



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

LUCAS LOPES BARRETO

**INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO
CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL.**

FORTALEZA

2018

LUCAS LOPES BARRETO

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO
CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL.

Defesa apresentada ao curso de Doutorado em Geografia ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Linha de pesquisa: Natureza, Campo e Cidade no Semiárido.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.

FORTALEZA

2018

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

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

- B263i Barreto, Lucas Lopes.
Indicadores Gebiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação : nas Serras de Uruburetama, da Meruoca e nos sertões do Centro norte – Ceará – Brasil. / Lucas Lopes Barreto. – 2018.
186 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia , Fortaleza, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira..

1. Sistemas Ambientais. 2. Desertificação. 3. Indicadores Gebiofísicos. I. Título.

CDD 910

LUCAS LOPES BARRETO

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO
CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL.

Defesa apresentada ao curso de
Doutorado em Geografia ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Ceará como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Doutor em Geografia.

Linha de pesquisa: Natureza, Campo e
Cidade no Semiárido.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rubson Pinheiro Maia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza
Universidade Federal do Ceará (UECE)

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

À todos que acreditam na educação pública como o caminho para diminuir os problemas ambientais e sociais deste país.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas suas ações sobre a minha vida, sobre a minha família e sobre meus amigos.

Aos meus pais, Everardo e Zulene, e meu irmão, Felipe, que sempre me motivaram e me incentivaram a estudar, esforçando-se, cotidianamente, para me proporcionar toda uma estrutura necessária para as minhas realizações profissionais e pessoais.

Aos meus padrinhos, Luismar e Gláucia, por me darem tanto apoio e carinho nos diferentes aspectos da minha vida.

Aos meus avós, Chico, Elza, Floriza (*in memoriam*) e Galdino (*in memoriam*), que, mesmo com pouco estudo, mas com grande sabedoria, me mostraram o quanto é importante o respeito pelas pessoas e pela natureza.

À minha família, tanto os Lopes quanto os Barretos, por toda a atenção e todas as vivências incríveis.

À minha namorada, Ana Rosa Viana Cezário, pelo seu amor e carinho, agradeço a Deus por compartilhar o meu cotidiano com você.

Aos meus amigos, Francisco John Lennon Paixão, Luís Ricardo Fernandes da Costa, Sullivan Pereira Dantas, Kauberg Gomes Castelo Branco, Marília Damasceno, Kaline Moreira, Pedro Rafael e Pedro Nascimento, pela presença deles na minha vida. Em especial, aqueles que contribuíram ao longo desta pesquisa: a Luís Ricardo Fernandes da Costa, pelas colaborações nos trabalhos de campo e na elaboração dos mapas, e a Sullivan Pereira Dantas, pelas colaborações na questão hidroclimática.

Aos meus amigos, Marcos Vitor, Daniel, Davi, Demontier Júnior, Mariana, Juliana, Daniele, Lucas, Dhyonnathan, Neudo, Amanda, Tiago e Átila, que sempre me apoiaram nesta caminhada acadêmica.

Aos membros da Igreja Presbiteriana da Cidade dos Funcionários, que contribuíram na minha formação pessoal e espiritual.

Aos professores, coordenadores e alunos do Projeto Novo Vestibular do período em que fui bolsista, que contribuiu bastante na formação na docência.

Aos professores, coordenadores, diretores, funcionários e alunos das Escolas Municipais Washington Soares e Ernesto Gurgel, em especial: Adriana Antero, Mardônio Gomes, Antônio Sérgio Aguiar e Sherida Pinheiro.

Aos colegas de turma de doutorado.

À Prof.^a Dr.^a Vanda Claudino-Sales, por me introduzir ao mundo da pesquisa acadêmica e por seus auxílios em indicações de textos e livros.

A todos os professores do Departamento de Geografia, em especial à Prof.^a Dr.^a Edivani Souza Barbosa, à Prof.^a Dr.^a Marta Celina Linhares Sales e ao Prof. Dr. Paulo Roberto Lopes Thiers.

A todos os amigos do Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e de Desertificação (LAPED): Rosângela, Érica, Thiara, Amom, Eder, Sávio, Ricardo Matos, Tasso, Raul, Eliedir, Karolina, Jamilly, Lineu, Diego, Miguel, Rui, Hudson, Lícia, Larissa e Moisés por todas as contribuições profissionais e pessoais.

A todos os amigos do Laboratório de Geomorfologia: Henrique, Letícia, Pedro, Mikaelle, Raiane, Roberto, Wesley e Beatriz, pelo apoio nesta pesquisa.

Aos membros da banca, Prof.^a Dr.^a Maria Elisa Zanella, Prof. Dr. Rubson Pinheiro Maia, Prof. Dr. Ernane Cortez Lima e Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza, pela avaliação e pelas críticas, as quais aprimoram ainda mais esta pesquisa.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, que, com toda a sua energia, alegria e humildade, ensina que o ato de pesquisar não é individual nem egocêntrico, que toda pesquisa deve ter uma função social para contribuir em uma sociedade mais consciente e menos desigual.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela execução desta pesquisa.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo financiamento.

“A grandeza e o desenvolvimento do Nordeste e do Brasil dependem em grande parte de um bom gerenciamento, com justiça social, dos recursos do semi-árido. E o desenvolvimento do país é o resultado do desenvolvimento equilibrado das várias regiões que o compõem.”

Andrade (1986)

RESUMO

A desertificação é a degradação ambiental que diminuem a capacidade produtiva dos recursos naturais e a qualidade de vida das populações que habitam nas terras secas; constituindo um problema sistêmico, pois possuem atributos ambientais e socioeconômicos em suas causas e consequências, exigindo metodologias integradas em suas análises. A presente pesquisa teve o objetivo de elaborar indicadores geobiofísicos de suscetibilidade à desertificação e a sua aplicação sobre diferentes Sistemas Ambientais. O objeto de estudo foram as Serras da Meruoca e de Uruburetama e os sertões adjacentes, abrangendo uma área de 8.050,599km², localizada no setor norte do Estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil. A metodologia empregada foi os Sistemas Ambientais, que integraram os componentes da paisagem; e a técnica da cartografia temática, que produziram os Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação e mapas com a escala de 1:280.000. Os resultados mostram que os indicadores elaborados contribuíram em analisar os níveis de suscetibilidades, tanto dos ambientes sertanejos quanto nos serranos, possibilitando novas compreensões e delimitações espaciais da desertificação. Pode-se concluir que os Sistemas Ambientais contribuem nas análises da temática da desertificação com a integração e o diagnóstico das paisagens das terras secas, com a elaboração de indicadores geobiofísico e no mapeamento dos níveis de suscetibilidade.

Palavras-chaves: Sistemas Ambientais. Desertificação. Indicadores Geobiofísicos.

RESUMEN

La desertificación es la degradación ambiental que disminuye la capacidad productiva de los recursos naturales y la calidad de vida de las poblaciones que viven en las tierras secas; constituido un problema sistémico, pues poseen atributos ambientales y socioeconómicos en sus causas y consecuencias, exigiendo metodologías integradas en sus análisis. La presente investigación tuvo el objetivo de elaborar indicadores geobiofísicos de susceptibilidad a la desertificación y su aplicación sobre diferentes Sistemas Ambientales. El objeto de estudio fueron las Sierras de la Meruoca y de Uruburetama y los sertões adyacentes, abarcando una área de 8.050,599km², ubicada en el sector norte del Estado de Ceará, en la región Nordeste de Brasil. La metodología empleada fue los Sistemas Ambientales, que integraron los componentes del paisaje; y la técnica de la cartografía temática, que produjeron los Indicadores geobiofísicos de Susceptibilidad a la Desertificación y mapas con la escala de 1: 280.000. Los resultados muestran que los indicadores elaborados contribuyeron a analizar los niveles de susceptibilidad, tanto de los ambientes sertanejos como en los serranos, posibilitando nuevas comprensiones y delimitaciones espaciales de la desertificación. Se puede concluir que los Sistemas Ambientales contribuyen en los análisis de la temática de la desertificación con la integración y el diagnóstico de los paisajes de las tierras secas, con la elaboración de indicadores geobiofísicos y en el mapeo de los niveles de susceptibilidad.

Palabras clave: Sistemas Ambientales. Desertificación. Indicadores Geobiofísicos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Fluxo Metodológico.....	44
Figura 2	– Maciço Residual da Meruoca.....	57
Figura 3	– Maciço Residual da Uruburetama.....	58
Figura 4	– Alto estrutural de Santana do Acaraú.....	60
Figura 5	– Depressão Sertaneja.....	61
Figura 6	– Marmitas de grande dimensão.....	62
Figura 7	– Crista Residual.....	65
Figura 8	– Sopé do Maciço de Uruburetama.....	66
Figura 9	– Tabuleiro Interior.....	68
Figura 10	– Planície Fluvial do Rio Acaraú.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Desempenho do PIB preços de mercado (R\$ mil).....	106
Tabela 2	– Setores econômicos do PIB dos municípios do objeto de estudo.....	107
Tabela 3	– Evolução dos rebanhos.....	122
Tabela 4	– Evolução da produção de Carvão vegetal nos anos de 2006, 2011 e 2016.....	126
Tabela 5	– Evolução da produção de Lenha nos anos de 2006, 2011 e 2016.....	128
Tabela 6	– Dados do Índice de Aridez.....	142
Tabela 7	– Extensões dos níveis de suscetibilidades à desertificação.....	147
Tabela 8	– Comparação dos níveis de suscetibilidade em ambientes serranos e sertanejos.....	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Indicadores Suscetibilidade à Desertificação propostos no presente trabalho.....	36
Quadro 2	– Estudos de desertificação aplicados no território cearense.....	38
Quadro 3	– Materiais Cartográficos, materiais e métodos.....	42
Quadro 4	– Bacias Hidrográficas, rios e corpos hídricos.....	83
Quadro 5	– Sistemas Ambientais.....	100
Quadro 6	– Indicadores físicos ecológicos e de uso do solo de Brandt e Geeson (2008).....	132
Quadro 7	– Síntese dos Indicadores de Oliveira (2011) e os propostos.....	133
Quadro 8	– Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à desertificação.	135

LISTA DE PRANCHAS

Prancha 1 – Mapa dos postos da tipologia climática e Tabela de Tipologia climática.....	76
Prancha 2 – Mapa dos postos para o Balanço Hídrico, Gráfico da série histórica de chuvas e Gráficos dos Balanços Hídricos.....	79
Prancha 3 – Fotos dos Sistemas Ambientais A.....	98
Prancha 4 – Fotos dos Sistemas Ambientais B.....	99
Prancha 5 – Gráficos de evolução da produção agrícola nos anos de 2006, 2011 e 2016.....	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– IDH dos anos 2000 e 2010.....	112
Gráfico 2	– Evolução do IDHMs nos anos 2000, 2006, 2010 e 2014.....	114

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Localização do objeto de estudo.....	22
Mapa 2	– Geologia.....	47
Mapa 3	– Geomorfologia.....	55
Mapa 4	– Águas Superficiais.....	84
Mapa 5	– Solos.....	88
Mapa 6	– Uso e Cobertura dos solos.....	93
Mapa 7	– Sistemas Ambientais.....	103
Mapa 8	– Hidrogeologia.....	137
Mapa 9	– Declividade.....	139
Mapa 10	– Índice de Aridez.....	141
Mapa 11	– Seca.....	145
Mapa 12	– Suscetibilidade à Desertificação.....	153

LISTA DE SIGLAS

AL	Alagoas
ANA	Agência Nacional das Águas
ASAN	Anticiclones Atlântico Norte
ASAS	Anticiclones do Atlântico Sul
ASD	Áreas Susceptíveis à Desertificação
BA	Bahia
CAD	Capacidade de Armazenamento Disponível
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
CE	Ceará
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CPRM	Serviço geológico do Brasil
ENOS	El Niño – Oscilação Sul
FUNCAP	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDW	Inverse Distance Weighting
IGBD	Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPLANCE	Fundação Instituto de Planejamento do Ceará
LAPED	Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e de Desertificação
LI	Linhas de instabilidade
MA	Maranhão
MSD	Mapa Suscetibilidade de Desertificação
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OL	Ondas de Leste
ONU	Organizações das Nações Unidas
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PI	Piauí

PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RN	Rio Grande do Norte
SCM	Sistemas Convectivos de Mesoescala
SE	Sergipe
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission.
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNEP	United Nations Environment Programme
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZC	Zona de Cisalhamento
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	METODOLOGIA.....	25
2.1	Fundamentação teórica-metodológica.....	26
2.1.1	<i>Sistemas Ambientais</i>	26
2.1.2	<i>Desertificação e seus indicadores</i>	33
2.1.3	<i>A Desertificação no território cearense</i>	37
2.2	Procedimentos.....	40
3	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E AMBIENTAIS DAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E DOS SERTÕES DO CENTRO NORTE.....	45
3.1	Geologia e Geomorfologia.....	46
3.2	Clima e Recursos Hídricos.....	70
3.3	Solos e cobertura vegetal.....	87
3.4	Sistemas Ambientais.....	96
4	ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DOS ATRIBUTOS SOCIOECONÔMICOS DAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E DOS SERTÕES DO CENTRO NORTE.....	104
4.1	O Produto Interno Bruto e o Índice de Desenvolvimento Humano.....	105
4.2	Vetores econômicos.....	115
4.2.1	<i>Agricultura</i>	115
4.2.2	<i>Pecuária</i>	120
4.2.3	<i>Extratativismo vegetal</i>	126
5	INDICADORES DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO.....	131
5.1	Indicadores e análise ambiental.....	131
5.2	Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação (IGBD).....	136
5.3	Níveis de Suscetibilidade à Desertificação.....	147
6	CONCLUSÃO.....	154
	REFERÊNCIAS.....	157
	APÊNCIDE A - DADOS DOS BALANÇOS HIDRICOS DOS	

POSTOS MIRAÍMA, MERUOCA E ITAPAJÉ.....	177
APÊNDICE B - DADOS DAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS A.....	178
APÊNDICE C - DADOS DAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS B.....	179
APÊNDICE D - DADOS DAS PRODUÇÕES EXTRATIVISTAS.....	180
APÊNDICE E –TIPOLOGIA CLIMÁTICA DOS POSTOS DA PERIFERIA DO OBJETO DE ESTUDO.....	183
APÊNDICE F – ORIENTAÇÕES AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	185

1 INTRODUÇÃO

A desertificação é problema socioambiental que reflete as alterações, sejam climáticas ou sociais, sobre o meio; e as suas consequências estão nas esferas ambientais, sociais, econômicas, políticas e institucionais, mostrando a emergência de estudos integrados voltados ao processo das terras secas¹.

