Enquanto os Neossolos Quartzarênicos Órticos não apresentam nenhuma restrição quanto ao uso e ao manejo (EMBRAPA, 2006).

Os Organossolos Háplicos são localizados em áreas rebaixadas e que constantemente estão alagadas, são ricos em matéria orgânica, no entanto apresentam restrições quanto as práticas agrícolas, devido aos altos teores de materiais sulfídricos

Gleissolos Sálidos Sódicos ocorrem em relevo plano de várzea e esporadicamente em terraços, associados aos mangues e baixos cursos de rios nordestinos, por isso normalmente apresentam gleização (ALMEIDA *et al.*, 2015). São solos halomórficos, ou seja, muito pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos flúvio-marinhos recentes misturados com detritos orgânicos, de natureza e granulometria variada. Esses sedimentos são decorrentes da deposição pelas águas dos rios quando se encontram com as águas do mar, durante os períodos de maré alta.

Os Planossolos Nátricos são solos que apresentam perda de argilas, presentes em ambiente onde a topografia é suave, possui um elevado teor nutricional, mas apresenta umas séries de limitações além de ser muito susceptíveis à erosão.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos são solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica. Apresentam argila de atividade baixa e saturação por bases alta

(proporção na qual o complexo de adsorção de um solo está ocupado por cátions alcalinos e alcalino-terrosos, expressa em percentagem, em relação a capacidade de troca de cátions). Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso. Sua ocorrência no NE é com maior destaque nos Estados do Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba (JARBAS *et al.*, 2015).

4.6 Vegetação

O Ceará está inserido dentro do Bioma das Caatingas, mas isso não quer dizer que o estado está em toda a sua totalidade dentro do semiárido, que corresponde ao tipo vegetacional das caatingas. Dentro de um território que possui aproximadamente 148 920,472 km² é possível encontrar uma diversidade de ambientes com características distintas como planícies litorâneas, aluviais, tabuleiros, chapas e planaltos sedimentares, serra úmidas e secas, e sertões que corresponde a unidades onde a sazonalidade climática é diferenciada devido a compartimentação regional como a geologia, a geomorfologia e consequentemente aos aspectos hidrográficos que são os fatores preponderantes para os tipos de vegetação encontradas (SOUZA, 2000), ou seja, para cada ambiente é apresentado um tipo vegetacional (MORO *et al.*, 2015).

Os domínios geoambientais são caracterizados por tipos fitoecológicos distintos. O litoral é representado pelo Complexo Vegetacional Costeiro, Manguezais, Cerrado e Cerradão Costeiro, e Carnaubal ao longo do leito de grandes rios. Nas Depressões Sertanejas são encontradas a Caatinga do Cristalino, Mata Seca do Cristalino, Cerrado e Cerradão Interior, e Carnaubal ao longo dos rios. Nos Maciços Residuais estão presente a Mata Seca do Cristalino e Úmidas do Cristalino. Nos ambientes sedimentares correspondentes as chapas e planaltos temos Caatinga do Sedimentar, Cerrado e Cerradão Interiores, Mata Úmida do Sedimentar e Mata Seca do Sedimentar correspondendo aos ambientes de depressões (FIGUEIREDO, 1997).

Os principais tipos de vegetação encontradas no estado são: Caatinga Arbustiva Aberta, Caatinga Arbustiva Densa, Carrasco, Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea), Floresta Mista Dicotilo-Palmaceae (Mata Ciliar com Carnaúba), Floresta Perenifólia Paludosa Marítima, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca), Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão) e Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (Mata Úmidas), sendo que o tipo

vegetacional que possui maior expressividade é a caatinga que ocupa aproximadamente 46% do território conforme o Quadro 14.

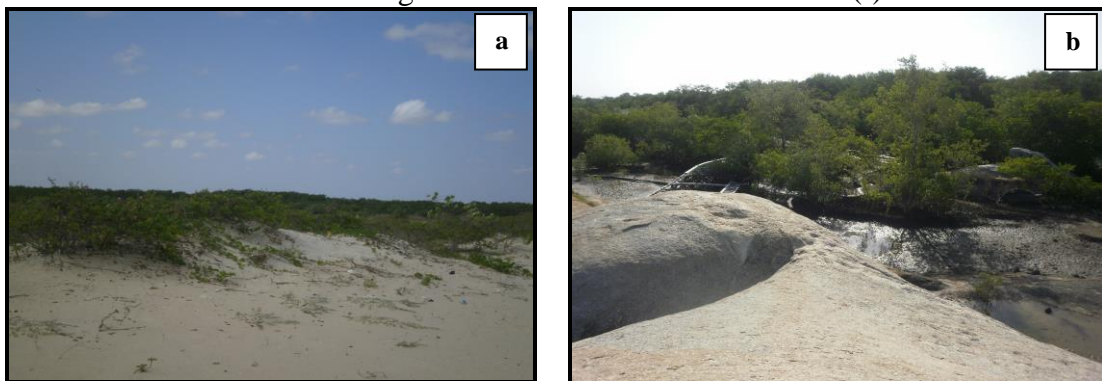
Quadro 14 - Caracterização dos tipos vegetacionais do Estado do Ceará.

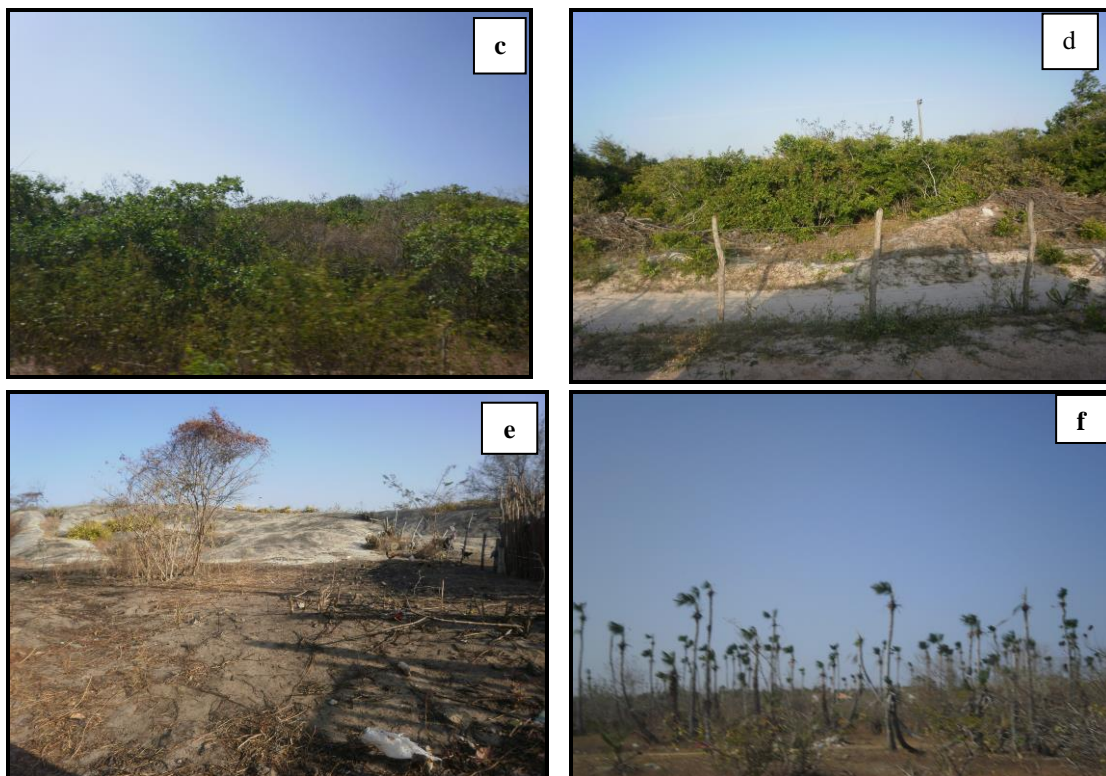
Vegetação	Área (Km ²)
Caatinga Arbustiva Aberta	33.790,6
Caatinga Arbustiva Densa	33.724,9
Carrasco	8.720,1
Cerradão	821,4
Complexo Vegetacional da Zona Litorânea	17.702,4
Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea)	34.296,6
Floresta Mista Dicotilo-Palmaceae (mata ciliar com carnaúba e dicotiledôneas)	3.585,6
Floresta Perenifólia Paludosa Marítima	157,0
Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca)	10.593,9
Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão)	724,1
Floresta Subperenifólia Tropical PluvioNebular (Mata Úmidas)	3.055,7

Fonte: Medeiros *et al.*, 2012.

As unidades fitoecológicas encontradas são na área de estudo: complexos vegetais da planície litorânea, vegetação de tabuleiros, as caatingas das depressões sertanejas, as matas ciliares e o carrasco (FIGURA18).

Figura 18 - Tipos vegetacionais: Vegetação de Faixa Praial em Bitupitá-Barroquinha/CE (a); Vegetação de mangue na planície Flúvio-Marinha em Chaval/CE (b); Vegetação do Carrasco em Barroquinha/CE (c); Mata de Tabuleiro descaracterizada pela ação antrópica em Barroquinha (d); Caatinga no interior de Chaval/CE (e) e Mata Ciliar ao longo do Rio Timonha em Chaval/CE (f).





Fonte: Autora (2015).

A vegetação litorânea é representada pelo manguezal, a vegetação de praias arenosas e dunas e restingas, essa vegetação ainda é compartimentada em: vegetação da faixa praial, vegetação das dunas fixas e semi-fixas, vegetação das planícies lacustres e flúviolacustres e vegetação dos mangues das planícies fluviomarinhas.

O manguezal é um dos tipos de vegetação e se encontra na planície Flúvio-Marinha dos rios Timonha e Ubatuba. Na área de apicum tem influência do manguezal e onde se encontram fazendas de carcinicultura, e salineiras. Próximo à desembocadura, na margem esquerda do estuário, identificou-se uma considerável área do manguezal em retração, devido à deriva litorânea e extração vegetal. O mangue, é influenciado pela influência das marés, chegando no município de Chaval, mais precisamente na sede do município.

E por ser uma região de que está localizada entre o litoral e a Bacia Sedimentar do Parnaíba, no Ceará recebe o nome de Serra Grande ou Ibiapaba, o carrasco é o tipo vegetacional oriundo da degradação natural do cerrado (ARAÚJO & MARTINS, 1999), e assume um é encontrado em ilhas, nos sedimentos do Grupo Barreira, é encontrado o carrasco que é uma vegetação similar a caatinga, sendo decorrente da degradação do Cerrado. É constituída por substrato arbustivo fechado constituído predominantemente por espécies arbustivas microfanerofíticas de caules finos (ARAÚJO *et al.*, 1999), tendo como espécies

principais o cajuí, a caroba, o pau mocó, a mimosa, o visgueiro e o araticum (PEREIRA & SILVA, 2005).

Na área de tabuleiro costeiros temos a vegetação de tabuleiro que é descaracterizado, devido as atividades antrópicas onde o caráter dominante subcaducifólio, onde parte das plantas perdem as folhas no período de seca, com presença de plantas rasteiras, tendo uma grande diversidade e sendo um dos tipos vegetacionais mais desmatadas para o uso do homem. As matas ciliares como sendo uma divisão da vegetação, embora geralmente só sejam mapeáveis em escalas de detalhe. São também incluídos como divisões maiores nesta classificação da vegetação brasileira os pastos, as capoeiras e os capoeirões, que são fases antrópicas da Vegetação Secundária e não constituem tipos de vegetação.

As caatingas são encontradas no interior e ocorrem a partir do contato dos sedimentos da Formação Barreira e Rochas do Embasamento Cristalino, o que é bem característico no interior de Chaval.

5 MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE RELEVO

A geomorfologia é o estudo da superfície da Terra, a partir da interação de fatores como a litosfera, biosfera, atmosfera, e pode ser entendida e utilizada, para classificar a superfície terrestre, tanto em termos de forma quanto em termos de processos genéticos, sejam eles naturais ou com influência antrópica, pois o homem realizar suas atividades conforme as condições da paisagem, como em locais onde a topografia seja mais plana, ou até em locais mais íngremes e alagados, dependendo da atividade a ser realizada (ROSS, 2009; DUARTE & SABADIA, 2011).

Para identificar a compartimentação do relevo, é necessário conhecer os processos que atuaram na modelagem, como os eventos tectônicos e o período de flutuações climáticas com descida e subida do nível do mar que colaboraram com a criação das formas atuais e modificações de outras formas no litoral, assim como os processos de intempéricos e erosivos.

Para a determinação das classes de relevo foi necessário classificar as paisagens de acordo com a taxonomia proposta por diversos autores, pois esta é a base para a elaboração de um bom mapeamento isso ocorre através da identificação dos processos de modelagem das paisagens, por meio da identificação similaridades dos fatos morfoestruturas, morfoesculturas e morfoclimáticos, ou seja, para o mapeamento de unidade geomorfológicas é necessário conceituar a origem, a idade em tempo geológico e os processos de esculturação do relevo atuantes.

A classificação das unidades de relevo deve ser realizada através da identificação das unidades morfoestruturais (1º Táxon), morfoesculturais (2º Táxon), morfológicas (3º Táxon), as formas de relevo (4º Táxon) por meio da identificação das unidades, os tipos de vertentes (5º Táxon) a partir da identificação do tipo e dos processos erosivos que contribuem para que estas apresentem suas formas, e as menores formas de relevo (6º Táxon) gerados por ações antrópicas (TRICART, 1965; AB'SABER, 1969; 1970; ROSS, 1992; 1996; 1997; 2009; 2013a; 2013b; CASSETI, 2006; IBGE, 2009).

O modelo utilizado para a caracterização geomorfológica aqui proposta para a elaboração do mapa de unidades geomorfológicas através do reconhecimento dos níveis de taxonomia do relevo, através da identificação dos processos de modelagem e esculturação do relevo através do tempo geológico (CLAUDINO-SALES, 2005), das características e classificação das nomenclaturas região de Barroquinha e Chaval, está fundamentada na taxonomia, foi por meio da classificação proposta por Souza (*et al.*, 1979), Souza (1988;

2000; 2005), Dantas (*et al.*, 2014), Meireles (2005) e IBGE (2009) seguindo ainda o modelo proposto de compartimentação utilizado no Diagnóstico da Zona Costeira para a Gestão Integrada publicado pela Associação de Pesquisas e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS) por Moraes *et al.*, (2006), e segundo a modelagem se baseia na esculturação do relevo através dos períodos geológicos.

