



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

LUZANIRA FRAGA RIBEIRO NETA

**COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DE UBAJARA, TIANGUÁ E
FRECHEIRINHA – CEARÁ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO
AMBIENTAL**

FORTALEZA

2021

LUZANIRA FRAGA RIBEIRO NETA

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DE UBAJARA, TIANGUÁ E
FRECHEIRINHA – CEARÁ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva.

FORTALEZA

2021

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)

- R369c Ribeiro Neta, Luzanira Fraga.
Compartimentação morfopedológica de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará : Contribuições ao planejamento ambiental / Luzanira Fraga Ribeiro Neta. – 2021.
107 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva.
1. Morfopedologia. 2. Ibiapaba. 3. Planejamento ambiental. I. Título.

CDD 333.7

LUZANIRA FRAGA RIBEIRO NETA

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DE UBAJARA, TIANGUÁ E
FRECHEIRINHA – CEARÁ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharela em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Guilherme Marques e Souza
Companhia de Pesquisa de recursos Minerais (CPRM)

Me. Ícaro Breno da Silva
Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itaitinga (SEMAM)

Aos meus amigos mais verdadeiros, Assis e
Marcus por me ajudarem a crescer.

AGRADECIMENTOS

À Deus por guiar meus caminhos e me conceder saúde para continuar buscando minhas conquistas pessoais e profissionais.

À Universidade Federal do Ceará, por me proporcionar ensinamentos e vivências nunca antes vividas. Agradeço pela bolsa de Iniciação Acadêmica concedida por dois anos, pelos aprendizados vividos por meio da Casa de Cultura Hispânica e demais vivências Universitárias.

Ao Laboratório de Plâncton, pela acolhida de todos os seus membros em especial ao Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares, Dra. Thalita Cruz e Dra. Tatiane Martins que me ensinaram de forma muito humana a dinâmica de um laboratório.

Agradeço ao Instituto de Ciências do Mar bem como seu corpo docente, servidores técnico-administrativos e terceirizados por todo o serviço prestado a essa instituição. Agradeço a Empresa Júnior Ambienteia pelo primeiro contato com a consultoria ambiental durante dois anos de graduação.

Ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Chagas da Silva, pelas conversas, ensinamentos, oportunidades, contribuições na vida acadêmica e orientação dada neste trabalho de conclusão de curso.

Aos participantes da banca examinadora Dr. Guilherme Marques e Souza e Me. Ícaro Breno da Silva pela disponibilidade e contribuições neste trabalho.

Ao meu pai pela dedicação em criar sua filha da melhor forma possível, incentivo constante e ensinamentos preciosos. Agradeço também aos meus familiares que me apoiaram desde o início da graduação.

Aos amigos feitos ao longo dos anos por meio da Universidade Federal do Ceará, Thabata, Sofia, Guilherme, Mariana Lima, Eduardo, Evila, César e Vanessa pela companhia e incentivo e em especial a Sâmila Lima pela parceria constante e ajuda em campo. Por fim, estendo meus agradecimentos ao Marcus Vinícius enquanto parceiro de trabalho e grande amigo que sempre me apoia e me acompanha na jornada, obrigada pelos incontáveis momentos de descontração, descobertas e alegrias.

“A natureza, em seus caprichos e mistérios, condensa em pequenas coisas o poder de dirigir as grandes; nas sutis, a potência de dominar as mais grosseiras; nas coisas simples, a capacidade de reger as complexas”.

(Ana Maria Primavesi)

RESUMO

A morfopedologia apresenta-se como uma abordagem que tem como intuito delimitar os compartimentos morfopedológicos por meio da associação entre litologia, geomorfologia e pedologia. Nessa perspectiva, a partir da relação desses três aspectos ambientais a espacialidade trabalhada encontra-se na porção Noroeste do estado do Ceará abrangendo os municípios de Tianguá, Ubajara e Frecheirinha, no qual o objetivo geral deste trabalho é, elaborar a compartimentação morfopedológica com vistas ao planejamento ambiental dos municípios citados, indicando assim as potencialidades e limitações de cada compartimento. Para isso, foram elaborados mapas temáticos em escala de 1:250.000 e posteriormente a superposição dos mapas de geologia, geomorfologia e pedologia de acordo com os procedimentos metodológicos utilizados. Os resultados revelaram a ocorrência na área de estudo de dez unidades geológicas, sete feições geomorfológicas e cinco classes de solos. Ademais, foi identificado 07 compartimentos, a saber: CMP I – Platô Úmido, CMP II – Escarpa Úmida/Sub-úmida, CMP III – Reverso Seco, CMP IV – Degraus Estruturais, CMP V – Depressão Sertaneja, CMP VI – Cristas residuais e CMP VII – Planícies fluviais. Cada compartimento, apresenta suas potencialidades e limitações distintas, sendo os mais vulneráveis denominados de CMP II e CMP VI em consequência da declividade do relevo e CMP VII em consequência da susceptibilidade elevada a sofrer processos erosivos, em contrapartida o compartimento CMP III que é o maior compartimento da espacialidade de estudo, apresentou relevos planos e solos desenvolvidos, mostrando-se como o compartimento mais adequado para o desenvolvimento de atividades agrícolas em grande escala por meio da execução de manejo adequado do uso do solo para que esse recurso não venha a se exaurir. Desse modo, diante dos apontamentos deste trabalho e resultado alcançados, pode-se concluir que a compartimentação morfopedológica, na escala utilizada, mostrou-se eficaz na caracterização da área e contribui com direcionamentos iniciais para o planejamento ambiental.

Palavras-chave: Morfopedologia. Ibiapaba. Planejamento ambiental.

ABSTRACT

Morphopedology are an approach that sense to delimit the morphopedological compartments through the association between lithology, geomorphology and pedology. In this perspective, from the relation of these three environmental aspects, the spatiality worked is found in the Northwest portion of the state of Ceará, covering the municipalities of Tianguá, Ubajara and Frecheirinha. The general objective of this research is to elaborate the morphopedological compartmentalization focusing the planning environmental impact of the aforementioned municipalities, indicating the potential and limitations of each compartment delimited in this work. To achieve success, for this purpose, thematic maps were produced in a scale of 1: 250.00 and later the superposition of the maps of geology, geomorphology and pedology of according to the methodological procedures used. The results revealed the occurrence in the study area of ten geological units, seven geomorphological features and five soil classes. In addition, 07 compartments can be identified, namely: CMP I - Wet Plateau, CMP II - Wet / Sub-wet Escarpment, CMP III - Dry Reverse, CMP IV - Structural Steps, CMP V - Country Depression, CMP VI - Crests residuals, CMP VII - Fluvial plains. Each compartment has its own potential and limitations, the most vulnerable being called CMP II and CMP VI as a result of the slope of the relief and CMP VII as a result of the susceptibility to undergo erosive processes, in contrast, the CMP III is the largest compartment of the study spatiality, it presented flat reliefs and developed soils, showing itself as the most adequate compartment for the development of large-scale agricultural activities through the execution of adequate management of land use so that this resource will not be exhausted. The appointments of this work and the results achieved, allowed to conclude that the morphopedological compartmentalization, on the scale used, proved to be effective in characterizing the area and contributes to the initial directions for environmental planning.

Keyword: Morphopedology. Ibiapaba. Environmental planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Situação geográfica dos enclaves úmidos e sub-úmidos do Nordeste	31
Figura 2- Mapa hipsométrico do Ceará, com destaques para os enclaves úmidos.....	32
Figura 3 - fluxograma do trabalho	36
Figura 4 – Afloramento da Formação São Joaquim do Grupo Martinópole	49
Figura 5 – Afloramento da Formação Caiçaras do Grupo Ubajara	50
Figura 6 – Cone cárstico composto por rochas da Formação Frecheirinha.....	50
Figura 7– Gruta de Ubajara composta por rochas da Formação Frecheirinha	51
Figura 8 – Registro da Formação Jaicós.....	52
Figura 9 – Afloramento da Formação Tianguá.....	52
Figura 10 – Platô úmido da área de estudo.....	56
Figura 11 – Cornija existente na escarpa úmida/sub-úmida	56
Figura 12 - Escarpa úmida/sub-úmida da área de estudo	57
Figura 13 – Reverso seco da Ibiapaba	58
Figura 14 – Degraus estruturais no reverso da Ibiapaba	58
Figura 15 - Depressão sertaneja em período chuvoso e cristas residuais em segundo plano...	60
Figura 16 – Cristas residuais na área de estudo	60
Figura 17 – Esquema dos padrões oceânicos e atmosféricos que influenciam na ZCIT.....	64
Figura 18 – Complexos convectivos de Mesoescala	65
Figura 19 – Volume de armazenamento dos reservatórios na área de estudo	69
Figura 20 – Açude Jaburu I em outubro de 2020 com 75,55%.....	69
Figura 21 – Latossolo amarelo distrófico	71
Figura 22 – Argissolo Vermelho Eutrófico.....	72
Figura 23 – Neossolo Quartzarênico Órtico	73
Figura 24 – Neossolo Quartzarênico no município de Tianguá	73
Figura 25 – Neossolo Litólico na área de estudo.....	74
Figura 26 – Mata úmida no município de Ubajara	77
Figura 27 – Área de mata úmida com expansão urbana.....	77
Figura 28 – Mata ciliar localizada no Parque Nacional de Ubajara	78
Figura 29 – Foto aérea de Carrasco no Reverso seco.....	79
Figura 30 – Caatinga arbórea na área de estudo.....	80
Figura 31 – Caatinga arbustiva densa.....	80
Figura 32 – Forte existência de plantações de maracujá em Tianguá	83
Figura 33 – Áreas destinadas a culturas temporárias na área de estudo.....	86
Figura 34 – Área anteriormente usada para agricultura em Frecheirinha	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias pluviométricas mensais do Posto Frecheirinha (1990-2017)	66
Gráfico 2 – Médias pluviométricas mensais do Posto Tianguá (1990-2017).....	67
Gráfico 3 – Médias pluviométricas mensais do Posto Ubajara (1990-2017).....	67
Gráfico 4 – Quantidade produzida de cultura permanente em Tianguá	82
Gráfico 5 - Quantidade produzida de cultura permanente de Ubajara	82
Gráfico 6 – Quantidade produzida de cultura permanente em Frecheirinha.....	83
Gráfico 7 – Quantidade produzida de cultura temporária em Tianguá.....	84
Gráfico 8 – Quantidade produzida de cultura temporária em Frecheirinha	85
Gráfico 9 - Quantidade produzida de cultura temporária em Ubajara	85
Gráfico 10 – Extração vegetal e Silvicultura em Tianguá	87
Gráfico 11 – Extração vegetal e Silvicultura de Ubajara	88
Gráfico 12 – Extração vegetal e Silvicultura Frecheirinha.....	88
Gráfico 13 - Pecuária no município de Ubajara	89
Gráfico 14- Pecuária no município de Tianguá	90
Gráfico 15 - Pecuária no município de Frecheirinha.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de abordagem geomorfológicos	21
Quadro 2 – Classificação do Relevo brasileiro	22
Quadro 3 – Potencialidades e limitações das classes de solos brasileiros.....	28
Quadro 4 – Distribuição dos enclaves úmidos mais expressivos do Nordeste.....	30
Quadro 5- Níveis de organização morfopedológica	34
Quadro 6 – Dados da imagem de satélite utilizada no trabalho	41
Quadro 7 – Produtos em formatos raster utilizados no trabalho	42
Quadro 8– Cartas geológicas da CPRM utilizada no trabalho	42
Quadro 9 – Relação de dados obtidos	42
Quadro 10 – Procedimentos realizados em campo.....	45
Quadro 11– Dados de geocronologia e litoestratigrafia da área de interesse	48
Quadro 12 – Compartimentos morfopedológicos e suas potencialidades e limitações.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área total destinada a lavouras permanentes em 2004 e 2018	81
Tabela 2 - Área total destinada a lavouras temporárias em 2004 e 2018	84

LISTA DE MAPA

Mapa 1 – Localização da área de estudo	18
Mapa 2 – Carta imagem da área de estudo	39
Mapa 3 – Mapa de pontos de passagem em campo.....	46
Mapa 4 – Mapa Geológico	54
Mapa 5 – Mapa hipsométrico	61
Mapa 6 – Mapa de declividade.....	62
Mapa 7 – Mapa de geomorfologia.....	63
Mapa 8 – Mapa de pluviosidade.....	68
Mapa 9 – Mapa de pedologia	75
Mapa 10 – Mapa de uso e ocupação da área de estudo	91
Mapa 11 – Mapa de compartimentos morfopedológicos	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BR	Brasil
CE	Ceará
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Norma Brasileira Regulamentar
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CCMs	Complexos Convectivos de Mesoescala
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESA	<i>European Space Agency</i>
<i>et al.</i> ,	E outros
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
LI	Linhas de Instabilidade
MSI	<i>Multispectral Instrument</i>
S	Sul
Shp	<i>Shapefile</i>
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
RADAMBRASIL	Radar na Amazônia
NE	Nordeste
UTM	Universal Transversa de Mercator
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE SÍMBOLOS

Há	Hectare
T	Tonelada
Km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
M	Metro
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Aspectos geomorfológicos e apropriação do relevo	19
2.2	Uso do solo no semiárido nordestino e nos enclaves úmidos.....	23
2.3	Abordagem Morfopedológica: um recurso ao planejamento ambiental	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1	Delimitação da área de estudo	38
3.2	Metodologia adotada	40
3.3	Técnicas operacionais	40
3.3.1	Levantamento bibliográfico.....	40
3.3.2	Coleta de dados e base cartográfica.....	41
3.3.3	Mapeamento Temático	43
3.3.4	Trabalho de campo	44
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	47
4.1	Aspectos geológicos e feições geomorfológicas	47
4.2	Hidroclimatologia	64
4.3	Aspectos Pedológicos	70
4.4	Unidades fitoecológicas e uso e ocupação da terra	76
4.4.1	Unidades Fitoecológicas	76
4.4.2	Lavouras Permanentes.....	81
4.4.3	Lavouras Temporárias	83
4.4.4	Extração Vegetal e Silvicultura	86
4.4.5	Pecuária	88
5	COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDÓGICA	92
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
	REFERÊNCIAS	99

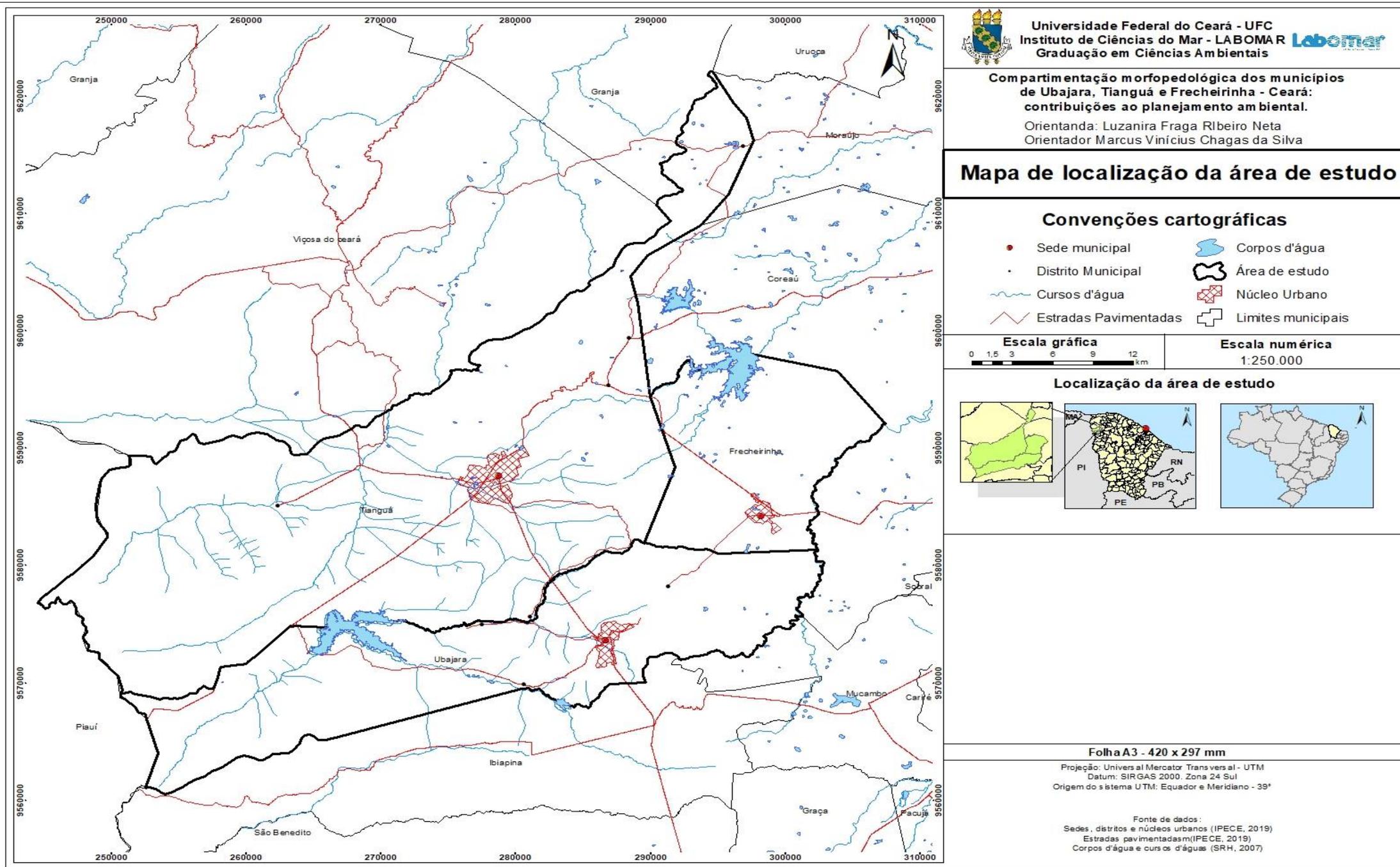
1 INTRODUÇÃO

A compartimentação morfopedológica surge como uma abordagem ambiental voltada ao diagnóstico e planejamento a partir da integração de dados geológicos, morfológicos e pedológicos, onde pode-se em lição de Castro e Salomão (2000), apoiado no resultado da superposição desses elementos, identificar potencialidades e limitações de cada compartimento morfopedológico e assim, delinear medidas de planejamento de ocupação e uso específicas para cada setor visando o uso mais adequado em cada uma dessas espacialidades. A abordagem morfopedológica consolida-se como uma ferramenta que ganha cada vez destaque na assessoria do planejamento do uso e ocupação da terra pois exerce a função de auxiliar na compreensão e prevenção de processos degradadores por mal-uso.

O recorte da área de estudo corresponde aos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha que encontram-se inseridos na mesorregião Noroeste do estado do Ceará (Mapa 1) onde foram trabalhados na escala de 1:250.000 como forma de usar a mesma escala para os dados de geologia, geomorfologia e pedologia. Esse estudo, parte do pressuposto de que as formas de relevos e os tipos de solos existentes na área delimitada, não estejam sendo utilizados considerando as suas limitações e potencialidades podendo assim, receber contribuições por meio do planejamento ambiental. Nessa perspectiva, indaga-se: qual a relação entre os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos da área de estudo? Quantos compartimentos morfopedológicos existem na área estudada? E como apresentar proposições executáveis aos municípios para a melhor utilização dos recursos naturais paralela à conservação dos mesmos a partir da abordagem morfopedológica? As respostas a esses questionamentos visam contribuir na tomada de decisão de gestores municipais como forma de evitar usos inadequados dos recursos naturais e no desenvolvimento de subsídios ao planejamento ambiental. Desse modo o objetivo geral deste trabalho está pautado em elaborar a compartimentação morfopedológica com vistas ao planejamento ambiental dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha localizados na mesorregião Noroeste do estado do Ceará e tem como objetivos específicos:

- Descrever a dinâmica ambiental local a partir da caracterização dos atributos ambientais da área de estudo;
- Detectar as potencialidades e limitações ambientais da área de estudo frente as suas formas de uso;
- Relacionar o tipo de solo com as formas de uso da terra para caracterizar a dinâmica do local;

Mapa 1 – Localização da área de estudo



2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os aspectos abordados neste item apresentam-se como alicerces teóricos para o desdobramento deste trabalho, deste modo, optou-se em trazer considerações sobre os aspectos geomorfológicos e a apropriação do relevo no subitem 2.1, apontando contribuições no desenvolvimento do estudo das formas de relevo terrestre. Discute-se ainda, sobre o uso dos solos no semiárido nordestino e nos enclaves úmidos apresentando suas características gerais e distribuições no subitem 2.2. Encerra-se este referencial teórico com considerações sobre a abordagem morfopedológica e seus avanços enquanto uma ferramenta a ser aplicada para diagnóstico e planejamento ambiental no subitem 2.3.

2.1 Aspectos geomorfológicos e apropriação do relevo

A análise geomorfológica de uma área necessita impreterivelmente da compreensão da evolução do relevo em seus diferentes momentos epistemológicos (CASSETI, 2005). Pois, por mais que as formas do relevo possam parecer um componente ambiental estático, “na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico” (ROSS, 2005, p. 09). Seguindo esse pensamento, em conformidade com Joly (1977), a geomorfologia tem como objeto de estudo as formas de relevo terrestre, sua origem e evolução no tempo e suas relações no espaço. Compreende-se que relevo apresenta-se como o resultado do antagonismo das forças endógenas (forças tectogenéticas) e exógenas (mecanismos morfodinâmicos), registrado ao longo do tempo geológico, e influenciador do equilíbrio ecológico. (CASSETI, 1995).

Desse modo, de acordo com Ross (2005), fez-se necessário ao longo do tempo o desenvolvimento de metodologias adequadas para o estudo da geomorfologia, onde a interpretação dessas formas do relevo ganhou mais corpo historicamente a partir do final do século XIX tanto nos Estados Unidos com a tendência anglo-americana como no Continente Europeu com a linha epistemológica germânica. Assim, os conhecimentos geomorfológicos ganharam nova estrutura com a ampliação dos estudos geológicos que possibilitaram o surgimento de concepções teóricas para a geomorfologia como as do geólogo W. M. Davis, que propõem que o relevo passa por um processo cíclico conhecido como Ciclo Geográfico contendo as fases de juventude, maturidade e senilidade embasado na estrutura, processo e no

tempo, essa proposição constituiu-se na primeira interpretação dinâmica da evolução geral do relevo. Contudo, contestações foram feitas as ideias de Davis principalmente pelos estudos do alemão Penck (1894), que buscou realizar descrições dos elementos da natureza apontando as suas inter-relações dentro de uma perspectiva mais naturalista, devido à influência das contribuições de Humboldt e Richthofen na geografia germânica. Na sua obra *W. Penck*, aponta os principais elementos embasadores para a análise geomorfológica que são os processos endógenos e exógenos, desse modo, afirmando que a emersão e a denudação aconteciam ao mesmo tempo e não de formas separadas como apontava Davis. Por sua vez o geólogo sul-africano King, por meio das postulações de Davis e Penck, desenvolve seu trabalho no Deserto do Kalaari, espacialidade semiárida usada como modelo para o desenvolvimento da Teoria da pediplanação, que gerou influência nas pesquisas geomorfológicas brasileiras, apesar da incompatibilidade do modelo Davisiano para o Brasil. Outras contribuições marcantes para o conhecimento geomorfológico são os trabalhos dos geógrafos alemães Mostensen, Budel, Felo e Wilhelmy e dos geógrafos franceses De Martone, Cailleux, Tricart e Cholley, pois foram os primeiros estudiosos a estarem usando a concepção geomorfológica climática para compreensão das influências naturais na dinâmica do modelado. (ROSS, 2005).

No Brasil, a perspectiva climática nas pesquisas geomorfológicas torna-se marcante entre as décadas de 50 e 60, repercutindo em trabalhos como o de Tricart (1959), que de acordo com Vitte (2011, p. 98), “foi a primeira grande e ao mesmo tempo criteriosa classificação do relevo brasileiro”, ainda como resultado do desenvolvimento da geomorfologia climática no Brasil, têm-se como principais trabalhos as obras de Bigarella, Ab’Saber, Xavier e da pesquisadora Mousinho que buscaram compreender a pedimentação e pediplanação correlacionando com as variações climáticas que ocorreram no Brasil ao longo do período do Quaternário (ROSS, 2005). Em consequência do desenvolvimento das pesquisas do período Quaternário, trabalhos de cunho teórico e metodológico como o de Ab’Saber (1969), foram desenvolvidos com o intuito de sistematizar os estudos geomorfológicos e contribuir na delimitação da escala de análise do trabalho, apresentando assim três níveis de abordagem ilustrados no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Níveis de abordagem geomorfológicos

1º nível - Compartimentação morfológica

- Está relacionada com a análise das características do relevo e sequentemente a análise dos variados níveis topográficos, podendo assim apresentar subsídios para o uso e ocupação do espaço.

2º nível - Estrutura superficial

- Apresenta-se como um elemento relevante para a definição do grau de fragilidade de uma área, além de possibilitar a compreensão da dinâmica evolutiva a partir das inferências tempo-clima.

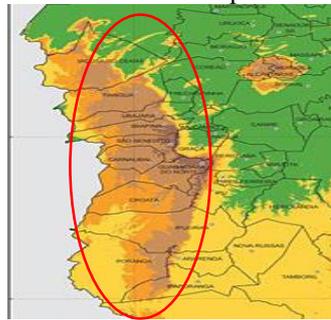
3º nível - Fisiologia da paisagem

- Entende-se como a compreensão dos processos morfodinâmicos atuais e como esse atuam no modelado por meio da inserção das ações antrópicas enquanto modificadoras do relevo.

Fonte: adaptado de Ab'Saber (1969).

Tratando-se do mapeamento geomorfológico, a partir dessas proposições Ross (1992), apresenta 06 táxons de classificação de relevo brasileiro, com as seguintes nomenclaturas: **unidades morfoestruturais, unidades morfoesculturais, unidades morfológicas, tipos de formas de relevo, tipos de vertentes e formas de processos atuais**, onde cada táxon apresenta origem e escala de abordagem distintas. Posteriormente, essa classificação foi adaptada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009) recebendo uma nova nomenclatura com 5 táxons onde, para o trabalho aqui apresentado, trabalhou-se com o 3º e 4º táxon. No quadro 2 a seguir apresenta-se a classificação do IBGE com sua definição e exemplos:

Quadro 2 – Classificação do Relevo brasileiro

Nomenclatura	Definição	Exemplo
<p>Domínios Morfoestruturais (Táxon 1)</p>	<p>Táxons de maior extensão superficial, que ocorrem em escala regional.</p>	<p>Bacia Sedimentar do Parnaíba</p> 
<p>Regiões Geomorfológicas (Táxon 2)</p>	<p>Compartimentos dentro dos conjuntos litomorfoestruturais que, possuem características semelhantes em decorrência da ação dos fatores como a ação climática atual e pretérita.</p>	<p>Planalto da Ibiapaba</p> 
<p>Unidades Geomorfológicas (Táxon 3)</p>	<p>Junção de formas altimétricas e fisionomicamente semelhantes, com forte influência de fatores climático.</p>	<p>Serra da Penanduba</p> 
<p>Modelados (Táxon 4)</p>	<p>São formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes. Podem ser modelados de acumulação, aplanamento, dissolução ou dissecação.</p>	<p>Modelado de dissolução - Cone cástico</p> 
<p>Formas de relevo simbolizadas (Táxon 5)</p>	<p>São feições que, por sua dimensão espacial, somente podem ser representadas por símbolos lineares ou pontuais.</p>	<p>Processos erosivos Ex: ravinas</p>

Fonte: IBGE (2009)

Diante das bases teóricas apresentadas, entende-se em lição de Cassetti (2005, p. 05),

que:

O relevo assume importância fundamental no processo de ocupação do espaço, fator que inclui as propriedades de suporte ou recurso, cujas formas ou modalidades de apropriação respondem pelo comportamento da paisagem e suas consequências.

Por tanto, a ocupação e a apropriação do relevo surgem da necessidade inevitável de uso das feições geomorfológicas assim, “o relevo do planeta e suas especificidades condicionam a ocupação das sociedades, assim como os tipos e a distribuição dos solos, a vegetação, algumas características climáticas locais, dentre outros aspectos.” (CASTRO; SILVA, 2014, p. 82). A transformação das formas de relevo surge como resposta da organização social e econômica estabelecida pelo homem, tais transformações no relevo em consequência da ocupação passam a interferir nos processos morfodinâmicos, onde o resultado no relevo pode ser de origem degradativa (MIYAZAKI, 2014). Diante disso, necessita-se conhecer as potencialidades e limitações de cada modelado para indicar atividades e usos que correspondem com a capacidade de suporte de cada relevo.