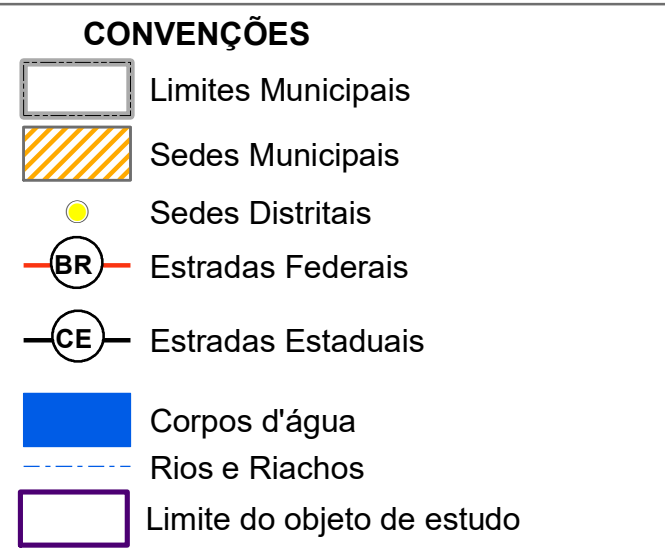
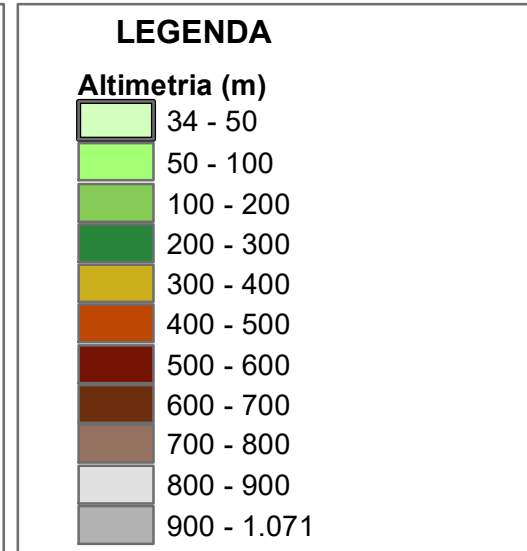
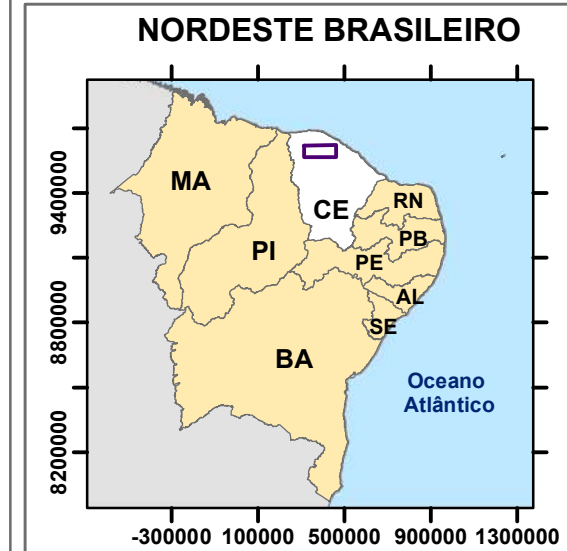
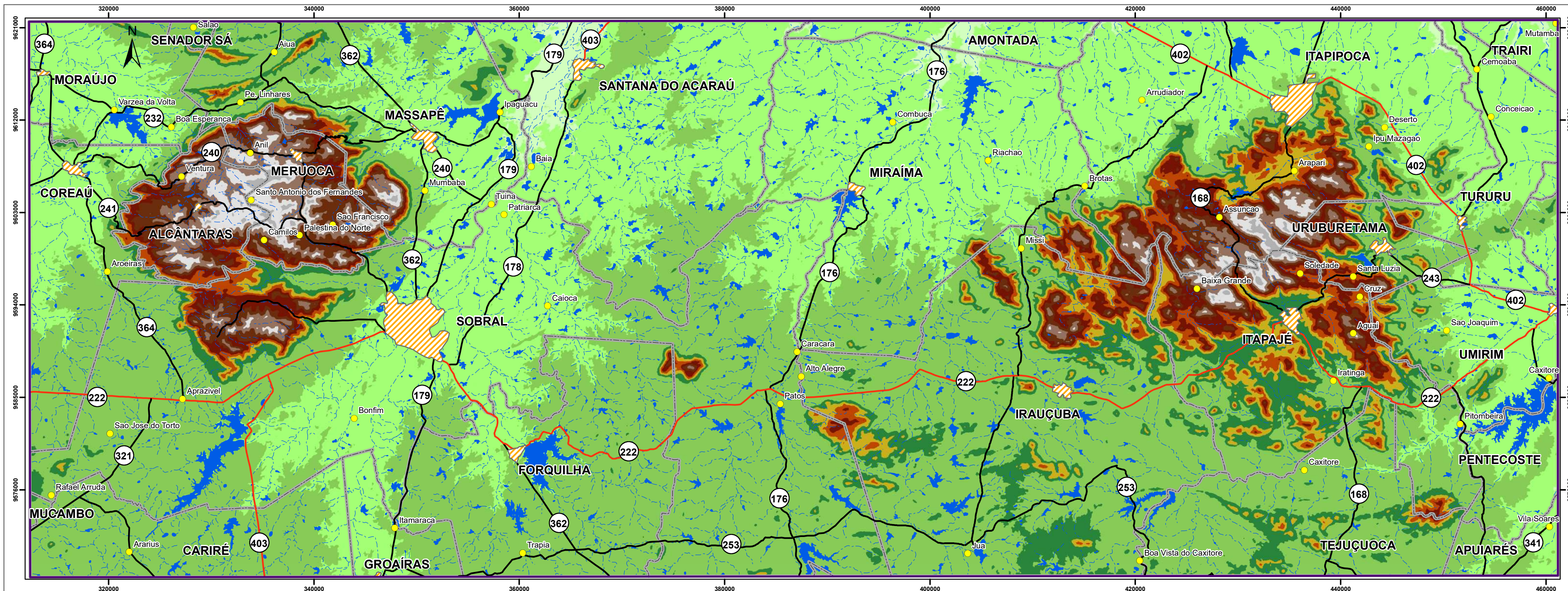
A região Nordeste é a porção do território brasileiro mais atingida pela desertificação, pois 88% dos municípios que constituem as Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) estão nessa região (BRASIL, 2004) e seus impactos são agravados por sua alta densidade demográfica (AB' SABER, 1985).

O Estado do Ceará possui atributos ambientais e socioeconômicos que potencializam às ações da desertificação, pois: o clima semiárido abrange 92% de sua área (CEARÁ, 2010), o material geológico cristalino de baixa permoporosidade é predominante, os solos rasos e pedregosos limitam os usos sociais, e as vegetações foram alteradas em função das atividades econômicas. Isso resultou em desequilíbrios que alteraram a capacidade de resiliência dos ambientes e no modo de vida das populações.

Então, buscando em contribuir nos aspectos teóricos e metodológicos dos estudos relacionados ao problema socioambiental das terras secas, a presente pesquisa analisou os níveis de suscetibilidade à desertificação, tendo como o objeto de estudo as Serras de Uruburetama, da Meruoca e seus sertões. Essa área possui 8.050,599km², localizada no setor norte do Estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil, como está representado no Mapa 1.

A Serra da Meruoca é caracterizada como um enclave úmido e subúmido (SOUZA; OLIVEIRA, 2006) e como Serra Úmida (SOUZA, 1989), sendo um ambiente de exceção se comparado ao contexto do sertão que o circunda, devido as diversidades: altimétricas, geomorfológicas, climáticas e fitoecológicas.

¹ Ambientes com climas áridos, semiáridos e subúmidos secos.



METODOLOGIA

O presente material cartográfico foi elaborado com os dados Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da National Aeronautics and Space Administration (NASA) do extraído do Earth Explorer (2018). Este material raster possui a resolução espacial de 30 metros, e as classes foram construídas em função das heterogeneidades do objeto de pesquisa.

FONTES

Earth Explorer. Consultas realizadas em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>.2018.

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
Datum: Sirgas 2000

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL.

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 1: LOCALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Mesmo com uma estruturação geoambiental tão diferenciada, essa serra é afetada pela desertificação, pois os municípios que a compõem, Massapê, Sobral, Alcântaras e Meruoca, com exceção deste último, possuem níveis de ocorrência de desertificação grave/muito grave (CEARÁ, 2010). Assim, optou-se por essa serra para entender e delimitar as áreas com e sem suscetibilidade à desertificação, buscando analisar os níveis de suscetibilidade nos ambientes serranos.

A Serra de Uruburetama é também caracterizada como um enclave úmido e subúmido (SOUZA; OLIVEIRA, 2006), com média altimétrica de 750 metros. Segundo Souza e Oliveira (2006), esse ambiente serrano possui as formas de suas vertentes diferentes, isso é um reflexo dos tipos climáticos atuantes. Nos setores mais úmidos, as declividades variam entre 10–30%, com vertentes de curta extensão, enquanto que, nos setores de clima subúmido seco, as formas tornam-se retilíneas.

A Serra de Uruburetama é constituída pelos municípios de Itapipoca, Umirim, Uruburetama, Irauçuba e Itapajé. Destes, apenas Itapipoca possui baixa suscetibilidade à desertificação, enquanto que os demais possuem os níveis muito grave, e até fazendo parte do Núcleo de Desertificação Irauçuba/Centro Norte (CEARÁ, 2010). Então, optou-se por essa serra por está em um Núcleo de Desertificação, contribuído na veracidade dos indicadores que foram propostos, e se estes podem contribuir no entendimento da desertificação em seu grau máximo de degradação.

A presente pesquisa gerou a seguinte hipótese:

➤ A análise dos ambientes serranos e sertanejos ao processo de desertificação é possível por meio do uso dos Sistemas Ambientais, devido a integração organizada dos atributos físicos, ambientais e socioeconômicos da paisagem, a elaboração de indicadores geobiofísicos e o mapeamento dos diferentes níveis de suscetibilidade.

Esta hipótese estruturou o presente trabalho e norteou nos seguintes objetivos. O objetivo geral foi: analisar os Sistemas Ambientais das Serras de Uruburetama, da Meruoca e seus sertões, destacando em sua morfodinâmica atual, as suscetibilidades à desertificação, contribuindo para as orientações de uso.

Enquanto os objetivos específicos foram:

a) Realizar o diagnóstico dos atributos físicos, ambientais e socioeconômicos.

b) Mapear os componentes geoambientais (geologia, geomorfologia, clima, águas superficiais e solos), o uso e cobertura dos solos, os Sistemas Ambientais e as suscetibilidades à desertificação.

c) Elaborar indicadores geobiofísicos de suscetibilidade à desertificação.

d) Comparar a dinâmica dos níveis de suscetibilidade à desertificação nos ambientes serranos e sertanejos.

A pesquisa foi organizada da seguinte maneira: no primeiro capítulo, intitulado Introdução, foram apresentadas a problemática, o objeto de estudo, a hipótese e os objetivos do presente estudo. No segundo capítulo, denominado Metodologia, estão as problematizações dos conceitos de Sistemas Ambientais e de desertificação, além de explicar as técnicas utilizadas e o modo sistemático de execução das etapas da pesquisa.

No terceiro capítulo, denominado: Análise e diagnóstico dos atributos físicos e ambientais das Serras de Uruburetama, da Meruoca e dos Sertões do Centro Norte, estão os dados e as análises dos componentes físicos e ecológicos da paisagem e a delimitação dos Sistemas Ambientais do objeto de estudo.

No quarto capítulo, intitulado: Análise e diagnóstico dos atributos socioeconômicos das Serras de Uruburetama, da Meruoca e dos Sertões do Centro Norte, estão os dados e as análises dos componentes sociais e econômicos do objeto de estudo e a sua correlação com os Sistemas Ambientais.

No quinto capítulo, intitulado: Indicadores de suscetibilidade à desertificação, estão a construção dos indicadores, a técnica de mapeamento e os níveis de suscetibilidades à desertificação. No sexto capítulo, intitulado Conclusão, há apontamentos sobre a hipótese levantada e questões relevantes aos estudos voltados a temática da desertificação.

2 METODOLOGIA

A realidade pode ser vista e entendida de diferentes maneiras, a ciência se propõe a ser um desses modos de se analisarem as problemáticas e as indagações existentes na sociedade, possuindo um caráter racional, fazendo estudos específicos com práticas metodológicas generalistas (ANDRADE; SCHMIDT, 2015) para obter hipóteses e resultados.

O método está no centro da construção e da organização do conhecimento científico, tendo as concepções teóricas e as execuções procedimentais, sendo essas, apresentadas e discutidas de maneira clara e sintética, para mostrar aplicabilidade da metodologia que foi utilizada. Isso contribuirá para reafirmar a veracidade da pesquisa, mostrando todo o caminho de construção de seus resultados e avaliar a metodologia escolhida, possibilitando o entendimento das potencialidades e das fragilidades dos princípios teóricos e metodológicos escolhidos.

Segundo Andrade e Schmidt (2015), a importância da metodologia está nos seus procedimentos no trabalho científico, devendo ser organizado e rigoroso, porém existem dificuldades de ter uma mesma linha de pensamento em que se agreguem métodos das ciências sociais, ciências naturais e ciências exatas em uma mesma temática e no mesmo objeto de estudo, mostrando que as pesquisas de cunho geográfico são complexas, pois se analisam os aspectos naturais e sociais.

Essa relação entre método e trabalho científico é bastante relevante em todo processo de construção do conhecimento, desde os objetivos do trabalho, que têm a função de nortear a pesquisa; passando pelos procedimentos, que auxiliam no manuseio, na confecção e na interpretação dos dados; e até os resultados, os quais possibilitam a construção de novos conceitos, novos métodos e novas orientações às políticas públicas.

Segundo Andrade e Schmidt (2015), as teorias e os conceitos contribuem para iluminar na interpretação dos dados produzidos. Acredita-se, no presente trabalho, que a reflexão teórica contribui para a elaboração do problema de um trabalho científico, pois não há pesquisa que seja totalmente inédita, visto que as produções acadêmicas e técnicas possuem correlações sobre alguma temática e os

resultados são produtos dos dados obtidos com as concepções teóricas norteadoras.