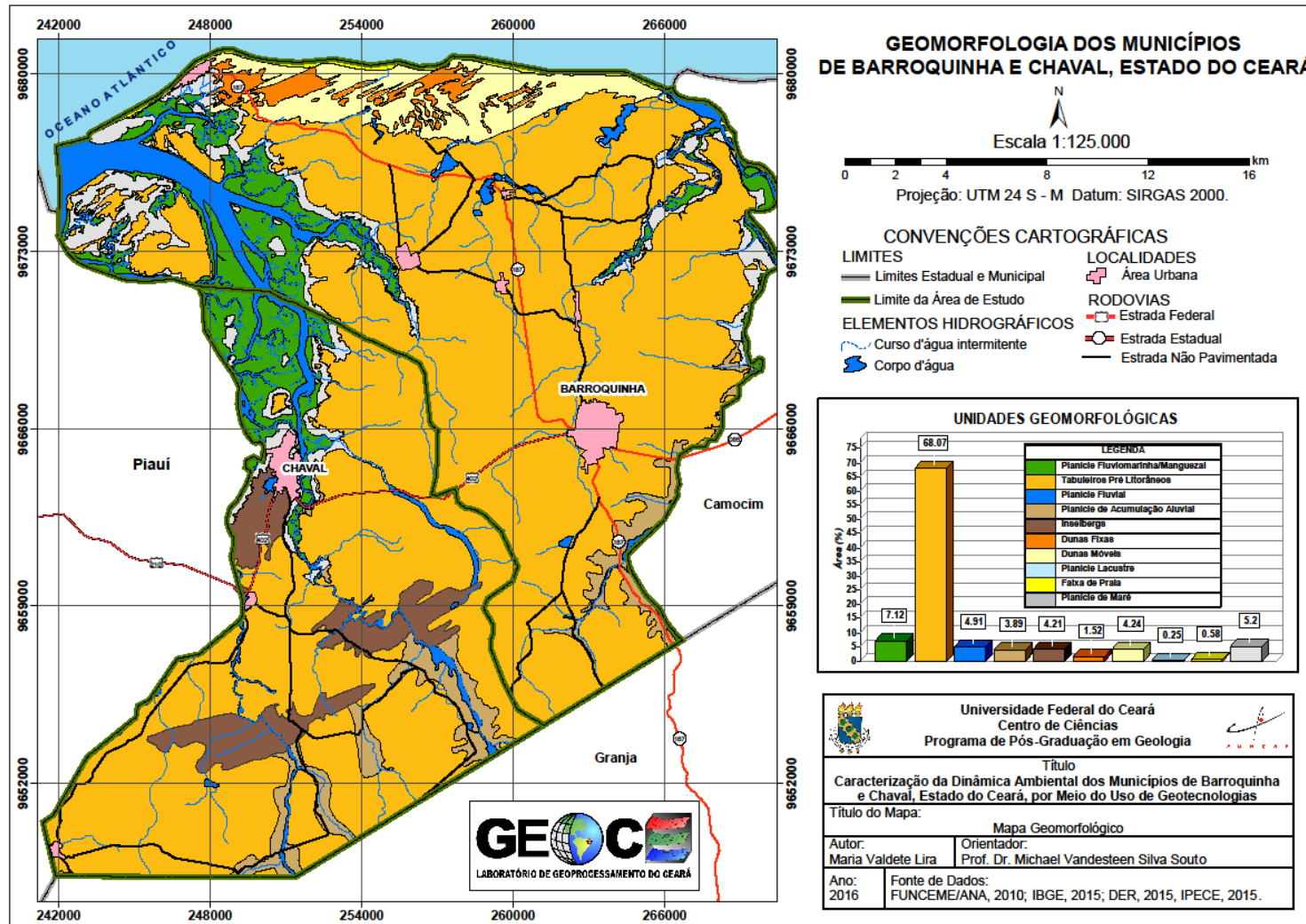
Com a disponibilidade de imagens de Sensoriamento Remoto e que fornecem informações de diversos períodos e pontos da terra, ficou mais fácil de se mapear a variedade de formas geomorfológicas, com uma maior exatidão, podendo o relevo ainda ser identificado tridimensionalmente (X, Y e Z), com as imagens da missão SRTM, sendo que é possível ter acesso a imagens de média resolução gratuitamente por meio do INPE e da USGS, e as de alta resolução atuais já é possível ter acesso por meio de instituições governamentais, por meio de uma solicitação, desde que os fins do trabalho seja acadêmico.

Segundo Christofolletti (1999), o SIG é uma ferramenta fundamental para o conhecimento das unidades de paisagem, assim como, para o manejo de diversas informações coletadas em mapas anteriores, dados de campo e imagens de satélite, sendo que neste trabalho foram empregadas imagens da constelação de satélites RapidEye de 29/07/2012 que passaram pelo processamento digital de imagens, a fim de elaborar o mapa de unidades geomorfológicas aqui proposto correspondente a parte de laboratório.

Para melhor compreensão da área de estudo, foi elaborada uma análise da paisagem. Os principais elementos geológicos encontrados nessa área são os terrenos de idade Neoproterozóica que são representados pelo Granito Chaval, um batólito aflorante próximo à costa, em contato com material originado no Quaternário (Pleistoceno e Holoceno) que compreendem os sedimentos da Formação Barreiras, que se encontram sobrepostos ao embasamento cristalino (FUNCEME, 2009b).

A compartimentação do relevo foi individualizada com termos comumente utilizados, e foram reconhecidas as seguintes formas, que serão descritas a seguir: Planície Litorânea (dunas móveis, fixas planície flúvio-marinha), Planície Fluvial (inundação e acumulação), Tabuleiros Costeiros) e Maciços Residuais (Granito Chaval), sendo estes últimos, uma classe pouco comum em planícies costeiras, mas que no município de Chaval se destacam, por estarem em contato com a planície fluviomarinha do Rio Timonha, e dentro da área urbana (Mapa 6).

Mapa 6 - Geomorfológico Chaval-Barroquinha.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na planície litorânea é encontrada no município de Barroquinha tendo uma extensão aproximada de observam-se formas de acumulação como a faixa de praia/pós-praia, dunas e planície fluviomarinha, com um modelado predominantemente plano a suave ondulado. São áreas planas ou com declives suaves em direção ao mar, resultado da acumulação marinha, possuindo por volta de 3 a 3,5 Km de largura (FUNCEME, 2009a). Estão agrupadas nessa classe os campos de dunas móveis, dunas fixas e paleodunas e planície Fluviomarinha.

A faixa de praia (FIGURA 19) caracteriza-se pela acumulação de sedimentos inconsolidados de idade holocênica, constituídos por areias e cascalhos, que são depositados pelas ondas durante os fluxos de maré alta e retrabalhados e remobilizados durante a maré baixa. A origem destes sedimentos é continental e os mesmos foram transportados pelo trabalho erosivo do rio até a sua foz, para posteriormente, se misturarem aos sedimentos marinhos, e assim formarem os sedimentos da faixa de praia (MEIRELES, 2005).

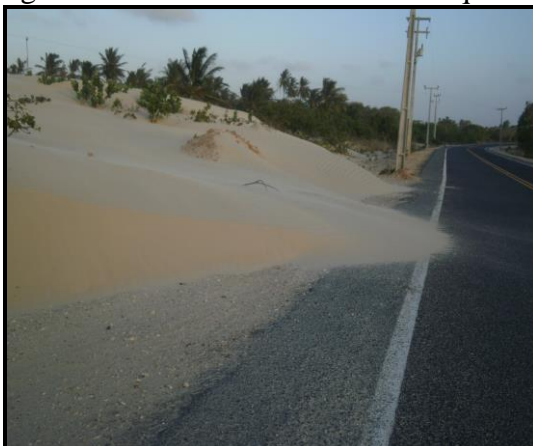
Figura 19 - Planície Litorânea em Bitupitá – Barroquinha.



Fonte: Autora (2015).

As dunas são exemplos típicos de depósitos eólicos existentes e são formadas por morros de areia de origem marinha ou continental (FIGURA20), que são retrabalhadas pelo vento, quando não existe este fenômeno as dunas são deslocadas, assumindo formas, alturas e posições variadas (FUNCEME, 2009a) acordo com a direção e competência do vento e condições climáticas existentes.

Figura 20 - Dunas móveis em Barroquinha.



Fonte: Autora (2015).

A origem dos sedimentos é continental, transportados pelos rios até a costa e depositados nas praias e deslocados pela ação dos ventos, os quais foram se acumulando dando origem as dunas. É um ambiente altamente instável com a ocupação, sendo que suas potencialidades estão fomentadas dentro do decreto que regulamenta a APA do Delta do Rio Parnaíba, pois o município de Barroquinha se encontra dentro da área de proteção.

A planície flúvio-marinha é formada por sedimentos argilosos, ricos em matéria orgânica, que possui um modelado plano com dinâmica associada evidenciando as correlações entre as condições climáticas, o aporte de água doce (fluvial e subterrânea), as oscilações diárias de maré, as correntes marinhas e a ação dos ventos. São áreas planas sujeitas a inundações periódicas, com presença de manguezais, que são mais desenvolvidas nas proximidades das desembocaduras dos rios, os canais fluviais possuem padrão anastomosado, a presença de estuários que são bem distintos que sofrem as influências marinhas rio adentro.

A planície flúvio-marinha é uma área plana resultante da ação de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas devido as variações diárias da maré e é bem caracterizada devido a presença de mangue. A planície flúvio-marinha na área é dominada pela foz do Rio Timonha e Ubatuba, que tem sua nascente no *Glint* da Ibiapaba, e seus afluentes. *Glint* é o termo empregado para forma de relevo de borda de bacia sedimentar, na qual a depressão periférica foi modelada em terrenos cristalinos (CLAUDINO-SALES & LIRA, 2011; LIRA & CLAUDINO-SALES, 2012), sendo uma área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas.

Os tabuleiros costeiros representam a faixa de transição entre o domínio das terras altas e da planície costeira, moldados nos sedimentos mio-pleistocênicos da Formação

Barreiras. Estão presentes após os campos de dunas, e tem altitudes que variam normalmente entre 30 e 50 metros, possuindo um modelado plano e declividade inferior a 5%, sua distribuição ocorre ao longo da linha de costa estando situados na retaguarda da frente marinha, sendo interrompidos pelos estuários dos rios que atingem o litoral (BEZERRA & MAIA, 2012). Os sedimentos são arenoso-argilosos com granulação de fina a média. Constituem as porções centro-meridionais dos municípios litorâneos, dispendo-se entre a planície litorânea e as depressões de entorno (FUNCEME, 2009a).

Sua forma de relevo é tabular e é dissecado pelos riachos litorâneos de vales alongados e fundo chato. Chega a cerca de 40 km no interior do continente, raramente ultrapassando 80 metros, ocorrendo nas margens dos grandes rios como no caso do Rio Jaguaribe a leste do estado, e em algumas vezes, chegam ao litoral, constituindo falésias mortas ou vivas (SOUZA, 1988), sendo que na área de estudo esta forma de relevo se estende acompanhando os Rios Timonha, Tapuio e Remédios no município de Barroquinha do interior em direção ao sertão, enquanto que no município de Chaval o relevo tabular sobre acaba expondo o afloramento do Complexo Granítico de Chaval (FIGURA 21).

Figura 21 -Tabuleiros costeiros em Barroquinha/CE utilizados para agriculturas temporárias de mandioca.

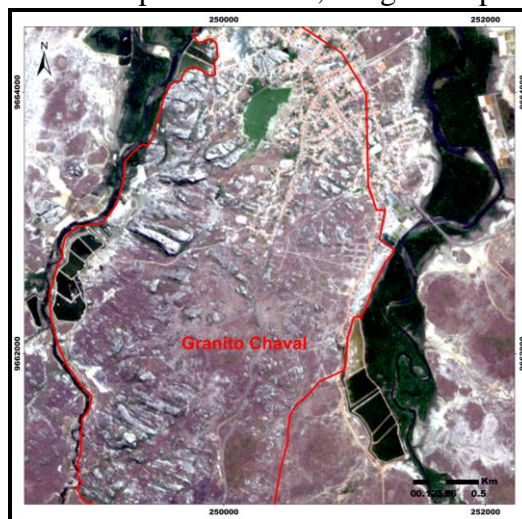


Fonte: Autora (2015).

O Granito Chaval foi inicialmente identificado nos levantamentos cartográficos do Projeto Jaíbaras com (DNPM, 1979), com forma de relevo peculiar e se estende em direção sudoeste ao longo da falha de Santa Rosa, ele se comporta um corpo batolítico com cerca de 2.000 km² localizado próximo à zona costeira Atlântica, tendo como localidades referenciais as cidades de Chaval no Ceará e Bom Princípio no Piauí. Grande parte do corpo acha-se encoberto por depósitos sedimentares Cenozóicos costeiros ao Norte; no entanto, excelentes exposições estão presentes ao longo das principais drenagens ou em morros de,

relativamente, baixa expressão topográfica, a exemplo da cidade de Chaval e arredores com altitude de até 42 m (FIGURA 22).

Figura 22 - Granitos no município de Chaval, imagem RapidEye 29/07/2012.

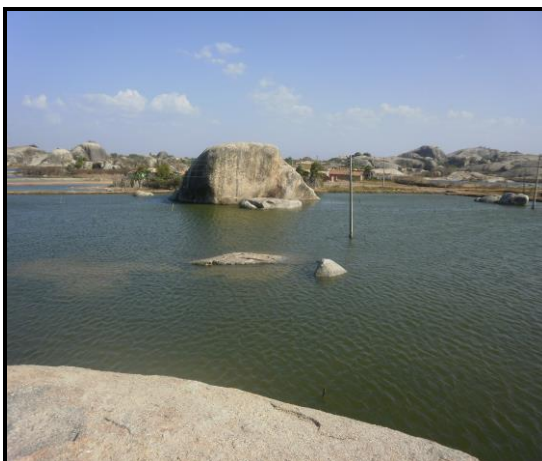


Fonte: Autora (2015).

Levantamentos geológicos realizados nesta região, em um perfil de aproximadamente 70 km, de Oeste para Leste, desde os arredores da localidade de Jandira passando por Bom Princípio, São Miguel, Santa Rosa, Brejinho, Camurupim e São Domingos e pelas cidades de Chaval, Barroquinha até Granja, permitiram a identificação de dois domínios estruturais distintos e outros subdomínios no Granito Chaval (GORAYEB & LIMA, 2014). Na área de estudo não foi mapeado nenhum tipo de exploração de extrativismo mineral.

Os Inselbergs de Chaval (FIGURA 23) estão modelados em granitos brasileiros, provavelmente expostos em afloramento durante reativações cretáceas de falhas pré-cambrianas e posteriores movimentos flexurais da margem. Estes afloram numa área estuarina, é uma forma que se diferencia de outros grupos de granitos, pois na sua maioria se desenvolvem em áreas do semi-árido. Os Inselbergs acham-se em diversos pontos em contato direto com estuário colonizado por manguezal (CLAUDINO-SALES & PEUVAST, 2007).

Figura 23 - Granito Chaval dentro da área urbana.



Fonte: Autora (2015).

Esses granitos também podem ser classificados em maciços residuais, que podem ser descritos como rochas do embasamento cristalino, soergidas devidos a eventos tectônicos e que sofreram processo de aplainamento. O terreno emerso é rico em superfícies planas, fracamente diferenciados, horizontalizados, pouco inclinados e, mais frequentemente, de altitude média à baixa (PEULVAST & CLAUDINO SALES, 2002).

A planície fluvial são áreas planas resultantes da acumulação fluvial, sujeita a inundações periódicas que bordejam as calhas dos rios atingindo um considerável nos baixos vales dos rios (SOUZA, 2000; 2005).

As planícies de inundação são áreas ao redor do vale fluvial, ou seja, o leito maior e está associado ao regime climático e hidrológico. Os sedimentos ficam estocados ao longo da planície de inundação e recebem o nome de planície de acumulação, sendo fundamentais para a taxa de equilíbrio dos sedimentos, de maneira que essa dinâmica permita que os canais fluviais fiquem em equilíbrio (FIGURA 24).

Figura 24 - Planície de Inundação em Barroquinha/CE.



Fonte: Autora (2015).