2.2 Uso do solo no semiárido nordestino e nos enclaves úmidos

Ao reconhecer que o solo se constitui em um elemento complexo resultante da interação de diversos fatores ambientais, entende-se de acordo com Bigarella (2003), que forças externas tais como a força física que age nas rochas, a potência química dos minerais e a força biológica preconizam a formação dos solos. O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) conceitua solos como:

Uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contem matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2018, p. 27).

Assim, entende-se que a formação do solo e sua distribuição é o resultado de interações complexas entre fatores ambientais tais como material parental, relevo, clima, organismos e tempo, bem como compreende-se que são as diferentes interações desses fatores que definem as principais características do solo e suas propriedades morfológicas e de distribuição, por tanto, os solos apresentam-se como um corpo dinâmico natural (BRADY, 1989; RÊGO *et al.*, 2016). Nesta perspectiva, busca-se enquadrá-los em categorias por meio das quais estes serão classificados e sua ocorrência espacial descrita. Desse modo, de acordo com o Manual Técnico de Pedologia (2007), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), desenvolveu o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) que surge com o objetivo de classificar os grandes grupos hierárquicos que insere os solos com características semelhantes no mesmo nível classificatório, os níveis categóricos estabelecidos são: ordem, subordem, grandes grupos, subgrupos, famílias e séries.

Dentre estes níveis categóricos instituídos o mais comumente utilizado no primeiro momento são as ordens dos solos, aqui, apresenta-se brevemente a definição e as características das 13 ordens presentes atualmente no SiBCS levando em consideração suas bases e critérios estabelecidos e posteriormente suas potencialidades e limitações. A necessidade desses esclarecimentos dar-se visto que:

Grupos de solos muito diferentes em suas características são também contrastantes no seu uso, pois os problemas do seu manejo não poderão ser os mesmos. O conhecimento das peculiaridades de cada tipo de solo é que condiciona o seu melhor aproveitamento. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012)

- ARGISSOLOS

Apresentam alta quantidade de argila com horizonte B textural abaixo do horizonte A ou E (CAMPOS *et al.*, 2012), as argilas presentes nesses grupos de solos são de baixa ou alta atividade e podem possuir alto teor de alumínio, chamados de alíticos, de baixa saturação de bases, chamados de distróficos bem como de alta saturação de bases chamados de eutróficos. Possuem moderada acidez e apresentam solos de profundidade variável que podem ir de rasos a profundos. Além disso, sua coloração varia entres as tonalidades avermelhadas e amarelas, podendo até mesmo apresentarem colorações acinzentada (EMBRAPA, 2018).

- CAMBISSOLOS

Apresentam horizonte B incipiente e pedogênese não muito avançada. Por tanto a profundidade desses solos pode ir de pouco profundo a profundo. Os matizes das suas cores podem variar um pouco predominando a cor vermelho escuro em decorrência do material de origem e aspectos externos com as condições do clima do local. Além disso, apresenta argila de atividade baixa e/ou saturação por bases baixa. (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2018).

- CHERNOSSOLOS

Este grupo de solo caracteriza-se por serem solos de pequeno desenvolvimento e alto teor de argila de atividade alta e saturação por bases altas possuem grande potencial agrícola devido a sua estrutura e presença de matéria orgânica. Podem apresentar acumulação de carbonato de cálcio na composição de um de seus horizontes ou não. Além disso, estes solos apresentam horizonte A chernozêmico que é dito como um horizonte espesso rico em bases e argilas de alta atividade (JACOMINE, 2009; LEPSCH, 2011).

- ESPODOSSOLOS

De acordo com Carvalho *et al.*, (2013) são solos ácidos e pobres em bases trocáveis, textura arenosa e baixa capacidade de retenção de água. Esses apresentam horizonte B espódico comumente sequenciado por horizonte A, E, B com nítida diferenciação dos horizontes por meio da coloração podendo ir de tonalidades cinzas a tonalidades amareladas ou avermelhadas devido à presença de matéria orgânica humificada ou ferro/alumínio. Ademais, sua acidez pode ir de moderada a forte caracterizando-se como um solo não-adequado para agricultura pela baixa fertilidade (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2018).

- GLEISSOLOS

São solos desenvolvidos a partir de sedimentos recentes não consolidados, constituídos por material argiloso, areno-argiloso e argiloso, esses são solos minerais hidromórficos com horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm com bastante expressividade (JACOMINE, 2009). Além disso, são solos mal drenados a muito mal drenados que apresentam um horizonte subsuperficial de coloração acinzentada com mosqueados amarelados ou avermelhados, oriundos da oxidação do ferro na matriz do solo (EMBRAPA, 2018).

- LATOSSOLOS

Os Latossolos possuem uma evolução muito avançada sendo considerados solos com predominância de material mineral e não hidromórficos profundos, com horizonte B latossólico bastante espesso logo abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte superficial. Além disso, esses solos são bastante intemperizados, bastante evoluídos, com alta permeabilidade à água, podendo ser caracterizado como fortemente drenados ou bem drenados, com forte acidez, baixa saturação por bases, podendo ser distróficos ou aluminicos (JACOMINE, 2009; FONTANA *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2018;).

- LUVISSOLOS

Define-se Luvisolos como um grupo de solos minerais, não hidromórficos, que apresenta B textural com argila de atividade alta e saturação de bases alta logo abaixo do horizonte A ou E, sendo moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos. De acordo com Jacomine (2009), ainda apresentam diversos horizontes superficiais, exceto A chernozêmico e horizonte hístico. Os Luvisolos apresentam baixam profundidade, contudo apresentam uma significativa quantidade de nutrientes bem como Cálcio e Magnésio, devido ao forte contraste

entre os horizontes é possível diferenciá-los com facilidade por meio das suas tonalidades e texturas distintas. Possui suscetibilidade natural aos processos erosivos e variam de bem a imperfeitamente drenados (LEPSCH, 2011; EMBRAPA, 2018).

- NEOSSOLOS

Esses solos são formados por material orgânico ou mineral com espessura pouco significativa, são solos pouco evoluídos devido à reduzida atividade de processos pedogenéticos e sem presença de horizonte B (JACOMINE, 2009; CARMO; VAL, 2013). De acordo com a EMBRAPA (2018), em relação ao seu material de origem não apresentam grandes alterações em consequência da baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos.

- NITOSSOLOS

Os Nitossolos são compreendidos como solos constituídos por material de origem mineral, não hidromórfico com seu horizonte B expressivo em relação a sua estrutura e nítido em sequência de horizonte A, são ditos como solos de textura argilosa a muito argilosa onde a atividade da argila é baixa desde a superfície, moderadamente ácidos a ácidos que apresentam boa profundidade e são bem drenados, com coloração vermelha podendo apresentar variações (JACOMINE, 2009; CARMO; VAL, 2013; EMBRAPA, 2018).

- ORGANOSSOLOS

Os Organossolos são originários de material orgânicos sendo compreendidos como solos pouco evoluídos que devido seu material de origem possuem coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada e com quantidades significativas de matéria orgânica. Além disso, são solos fortemente ácidos com alta taxa de troca de cátions, comumente distróficos com altos teores de alumínio e são considerados como mal drenados a muito mal drenados (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2018).

- PLANOSSOLOS

Os Planossolos “são caracterizados por uma textura arenosa e permeável, mudando abruptamente para uma camada subsuperficial compactada e quase impermeável” (SOUZA *et al.*, 2013 p. 272). Além disso, possuem horizonte superficial eluvial e uma significativa quantidade de argila. Os Planossolos caracterizam-se pela fácil distinção entre os horizontes A

ou E e B ao longo do perfil de solo devido à forte diferença textural entre esses horizontes. São ditos como solos rasos a pouco profundos e podem ou não ter horizonte cálcico e apresentam horizonte plânico sem caráter sódico. (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2018).

- PLINTOSSOLOS

São solos de origem mineral que apresentam horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, formados a partir de condições de restrição à percolação da água o que os tornam solos mal drenados. Possuem forte acidez e podem ser distróficos ou eutróficos, comumente são solos bem diferenciados devido sua sequência de horizontes com a predominância de cores pálidas com ou sem mosqueados de cores alaranjadas a vermelha (JACOMINE, 2009; EMBRAPA, 2018).

- VERTISSOLOS

São solos desenvolvidos predominantemente em ambientes de bacias sedimentares ou a partir de sedimentos com granulometria fina, que apresentam uma pequena variação textural ao longo do perfil não caracterizando um horizonte B textural. Além disso, em relação à cor podem ser escuros, acinzentados, amarelados ou avermelhados e consistência muito plástica e pegajosa devido à forte presença de forte presença de argilas expansíveis e outros minerais que influencia no comportamento do solo que se expande quando úmida e contrai e fendilha quando seca. (JACOMINE, 2009; LIMA, 2014; EMBRAPA, 2018). O quadro 3 a seguir, visa apresentar de forma sucinta os locais de ocorrência de cada classe de solo bem como as potencialidades e limitações de uso de cada uma delas:

Quadro 3 – Potencialidades e limitações das classes de solos brasileiros

Classe	Potencialidades	Limitações	Ocorrência
Argissolos	Potencial agrícola em terrenos de relevo suave.	Elevada susceptibilidade a processos erosivos, altos teores de alumínio.	Áreas de relevos acidentados, dissecados e suave ondulados e planos.
Cambissolos	Potencial para uso agrícola em áreas planas devido a fertilidade natural.	Em ambientes com relevos declivosos possui limitação para mecanização agrícola e forte susceptibilidade a erosão.	Áreas de relevos plano a ondulados a montanhosos; ou com influência de lençol freático.
Chernossolos	Alta fertilidade natural, baixa a mediana acidez, alta capacidade de troca de cátions e potencial agrícola.	Susceptibilidade a processos erosivos quando pouco profundos.	São solos pouco frequentes no Brasil que ocorrem em locais com disponibilidade de matéria orgânica e alto teor de cálcio e magnésio.
Espodossolos	Indicado para usos conservacionistas por não apresentar aptidão agrícola.	Baixa fertilidade natural, apresenta horizonte de impedimento, sofre impedimento na penetração das raízes das plantas e infiltração da água.	Áreas de relevos planos a ondulados com material arenoquartzoso e sob influência do clima tropical.
Gleissolos	Uso agrícola quando apresentar baixos teores de alumínio, sódio e enxofre.	Baixa fertilidade natural, teores elevados de alumínio, de sódio e de enxofre, além de má drenagem e acidez.	Áreas de relevos planos próximo a corpos d'água como terraços fluviais e lacustres.
Latossolos	Resistentes a processos erosivos, são profundos, porosos e bem drenados o que possibilita o uso agrícola.	Comumente apresenta baixa fertilidade; baixa retenção de umidade; alta acidez e alto teor de alumínio.	Áreas de relevos planos a suave ondulados.
Luvissolos	Solos de fertilidade natural elevada com forte presença de minerais primários	Deficiência de água, presença de pedregosidade e susceptibilidade alta a erosão.	Áreas de relevos ondulados a fortemente ondulado.
Neossolos	Potencial agrícola em áreas planas quando eutróficos.	Em áreas com declive apresentam limitação para o uso agrícola, sobretudo para a mecanização.	Áreas de relevos plano com influência de lençol freático; ou áreas de relevo muito ondulados a montanhosos.
Nitossolos	Em áreas mais planas apresentam maior potencial agrícola, profundidade e potencial para uso conservacionista em áreas com declive.	Elevada acidez, alta susceptibilidade a erosão em terrenos declivosos.	Áreas de relevo suave ondulado a fortemente ondulado.

Organossolos	Os Organossolos eutróficos apresentam boa fertilidade natural.	Pode apresentar restrições ao uso agrícola, alto teor de material sulfídrico, sais e enxofre e necessitam de manejo	Áreas de relevo plano com má drenagem como áreas de várzeas.
Planossolos	Apresentam bom potencial agrícola quando localizados em terrenos planos a ondulados.	Requer práticas de manejo, cuidados com a drenagem, correção da acidez e teores de alumínio. Apresenta permeabilidade lenta e deficiências nutricionais.	Áreas de relevos planos a suave ondulados.
Plintissolos	Apresenta potencial agrícola quando em relevos planos ou suave ondulado	Apresenta baixa fertilidade natural, acidez elevada e má drenagem.	Áreas com relevo plano como terraços ou áreas de relevo suavemente ondulado.
Vertissolos	Apresenta alta fertilidade natural.	Baixa infiltração, drenagem lenta, restrição ao uso de maquinário agrícola, sobretudo no período chuvoso.	Áreas aplanadas a pouco movimentadas.

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2018), JACOMINE (2009), LEPSCH, (2011); FONTANA *et al.*, (2016).

Diante das características apresentadas, faz-se um recorte regional a partir da concepção de Oliveira *et al.*, (2009), pois estes fundamentam, que os aspectos bioclimáticos do semiárido preconizam a formação dos solos e são responsáveis pela sua distribuição, além de serem condicionantes para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas. Nessa perspectiva, entende-se que o comportamento bioclimático do semiárido em associação com a baixa umidade relativa do ar e forte ação do intemperismo físico resulta na predominância de solos considerados rasos, pedregosos ou pouco profundos (PEREIRA; SILVA, 2007). Especialmente esses tipos de solos necessitam de cuidados durante o manejo e uso socioeconômico pois, os solos enquanto um recurso natural é finito podendo chegar à exaustão em consequência de má forma de uso (LACERDA *et al.*, 2007).

Contudo, inserido dentro da semiaridez nordestina encontra-se espaços de exceção com superfícies topograficamente elevadas e características climáticas singulares, que tornam sua dinâmica ambiental distinta do resto do semiárido gerando contraste com as expressões ambientais das Caatingas encontradas nas baixas superfícies que estão nas adjacências dos brejos de altitude (BÉTARD; PEULVAST; SALES, 2007; MOURA-FÉ, 2017a). “As serras úmidas não representam mais do que 5 % da superfície total do sertão, mas ainda assim elas constituem um aspecto importante das paisagens do Nordeste brasileiro”. (BÉTARD; PEULVAST; SALES, 2007, p.108).

Esteado nesses princípios, a forma que os componentes naturais nesses ambientes mantêm suas relações, modelam características únicas por meio da influência da altimetria que possui papel relevante na constituição desses ambientes mais úmidos (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). Ainda de acordo com os autores supracitados que trabalharam na caracterização do enclaves úmidos e sub-úmidos do nordeste brasileiro, entende-se que:

Os enclaves, em geral, concentram melhores condições ambientais e de recursos naturais nos planos climático, pedológico e hidrológico. Por consequência, há melhoria significativa das formas de uso da terra, da estrutura econômica e de povoamento, em relação aos espaços sertanejos em que se acham inseridos (SOUZA; OLIVEIRA, 2006, p. 86).

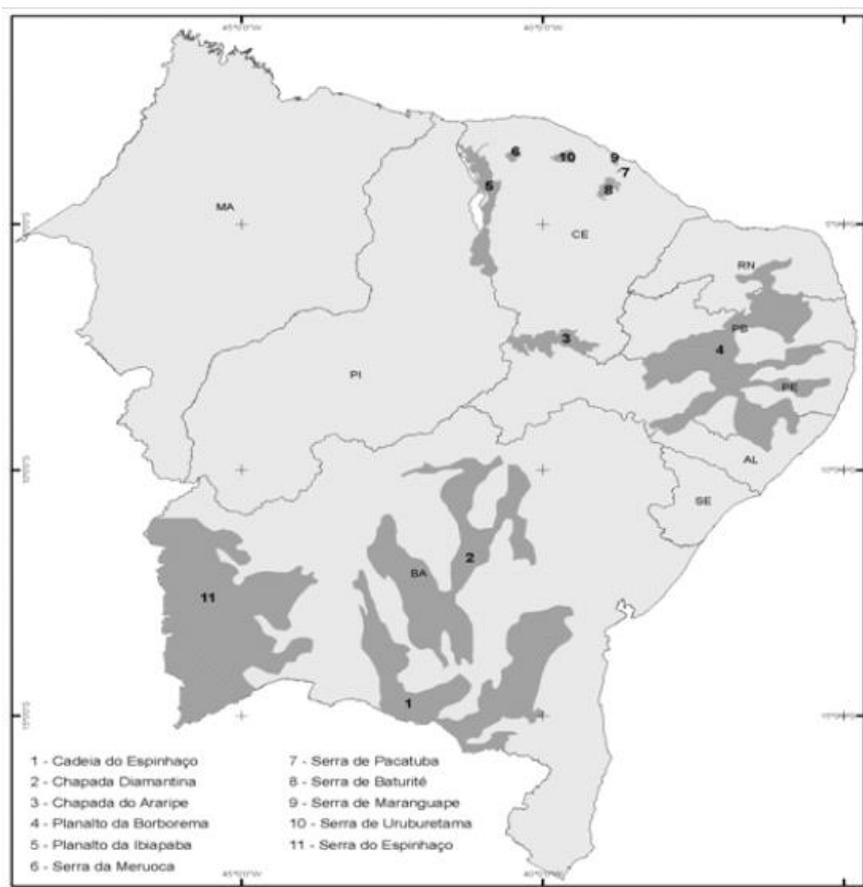
Abaixo, apresenta-se a distribuição dos brejos de altitude na região Nordeste (Quadro 4), esses apresentam-se “em forma de unidades espaciais isoladas quando se direciona para oeste, pontuando a Caatinga até a fronteira do Ceará com o Piauí”. (CAVALCANTE, 2005 p. 61). Além disso, ilustra-se o mapeamento dessas unidades dentro da região Nordeste brasileira (Figura 1).

Quadro 4 – Distribuição dos enclaves úmidos mais expressivos do Nordeste

Estado	Enclaves úmido/sub-úmidos
Ceará	Serra de Baturité, Serra de Uruburetama, Serra de Maranguape e Aratanha, Serra da Meruoca, Chapada do Araripe e Planalto da Ibiapaba.
Paraíba, Pernambuco e Alagoas	Brejo da Borborema
Bahia	Chapada Diamantina e Serras da Cadeia do Espinhaço
Minas Gerais (Norte)	Serra do Espinhaço

Fonte: adaptado de Souza e Oliveira, (2006) e Souza, (2014).

Figura 1– Situação geográfica dos enclaves úmidos e sub-úmidos do Nordeste



Fonte: Souza e Oliveira, (2006).

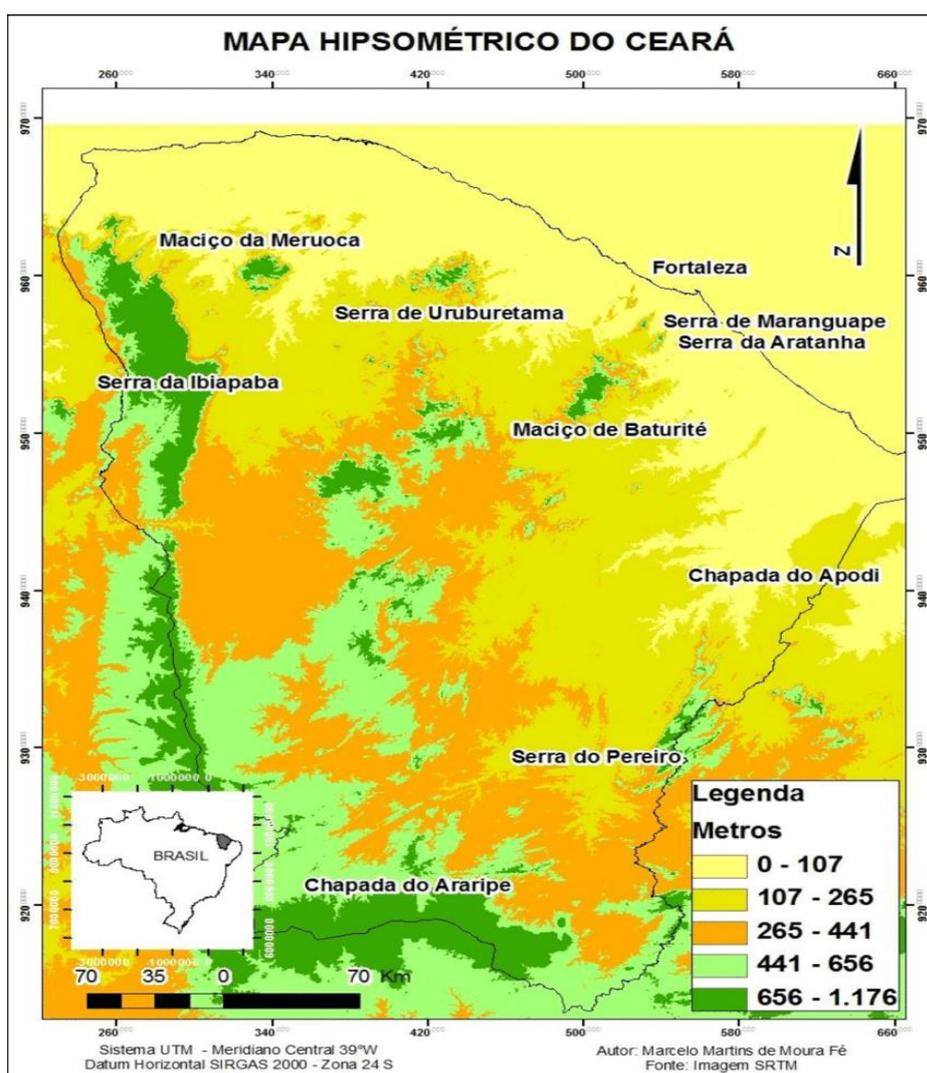
Sob esse aspecto, as atividades agrícolas tendem a se concentrar nesses ambientes devido ao potencial natural existente, sobretudo quando trata-se da climatologia e do solo. Além dos atrativos para o desenvolvimento de atividades econômicas, o caráter de enclave úmido dentro do domínio semiárido permite o desenvolvimento de aspectos bióticos como maior biodiversidade.

O certo é que as serras úmidas e os brejos funcionam como oásis produtivos em determinadas situações locais, que pontilham as territorialidades básicas dos sertões secos. Trata-se de refúgios de florestas tropicais biodiversas, amarrados a condições climáticas locais e a um suporte ecológico gerado por uma complexa interação de fatores climático-botânicos. Funcionam como *oásis* tropicais no pano de fundo rústico das caatingas extensivas. (AB' SÁBER, 1999, p. 30)

No estado do Ceará, a diversificação topográfica das superfícies rebaixadas dá-se pelo surgimento desses enclaves úmidos que se caracterizam como expressivos compartimentos de relevo, estejam esses embutidos sobre terreno cristalino ou sedimentar (CAVALCANTE, 2005). Os de maior expressividade são nominados da seguinte forma: Maciço de Baturité, Maciço de Uruburetama, Maciço da Meruoca, Maciço de Maranguape/Aratanha, Chapada do Araripe e Planalto da Ibiapaba. Conforme Moura-Fé (2018a), esses ambientes foram

importantes no processo de povoamento do Ceará pois foram usados para o desenvolvimento da atividade agrícolas nos séculos XVII e XVIII com a introdução do cultivo de cana-de-açúcar e de outras culturas, o que possibilitou o abastecimento das crescentes localidades sertanejas que desde o início foram dedicadas à pecuária. Na figura 2, pode-se observar a localização desses encaves úmidos ao longo do território cearense, onde nota-se que essas áreas estão distribuídas no extremo sul do estado na região do Cariri, região norte e região oeste do estado.

Figura 2- Mapa hipsométrico do Ceará, com destaques para os enclaves úmidos.



Fonte: Moura-Fé (2018a).

A área de estudo deste trabalho está inserida majoritariamente no Planalto da Ibiapaba que trata-se de um “planalto cuestiforme cuja frente escarpada abrange parte da borda oriental do Parnaíba” (BASTOS, 2011, p. 20), logo, apresenta aspectos pedológicos e climáticos que se distinguem das áreas ao entorno, tendo assim, tipos de solos e potencialidades diferentes que moldam as formas de uso do local.

2.3 Abordagem Morfopedológica: um recurso ao planejamento ambiental

A compartimentação morfopedológica surge como uma metodologia que integra o substrato geológico, geomorfológico e pedológico ao longo do desenvolvimento dos estudos das paisagens por meio dos trabalhos pioneiros como de Tricart (1977), onde o autor propõe a compartimentação da paisagem. Na lição de Villela *et al.*, (2015), a formação da paisagem está relacionada com os processos estruturais e esculturais e estes são fatores que determinam o desenvolvimento do solo, desse modo torna-se necessário a compreensão desses processos para trabalhar uma espacialidade a partir da abordagem morfopedológica. No entendimento de Castro e Salomão (2000, p. 32-33), compreende-se os compartimentos morfopedológicos como:

Fisionomias (externalidades) do meio físico biótico e abiótico que revelam um tipo reconhecível e delimitável de modelado do relevo suportado por organizações/estruturas litológicas e pedológicas (internalidade), cujos atributos e funcionamentos revelam consonância histórico-evolutiva, no tempo e no espaço, e são passíveis de observação relativamente direta através de procedimentos de compartimentação do modelado em escala de semi-detalle ou detalle, bem como de representação nessas mesmas escalas, nas quais o uso e ocupação são capazes de induzir mudanças de formas, materiais e processos, de modo continuado ou rápido e intenso, induzindo mudanças no seu funcionamento e conseqüentemente na sua fisionomia. (Castro e Salomão 2000, p. 32-33).

Assim, entende-se os compartimentos morfopedológicos ou unidades morfopedológicas como feições do meio físico resultantes dos processos geomorfopedogenéticos que apresenta uma forma possível de delimitação. Os autores supracitados propuseram um roteiro metodológico simplificado para elaboração da compartimentação morfopedológica, onde, determinou-se 05 níveis hierárquicos, esses níveis abordam desde a compartimentação morfopedológica até a elaboração de documentos para uso e planejamento do solo. No quadro 5 a seguir, apresentam-se os níveis de tratamento junto com suas atividades e procedimentos principais:

Quadro 5- Níveis de organização morfopedológica

Níveis de tratamento	Tipos de tratamento	Atividades principais/escalas principais	Procedimentos principais
1º Nível	Compartimentação Morfopedológica (em toda área de estudo)	Estudos analíticos temáticos e integrados dos atributos do meio físico; Utilização de escalas regionais em escalas regionais com controle de reconhecimento em campo para validação. Seleção dos compartimentos morfopedológicos para estudo detalhado.	Superposição de mapas temáticos: Mapa geológico; Mapa geomorfológico ou morfológico; Mapa de solos. Delimitação de unidades morfopedológicas homogêneas (mapa de Compartimentos morfopedológicos).
2º Nível	Caracterização dos sistemas pedológicos. (em cada compartimento)	Levantamento e descrição morfológica bidimensional dos solos (em topossequências) em escalas 1: 2.000 ou maiores; Coleta de amostras e análises em laboratório; se possível, estudo micromorfológico.	Representação gráfica das topossequências; Tabulação e representação gráfica dos resultados laboratoriais e elaboração de interpretação das relações espaciais;
3º Nível	Estudo do comportamento físico – hídrico. (em cada sistema pedológico)	Ensaio de caracterização do comportamento físico – hídrico dos sistemas pedológicos em campo, se possível com monitoramento do comportamento hídrico – climático; Ensaio físico hídricos em laboratórios.	Registros das medições físico-hídricas dos sistemas pedológicos e sua representação gráfica dos fluxos hídricos; Correlação com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos, o seu uso, ocupação, manejo e o problema enfocado.
4º Nível	Generalização dos resultados (para a área toda)	Sistematização dos resultados obtidos através da identificação da relação dos processos e problemas estudados com os sistemas pedológicos e seu significado espacial na unidade morfopedológica e no conjunto dos compartimentos morfopedológicos.	Mapa de sistemas pedológicos cartas de restrições (ou risco) ao uso e ocupação; Mapa geotécnico (áreas urbanas) mapa de capacidade de uso das terras (áreas rurais).
5º Nível	Planejamento (para toda área e cada compartimento)	Elaboração do plano diretor de uso e ocupação do solo	Elaboração de medidas mitigadoras. - Redação do plano diretor e do manual técnico de orientação.

	morfopedológico em particular)		
--	--------------------------------	--	--

Fonte: Adaptado de Castro e Salomão, (2000).