O método está para além do trabalho científico, da temática ou do objeto de estudo, sendo essa atrelada ao pesquisador e, por meio deste, ele compreende o mundo (SUERTEGARAY, 2002a). Por essa razão, a fundamentação teórica e os procedimentos metodológicos da presente pesquisa visam à construção de um conhecimento geográfico que seja: crítico, às concepções teórico-metodológicas e aos problemas sociais e ambientais, aplicável, nos trabalhos acadêmicos e técnicos, e interdisciplinar, mostrando as contribuições na análise ambiental.

2.1 Fundamentação teórica-metodológica

2.1.1 *Sistemas Ambientais*

Tendo como princípio teórico e metodológico da análise ambiental de caráter sistêmico, este tem bases oriundas da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, que, na ciência geográfica, foi trabalhado por Sotchava (1978), Bertrand (1968), Tricart (1977) e Souza (2000), tendo assim uma análise integrada da paisagem.

A aplicação da Teoria de Bertalanffy possui várias denominações, como análise ambiental, análise geossistêmica, análise integrada, análise geoambiental e Sistemas Ambientais. Todas essas têm como o centro de sua teoria o sistema, sendo este analisado pela integração dos seus componentes naturais, sociais e ambientais.

A abordagem sistêmica optada neste trabalho foi a aplicação dos Sistemas Ambientais na análise da realidade. Os Sistemas Ambientais são porções da superfície terrestre que têm a sua organização atrelada às características de suas estruturas e de suas funções exercidas pelos elementos que os compõem, que possibilitam entender a sua evolução em diferentes escalas espaço-temporais (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os Sistemas Ambientais são conjuntos de processos e interações do meio ambiente que agregam aspectos naturais, sociais, econômicos, políticos e institucionais (IBGE, 2004), demonstrando que esses sistemas não seriam apenas uma nova formulação teórica, mas teriam caráter prático, pois se entende que as

políticas relacionadas com o meio ambiente não se limitam à dinâmica da natureza e aos impactos causados pela sociedade. No entanto, são necessárias estratégias para minimizar ou mitigar problemas socioambientais, o que envolve as esferas civis e institucionais.

Os Sistemas Ambientais têm três noções relevantes para entender seu uso nas pesquisas ambientais na atualidade: a Unidade, a Totalidade e a Complexidade. A Noção de Unidade entende a área como representação única, isso não significa que sobre esta não possam ser realizados estudos comparativos, visto que tem as suas particularidades que proporcionam a sua individualização. Por isso, a compreensão sobre os seus elementos e as relações internas vão contribuir para o maior detalhamento da dinâmica do sistema (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A Noção de Totalidade mostra que, para se analisar o sistema, é necessária a visão ampla, considerando os diferentes componentes, e que o todo não é simples soma das partes, mas sendo um ser unitário, que é constituído de uma hierarquia entre seus elementos, os quais não possuem dinâmica homogênea ao longo do tempo e do espaço (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Já a Noção de Complexidade distingue uma análise simplista da realidade devido à quantidade de elementos que compõe os sistemas, suas interações, os fluxos e a retroalimentação dos processos, fazendo com que natureza seja não linear, formando sistemas cada vez dinâmicos e caóticos (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Segundo Santos e Souza (2014), os Sistemas Ambientais têm a individualização, a organização hierárquica, a gênese e a evolução atreladas aos componentes geoambientais e às suas inter-relações, que possibilita o entendimento das homogeneidades ou das diversidades existentes, contribuindo para a análise e para a delimitação das unidades e subunidades.

Segundo Betiol (2012), a teoria sistêmica é nova maneira de se olhar e entender o mundo, e que os problemas ambientais no território brasileiro estão relacionados com a falta de política pública ambiental que não tenha essa visão integrada, como é evidente no trecho abaixo:

Os sistemas ambientais, no Brasil, enfrentam grandes problemas atualmente, já que as fronteiras políticas não levam em consideração os sistemas. Assim, com o momento em que vivemos, de expansão urbana, a interferência humana vem trazendo uma série de impactos negativos para o funcionamento dos sistemas. Podemos trabalhar com o exemplo das bacias

hidrográficas e dos rios. Nesse caso, consideremos uma determinada bacia, com diversos rios que atravessem três cidades. Dificilmente teremos a união dos prefeitos, para definir o que deve ser feito nos rios, e muito menos em toda a bacia. (BETIOL, 2012, p.97)

É evidente que houve avanços perante a integração de políticas no que se refere às bacias hidrográficas, porém ainda são necessários maiores avanços, pois não se pode entender que uma problemática ambiental esteja definida por limites políticos de municípios ou de estados, principalmente no Brasil, que detém dimensão espacial continental, que possibilita maior trânsito de informações (AB' SABER, 2003).

Os Sistemas Ambientais, segundo Guerra, Souza e Lustosa (2012a), seriam a releitura da proposta sistêmica de Bertrand (1968), possuindo diferença da relação entre o homem e outros componentes da paisagem, pois consideram que a sociedade e sua construção são dependentes das relações abióticas e bióticas, trocando a ação antrópica por formação territorial.

Os Sistemas Ambientais, assim como a análise sistêmica, têm bases relacionadas com a Geografia Quantitativa (GUERRA, SOUZA, LUSTOSA, 2012a), mas esses ainda são uma concepção teórica e metodológica de maiores características qualitativas do que quantitativas. A análise dos Sistemas Ambientais e seus fenômenos, devido à gama de relações dos componentes da realidade, contribui para que prevaleçam os aspectos qualitativos, visto que os aspectos quantitativos possuem limitações (LIMA, 2010).

É claro que, no contexto atual, com os avanços teóricos, metodológicos e tecnológicos na ciência geográfica, se busque espacializar, quantificar e qualificar os processos e problemáticas para que se tenham resultados cada vez mais precisos e mais aplicáveis para fomentar novas teorias e orientar nas políticas públicas.

Porém, isso não ocorre de modo pleno, pois nem todos os componentes têm representação cartográfica precisa, nem todos os dados, ambientais ou sociais, são coerentes nas escalas espaciais e temporais dos objetos de pesquisa. Além disso, nem todos os resultados conseguem espelhar todas as complexidades de cada componente do sistema.

É evidente que, mesmo em uma ciência de cunho sistêmico de caráter complexo, ainda não é possível abarcar todos os fios que tecem a realidade, e isso não é visto como um ponto negativo, pois a produção científica atual tem

problemáticas teóricas e metodológicas que deverão guiar a produção científica posterior.

Os Sistemas Ambientais herdam muitas características da análise sistêmica, pois estes têm como conceitos centrais os ecossistemas e os geossistemas, sendo que o primeiro está voltado aos aspectos bióticos, enquanto que segundo, às questões abióticas e socioeconômicas, mas ambos influenciados pela concepção organicista, em que o todo é superior à união das partes (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Porém, não se pode dizer que os Sistemas Ambientais sejam entendidos pela simples junção dos conceitos de geossistemas com ecossistemas, mas como a busca da superação das lacunas existentes por estes para agregar os diferentes elementos a serem inseridos nas análises ambientais atuais.

O conceito de geossistemas de Sotchava (1978) deu caráter aplicável ao conhecimento geográfico por meio das políticas públicas, porém pouco considerando ação antrópica, enquanto que o conceito de geossistema de Bertrand (1968) avança nos aspectos de escalas dos trabalhos e na atuação do homem sobre o meio, porém este ainda não era entendido como ser social, cuja atuação é tão peculiar se comparando aos outros elementos que compõem o geossistema, (GUERRA, SOUZA, LUSTOSA, 2012a).

O conceito de ecossistema possui também suas peculiaridades, pois consideram que os processos ocorrem de modo integrado e com autofunção, porém com escala espacial de bastante variável (IBGE, 2004), e se torna um problema para a ciência geográfica (ROSS, 2009), pois essa preza as escalas e a representação das problemáticas por meio de produtos cartográficos.

Os geossistemas e os ecossistemas contribuem nas análises ambientais que utilizam os Sistemas Ambientais em sua metodologia, por possibilitar integrar os diferentes componentes do ambiente e para promover políticas ambientais de proteção e conservação da paisagem (ROSS, 2009), mas esses conceitos bases também possuem limitações, que devem ser superadas. Foram elencadas três dessas limitações, a saber: a totalidade máxima, a extinção ao reducionismo e a imprecisão das escalas.

A totalidade é um dos pilares da análise dos Sistemas Ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999), pois possibilitam entender os sistemas antecedentes e subsequentes e suas consequências nas alterações dos fluxos de matéria e energia,

porém a totalidade não significa, e não pode ser, na análise ambiental, sinônimo de tudo, pois essa busca da totalidade máxima de todos os aspectos que compõe o sistema impossibilitaria as pesquisas de caráter sistêmico.

A análise sistêmica não é a simples aglutinação de diferentes dados da paisagem, isso só faz banalizá-la. Por mais que se busque entender a realidade e suas complexidades, não há uma ciência ou um método que possa abarcar, de modo completo, todas as relações existentes. Isso não é uma falha, pois não há uma superciência ou supermétodo, além de não ser possível atribuir tantas funções à análise sistêmica.

A análise sistêmica revoluciona em buscar as conexões entre os elementos da realidade, entre as ciências e seus sub-ramos e em buscar a construção de um conhecimento científico integrado (CHRISTOFOLETTI, 1999), como também em se propor a ser prática e aplicável (ROSS, 2009), porém essa não pode ser vista como absoluta, acabada, ou ser empregada como proposta metodológica por qualquer pesquisa.

As análises de bases sistêmicas devem ter uma organização, segundo Santos e Souza (2014). Primeiramente, entender os aspectos físico-ambientais para que se possam elencar os Sistemas Ambientais de uma determinada paisagem e, depois, sejam incorporadas informações sociais para se avaliar o uso e a ocupação (SANTOS; SOUZA, 2014), possibilitando análises de temáticas ambientais específicas, como a desertificação.

A análise sistêmica cresceu ainda mais na ciência geográfica, pois se propunha a superar a dicotomia entre Geografia Física e Geografia Humana (MENDONÇA, 1996), resultando em maiores críticas às análises reducionistas e aos avanços do uso da análise sistêmica. As críticas tornaram-se demasiadas, fazendo com que pesquisas geográficas setoriais sejam criticadas, mesmo que estas não sejam ambientais.

Porém, é equivocado crer que holístico e reducionismo são antagônicos, pelo contrário, se complementam (CHRISTOFOLETTI, 1999) pois o método setorial possui relevância aos estudos ambientais sistêmicos quando estes são propostos como etapa anterior à integração dos dados (SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

A visão holística não se propõe a ser uma verdade absoluta na academia e nem a menosprezar as análises reducionistas ou setoriais (MORIN, 1977 *apud*. BETIOL, 2012), mas proporcionar novas possibilidades para se entender a

realidade, até porque a análise sistêmica não é absoluta ou atemporal, possuindo essas falhas e problemas de cunho teóricos e procedimentais, podendo e devendo ser criticável, pois o método não é uma receita, mas uma etapa de toda pesquisa, que pode e deve ser repensada e remodelada.

Desse modo, o reducionismo não pode ser extinto das análises geográficas, sejam de cunho ambiental ou não, por possuírem papel relevante de fomentação de novos dados para as análises ambientais. Essas novas informações agregam em um melhor direcionamento das políticas públicas, possibilitando maior aplicabilidade dos estudos sistêmicos na realidade.

A escala é a representação, a visualização e a apreensão da realidade (CASTRO, 2000), dependendo da escala espacial escolhida, esta terá maior ou menor fluidez dos processos, e diferentes serão os seus agentes controladores: em escalas pequenas, a evolução se dá em uma velocidade lenta, causando alterações milimétricas ao longo de anos, enquanto que escalas grandes, nas quais os fatores externos vão predominar, provocam alterações de metros em poucos minutos (KOHLE, 2001).

Assim, a escala é um dos conceitos centrais na pesquisa geográfica, pois contribuem para situar as análises no tempo e no espaço, principalmente de caráter ambiental, em que a precisão e a imprecisão repercutirão diretamente na realidade, podendo causar problemas em empreendimentos e sobre a população, porém a escala, nos geossistemas, possuem uma impressão no espaço e no tempo.

As indefinições da escala espacial estão nos geossistemas de Sotchava (1978) e Bertrand (1968), possuindo diferentes níveis taxonômicos e critérios de delimitação, o que gerou algumas incoerências no uso destes como método (SOUZA, 2013), pois não há precisão da dimensão espacial do geossistema e das unidades hierárquicas inferiores. Para que se tenham menores imprecisões na escala espacial dos Sistemas Ambientais, essa pesquisa, de baseia na proposta de Souza (2000), que utiliza a Geomorfologia como critério norteador para individualização dos sistemas e seus subsistemas.

No que se refere à imprecisão da escala temporal, esta perpassa as questões relacionadas a totalidade máxima e a extinção do reducionismo, pois se busca entender tudo, desconsiderando as especialidades, fazendo com que a análise sistêmica seja o método para uso em todas as pesquisas geográficas, atribuindo-lhe funções demasiadas.

Na proposta de Bertalanfy (1973 *apud*. CLAUDINO-SALES, 2004), o tempo seria produto de condições momentâneas, mostrando que o tempo não foi tão bem articulado desde início da Teoria Geral dos Sistemas, embora, na proposta sistêmica de Tricart (1977), o tempo e a evolução da paisagem possuam avanços teóricos.

Entende-se que a escala temporal mais adequada às análises ambientais devem estar voltadas à morfodinâmica atual, a qual se delimita desde a condição da sociedade como um ser impactante da natureza, que possibilitará entender o nível de conservação e a projeção de cenários.

As dinâmicas pretéritas e subatuais seriam analisadas por meio de outros métodos, como o Atualismo (CARNEIRO *et al.*, 1994; CLAUDINO-SALES, 2004), voltados às análises de evolução geomorfológica, em que se consideram apenas atributos físicos e biológicos, porém seus resultados poderiam ser agregados às análises sistêmicas para possibilitar orientações de usos diferenciados devido à sua relevância para a evolução da paisagem.

A presente pesquisa entende que os Sistemas Ambientais seriam uma nova abordagem sistêmica, tendo como base: os geossistemas de Sotchava (1978) e Bertrand (1968), pois estes contribuem na perspectiva de integrar os componentes da paisagem; a ecodinâmica de Tricart (1977), que avalia os impactos da sociedade sobre o meio, identificando os níveis de degradação/conservação; e a proposta geoambiental de Souza (2000), que visa contribuir com o conhecimento ambiental prático e sintético da realidade, atribuindo as toponímias para nomear os Sistemas Ambientais e para utilizar a geomorfologia como critério base de sua delimitação.