As planícies de acumulação são áreas que correspondem aos interflúvios muito baixos, sujeitos a inundações periódicas, que assumem aspecto peculiar, pois decorrem de águas fluviais que originam lâminas de água muito límpidas e desvinculadas das drenagens. A suavidade da declividade do terreno e a inexistência da rede de drenagem amplamente hierarquizada fortalecem o caráter inundacional pluvial desta unidade.

A planície flúvio-marinha na área é dominada pela foz do Rio Timonha e Ubatuba, que tem sua nascente no *Glint* da Ibiapaba, e seus afluentes. *Glint* é o termo empregado para forma de relevo de borda de bacia sedimentar, na qual a depressão periférica foi modelada em terrenos cristalinos (CLAUDINO-SALES & LIRA, 2011; LIRA & CLAUDINO-SALES, 2012), sendo uma área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas.

Com base na análise no mapa das unidades geomorfológicas foi identificado e quantificado as unidades da área de estudo, dando destaque as unidades que possuem uma maior expressão que são os tabuleiros pré litorâneos que possui uma área de 336.93 Km² (69,01%) em uma área de 623.75 Km² e se estende da zona costeira até encontrar a depressão sertaneja em direção ao interior conforme a Tabela 2.

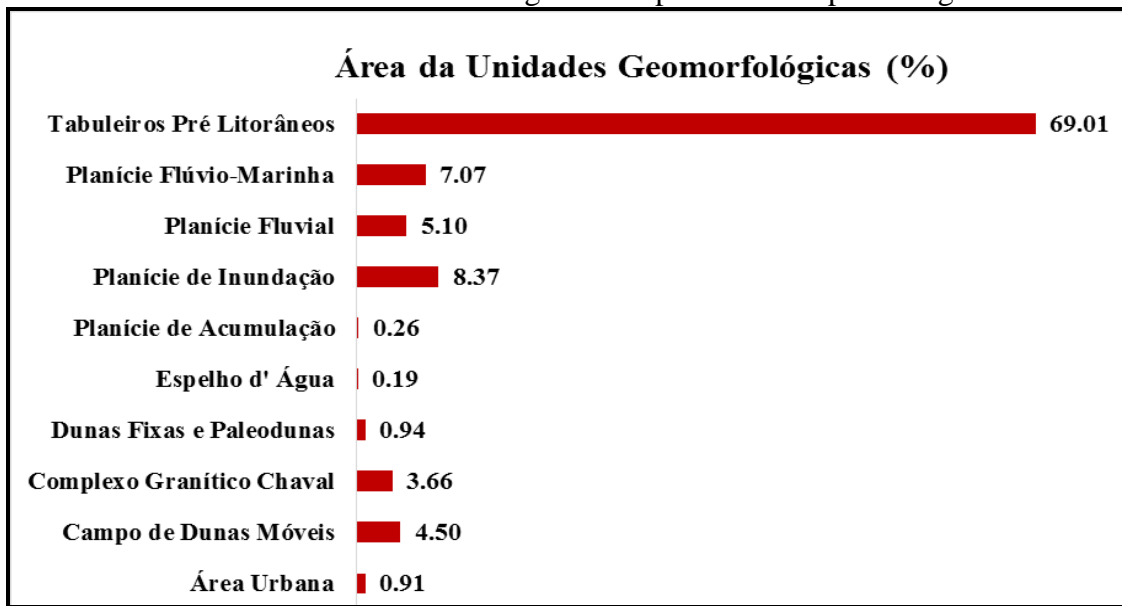
Tabela 2 - Unidades Geomorfológicas de Barroquinha e Chaval/CE.

Unidade	Área (km ²)	%
Área Urbana	5,68	0,91
Campo de Dunas Móveis	28,07	4,50
Complexo Granítico Chaval	22,8	3,66
Dunas Fixas e Paleodunas	5,89	0,94
Espelho d' Água	1,19	0,19
Planície de Acumulação	1,6	0,26
Planície de Inundação	52,21	8,37
Planície Fluvial	31,79	5,10
Planície Flúvio-Marinha	44,08	7,07
Tabuleiros Pré Litorâneos	430,44	69,01
TOTAL	623,75	100

Fonte: elaborado pelo autor.

Todas estas informações foram transformadas em um gráfico, onde é possível ver a compartimentação da área de estudo, dando um destaque nos Tabuleiros Pré Litorâneos estes chegando a mais da metade da área total conforme Gráfico 3.

Gráfico 3 - Dados Geomorfológicos comparativos em porcentagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA

O mapeamento do uso e cobertura da terra representa as atividades humanas como principal fator para os impactos ambientais relacionados ao uso desordenado de cada unidade. Estas classes podem ser especializadas, caracterizadas e quantificadas. Para se estudar a dinâmica da paisagem é necessário mapear os padrões de uso e cobertura do solo, permitindo assim identificar que a vegetação é um dos elementos importante, pois seu estudo nos permite reconhecer a paisagem e as variações que ocorreram nos últimos anos.

O estudo do uso e ocupação consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste o solo. A expressão "uso do solo" pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente.

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra a informação mais acessível é o uso de imagem de satélite, pois a mesma permite a visualização e identificação dos elementos ali representados.

A elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra são importantes para modelos ambientais como os climáticos, hidrológicos, a vegetação está associada ao clima, relevo e solo, que permite uma diversidade em relação a cobertura, que pode ser distribuída por: mata ciliar, mata de tabuleiro (caatinga e cerrado), vegetação pioneira (gramíneas) e vegetação de mangue (FUNCEME, 2009b), sua identificação, quando atualizada, é de grande importância para o planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte sua estabilidade e vulnerabilidade.

O SIG foi de fundamental importância para a modelagem dos ambientes, além de servir para o manejo das informações coletadas através de imagens de satélite RapidEye de 2012 e Landsat 8 de 2015 que passaram pelo processamento digital de imagens (CHRISTOFOLETTI, 1999) para a identificação do uso e cobertura do solo.

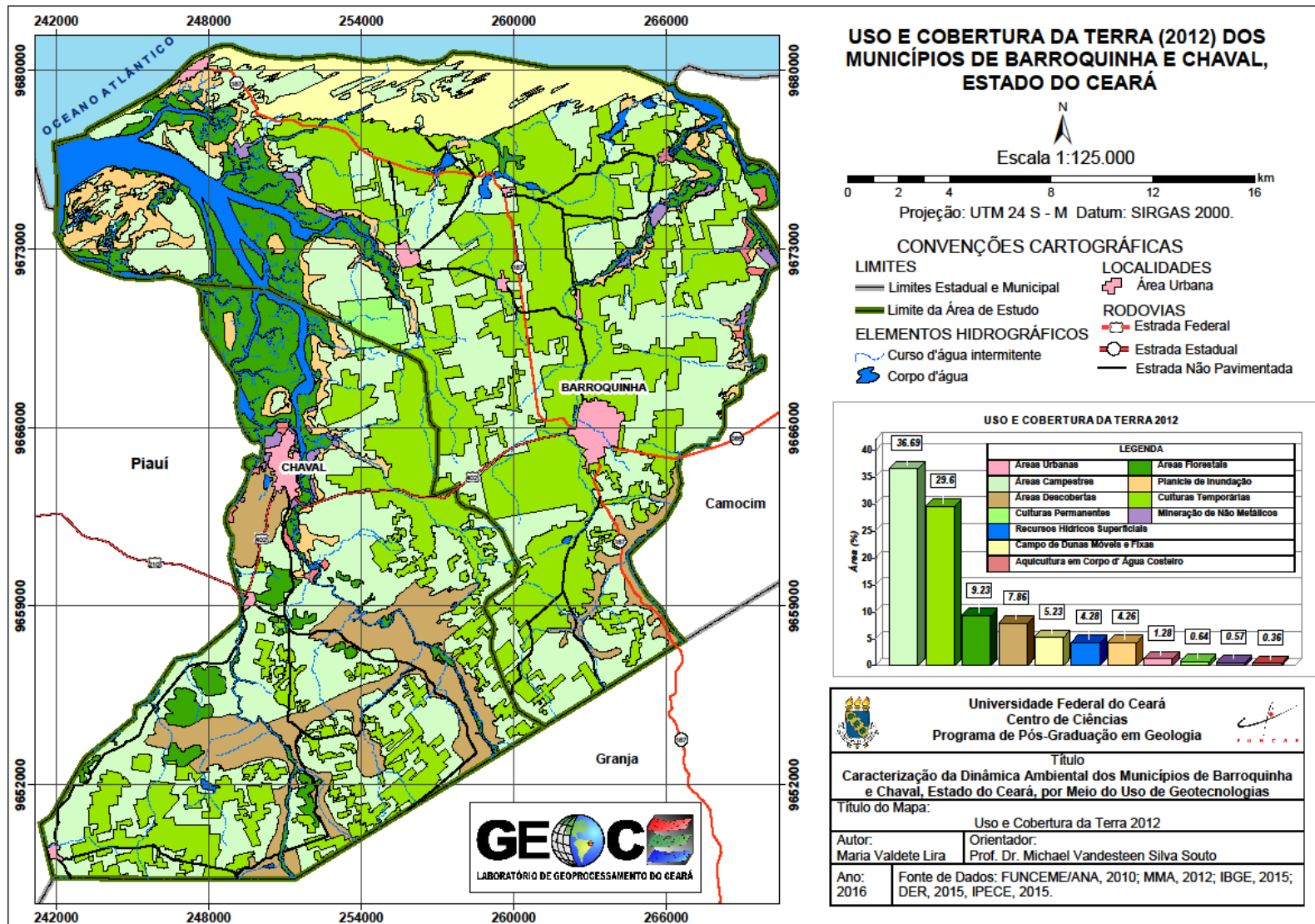
Para definir as classes de uso e cobertura da terra foi através do mapeamento de 1:15.000, para avaliar as condições do ambiente ressaltando suas potencialidades e limitações frente à intervenção humana e apontando as principais vocações socioeconômicas da região e os principais problemas ambientais decorrentes de uma intervenção desordenada no território, ocasionada principalmente pelo homem, e apresentado neste trabalho em escala de 1:125.000.

O uso do Sensoriamento Remoto por base na análise de imagens de satélite é um

dos meios disponíveis hoje para o monitoramento e detecção das mudanças geoambientais (GRIGIO, 2003), e que o custo na maioria das vezes não existe, pois muitas das imagens já são disponibilizadas gratuitamente. Na área existe a confluência de diversos tipos de uso e ocupação do solo e que interfere na paisagem local.

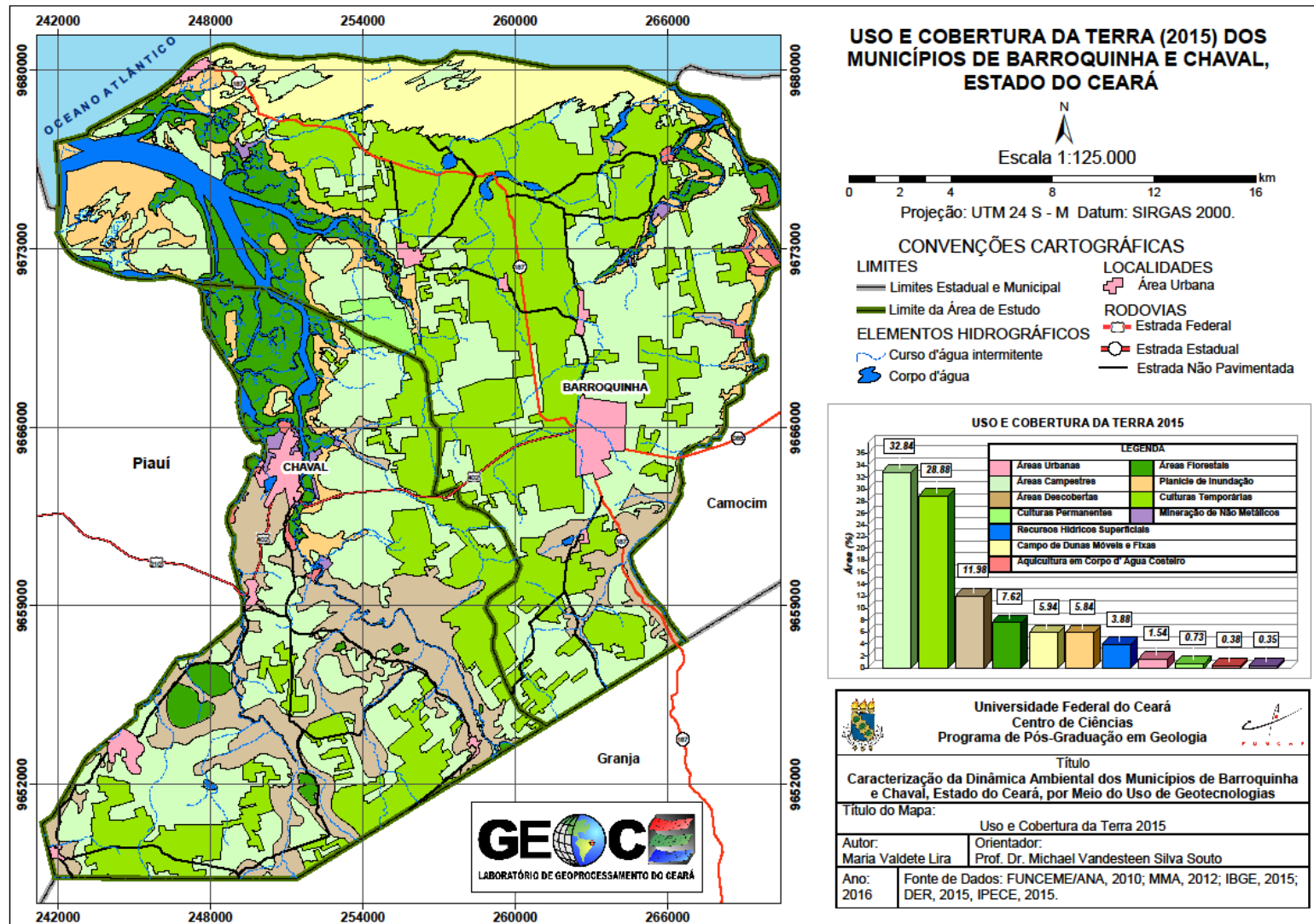
As classes de uso que foram baseadas nas informações do IBGE quanto ao uso e cobertura da terra os dados encontrados na elaboração do mapa de 2012 (Mapa 7) e mapa de 2015 (Mapa 8) foram: aquicultura em corpos d'água costeiros; campos de dunas móveis e fixas; culturas temporárias; minerais não metálicos; áreas campestres, áreas descobertas, áreas florestais, manchas urbanas (cidades), planície de inundação e corpos d' águas fechadas.

Mapa 7 - Cobertura e Uso da Terra para o ano de 2012



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mapa 8- Cobertura e Uso da Terra para o ano de 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dos resultados quantitativos encontrados na elaboração das unidades mostra que o uso e ocupação da terra nos municípios de Barroquinha e Chaval que de 2012 para 2015 houve alterações bem significativas em algumas classes de uso, podendo associar essas alterações a influência antrópica no processo de natural, e outro fator que pode interferir nestes dados está relacionado a uso de imagens de satélites com resoluções e sensores diferentes conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Análise comparativa do uso do solo (2012 e 2015).