De maneira complementar, Faria *et al.*, (2013), aponta a morfopedologia como uma ferramenta que ganha cada vez destaque na assessoria do planejamento do uso e ocupação da terra pois exerce a função de auxiliar na compreensão e prevenção de processos degradadores por mau-uso. Convém ressaltar que o produto da relação entre litologia-relevo-solo tem potencialidade de ser relacionado com dados de usos históricos dos solo e usos atuais, possibilitando desse modo a compreensão da dinâmica atual, elaboração de prognósticos ambientais e desenvolvimento de ações para reequilibrar o meio físico (CASTRO; SALOMÃO, 2000; SILVA, 2019). Por tanto, entende-se que:

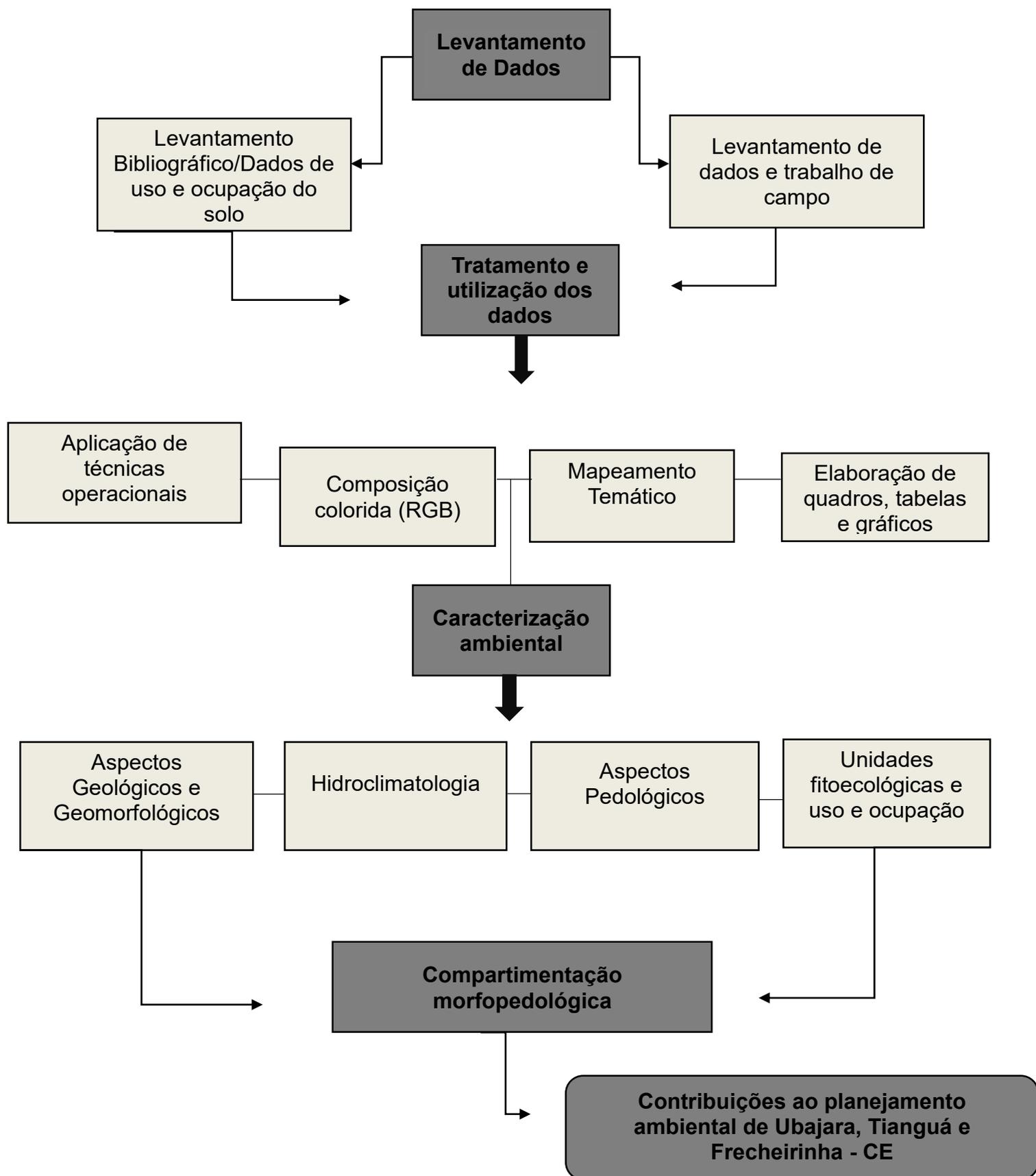
É de fundamental importância conhecer o funcionamento atual do(s) sistema(s) pedológico(s) representativo(s) de cada compartimento morfopedológico, tanto com vistas à uma possível explicação de sua ocorrência e significado histórico-evolutivo como também para a generalização cartográfica, destinada a planejar melhor o uso e ocupação dos solos, seja em áreas urbanas, seja rurais, de modo a não acelerar desequilíbrios naturais já existentes ou preveni-los em decorrência do seu possível uso (CASTRO; SALOMÃO, 2000, p. 33).

Nessa perspectiva diversos trabalhos contribuem discorrendo que os compartimentos morfopedológicos podem servir de subsídio ambiental, com esse objetivo, trabalhos aplicados em diferentes estados brasileiros buscaram atender a necessidades de cada local, dentre esses trabalhos pode-se citar obras como a de Lohmann e Santos (2005), Oliveira e Castro (2005), Faria *et al.*, (2013), Luz (2015), Villela (2011), Cordeiro (2017), Tomaz (2017) e Silva (2019). Nessa conjuntura, a compartimentação morfopedológica contribui com o planejamento ambiental por meio da indicação de locais mais adequados para cada tipo de uso e ocupação de acordo com as potencialidades e limitações de cada ambiente, desse modo cada compartimento morfopedológico apresenta-se como sintetizador das relações naturais existentes em uma espacialidade, onde, pode-se de forma estratégica favorecer na tomada de decisões dos gestores subsidiando o planejamento ambiental e ordenamento territorial.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para compreensão dos procedimentos que foram realizados durante este trabalho, neste item apresenta-se a delimitação da área de estudo com suas informações gerais, detalhamento da metodologia utilizada e dos procedimentos técnico-operacionais adotados para atingir-se os objetivos deste trabalho. Os procedimentos adotados estão sintetizados no fluxograma a seguir:

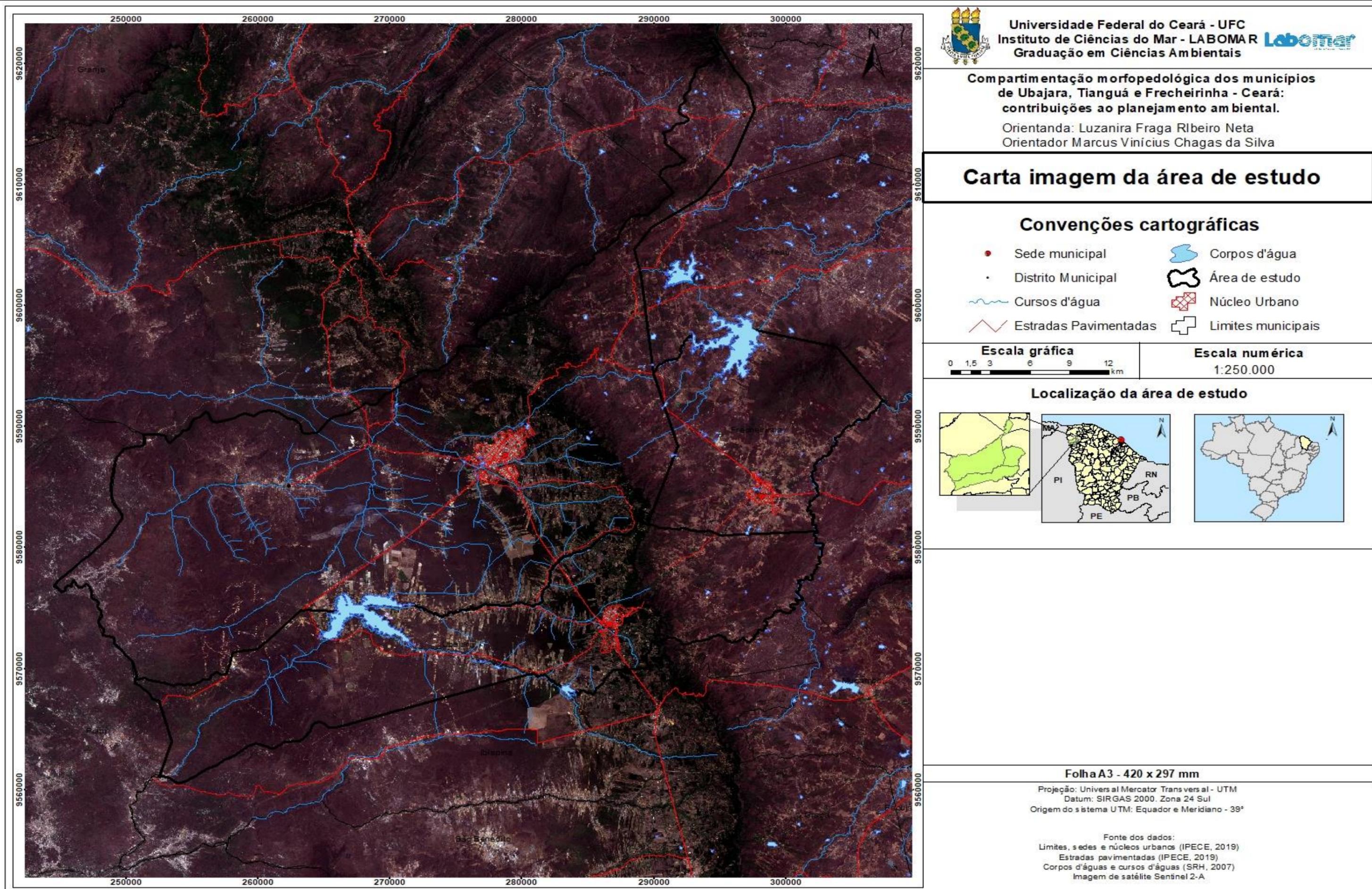
Figura 3 - fluxograma do trabalho



3.1 Delimitação da área de estudo

A espacialidade definida como área de estudo corresponde aos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha que encontram-se inseridos na mesorregião Noroeste do estado do Ceará, estes, limitam-se com os municípios de Viçosa do Ceará, Granja, Uruoca, Moraújo, Coreaú, Mucambo, Ibiapina, São João da Fronteira e Cocal dos Alves, sendo esses dois últimos pertencentes ao estado do Piauí. A área está distante aproximadamente 311 km da capital do estado, tendo como principal via de acesso à rodovia BR – 222. Individualmente os municípios possuem as seguintes áreas territoriais: Tianguá 908,9 km², Ubajara 421 km² e Frecheirinha 181,2 km², desse modo, a área total de estudo corresponde a 1.511,1 km².

De acordo com o IBGE (2019), estima-se que a população de Tianguá seja atualmente 75.946 habitantes, Ubajara 34.792 habitantes e Frecheirinha 14.072 habitantes, abaixo apresenta-se a carta imagem (Mapa 2) da área de estudo com a delimitação do núcleo urbano, indicação de sedes municipais, sedes distritais, estradas pavimentadas, cursos d'água e corpos hídricos.



3.2 Metodologia adotada

Para a execução deste trabalho, embasa-se na metodologia proposta por Castro e Salomão (2000), a fim de elaborar a compartimentação das unidades morfopedológicas da área de estudo anteriormente delimitada, a metodologia adotada propõe cinco níveis de abordagem descritas no item 2.3, onde neste trabalho seguiu-se o roteiro metodológico com adaptações até o terceiro nível de tratamento. A primeira etapa deste trabalho foi executada em 1º nível de tratamento do roteiro metodológico apoiando-se na elaboração de mapas temáticos em escala de 1:250.000 com posterior superposição dos temas para delimitação dos compartimentos morfopedológicos, após essa etapa utilizou-se do 2º nível de tratamento para caracterização dos sistemas pedológicos onde ocorreu a descrição dos solos em campo, por fim, fez-se uso do 3º nível de tratamento com adaptações, onde os procedimentos principais adotados foram a correlação com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos, seu uso e manejo.

3.3 Técnicas operacionais

Os procedimentos técnico-operacionais adotados neste trabalho foram divididos em quatro etapas, a saber: levantamento bibliográfico, coleta de dados e base cartográfica, elaboração do mapeamento temático e por fim trabalhos de campo para checagem do mapeamento, essas etapas são apresentadas em sequência.

3.3.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico deu-se desde o início da pesquisa com a seleção de literatura técnica e acadêmica que atendessem as proposições deste trabalho, sobretudo a seleção de literatura que abordasse sobre a área de estudo e aplicações da compartimentação morfopedológica em diferentes estados brasileiros como forma de compreender a aplicabilidade dos métodos em diferentes espacialidades, o levantamento se deu por meio de consultas em livros, revistas, dissertações, teses e artigos disponíveis em meio físico e digital, nessa perspectiva o levantamento da literatura apoiado com o mapeamento temático corrobora na caracterização ambiental da área de estudo.

3.3.2 Coleta de dados e base cartográfica

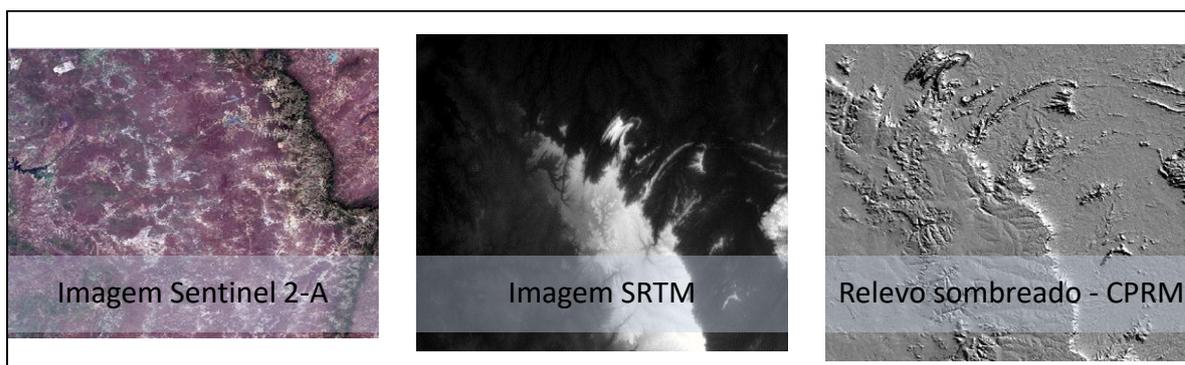
Para tanto, utilizou-se de imagens do satélite Sentinel, obtidas no *site* do USGS (<https://www.usgs.gov/>) no dia 14 de fevereiro de 2020 onde selecionou-se imagens entre os dias 01/10/2019 e 30/12/19 usando o critério de menor quantidade de nuvens, a partir disso, efetuou-se a reprojeção da imagem para SIRGAS 2000 zona 24 Sul bem como o mosaico das imagens, composição colorida e posteriormente classificação supervisionada para mapeamento do uso e ocupação da área trabalhada, mais informações sobre as imagens podem ser vistas no quadro abaixo:

Quadro 6 – Dados da imagem de satélite utilizada no trabalho

Agência	Direção da rota	Órbita	Resolução	Sensor	Data
ESA	Descendente	138	10 m	MSI	29.10.2019
Satélite			Sentinel 2-A		
ID Imagem 01	L1C_T24MTB_A022729_20191029T131246				
ID Imagem 02	L1C_T24MTA_A022729_20191029T131246				
Bandas utilizadas para composição colorida (RGB)					
Banda 04			Vermelho		
Banda 03			Verde		
Banda 02			Azul		
Banda utilizada para fusão					
Banda 08			Infravermelho próximo		

Fonte: elaborado pela autora.

O mapeamento temático foi composto por dados de órgãos a nível estadual e nacional bem como interpretação visual de imagem de satélite. Foram coletadas informações de caráter planimétrico (limites, núcleo urbano, sistema viário, hidrografia) em formato vetorial e altimétrico (curvas de nível, pontos cotados, dados de altimetria e declividade), esses últimos extraídos da imagem de radar SRTM em formato *raster*, ademais, fez-se uso do relevo sombreado e das cartas geológicas disponibilizados pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) e por último coletou-se dados tabulares disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em seguida no quadro 7, sintetiza-se as informações gerais referentes aos dados usados no mapeamento temático:

Quadro 7 – Produtos em formatos *raster* utilizados no trabalho

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 8– Cartas geológicas da CPRM utilizada no trabalho

Nome da Folha	Folha	Ano	Escala
Frecheirinha	SA.24-Y-C-VI	2014	1: 100.000
Viçosa do Ceará	SA.24-Y-C-V	2018	1: 100.000

Fonte: elaborada pela autora

Quadro 9 – Relação de dados obtidos

Dados adquiridos	Fonte	Ano	Formato
Limites municipais	IPECE	2019	<i>shapefile</i>
Limites estaduais	IBGE	2007	<i>shapefile</i>
Sedes municipais	IPECE	2019	<i>shapefile</i>
Sistema Viário	IPECE	2019	<i>shapefile</i>
Sedes distritais	IPECE	2019	<i>shapefile</i>
Núcleo urbano	IPECE	2018	<i>shapefile</i>
Cursos d'água	SRH	2007	<i>shapefile</i>
Corpos hídricos	SRH	2007	<i>shapefile</i>
Curvas de nível	SRTM/INPE	2011	<i>raster</i>
Hipsometria	SRTM/INPE	2011	<i>raster</i>
Declividade	SRTM/INPE	2011	<i>shapefile</i>
Geomorfologia	AUTORA	2020	<i>shapefile</i>
Geologia	CPRM	2020	<i>shapefile</i>
Pedologia	FUNCEME	2018	<i>shapefile</i>
Pluviosidade	FUNCEME	2019	tabular
Dados socioeconômicos	IBGE	2018	tabular

Fonte: elaborado pela autora

3.3.3 Mapeamento Temático

Seguindo a metodologia proposta por Castro e Salomão, (2000) o mapeamento temático da área de estudo adotou a escala de 1:250.000, esses mapas foram elaborados no *software* SIG ArcGis 10.8 entre março e setembro de 2020, ao todo foram confeccionados 11 mapas para a caracterização ambiental da área de estudo a saber: mapa de localização, mapa de pontos de passagem, mapa básico, mapa de geologia, mapa de geomorfologia, mapa pluviométrico, mapa de solo, mapa hipsométrico, mapa de declividade, mapa de uso e cobertura vegetal e mapa de compartimentação morfopedológica. Para melhor compreensão da elaboração do mapeamento realizado descreve-se como estes foram confeccionados a seguir:

- *Geologia*

O mapa de geologia foi confeccionado no *ArcMap* utilizando-se do Mapa Geológico do Estado do Ceará elaborado por Pinéo (2020) e publicado pela CPRM em formato vetorial na escala de 1:500.000. Além deste, fez-se uso das folhas geológicas descritas no quadro 03 do Projeto Noroeste do Ceará, e ainda, dados referentes as falhas geológicas.

- *Hipsometria e declividade*

Para a confecção dos mapas de Hipsometria e declividade bem como para geração de curvas de níveis no *software* ArcGis 10.8, fez-se uso da ferramenta *slope* trabalhando com imagem de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução de 30m, disponível no *site* TOPODATA/INPE. Foram estabelecidas no mapa de declividade 06 classes de declive seguindo a classificação da EMBRAPA (2018), enquanto para o mapa hipsométrico foram definidas 10 classes hipsométricas de intervalos de 100m.

- *Geomorfologia*

O mapa de geomorfologia foi elaborado em escala de 1:250.000, com base na interpretação visual a partir da imagem colorida do satélite Sentinel – 2A apoiada nos produtos extraídos da imagem de radar SRTM aludidos a seguir: hipsometria, declividade e ainda o relevo sombreado, para a classificação do relevo utilizou-se os trabalhos de Souza (1978; 1988) e Souza (2020).

- *Pluviosidade*

O mapa pluviométrico foi produzido a partir da interpolação de dados pluviométricos disponibilizados no *site* da FUNCEME correspondendo ao período de 2000 a 2019, a série histórica de 19 anos foi escolhida em consequência da homogeneidade dos dados para todas os postos. Nessa perspectiva, foram consideradas 16 postos pluviométricos, sendo 6 localizados nos municípios estudados (Posto 48-Frecheirinha, Posto 143-Tianguá, Posto 145-Ubajara, Posto 608-Poço da areia, Posto 617-Pindoguaba, Posto 632-Tabainha) e 10 postos nos municípios vizinhos (Posto 56-Ibiapina, Posto 97-Mucambo, Posto 132-São Benedito, Posto 152-Viçosa do Ceará, Posto 209-Manhoso, Posto 222-Vambira, Posto 235-Padre Vieira, Posto 607-Sítio Faveira, Posto 617-Pindoguaba, Posto 634-Campanário, Posto 641-Ubaúna). A interpolação dos dados foi executada no ArcGis 10.8 por meio do método Krigagem ordinária.

- *Pedologia*

O Mapeamento de solos foi produzido a partir da base da FUNCEME (2018), em escala de 1:250.000 disponibilizados em formato *shapefile* para os municípios trabalhados onde foram identificados até o quarto nível categórico de classificação do SiBCS (2018).

- *Uso e cobertura vegetal*

Para a elaboração do mapeamento do uso e ocupação do solo utilizou-se da composição colorida da imagem do satélite para realizar a classificação supervisionada da mesma. O procedimento foi executado no *Google Earth Engine* onde foram selecionadas amostras homogêneas para cada tipo de uso possível de ser identificável na imagem.

- *Compartimentação morfopedológica*

O mapa de compartimentação morfopedológicas apresenta-se como resultado final do trabalho foi elaborado por meio da sobreposição dos temas anteriormente elaborados (geologia, geomorfologia e pedologia), além disso, os mapas de Hipsometria e declividade auxiliaram na delimitação de cada compartimento morfopedológico.

3.3.4 *Trabalho de campo*

O trabalho de campo foi realizado entre os dias 15 e 17 de setembro de 2020 com a

finalidade de compreender melhor a dinâmica da área de estudo e checagem do mapeamento elaborado previamente, as atividades realizadas em campo estão sintetizadas no quadro 10. No mapa de pontos de passagem (Mapa 3) é possível observar a distribuição dos pontos nos três municípios.

Quadro 10 – Procedimentos realizados em campo

Município	Pontos de passagem	Data	Procedimentos
Frecheirinha	1,2, 3	15/10/2020	Reconhecimento da área e registros fotográficos de vegetação e solo.
Tianguá	4, 5, 6, 7, 8, 9 e 12	16/10/2020	Reconhecimento da área, registros fotográficos de vegetação e solo e checagem de mapeamento.
Ubajara	10 e 11	16/10/2020	Registros fotográficos de vegetação e solo e checagem de mapeamento.
Tianguá	13 e 14	17/10/2020	Registros fotográficos de vegetação e solo e checagem de mapeamento.

Fonte: elaborado pela autora



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
 Graduação em Ciências Ambientais

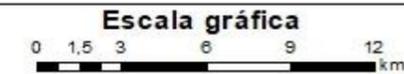
Compartimentação morfo-pedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de pontos de passagem

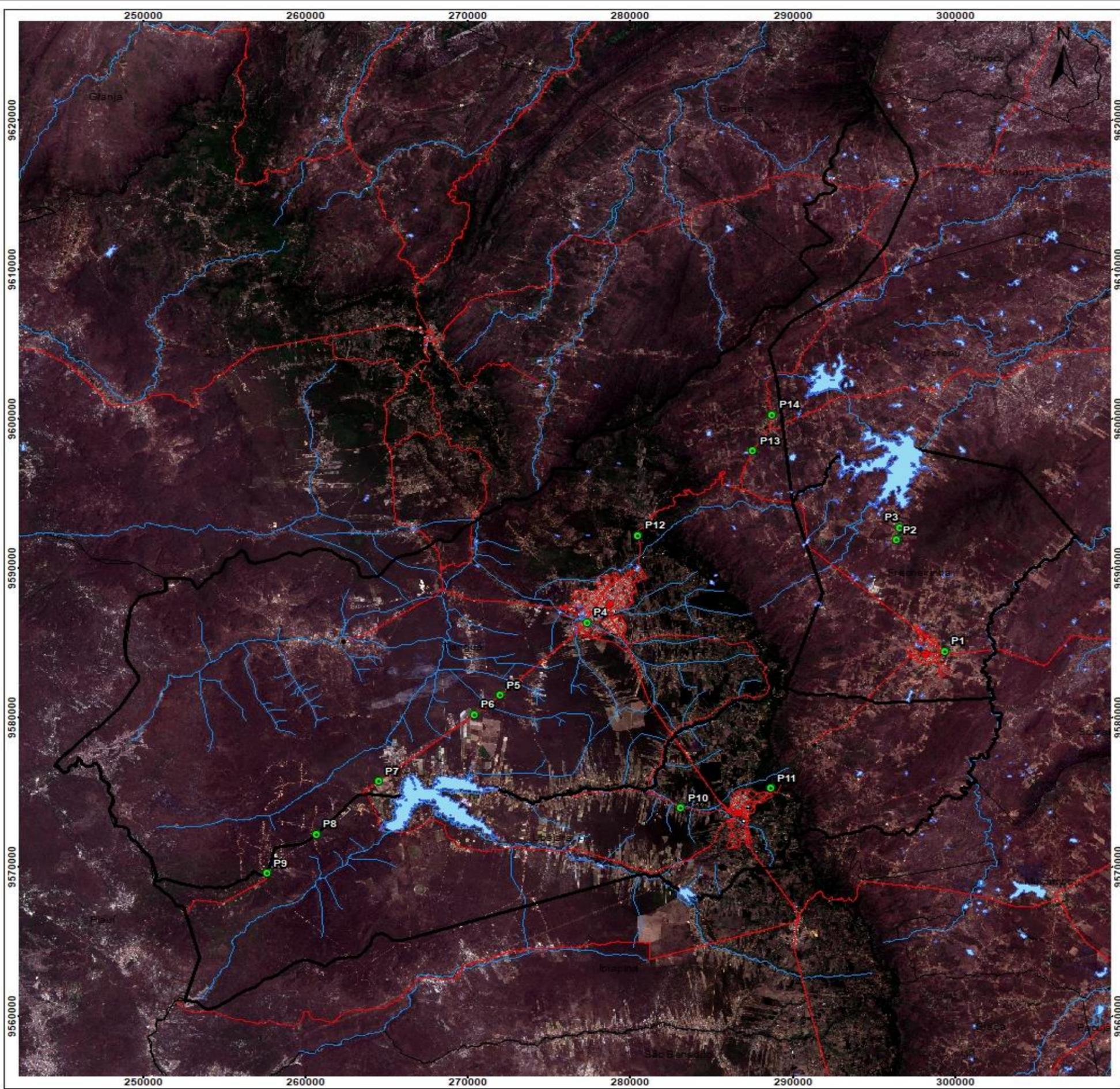
Convenções cartográficas

- Sede municipal
- Distrito Municipal
- Cursos d'água
- Estradas Pavimentadas
- Corpos d'água
- Área de estudo
- Núcleo Urbano
- Limites municipais



Escala numérica
 1:250.000

Localização da área de estudo



Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000. Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte dos dados:
 Limites, sedes e núcleos urbanos (IPECE, 2019)
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019)
 Corpos d'água e cursos d'água (SRH, 2007)
 Imagem de satélite Sentinel 2-A

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os componentes ambientais descritos a seguir serão: aspectos geológicos e geomorfológicos, hidroclimatologia, aspectos pedológicos, unidades fitoecológicas e uso e ocupação da terra. Esses componentes serão apresentados pois entende-se que suas integrações são essenciais para a compressão da dinâmica ambiental e posterior compartimentação morfopedológica.

4.1 Aspectos geológicos e feições geomorfológicas

O relevante arcabouço geológico identificado contribui na compreensão de como essas estruturas influenciaram no modelado dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha, esses estão descritos em ordem geocronológica de ocorrência, embasados em produções anteriores tais como Hasui (2012), Folha Geológica Frecheirinha SA.24-Y-C-VI na escala de 1:100.000 elaborado Silva Júnior *et al.*, (2014) e publicado pela CPRM, Moura-Fé (2015) e Folha Geológica Viçosa do Ceará SA.24-Y-C-V na escala de 1:100.000 elaborado por Pinéo *et al.*, (2018) publicado pela CPRM e Mapa Geológico do Estado do Ceará na escala de 1:500.000 elaborado por Pinéo *et al.*, (2020) e publicado pela CPRM.

A área de estudo apresenta significativa diversificação de unidades litoestratigráficas que pertencem a Bacia sedimentar do Parnaíba e Província Borborema. A Bacia do Parnaíba tem sua origem relacionada aos movimentos que ocorreram no fim do Ciclo Brasileiro e surge durante a era Paleozóica que foi um período marcado por expressivos ciclos de sedimentação no Brasil (AB'SABER, 2006; BIZZI *et al.*, 2003; SANTOS, 2015), enquanto a Província Borborema “representa um complexo mosaico de litologias que vêm sendo trabalhadas desde a colagem do megacontinente Atlântida, no Paleoproterozóico” (CLAUDINO-SALES; LIRA, 2011, p. 202). Na área de pesquisa ocorre o Subdomínio Médio Coreá que se localiza topograficamente abaixo da Província Parnaíba e é composto por rochas cristalinas e cristalofílicas pré-cambrianas que representa ainda um local de ocorrência de importantes falhamentos e lineamentos (CLAUDINO-SALES; LIRA, 2011).