Os Sistemas Ambientais são porções da superfície terrestre, de possível representação cartográfica, cuja delimitação espacial é norteadada pela Geomorfologia. Sua nomenclatura é definida pelas toponímias e a sua delimitação temporal é atual, pois se busca entender a morfodinâmica atual, possibilitando a construção de cenários. Esses sistemas são dinâmicos e complexos, sendo formados pela integração das informações geológicas, geomorfológicas, hidroclimatológicas, pedológicas e fitoecológicas, que possibilitam a delimitação de suas unidades e subunidades, que, posteriormente, são agregadas às informações sociais, econômicas, tecnológicas e políticas para se avaliem a conservação e o entendimento de problemáticas ambientais específicas.

2.1.2 Desertificação e seus indicadores

A desertificação é um problema que está por todo o globo, pois ocorre sobre 45% da superfície terrestre e em 15% do território brasileiro (RÊGO, 2012), principalmente no Nordeste brasileiro, onde os níveis de degradação são elevados, tais níveis são evidenciados pela ocorrência de 8 Núcleos de Desertificação (BARRETO, 2015).

Nesta pesquisa, optou-se pelo conceito das Organizações das Nações Unidas (ONU), que entende a desertificação como "... a degradação de terras áridas, semiáridas e subúmidas secas resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas" (BRASIL, 1998. p.13).

O conceito escolhido possui potencialidades e limitações. As limitações estão voltadas à sua amplitude conceitual, à lacuna metodológica para analisar aspectos físicos e sociais, e à pouca distinção da desertificação com seca (MATALLO JUNIOR, 2001).

Enquanto as potencialidades desse conceito consistem em entender como um problema ambiental possui escala global, sendo uma das primeiras problemáticas a fazer conexões entre local, regional e global (RÊGO, 2012); além de ter um critério-chave em sua classificação, utilizando o clima em sua delimitação, baseando-se no índice de aridez de Thornthwaite (1948 *apud*. CONTI, 2008).

Isso evitou a banalização do conceito e do entendimento de que esse processo é construído por agentes naturais e sociais, possibilitando que as políticas públicas de prevenção, redução, reabilitação e recuperação sejam possíveis de serem instituídas, pois, caso fossem apenas de ordem natural, as estratégias seriam apenas paliativas, e se fossem apenas social, seria um pensamento bastante cornucopiano², pensamento que não condiz com a realidade do debate ambiental, em que há relação natureza e sociedade.

Outro ponto positivo do conceito optado é de distinguir deserto, seca e desertificação. Os desertos são ecossistemas de características físicas e ecológicas singulares, formados por fatores naturais, como correntes oceânicas frias, altas latitudes, posicionamento físico-geográfico e altas pressões dos anticiclones tropical

² Essa concepção acredita que a degradação ambiental terá como resolução o desenvolvimento tecnológico (FRANCO, 2001). Nesse pensamento, a sociedade seria responsável pelos baixos níveis de conservação e pela sua melhoria.

e subtropical (NIMER, 1988; NASCIMENTO, 2006). A seca é falta ou diminuição de chuvas que se estende por 2 a 3 anos, sendo fenômeno natural de caráter transitório (CONTI, 2008).

A desertificação é processo de degradação dos recursos naturais formado por aspectos sociais e naturais, sendo confundida com a formação de desertos, pois as primeiras pesquisas se desenvolveram na região do Sahel e, pela etimologia da palavra, desertificação significa: fabricar um deserto (NASCIMENTO, 2006), mas tais termos apresentam conceitos distintos.

A desertificação se distingue da seca por não ter um limite temporal preciso, de início ou fim, além de não ser natural, porém estes têm relação recíproca: o agravamento da seca acentua a condição desertificada, e o avanço da desertificação altera a capacidade de resiliência do ambiente, mesmo com a melhoria das condições hidroclimatológicas.

O conceito de desertificação da ONU tem relevância para a presente pesquisa, pois possibilita o entendimento, a análise, a minimização e a convivência desse processo das terras secas, e exige que a metodologia tenha um caráter interdisciplinar. Isso é contemplado pelos Sistemas Ambientais, pois estes buscam integrar os dados físicos e sociais por meio de uma organização, amparando as causas e as consequências existentes na desertificação.

Entre as causas, estão as condições climáticas, que propiciam pouca disponibilidade hídrica; as feições geomorfológicas, que podem provocar distribuição heterogênea das precipitações e acentuar processos erosivos; a salinização, que limita os usos dos solos e dos corpos hídricos; a seca, que altera todo o quadro ecológico e socioeconômico (SOUZA; OLIVEIRA, 2002); o extrativismo demasiado, que acelera os processos erosivos e alteração na biodiversidade; a agropecuária inapropriada, por meio de técnicas e tecnologias inadequadas ao ambiente; o crescimento populacional humano e animal, que exerce pressão sobre os poucos recursos existentes; a concentração de terras e renda, que faz com que as desigualdades sociais sejam maiores (RÊGO, 2012).

Trazendo várias consequências nos âmbitos ambientais, sociais e econômicos (SAMPAIO *et al.*, 2003), A sociedade tem papel duplo em meio à desertificação, pois essa é maior vítima e maior causadora desse processo (RÊGO, 2012), isso se evidencia pela pobreza, que faz com que os habitantes dessas áreas

desertificadas, ou com suscetibilidade, utilizem, de modo intenso, os recursos naturais, que já são limitados, para sobreviver.

Assim, as populações atingidas por esse problema socioambiental acabam privilegiando o consumo e a produção do momento, comprometendo a continuidade e a qualidade dos recursos existentes e possibilitando instabilidades sociais, econômicas e políticas (RÊGO, 2012).

As causas e as consequências são mais complexas do que foi dito, mas mostram como a desertificação é problema bastante significativo por ter diversidade de trocas de energia e matéria nos âmbitos sociais e ambientais, de escalas espaciais do global ao local, exigindo ter técnicas específicas para sua análise. Tal fato justificou a utilização dos indicadores de suscetibilidade à desertificação. Indicador é:

Un indicador es esencialmente una descripción simplificada de un fenómeno complejo de la realidad. Los indicadores se desarrollan a partir de parámetros estadísticos, pero deben ofrecer una mayor facilidad para transmitir información que los datos y estadísticas complejas, constituyendo una herramienta útil para comunicar el estado de situación en materia de desertificación a responsables políticos, a técnicos y al público. Constituyen asimismo un compromiso entre la información sinóptica de calidad requerida por los usuarios y la necesidad de exactitud y precisión de los científicos y estadísticos y reducen la cantidad de mediciones necesarias para dar una idea representativa y exacta del estado de situación (ABRAHAM, MONTAÑA, TORRES, 2006 p.20).

Desse modo, os indicadores de desertificação têm o intuito de analisar o comportamento da problemática socioambiental das terras secas pelo globo, tendo caráter quantitativo, pois os componentes existentes na paisagem são atribuídos de dados aritméticos, e qualitativos, pois os dados são classificados segundo os níveis de conservação e possibilitam compará-los em outras regiões (ABRAHAM, MONTAÑA, TORRES, 2006).

Segundo Matallo Junior (2001), a aplicação dos indicadores nas pesquisas sobre a desertificação tem por objetivo ter conhecimento mais preciso, proporcionando a previsão, o monitoramento, a minimização, o combate e convivência a esse processo; porém, é necessário cuidado em seu uso para não simplificar o processo, pois podem ocasionar o entendimento equivocado e políticas públicas poucos aplicáveis (RUBIO 1995 *apud*. NASCIMENTO, 2010).

Os indicadores de desertificação podem ser classificados em dois tipos: de propensão, em que já se sabe que há ocorrência do processo, exigindo dados

em curto período de tempo, para se avaliar constantemente, possibilitando o seu monitoramento; e de suscetibilidade, em que a paisagem possui características que podem possibilitar a atuação do processo de desertificação, necessitando de dados com maior periodicidade, podendo ser executada em paisagens de escalas espaciais pequenas e média (SAMPAIO *et al.*,2003).

Nesta pesquisa, optou-se pelo uso de indicadores de suscetibilidade devido à escala espacial do trabalho, que agrega áreas que não têm pesquisas específicas sobre o processo de desertificação. É claro que o objeto de pesquisa tem os primeiros municípios nas pesquisas sobre essa temática no Brasil, como Irauçuba e Miraíma, em que o avanço é elevado, pois compõem o Núcleo de Desertificação Irauçuba/Centro Norte (CEARÁ, 2010), porém há áreas, no objeto estudado, em que as pesquisas sobre a desertificação estão em escala estadual, necessitando-se avaliar os avanços, ou não, sobre os ambientes serranos.

Os indicadores utilizados nesta pesquisa foram baseados nos Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação (IGBD) de Abraham e Beekman (2006) e Oliveira (2003, 2011), que selecionam parâmetros segundo os atributos físicos, ecológicos e de uso e ocupação. No Quadro 1 estão os temas e os parâmetros dos indicadores para se quantificar e qualificar o processo de desertificação no objeto de estudo. Vale ressaltar o detalhamento dos indicadores e o modo em que estes foram elaborados está no capítulo 5, devido a sua relevância ao presente pesquisa; pois quão relevante são os resultados, é o modo em que estes foram construídos.

Quadro 1 – Indicadores Suscetibilidade à Desertificação propostos no presente trabalho.

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO (IGBD)	
Tema	Parâmetro
Geologia	Hidrogeologia
Geomorfologia	Declividade
Climatologia	Índice de Aridez
	Seca
Pedologia	Tipos de associação de solos
Vegetação/Uso	Uso e cobertura dos solos

Fonte: elaborado pelo autor.

2.1.3 A Desertificação no território cearense.

Os estudos sobre a desertificação, tanto no Brasil como no mundo, estão com avanço considerável. Isso se evidencia pela variedade de conceitos (NASCIMENTO, 2006), pela diversidade de metodologias e de índices (SAMPAIO *et al.*, 2003); porém há desafios para o estudo dessa temática, tanto as escalas temporais e espaciais.

O início da desertificação no Nordeste brasileiro, sendo delimitado entre 9 e 11 mil anos, pois, durante esse período, ocorreram mudanças climáticas nas quais resultaram na instalação de clima secos, causando alterações sobre a biomassa que era sustentada pelo clima tropical úmido pretérito, e que hoje está o ambiente sertanejo com vegetação de caatinga (PESSIS; MARTIN; GUIDON, 2010, *apud*. VIANA, 2013).

Os grupos paleoíndios já ocupavam o Nordeste brasileiro há 40 mil anos, possuíam práticas de uso dos recursos naturais, mas de baixo impacto, e se adaptaram às condições climáticas e biofísicas durante o Holoceno, mostrando que esses grupos não alteraram, de modo significativo, os recursos naturais e que ocupavam as áreas com maior favorecimento hídrico, principalmente nos ambientes serranos ou próximo a estes (VIANA, 2013).

Enquanto os colonizadores europeus alteraram drasticamente o quadro social e ambiental da região, com a ocupação densa em algumas áreas, a perseguição e a morte de grupos tradicionais, a importação de culturas não-nativas, o uso de técnicas inapropriadas ao solo e a estrutura socioeconômica desigual (VIANA, 2013).

Desse modo, é evidente que a desertificação pode colaborar para entender as dinâmicas ambientais e sociais: pretéritas, buscando contribuir para a compreensão do desenvolvimento dos grupos sociais pretéritos e pré-históricos e suas interações com o ambiente; atuais, por meio dos estudos de suscetibilidade e monitoramento; e futuras, com projeção de cenários e inserção de zonas de usos e não-usos.

As escalas espaciais estão relacionadas ao detalhe das informações e da diversidade de paisagens em que a desertificação atua ou pode atuar. No primeiro

caso, está relacionado de como espacializar as ações dos processos, esse desafio é tanto para as escalas pequenas, quanto para as de alto detalhe.

Tratando-se dos desafios das pesquisas de pequena escala, pode-se destacar o uso de dados secundários para análises em escalas regionais, isso é complexo, pois, mesmo que se tenham dados dos aspectos ambientais e socioeconômicos, são necessários que critérios de análise estejam em toda a área pesquisada, caso contrário, o monitoramento, a suscetibilidade e o indicador podem privilegiar mais algumas áreas do que outras, possibilitando pesquisas que se distanciem da realidade.

Os trabalhos de grande escala exigem o uso de dados sociais, econômicos e ambientais com alto detalhe para analisar a dinâmica da desertificação e seus impactos, porém a escassez desses dados é elevada, faz com que as pesquisas voltadas para escalas de sub-bacias hidrográficas, de municípios, de distritos e de localidades só possam ser realizadas com alto custo financeiro, devido ao uso de técnicas com trabalhos de campo, aplicação de entrevistas e questionários, coleta e análise dos componentes ambientais, econômicos e sociais.

A diversidade da paisagem está vinculada com o uso dos Sistemas Ambientais na metodologia de análise, pois é realizado o diagnóstico do ambiente para que se possam entender as heterogeneidades existentes e quais os níveis de degradações ambientais ocorrem no objeto analisado, para que, posteriormente, sejam feitas as orientações de usos e não-uso.

É claro que a desertificação possui um critério-chave para delimitação, que é o índice de aridez (UNEP, 1992), porém as paisagens modeladas por climas áridos, semiáridos e subúmidos secos não são homogêneas, já que possuem relevos, solos, vegetações e usos sociais diferenciados. Mas essa diversidade de paisagens não se limita nas porções sertanejas, pois as pesquisas voltadas à desertificação devem buscar entender a dinâmica entre ambientes de Núcleo de Desertificação e de diferentes suscetibilidades à desertificação.

Essa relação entre a desertificação e as terras secas cearenses é evidente no Quadro 2.