<i>Uso e Ocupação da Terra</i>	<i>2012</i>		<i>2015</i>		<i>Diferença (km²)</i>	<i>Diferença (%)</i>
	<i>Área (km²)</i>	<i>%</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>%</i>		
<i>Aquicultura em corpo d'água costeiro</i>	2,81	0,45	2,93	0,47	0,12	2
<i>Áreas Campestres</i>	289,41	46,40	290,65	46,60	1,24	0
<i>Áreas Descobertas</i>	100,18	16,06	114,86	18,41	14,28	1,78
<i>Áreas Florestais</i>	96,1	15,41	88,59	14,20	-7,41	-1,13
<i>Campo de Dunas Fixas e Móveis</i>	31,8	5,10	36,41	5,84	4,61	0,74
<i>Cidades</i>	8,44	1,35	11,25	1,80	2,81	0,45
<i>Culturas Temporárias</i>	31,81	5,10	14,97	2,40	-16,84	-2,78
<i>Espelho d' Água</i>	2,84	0,46	2,74	0,44	-0,10	-0,02
<i>Minerais não metálicos</i>	2,89	0,46	1,72	0,28	-1,17	-0,18
<i>Planície de Inundação</i>	26,31	4,22	32,44	5,20	6,13	0,98
<i>Planície Fluvial</i>	31,16	5,00	27,19	4,36	-3,97	-0,64
<i>TOTAL</i>	623,75	100	623,75	100	-	

Fonte: Elaborado pelo autor.

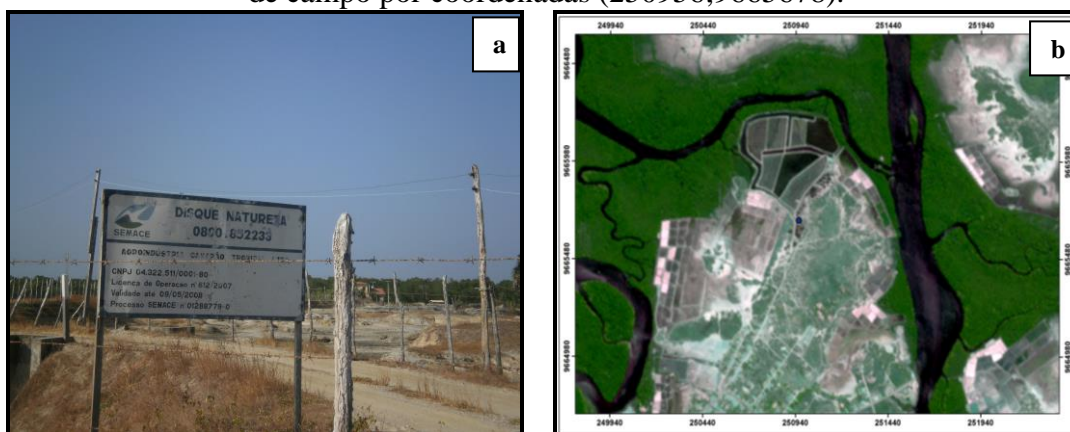
Algumas classes de uso e cobertura da terra sofreram aumento enquanto outras sofreram uma redução, esse resultado pode estar relacionado as condições das imagens, uma de alta resolução e outra de média, devendo também serem considerados os agentes naturais como as condições de maré, que na data e hora de passagem do satélite foi estimada em 1,7 m de altura (DHN, 2012) permitindo assim uma análise com um detalhe menor, consequentemente com melhor qualidade.

Quanto as informações encontradas na imagem de 2015, onde o nível de maré está no seu nível mínimo, e através o realce de algumas informações foram preponderantes para a classificação de algumas classes de uso, principalmente daquelas que estão em interface com o litoral, como foi o caso. Essa situação pode ter ocorrido conforme a visualização e classificação realizada, assim como a qualidade da imagem que é de 2015 é 15 m de resolução, enquanto a imagem de 2012 é de 5 m de resolução.

As unidades encontradas de usos e cobertura da terra nos municípios de Barroquinha e Chaval foram:

A Aquicultura em corpos d'água costeiros, é a atividade que visa a extração de espécies aquáticas em menor tempo possível, é uma atividade comum nas planícies flúvio-marinhas do estado, é uma atividade que a produção na maioria das vezes é voltada para o mercado externo. Na área de estudo foi possível identificar essa atividade por meio de imagens de satélite, pois não era permitido o acesso as áreas de cultivo sem a autorização dos responsáveis. Nos últimos anos um aumento muito pequeno quanto a área de cultivo que teve um aumento de 0.12 km² de 2012 para 2015 (FIGURA 25).

Figura 25 - Entrada da Fazenda Salinas Baiacus na Zona Rural de Chaval/CE, com a criação de camarões em água salgada e salobra, conforme CNPJ e LO da SEMACE (a) e vista da entrada da fazenda por imagem de satélite RapidEye 2R4G3B e confirmação de campo por coordenadas (250956;9665678).



Fonte: Autora (2015).

As Áreas Campestres são aquelas com vegetação de médio e pequeno porte característica dos tabuleiros, é a área onde se encontra as principais atividades agropastoril realizada pelo homem. O seu uso está associado ao extrativismo vegetal, mineral com a retirada de material para a construção civil (FIGURA 26), em comparativo com o ano de 2012 em relação a 2015 houve um aumento de 1.24 km², que pode ser relacionado a diminuição do cultivo temporário em consequência do período de estiagem que o estado vem sofrendo nos últimos anos. Em relação a toda a área que apresentam esta condição é quase que imperceptível identificar essa redução, que pode estar relacionada as áreas descobertas.

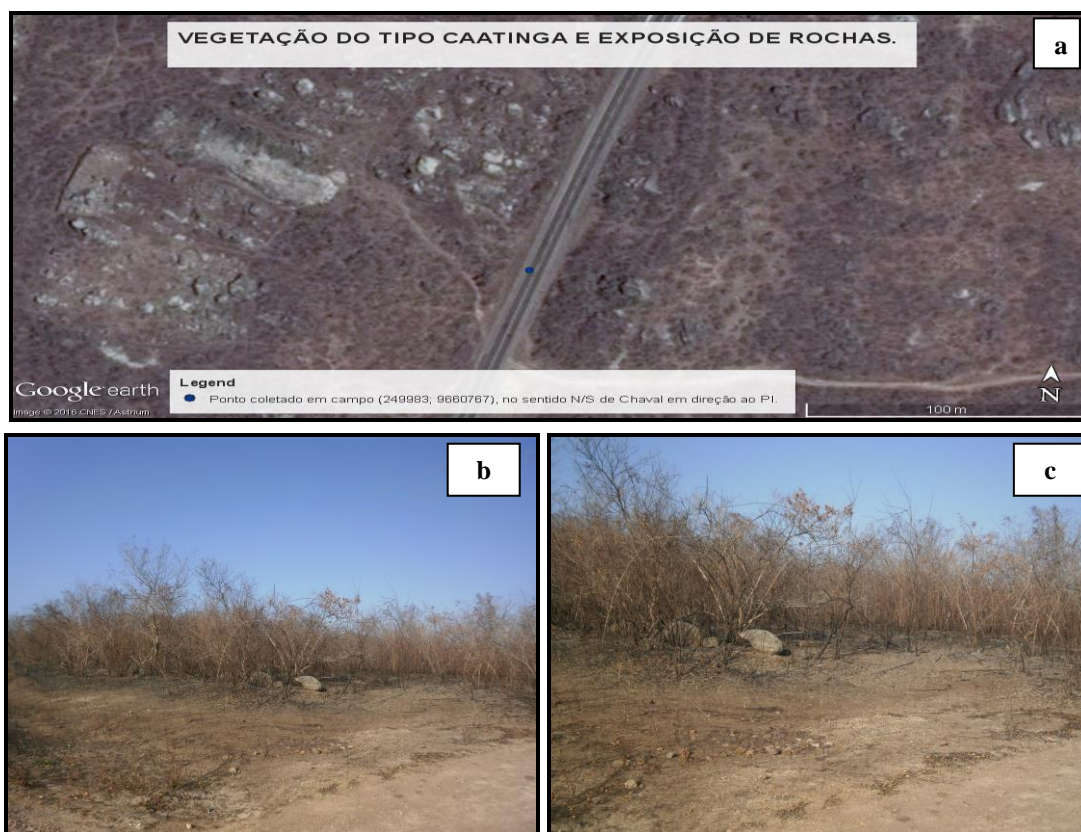
Figura 26 - Extração do solo para construção civil na CE 187 em direção ao município de Bitupitá/CE.



Fonte: Autora (2015).

As Áreas Descobertas estão relacionadas a áreas desmatadas, com vegetação rala e a exposição de rochas (FIGURA 27), que é comum na área de estudo, pode ter causas naturais para essa situação ou ainda o homem pode interferir com a retirada da vegetação para atividade de extrativismo vegetal e queimadas da vegetação para o preparo da terra para alguma atividade agrícola. Nos últimos 3 anos houve um aumento considerável de 14.28 km² das áreas descobertas, sendo que é necessário que medidas mitigadoras devem serem tomadas pelos órgãos públicos quanto ao controle deste aumento, pois com o aumento de áreas descobertas o processo de desertificação pode ser o próximo estágio da área.

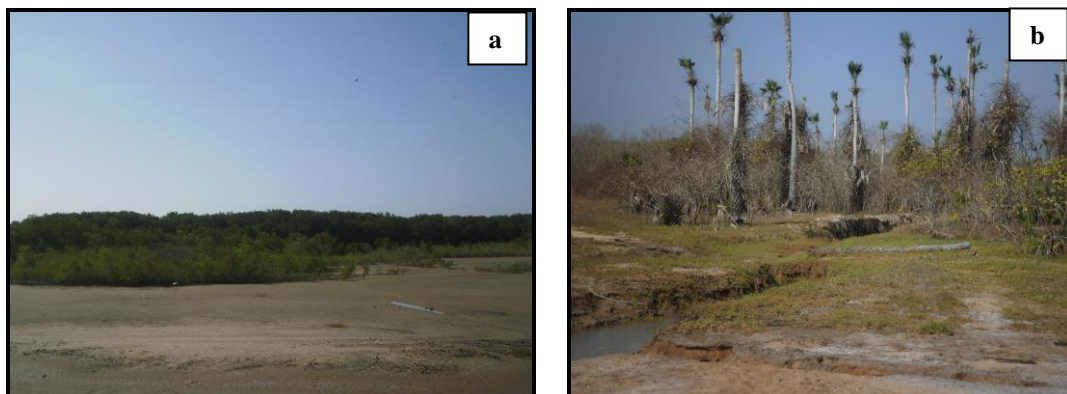
Figura 27 - Imagem disponibilizada pelo *Google Earth Pro* de 06/09/2013 da área da caatinga aberta no interior do município de Chaval com exposição de rochas com ponto coletado por GPS em campo (a) e vegetação *in locu* na BR 202 de Chaval em sentido para o Estado do PI (b) e (c).



Fonte: Autora (2015); Google Earth (2016).

As Áreas Florestais podem ser relacionadas aos manguezais, matas ciliares (FIGURA28) e grupos de vegetação isoladas, sendo que nessas áreas houve uma redução de 7.41 Km², e os fatores para essa perda pode estar associado a retirada da vegetação para indústria do carvão, e nas áreas de manguê essa redução está relacionada ao aumento dos tanques de carcinicultura.

Figura 28 -Desmatamento de áreas de manguezal nas margens do Rio Timonha em Chaval (a) e mata ciliar do Rio Timonha na entrada do município de Chaval (b).



Fonte: Autora (2015).

O Campo de Dunas Fixas e Móveis, houve um aumento de 7.41 Km² de área, e que pode ser devido a análise das imagens e os períodos em que foram adquiridas, pois por ser no litoral deve ser observado as condições de ventos (FIGURA 29) e marés, assim com o processo de retirada e engorda da linha de costa ocasionada também pela ação humana.

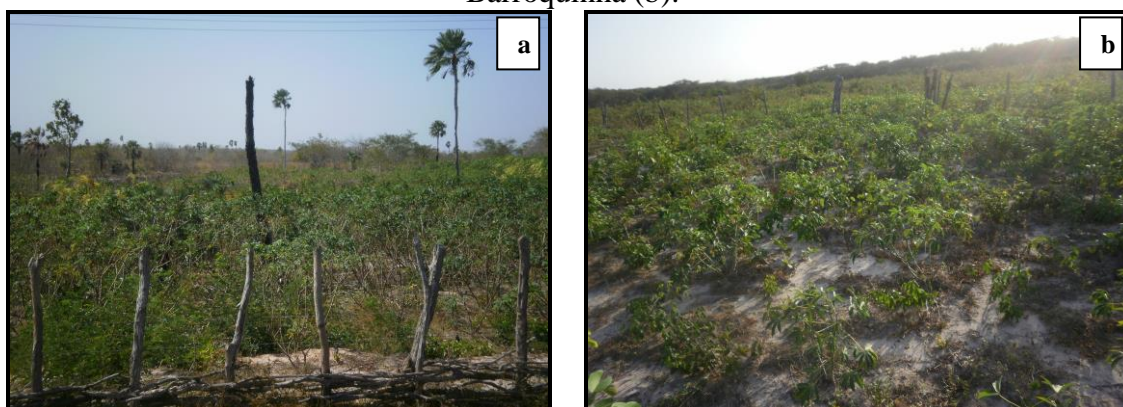
Figura 29 - Migração natural das dunas em Bitupitá invadindo a estação de tratamento de resíduos através de imagens do *Google Earth Pro* em 15/10/2009 com pontos coletados por GPS em campo (a) e migração das dunas em setembro de 2015 em reconhecimento de campo (b) e (c).



Fonte: Autora (2015); Google Earth (2016).

As Culturas Temporárias estão voltadas principalmente para a cultura de subsistência como milho, mandioca (FIGURA30) e feijão, esta produção está condicionada as condições climáticas do estado, nos últimos anos o estado tem passado por períodos de estiagem, e a área utilizada para esse tipo de atividade diminui de 2012 para 2015 cerca de 16.84 km², e parte desse terreno pode ter sido englobado as áreas descobertas devido as condições de exposição da terra na hora da análise das imagens.

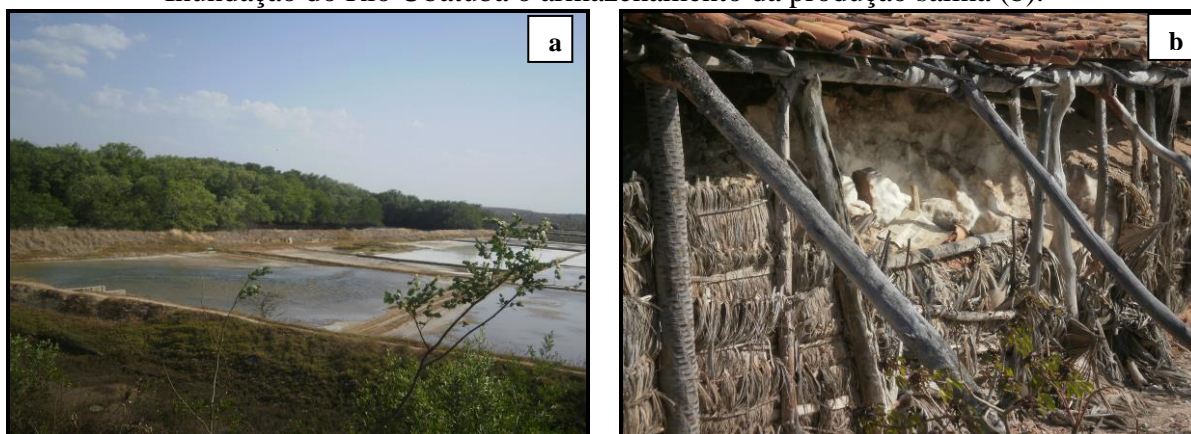
Figura 30 - Cultivo de mandioca ao longo dos tabuleiros costeiros em Chaval (a) e em Barroquinha (b).