O substrato geológico de maior expressividade é o Grupo Serra Grande que são interpretados como ambientes de deposição flúvioglaciais e glaciais, passando a transicional (nerítico) e retornando às condições continentais (fluvial entrelaçado) (BIZZI *et al.*, 2003, p. 67) e com menor expressividade espacial tem-se as formações pertencentes ao Grupo Ubajara, Grupo Martinópolis, Complexo Granja e ainda com menor representatividade tem-se as

ocorrências de depósitos, que correspondem a uma unidade geologicamente mais recente. No quadro a seguir, é possível observar um esquema sobre a geocronologia e litoestratigrafia que contribuem na síntese das informações seguido da descrição sobre cada formação geológica.

Quadro 11– Dados de geocronologia e litoestratigrafia da área de interesse

Era	Período	Unid. Litoestratigráfica	Formações Litológicas	Ocorrência de Depósitos
Cenozóico	Quaternário	Coberturas	-	Depósitos Aluvionares
			-	Depósitos Coluvionares/Depósitos de tálus
Paleozóico	Siluriano	Grupo Serra Grande	Formação Jaicós/Tianguá	-
Neoproterozóico	Ediacarano	Grupo Ubajara	Formação Coreau/Frecheirinha/Caiçaras	-
	Criogeniano	Grupo Ubajara	Trapiá	-
	Toniano	Grupo Martinópolis	Formação Joaquim	-
Paleoproterozóico	Sideriano	Complexo Granja	Complexo Granja	-

Fonte: adaptado de Silva Júnior *et al.*, (2014).

- *Complexo granja (PP12g)* - O Complexo Granja de acordo com a Pinéo *et al.*, (2020) e Silva Júnior *et al.*, (2014) é formado por ortognaisses de cor cinza com variações de tons esbranquiçados, gnaisses, granulitos e marcantes estruturas migmatíticas bandados e dobrados, encerrando fácies miloníticas. O Complexo Granja data do Paleoproterozóico e encontra-se sob embasamento cristalino e encontra-se no norte da Ibiapaba e é recoberto por formações do período Toniano do Grupo Martinópolis. De acordo com Hasui *et al.*, (2012), o mesmo se entende por 10x50 km tendo sua delimitação com o Grupo Martinópolis sendo feita por zonas de cisalhamento.
- *Grupo Martinópolis (NP2ma)* - De acordo com Hasui *et al.*, (2012) o grupo Martinópolis caracteriza-se como uma unidade metavulcanossedimentar, tendo sua delimitação acarretada por meio das falhas Jaguarapi e Itacolomi com contato com o Complexo Granja, esse grupo localiza-se na porção Norte da área em contato direto com o Grupo Serra Grande que encontra-se logo a cima da unidade descrita. A unidade é subdividida em quatro formações geológicas denominadas de Formação Goiabeiras (NP2mag), Formação São Joaquim (NP2msj), Formação Covão (NP2mac) e Formação Santa Terezinha (NP2mast), contudo na área de estudo há a presença somente da *Formação São Joaquim (NP2msj)*, essa formação é composta por

quartzitos puros e micáceos, compactos e laminados (fácies tectonítica) e com estruturas miloníticas, apresenta também forte estiramento mineral, contendo silimanita e cianita. Além disso, apresenta ocasionais intercalações de biotita xisto com granada e estauroлита e rochas calcissilicáticas e formações ferríferas, além de milonitoxistos (PINÉO *et al.*, 2020). Ao longo do período Cenozóico as rochas desse embasamento foram bastante erodidas, compondo desse modo a atual superfície cristalina sertaneja (MOURA-FÉ, 2017b).

Figura 4 – Afloramento da Formação São Joaquim do Grupo Martinópolis.



Fonte: Foto cedida por Marcelo Moura-Fé

- *Grupo Ubajara (NP2u)* - O grupo Ubajara de acordo com Hasui *et al.*, (2012) é definido como uma unidade metassedimentar datando do neoproterozóico e do período Criogeniano composto por formações de variadas origens podendo ser de ambiente marinho, fluviomarinho ou fluvial. As quatro formações pertencentes a essa unidade litoestratigráfica fazem parte da área de estudo. A *Formação Caiçaras (NP2uc)* apresenta-se como unidade basal originária de ambiente marinho, que conforme Silva Júnior *et al.*, (2014), “é constituída por ardósia cinza, com cores de alteração marrom avermelhadas e arroxeadas. Exibem intercalações de metassiltitos e raras lentes de conglomerados”. Além disso, possuem clivagem bem desenvolvida, intercalações de metarenitos e seus afloramentos podem ser observados na BR - 222. (PINÉO *et al.*, 2020; MOURA-FÉ, 2015).

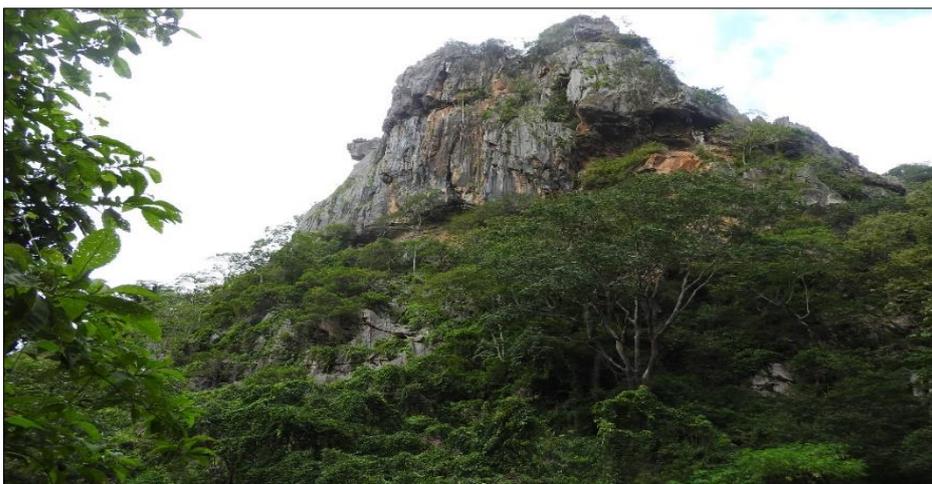
Figura 5 – Afloramento da Formação Caiçaras do Grupo Ubajara



Fonte: Foto cedida por Marcelo Moura-Fé

A *Formação Frecheirinha (NP2uf)* é originária de ambientes marinhos e é constituída por metacalcários calcíticos e dolomíticos de cor cinza escura a cinza azulada, de granulação fina, puros ou com variações impuras, constituindo camadas de margas, metassiltitos, quartzitos e comumente se apresentam recortados por veios de calcita (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014; PINÉO *et al.*, 2020).

Figura 6 – Cone cárstico composto por rochas da Formação Frecheirinha.



Fonte: autora

Figura 7– Gruta de Ubajara composta por rochas da Formação Frecheirinha



Fonte: autora

Já a *Formação Trapiá (NP2ut)* de acordo com Pinéo *et al.*, (2020) e Moura-Fé (2015) é composta por quartzitos conglomeráticos, arenitos grossos epimetamórficos, mal classificados, metarenitos finos a médios, metassiltitos e metarenitos puros, cortados por veios de quartzo. (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014). Além disso, sua área de afloramento na BR – 222 apresenta-se fortemente fraturada em associação a zona de intenso falhamento (NASCIMENTO *et al.*, 1981). A *Formação Coreaú (NP2uco)* ocorre com uma longa expressividade temporal indo desde o sopé da Ibiapaba até o vale do Rio Coreaú, é formada por arenitos arcóseos de cores creme-amareladas, avermelhadas e arroxeadas, com intercalações de camadas centimétricas de pelitos. (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014) que entre os municípios de Ubajara e Tianguá apresenta-se recoberta discordantemente pelos arenitos do Grupo Serra Grande. (MOURA-FÉ, 2015).

- *O Grupo Serra Grande (Ssg)* apresenta-se como a unidade litoestratigráfica espacialmente predominante na área de estudo composta por arenitos, diamictitos, conglomerados com seixos quartzosos arredondados ou subangulosos com intercalações de siltitos e de folhelhos (SOUZA, 2000; SANTOS, 2015) esses sedimentos que compõem o Grupo Serra Grande estão sobrepostos em discordância a litologia do Grupo Ubajara (Hackspacher *et al.*, 1988) destacando-se topograficamente em relação as unidades estratigráficas que estão a sotoposto, ademais, é composta por rochas Proterozóicas e depósitos cambrianos e é considerado a “primeira supersequência de deposição sedimentar da bacia do Parnaíba, sobrepondo o embasamento” (MOURA-FÉ, 2017b, p. 48).

As formações presentes na área de estudo são as *Formação Jaicós (Ssgj)* composta por arenitos finos a médios, cinza-esbranquiçados, de composição quartzosa, mal selecionados, com estratificação cruzada tabular, acanalada e do tipo espinha de peixe, com lâminas de argilito e *Formação Tianguá (Ssgt)* que é a formação de maior expressividade na área de estudo formada por arenitos finos a médios friáveis, siltitos e argilitos esbranquiçados, folhelhos de cor cinza, bioturbados, com estratificações tabulares e lenticulares, e acamamentos ondulados. (PEREIRA *et al.*, 2012; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014). As fotos das formações descritas podem ser vistas a seguir:

Figura 8 – Registro da Formação Jaicós



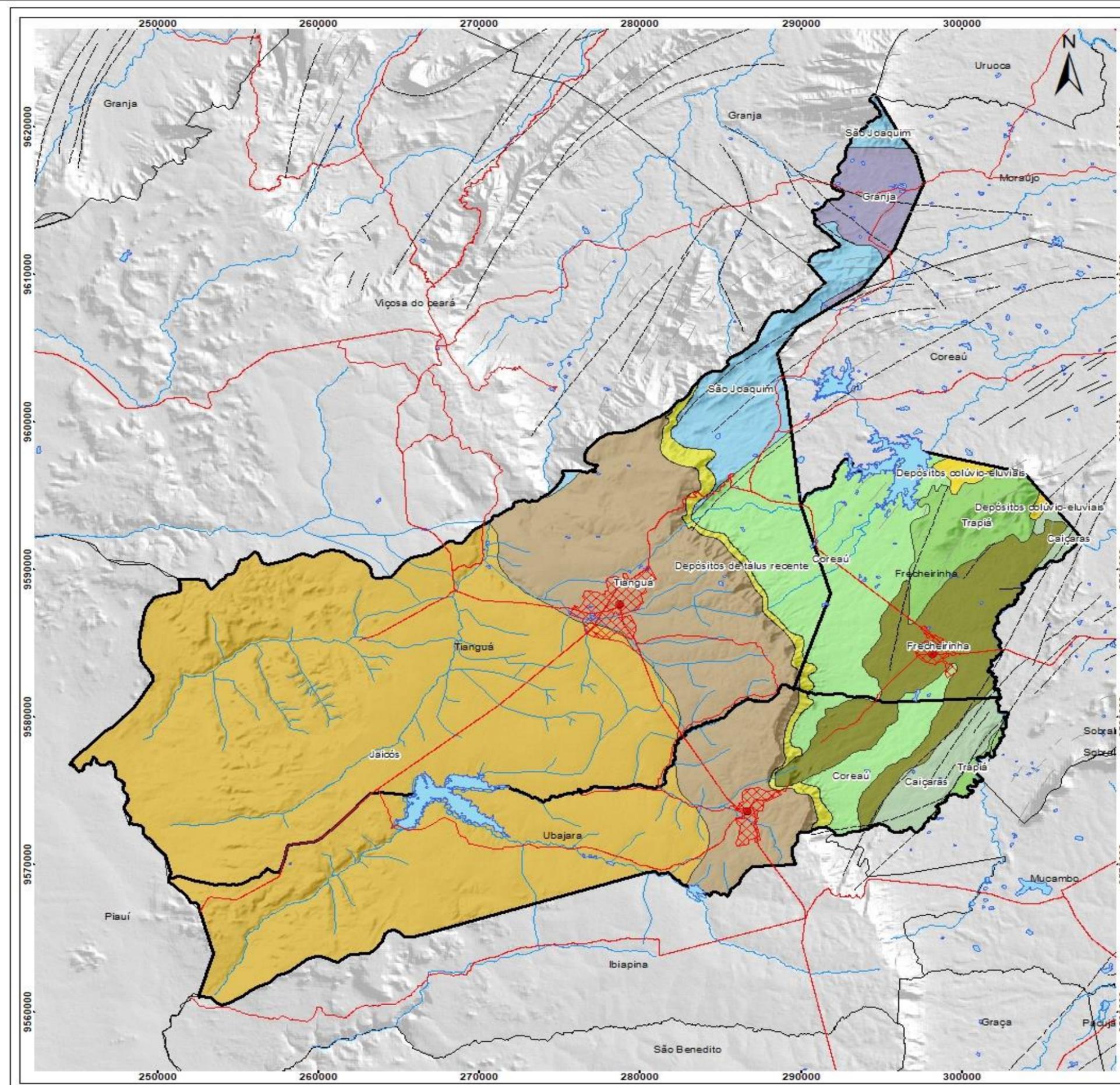
Fonte: Foto cedida por Marcelo Moura-Fé

Figura 9 – Afloramento da Formação Tianguá



Fonte: Foto cedida por Marcelo Moura-Fé

- As *Coberturas sedimentares* ou depósitos sedimentares datados do quaternário são representadas na área de estudo pelos Depósitos Colúvio-eluviais e Depósitos de tálus recente s. Os *Depósitos Colúvio-eluviais – N2Q1c* são depósitos sedimentares constituídos de areias, areias argilosas e argilas localizados nas encostas das elevações, enquanto os *Depósitos de tálus recente – N2tl* são depósitos de fragmentos líticos com matriz de areia, silte e argila que possuem sua origem relacionada a condições de morfogênese mecânica de climas secos. (SOUZA, 1988; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014; SOUZA, 2020); PINÉO *et al.*, 2020. A seguir, apresenta-se o mapeamento geológico da área de estudo, apresentando a localização das formações geológicas que aqui foram descritas:



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
 Graduação em Ciências Ambientais

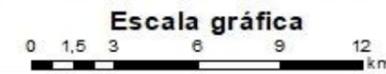
Compartimentação morfo-pedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador: Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa Geológico

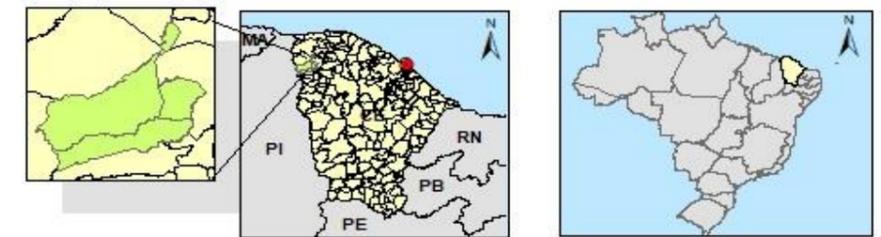
Convenções cartográficas

- Sede municipal
- Distrito Municipal
- ~ Cursos d'água
- Estradas Pavimentadas
- Corpos d'água
- Área de estudo
- Núcleo Urbano
- Limites municipais



Escala numérica
 1:250.000

Localização da área de estudo



Convenções Geológicas

- Falha
- ~ Lineamentos estruturais
- Dique

Grupo	Simbologia	Unidades Litoestratigráficas
Coberturas sedimentares Cenozóicas	N2Q1c	Depósitos Colúvio-eluviais
	Q2I1	Depósitos de tálus recente
Grupo Serra Grande	Ssgj	Formação Jaicós
	Ssgt	Formação Tianguá
Grupo Ubajara	NP2uco	Formação Coreau
	NP2uf	Formação Frecheirinha
	NP2uc	Formação Caiçaras
	NP2ut	Formação Trapiá
Grupo Martinópole	NP2masj	Formação São Joaquim
Complexo Granja	PP12g	Complexo Granja

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000, Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte de dados:
 Limites, sedes e núcleo urbano (IPECE, 2019)
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019)
 Corpos d'água e cursos d'água (SRH, 2007)
 Relevo Sombreado (CPRM GIS, 2017)
 Aspectos geológicos (CPRM, 2020)

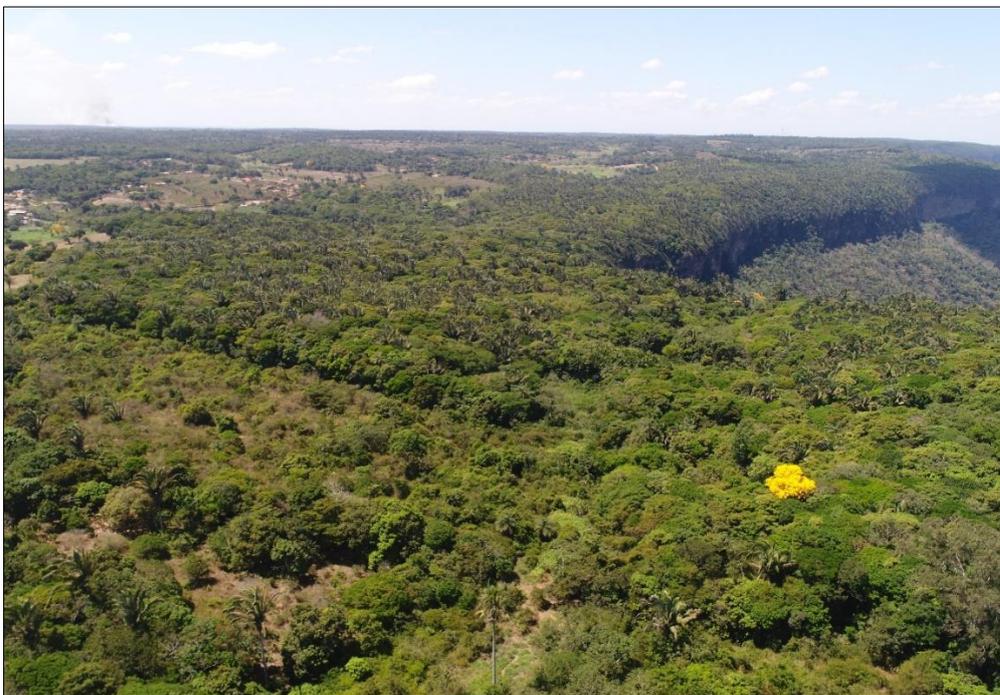
Tratando-se das feições geomorfológicas entende-se que sua dinâmica e evolução sofrem implicações diretas dos fatores geológicos, paleoclimáticos bem como repercute nas características pedológicas e características da vegetação e ainda sofrem influências da dinâmica atual (SOUZA, 2000). Nessa perspectiva as duas grandes unidades de relevo são denominadas *como Planalto da Ibiapaba e Depressão Sertaneja, dentro dessas unidades há modelados de feições dissecadas e de acumulação, deste modo, foram identificadas 06 feições geomorfológicas por interpretação visual de imagem de satélite amparado na imagem de relevo sombreado, mapas hipsométrico e de declividade, pois esses permitiram distinguir as formas de relevo com maior precisão. Posteriormente, em campo, foi possível realizar a verificação das feições geomorfológicas denominadas da seguinte maneira: Platô úmido, Escarpa úmida/sub-úmida, Reverso seco e Degraus estruturais, Depressão Sertaneja, Cristas residuais e Planícies fluviais.*

O Planalto da Ibiapaba, corresponde a área de soerguimento da borda da bacia sedimentar do Parnaíba e se sobressai em relação ao terreno de base regional, atingindo altitudes entre 600-1000 m, aqui para sua caracterização apresenta-se quatro subcompartimentos caracterizados na sequência. O Platô úmido corresponde ao topo do Planalto que apresenta solos profundos originados do grupo Serra Grande, altos níveis pluviométricos e uma vegetação robusta com exemplares de espécies da Mata Atlântica e da Amazônia, majoritariamente o Platô úmido apresenta altitudes entre 800-900 m atingindo em poucos locais altitudes de 1000 m, além disso a declividade do relevo do Platô úmido diversifica-se entre relevo plano a ondulado.

A Escarpa úmida/sub-úmida na lição de Dantas et al., (2014) corresponde ao front do Planalto, localizada a leste apresentando festonamento originado da erosão regressiva do rebordo da cuesta com espraiamento em direção a superfície sertaneja, deste modo a escarpa apresenta-se como a área de transição entre o Planalto da Ibiapaba e a Depressão Sertaneja (SOUZA, 2020). O front da Ibiapaba caracteriza-se pela presença de uma cornija arenítica íngreme na parte superior da escapa, ostentando grande espessura de aproximadamente 100 m variada de norte para sul que mantém a sua resistência (MOREIRA; GATTO, 1981, p. 230; SOUZA, 1988) e pela ocorrência dos depósitos de tálus recente presentes na base da escarpa, constituído pela deposição de detritos e fragmentos rochosos pelo efeito da gravidade, ainda adiante da vertente do Planalto, destaca-se na paisagem a ocorrência de cones cársticos que são modelados constituídos de rochas calcárias da Fm. Frecheirinha definidos por Karmann, (2003) como relevos residuais fortemente inclinados que representam morros testemunhos que resistiram a dissolução, típicos de regiões tropicais úmidas por necessitarem de pluviosidade

alta para que haja a dissolução e esculpimento das rochas e lapiás, que são caneluras que entalham a superfície das rochas calcárias resultantes da decomposição química realizada por agentes exógenos (GUERRA; GUERRA, 2011). Nas figuras apresentadas a seguir, é possível observar a localização dos elementos descritos anteriormente:

Figura 10 – Platô úmido da área de estudo



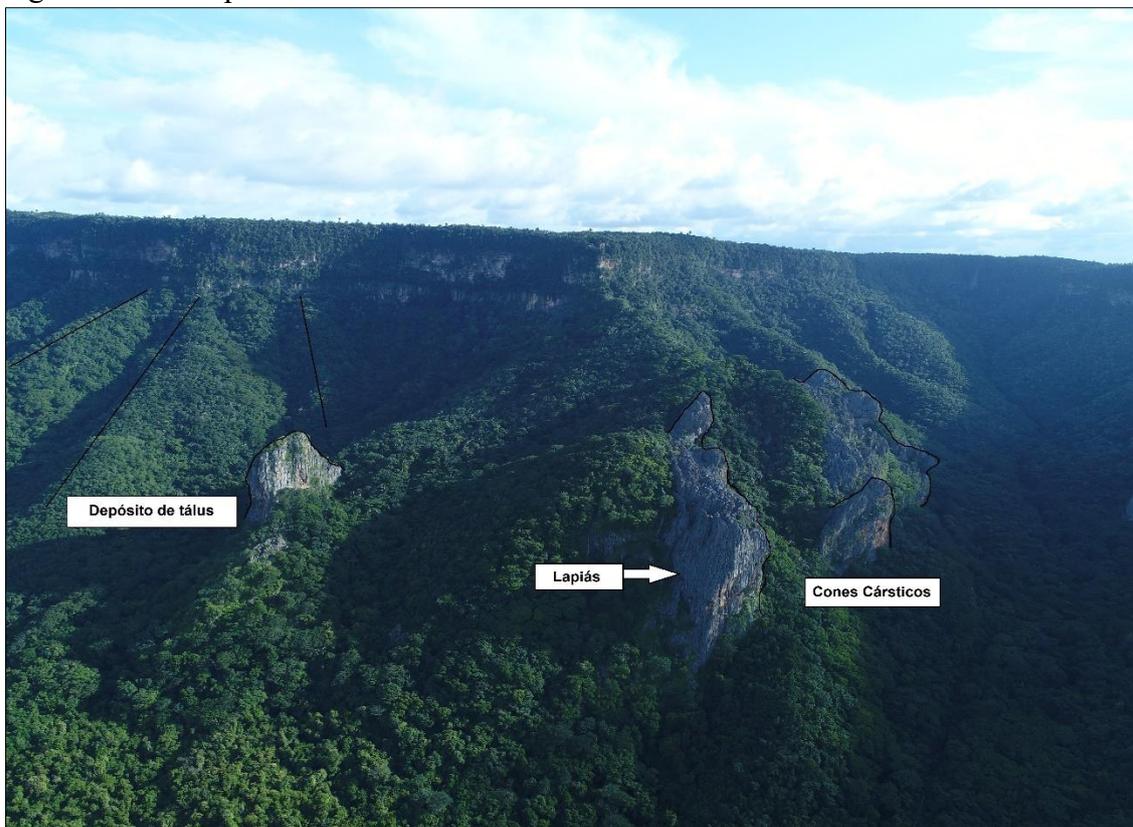
Fonte: autora

Figura 11 – Cornija existente na escarpa úmida/sub-úmida



Fonte: Foto cedida por Eduardo Massey.

Figura 12 - Escarpa úmida/sub-úmida da área de estudo



Fonte: Foto cedida por Marcus Vinícius

O Reverso seco é uma superfície estrutural dissecada localizada a oeste com mudanças altimétricas gradativas apresentando relevo predominantemente suave ondulado a ondulado em direção ao Piauí condicionado pela inclinação das camadas areníticas do Grupo Serra Grande. (MOURA-FÉ, 2015, p. 38-126; CLAUDINO-SALES, 2016). Diferenciando do relevo suave ondulado a ondulado do reverso da Ibiapaba, há os Degraus estruturais de arenito que constitui-se como um relevo acidentado como apresentado nos registros fotográficos a diante:

Figura 13 – Reverso seco da Ibiapaba



Fonte: autora

Figura 14 – Degraus estruturais no reverso da Ibiapaba



Fonte: autora

Já a Depressão Sertaneja é a superfície de piso regional localizada a leste que quando bordejando o Planalto da Ibiapaba, apresenta uma semiaridez moderada em decorrência da influência do Planalto distinguindo-se do restante da Depressão Sertaneja (SOUZA, 1978). Essas superfícies variam entre planas e suave onduladas não ultrapassando os 200 metros de altitude, são encontradas nos três municípios e podem ser compreendidas como “um conjunto de superfícies de aplainamento, que truncam e obliteram um complexo e diversificado conjunto de rochas ígneo-metamórficas, invariavelmente recobertas por caatinga” (BRANDÃO, 2014, p.47).