Quadro 2 – Estudos de desertificação aplicados no território cearense

OBRA	LOCAL DE ESTUDO
Pinheiro (2003)	Sub-Bacias hidrográficas do Alto Jaguaribe em Tauá
Lustosa (2004)	Irauçuba

Brito (2005)	Canindé
Nolêto (2005)	Sobral
Oliveira (2006)	Tauá
Sales e Oliveira (2006)	Irauçuba
Nascimento (2006)	Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú ³
Trigueiro, Oliveira e Bezerra (2009)	Tauá
Muniz (2009)	Médio e Baixo Cursos da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe ⁴ .
Guerra (2009)	Jaguaribe
Pinheiro (2011)	Jaguaribe
Ceará (2010)	Estado do Ceará
Guerra, Souza, Lustosa (2012b)	Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe
Costa (2014)	Sub-bacia do Riacho Santa Rosa entre Morada Nova e Jaguaratama
Mascena (2014)	Irauçuba
Barreto (2015)	Sub-bacia do Riacho Urubu-Mucuim em Arneiroz
Lima (2015)	Canindé
Gomes (2015)	Riacho Carrapateiras em Tauá
Araújo (2015)	Parambu ⁵
Sousa (2016)	Sub-bacia Hidrográfica do riacho Feiticeiro em Jaguaribe ⁶

Fonte: organizado pelo autor.

É notável que a atuação da desertificação está em diferentes áreas do Estado de Ceará e que ocorre sobre diferentes paisagens, mostrando que não é apenas nos sertões este problema socioambiental se desenvolve.

Algo a se destacar nesse quadro é a reafirmação de que as pesquisas voltadas à temática da desertificação, seja de ocorrência ou de suscetibilidade, estão voltadas aos ambientes sertanejos e às serras secas. Isso mostra como as pesquisas estão buscando entender as dinâmicas em áreas que já apresentam características ambientais e socioeconômicas com possíveis níveis elevados de degradação ambiental nas terras secas, sendo relevantes para fortalecer e alicerçar políticas públicas que, a médio e curto prazo, buscam “estagnar” o processo de desertificação.

Mas essa ênfase sobre as áreas com alta suscetibilidade contribui com poucos trabalhos que visam entender a dinâmica de áreas de baixa suscetibilidade à desertificação, sendo esse entendimento de fundamental relevância para mitigação

³ Essa área possui áreas de climas úmidos e subúmidos úmidos, porém não foi espacializados os processos de desertificação e nem os níveis de intensidade por meio de mapas.

⁴ Essa pesquisa não abrangeu em áreas litorâneas, se limitou nos municípios de Alto Santo, Iracema, Jaguaribara, Jaguaribe, São João do Jaguaribe e Solonópole.

⁵ Esta pesquisa se desenvolveu no setor Sul do Enclave da Serra a Ibiapaba, mas não há a ocorrência de climas úmidos e subúmidos úmidos.

⁶ Esta pesquisa consistiu em uma análise de duas bacias hidrográficas: o Riacho Figueiredo, no território brasileiro, e a microbacia de Ribeira Grande em Cabo Verde.

da desertificação, já que poderia entender quais estruturas e práticas contribuem na atenuação da desertificação.

No Quadro 2, apenas o trabalho de Ceará (2010) que engloba paisagens desertificadas e não-desertificadas, contribuindo para o mapeamento da suscetibilidade à desertificação, para a redefinição dos Núcleos de Desertificação e para a implantação das políticas públicas, por possuir o critério de delimitação municipal, possibilitando ações de diferentes instituições para a mitigação à desertificação. Na presente pesquisa, buscou-se englobar áreas suscetíveis e não-suscetíveis ao processo de desertificação para mostrar a viabilidade da proposta de mapeamento dos diferentes níveis de suscetibilidades.

2.2 Procedimentos

A pesquisa se organizou seguindo a sequência sistemática para trabalhos de caráter sistêmicos de Souza (2000), tendo três fases: analítica, em que há coleta das informações dos elementos que compõem os Sistemas Ambientais; sintética, em que há delimitação dos Sistemas Ambientais e o entendimento das relações sociais existentes; e integrativa, em que ocorre a integração das informações, buscando avaliar os níveis de degradação ambiental existentes para que se possam nortear usos.

Na primeira etapa da pesquisa, foram estabelecidos os arcabouços teóricos sobre Sistemas Ambientais, Desertificação e Indicadores de Suscetibilidade à Desertificação. Na segunda etapa, foram realizadas as coletas de dados dos componentes físicos e ecológicos do objeto de estudo, os trabalhos de campo e as revisões bibliográfica e cartográfica.

Na terceira etapa foram realizadas a delimitação dos Sistemas Ambientais e a correlação das informações sociais e econômicas dos municípios que compõem o quadrante pesquisado. Na quarta etapa, foram definidos os níveis de suscetibilidades de desertificação por meio da elaboração de indicadores deste problema ambiental.

Na execução desta pesquisa, duas técnicas foram bastante significativas: o Trabalho de Campo e uso da Cartografia Temática. O Trabalho de Campo é uma técnica não exclusiva da ciência geográfica, mas que se desenvolveu bastante por meio dela, e que tem fins de ensino e de pesquisa (SUERTEGARAY, 2002b).

Trabalho de campo tem concepções: positivistas, neopositivistas e dialéticas (SUERTEGARAY, 2002a). É nesta última que este trabalho se orientou, pois se entende que há relações entre pesquisador e realidade, e que ambos se relacionam, fazendo com que o papel do trabalho científico atual deva ser voltado para a transformação da realidade (SUERTEGARAY, 2002a), buscando: garantir a qualidade dos ambientes, tendo o entendimento das funções de cada componente da paisagem; diminuir as desigualdades sociais, ação que ocasionaria menores pressões sobre usos dos recursos naturais e melhoraria a qualidade de vida das populações; e contribuir nas pesquisas acadêmicas, técnicas e escolares, por meio da compreensão das dinâmicas naturais, sociais e ambientais.

Nesta pesquisa, foram realizados sete trabalhos de campo: o primeiro, em novembro de 2015, em que houve o reconhecimento da área de pesquisa; o segundo, em fevereiro de 2016; e o terceiro, em setembro de 2016, tiveram o objetivo de coletar informações para atributos físicos e ecológicos; o quarto, ocorrido em fevereiro de 2017, o quinto, em julho de 2017; o sexto, em março de 2018; e o sétimo, em maio de 2018, contribuíram para a delimitação dos Sistemas Ambientais e para a identificação dos níveis de suscetibilidade de desertificação.

Os usos da Cartografia Temática e das geotecnologias estão cada vez mais frequentes nos trabalhos acadêmicos, principalmente na ciência geográfica, em que os materiais cartográficos não são limitados a localizar fenômenos e processos, indo além da triangulação de latitude, longitude e altitude (SANN, 2005), mas estes possibilitam os avanços sobre as questões teóricas e metodológicas, problematizando a realidade.

A Cartografia é arte, é técnica, é ciência, é linguagem, é um modo de pensar (MARTINELLI, 2010). Devido aos avanços tecnológicos em seus instrumentos, os produtos cartográficos se tornaram dinâmicos, acessíveis, tridimensionais e multitemporais. Assim, a Cartografia, nas pesquisas geográficas de caráter ambiental, é extremamente importante por integrar gama de informações, por sintetizar as informações e por espacializar as problemáticas existentes, podendo construir um conhecimento prático e aplicável.

É necessário, porém, entender que a Cartografia é instrumento, um meio (SUERTEGARAY, 2002b), não como um fim, pois o intuito de uma pesquisa ambiental não é o mapa, mas o uso das informações e suas análises sobre a

paisagem. No Quadro 3 estão os mapas que foram gerados e seus materiais e métodos que cuja escalas foram de 1:280.000.

Quadro 3 – Materiais Cartográficos, materiais e métodos.

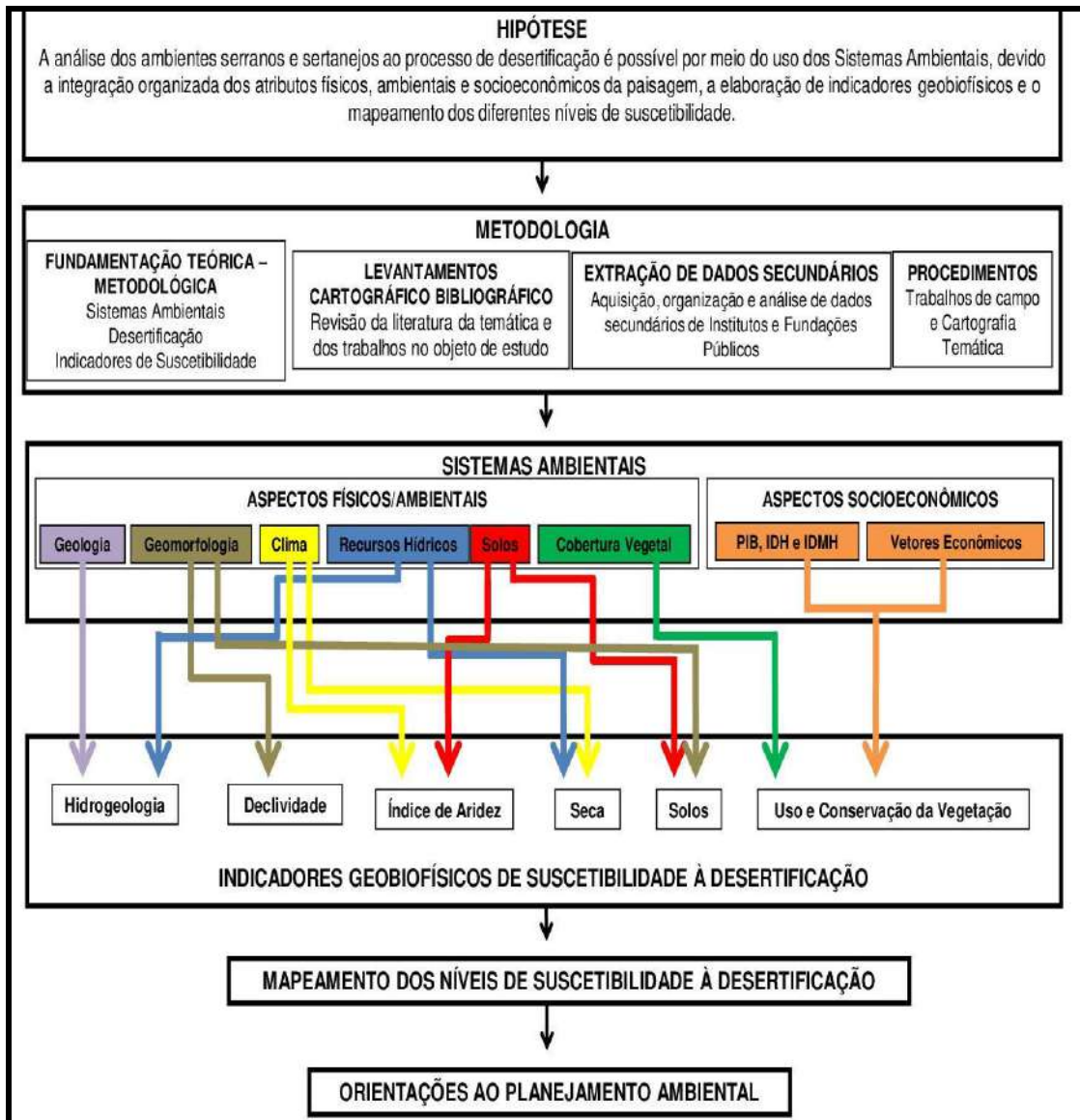
MAPA	SOFTWARES	METODOLOGIA
Localização	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi elaborado com os dados Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da National Aeronautics and Space Administration (NASA) do extraído do Earth Explorer (2018). Este material raster possui a resolução espacial de 30 metros, e as classes de altitude foram construídas em função das heterogeneidades do objeto de pesquisa.
Geologia	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi elaborado com os dados de CPRM (2003), que possibilitaram informações das unidades das litoestratigráficas, das litologias, das falhas e dos lineamentos.
Geomorfologia	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	As unidades foram produzidas a partir dos dados: de geologia (CPRM, 2003; COSTA <i>et al.</i> ,1973), das análises geomorfológicas (MOREIRA, 1977; RADAM, 1981; SOUZA,1978, 1989; OLIVEIRA, 2002; MAIA; BEZERRA, 2014a); e de altimetria (EARTH EXPLORER, 2018), que posteriormente foram organizados pelos os tipos de formas, equivalente a RADAM (1981). Também foi inserido um esboço das unidades tectônicas e estruturais do objeto de estudo, estas foram baseadas em Costa <i>et al.</i> (1973) e CPRM (2003), para mostrar como a estrutura contribui no relevo.
Águas Superficiais	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi baseado nos dados de Ceará (2013), FUNCEME (2010), IBGE, (2007), SUDENE (1972a, 1972b, 1972c, 1972d, 1972e, 1972f, 1972g, 1972h), com o intuito de apresentar e analisar os recursos hídricos superficiais, mostrando que área em estudo possui uma diversidade em rios, riachos, açudes e outros corpos hídricos. Para auxiliar o entendimento das relações da drenagem com morfoestrutura, foi inserido imagens dos locais em que há os tipos de padrão de drenagem da área pesquisada.
Solos	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi produzido pela interação de Sudene (1972) e Ceará (2013) que contribuíram na construção das associações de solos do objeto de estudo, tendo a organização da sigla da associação está da seguinte maneira: a classe de solo que prevalece estão em maiúsculo e o restante são as unidades pedológicas que estão associadas. Para o entendimento das relações entre solos, relevo e vegetação, foram elaborados dois perfis topográficos, através dos dados SRTM, Figueiredo (1989) e Fernandes e Bezerra (1990) e Pereira e Silva (2007).
Uso e Cobertura de Solos	Arcgis 10.1	Foi mapeado as unidades de vegetação e seu estado de conservação, para isso, foram necessários: as bases teóricas de Figueiredo (1989), Fernandes e Bezerra (1990), Pereira e Silva (2007) e Moro <i>et al.</i> (2015); a técnica de análise supervisionada, que se estrutura pela homogeneidade dos pixels do raster e seus padrões existentes, contribuindo em classificar, identificar e problematizar fenômenos e processos; as imagens Landsat 8 do ano de 2017, cuja a sua resolução espacial é 15 metros, que colaboraram no entendimento do estado de degradação atual.
Sistemas Ambientais.	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi baseado na metodologia de Souza (2000), em que há integração das informações geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrológicas, pedológicas, fitogeográficas do objeto de estudo, e que utiliza a geomorfologia como componente chave para delimitação dos Sistemas Ambientais. As denominações dos sistemas estão vinculadas aos municípios em que estes ocorrem, as bacias hidrográficas de maiores extensões ou com as denominações locais dispostas em SUDENE (1972a, 1972b, 1972c, 1972d, 1972e, 1972f, 1972g, 1972h).
Hidrogeologia	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi elaborado com os dados CPRM (2007, 2010) que possui as informações dos domínios e subdomínios hidrogeológicos e as porosidades dos materiais geológicos da área pesquisada. Para melhor análise, foi inserido os dados dos depósitos das Planícies Fluviais e dos Tabuleiros Interiores, pois são Sistemas Ambientais de