Fonte: Autora (2015).

A Mineração Não Metálicos aqui está associada a produção salinera que se destaca ao longo das planícies flúvio-marinhas dos Rio Timonha, Ubatuba e Tapuio, e que nos últimos anos devido à queda dos preços deste produto devido à concorrência com outros houve uma queda de 1.17 km² de 2012 para 2015 (FIGURA 31).

Figura 31 - Uso das margens da Planície Flúvio-Marinha para a produção de sal na entrada do município de Chaval na planície de inundação do Rio Timonha (a) e no interior na planície de Inundação do Rio Ubatuba o armazenamento da produção salina (b).

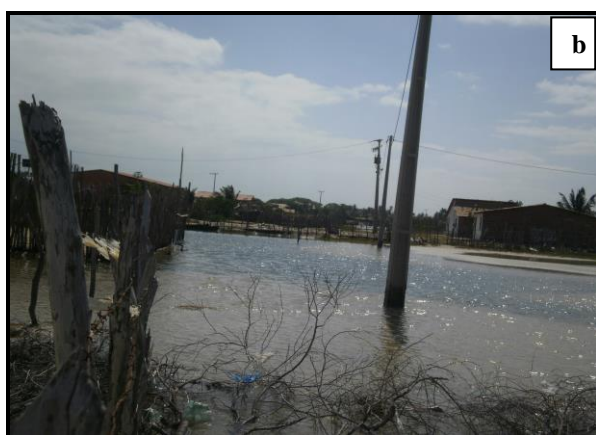


Fonte: Autora (2015).

A Planície de Inundação corresponde a marinha e a fluvial da calha dos grandes rios ao longo de 3 anos houve um aumento de 6.13 km², sendo em que alguma áreas pode estar associado ao processo de assoreamento nas margens de rios, a retirada da vegetação nativa para a construção de tanques de carcinicultura e ao aterramento de alguns pontos da planície para a expansão urbana (FIGURA 32), primeiramente devido uma falta de infraestrutura adequada das cidades para atender ao crescimento demográfico e por faltas de políticas ambientais como a implantação de obras em áreas naturais e que devem ser

protegidas conforme determina uma série de legislações ambientais.

Figura 32 - Uso e ocupação da Planície de Maré em Bitupitá, litoral de Barroquinha/CE vista de imagem do dia 15/10/2009 através de imagem disponibilizada pelo Google Earth Pro e com ponto coletado em campo (a), residências e infraestrutura de rede elétrica dentro da planície (b) e aterramento para a construção de novas moradias (c).



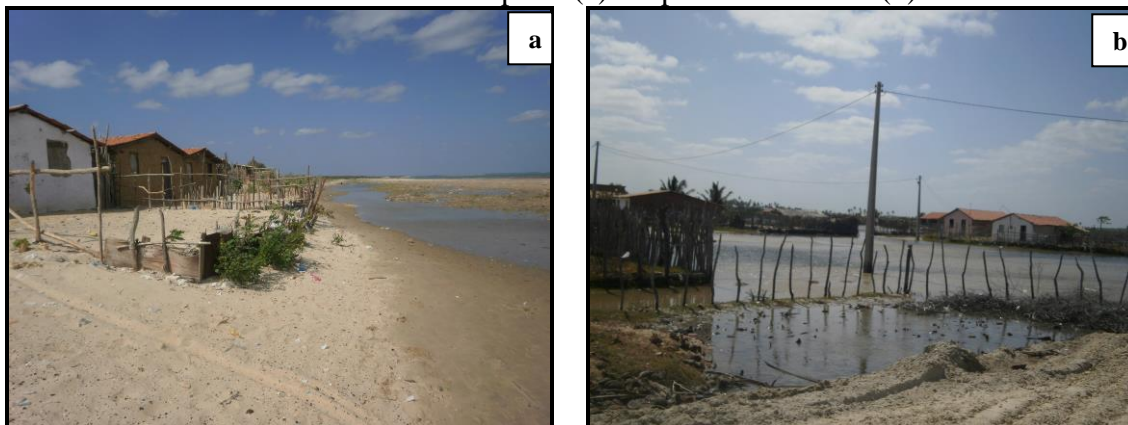
Fonte: Autora (2015); Google Earth (2016).

As Áreas Urbanas: Algumas sedes municipais e distritais estão localizadas nas margens de rios e do oceano, conseqüentemente quando existe um aumento da população as pessoas acabam saindo dos limites urbanos e fixando em ambientes naturais, ou ainda essa mancha urbana se encontra dentro de um ambiente de condições instáveis, ou seja, ambiente onde os agentes naturais atuam diariamente, como é o caso das marés.

No período de 3 anos houve um crescimento de 2.81 km² nas manchas urbanas dentro dos limites da área de estudo, este crescimento está associado a fixação do homem nas suas origens, ocasionado pelo beneficiamento de muitas famílias com algum tipo de ajuda financeira do governo. No distrito de Bitupitá em Barroquinha está na interface oceano-continente e devido a seu crescimento urbano o homem acaba invadindo as áreas de praias e

planície de marés (FIGURA 33).

Figura 33 - Crescimento urbano em Bitupitá, moradias construídas em ambientes instáveis como a linha de praia (a) e a planície de maré (b).



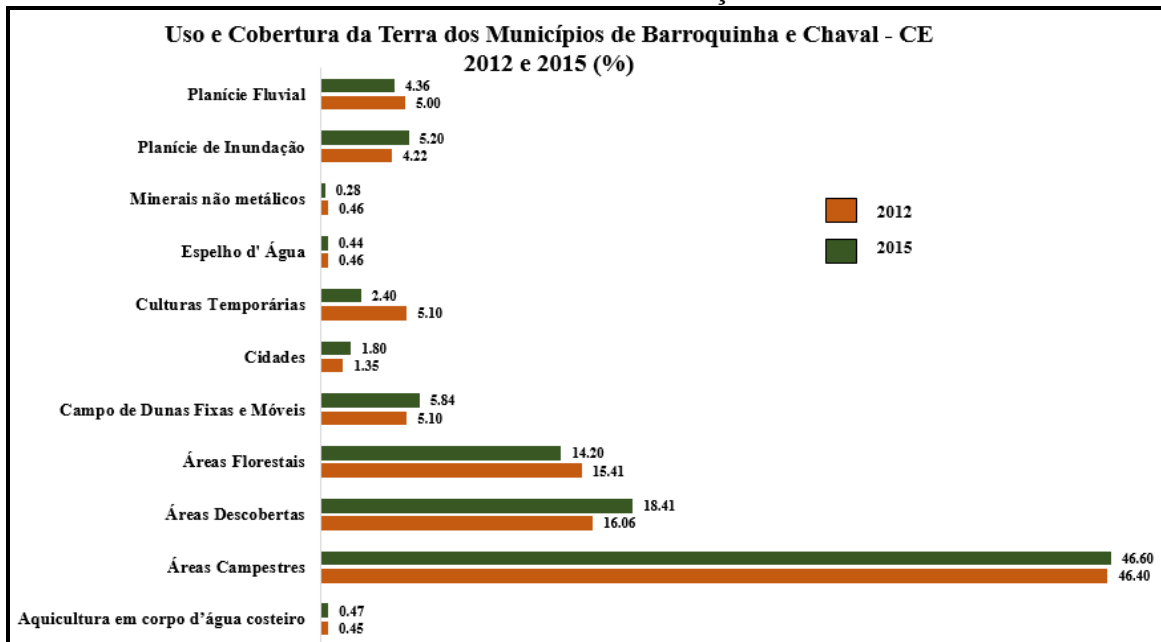
Fonte: Autora (2015).

A Planície Fluvial corresponde a planície dos grandes rios que compõem a hidrografia da região como os rios Timonha, Ubatuba, Tapuio e Chapada e que nos últimos anos teve uma redução de 3.97 km², ocasionado devido a barramentos ao logo dos cursos e ainda pelo período de estiagem que o estado vem sofrendo nos últimos anos.

O que se deve a esse aumento e diminuição das classes de uso do solo pode ser devido à falta de aplicabilidade das políticas ambientais e pelo uso desordenado dos solos para atender a necessidade do homem em seus aspectos econômico e social, pois a região está dentro de uma unidade de conservação como a APA do Delta do Parnaíba onde Barroquinha e Chaval foram inseridas e a APA da Serra da Ibiapaba onde Chaval foi beneficiada que objetiva a conservação da vegetação e recursos hídricos.

O uso intensivo ao logo destes 3 anos pode ser representado através de gráfico comparativo onde é possível identificar as áreas que tiveram um aumento e redução quanto a área em km², sendo as mais representativas a cultura temporária que correspondia a 5.10% de uma área de 623.75 e passou a ter 2.40% houve uma redução, as áreas descobertas passaram de 16.06% para 18.41% tendo um aumento, as cidades também cresceram de 1.35% para 1.80 uso de algumas classes enquanto as outras não passaram pelo processo de extrativismo vegetal ou mineral (GRÁFICO 4).

Gráfico 4 - Comparativo do Uso e Ocupação da Terra nos municípios de Barroquinha e Chaval/CE de 2012 em relação a 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7 ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

Para o mapeamento dos sistemas ambientais é necessário o conhecimento dos agentes naturais, para a divisão da área em unidades, onde estas representam a heterogeneidade mínima quanto aos parâmetros e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial (TRENTIN & ROBAINA, 2005).

Os parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de sistemas ambientais parte do conhecimento do substrato geológico e da determinação dos dados climáticos da área, essas informações são definidas como básicas, pois a geologia junto com o clima do passado e do presente vão definir o modelado do relevo e as características da rede de drenagem, assim como processo de formação do solo através da desagregação e decomposição das rochas.

Para a avaliação dos sistemas ambientais foram estabelecidas categorias propostos por Tricart (1977), que se baseia no comportamento e na vulnerabilidade das condições ambientais em função dos processos degradacionais, por meio dos processos de morfogênese e pedogênese. As classes estabelecidas foram: Ambientes Estáveis, Ambiente de Transição ou *Integrandes*, Ambientes Fortemente Instáveis e que foram adaptados para as condições geoambientais do Ceará por Souza (2000).

Os meios Estáveis estão associados a ambientes onde o processo evolutivo é muito lento, quase que insignificante. Está associado a fracos processos mecânicos, apresentam uma estabilidade morfogenética antiga, com solos espessos e bem evoluídos, com predominância dos processos pedogenéticos sobre os processos morfogenéticos. O relevo possui dissecação moderada, os solos são profundos e desenvolvidos, e vegetação densa (TRICART, 1977; SOUZA, 2000; FUNCEME, 2009b).

Os Ambiente de Transição (*Integrandes*) ou *intermediários* corresponde a passagem do ambiente estável para o instável, onde o processo de pedogênese e morfogênese que agem de modo concorrente sobre um mesmo espaço, ou seja, simultaneamente (TRICART, 1977).

Os Ambientes Fortemente Instáveis o processo de morfogênese é maior que a pedogênese, sendo que a morfogênese é quase nula. Apresenta um intenso potencial erosivo e com nítidas evidências de deterioração ambiental e da capacidade de produtiva dos recursos naturais (TRICART, 1977; SOUZA, 2000; FUNCEME, 2009b).

7.1 Delimitação dos Sistemas Ambientais

Os municípios de Barroquinha e Chaval estão localizados na porção noroeste do Estado do Ceará, possuindo uma área total de 623.75 km², com maior parte dos terrenos com coberturas sedimentares dos tabuleiros litorâneos, depósitos Holocênicos da planície costeira, sedimentos aluviais que bordejam a calha da Bacia Hidrográfica do Rio Timonha, Ubatuba, Rio Tapuio e de seus tributários, além de uma pequena parcela de Granitos de idade Brasileira, aflorando no município de Chaval.

Os sistemas ambientais são classificados a partir da diversidade de condições naturais que apresenta o os municípios e está associada à sua dinâmica e localização geográfica, sendo assim a organização do espaço em regiões que expressem características geográficas comuns, viabilizam programações de planejamento para uma melhor utilização desses recursos todos adaptados de Tricart (1977), Souza (2000; 2005), FUNCEME (2009b) e Medeiros & Souza (2015).

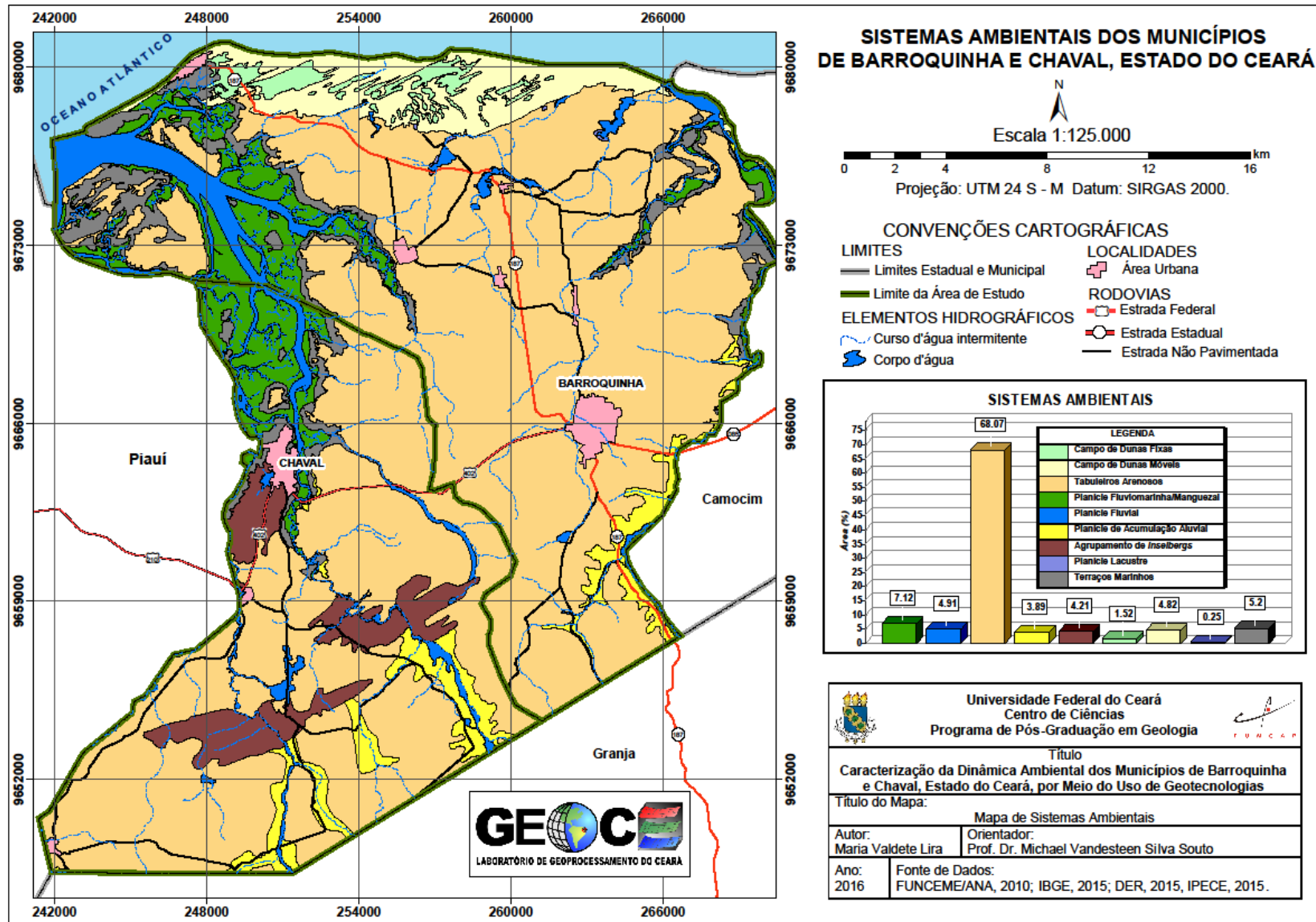
Os sistemas ambientais encontrados na área de estudo foram classificados a partir da homogeneização por meio das relações naturais, foram estabelecidos os seguintes sistemas: Planície Litorânea (Campo de Dunas (móveis, dunas fixas, peleodunas e terraços marinhos) e Planície Flúvio-Marinha), Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tabuleiros Arenosos), Planície Ribeirinha (Planície de Acumulação Aluvial e Planície Fluvial) e Maciços Residuais (Agrupamento de *Inselbergs*) conforme a Tabela 4 e o Mapa 9.