As Cristas residuais são de acordo com Souza (2000), áreas de menores dimensões que as serras úmidas que encontram-se dispersas pela depressão sertaneja e que derivam do trabalho de erosão diferencial em setores de rochas muito resistentes que acarretam na elaboração de relevos rochosos e íngremes ou com solos muito rasos, a partir do mapa hipsométrico pode-se notar que estas atingem a cota de 600 m, correspondendo a serras de baixa altitude denominadas Serra de São Vicente e Serra da Penanduba originadas do Grupo Martinópole e Grupo Ubajara, devido essas características, são ambientes fortemente instáveis e de grande vulnerabilidade ambiental. Ainda pode-se encontrar tanto na superfície sertaneja como na Ibiapaba Planícies Fluviais, que são constituídas pelos depósitos aluviais do Período Quaternário caracterizadas por serem ambientes planos e pouco acidentados com fortes processos de agradação (GUERRA; GUERRA, 2011). Abaixo, apresentam-se registros fotográficos da Depressão sertaneja e das cristas residuais para melhor compreensão dessas modelados, bem como o mapeamento geomorfológico elaborado:

Figura 15 - Depressão sertaneja em período chuvoso e cristas residuais em segundo plano

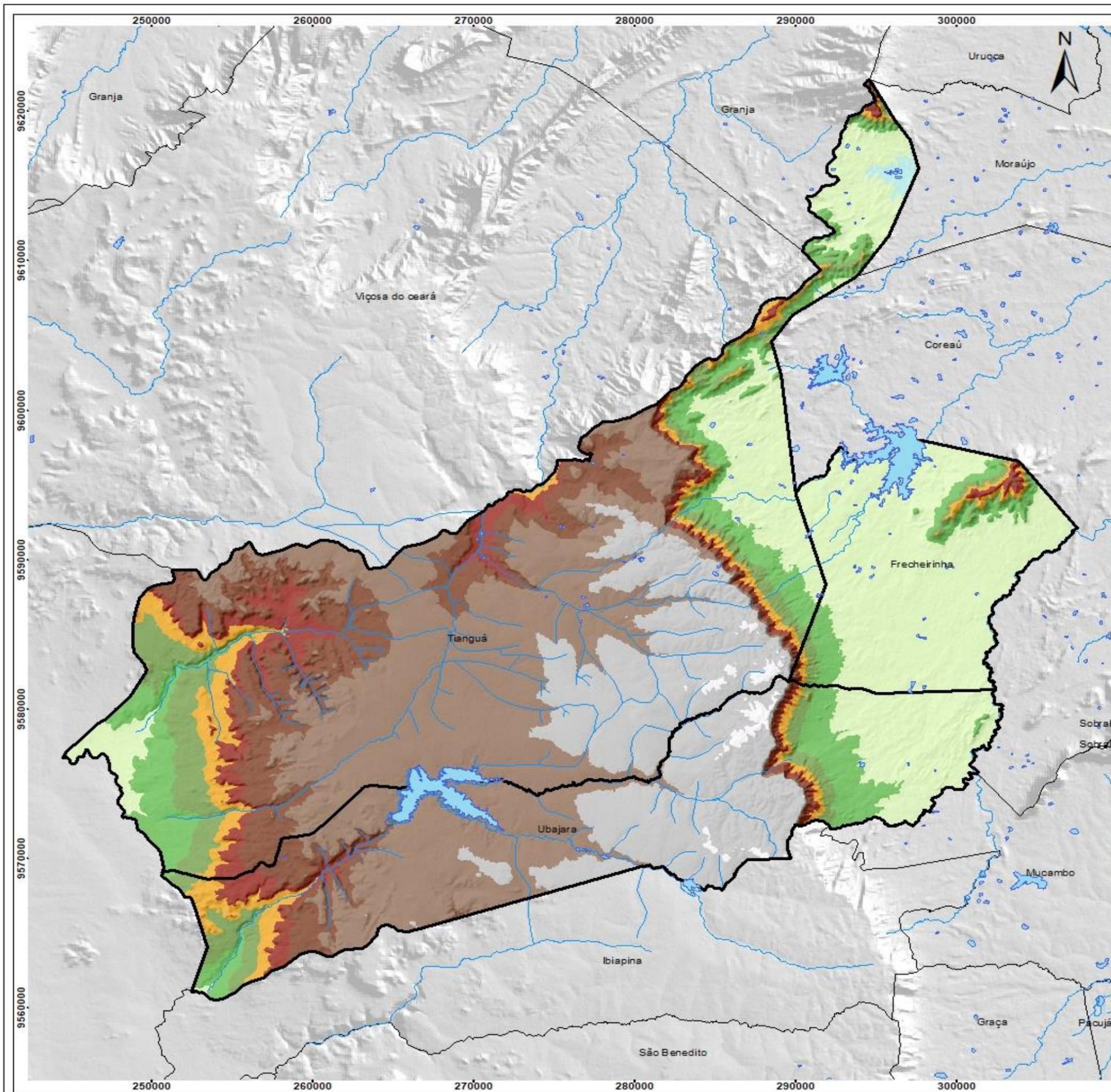


Fonte: foto cedida por Marcus Vinícius

Figura 16 – Cristas residuais na área de estudo



Fonte: autora



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
 Graduação em Ciências Ambientais

Compartimentação morfo-pedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa hipsométrico

Convenções cartográficas

- Corpos d'água
- Área de estudo
- Cursos d'água
- Limites municipais



Escala numérica
 1:250.000

Localização da área de estudo



Classes hipsométricas (m)

- | | | | |
|--|-------------|--|---------------|
| | 80,27 - 100 | | 500,1 - 600 |
| | 100,1 - 200 | | 600,1 - 700 |
| | 200,1 - 300 | | 700,1 - 800 |
| | 300,1 - 400 | | 800,1 - 900 |
| | 400,1 - 500 | | 900,1 - 1.000 |

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000, Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte dos dados:
 Corpos d'água e cursos d'água (SRH, 2007)
 Limites municipais (IPECE, 2019)
 Relevo sombreado (CPRM GIS, 2020)
 SRTM (TOPODATA/INPE, 2011)



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
 Graduação em Ciências Ambientais

Compartimentação morfopedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

Orientada: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador: Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de Declividade

Convenções cartográficas

- Sede municipal
- Distritos municipais
- ~ Cursos d'água
- Corpos d'água
- Área de estudo
- Limites municipais



Escala numérica
 1:250.000

Localização da área de estudo



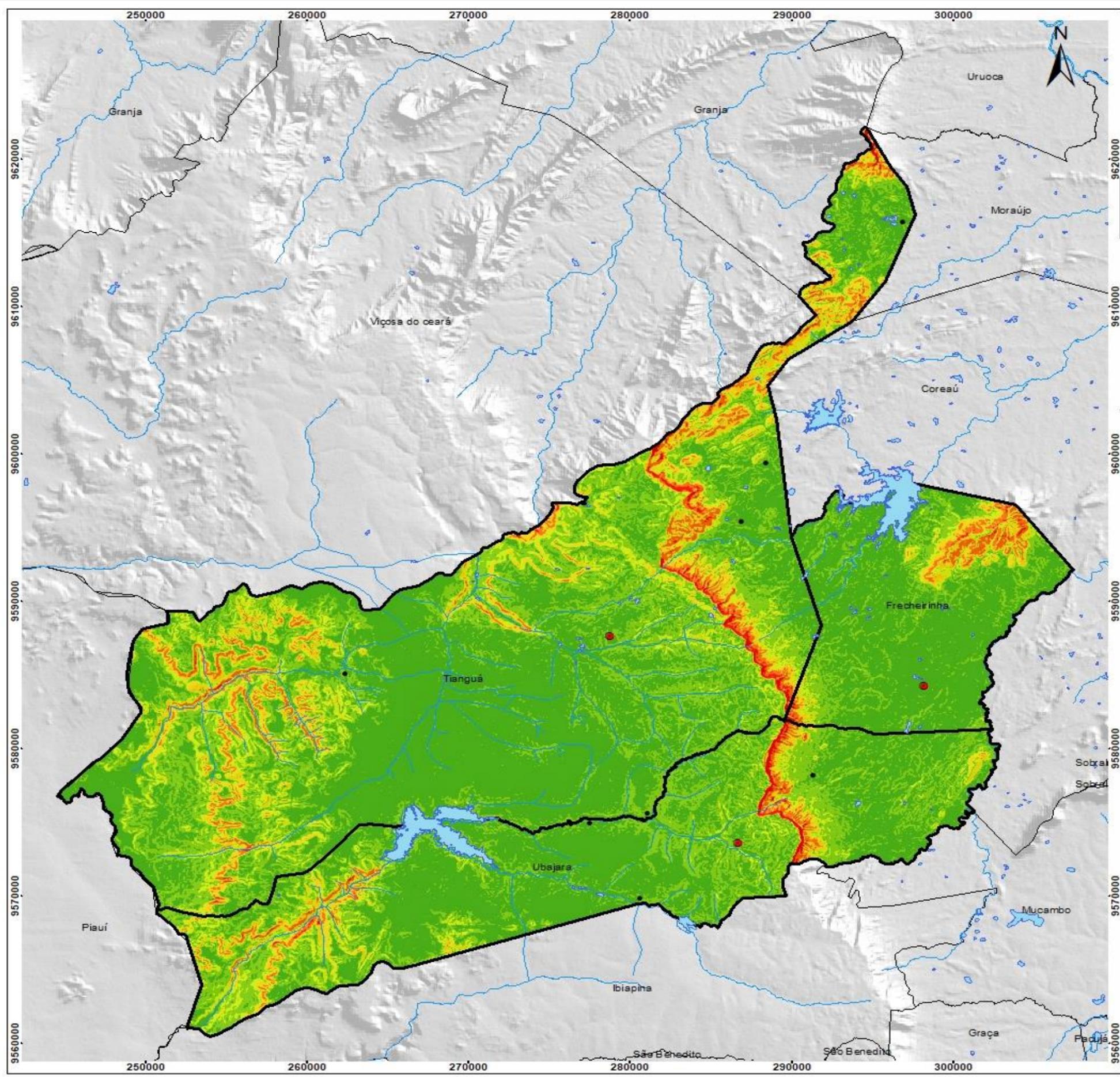
Classes de declividade (%)

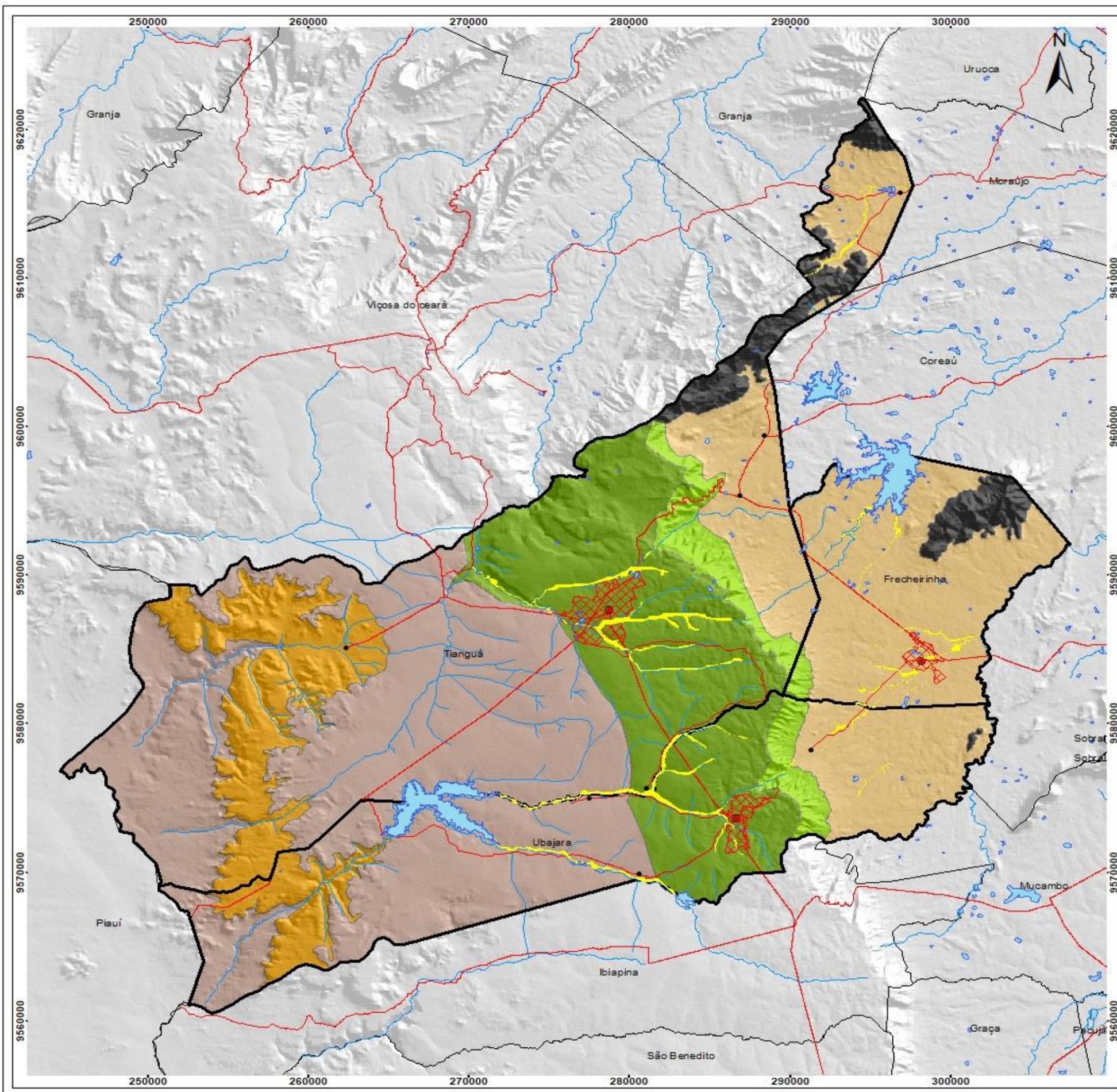
- Plano (0 - 3%)
- Suave ondulado (3,1 - 8%)
- Ondulado (8,1 - 20%)
- Forte ondulado (20,1 - 45%)
- Montanhoso (45,1 - 75%)
- Escarpado (> 75,1%)

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000. Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte de dados:
 Limites, sedes e núcleos urbanos (IPECE, 2019);
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019);
 Corpos d'água e cursos d'água (SHR, 2007).
 Relevo sombreado (CPRM GIS, 2017)
 Feições Geomorfológicas (Interpretação de imagem)
 Classificação do relevo (SOUZA, 1978, 1988) e SOUZA (2020).






Universidade Federal do Ceará - UFC
Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
Graduação em Ciências Ambientais


Compartimentação morfopedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.
 Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de Geomorfologia

Convenções cartográficas

● Sede municipal	 Corpos d'água
• Distrito Municipal	 Área de estudo
 Cursos d'água	 Núcleo Urbano
 Estradas Pavimentadas	 Limites municipais

Escala gráfica 	Escala numérica 1:250.000
--	-------------------------------------

Localização da área de estudo





Feições Geomorfológicas

	Cristas Residuais
	Degraus Estruturais
	Depressão Sertaneja
	Escarpa úmida/ Subúmida
	Platô Úmido
	Reverso Seco
	Planície fluvial

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000, Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

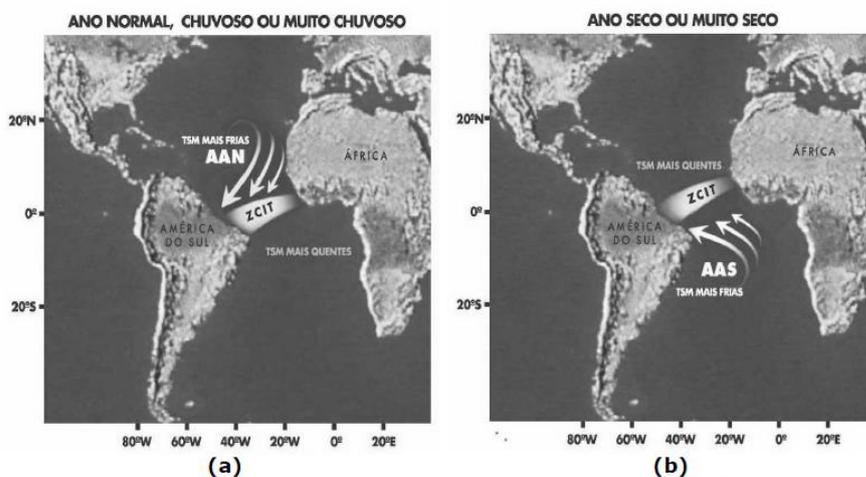
Fonte de dados:
 Limites, sedes e núcleos urbanos (IPECE, 2019);
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019);
 Corpos d'água e cursos d'água (SHR, 2007);
 Relevo sombreado (CPRM GIS, 2017);
 Feições Geomorfológicas (Interpretação de imagem);
 Classificação do relevo (SOUZA, 1978,1988) e SOUZA (2020).

4.2 Hidroclimatologia

A área de estudo está inserida nos domínios do clima semiárido, caracterizado por possuir um período chuvoso curto com seus níveis concentrados no primeiro semestre do ano com forte irregularidade e altas taxas de evaporação, além disso possuem elevadas taxas de insolação e temperaturas que vão de 26°C a 28°C (IPECE, 2017). Tais características acarretam na hidrografia um reduzido volume de escoamento superficial em sua rede de drenagem condicionado pelas chuvas dos meses de fevereiro, março e abril (ZANELLA, 2007; 2014). Essas precipitações estão intimamente dependentes do comportamento de sistemas geradores de precipitação, os mais importantes são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as Frentes Frias e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), outros sistemas geradores de precipitação no Ceará são: Linhas de Instabilidade (LI), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) e as Ondas de Leste. (CEARÁ, 1992; FERREIRA; MELLO, 2005).

A ZCIT, é definida por Ferreira e Mello (2005 p. 18) como “uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre formada principalmente pela confluência dos ventos alísios” que veem do Hemisfério Norte e do Hemisfério Sul. É essa confluência que provoca a formação de nuvens que são responsáveis pelas precipitações, dessa forma, Ayoade (2010) a considera como o principal sistema gerador de chuvas para o Nordeste Setentrional. O deslocamento sazonal da ZCIT ocorre entre fevereiro e abril acarretando nas chuvas mais significativas no estado, como demonstrado na figura abaixo, quando a ZCIT desloca-se para posições mais ao sul da linha do Equador, as condições estão mais propícias à ocorrência de anos normais, chuvosos ou muito chuvosos para o setor norte do Nordeste FERREIRA; MELLO, 2005).

Figura 17 – Esquema dos padrões oceânicos e atmosféricos que influenciam na ZCIT

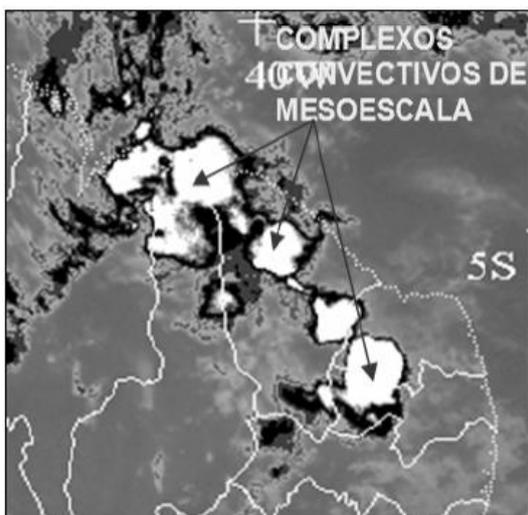


Fonte: Ferreira e Mello (2005)

A entrada das frentes frias entre os meses de novembro e janeiro também atuam como formadores de precipitação durante esse período, elas originam-se da confluência de massa de ar frio que possuem maior densidade e massa de ar quente com baixa densidade. Ainda há os Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) que formam-se no oceano Atlântico entre os meses de novembro e março e direcionam-se de leste para oeste com duração média entre 7 e 10 dias (FERREIRA; MELLO, 2005). Eles são considerados “um dos mais importantes sistemas meteorológicos de tempo que geram precipitação sobre o Nordeste brasileiro, principalmente durante o período da pré-estação chuvosa” (MORAIS, 2016 p. 3).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) nada mais são que a convergência de nuvens que formam-se devido a fatores como relevo, temperatura e pressão atmosférica. Habitualmente as chuvas associadas aos CCMs são chuvas fortes, rápidas e agem de forma isolada como apresentado na figura 19, já as Ondas de Leste deslocam-se da direção leste para oeste entre junho e agosto, quando as condições atmosféricas estão favoráveis geram chuva no Ceará sobretudo na região centro-norte, porém elas também geram influência na área de estudo. Cita-se também os fenômenos El niño e La niña, que geram influência nas precipitações do Ceará. O El niño é um sistema oceânico-atmosférico que forma-se no oceano Pacífico, onde em anos de ocorrência desse fenômeno as precipitações podem ficar abaixo da média sendo responsável por anos ditos como secos, já o fenômeno La Niña é responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos. (FERREIRA; MELLO, 2005).

Figura 18 – Complexos convectivos de Mesoescala



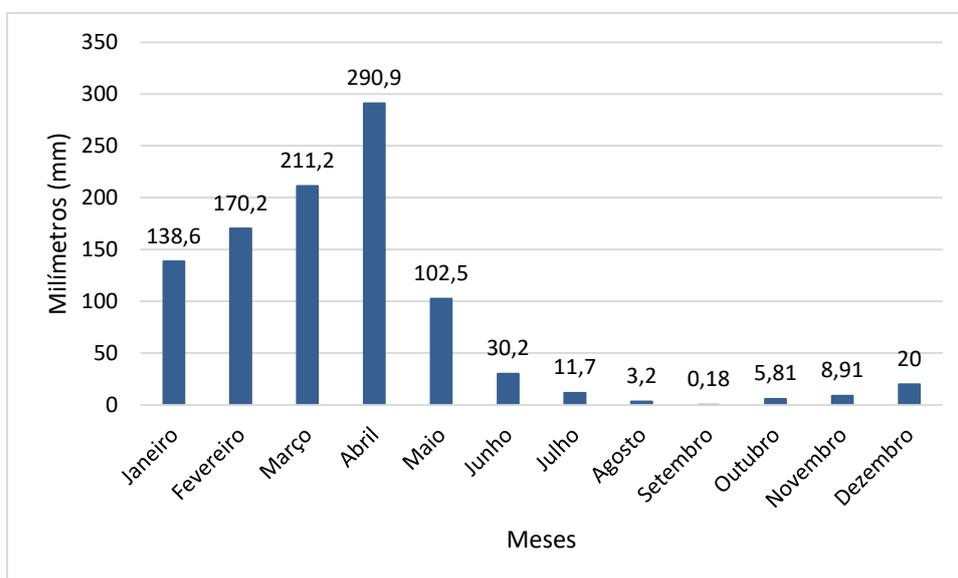
Fonte: Ferreira e Mello (2005)

Os municípios trabalhados apresentam os seguintes valores de temperatura e pluviosidade: Tianguá com temperaturas médias de 22°C a 24°C e pluviosidade média anual de 1210 mm, Ubajara com temperaturas médias de 24°C a 26°C e valor de pluviosidade média

anual de 1484 mm e Frecheirinha com médias de temperatura de 26°C a 28°C e pluviosidade média anual de 1139 mm (IPECE, 2017). De acordo com o mapa de tipos climáticos elaborado pelo IPECE com dados da FUNCEME, Tianguá e Frecheirinha estão inseridos no Clima Tropical Quente Semi-árido Brando e Clima Tropical Quente subúmido e Ubajara além de estar inserido nos dois tipos climáticos supracitados, também encontra-se em Clima tropical Quente Úmido.

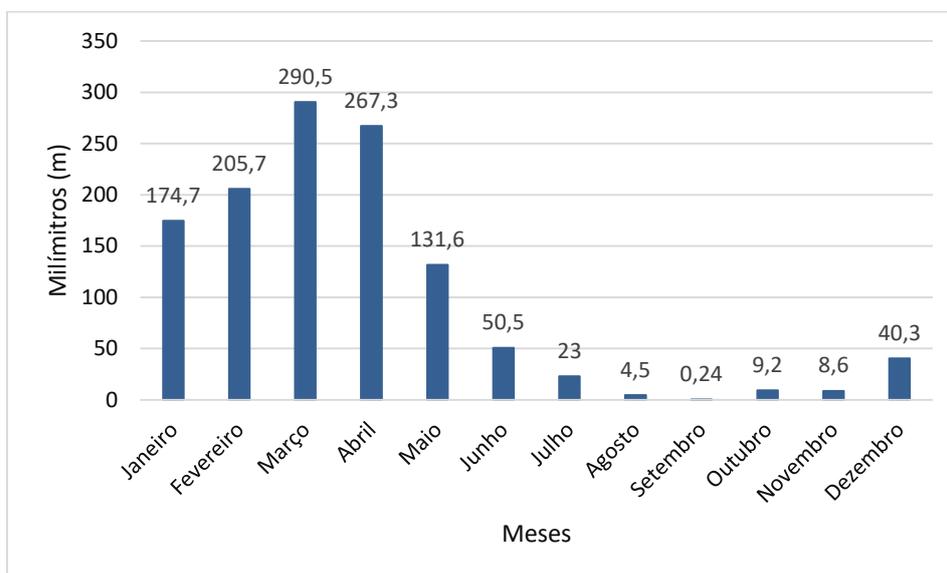
Em relação aos dados mensais de pluviosidade, estes foram coletados a partir do *site* da FUNCEME com séries históricas de 27 anos para cada posto, esse período foi escolhido por apresentar-se como uma sequência histórica mais completa para os postos utilizados no trabalho. Nos gráficos dispostos a seguir, podemos observar esses dados, onde nota-se que as maiores concentrações de chuvas estão nos meses de fevereiro, março e abril em consequência da influência da ZCIT como discutido anteriormente. Nos outros meses do ano há irregularidade nas precipitações e somente em dezembro as precipitações voltam a aumentar, esse período corresponde a pré-estação chuvosa no estado.

Gráfico 1 – Médias pluviométricas mensais do Posto Frecheirinha (1990-2017)



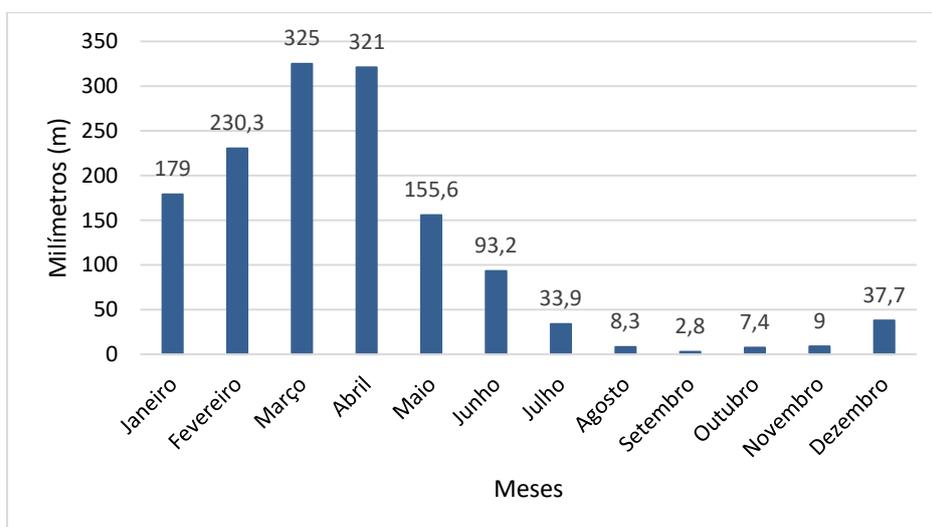
Fonte: FUNCEME, (2017)

Gráfico 2 – Médias pluviométricas mensais do Posto Tianguá (1990-2017)



Fonte: FUNCEME, (2017)

Gráfico 3 – Médias pluviométricas mensais do Posto Ubajara (1990-2017)



Fonte: FUNCEME, (2017)

No mapa de pluviosidade (Mapa 8) apresentado logo a seguir, é possível perceber que os níveis de chuva intensificam-se no platô úmido da área de estudo em consequência das chuvas orográficas, na transição para o reverso seco da área de estudo as médias pluviométricas voltam a diminuir sendo as menores da espacialidade de estudo:



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR **Labomar**
 Graduação em Ciências Ambientais

Compartimentação morfopedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de pluviosidade

Convenções cartográficas

- Sede municipal
- Distrito Municipal
- Estradas Pavimentadas
- ⬭ Área de estudo
- ⊕ Limites municipais



Escala numérica
 1:250.000

Localização da área de estudo



Legenda

- ▲ Postos pluviométricos

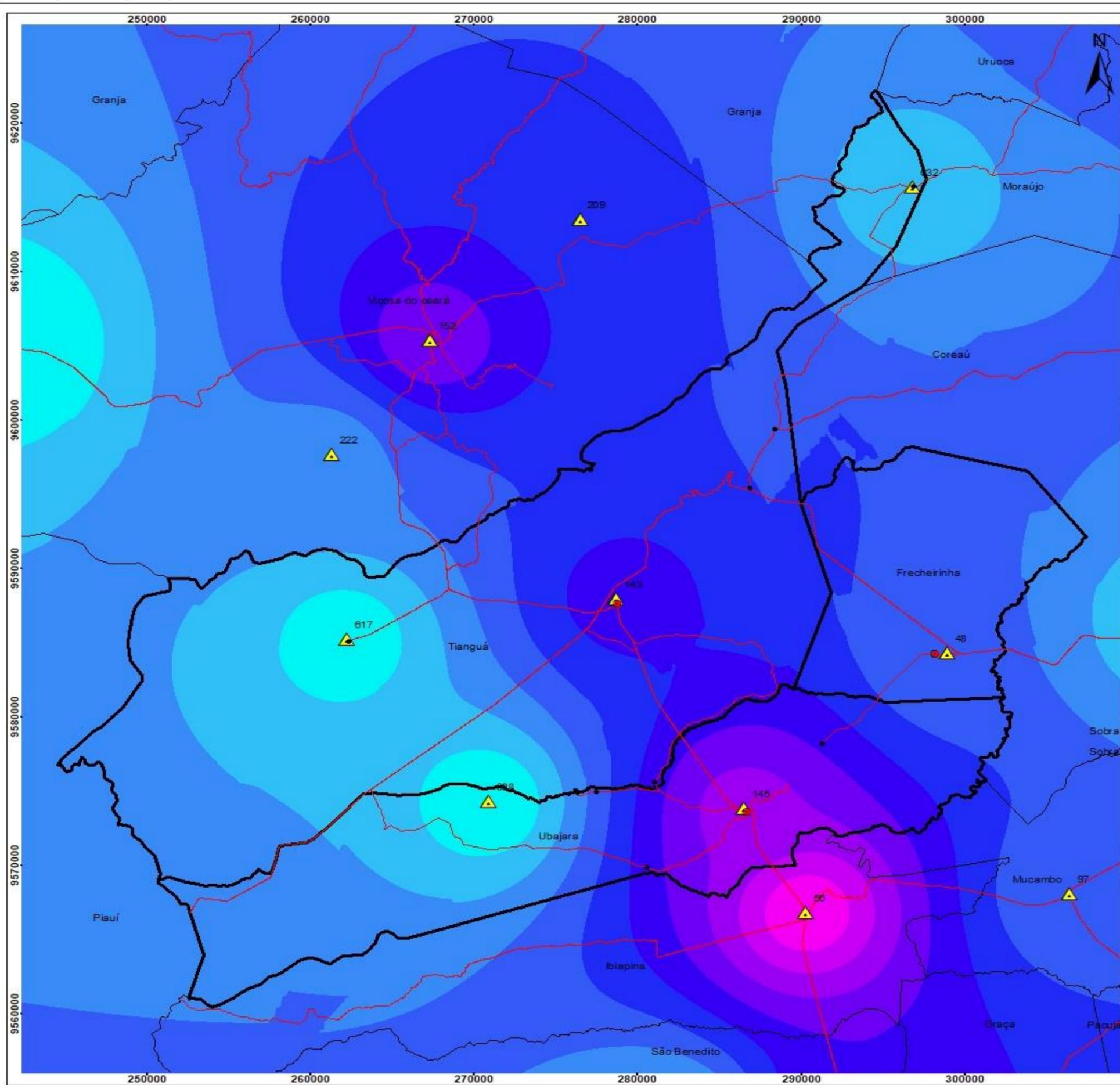
Médias pluviométricas anuais (mm) de 2000 a 2019