		espacialização significativa e que possuem propriedades de porosidade e de permeabilidade diferenciadas do contexto da área da pesquisa.
Declividade	Global Mapper 11, Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi elaborado com os dados Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da National Aeronautics and Space Administration (NASA) extraído do Earth Explorer (2018). Este material raster possui a resolução espacial de 30 metros, que possibilitou ter um entendimento mais detalhado das formas e dos processos modeladores. As classes de declividades são de Embrapa (1979) que foram utilizadas por Oliveira (2011) com o indicador de suscetibilidade à desertificação. Para demonstrar as diferenças das formas da região, foram gerados perfis altímetros no <i>software</i> Global Mapper.
Índice de Aridez	Arcgis 10.1, Qgis 2.6.1, Celina 1.0 e Sentelhas 1.0	Foi elaborado com base da definição do Índice de Aridez da UNEP (1992). Os dados de precipitação são oriundos dos postos pluviométricos entre os anos de 2002 – 2016, extraídos da FUNCEME (2017a) e Hidroweb (2017). A escolha desta série temporal está relacionada pela sua consistência de dados. Se tratando dos dados de evapotranspiração potencial, foram feitos pelos <i>softwares</i> : Celina e Sentelhas, o primeiro estimou todas as temperaturas mensais baseado na latitude, na longitude e na altitude; o segundo fez a elaboração dos balanços hídricos, para isso, é necessário os dados das médias mensais de temperatura e precipitação, resultando dados da dinâmica hídrica dos postos, entre estes, os valores de evapotranspiração potencial. Cada posto pluviométrico teve o valor de Índice de Aridez, sendo posteriormente interpolado pela técnica de Inverse Distance Weighting (IDW). A Simbologia de cores da legenda é mesma de FUNCEME (2018).
Secas	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi elaborado com os dados dos postos pluviométricos entre os anos de 2002 a 2016 extraídos da FUNCEME (2017) e Hidroweb (2017). Os dados foram organizados pela técnica do Técnica do <i>Box Plot</i> (GALVANI, LUCHIARI, 2012) que possibilitaram a identificação dos anos de menores precipitações e em quais estações estes eventos extremos ocorreram. Cada posto possui um número de identificação, que equivale aos dados contidos na Prancha 1. Para a espacialização dos dados foi utilizada a técnica de interpolação de Inverse Distance Weighting (IDW), que exige dados dentro e fora do objeto analisado, por essa razão, foi elaborado o mapa dos postos pluviométricos que localiza todos os postos utilizados para o presente mapa.
Suscetibilidade a Desertificação	Arcgis 10.1 e Qgis 2.6.1	Foi elaborado pelo uso dos Indicadores Geobiofísico de Suscetibilidade de Desertificação (ABRAHAM E BEEKMAN, 2006; OLIVEIRA, 2003, 2011), da técnica da álgebra de mapas e do algoritmo média ponderada, que realizam o cruzamento de mapas por meio de indicadores, pesos e notas. Os indicadores são os elementos ambientais que contribuem para potencialidade da atuação processo de desertificação. Os pesos são porcentagens dadas para cada indicador, e a nota é valor numérico dado para cada classe do indicador, sendo o seu valor entre 1 a 5; quando maior é o valor da nota mais propício está o ambiente degradação ambiental de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos. Foram removidas do mapa as áreas que em que o Índice de Aridez delimitou com climas úmidos e subúmidos úmidos, climas estes que não condizem com o conceito de desertificação de Brasil (1998). Foram utilizados os seguintes indicadores geobiofísico e seus respectivos pesos: Hidrogeologia, 10%; Declividade, 10%; Índice de Aridez, 25%; Seca, 20%; Solos, 10%; e Uso e Conservação da Vegetação, 25%.

Fonte: elaborado pelo autor.

As informações do Quadro 3 estão também nos próprios mapas, pois estes são documentos autoexplicativos. Na Figura 1, está o fluxo metodológico da presente pesquisa.

Figura 1 – Fluxo Metodológico



Fonte: elaborado pelo autor.

3 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E AMBIENTAIS DAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E DOS SERTÕES DO CENTRO NORTE.

O quadrante em que a pesquisa foi desenvolvida está localizada na porção norte do Ceará e ocupa a área de 8.050,599km², correspondendo a 5,41% do território desse Estado, possuindo as macrorregiões de planejamento de Sobral-Ibiapaba e do Litoral Oeste (ALBUQUERQUE *et al.*, 2014).

O objeto de estudo da presente pesquisa é composto por 24 municípios: Santana do Acaraú, Senador Sá, Amontada, Itapipoca, Trairi, Moraújo, Coreaú, Alcântaras, Meruoca, Massapê, Cariré, Groaíras, Forquilha, Irauçuba, Itapajé, Uruburetama, Tururu, Tejuçuoca, Miraíma, Apuiarés, Pentecoste, Umirim, Sobral e Mucambo.

As Serras de Uruburetama e Meruoca se destacam no objeto de estudo, tanto nos aspectos geobiofísicos, por serem enclaves úmidos e subúmidos de potencialidade paisagística diferenciada dentro do contexto semiárido nordestino, como nos aspectos sociais, pois os usos estão voltados ao turismo, à mineração e às atividades agropecuárias (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

A origem do topônimo da Serra de Meruoca é indígena e significa “casa das moscas” (OLIVEIRA; MOREIRA, 2014). Essa serra foi local em que os índios Tapuias e Reriús (SOARES, 2012) utilizaram como refúgio da colonização portuguesa durante do século XVIII devido aos atributos ecológicos e à distância do homem branco (ARAÚJO 1979 *apud.* SOARES, 2012).

A origem do topônimo da Serra de Uruburetama também é indígena e significa “a região ou terra dos urubus” (SILVA, 2007; IBGE, 2016), porém Silva (2007) diz que esse nome não está vinculado às aves, mas às primeiras referências feitas pelos padres Francisco Pinto e Luiz Figueira, que, segundo estes, seria o ambiente em que se abrigaram várias pragas.

A escolha do quadrante da presente pesquisa foi com o objetivo de entender como o processo de desertificação atua em diferentes Sistemas Ambientais, e elencar quais os elementos naturais, ambientais e sociais podem contribuir nesta análise. Por essa razão, foi agregado ao objeto de estudo as áreas periféricas das Serras de Uruburetama e da Meruoca.

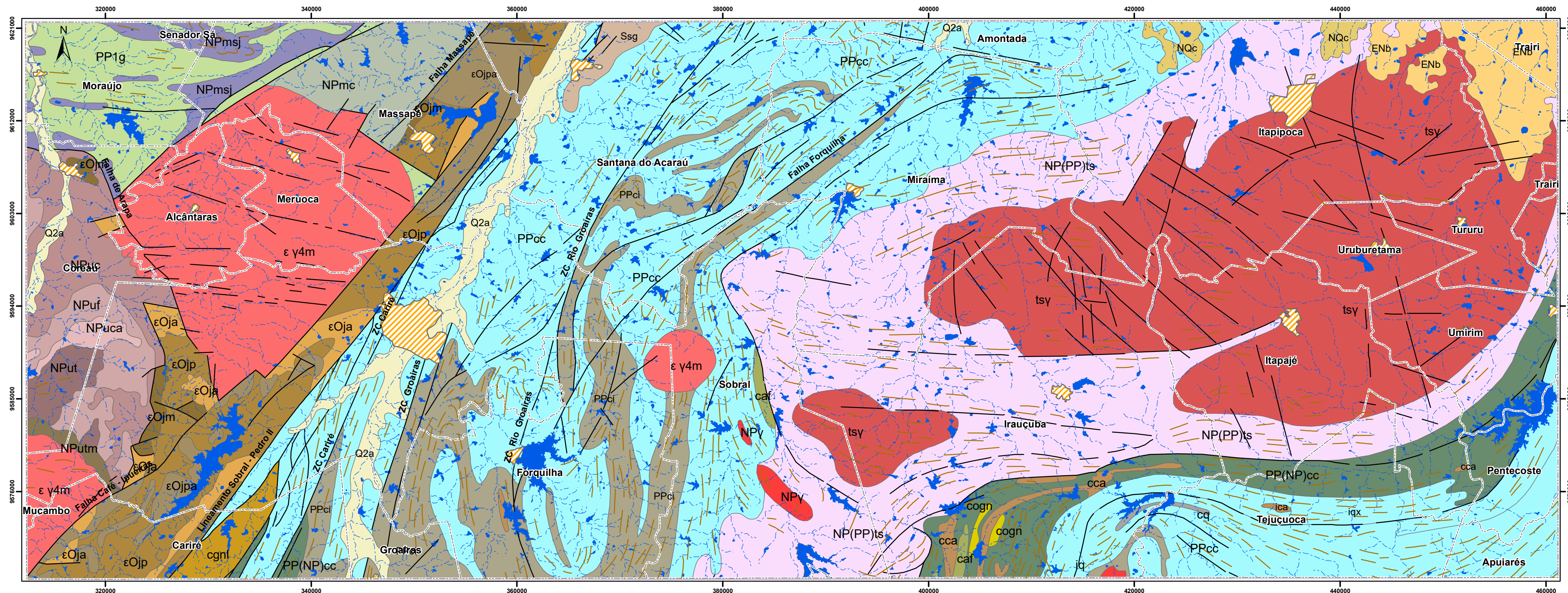
3.1 Geologia e Geomorfologia

A área analisada está nos domínios das Províncias Costeira, constituída por depósitos sedimentares do cenozoico, e da Borborema, com materiais cristalinos do pré-cambriano, esta última província tem os subdomínios Médio Coreaú e Ceará Central, que são divididos pelo Lineamento Sobral – Pedro II ou Lineamento Transbrasiliano (CPRM, 2003).

No quadrante pesquisado, ocorrem as seguintes unidades litoestratigráficas: Granja, Canindé, Independência Covão, São Joaquim, Granitóides diversos, Caiçaras, Frecheirinha, Coreaú, Termometamorfito Mucambo, Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, Suíte intrusiva subalcalina a alcalina Meruoca, Massapê, Pacujá, Parapuí, Aprazível, Serra Grande, Barreiras, Coberturas Sedimentares de espriamento aluvial e Depósitos Aluviais. A disposição das unidades litoestratigráficas estão no Mapa 2.

A unidade Granja é do período Sileirano da Era Paleo-Proterozoica, sua origem é anterior à Orogênese Brasileira, mas esta afetou os materiais que existiam por meio do metamorfismo e do plutonismo, resultando nos ortognaisses de composição tonalítica-trondhjemítica-granodiorítica (TTG) de intensa migmatização, de cor escura e granularidade variando entre média e fina (SILVA *et al.*, 2014; CPRM, 2003), além de apresentar também granulitos ortoderivados e paraderivados (SILVA *et al.*, 2014).

O Complexo Ceará é do período do Riáciano da Era Paleoproterozoica, tendo, na área de pesquisa, duas unidades: Canindé e Independência (CPRM, 2003). A unidade Canindé foi classificada por Costa *et al.* (1973a) como Migmatitos heterogêneos dominantes, sendo esta com vários graus de migmatização e metamorfismo. Essa unidade se apresenta na área da pesquisa em cinco subunidades da Canindé, que é constituída por paragnaises, ortognaisses, metacalcários e metabásicas (CPRM, 2003).



ERA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA
Q2a	Depósitos Aluviais	Argilas, areias argilosas e cascalhos
NQc	Coberturas Sedimentares de espreadamento aluvial	Sedimentos argilo-arenosos
ENb	Barreiras	Arenitos argilosos de tonalidade variegada com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos na base.
Ssg	Serra Grande	Conglomerados e arenitos
εOja	Aprazível	Ortoconglomerados
εOjpa	Parapuí	Basaltos, andesitos, riolitos
εOjp	Pacujá	Arenitos, folhelhos e siltitos
εOjm	Massapê	Ortoconglomerados
εγ4m	Suíte intrusiva subalcalina a alcalina Meruoca	Monzonitos, granodioritos e sienitos

ERA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA
tsy	Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com Granitóides	Granitóides
NP(PP)ts	Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com granitos e derivados	Granitos, migmatitos e paraderivados
NPutm	Termometamorfito Mucambo derivados	Termometamorfitos
NPut	Termometamorfito Mucambo com Quartizitos	Quartizitos e metarenitos
NPuc	Coreaú	Arcóseos e grauvascas
NPuf	Frecheirinha	Metacalcários e margas
NPuca	Caixaras	Ardósias e metassiltitos
NPγ	Granitóides diversos	Granitóides diversos
NPmsj	São Joaquim	Quartizitos, xistos e metavulcânicas
NPmc	Formação Covão	Micaxistos

ERA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	LITOLOGIA
iqx	Independência com Xistos	Micaxistos, paragnaisses e quartzitos.
PPci	Independência	Paragnaisses, micaxistos e metacalcários
cca	Canindé com Calcários	Metacalcários
ica	Independência com Calcários	Metacalcários
cgnl	Canindé com Granulitos	Granulitos máficos, enderbitos e leptinitos
cogn	Canindé com Ortognaisses	Ortognaisses ácidos
caf	Independência com Anfibolitos	Anfibólio gnaiss e/ou anfibolitos
PPcc	Complexo Canindé	Paragnaisses, ortognaisses, metabásicas e metacalcários
cq	Canindé com Quartzito	Lentes de Quartzito
iq	Independência com Quartzito	Quartzito
PP(NP)cc	Complexo Canindé com paragnaisses associados a jazimentos	Paragnaisses associados a jazimentos estratóides e diqueiformes de granitóides neoproterozóicos e gnaissificados.
PP1g	Complexo Granja	Ortognaisses TTG, migmatitos e granulitos

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE A DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE - CEARÁ - BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 2: GEOLOGIA
1:280.000

CONVENÇÕES

— Lineamentos	■ Corpos d'água
— Falhas	— Rios e Riachos
▨ Sedes Municipais	□ Limites municipais

As outras subunidades restantes são: Canindé com paragnaisses associados à jazimentos, possuindo jazimentos com paragnaisses, estratóides, e diqueiformes de granitóides neoproterozóicos, com cores cinzenta e rosada (CPRM, 2003); Canindé com quartzito, constituída por quartzitos (COSTA *et al.* 1973a); Canindé com ortognaisses, com ortognaisses ácidos; e Canindé com granulitos, constituída de granulitos máficos, enderbitos e leptinitos (CPRM, 2003).