Tabela 4 – Sistemas Ambientais e Subsistemas Ambientais dos Municípios de Barroquinha e Chaval, Ceará.

<i>Domínios Naturais</i>	<i>Sistemas Ambientais</i>	<i>Subsistemas Ambientais</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>(%)</i>
Maciços Residuais	Maciços Residuais	<i>Inselbergs</i>	26.29	4.21
Ambientes deposicionais do litoral e do interior; Superfícies pré-litorâneas interiores e Planícies de acumulação	Planície Litorânea	<i>Dunas Fixas</i>	9.48	1.52
		<i>Dunas Móveis</i>	30.08	4.82
		<i>Planície Lacustre</i>	1.57	0.25
		<i>Planície de Maré</i>	32.42	5.20
		<i>Planície Fluviomarinha</i>	44.42	7.12
	Tabuleiros Pré Litorâneos	Tabuleiros Arenosos	424.61	68.07
	Planície Ribeirinha	Planície Fluvial	30.64	4.91
<i>Planície de Acumulação Aluvial</i>		24.24	3.89	
TOTAL			623.75	100.00

Fonte: elaborado pelo autor.

Mapa 9 -: Sistemas Ambientais do município de Barroquinha e Chaval, Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor

A Planície Litorânea corresponde ao ambiente com maior interação de troca de fluxos de matéria e energia. É ambiente que apresenta uma diversidade de formas geoambientais. Foi compartimentado nos subsistemas Campos de Dunas (móveis, fixas e paleodunas, terraços marinhos) e Planície Fluviomarinha.

Os Campos de Dunas são ambientes fortemente instáveis, onde o processo erosivo como os eólicos e a dinâmica costeira, que atuam constantemente. As dunas móveis são sedimentos arenosos que se depositam sobre a Formação Barreira de modo divergente, enquanto as dunas fixas e paleodunas estão encravados o disposto isoladamente entre as dunas móveis, sendo ambiente de transição com tendência à instabilidade. Os sedimentos correspondem a areais finas e mal selecionadas, com presença de metais pesados (grãos escuros), o solo predominante é o Neossolo Quartzarênicos, oriundos de sedimentos do Barreiras, com boa drenagem, pouco desenvolvido e baixa fertilidade natural. Nos ambientes mais onde a umidade é constante existe a presença de Neossolo Quartzarênicos Hidromórficos devido a presença de água. A vegetação é marcada pela psamófila (adaptada às condições salinas e arenosas) como os campos praianos com o pinheirinho de praia-da-praia (*Remirea marítima*), salsa-da-praia (*Ipomoea pes-caprae*) etc. (SOUZA, 1988; SOUZA, 2000; FUNCEME, 2009a; FUNCEME, 2009; CASTRO *et al.*, 2012; MORO *et al.*, 2015).

A Planície Fluviomarinha corresponde a ação em conjunta de processos continentais e marinhos (ação das marés), é um ambiente de transição com tendência a instabilidade. Rico em sedimentos argilo-arenosos e matéria orgânica, por isso sua cor escura. Solo do tipo Gleissolo Sálcos, mal drenado com altos teores de sais. O tipo vegetal dominante é do gênero *Rhizophora mangle* (mangue verdadeiro), *Avicennia schaueriana* (mangue preto), *Lagunculária racemosa* (mangue branco) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão). (MAIA *et al.*, 2006).

Os Tabuleiro Pré-Litorâneos correspondem a faixa de transição entre o litoral e o sertão, suas composições litológicas são oriundas de depósitos da Formação Barreira e aluviais, tendo uma largura variando de 25 até 40 km, com superfície de acumulação e dissecadas por entalhes fluviais e alguns pontos por planícies fluviomarinhas e quando chegam ao litoral são representados pelas falésias vivas ou mortas. São terrenos firmes e estáveis, pois o potencial de erosibilidade é fraco, com baixos teores de matéria orgânica, assim como baixa retenção de recursos hídricos.

Os Tabuleiros Arenosos correspondem aos ambientes com depósitos mais recentes do terciários, mais próximo a Planície Litorânea o solo possui pouca matéria orgânica, consequentemente pouca fertilidade são compostos por areias quartzosas que corresponde aos

Neossolos Quartzarênicos, com sedimentos em cores esbranquiçadas de textura fina a média, no setor mais interior o ambiente é mais antigos pertencentes à Formação Barreiras fazem contato com rochas pré-cambrianas, com presença de depósitos vermelho-amarelos, com predominância dos Argissolos Vermelho Amarelos. (SOUZA, 1988; SOUZA, 2000; FUNCEME, 2009a; FUNCEME, 2009b; BEZERRA & MAIA, 2012). A vegetação que domina é a do tipo subdaducifólia e corresponde a espécies como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), jatobá (*Hymenaea sp.*), mororó (*Bauhinia forficata*), murici (*Byrsonima crassifolia*), imburana (*Commiphora leptophloeos*) e etc.

A Planície Ribeirinha corresponde as Planícies Fluviais e as Planícies de Acumulação Aluvial, são ambientes de transição com tendência a estabilidade. Os principais cursos d'água são: Riacho Baixa do Quintino, Rio Palmeira, Rio Tapuio, Córrego São Vicente, Rio dos Remédios, Rio Mulungu, Rio Guariba, Rio das Almas, Riacho Cajueiro, Riacho Malhadinha, Riacho São Paulo, Rio Timonha e Rio Camurupim e os Rios da Chapada, Timonha e Rio Ubatuba, estes três abrangendo tanto Barroquinha quanto Chaval, são rios em sua maioria intermitentes, dependendo essencialmente da quadra chuvosa, sendo que os rios perenes ficam a cargo dos Rios Ubatuba, Timonha e Chapada. As planícies fluviais. Ao longo destes rios a predominância de vegetação de mata ciliar, as carnaúbas (*Copernicia prunifera*) associados com gramíneas.

As Planícies de Acumulação Aluviais, os sedimentos são originados por processos transgressivos, alternado com período de cheias e periódicos de estiagem ao longo da calha dos rios sendo que os depósitos são removidos por processos erosivos, podendo estes processos levarem anos para que possa ser identificado com clareza, e ainda tem o processo de sedimentação comum nos leitos dos rios que é o assoreamento, que deixa as margens dos rios bem largas e com talvegue rebaixado. Os solos são bastantes utilizados para a agricultura, pois são ricos em matéria orgânica como os Neossolos Flúvicos.

Os Maciços Residuais correspondem ao Agrupamento de Inselbergs do Granito Chaval com feições tipicamente magmáticas, conseqüentemente rochas mais resistentes aos processos erosivos. O Granito Chaval representa um batólito, suas formas são incomuns para a zona costeira do Nordeste, sua exposição ou exumação está associada a eventos tectônicos relacionados com a reativações de falhas no Cretáceo. O Granito Chaval está associado a Planície Fluviomarinha do Rio Timonha e Ubatuba, são ambientes de transição com tendência a instabilidade, com exposição de rochas mais resistentes aos processos erosivos. Os solos são rasos, pobres em nutrientes, com exposição de rochas com predominância dos Neossolos Litólicos (SOUZA, 1988; SOUZA, 2000; CLAUDINO-SALES & PEUVAST, 2007;

FUNCEME, 2009a; FUNCEME, 2009b). A vegetação predominante nesse ambiente é a caatinga arbustiva e vegetação baixa primária.

Por meio da identificação dos sistemas ambientais por foi possível estabelecer as classes de vulnerabilidades, que estão relacionados diretamente ao balanço das interações e intensidade entre morfogênese e pedogênese, e é possível identificar as limitações e potencialidades quanto ao uso e cobertura da terra e a capacidade de suporte das unidades, possibilitando identificar as atividades que poderão serem desenvolvida no local conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Classes de vulnerabilidade ambiental para os Sistemas Ambientais dos municípios de Barroquinha e Chaval.

<i>Sistemas Ambientais</i>	<i>Subsistemas Ambientais</i>	<i>Ecodinâmica</i>	<i>Vulnerabilidade</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>%</i>
Planície Litorânea	Campo de Dunas (móveis, fixas, paleodunas e terraços marinhos)	Ambientes Instáveis e Fortemente Instáveis	Alta	46,38	7,43
	Planície Fluviomarinha			44,08	7,07
Tabuleiro Pré-Litorâneos	Tabuleiros Arenosos	Ambientes Estáveis	Baixa	423,70	67,93
Planície Ribeirinha	Planície Fluvial	Ambientes Instáveis e Fortemente Instáveis	Alta	31,79	5,10
	Planície de Acumulação Aluvial			53,81	8,63
Maciços Residuais	Agrupamento de <i>Inselbergs</i>	Ambientes de Transição	Média	22,80	3,66
<i>TOTAL</i>				623,75	100

Fonte: elaborado pelo autor.

Na identificação das condições Ecodinâmicas e de Vulnerabilidade foi possível estabelecer que em Ambientes Estáveis a vulnerabilidade é nula ou muito baixa, em Ambientes de Transição ou *Intergrades* a vulnerabilidade é moderada, e para Ambientes Instáveis a vulnerabilidade é alta ou muito forte (TRICART, 1977; SOUZA, 2000; SANTOS, 2006).

A Planície Litorânea é um ambiente altamente vulnerável, conseqüentemente é um ambiente desfavorável para o uso (residências), sendo propícios para atividades sustentáveis como lazer. A Planície Fluviomarinha corresponde a meio onde a vulnerabilidade é muito alta, pois corresponde ao local de desenvolvimento de diversas espécies de fauna e flora, servindo como berçário natural. A Planície Ribeirinha ambiente altamente vulnerável ao uso. Os Tabuleiros Pré-Litorâneos possuem Ecodinâmica estável com baixa vulnerabilidade, ou seja, é

propício para o uso. Quanto aos Maciços Residuais, para identificar as condições de vulnerabilidade é preciso conhecer o índice de dissecação do relevo, e por ser um ambiente onde os processos são simultâneos a vulnerabilidade é nula, e suas condições morfológicas impedem o uso conforme o Quadro 15.

Quadro 15 - Características Naturais, Uso/Ocupação, Ecodinâmica, Limitações e Potencialidades dos Sistemas Ambientais.

SISTEMAS AMBIENTAIS										
	<i>SUB SISTEMAS</i>	<i>Litologia</i>	<i>Geomorfologia</i>	<i>Hidrologia e Clima</i>	<i>Solos</i>	<i>Vegetação</i>	<i>Uso/Ocupação</i>	<i>Ecodinâmica</i>	<i>Limitações</i>	<i>Potencialidade</i>
<i>Planície Litorânea</i>	Campos de Dunas (fixas e paleodunas) e Terraços Marinhos	Sedimentos finos e grosseiros marinho e eólicos.	Faixa praial, berma, campos de dunas	Lagoas freáticas. Clima úmido a Semi-árido	Neossolos Quartzarênicos	Vegetação Psamófila	Extrativismo vegetal	Ambientes instáveis e fortemente instáveis	Implantação de vias e loteamentos	Preservação da flora, fauna, ecoturismo, pesquisa científica, educação ambiental, extrativismo
	Planície Fluviomarina	Sedimentos bem selecionados e ricos em matéria orgânica	Depósitos continentais com acréscimo de sedimentos marinhos	Estuários. Úmido a sub úmido	Gleissolos Sálcos	Mangues	Pesca artesanal, aquicultura e mineração		Restrições Legais,	
<i>Planície Ribeirinha</i>	Planície de Acumulação	Sedimentos Aluviais	Faixa de acumulação de sedimentos	Lagoas Costeiras; Sub Úmido	Neossolos Flúvicos e Quartzarênicos; Planossolos Háplcos e Nítrico	Vegetação de com carnaubais	Agricultura, extrativismo (vegetal)		Restrições legais, salinização, Drenagem imperfeita, risco de inundação, alto teor de sódio (Na) e susceptibilidade à erosão	Recursos hídricos, lazer, agropecuária e extrativismo controlado
	Planície Fluvial		Sedimentos aluviais	Escoamento interminente; Sub Úmido e Semi Arido	Neossolos Flúvicos; Planossolos Háplcos					
<i>Tabuleiros Pré Litorâneo</i>	Tabuleiros Arenosos	Formação Barreira e Cobertura Aluvial	Rampa de Acumulação	Drenagem paralela; Sub Úmido e Semi Árido	Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Vermelhos e Acizentados e Latossolos Acizentados	Vegetação de Tabuleiros, caatinga e carrasco	Culturas comerciais, subsistência, pastagem, extrativismo vegetal e loteamento	Ambiente Estável		

Maciços Disseminados	Agrupamento de <i>Inselbergs</i>	Granitos e migmatitos	Feições aguçadas de relevo e morros residuais oriundo da erosão diferencial	Ramificação da drenagem sazonal; Semi-Árido	Neossolos Litólicos e Aflorame ntos rochosos	Caatinga arbustiva	Extrativism o mineral e vegetal	Ambiente s Instável	Susceptibili dade a erosão	Patrimônio paisagístico
-------------------------	-------------------------------------	--------------------------	---	--	--	-----------------------	---------------------------------------	------------------------	----------------------------------	----------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

8. CONCLUSÃO

O uso de Sensoriamento Remoto é uma poderosa ferramenta que, aliado as técnicas de processamento de imagens, e reconhecimento de campo, pois a eficácia do SIG no mapeamento das unidades de relevo sistemas ambientais e no uso e ocupação do solo mostrou-se bastante eficaz, atendendo assim os objetivos estabelecidos pelo trabalho, sendo fundamental para a elaboração dos mapas temáticos.

As imagens de média e alta resolução utilizadas foram importantes para o mapeamento da área de estudo, pois nesta praticamente inexistem estudos da área, e a identificação das unidades de usos, podendo ser quantificada e representada por gráfico.

A utilização de imagens de períodos distintos e resoluções diferentes, foi possível identificar e cartografar informações em escala de detalhe as principais unidades de relevo, pois estas no Ceará são fundamentais para identificar as possíveis potencialidade e limitações quanto ao uso da terra no mapeamento dos sistemas ambientais.