540,67 - 666,80	1.171,34 - 1.297,47
666,80 - 792,94	1.297,47 - 1.423,61
792,94 - 919,07	1.423,61 - 1.549,74
919,07 - 1.045,21	1.549,74 - 1.675,88
1.045,21 - 1.171,34	1.675,88 - 1.802,01

Folha A3 - 420 x 297 mm

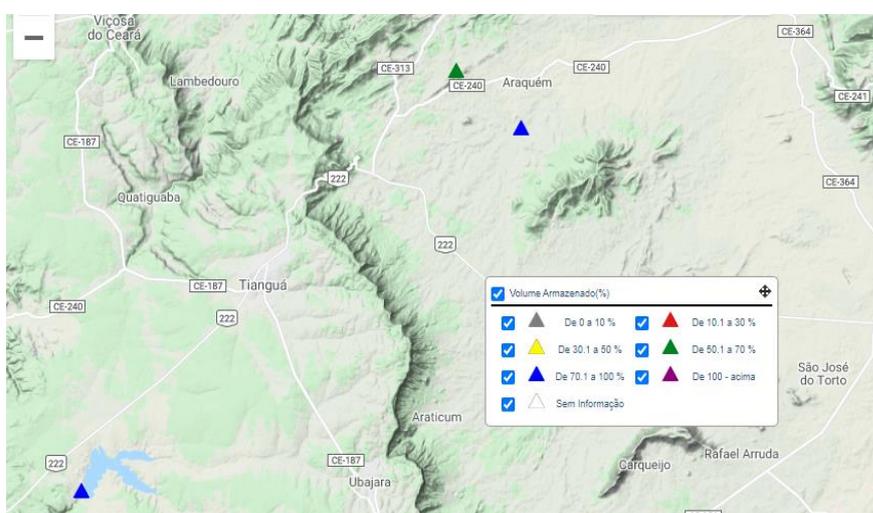
Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000. Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte de dados:
 Limites municipais, sedes municipais, distritos municipais (IPECE, 2019)
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019)
 Dados pluviométricos (FUNCEME, 2019)



Em relação aos recursos hídricos há dois açudes localizados na área de estudo, um no município de Frecheirinha denominado de Angicos e um entre os municípios de Tianguá e Frecheirinha de nome Jaburu I. Atualmente, o açude Angicos encontra-se com 82,25% da sua capacidade total entanto o açude Jaburu I encontra-se com sua capacidade de 75,55%, distinguindo-se da situação de muitos açudes no estado no período seco em consequência das suas características hídricas e climáticas. Abaixo, apresenta-se a localização desses reservatórios e seu volume armazenado, bem como um registro fotográfico do açude Jaburu I, que é o açude mais significativo da área:

Figura 19 – Volume de armazenamento dos reservatórios na área de estudo



Fonte: FUNCEME e COGERH, (2020)

Figura 20 – Açude Jaburu I em outubro de 2020 com 75,55%



Fonte: autora

4.3 Aspectos Pedológicos

Os tipos de solos identificados na área de estudo apresentam grande diversificação e associações, para sua classificação teve-se como base o Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos (FUNCEME, 2018) e para sua caracterização embasou-se no SiBCS (2018), apoiado em obras tais como Lepsh (2011), Santos (2015) e Souza (2020). Em consequência da influência do clima, litologia e relevo os processos pedogenéticos em terrenos sedimentares e cristalinos da área de estudo diferenciam-se, onde em terrenos sedimentares há a predominância de Latossolos e Neossolos enquanto em terrenos cristalinos há ocorrência mais expressiva de Argissolos. Ao todo foram identificados 07 tipos de solos, a saber: Latossolos Amarelos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Neossolos Flúvicos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos e Planossolos Háplicos Eutróficos, onde estes, estão associados a outros tipos de solos. As características de cada classe de solo são descritas posteriormente acompanhadas em sua maioria por registros fotográficos:

Latossolos

Os Latossolos da área de estudo enquadram-se como *Latossolos Amarelos Distróficos* originados dos arenitos das Formações do Grupo Serra Grande que são encontrados na área de Reverso e na área de Platô úmido em associação com *Argissolos Vermelhos Eutróficos* e *Neossolos Litólicos* da escarpa úmida e sub-úmida atingindo em direção ao reverso da Ibiapaba contato com os *Neossolos Litólicos Eutróficos* e *Neossolos Quartzarênicos Órticos*. O Latossolo amarelo apresentado na figura 21 apresenta uniformidade em termos de cor, com profundidade de um metro e mudança textural abrupta, além disso apresentam forte coesão dos agregados estruturais. Estão em áreas planas e enquanto solos distróficos possuem baixa fertilidade natural, no entanto, sua profundidade e estabilidade ambiental favorecem a implantação de sistemas de agricultura irrigada, sobretudo de fruticultura que apresentam êxito na área.

Figura 21 – Latossolo amarelo distrófico

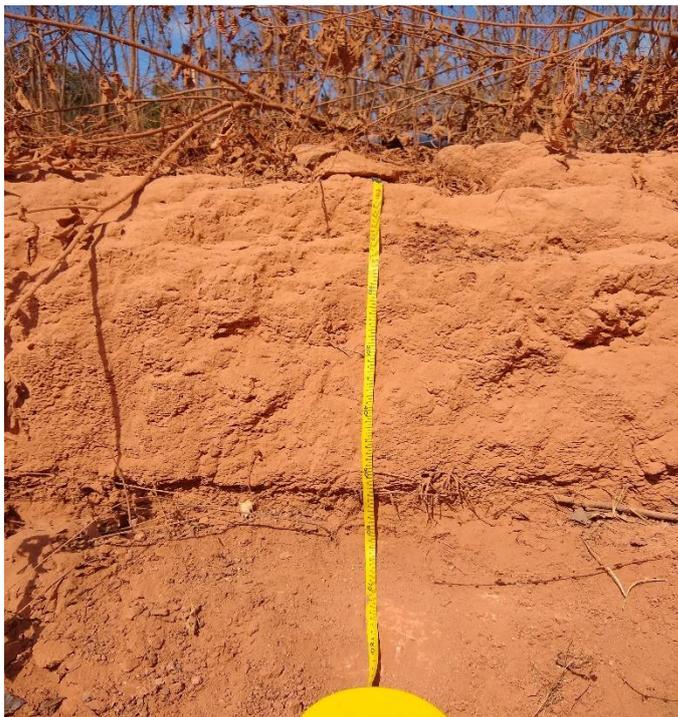


Fonte: autora

Argissolos

Os Argissolos Vermelho-Amarelos posicionam-se na Depressão Sertaneja periférica da Ibiapaba no sopé das cristas residuais enquanto os Argissolos Vermelhos eutróficos distribuem-se em cristas residuais, na frente do *front da Cuesta* em contato com os Neossolos Litólicos da Escarpa e ainda no Platô úmido em menores proporções. Em campo, observou-se Argissolos Vermelhos que são solos de origem mineral com forte presença de óxidos de ferro, que caracterizam o tom vermelho deste solo. Os Argissolos são a classe com maior representatividade dentro da depressão sertaneja da área de estudo, apresentando alta fertilidade natural.

Figura 22 – Argissolo Vermelho Eutrófico



Fonte: autora

Neossolos

Os Neossolos Quartzarênicos Órticos são solos que ocorrem em ambientes de relevo plano a suave ondulado apresentando textura arenosa ao longo do perfil com baixo teor de argila e são considerados solos pouco evoluídos, estão localizados na área de estudo com grande expressividade no Reverso da Ibiapaba. Esses, são solos bem drenados e profundos com textura uniforme e tons amarelados. Enquanto solos profundos não apresentam limitações físicas, no entanto os teores de matéria orgânica e micronutrientes são baixos e sua acidez pode ir de moderadamente a fortemente ácido. (EMBRAPA, 2018; SOUZA, 2020). Nas figuras a seguir apresenta-se os registros fotográficos do solo descrito:

Figura 23 – Neossolo Quartzarênico Órtico



Fonte: Foto cedida por Yasmin Girão

Figura 24 – Neossolo Quartzarênico no município de Tianguá



Fonte: autora

Enquanto os Neossolos Litólicos Eutróficos são encontrados nos três municípios, em terreno sedimentar ocorrem na escarpa úmida/sub-úmida, no reverso seco e nos degraus estruturais, enquanto em terreno cristalino são encontrados nas cristas residuais e em pequenas proporções em terrenos aplainados de Frecheirinha. São solos pouco evoluídos com pouca profundidade, contato lítico a partir de 50 cm e com textura predominantemente arenosa. (EMBRAPA, 2018). Além disso, esse tipo de solo encontra-se associado a terrenos que apresentam declividade que variam de ondulado a montanhoso. Na área de estudo esses solos apresentam-se como eutróficos, no entanto, apresenta impedimentos para atividades agrícolas em consequência das limitações físicas.

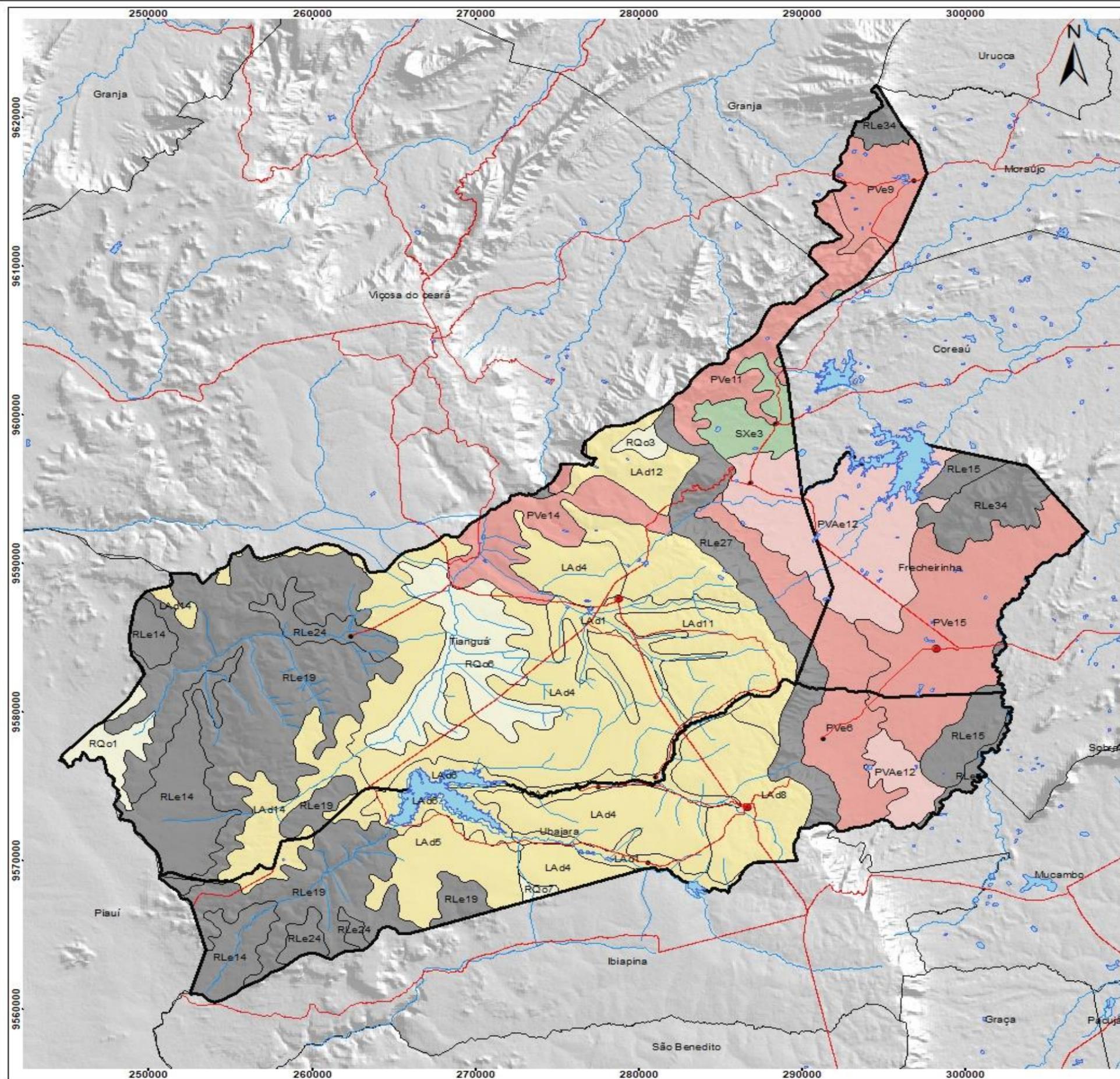
Figura 25 – Neossolo Litólico na área de estudo



Fonte: autora

Planossolos

Os Planossolos Háplicos ocupam as áreas planas (0-3%) e são caracterizados como solos rasos apresentados no mapeamento apenas como uma pequena mancha no município de Tianguá em terreno cristalino. São compreendidos como solos minerais, mal drenados, onde não apresentam grandes potencialidades agrícolas devido as limitações físicas mesmo apresentando alta fertilidade natural. A seguir, apresenta-se o mapeamento de solos:





Universidade Federal do Ceará - UFC
Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
Graduação em Ciências Ambientais

Compartmentação morfopedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

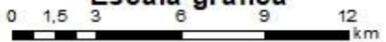
Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de Pedologia

Convenções cartográficas

- Sede municipal
- 🌊 Corpos d'água
- Distrito Municipal
- 🗺️ Área de estudo
- 🌊 Cursos d'água
- 📏 Limites municipais
- 🛣️ Estradas Pavimentadas

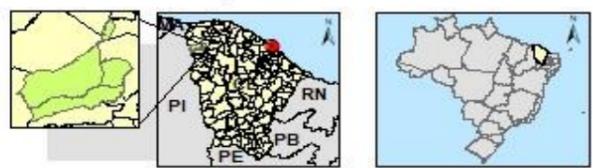
Escala gráfica



Escala numérica

1:250.000

Localização da área de estudo



Símbolo	Associação
LA d	LATOS SOLOS AMARELOS Distróficos
LA d4	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos + ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos
LA d5	LATOSSOLO AMARELO Distróficos + ARGISSOLOS VERMELHOS AMARELOS Distróficos
LA d6	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos + ESPODOSSOLOS HÚMILÚVICOS Hidromórficos
LA d8	LATOS SOLOS AMARELOS Distróficos + GLEISSOLOS HÁPLICOS Distróficos
LA d11	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos + NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos
LA d12	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos + LATOSSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos + ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos
LA d14	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos + LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
RLe 1	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos
RLe 4	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos + CHERNOSOLOS EBÂNICOS Órticos
RLe 14	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos + PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos + ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Eutróficos
RLe 15	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos + LUMOSSOLOS CRÔMICOS Órticos + PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos
RLe 19	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos + NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos
RLe 24	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos + PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos
RLe 27	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos + VERTISSOLOS EBÂNICOS Órticos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos
PVAe12	ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Eutróficos + ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos + LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos
PVe 6	ARGISSOLOS VERMELHO Eutróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos + ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos
PVe 9	ARGISSOLOS VERMELHO Eutróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
PVe 11	ARGISSOLOS VERMELHO Eutróficos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos
PVe 14	ARGISSOLOS VERMELHO Eutróficos + NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos + ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos
PVe 15	ARGISSOLOS VERMELHO Eutróficos + NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos + ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Distróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
RQo1	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos
RQo8	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos + LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos
RQo6	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos + ARGISSOLOS ACINZANTADOS Distróficos
RQo7	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico + ESPODOSSOLOS FERRILÚVICOS Hidromórficos
SXe3	PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000. Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°
 Fonte de dados:
 Limites, sedes municipais, sedes distritais (IPECE, 2019)
 Corpos d'água e cursos d'água (SRH, 2007)
 Relevo sombreado (CPRM GIS, 2011)
 Solos (FUNCEME, 2018)

4.4 Unidades fitoecológicas e uso e ocupação da terra

A vegetação é resultante da ação de agentes ambientais tais como o clima, tipos de solos, formas de relevo e processos histórico-biogeográficos que estão agindo simultaneamente. Comumente, o estado de conservação desta está relacionado com os tipos de uso que a terra recebe, sobretudo dos sistemas produtivos desenvolvidos. (MORO *et al.*, 2015). A discussão que se segue toma como base os dados de pesquisas sobre as unidades fitoecológicas existentes no local e nos dados do IBGE referentes a Produção Agrícola Municipal, Produção da Pecuária Municipal e Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, para tanto, utiliza-se uma série histórica englobando os anos entre 2004 e 2018.

4.4.1 Unidades Fitoecológicas

Na área de estudo foram identificadas 4 unidades fitoecológicas, a saber: Mata úmida, Mata seca, Caatinga e Carrasco, à proporção que as condições climáticas, características de relevo e solo se modificam ao longo do recorte espacial trabalhado, diferentes respostas de cada unidade fitoecológica são dadas, para a compressão de cada uma delas suas características serão apresentadas a seguir:

- **Mata úmida**

A mata úmida da área de estudo é uma das mais expressivas dentro do território estadual, ela abriga uma vegetação diferenciada e robusta com indivíduos de grande porte e espécies de epífitas, samambaias e briófitas e possui forte influência do bioma amazônico tendo elementos da flora amazônica como as espécies *Catasetum planiceps* e *Buchenavia grandis* (MORO *et al.*, 2015). Está localizada a partir dos 600 m de altitude no Platô úmido apresentado no mapa geomorfológico, tendo assim, forte influência da altitude do relevo e da umidade atmosférica do local. Em relação ao uso e ocupação deste ambiente, observou-se em campo que a expansão urbana e a horticultura são as atividades que se destacam no local, onde essa primeira atividade desconfigura com maior intensidade as áreas de Mata úmida. Na figura a seguir, observa-se registros fotográficos que apresentam a fisionomia da Mata úmida descrita:

Figura 26 – Mata úmida no município de Ubajara



Fonte: autora

Figura 27 – Área de mata úmida com expansão urbana



Fonte: autora

Figura 28 – Mata ciliar localizada no Parque Nacional de Ubajara



Fonte: foto cedida por Déborah Praciano

- **Mata seca**

Ocorre em ambientes com altimetria mais baixa (a partir de 300m) do que a dos ambientes onde encontram-se a Mata úmida possuindo porte arbóreo inferior ao encontrado na mata úmida, apresentando-se como uma mata subcaducifólia. Está inserida na área sub-úmida com porte mais robusto que a Caatinga, bordejando o Planalto da Ibiapaba ao longo das vertentes norte e leste, fazendo a transição entre a vegetação da superfície sertaneja e da Mata Úmida. Além disso essa vegetação desenvolve-se sobre os Argissolos da área de estudo com elevada saturação de bases, portanto, a disponibilidade natural de nutrientes contribui para o desenvolvimento da fisionomia e composição florística da mata seca. Em relação a pressão de uso sobre esse tipo de vegetação, configura-se na silvicultura e na queima para atividades agrícolas (MORO *et al.*, 2015; MOURA-FÉ, 2015).

- **Carrasco**

Esta unidade fitoecológica é caracterizada como uma vegetação decídua e não espinhosa ocorrendo sobre os depósitos do Grupo Serra Grande, em ambientes que apresentam características que permitem o desenvolvimento da vegetação esta pode apresentar porte florestal, recebendo o nome de Mata Seca do Sedimentar (ARAÚJO *et al.*, 1999; MORO *et al.*, 2015). A caatinga do sedimentar é “composta principalmente por plantas lenhosas de pequeno porte (arbustos muito ramificados ou arvoretas)” (FERNANDES e QUEIROZ, 2018 p. 54).

Em conformidade com Moro (2013) pode-se diferenciar fisionomicamente o

Carrasco da Caatinga pela densidade de indivíduos lenhosos. Além disso, as áreas sedimentares apresentam uma proporção de espécies herbáceas na comunidade bem menor que nas áreas em terrenos cristalinos (MORO, 2013).

Figura 29 – Foto aérea de Carrasco no Reverso seco



Fonte: autora

- **Caatinga**

A caatinga apresenta-se como a unidade fitoecológica mais abundante e típica da Depressão Sertaneja. É definida como decídua, espinhosa e adaptada ao clima semiárido, com apenas poucas espécies perenifólias (MORO *et al.*, 2015). Tendo como um de seus principais condicionantes a precipitação pluviométrica, a Caatinga na área de estudo encontra-se nas áreas de depressão sertaneja da área de estudo. Sua fisionomia apresenta portes distintos dependendo do local onde é encontrada. A Caatinga arbórea e arbustiva densa predominam na área trabalhada, no entanto, encontra-se também Caatinga arbustiva aberta, sobretudo no município de Frecheirinha. Comumente está associada a atividades antrópicas como agropecuária e extração de lenha e carvão. A seguir, apresenta-se registros fotográficos onde pode-se perceber uma diferenciação no porte da Caatinga:

Figura 30 – Caatinga arbórea na área de estudo



Fonte: foto cedida por Eduardo Lacerda

Figura 31 – Caatinga arbustiva densa



Fonte: autora

4.4.2 Lavouras Permanentes

As lavouras permanentes correspondem as culturas perenes de longo ciclo vegetativo entendidas pelo IBGE, (2013) como as culturas que permitem colheitas sucessivas sem necessitar de novo plantio. As culturas enquadradas nessa categoria desenvolvidas na área de estudo são: Castanha de Caju, Limão, Maracujá, Coco-da-baía, Banana, Goiaba, Mamão, Laranja, Manga, Abacate e Café, sendo essas duas últimas culturas inexistentes no município de Frecheirinha. Dentre os municípios trabalhados o município de Tianguá destaca-se na quantidade produzida de culturas agrícolas apresentando aumento na produção em 9 de suas 13 culturas permanentes, desse modo, o município consolida-se na fruticultura do estado.

Na tabela abaixo, apresenta-se uma relação comparativa dos anos de 2004 e 2018, onde nota-se o que Tianguá possui o aumento mais expressivo de áreas destinadas as lavouras permanentes:

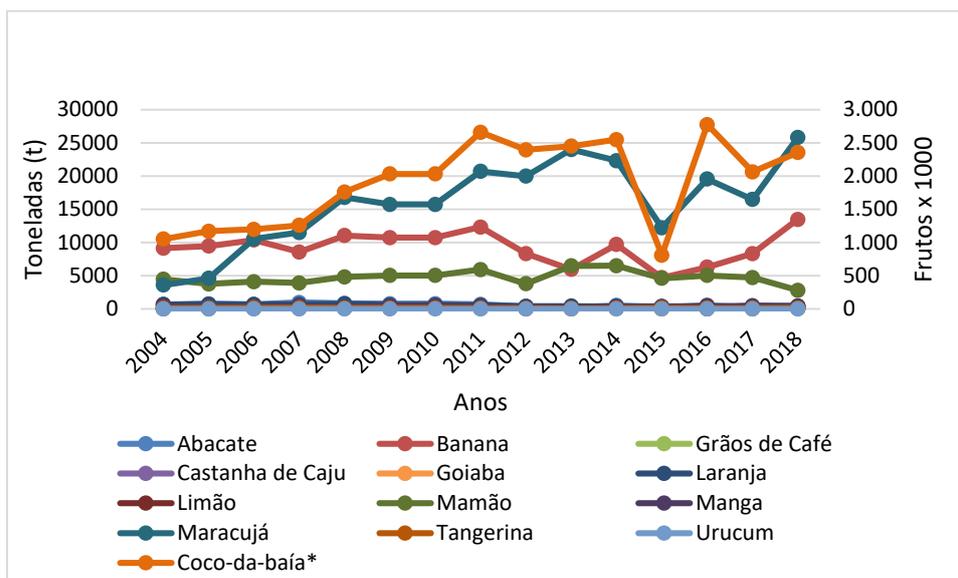
Tabela 1 – Área total destinada a lavouras permanentes em 2004 e 2018

Municípios	Área total destinada a cultura permanente (ha)	
	2004	2018
Ubajara	1.215	1.767
Tianguá	1.641	3.274
Frecheirinha	239	186

Fonte: IBGE (2018).

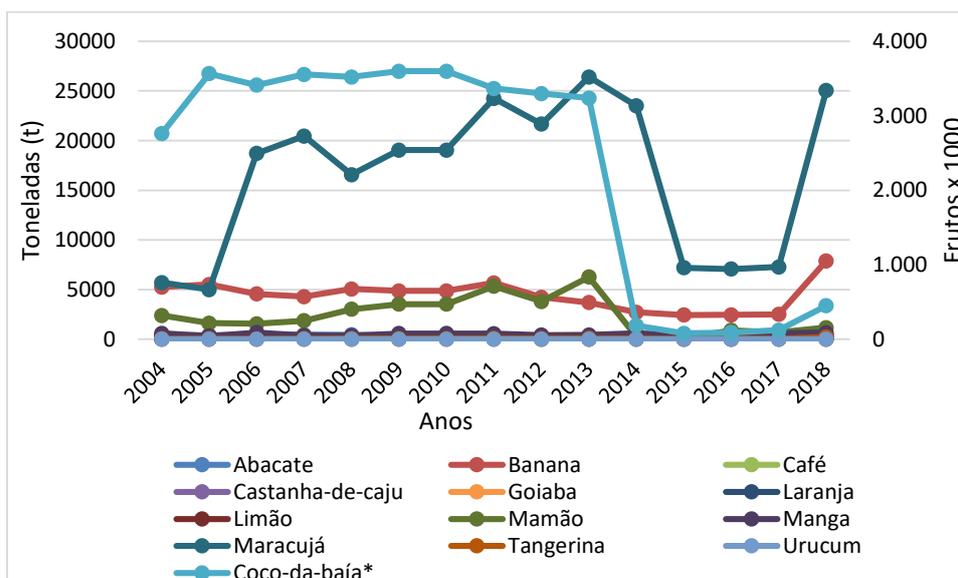
Ademais, por meios dos gráficos elaborados a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE é possível interpretar a dinâmica das culturas aludidas anteriormente nos últimos 14 anos. Reforça-se que em consequência das condições ambientais tais como a pluviosidade, temperatura e solos, na espacialidade trabalhada é possível desenvolver uma considerável diversidade de culturas características dos ambientes mais úmidos da área de estudo. No entanto, no reverso seco da área de estudo no qual apresenta índices pluviométricos menores em relação ao platô úmido, há forte expansão de fruticultura como apontam os dados e a imagens que se seguem, isso ocorre devido a estabilidade ambiental do relevo plano e dos solos profundos. No gráfico 4 podemos ver a quantidade produzida de cultura permanente em Tianguá:

Gráfico 4 – Quantidade produzida de cultura permanente em Tianguá



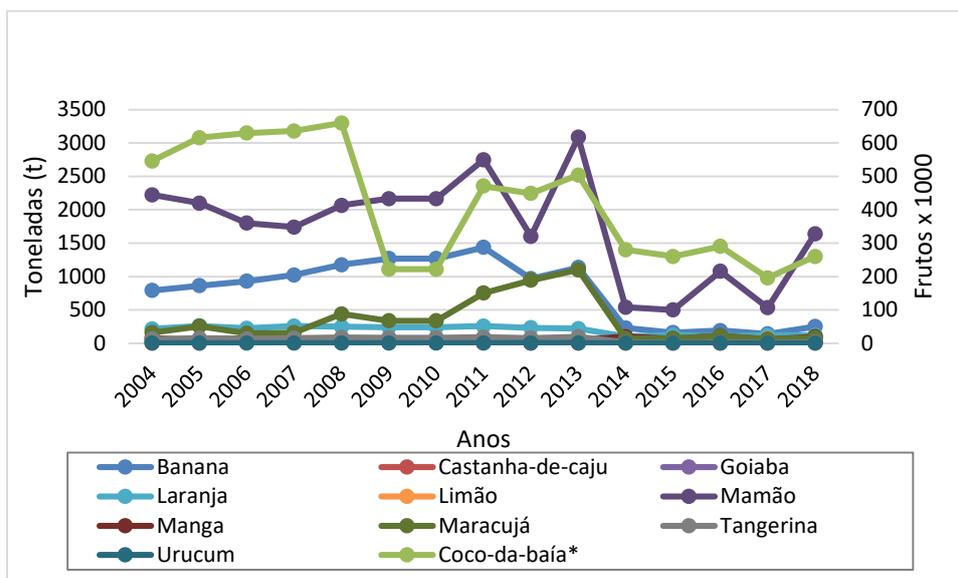
Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 5 - Quantidade produzida de cultura permanente de Ubajara



Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 6 – Quantidade produzida de cultura permanente em Frecheirinha



Fonte: IBGE, (2018).