A unidade Independência possui a ocorrência de dobras, tendo como expressão geomorfológica em *hogbacks* (CUNHA, 2007). Costa *et al.* (1973a) classifica essa unidade como quartzitos brancos feldspatizados e muscovíticos, sendo compostos por quartzitos puros e muscovíticos, espesso e de elevado fraturamento.

Essa unidade possui as seguintes subunidades na área em que pesquisa foi desenvolvida: Independência, constituída de paragnaisses e micaxistos aluminosos, com quartzitos, metacalcários, calcissilicáticas e com poucas ocorrências de anfibolitos; Independência com xistos, composta por micaxistos, quartzitos e paragnaisses. A disponibilidade da unidade segue a mesma orientação leste-oeste, seguindo mesmo padrão dos lineamentos da porção sudeste do quadrante analisado; Independência com Calcários, possuindo como material geológico os metacalcários; e Independência com Anfibolitos, com anfibólitos gnaisse e/ou anfibolitos (CPRM, 2003).

A unidade Covão é do período Criogeniano da Era Neoproterozoica, que possui baixo grau de metamorfismo (COSTA *et al.* 1973a), sendo essa unidade constituída por muscovitas, xistos, biotitas e lentes carbonáticas intercaladas (PRADO *et al.*, 1979) que possuem uma provável derivação vulcânica segundo CPRM (2003). Essa unidade seria uma etapa de transição de sedimentação de litorânea para marinha no Grupo Martinópole (PRADO *et al.*, 1979).

A unidade São Joaquim é do período Criogeniano da Era Neoproterozoica (CPRM, 2003), composto por quartzitos puros de cor variando de branca a creme, que possuem intensa silicificação, fraturamento e recristalização, demonstrando os esforços tectônicos e cataclásticos nesta unidade (PRADO *et al.*, 1979); também ocorrem micáceos com cianita, sillimanita ou estaurolita (CPRM, 2003).

As unidades Covão e São Joaquim pertencem ao Grupo Martinópolis, que é uma faixa de metassedimentos composta por dobras em direção NE-SE, devido às diferentes litologias se repercutirem sobre o modelado, formando cristas ou *hogbacks* dos quartzitos, na São Joaquim, e na dissecação dos micaxistos no Covão (PRADO *et al.*, 1979).

A Unidade Granitoides Diversos é do período Criogeniano da Era Neoproterozoica, sendo constituído por granitos porfiríticos, quartzomonzonitos, biotita-granitos, monzogranitos e sienitos (CPRM, 2003). A Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria é do período Criogeniano da Era Neoproterozoica (CPRM, 2003), é uma sequência de rochas supracrustais, constituída de derivados dos basaltos (ALMEIDA; PARENTE; ARTHAUD, 2007).

Na área pesquisada ocorrem duas subunidades: Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com Granitóides, caracterizado por granitoides de cores entre cinza e rosa e de granulação variável (CPRM, 2003), sobre esse material é que está a Serra de Uruburetama. E a Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com granitos e derivados, constituídos de granitos, migmatitos, ortognaisses migmatíticos e com poucas ocorrências de calcissilicáticas e anfibolito (CPRM, 2003), onde está a periferia da Serra de Uruburetama, possuindo formas rebaixadas.

O Grupo Ubajara é do período Criogeniano da Era Neoproterozoica (CPRM, 2003), sendo este composto pelas Termometamorfito Mucambo, Formação Caiçaras, Formação Frecheirinha, Formação Coreau e Formação Trapiá, apenas esta última não ocorre no objeto da pesquisa.

A Termometamorfito Mucambo é subdividida em dois grupos: Termometamorfito Mucambo com quartzito, cuja composição é de quartzitos conglomeráticos, metarenitos finos a médios e arenitos grossos epimetamórficos; e Termometamorfito Mucambo derivados, sendo materiais compostos das unidades Trapiá, Frecheirinha e Caiçaras (CPRM, 2003).

A unidade Caiçaras é composta de ardósias com tons variando entre vermelho e roxo, com clivagem acentuada, e metassiltos com intercalações de metarenitos (COSTA *et al.* 1973a; CPRM, 2003). A unidade Frecheirinha é formada por Metacalcários de cores variadas, indo do preto até rosado, com granulação impura e fina, tendo leitões de margas, quartzitos e metassiltos (CPRM, 2003), sendo afetada por uma tectônica plástica que se demonstra por falhas e dobras, dos tipos normais e simétricas, onde ocorrem (COSTA *et al.* 1973b).

A Formação Coreaú é formada por subarcóseos com cores variando entre tons de cinza claro a creme, e grauvacas conglomeráticas (COSTA *et al.*1973a; CPRM, 2003). Na região do Aprazível, os materiais da Formação Coreaú há sequências anticlinais e sinclinais com direção similar aos das falhas da região, NE – SO, mostrando a atuação da tectônica plástica nesta unidade litoestratigráfica (COSTA *et al.*,1973a).

A Suíte intrusiva subalcalina, a alcalina Meruoca do período Cambriano da era Paleozoica (CPRM, 2003), é constituída por granodioritos, monzonitos, e sienitos, caracterizada pela granulação entre grossa e média com ortoclácio pertítico em cristais irregulares e/ou geminados, as cores são em tons em vermelho e cinza e com a ocorrência de feldspato vermelho e quartzo, não possuindo materiais márficos (COSTA *et al.*1973a).

Costa *et al.* (1973b) classificam a porção que compõe a Serra da Meruoca de *stock* ou batólito por serem corpos plutônicos extensos, enquanto que Moura (2012) classifica o material dessa serra de pluton granítico, que teria alterações na característica hidrotermais devido à atuação da Falha Café-Ipueiras e do Lineamento Transbrasiliano. Vale ressaltar que essa unidade sustenta relevos elevados como as Serras da Meruoca e da Barriga, e porções rebaixada, na porção sudoeste do objeto de análise.

O Grupo Jaibaras é do período Ordoviciano da Era Paleozoica (CPRM, 2003), é classificada por Moura (2012) de Bacia Jaibaras, que foi reativada durante a formação da Bacia do Parnaíba, sendo constituídas pelas seguintes formações: Massapê, Pacujá, Parapuú e Aprazível (CPRM, 2003).

A Formação Massapê é unidade basal da Bacia Jaibaras (MOURA, 2012), composta por ortoconglomerados brechóides de matriz areno-arcoseana cinzenta (CPRM, 2003), com seixos de gnaisses, granitóides, filitos, quartzitos e arenitos com características angulosa com blocos de 3–5cm, mas podendo ter até 10cm, como ocorre na região do Aprazível (COSTA *et al.*1973a).

A Formação Pacujá é formada por arenitos líticos e arcoseanos, folhelhos e siltitos com cores roxa, vermelha, marrom, cinza esverdeado e creme, cuja textura é granular com heterogeneidades. Essa formação foi atingida pela tectônica e teve parte erodida, servindo de assoalho para derrames vulcânicos da Formação Parapuú (COSTA *et al.*1973a; CPRM, 2003).

A Formação Parapuí é composta por basaltos, diabásios, andesitos, gabros, dacitos, e riolitos, sendo produtos de atividades vulcânicas e piroclásticas, estando como diques e *sills* (COSTA *et al.*1973a; CPRM, 2003). A Formação Aprazível é constituída de ortoconglomerados grossos e polimíticos, cuja matriz é arcoseana, sendo composta de blocos de diâmetro entre 10–30cm, mas podendo chegar até 1 metro (COSTA *et al.*1973a).

O Grupo Serra Grande é do Período Siluriano da Era Paleozoica (CPRM, 2003), a porção que ocorre no objeto pesquisado é relíquia (COSTA *et al.*1973a) da Província do Parnaíba em meio à Província Borborema. O Grupo Serra Grande é composto por três Formações: Ipu, Tianguá e Jaicós (CARVALHO, 2012). Essa unidade é constituída por arenitos e conglomerados, cuja textura varia entre média e grossa, sendo muito quebrado devido à reativação do lineamento Sobral-Pedro II (COSTA *et al.*1973a; CARVALHO, 2003).

O Grupo Barreiras é formado entre o Neogeno e Paleogeno, ambas do Cenozoico (CPRM, 2003), sendo composta pelas formações Camocim, Faceira e Barreiras Indiviso. É esta última que ocorre na área pesquisada, composta por sedimentos inconsolidados, afossilíferos com coloração creme-amarelada e avermelhada (COSTA *et al.*1973a; BRASIL, 1981a).

As Coberturas Sedimentares de espriamento aluvial e os Depósitos Aluviais são unidades do Quaternário da Era Cenozoica. A primeira é constituída de depósitos sedimentares argilo-arenosos e areno-argilosos, podendo ter cascalho em suas bases, com cores variando entre laranja, vermelho e amarelo (CPRM, 2003), enquanto que a segunda é formada de depósitos arenosos, areno-argilosos, cascalhos e blocos oriundos da dinâmica fluvial (COSTA *et al.*1973a; CPRM, 2003).

Segundo Brasil (1981a), a porção norte do Ceará é afetada por processos orogenéticos, epirogenéticos, tafrogenético e lineagenético. Isso é bem evidente pela sequência do graben Bambuí-Jaibaras, e host Tucunduba, separadas pelas ZC de Água Branca; o primeiro tem comportamento de um baixo estrutural (COSTA *et al.*1973a), enquanto que o segundo é classificado com alto estrutural de intensa tectônica, se comparado aos grabens Bambuí-Jaibaras e Martinópole (BRASIL,1981a), este último não ocorre na área pesquisada.

Outro fator tectônico estrutural está nas orientações das falhas, zonas de cisalhamento e lineamentos, prevalecendo na direção NE-SO, possuindo o paralelismo na mesma direção da principal feição lineagênica (COSTA *et al.*1973a;

RADAM, 1981): o Lineamento Transbrasiliano ou Sobral-Pedro II, este é zona de colisão brasileira que envelope o território brasileiro (CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2007).

As falhas Arapa, Massapê, Café-Ipueiras e Forquilha, as zonas de cisalhamentos do Rio Groaíras e Água Branca, se destacam na estrutura do objeto de pesquisa, tendo influências sobre limite de unidades litoestratigráficas, de unidade tecno-estruturais e até das feições geomorfológicas, que estão especializados no esboço tectônico-estrutural, no Mapa 3, que visa mostrar como os fatores estruturais estão espelhados na geomorfologia.

O relevo é composto da ação conjunta da morfotectônica, da morfoestrutura e dos aspectos morfoclimáticos em diferentes escalas espaciais e temporais. Assim, a compreensão da sua evolução se dá por meio do entendimento da ação desses três atributos, para que se possam delimitar e analisar o atual quadro geomorfológico.

Os aspectos tectônicos e morfoestruturais estão demonstrados pelas consequências da Orogênese Brasileira e a fissão do Pangeia (CLAUDINO-SALES, 2016). A Orogênese Brasileira tem a sua gênese pela formação do megacontinente Panótia, que produziu uma colisão himalaiana entre África e América do Sul, que gerou a Cadeia Brasileira, que seria uma cadeia montanhosa que existia entre os continentes (CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2007).

A ação da Orogênese Brasileira criou deformações e dobramentos, como o Lineamento Transbrasiliano (CLAUDINO-SALES, 2016), que formou novos materiais geológicos cristalinos por meio de corpos ígneos intrusivos e extrusivos desse evento, e após a este, que sustentam os maciços residuais (CLAUDINO-SALES, 2016). Um exemplo disso está no Suíte intrusiva subalcalina, a alcalina Meruoca e na Serra da Meruoca, que alterou os materiais rochosos existentes por meio de dobramentos, metamorfismo e falhamentos, fato que se demonstra na tectônica do grupo Jaibaras do graben homônimo (COSTA *et al.* 1973a).

A fissão do Pangeia se deu pelo processo de rifiteamento no Nordeste Setentrional. Na área da pesquisa, há duas implicações: os ombros de rifit e deposição do Grupo Barreiras. No primeiro, a instalação do rifit e seu abortamento, que formou, nas áreas ao redor, feições elevadas: na porção leste, foi gerado o Maciço da Borborema, enquanto que, no oeste, os maciços residuais cearenses

(CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2007; CLAUDINO-SALES, 2016), na área estudada, as Serras da Meruoca e de Uruburetama.

Os maciços residuais estavam elevados e mais expostos aos processos de desmonte, proporcionando extensas superfícies erosivas em que os materiais produzidos pelo arrasamento fossem levados e depositados na costa, resultando na deposição do Grupo Barreiras.

As formas atuais são também reflexo das condições climáticas pretéritas, subatuais e atuais. A evolução da geomorfologia cearense foi por meio da morfogênese mecânica, tendo atuação de climas secos (SOUZA, 1989a), fato que se demonstra na maior unidade geomorfológica desse Estado: a Depressão Sertaneja, que ocupa 68,91% (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979), sendo o reflexo da ação do processo de pediplanação, que resultou na ação erosiva que fez o recuo das vertentes, deixando-as com formas suaves e com vales de fundos chatos.

Segundo Souza (1989a), houve dois períodos em que se teve desenvolvimento da pediplanação, que resultaram duas depressões sertanejas no território cearense: no Plioceno, pedimentos mais dissecados, uma demonstração desta forma está, no objeto pesquisado, na região de Forquilha; e no Pleistoceno, com feições de pedimentos cujas características consistem em serem aplainados, estando este no restante das formas deprimidas do objeto pesquisado.