A partir do cruzamento das características ambientais e do uso de imagens de satélite foi possível elaborar mapas temáticos de geomorfologia, dos sistemas ambientais e de uso e cobertura do solo que para o planejamento ambiental da área de estudo. As informações quanto a vulnerabilidade contribui para planejamento ambiental por meio do conhecimento das limitações quanto ao uso dos ambientes naturais, sendo um instrumento para a ocupação de modo racional.

As novas técnicas de mapeamento auxiliam nas políticas de planejamento do uso e ocupação do solo, independentemente da escala, oferecendo subsídios importantes para diagnosticar a situação dos recursos naturais.

Espera-se que este estudo preliminar possa orientar aos órgãos públicos a aplicarem as políticas públicas no que se refere a área de estudo para melhorar a qualidade de vida de todos que vivem naquela região, assim como preservar o meio ambiente local para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Províncias geológicas e domínio morfoclimáticos do Brasil**. Geomorfologia, São Paulo, n. 20, 1970.
- _____. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. In: Geomorfologia. n° 18, IG-USP, São Paulo, 1969. In: GOMES, D. D. M.; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V.; MEDEIROS, C. N.; ALBUQUERQUE, E. L. S.; LIMA, D. R. M. **Aspectos geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Jaibaras – CE**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0249.pdf>. Acesso em 16 de setembro de 2015.
- _____. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. Geomorfologia, n.18, 1969c. In: SAADI, A.; TORQUATO, J. R. **Contribuição à Neotectônica do Estado do Ceará**. Revista de Geologia 1992, n. 5, p. 5-38.
- ADB. **Águas do Nordeste do Brasil, 1997**. In: DIAS, C. B. **Dinâmica do Sistema Estuarino Timonha / Ubatuba (Ceará – Brasil): Considerações Ambientais**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto De Ciências do Mar – LABOMAR. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2005. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/11671/1/2005_dis_cbdias.pdf. Acesso em 29 de julho de 2015.
- ADGER, W. N. **Vulnerability**. Global Environmental Change, v. 16, p. 268-281, 2006. Disponível em http://www.geos.ed.ac.uk/~nabo/meetings/glthec/materials/simpson/GEC_sdarticle2.pdf. Acesso em 29 de julho de 2015.
- AGUIAR, R. B. de; VERÍSSIMO, L. S.; FEITOSA, F. A. C.; COLARES, J. Q. dos S.; MORAES, F. de; GALVÃO, M. J. da T. G; COSTA FILHO, W. D.; OLIVEIRA, L. T.; VIEGAS, J. C. **Estudos Hidrogeológicos de Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro**. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 7 a 10 de novembro em Curitiba: Paraná. Disponível em <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22996/15118>. Acesso em 27 de julho de 2016.
- ALMEIDA, E. P. C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Neossolo Quartzarênicos/ Gleissolos Sálidos/ Neossolos Litólicos**. 2015. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqarta66.html. Acesso em 13 de outubro de 2014.

- ARAI, M. A. **Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras**. Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, outubro 2006. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/guspssc/article/view/27419/29191>. Acesso em 01 de agosto de 2016.
- ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, F. R. **Fisionomia e Organização da Vegetação do Carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará**. Acta hol. bras. 1.1(I): 1-13. 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/abb/v13n1/v13n1a02.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2016.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. **Variações Estruturais e Florísticas do Carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará**. Rev. Brasil. Biol., 59(4): 663-67 Rev. Bras. Biol. vol.59 no.4 São Carlos Nov. 1999. Disponível http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71081999000400015. Acesso em 28 de março de 2016.
- ARAÚJO, T. P.; MELLO, F. M. **Processamento de Imagens Digitais – Razão entre Bandas**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 29, n. 1, p. 121-131, 2010. Disponível em <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/geosp/v29n1/v29n1a09.pdf>. Acesso em 12 de abril de 2016.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. São Paulo: Caderno de Ciências da Terra, 1972.
- _____. **Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique**. Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 3 fig., 2 pol. Phot.h.t. 1968.
- BEZERRA, F. H. R.; MELLO, C. L.; KINITIRO, S. **A Formação Barreiras: recentes avanços e antigas questões**. Geol. USP, Sér. cient. v.6 n.2 São Paulo oct. 2006. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5327/S1519-874X2006000300001>. Acesso em 30 de março de 2016.
- BEZERRA, L. J. C.; MAIA, L. P. **Caracterização Sedimentológica dos Tabuleiros Pré-Litorâneos do Estado do Ceará**. Arq. Ciência do Mar, Fortaleza, 2012, 45(1): 47 – 55. Disponível em http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Produtos/Artigos_periodicos/114_Bezerra_Maia_UFC.pdf. Acesso em 28 de março de 2016.
- BEZERRA, L. J. C.; MAIA, L. P. **Caracterização Sedimentológica dos Tabuleiros Pré-Litorâneos do Estado do Ceará**. V Congresso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. São Paulo: ABEQUA, 2009. Disponível em <http://www.abequa.org.br/trabalhos/gerais008.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2016.
- BOMFIM, L. F. C. **Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil em Ambiente SIG: Concepção e Metodologia**. XVI Congresso Brasileiro de Águas

Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. setembro de 2010. São Luiz – Ma. Disponível em http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_PAP002766.pdf. Acesso em 29 de julho de 2015.

BRANDÃO, R. L. **Sistemas de informações para a Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação da RMF.** Fortaleza – CPRM, 1995. Disponível em http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/8567/Diagnostico_Reimpress%C3%A3o%201998.pdf?sequence=1. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

BRASIL. **Folha BITUPITÁ SA 24.Y-A.V. MI 555.** Escala 1:100.000. SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste/ DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército. Rio de Janeiro, 1979.

BRASIL. **Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** 2000. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em 20 de novembro de 2015.

BRITO NEVES, B. B. **Regionalização geotectônica do Pré-cambriano Nordestino.** Tese de Doutorado apresentada ao IG/USP. São Paulo, de, 1975. 198 p. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44132/tde-21062013-104857/pt-br.php>. Acesso em 29 de março de 2016.

CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F; MENEZES, M. O. T. de. **O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém,** São Gonçalo do Amarante. Acta Botanica Brasilica 26(1): 108-124. 2012.. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/abb/v26n1/13.pdf>. Acesso em 31 de agosto de 2016.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; MEDEIROS, M. F.; PAIVA, I. P.; GOMES, F. E. M.; CAVALCANTE, S. N., CAVALCANTE, J. E.; MELO, A. C. R.; DUARTE NETO, V. C.; BEVENIDES, H. C. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000. Fortaleza, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003. In: GORAYEB, P. S. S.; LIMA, A. M. M. **Aspectos texturais do magmatismo e tramas da tectônica impostas ao Granito Chaval na Zona de Cisalhamento Santa Rosa, extremo Noroeste da Província Borborema.** Braz. J. Geol. vol.44 no.4 São Paulo Dec. 2014. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-48892014000300653. Acesso em 29 de março de 2016.

CENTENO, J. A. S.; RIBEIRO, S. R. A. **Um método simplificado de fusão de imagens.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil. 21 a 26

de abril de 2007, INPE. p. 5667-5678. Disponível em <http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.13.31/doc/5667-5673.pdf>. Acesso em 31 de maio de 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981.

_____. Modelagens de Sistemas Ambientais. 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOPHERSON, R. W. Geossistemas – Uma introdução à Geografia Física. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CLAUDINO-SALES, V.; PEUVAST, J. P. **Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do estado do Ceará, nordeste do Brasil**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 7, n. 2 Fev/2007 p. 7 – 21. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15469/8757>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

CLAUDINO-SALES, V. C. Os litorais Cearenses. *In*: BORZACCIELLO, J. S.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. W. C.; SOUZA, M. S. **Ceará: um novo olhar geográfico**. 1 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

CLAUDINO-SALES, V.; CARVALHO, A. M. **Dinâmica Costeira Controlada por Promontórios no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 33, n. 4, p.579-595, 2014. Disponível em http://www.revistageociencias.com.br/33/volume33_4_files/33-4-artigo-4.pdf. Acesso em 30 de março de 2016.

CLAUDINO-SALES, V; LIRA, M. V. **Megageomorfologia do Noroeste do Estado do Ceará, Brasil**. Caminhos de Geografia - revista on line <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html> ISSN 1678-6343. Disponível em www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/. Acesso em 17 de julho de 2015.

COGERH. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Coreau**. Disponível em <http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/gestao-participativa/comites-de-bacias-hidrograficas/comite-da-bacia-hidrografica-do-coreau>. Acesso 05 de dezembro de 2015.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos: recifes, praias e manguezais**. Conversando sobre ciências em Alagoas. Maceió: EDUFAL, 2005.

COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B. de; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R.; CRUZ, W. B. da. **Projeto Jaibaras: Relatório final. Volume II**. Convênio DNPM/CPRM. Recife, 1973b. Disponível em http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/6570/rel_jaibaras_finalv1.pdf?sequence=

1. Acesso em 31 de julho de 2016.

COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B. de; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R.; CRUZ, W. B. da. **Projeto Jaibaras: Relatório final. Volume I.** Convênio DNPM/CPRM. Recife, 1973a. Disponível em [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/6570/rel_jaibaras_finalv1.pdf?sequence=](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/6570/rel_jaibaras_finalv1.pdf?sequence=1)
1. Acesso em 31 de julho de 2016.

CPRM. **Mapa geológico do Estado do Ceará.** CD. Fortaleza: CPRM. 2003.

CPRM. **Projeto Martinópole. Relatório Final. Volume I.** ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Convênio DNPM/CPRM. Recife – PE, 1979. Disponível em http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/8017/rel_martinopole_finalv1.pdf?sequence=1. Acesso em 29 de julho de 2016.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** ed. Ver. Campinas: IG/UNICAMP, 1992.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. *In:* GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G; ADAMY, A. A origem das paisagens. *In:* SILVA, C.R. (Ed.) **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro.** Rio de Janeiro: CPRM, 2008. cap. 3, p. 33-56. Disponível em http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_brasil.pdf

DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B.; TEXEIRA, W. G. Origem das Paisagens. *In:* BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (Orgs.). **Geodiversidade do Estado do Ceará.** Fortaleza: CPRM, 2014. 214. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1001925/1/Geodiversidadep37.pdf>. Acesso em 30 de março de 2016.

DAVIS, C.; CÂMARA, G. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. *In:* GILBERTO CÂMARA, G; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** INPE: São José dos Campos – SP, 2001. Disponível em <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2016.

DHN. Divisão de Hidrografia e Navegação. **Banco Nacional de Dados Hidrográficos.** Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/30225Jul2012.htm>. Acesso em 10 de setembro de 2015.

DIAS, C. B. **Dinâmica do Sistema Estuarino Timonha / Ubatuba (Ceará – Brasil): Considerações Ambientais**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto De Ciências do Mar – LABOMAR. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2005. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/11671/1/2005_dis_cbdias.pdf. Acesso em 29 de julho de 2015.

DNPM. **Geologia da Bacia Jaibaras Ceará, Piauí e Maranhão – Projeto Jaibaras**. Série Geologia, nº 14. Seção Geologia Básica, nº 11. Brasília, 1979.

DUARTE, C. R.; SABADIA, J. A. B. **Emprego de imagens SRTM para geração de mapas auxiliares ao mapeamento geológico – estudo de caso Folha Santana do Cariri**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3264. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0699.pdf>. Acesso em 16 de setembro de 2015.

EMBRAPA. **Agroindústria Tropical**. 2005. Disponível em http://www.cnpat.embrapa.br/cd/jss/acervo/Dc_101.pdf. Acesso em 25 de maio de 2016.

_____. **LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em <http://www.sat.cnpm.embrapa.br>. Acesso 05 de dezembro de 2015.

_____. **Satélites de Monitoramento. RapidEye**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em <http://www.sat.cnpm.embrapa.br>. Acesso 05 de dezembro de 2015.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA 2006. 306p.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. **Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região**. Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, No 1. Dezembro – 2005. Disponível em <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/viewFile/25215/16909>. Acesso em 28 de outubro de 2015.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. 2005. Disponível em http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf. Acesso em 20 de março de 2016.

FIGUEIREDO, M. A. A cobertura vegetal do Ceará: Unidades Fitoecológicas. *In: Atlas do Ceará*. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE, Fortaleza, 199. 65p.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de

Textos, 2002.

_____. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

_____. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. 3ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

_____. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNCEME. A zona costeira do Estado do Ceará: Compartimentação Geoambiental e Antropismo. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Fortaleza, 2009a.

_____. A Zona Costeira do Estado do Ceará: Compartimentação Geoambiental e Antropismo. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, 2009^a.

_____. Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará. Fortaleza: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, 2009b.

GOMES NETO, A. de. O. **Neotectônica do Baixo Vale do Rio Jaguaribe – Ceará**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista –UNESP. Instituto de Geociências e Ciências. Rio Claro – SP, 2007. Disponível em http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103049/gomesneto_ao_dr_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em 29 de julho de 2016.

GORAYEB, P. S. S; BARBOSA, R. C. O; MOURA, C. A. V.; LEMOS, R. L. L. **Petrografia, geocronologia e significado tectônico do Nefelina Sienito Brejinho: extremo noroeste da Província Borborema**. Revista Brasileira de Geociências, volume 41 (3), 2011. Disponível em http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S0375-75362011000300002&script=sci_arttext. Acesso em 11 de novembro de 2015.

GORAYEB, P. S. S; LIMA, A. M. M. **Aspectos texturais do magmatismo e tramas da tectônica impostas ao Granito Chaval na Zona de Cisalhamento Santa Rosa, extremo Noroeste da Província Borborema**. Braz. J. Geol. vol.44 no.4 São Paulo Dec. 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/bjgeo/v44n4/2317-4889-bjgeo-44-04-00653.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2015.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guimarães (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera**. 2003. Mestrado em Geodinâmica e Geofísica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, Brasil.

HASUI, Y. **Neotectônica e Aspectos Fundamentais da Tectônica Ressurgente no Brasil**.

Anais 1º Workshop Neotectônica e Sedimentação Continental. Cenozóica. No Sudeste Brasil. Belo Horizonte, 1990, Anais. Belo Horizonte, SBG-MG, Bol. 11, p. 1-31.

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ed. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. Manuais Técnicos em Geociências - número 9. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. Disponível em

ftp://ftp.cefetes.br/cursos/Geomatica/Adelson/Sensoriamento_Remoto/IntroducaoPDI-IBGE.pdf. Acesso em 04 de abril de 2016.

INPE. **Satélites LANDSAT 5 e 7**. Disponível em http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php. Acesso 05 de dezembro de 2015.

JARBAS, T.; BEZERRA SÁ, I.; PETRERE, V.G.; TAURA, T. A. **Argissolos**. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html. Acesso em 30 de outubro de 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução: EIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T.; ALMEIDA, C. M.; GALVÃO, L. S. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LIRA, V. M; CLAUDINO-SALES, V. **O Uso de SIGs Na Análise da Evolução Morfoestrutural no Noroeste do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil**. 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia 21 à a 24 de outubro de 2012. Rio de Janeiro / RJ. Disponível em <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/8/8-688-478.pdf>. Acesso em 17 de julho de 2015.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPCE, C. **Introdução a Sistemas de Informação Geográfica com Ênfase em Banco de Dados**. Apostila, 1996. Disponível em <http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/sig-bd-jai.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2016.

MAACK, R. R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Ed. Olympio, 1981.

MABESSONE, J. M. **História Geológica da Província Borborema (NE Brasil)**. Revista de Geologia UFC, 2002. Vol. 15:119-129.