Figura 32 – Forte existência de plantações de maracujá em Tianguá



Fonte: autora

4.4.3 Lavouras Temporárias

Segundo a definição do IBGE, (2013) as lavouras temporárias são compreendidas como culturas de curta a média duração e ciclo vegetativo muito pequeno, costumeiramente sendo inferior a um ano, dessa forma deixando o terreno disponível para novo plantio após o período produtivo, em consequência da necessidade da contínua renovação das culturas o solo

ocupado fica totalmente exposto por meses. As culturas temporárias encontradas na área de estudo apresentam uma quantidade de culturas menor do que a diversidade encontrada na Lavoura permanente, a saber: Amendoim, Cana-de-açúcar, Mandioca, Tomate, Arroz, Fava, Melancia, Batata-doce, Feijão, Milho.

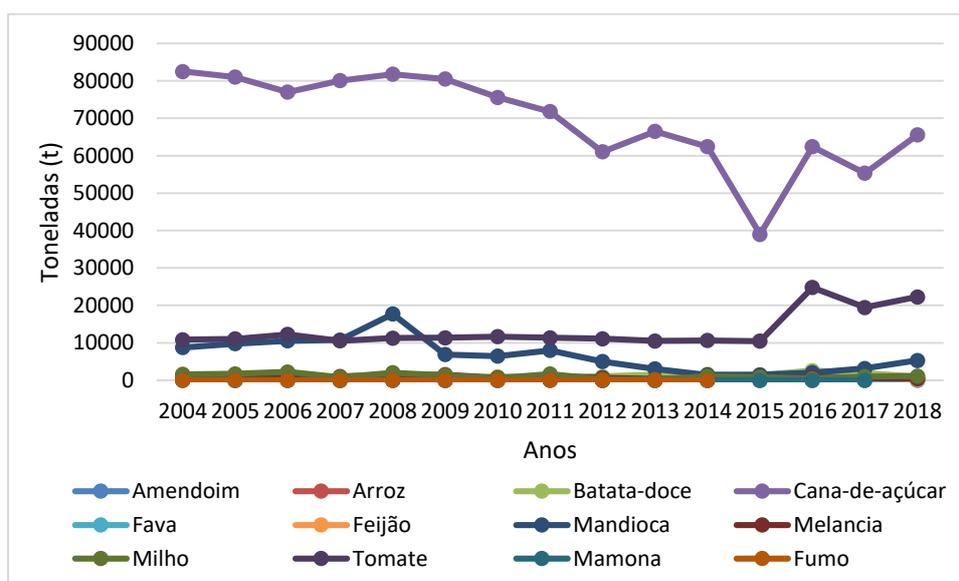
As culturas mais expressivas em quantidade produzida ao longo da área de estudo são de milho e cana de açúcar, seguidos das culturas supracitadas, ao longo do recorte temporal nota-se que as culturas de mamona, fumo, algodão deixaram de ser produzidas, bem como a cultura de amendoim em Ubajara. Analisando a tabela 2 é perceptível que nos três municípios ocorreu a redução das áreas destinadas as lavouras temporárias, sobretudo no município de Frecheirinha como pode ser visto na sequência:

Tabela 2 - Área total destinada a lavouras temporárias em 2004 e 2018

Municípios	Área total destinada a cultura temporária (ha)	
	2004	2018
Ubajara	4.098	3.483
Tianguá	10.565	7.400
Frecheirinha	6.286	2.454

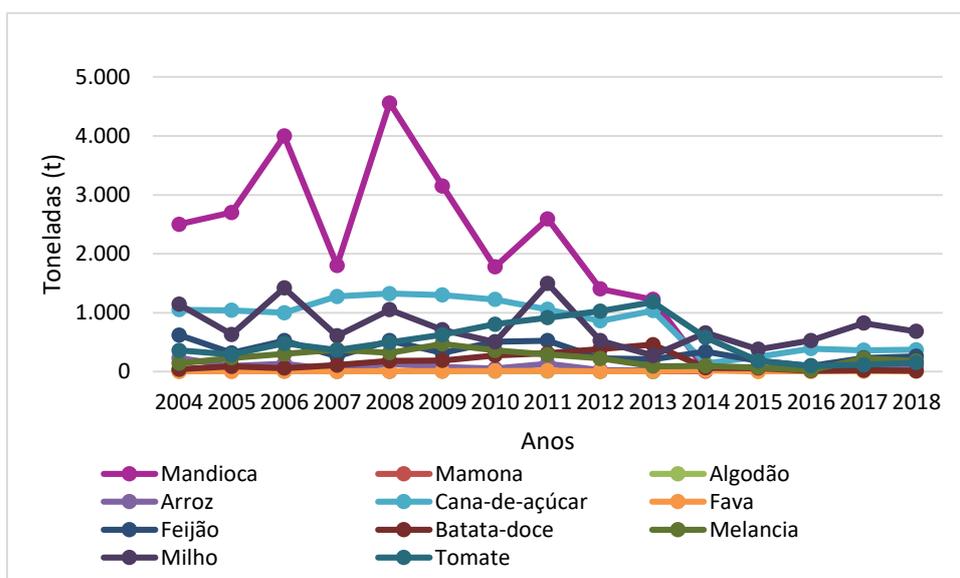
Fonte: IBGE (2018).

Gráfico 7 – Quantidade produzida de cultura temporária em Tianguá



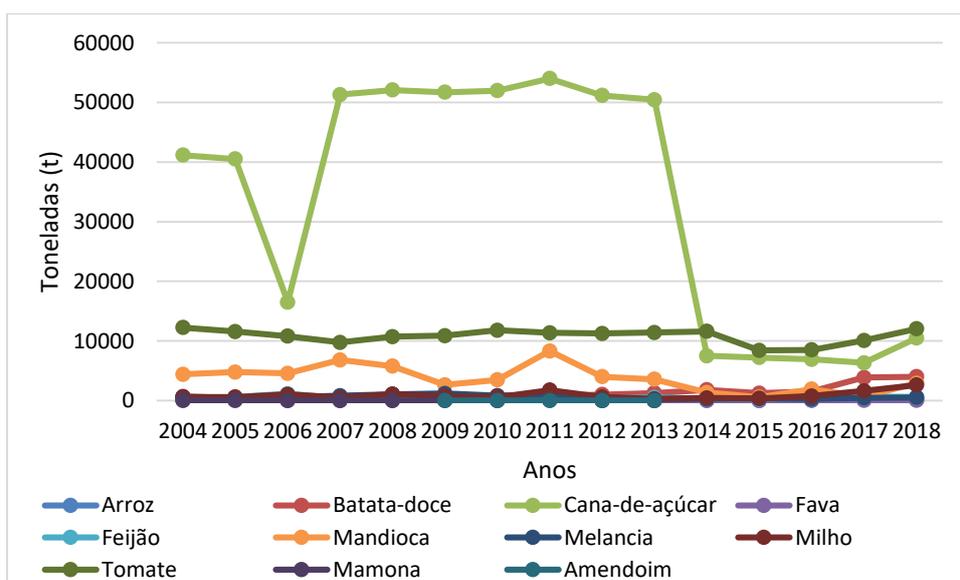
Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 8 – Quantidade produzida de cultura temporária em Frecheirinha



Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 9 - Quantidade produzida de cultura temporária em Ubajara



Fonte: IBGE, (2018).

Figura 33 – Áreas destinadas a culturas temporárias na área de estudo



Fonte: autora

Figura 34 – Área anteriormente usada para agricultura em Frecheirinha



Fonte: autora

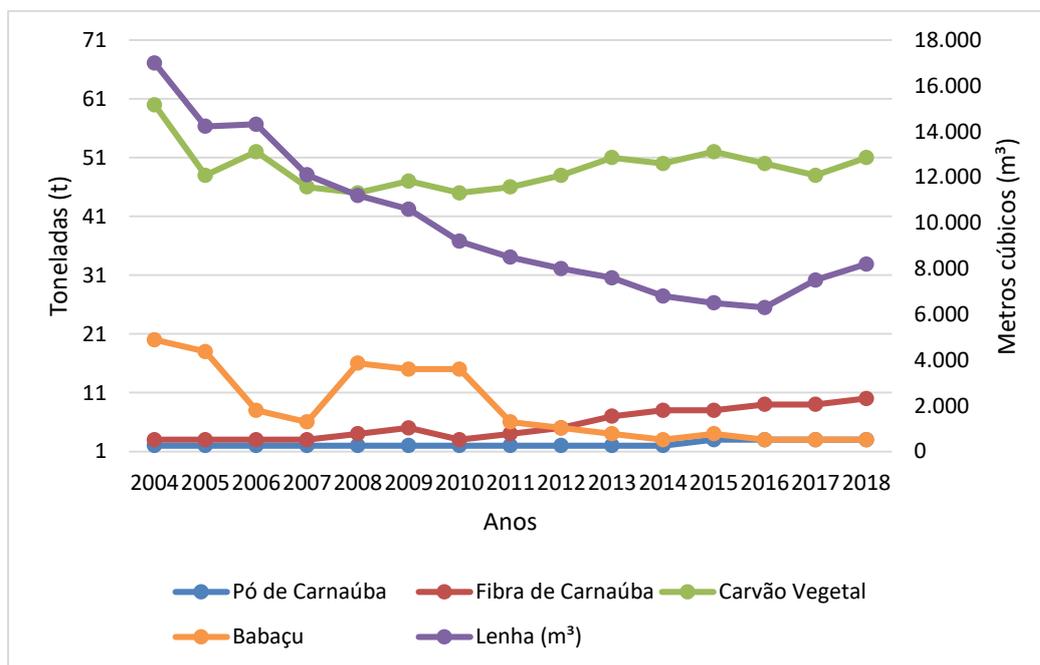
4.4.4 *Extração Vegetal e Silvicultura*

Conforme IBGE (2013), a Silvicultura apresenta-se como uma técnica relacionada as condições biológicas de povoamentos vegetais, desenvolvendo sua implantação, composição,

trato e cultivo. Essa atividade desenvolvida ao longo dos anos acarreta em um processo de degradação da cobertura vegetal, pois, trata-se unicamente da extração dos recursos naturais. Comumente essa extração vem antecedendo a ocupação do espaço pela agricultura e pecuária após o fim dos recursos, tais como lenha e carvão vegetal. Nessa perspectiva, há tanto a impossibilidade da cobertura vegetal reestabelecer-se, quanto há implantação de novas atividades exploradoras que potencializam os processos degradativos da vegetação e solo.

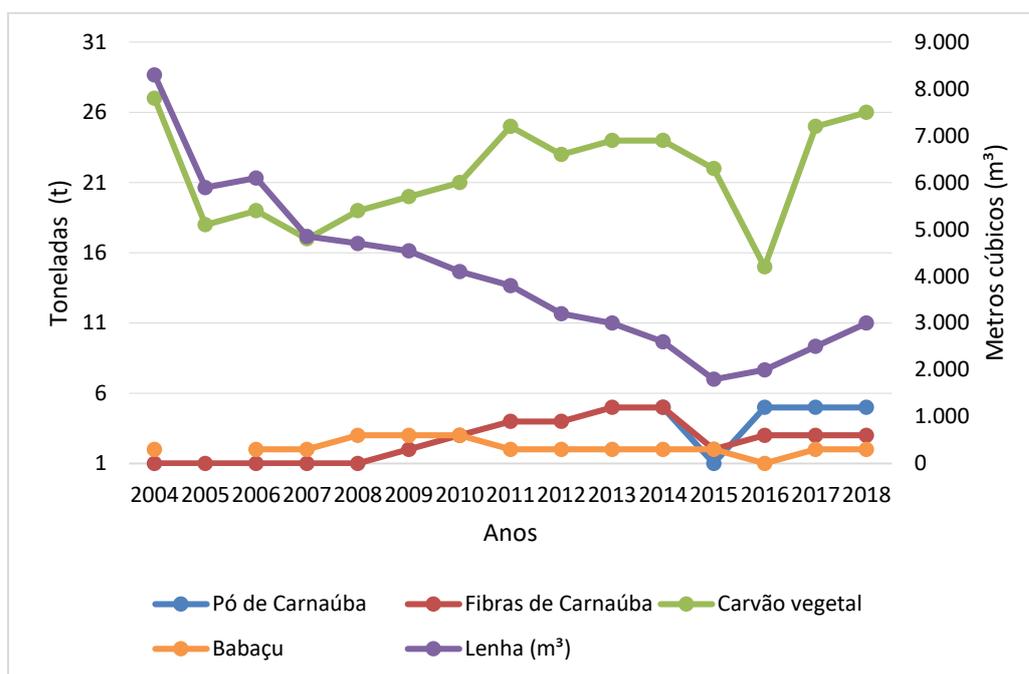
Na área de estudo há a produção de carvão vegetal, lenha, fibra de carnaúba, pó de carnaúba, e restrito aos municípios de Ubajara e Tianguá há a produção de Babaçu. A partir da interpretação dos gráficos (Gráfico 10, 11 e 12), nota-se que a produção de lenha passa por declínio acima de 50% nos três municípios bem como a produção de Babaçu em Tianguá, que durante o intervalo de análise apresentou uma queda de 85%. Já o desempenho produtivo de carvão vegetal e fibra de carnaúba em Frecheirinha apresenta um aumento significativo como pode ser observado no Gráfico 12, as outras culturas não apresentam grandes mudanças no desempenho produtivo como pode ser interpretado pelos dados abaixo:

Gráfico 10 – Extração vegetal e Silvicultura em Tianguá



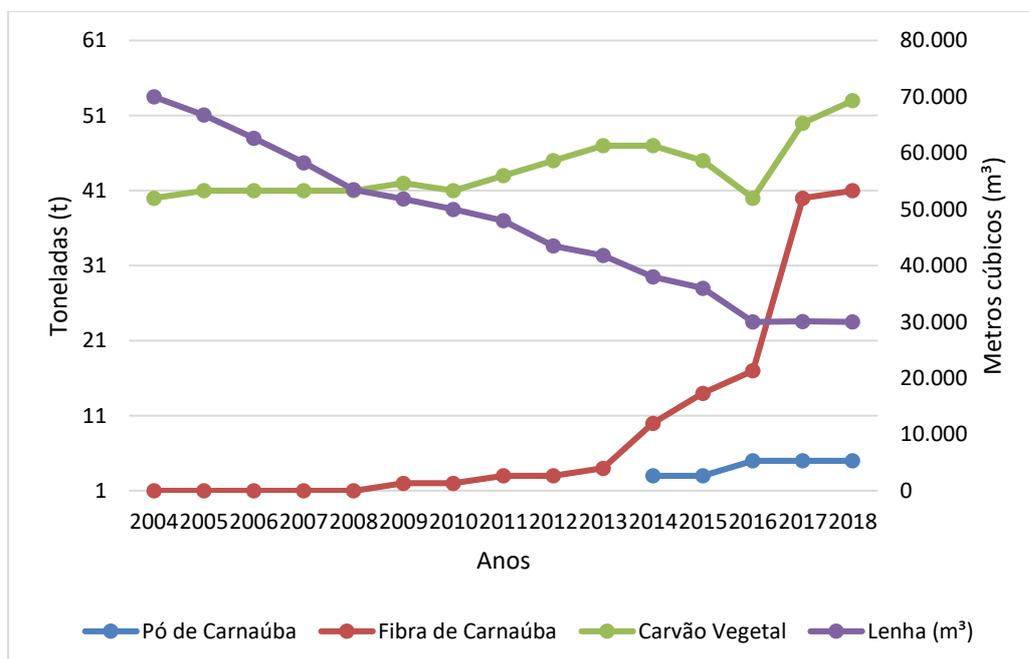
Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 11 – Extração vegetal e Silvicultura de Ubajara



Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 12 – Extração vegetal e Silvicultura Frecheirinha



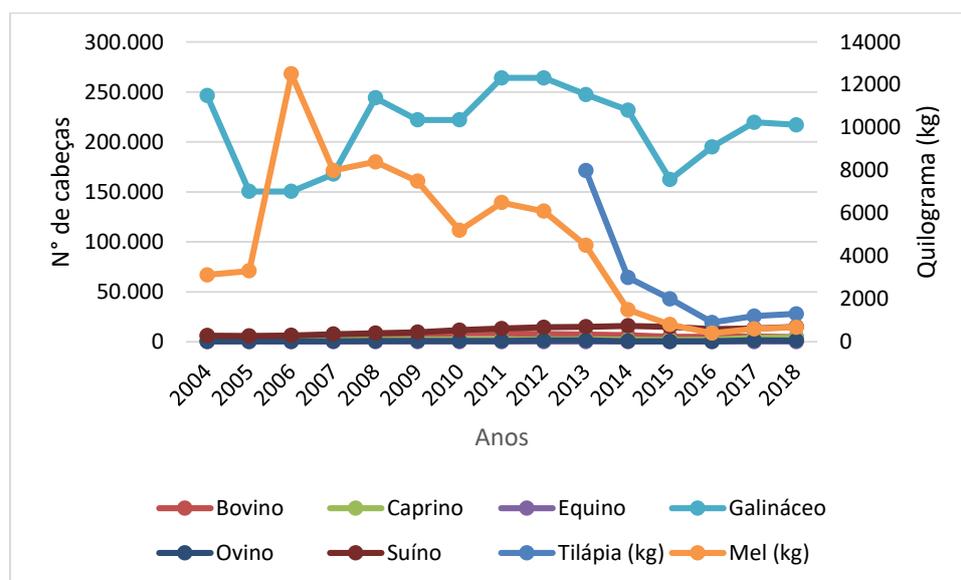
Fonte: IBGE, (2018).

4.4.5 Pecuária

A pecuária diz respeito a criação e produção de animais, caracterizando-se como uma das formas de uso da terra mais comumente difundidas no semiárido nordestino, nessa perspectiva ao longo da espacialidade trabalhada há criação de bovinos, caprinos, ovinos,

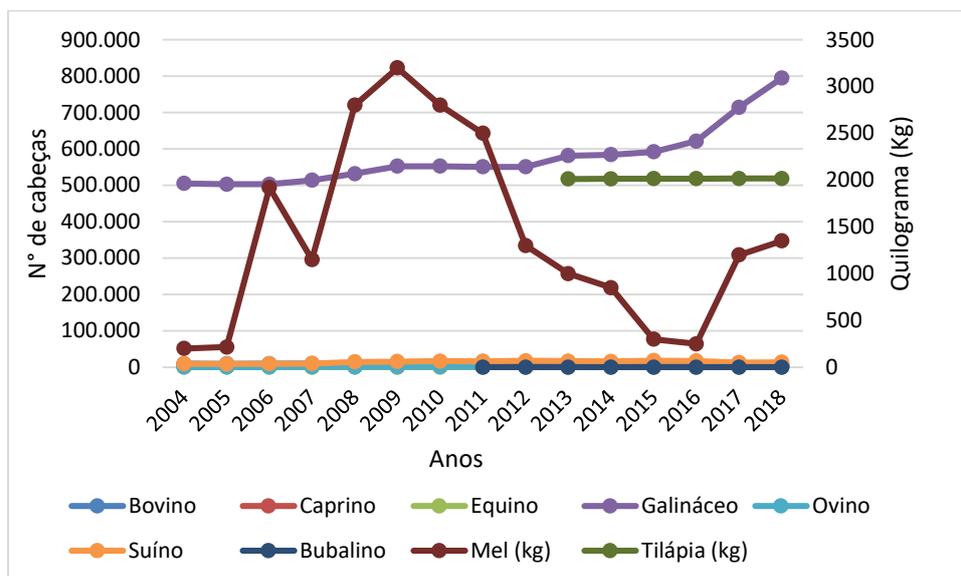
suínos, equinos, galináceos, tilápias, mel de abelha e exclusivamente no município de Tianguá há uma pequena criação de *bubalinos*. As criações com maiores representatividades dentro deste recorte são de galináceos e suínos. Por meio dos gráficos elaborados (Gráfico 13, 14 e 15) com os dados referentes a produção pecuária municipal nota-se que município de Tianguá destaca-se na área de estudo como o maior produtor pecuário, apresentando aumento na produção em sete das suas produções ao longo dos anos e apenas duas quedas produtivas, sendo uma delas a redução de 53% na criação de bovinos, produção altamente difundida no semiárido. O município de Ubajara apresentou redução na produção em cinco das suas oito produções pecuárias, sendo as a produção de tilápia e mel com quebras de 83,75% e 78,2% respectivamente. Em contraponto, a produção em Frecheirinha só apresentou redução em duas das suas oito produções, a saber: Mel e Suíno. A seguir, apresenta-se os gráficos e mapa de uso e ocupação do solo (Mapa 10):

Gráfico 13 - Pecuária no município de Ubajara



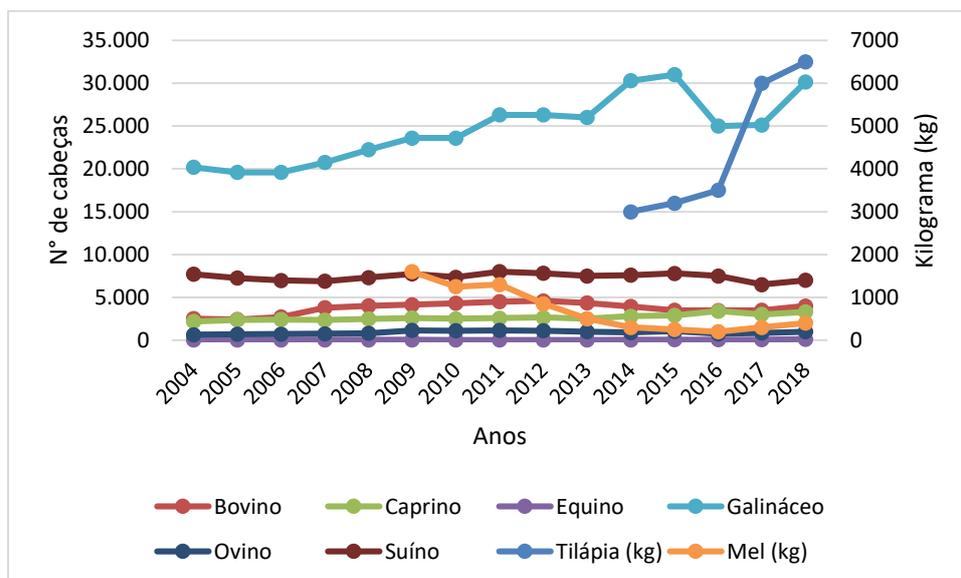
Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 14- Pecuária no município de Tianguá

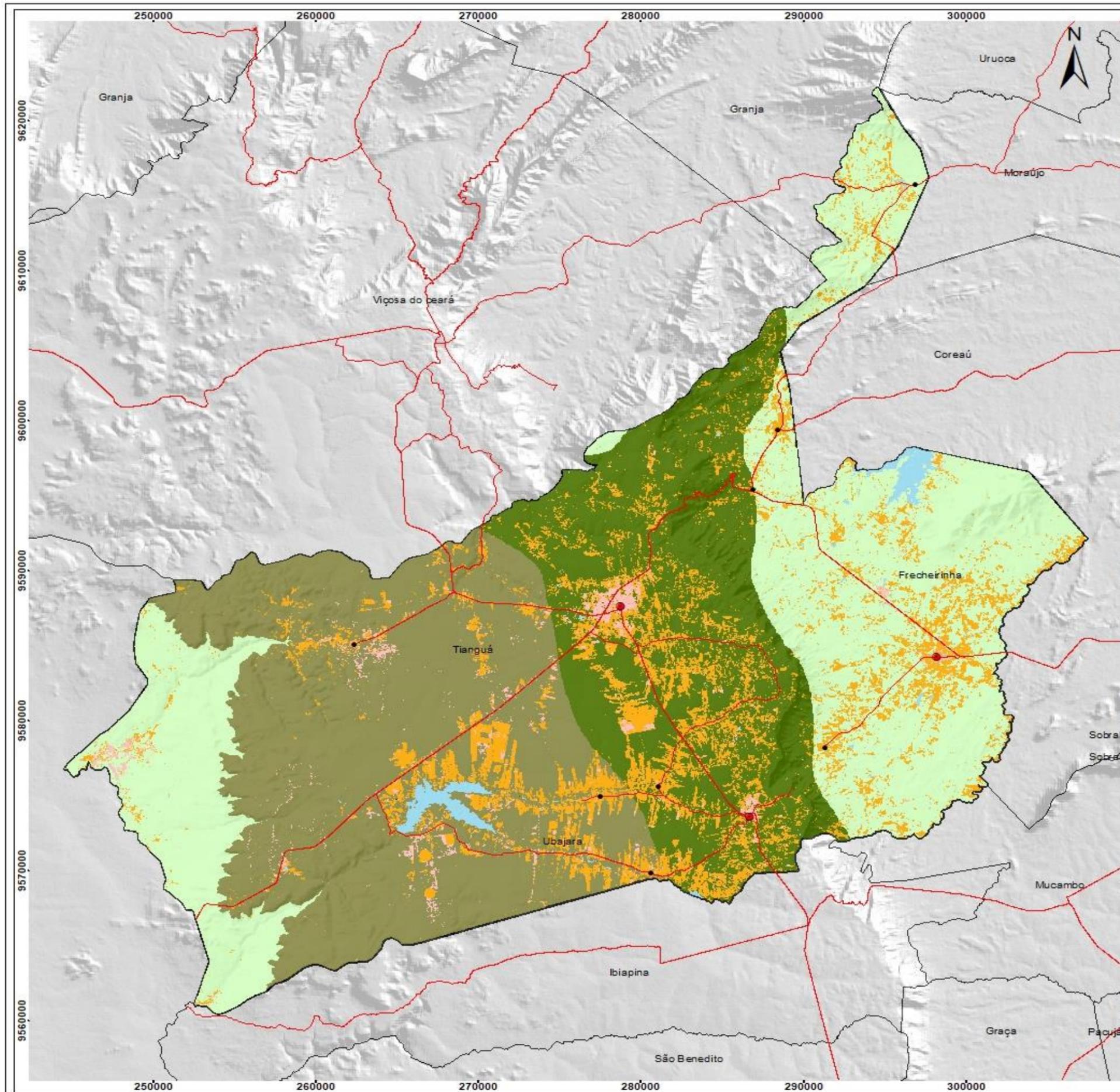


Fonte: IBGE, (2018).

Gráfico 15 - Pecuária no município de Frecheirinha



Fonte: IBGE, (2018).



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
 Graduação em Ciências Ambientais

Compartimentação morfoedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.

Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de uso e cobertura vegetal (2019)

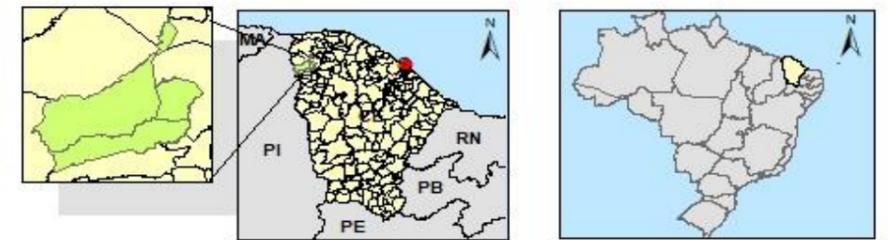
Convenções cartográficas

- Sede municipal
- Distrito Municipal
- Estradas Pavimentadas
- ⬭ Área de estudo
- ⊞ Núcleo Urbano
- ⊞ Limites municipais



Escala numérica
 1:250.000

Localização da área de estudo



Legenda

- Caatinga associada a culturas temporárias, extrativismo vegetal e pecuária,
- Carrasco
- Mata úmida associada a culturas permanentes, culturas temporárias, extrativismo vegetal e mata seca
- Culturas permanentes e temporárias associadas a outras atividades econômicas
- Corpo d'água
- Áreas antrópicas e/ou solo exposto

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000, Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte de dados:
 Limites municipais, sedes municipais, sedes distritais (IPECE, 2019)
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019)

5 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDÓGICA

Para a elaboração da compartimentação morfopedológica fez-se uso do primeiro e terceiro nível de detalhamento proposto por Castro e Salomão (2000), como apresentado no quadro do tópico 3.2. Para trabalhar no primeiro nível necessitou-se realizar a superposição de temas (geologia-geomorfologia-pedologia) e desse modo delimitou-se as unidades morfopedológicas, enquanto no terceiro nível trabalhou-se com a caracterização de cada sistema pedológico descrevendo sobre o seu comportamento físico, morfologia, uso e ocupação, características da topografia, manejo e problemas locais por serem os procedimentos principais percorridos pela metodologia. Foram definidos 07 compartimentos, a saber: CMP I – Platô Úmido, CMP II – Escarpa Úmida/Sub-úmida, CMP III – Reverso Seco, CMP IV – Degraus Estruturais, CMP V – Depressão Sertaneja, CMP VI – Cristas residuais e CMP VII – Planícies fluviais. Para compreensão desses compartimentos no quadro final abaixo, sintetiza-se as informações referentes aos dados de geologia, geomorfologia, pedologia bem como os dados de limitações e potencialidades de uso, que foram elaboradas a partir das contribuições de EMBRAPA, (2018) e BERTONI; LOMBARDI NETO, (2012).