MAIA, L. P.; LACERDA, L. D.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. **Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das Áreas de Manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. SEMACE: Fortaleza, 2006.

MATOS, J. H. da S. N. de. **Evolução metalogenética da mina de cobre Pedra Verde (CE)**. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Instituto de

Geociências. 2012. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000898681>. Acesso em 22 de agosto de 2016.

MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S. A. **Monitoramento dos Focos de Calor no Estado do Ceará: Configuração dos Cenários no Contexto das Unidades Fitogeográficas e das Macrorregiões de Planejamento**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 06/09 de maio de 2012 p. 001–008. Disponível em https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SReFOTO/011_4.pdf. Acesso em 28 de março de 2016.

MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N. **Mapeamento dos Sistemas Ambientais do Município de Caucaia (CE) Utilizando Sistema de Informação Geográfica: Subsídios para o Planejamento Territorial**. Revista Brasileira de Geografia Física V 08 N 01 (2015) 025-040. Disponível em <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/885/678>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

MEDEIROS, M. de F.; LIMA M. A. B.; SILVA, R. J. da. **Filitos Cerâmicos de Martinópolis (CE) - Potencialidade e Aplicações Tecnológicas**. Revista de Geologia, Vol. 16, nº 1, 49-62, 2003. http://www.cprm.gov.br/publique/media/04_2003.pdf. Acesso em 22 de agosto de 2016.

MEIRELES, A. J. A. As unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. *In*: BORZACCIELLO, J. S.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. W. C.; SOUZA, M. S. **Ceará: um novo olhar geográfico**. 1 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

MEIRELES, A. J. A.; ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A. N. C.; 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. Disponível em <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewFile/103/75>. Acesso em 29 de março de 2016.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Orgs.). **Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. UNB/CNPq. Brasília, 2012. Disponível em <http://cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em 09 de dezembro de 2015.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 1ªed. Ed.

Embrapa. Brasília, 2005.

MIRANDA, J. I.; MARABITA, M. A. **Fusão Espectral de Imagens de Satélite no Espaço de Cores**. Comunicado Técnico. Dezembro, 2007 Campinas, SP. ISSN 1677-8464. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/comtec84_000fhp2lefx02wyiv801z2f4wjoxfjd7.pdf. Acesso em 04 de abril de 2016.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Geocatálogo. Imagens RapidEye**. 29/07/2012. Disponível em <http://geocatalogo.ibama.gov.br/>. Acesso em 05 de maio de 2015.

MORAES, J. O.; FREIRE, G. S. S.; PINHEIRO, L.S.; SOUZA, M. J. N.; CARVALHO, A. M.; PESSOA, P. R. S; OLIVEIRA, S. H. M. Ceará. In: MUEHE, D. (org.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2006. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/ce_erosao.pdf. Acesso em 23 de setembro 2015.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M de.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. da. **Vegetação, Unidades Fitoecológicas e Diversidade Paisagística do Estado do Ceará**. Rodriguésia 66(3): 717-743. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rod/v66n3/2175-7860-rod-66-03-00717.pdf>. Acesso em 31 de agosto de 2016.

MOURA-FÉ, M. M. de. **Barreiras: Série, Grupo ou Formação?** Revista Brasileira de Geografia Física, vol.07, n.06 (2014) 1055-1061. Disponível em <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/729/641>. Acesso em 01 de agosto de 2016.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

NASCIMENTO, M. S. V.; SASSI, R. **Interferências Humanas na Área de Influência Direta do Manguezal dos Rios Timonha/Ubatuba, Estado do Piauí, Brasil**. Revista Nordestina de Biologia, 15(2): 73-90 15.XII. 2001. Disponível em periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/revnebio/article/download/.../2654. Acesso 05 de dezembro de 2015.

NOGUEIRA LOCH, R.E. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

NOVO, E. L. M. **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações**. 3 Ed. São Paulo: Blucher, 2008.

_____. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NUNES, F. C.; SILVA, E. F. da; VILAS BOAS, G. da SILVA. **Grupo Barreiras: Características, Gênese e Evidências de Neotectonismo**. Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 31 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 194). Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/937565/1/BPD194GrupoBarreiras.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2016.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. Solos e Vegetação do Ceará: características gerais. *In*: BORZACCIELLO, J. S.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. W. C.; SOUZA, M. S. **Ceará: um novo olhar geográfico**. 1 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

PEULVAST, J. P. & CLAUDINO SALES, V. C. **Aplainamento e Geodinâmica: Revisitando um Problema Clássico em Geomorfologia**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01. Fortaleza, 2002.

PINHEIRO, M. V. A. **Evolução Geoambiental das Dunas de Transpasse do Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2015. Disponível em <http://www.repositoriobib.ufc.br/000023/00002343.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2016.

_____. **Evolução Geoambiental e Geohistórica das Dunas Costeiras de Fortaleza, Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/8994/1/2009_dis_mvapinheiro.pdf. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

PINHEIRO, M. V.; MOURA-FÉ, M. M.; FREITAS, E. M. N. **Os Ecossistemas Dunares e a Legislação Ambiental Brasileira**. Geo UERJ - Ano 15, nº. 24, v. 2, 2º semestre de 2013. Disponível em <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/viewFile/5546/9046>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

RADAM. **Folha AS 24 - Fortaleza: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão sistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5. ed. Uberlândia, MG: UFU, 2003.

ROSS, J. L. S. **Brasilian Relief: structures and forms**. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 25 (2013), p. 20-36. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/75172/78720>

_____. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

_____. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento – o relevo no quadro ambiental, cartografia geomorfológica e diagnósticos ambientais**. 4 ed. São Paulo: Editora Contexto, 1997.

_____. **Landforms and Environmental Planning: Potentialities and Fragilities**. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume Especial 30 Anos (2012), p. 38-51. <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53841/57804>

_____. **O registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**. Revista do Departamento de Geografia, FFLCHUSP, São Paulo, n.6, p.17-29, 1992. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/viewFile/47108/50829>. Acesso em 25 de maio de 2016.

_____. **O Relevo Brasileiro nas Macroestruturas Antigas**. Revista Continentes (UFRRJ), ano 2, n.2, 2013. Disponível em <http://r1.ufrj.br/revistaconti/pdfs/2/ART1.pdf>.

_____. **O relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, 1985. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47094/50815>.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.10, p.41-56, 1996. <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703/57666>

SAADI, A. **Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretações preliminares**. Revista de Geociências - Geonomos, 1: 1-15. 1993. Disponível em http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/1_1_01_15_Saade.pdf. Acesso em 31 de julho de 2016.

SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D. da; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da Plataforma Brasileira. In: SOUZA, C. R de G.; SUGUIU, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; OLIVEIRA, P. E. de (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto – SP. Editora Holos, 2005.

SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. **Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05

de maio de 2011, INPE p.6185. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0210.pdf>. Acesso em 24 de novembro de 2015.

SANTOS, E. J.; BRITO NEVES, B. B. Província Borborema. *In: ALMEIDA FFM & HASUI Y (Eds.). O Pré-Cambriano do Brasil*. Edgard Blucher, p. 123-186. 1984.

SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. **Abordagem Geoambiental Aplicada À Análise da Vulnerabilidade e dos Riscos em Ambientes Urbanos**. Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014. Disponível em <http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/31730/16926>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALLI, N, E. FIORI, A. P. SILVEIRA, C. T. SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. **Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia. n. 2 , 2006. p. 03 – 12. http://www.ugb.org.br/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_2_2006/RBG_Ano_7_n_2_2006_03_12.pdf.

SANTOS, T. J. S. dos; FETTER, A. H.; HACKSPACHER, P. C.; VAN SCHMUS, W. R.; NETO, J. N . **Neoproterozoic tectonic and magmatic episodes in the NW sector of Borborema Province, NE Brazil, during assembly of Western Gondwana**. Journal of South American Earth Sciences 25 (2008) 271–284. Disponível em http://ac.els-cdn.com/S089598110700065X/1-s2.0-S089598110700065X-main.pdf?_tid=6f670a12-6894-11e6-b2ba-00000aacb35d&acdnat=1471889921_71285b747c27926163fda074b22a1617.

SANTOS, T. J. S.; FETTER, A. H.; NOGUEIRA NETO J. A. N. **Comparisons between the northwestern Borborema Province, NE Brazil, and the southwestern Pharusian Dahomey Belt, SW Central Africa**. Geological Society of London, Special Publications, vol. 294, p. 101-120. 2008. Disponível em <http://sp.lyellcollection.org/content/294/1/101.abstract>. Acesso em 27 de julho de 2016.

SARAIVA JÚNIOR, J. C. **Geomorfologia dos Maciços Costeiros de Caucaia-Ceará**. 2009. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Ceará - UFC. Fortaleza, 2009. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7920/1/2009_dis_jcsaraivajunior.pdf. Acesso em 27 de julho de 2016.

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. *In: MCLACHLAN, A.; Erasmus, T. (Eds.). Sandy beaches as ecosystems*. 1st International Symposium on Sandy Beaches, pp. 17-21. South África, 1983.

SILVA, A. J. F. da. **Geologia da região de Granja (Brasil) e Potenciais e potenciais**

recursos de rochas ornamentais. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. 2010. Disponível em <https://ria.ua.pt/handle/10773/3885>. Acesso em 16 de outubro de 2016.

SILVA, A. J. F.; AZEVEDO, M. R.; NOGUEIRA NETO, J. A.; VALLE AGUADO, B.; PRAXEDES, I.F. **Caracterização Petrográfica de Granulitos Ortoderivados do Complexo de Granja (NW Ceará, Brasil).** II Congresso de Jovens Investigadores em Geociências: LEG 2012a. Disponível em <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/13095/1/Antonio%20Silva%20et%20al%20Estremoz2012.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2016.

SILVA, A. J. F.; SILVA, F. D. O.; PRAXEDES, I. F.; AZEVEDO, M. R.; VALLE AGUADO, B.; NOGUEIRA NETO, J. A. **Estudo Geológico-Estrutural do Complexo de Granja (NW Ceará).** 46º Congresso Brasileiro de Geologia: 1º Congresso de Geologia dos Países de Língua Portuguesa: Gerir os recursos naturais para gerar recursos sociais. 2012b. Disponível em <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/13106/1/PAP010049.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2016.

SILVA, C. G.; PATCHINEELAN, S.M.; BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A. Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa. *In*: BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E (Orgs). **Introdução à Geologia Marinha.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

SIQUEIRA, A. C. A. de. **Geoquímica das Lateritas do Domínio Médio Coreaú - Noroeste do Estado do Ceará.** Dissertação. Departamento de Geologia. Área de Concentração Geodinâmica e Recursos Minerais. Universidade Federal do Ceará – UFC: Fortaleza, 2012. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4805/1/2012_dis_acasiqueira.pdf. Acesso em 27 de julho de 2016.

SOARES, M. L. G. Zonação e as Marés. *In*: ROCHA JR., J. M. **Avaliação ecológico-econômica do manguezal de Macau/RN e a importância da aplicação de práticas preservacionistas pela indústria petrolífera local.** Natal, 2011. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia do Petróleo-Universidade do Rio Grande do Norte, 2011.

SOUTO, M. V. S.; CASTRO, A. F.; GRIGIO, A. M.; AMARO, V. E.; VITAL, H. **Multitemporal analysis of geoenvironmental elements of the coastal dynamics of the region of the Ponta do Tubarão, City of Macau/RN, on the basis of remote sensing products and integration in GIS.** Journal of Coastal Research Special Issue 39, 2006. Disponível em http://www.cerf-jcr.org/images/stories/340_souto.pdf. Acesso em 20 de novembro de 2015.

SOUZA, M. J. N. **A Ibiapaba e a Depressão Periférica Ocidental do Ceará.** III Encontro Nacional de Geógrafos. Guia de Excursões. AGB/UFC/SUDEDEC. Fortaleza de 19 a 27 de julho

de 1979.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. *In*: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N de; MORAIS, J. O. de **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Lima, L.C organizadores. Editora: FUNECE: Fortaleza, p: 6- 98, 2000.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. *In*: BORZACCIELLO, J. S.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. W. C.; SOUZA, M. S. **Ceará: um novo olhar geográfico**. 1 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

SOUZA, M. J. N. **Contribuição ao estudo das unidades - morfoestruturais do Estado do Ceará**. Rev. Geol., Fortaleza, v.1, p.73-91, 1988a.

SOUZA, M. J. N. de; ROSA, M. F.; FIGUEIREDO, M. C. B. de; NASCIMENTO, F. R. do; ARAÚJO, L. F. P.; SANTOS, J. O.; CORREIA, L. J. A. **Contexto geoambiental das bacias hidrográficas dos Rios Acaraú, Curu e Baixo Jaguaribe - Estado do Ceará**. Fortaleza:

SOUZA, M. J. N.; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. **Compartimentação Topográfica do Estado do Ceará**. Ciên. Agron., 9(1-2): 77-86, dezembro d, 1979a, Fortaleza – Ceará. Disponível em www.ccarevista.ufc.br/site/down.php?arq=12rca9.pdf. Acesso em 23 de setembro de 2015.

SOUZA, M. J. N.; SANTOS, J. O.; OLIVEIRA, V. P. V. **Sistemas Ambientais e Capacidade de Suporte na Bacia Hidrográfica do Rio Curu-Ceará**. Revista Continentes (UFRRJ), ano 1, n. 1, 2012. Disponível em <http://r1.ufrj.br/revistaconti/pdfs/1/ART6.pdf>. Acesso em 29 de março de 2016.

SUGUIO K.; MARTIN L. **The role of neotectonics in the evolution of the Brazilian coast**. Geonomos 4: 45-53. 1996. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/aabc/v73n3/v73n3a10.pdf>.

SUGUIO, K. Dicionário de Geologia Sedimentar e área afins. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2010.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Editora Blucher, 2003.

TORQUATO, J. R.; NOGUEIRA NETO, J. A. **Historiografia da Região de Dobramentos do Médio Coreau**. Revista Brasileira de Geociências 26(4):303-314, dezembro de 1996. Disponível em <http://www.rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/viewFile/567/260>. Acesso em 29 de março de 2016.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. **Metodologia para Mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada

– 05 a 09 de setembro de 2005 – USP. Disponível em <http://coral.ufsm.br/lageolam/arquivos/romario.pdf>. Acesso em 26 de março de 2016.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. DISPONÍVEL EM <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>.

Acesso em 25 de março de 2016.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson e Cie Editeurs, 1965.

USGS. **Frequently Asked Questions about the Landsat Missions**. 2013. Disponível em http://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php. Acesso 05 de dezembro de 2015.

VENTURIERI, A. **Curso de Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto**. 2007. Disponível em <http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper64.pdf>. Acesso em 21 de março de 2016.

VIDAL, F. W. H.; SALES, F. A. C. B.; ROBERTO, F. A. da C.; SOUSA, J. F. de; MATTOS, I. C. (Orgs.). **Rochas e Minerais Industriais do Estado do Ceará**. Fortaleza: CETEM/UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, 2005.

VIEIRA, P. C. **Variações do Nível, Marinho: Alterações Eustáticas no Quaternário**. Rev. IG, São Paulo, 2(1):39-58, jan. jun. 1981. Disponível em <http://ppegeo-local.igc.usp.br/pdf/rig/v2n1/v2n1a04.pdf>. Acesso em 31 de julho de 2016.

ZANNELA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: BORZACCIELLO, J. S.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. W. C.; SOUZA, M. S. **Ceará: um novo olhar geográfico**. 1 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.