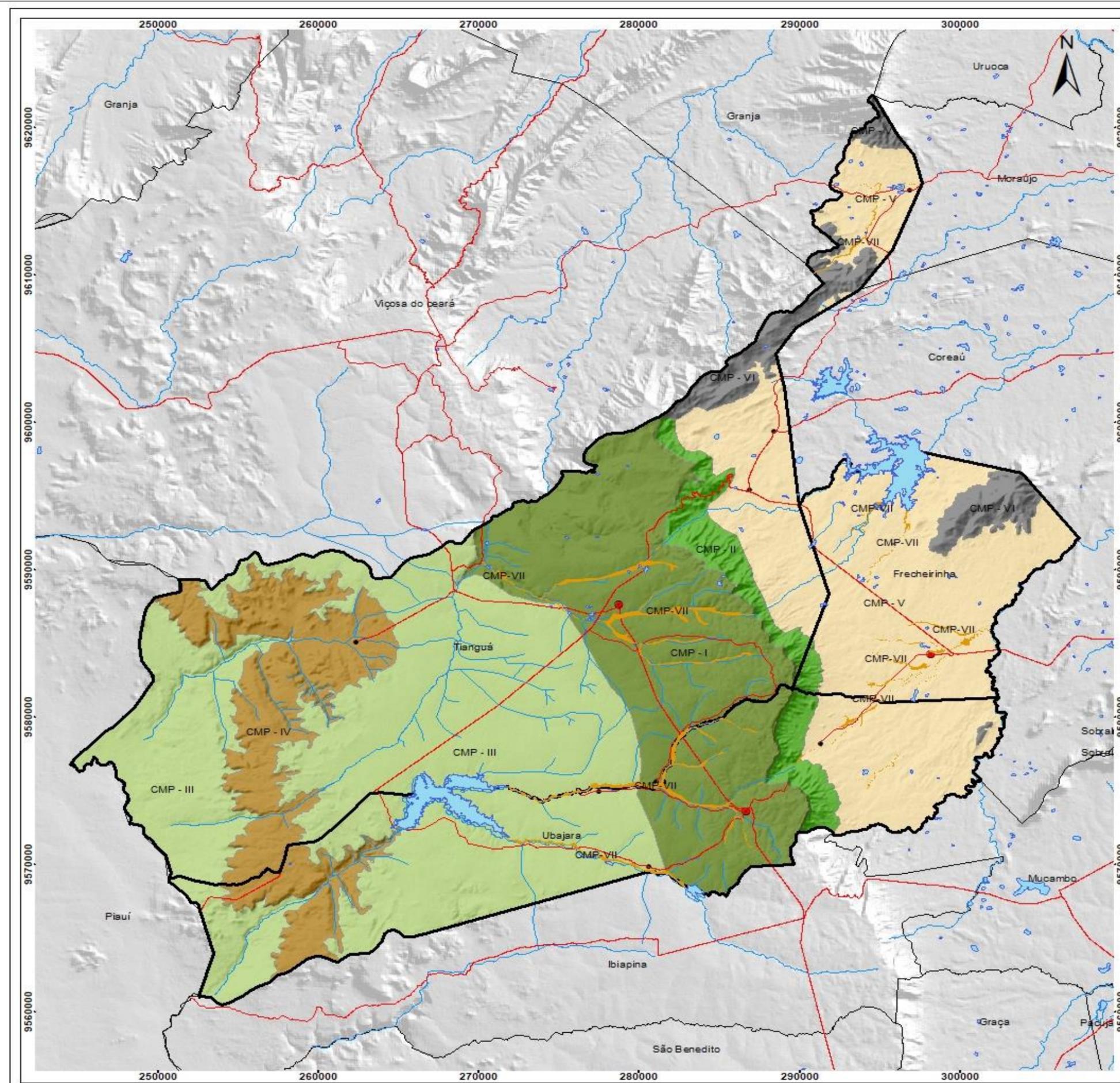
Quadro 12 – Compartimentos morfopedológicos e suas potencialidades e limitações

Compartimentos	Litologia	Relevo			Declividade	Solos	Limitações ao Uso	Potencialidades ao Uso
		Unidades	Modelados	Formas				
CMP-I	Grupo Serra Grande (Fm. Jaicós e Tianguá)	Ibiapaba	Dissecação	Platô Úmido	Plano à Ondulado	Latossolos Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelho Eutróficos	Esse compartimento apresenta Latossolos distróficos, que são solos com baixa fertilidade e alta coesão que limitam o enraizamento e necessitam de adubação. Possui Argissolos que são normalmente ácidos, com susceptibilidade a processos erosivos.	A declividade no compartimento apresenta pequenos índices de declividade; Os Latossolos possuem estabilidade permitindo assim a mecanização agrícola sendo indicados para atividades agropecuárias; Os Argissolos possuem boa fertilidade natural e boas condições físicas com potencial para uso agrícola com manejo e práticas para controle dos possíveis processos erosivos; A vegetação possui potencial para a conservação
CMP-II			Dissecação	Escarpa Úmida/Sub-úmida	Escarpado à Ondulado	Neossolos Litólicos Eutróficos	Esse compartimento possui alta declividade; Pouca profundidade no solo, susceptibilidade a processos erosivos, terreno inadequado para agricultura apesar de apresentar boa fertilidade devido à forte declividade	Possui potencial natural para uso conservacionistas, devido sua beleza cênica apresenta potencialidades turísticas associadas a preservação da biodiversidade.
CMP-III			Dissecação	Reverso seco	Plano à Ondulado	Latossolos Amarelos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos e Neossolos Litólicos Eutróficos	Esse compartimento apresenta Latossolos, que são solos distróficos apresentando baixa fertilidade e alta coesão que limitam o enraizamento. Os Neossolos Quartzarênicos	O compartimento possui pequena declividade; Os Latossolos possuem boa permeabilidade e não apresentam susceptibilidade erosiva,

							apresentam baixa fertilidade, pequena retenção de água e nutrientes e são suscetíveis a erosão; e os Neossolos líticos são pouco profundos com deficiência hídrica e susceptibilidade a processos erosivos.	sendo indicado para agricultura; Os Neossolos Quartzarênicos são solos profundos indicados para culturas perenes com manejo. Já os Neossolos Litólicos apresentam boa fertilidade natural sendo indicados para preservação da flora.
CMP-IV			Dissecação	Degraus estruturais	Forte ondulado à Montanhoso	Neossolos Litólicos Eutróficos	Neste compartimento há grande declividade; Pouca profundidade no solo, deficiência hídrica, alta pedregosidade, susceptibilidade a processos erosivos, terreno inadequado para agricultura.	Ambiente indicado para a implantação de empreendimentos eólicos e conservação da flora.
CMP-V	Grupo Ubajara (Fm. Coreaú, Frecheirinha e Caiçaras)	Depressão Sertaneja	Dissecação	Superfície Sertaneja	Plano à Suave ondulado	Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos e Planossolos Háplicos Eutróficos	No compartimento V há Argissolos que são normalmente ácidos, com susceptibilidade a processos erosivos e enquanto solos distróficos não apresentam boa fertilidade natural; Os Neossolos Litólicos possuem pouca profundidade no solo, deficiência hídrica e susceptibilidade a processos erosivos; Enquanto os Planossolos apresentam forte susceptibilidade a processos erosivos e limitações físicas como profundidade, presença de contato lítico muito próximo à superfície e baixa potencialidade agrícola.	Compartimento com pequena declividade; Os Argissolos possuem boas condições físicas com potencial para uso agropecuário com manejo e práticas para controle de processos erosivos; Recomenda-se que os Neossolos Litólicos sejam designados para usos conservacionistas. Enquanto os Planossolos apresentam alta fertilidade, mas são indicados para preservação ambiental.
CMP-VI	Grupo Ubajara (Fm. Trapiá) e Grupo Martinópolis (Fm. São Joaquim)		Dissecação	Cristas residuais	Forte ondulado à Montanhoso	Neossolos Litólicos Eutróficos e Argissolos Vermelhos Eutróficos	O compartimento VI possui forte declividade; Apresentando Neossolos e Argissolos que são solos com pouca profundidade; Apresenta deficiência hídrica e	Recomenda-se que os Neossolos deste compartimento sejam designados para usos conservacionistas devido a declividade do terreno e

							susceptibilidade a processos erosivos;	potencialidade erosiva; Os Argissolos possuem boas condições de nutrientes com potencial para uso agropecuário com manejo e práticas para controle de processos erosivos
CMP-VII	Depósitos	Planícies	Acumulação	Planície fluvial	Plano	Neossolos Flúvicos	Susceptibilidade a processos erosivos, baixa fertilidade natural, risco de inundação, excesso de umidade.	Compartimento com relevo plano; Possui potencialidades agrícolas; Indica-se a recomposição de áreas nas margens dos cursos d'água quando não existente.

Fonte: elaborado pela autora com base em EMBRAPA, (2018) e BERTONI; LOMBARDI NETO, (2012).



Universidade Federal do Ceará - UFC
 Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR
 Graduação em Ciências Ambientais

Compartimentação morfopedológica dos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha - Ceará: contribuições ao planejamento ambiental.
 Orientanda: Luzanira Fraga Ribeiro Neta
 Orientador Marcus Vinícius Chagas da Silva

Mapa de compartimentos morfopedológicos

Convenções cartográficas

- Sede municipal
- Distritos municipais
- Cursos d'água
- Estradas Pavimentadas
- Corpos d'água
- Área de estudo
- Limites municipais

Localização da área de estudo



Escala gráfica



Escala numérica

1:250.000

Simbologia	Relevo			Litologia	Associações de solos
	Unidades	Modelados	Formas		
CMP-I	Ibiapaba	Diss ecação	Platô Úmido	Grupo Serra Grande (Fm. Jaicós e Tianguá)	Latossolos Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho Eutróficos e Neossolos Quartzarênicos Órticos
CMP-II		Diss ecação	Es carpa Úmida/Sub-úmida		Neossolos Litólicos Eutróficos
CMP-III		Diss ecação	Reverso seco		Latossolos Amarelos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos e Neossolos Litólicos Eutróficos
CMP-IV		Diss ecação	Degraus estruturais		Neossolos Litólicos Eutróficos
CMP-V	Depressão Sertaneja	Diss ecação	Depressão Sertaneja	Grupo Ubajara (Fm. Coreaú, Frecheirinha e Caiçaras)	Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos e Planossolos Háplicos Eutróficos
CMP-VI		Diss ecação	Cristas residuais		Grupo Ubajara (Fm. Trapiá) e Grupo Martinópole (Fm. São Joaquim)
CMP-VII	Planícies	Acumulação	Planície fluvial	Depósitos Aluvionares	Neossolos Flúvicos

Folha A3 - 420 x 297 mm

Projeção: Universal Mercator Transversal - UTM
 Datum: SIRGAS 2000, Zona 24 Sul
 Origem do sistema UTM: Equador e Meridiano - 39°

Fonte de dados:
 Limites municipais, sedes (IPECE, 2019)
 Estradas pavimentadas (IPECE, 2019)
 Corpos d'água e cursos d'água (SRH, 2007)
 Relevo sombreado (CPRM, 2011)
 Compartimentos morfopedológicos (Autora, 2020)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, a compartimentação morfopedológica apresentou-se como eficaz enquanto ferramenta para o diagnóstico e planejamento ambiental, a partir do momento que integra dados de geologia, geomorfologia, pedologia e utiliza-se de dados socioeconômicos para compreensão da dinâmica de uso para posterior identificação de potencialidades e limitações da área de trabalho. Os aspectos ambientais discutidos na caracterização da área, mostraram-se fortemente distintos, o que explica a variabilidade de solos em diferentes etapas do processo de pedogênese e variados tipos de vegetação.

Desta feita, foram identificados 7 setores morfopedológicos onde, dentre os compartimentos definidos, o compartimento Reverso seco apresentou relevos mais planos e solos mais desenvolvidos, mostrando-se como o compartimento mais adequado para o desenvolvimento de atividades agrícolas em grande escala, como atualmente é realizado, no entanto, durante o desenvolvimento dessa atividade econômica necessita-se realizar o manejo adequado do uso do solo para que esse recurso não venha a se exaurir. Em contrapartida, necessitam-se de maior atenção: o compartimento Platô Úmido em consequência da expansão urbana existente na área que acarreta na necessidade da supressão vegetal e conseqüentemente impactos ambientais tais como aumento de erosões e geração de fragmentos vegetacionais. Reforça-se que o platô úmido apresenta uma grande biodiversidade de fauna e flora que destaca-se no território estadual devido seu relevante interesse ambiental; o compartimento Cristas residuais devido sua declividade que podem atingir 75%, também necessita de maiores atenção devido a susceptibilidade a fortes processos erosivos e existência de solos rasos e o compartimento Planícies fluviais por apresentar pressão de uso sobretudo da agricultura.

Com o mapeamento de solo e ida a campo mostrou-se que os solos da área encontram-se em distintos estágios pedogenéticos, onde o platô úmido e o reverso seco apresentam solos bem desenvolvidos, como os Latossolos enquanto as cristas e depressão sertaneja apresentam solos mais rasos, por tanto, salienta-se que há uma grande variação nos atributos ambientais de cada setor morfopedológico.

Em relação as formas de uso da terra, a partir da classificação da imagem de satélite e de acordo com dados tabulares, foi visto que a agricultura se configura como forma de uso predominante na área de estudo, sendo desenvolvida de forma mais extensiva sobre os municípios de Tianguá e Ubajara sobretudo no compartimento Reverso seco e Platô úmido em consequência das potencialidades já descritas. De forma sintética, com os apontamentos

realizados sobre as limitações e potencialidades de cada compartimento morfopedológico torna-se mais fácil desenvolver estratégias de manejo e conservação dos recursos naturais. Em suma, pode-se concluir que os objetivos propostos neste trabalho foram atendidos, podendo este, servir como uma fonte inicial para trabalhos futuros, para compreensão da dinâmica ambiental e de uso dos municípios trabalhados, bem como auxiliar os gestores das municipalidades trabalhadas no planejamento ambiental.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.
- AB'SABER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Revista Estudos Avançados**, v. 13, n. 36, p. 72-83, 1999. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/download/9474/11043>>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- AB'SABER, A. N. **Brasil: paisagens de exceção**: o litoral e o Pantanal Mato-grossense. Cotia: Ateliê Editorial, 2006.
- ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, F. R; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do Carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Rev. Brasil. Biol.**, 59(4): p. 663-678. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/82611/1/S0034-71081999000400015.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2020
- BASTOS, F. H (org.). **Serra de Baturité**: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 248p.
- BÉTARD, F.; PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. Caracterização morfo-pedológica de uma serra úmida no semiárido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 107-126, 2007. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/49>>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355p.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora: UFSC, 2003. 552p.
- BIZZI, A. L.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas Interiores. Brasília, CPRM, 2003. 692 p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/recursos_minerais/livro_geo_tec_rm/capII.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- BRANDÃO, R.L. **Geodiversidade do estado do Ceará**. BRANDÃO, Ricardo de Lima e FREITAS, Luís Carlos Bastos (Org.). Fortaleza: CPRM, 2014. P. 214. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16726>>. Acesso 31 out. 2020.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.
- CAMPOS, M. C. C. *et al.* Caracterização de Argissolos em diferentes segmentos de vertente na região de Jaboatão, SP. **Revista de Ciências Agrárias**. Belém, v. 55, n. 4, out./dez. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/675>>. Acesso em: 31 out. 2020.

CARMO, D. A. B.; VAL, B. H. P. Classificação dos Neossolos e Nitossolos quanto a Natureza Física, Químicas e Morfológicas. **FAZU em Revista.**, n. 10, p. 17–26, 2013. Disponível em: <https://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/viewRST/304/414>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CARVALHO, V. S. *et al.* Caracterização de Espodosolos dos Estados da Paraíba e do Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1454-1463, 2013. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n6/03.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2020

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.I]: 2005. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/18792343/livro-geomorfologia-valter-casseti>>. Acesso em: 01 maio. 2020.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 2. ed. 1995. 147p.

CEARÁ, Secretaria de recursos hídricos – SRH. **Plano estadual de recursos hídricos**. 4 vol. Fortaleza, 1992.

CASTRO, S. S. de.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **GEOUSP Espaço e Tempo**, São Paulo, n.7, p. 27-37, jun. 2000. Disponível em: < <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2000.123401>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

CASTRO, C. M.; SILVA, T. M. da. Apropriação do relevo e paisagens tecnogênicas: discussões acerca do ensino da geomorfologia com base em exemplos cariocas e fluminenses. **Terra e Didática**, Campinas, v.10, n. 2, p. 81-90, 2014. Disponível em: < <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/TED/article/view/8452>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

CAVALCANTE, A. Jardins suspensos no Sertão. **Scientific American Brazil**. n. 32, p. 60-67, jan. 2005. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/MCTI/jardins-suspensos>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

CORDEIRO, A. M. N. **Morfoestrutura e morfopedologia da Serra do Quincuncá e entorno, Ceará, Brasil**. 2017. 252 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.uece.br/mag/dmdocuments/abner_monteiro_nunes_cordeiro.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CLAUDINO-SALES, V. LIRA, M. V. **Megageomorfologia do Noroeste do Estado do Ceará, Brasil**. **Revista Caminhos de geografia. Uberlândia**. v. 12, n. 38, p. 200-209, 2011. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/16343/9157/>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará: História da Paisagem Geomorfológica**. Novas Edições Acadêmicas. 2016. 68 p.

DANTAS, M.E. *et al.* Origem das paisagens. In: BRANDÃO, Ricardo de Lima; FREITAS, Luís Carlos Bastos (Org.). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16726>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa Solos, 2018, 356 p. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf> >. Acesso em: 03 jun. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ªed. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>>. Acesso em: 31 out 2020.

FARIA, T. O. *et al.* Abordagem morfopedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 2, p.215-232, 2013. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n2/21.pdf> >. Acesso em: 02 jun. 2020.

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**, v. 1,n. 1. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215>>. Acesso em 31 out. 2020.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. de. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 70, n. 4, p. 51-56, out. 2018. Disponível em <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v70n4/v70n4a14.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

FONTANA, A. *et al.* Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. **Pesq. Agropec.** Brasília, v.51, n.9, p.1457-1465, set. 2016. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/pab/v51n9/0100-204X-pab-51-09-1457.pdf> >. Acesso em: 31 out. 2020.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos de parte do estado do Ceará; Fortaleza, 2018.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

HACKSPACHER, P. C; SOARES, J. W; PETTA, R. A. **Geologia do grupo Ubajara — região de Frecheirinha (CE)**. Belém, Pará, 1988, V.6, P. 2661-2677.

HASUI, Y; CARNEIRO, C. D. R; ALMEIDA, F. F. M; BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. 900p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro. IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf> >. Acesso em: 30 out 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171p. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf> >. Acesso em: 31 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação Brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 5, 6. Recife, p. 161-179, 2009

JOLY, F. Point de vuesur la géomorphologie. **Annales de Géographie**. v. 86 n.477, p. 522-541, 1977. Disponível em: <https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1977_num_86_477_17626>. Acesso em: 03 jun. 2020.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. *In*: TEIXEIRA, W. *et al.* (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. P. 113-138.

LACERDA, M. P. C. *et al.* Modelagem Pedomorfogeológica para o Mapeamento de Solos. **Informe Agropecuário**. v. 28, n. 241, p. 108-119, 2007. Disponível em: <<http://www.epamig.ufla.br/geosolos/publicacoes/2007/9.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.p. 456.

LIMA, G. K. **Caracterização de Vertissolos do nordeste brasileiro**. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em ciências do solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2014. Disponível em: < http://ww3.pgs.ufrpe.br/sites/ww2.novoprppg.ufrpe.br/files/documentos/glevia_kamila_lima_0.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

LOHMANN, M.; SANTOS, L. J. C. A morfopedologia aplicada à compreensão dos processos erosivos na bacia hidrográfica do Arroio Guassupi, São Pedro do Sul – RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 6, n. 2, p. 91-102, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v6i2.55>. Acesso 03 jun. 2020.

LUZ, T. E. da. **Subsídios ao planejamento por meio da interação entre os compartimentos morfopedológicos, água e cobertura vegetal**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Faculdade de arquitetura, engenharia e tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2015. Disponível em: < <https://sites.ufmt.br/ppgrh/Disserta%C3%A7%C3%B5es/Turma%202015/tamires.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

MORO, M. F. **Síntese florística e biogeográfica do Domínio Fitogeográfico da Caatinga**. 2013. 366f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2013. Disponível: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/314962/1/Moro_MarceloFreire_D.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2020.

MIYAZAKI, L. C. P. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de presidente prudente/SP**. 2014. Tese (doutorado em Geografia). Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia Disponível em: < http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/14/dr/leda_pedro.pdf>. Acesso em 30 out 2020.

MORO, M. F.; MACEDO, M.B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. D. F.; COSTA, R. C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n.3, p. 717-743, set. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-78602015000300717&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 19 fev. 2020.

MOURA-FÉ, M. M de. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba Setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação**. 2015. 307 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16898>>. Acesso em 02 jun. 2020.

MOURA-FÉ, M. M de. Caracterização hidro-climática da Ibiapaba e áreas adjacentes, região noroeste do estado do Ceará. **Caderno de Cultura e Ciência**, [Crato], v. 16, n. 2, p. 88-114, dez. 2017a. Disponível em: <<http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/1464>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

MOURA-FÉ, M. M. de. Condicionamentos Geológicos na Geomorfologia da Ibiapaba Setentrional (Ceará-Brasil). **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral. v. 19, n. 2, p.35-54, dez. 2017b. Disponível em: <<http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/325>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

MOURA-FÉ, M. M. de. Análise das unidades geomorfológicas da Ibiapaba setentrional (noroeste do estado do Ceará - Brasil). **Caminhos da geografia**, Uberlândia, v.18, n.63, p. 240-266, set. 2017. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/37662>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MOURA-FÉ, M. M. de. As serras úmidas na ocupação do território cearense. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 20, n. 2, p. 19-29, jul. 2018a. Disponível em: <<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/326>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

MORAIS, M. D. C. de. **Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam no Nordeste do Brasil: estudo observacional e numérico**. 2016. Tese (Doutorado em Meteorologia). São José dos Campos: INPE. 231 p. Disponível em: <<http://mtc21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/01.25.15.04/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2020.

MOREIRA, M. M. M. A.; GATTO, L. C. S. Geomorfologia: Planalto da Ibiapaba. *In: Projeto RADAMBRASIL*. Folha SA.24 Fortaleza. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv12784.pdf>>. 07 jun. 2020.

NASCIMENTO, D. A. *et al.* Geologia: Mapeamento Regional. *In: Projeto RADAMBRASIL*. Folha SA.24 Fortaleza. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv12784.pdf>>. 07 jun. 2020.

OLIVEIRA, V. C. V.; CASTRO, S. S.; Susceptibility and risks to water erosion in the upper of Araguaia river basin (GO/MT), Brazil. **Sociedade & Natureza**, v. 1, n. 1, p.697-708, 2005.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/40424544_SUSCEPTIBILITY_AND_RISKS_TO_WATER_EROSION_IN_THE_UPPER_OF_ARAGUAIA_RIVER_BASIN_GOMT_BRAZIL>. Acesso em: 03 jun. 2020.

OLIVEIRA, L. B. de. *et al.* Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1333-1345, out. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500026>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

PEREIRA, R.C.M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. 2ª ed. atual. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 480.

PEREIRA, E. *et al.* Evolução das sinéclises paleozóicas: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná. In: HASUI, Y. *et al.* (Org). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 374-394.

PINÉO, T. R. G. *et al.* **Folha Viçosa do Ceará - SA.24-Y-C-V**. Estados do Ceará e do Piauí. Fortaleza: CPRM, 2018, 1 mapa colorido. Escala 1:100.000. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18674>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

PINÉO, T. R. G. *et al.* **Mapa geológico do estado do Ceará**. 1 mapa colorido. Escala Estado do Ceará, Fortaleza: CPRM, 2020. Escala: 1:500.000. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20418>>. Acesso em: 31 out. 2020.

RÊGO, L. G. S. *et al.* Pedogênese e classificação de solos da fazenda experimental "Rafael Fernandes" no município de Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, dez. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252016000401036&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 abr. 2020.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 6, p. 17-29, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108/50829>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2005. 85 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208 p.

SANTOS, F. L. A. **Bases Geográficas ao Zoneamento Ecológico-Econômico do Planalto da Ibiapaba: municípios de Tianguá e Ubajara – Noroeste do Ceará**. 2015. 217 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <<https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=84929>>. Acesso em: 18 mai. 2020.

SANTOS, F. L. de A.; NASCIMENTO, F. R do. Dinâmica hidroclimática do Planalto da Ibiapaba e sua depressão periférica circunjacente: estudo de caso nos municípios de Tianguá e Ubajara - Noroeste do Ceará. **Revista Ra' e Ga**, Curitiba, v. 39, p. 57-75, abr. 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/41915/32068>>. Acesso em: 02 mar 2020.

SILVA, Í. B. da. **Compartimentação morfopedológica aplicada ao potencial de erosão laminar: uma análise da bacia hidrográfica do Alto Banabuiú-CE**. 2019. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019

SILVA JUNIOR, O. G da. *et al.* **Folha Frecheirinha, SA.24-Y-C-VI**: carta geológica - escala 1:100.000, Belém: CPRM, 2014. 1 mapa, colorido. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17764>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C., SOUZA, M. J. N., MORAES, J. O. (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000. AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332p.

SOUZA, M.J.N. A Ibiapaba e Depressão Periférica Ocidental do Ceará. **3º Enc. Nac. de Geo.** AGB, UFC, SUDEC, Fortaleza: 1978.

_____. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia**. Fortaleza, v. 1, p. 73-91, jun. 1988.

_____. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. Parte I. In: LIMA, L.C.; MORAIS, J.O. de.; SOUZA, M.J.N. de. (org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. FUNECE, Fortaleza: 2000. p.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 5, n. 9, pag. 85-102, jan. /jun. 2006. Disponível em: < <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/91>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

SOUZA, G, M e. **Modelagem ambiental para a delimitação de brejos de altitude com estudo de casos para os maciços da Aratanha, Maranguape, Juá e Conceição - estado do Ceará**. 2014. 138 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: < http://www.uece.br/mag/dmdocuments/guilherme_marquese_souza1.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

SOUZA, G, M e. **A teoria dos redutos e refúgios florestais: uma análise retrospectiva entre o Planalto da Ibiapaba e o Maciço da Meruoca, Ceará**. 2020. 149 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020.

SOUZA, A. R. *et al.* Caracterização e interpretação de um Planossolo háplico Eutrófico do agreste pernambucano, Brasil. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 10, p.271-279, 2013. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/316>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

TOMAZ, V. T. **Morfopedologia como subsídio ao planejamento ambiental do município de Caucaia, Ceará**. 2017. 89 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/25111>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

TRICART, J. Divisão morfoclimática do Brasil central. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 31, p. 3-44, 1959. Disponível em: <<https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/view/1247>>. Acesso em 30 out 2020

_____. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TRICART, J.; KILIAN, J. **L'éco-Geografie et l'aménagement du Milieu Naturel**. Paris: Maspéro, 1979. 325p. Disponível em: <<https://excerpts.numilog.com/books/9782348033971.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

VILLELA, F. N. J. **Análise da relação relevo-rocha-solo no contato Planalto Atlântico – Depressão Periférica Paulista**. 2011. 257 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-25052012-153126/publico/2011_FernandoNadalJunqueiraVillela_VRev.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2020.

VILLELA, F. N. J. *et al.* Morfopedologia e zoneamento voltado à ocupação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 30, p. 179-192, 2015. Disponível em:<<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/102857/107763>> Acesso em: 04 jun. 2020.

VITTE, A. C. A construção da geomorfologia no Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 12, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v12i0.262>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará, 2007. p.169-188. In: Silva, J.B.; Cavalcante, T.C.; Dantas, E.W.C. (eds.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Edições Demócrito Rocha, Fortaleza. 480p.

ZANELLA, E. M. Condições sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente. n.36, vol. especial p. 126-142, 2014. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176/2680>>. Acesso em: 02 mar.2020.