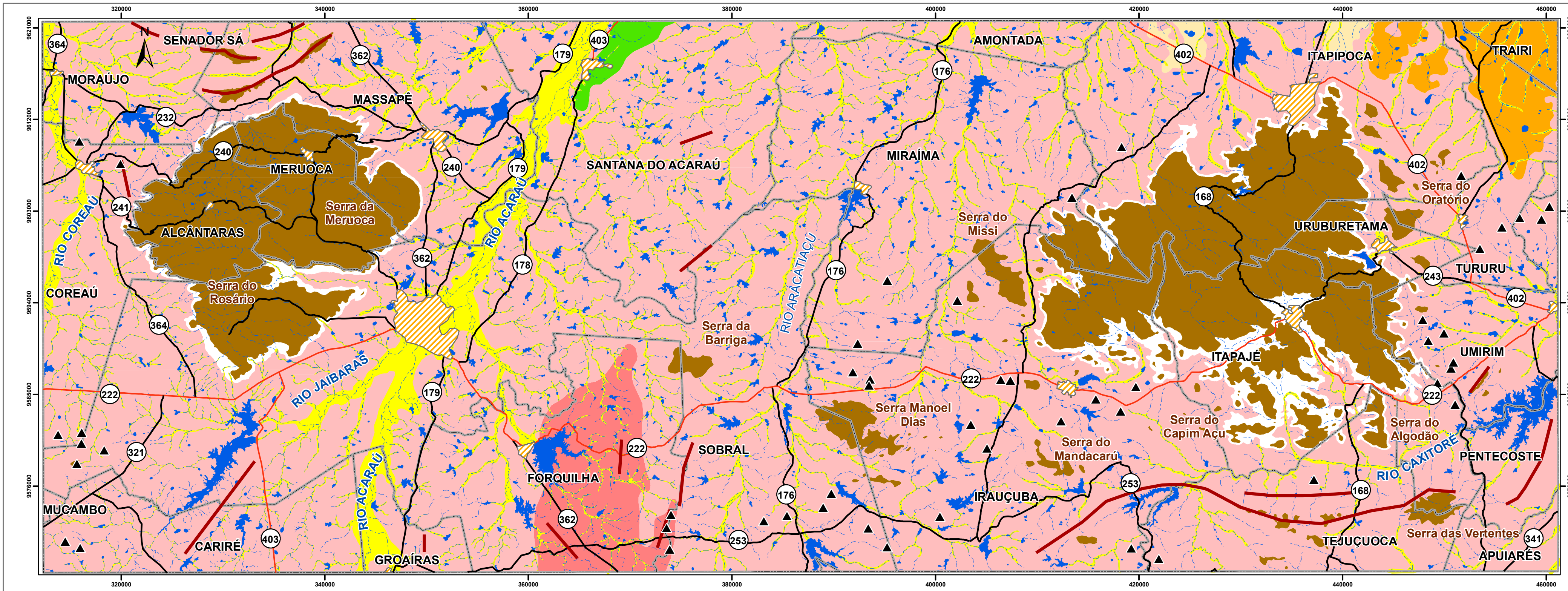
É evidente que a atuação climática ao longo do Cenozoico teve repercussões nas formas, uma demonstração foi o próprio Grupo Barreiras. Este foi produto das oscilações de climas secos e úmidos no Paleogeno/Neogeno e no Quaternário, que proporcionaram o arrasamento das formas no continente, que foram se depositando ao longo da costa (MOREIRA, 1977). Isso está com a ocorrência dos Tabuleiros Pré-litorâneos, não havendo uma quebra topográfica entre zona costeira com o interior do continente.

As feições geomorfológicas são produtos: da morfotectônica antiga, vinculado com Orogênese Brasileira e rifitamento do Pangeia; da morfoestrutura, relacionada com os materiais geológicos diversos, que condicionam os processos de erosão; e de ações morfoclimáticas, com as alterações climáticas ocorridas no Cenozoico que arrasaram as formas existentes mais frágeis, esculpiram as rochas mais resistentes e depositaram sedimentos, dando origem a outros materiais geológicos e geomorfológicos.

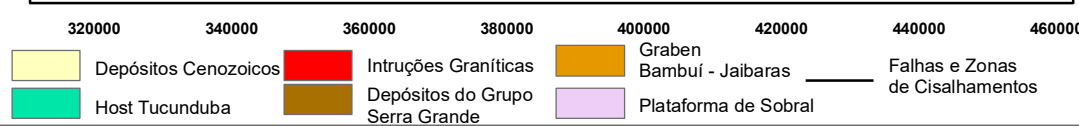
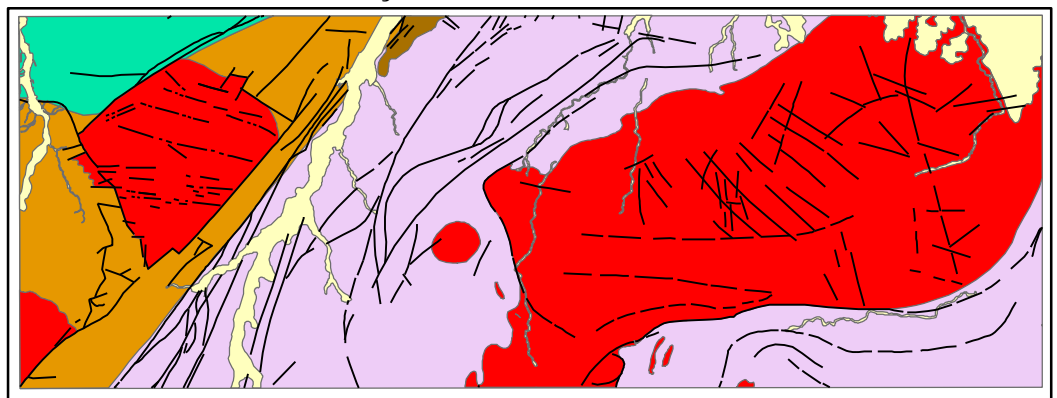
Para que se possa entender, descrever e analisar as unidades geomorfológicas do quadrante pesquisado, este foi agrupado em unidades conforme a sua gênese e suas funções perante a paisagem, sendo organizado em: Formas Estruturais, constituída dos Maciços Residuais e do Alto Estrutural; Formas Erosivas, representadas pela Depressão Sertaneja, pelos Agrupamentos de Inselbergs, pelas Cristas Residuais e pelos Sopés dos Maciços; Formas Agradacionais, composta pelos Tabuleiros Interiores, pelos Tabuleiros Pré-Litorâneos e pelas Planícies Fluviais. Essa organização lembra a proposta de RADAM (1981a, 1981b), a qual está espacializada no Mapa 3.

Os Maciços Residuais foram classificados de Maciços Residuais Cristalinos (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979), *Inselgebirgs* (BRASIL, 1981b), Planaltos Residuais (BRASIL, 1981a; SOUZA, 1988), Maciços Residuais (SOUZA, 1989a) e Maciços Estruturais (MAIA; BEZERRA, 2014a).

Essas feições possuem altitudes superiores a 300 metros, sendo sustentados por materiais do embasamento cristalino do Pré-cambriano, prevalecendo os granitos, granitoides e granodioritos, materiais esses que possuem maior resistência aos processos de desmonte, validando as ações intempéricas/erosivas pretéritas, subatuais e atuais sobre o modelado, em que a ação da erosão diferencial tem um destaque, sendo esta condicionada pelos lineamentos, criando vertentes, escarpas e quebras topográficas de caráter convexas-aguçadas (SOUZA, 1988).



ESBOÇO TECTÔNICO - ESTRUTURAL



LEGENDA

Classificação das Formas		Compartimentação Geomorfológica	
FORMAS AGRADACIONAIS		Planície Fluvial	Composta por sedimentos quaternários oriundos da ação fluvial, com morfologia plana e havendo vales em manjedoura e em V.
		Tabuleiro Interior	Composto por coberturas colúvio-eluviais do quaternário, oriundos do desmonte no Maciço de Uruburetama. A morfologia plana com pouca variação altimétrica da Depressão Sertaneja e dos Tabuleiros Pré-Litorâneos.
		Tabuleiro Pré-Litorâneo	Composto de coberturas sedimentares, sendo formado pelo desmonte dos relevos residuais e erosivos do continente que se depositaram na costa durante o Cenozoico. A sua forma é plana com características de um glacis de deposição.
FORMAS EROSIVAS		Depressão Sertaneja Conservada	Composta por materiais cristalinos do Pré-cambriano que foram/são erodidos ao longo do Cenozoico, resultando em formas levemente onduladas de altimetrias inferiores aos 300 metros. As suas formas típicas são os pedimentos e os pediplanos que possuem superfícies majoritariamente aplainadas.
		Depressão Sertaneja Dissecada	Composta por materiais cristalinos do Pré-cambriano que foram/são erodidos ao longo do Cenozoico, resultando em formas levemente onduladas de altimetrias inferiores aos 300 metros. As suas formas típicas são os pedimentos e os pediplanos com superfícies aplainadas que apresentam leves níveis de dissecção.
		Cristas Residuais	São formas constituídas de materiais cristalinos do Pré-Cambriano com morfologia alongada, aguçada e de diversas altimetrias.
		Agrupamentos de Inselbergs	São formas compostas por materiais cristalinos do Pré-cambriano, modelados pelo clima semiárido e estando dispersos na Depressão Sertaneja. A sua morfologia é côncavo-convexas, com pouca extensão espacial e podendo apresentar fraturamento.
FORMAS ESTRUTURAIS		Sopé dos Maciços	Localizada na base dos Maciços da Meruoca e de Uruburetama, sendo formas com moderadas declividades, possuindo o comportamento de passagens de pedimentação.
		Maciços Residuais	São formas compostas por materiais cristalinos do pré-cambriano que resistiram aos processos intempéricos/erosivos, que possuem altimetria acima de 300 metros e com feição montanhosa. Os aspectos estruturais possuem relevância em sua morfodinâmica, pois condicionam os processos de desmonte, isso se evidencia pela orientação das vertentes e dos vales.
		Alto Estrutural	Composta por arenitos do Grupo Serra Grande, tendo morfologia levemente dissecada, sendo uma evidência do recuo da Província Parnaíba.

METODOLOGIA
As unidades foram produzidas a partir dos dados: de geologia (CPRM 2003; COSTA et al. 1973), das análises geomorfológicas (MOREIRA, 1977; RADAM, 1981; SOUZA, 1978, 1989; OLIVEIRA, 2002; MAIA; BEZERRA, 2014); e de altimetria (EARTH EXPLORER, 2018), que posteriormente foram organizados pelos os tipos de formas equivalente a RADAM (1981). As cores das unidades seguiram quase integralmente a Souza (1989). Também foi inserido um esboço das unidades tectônicas e estruturais dos objetos de estudo, estas foi baseada em Costa et al. (1973), para mostrar como a estrutura contribui no relevo.

FONTES
COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C.; CRUZ, W. B. Projeto Jaibaras. Recife: CPRM, 1973.
CPRM - Serviço geológico do Brasil. Mapa geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003.
EARTH EXPLORER. Consultas realizadas em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. 2018.
MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. B. Tópicos especiais de geomorfologia estrutural: nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2014.
MOREIRA, A. A. N. Relevo. In: FIBGE. Geografia do Brasil: Região nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.
OLIVEIRA, V. P. V. Prospecção, caracterização e cartografia edafopaisajística em uma região montanhosa del "sertão" o semiárido brasileiro: a serra de Uruburetama (Ceará - Brasil). Tesis Doctoral. Universidad de Almería, Almería -Espana, 2002.
RADAMBRASIL. FOLHA SA.24 FORTALEZA.geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro, 1981. Escala: 1:1.000.000.
SOUZA, M. J. N. A Ibiapaba e a depressão periférica ocidental do Ceará. 3°. Enc. Nac. de Geog. AGB, UFC, SUDEC, Fortaleza, 1978.
Geomorfologia. In: Atlas do Ceará. Fortaleza: IPLANCE, 1989. Escala: 1:500.000.
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

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

INDICADORES GEOBIÓFISICOS DE SUSCEPTIBILIDADE
A DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA,
DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE - CEARÁ - BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Václava Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 3: GEOMORFOLOGIA
1:280.000
0 1,5 3 6 9 Km

CONVENÇÕES

- Rios e Riachos
- Estradas Federais
- Limites Municipais
- Estradas Estaduais
- Corpos d'água
- Sedes Municipais

Devido a esse condicionamento dos processos erosivos proporcionado pelas zonas de cisalhamentos, falhas e lineamentos, optou-se em colocar essas feições como em Formas Estruturais, não que estes elementos geológicos estejam ativos produzindo formas de intensa tectônica, mas que esses possuem a função de nortear a atuação dos processos externos, orientando na erosão diferencial, no modelado e nas suas vertentes (MAIA; BEZERRA, 2014a).

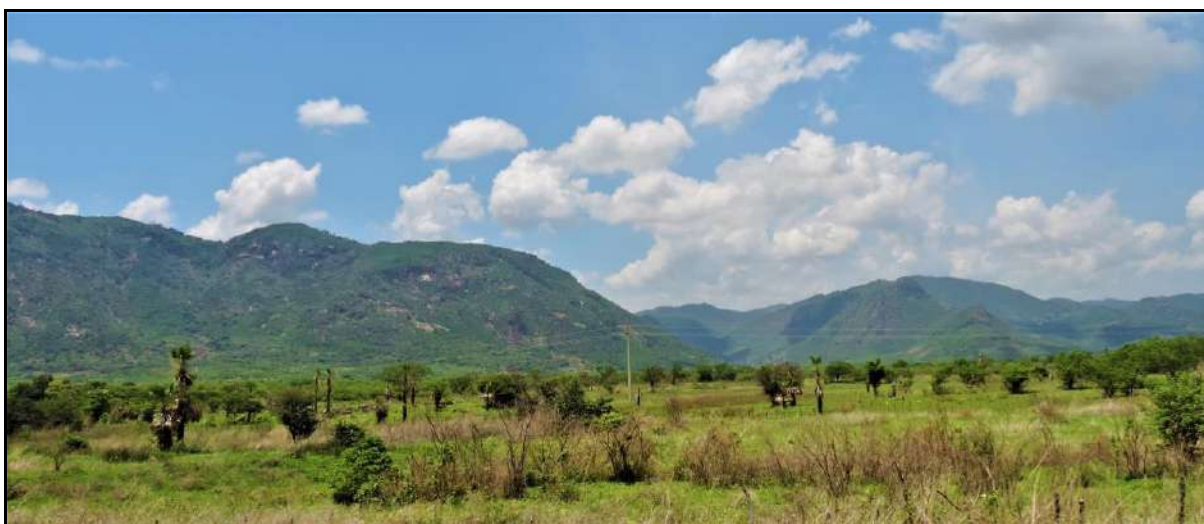
Desse modo, são formas de gênese e de evolução que possuem implicações estruturais e residuais. Por isso, foram elencados os maciços na unidade das Formas Estruturais, pois a estrutura não é tão passiva ao ataque da erosão diferenciada se comparada às superfícies pediplanadas. Esses maciços possuem caráter residual, pois corroboram as alternâncias climáticas do Cenozoico, que arrasaram sobre os materiais que existiam, restando, na atualidade, resquícios desses acontecimentos tão relevantes para a evolução geomorfológica, pedológica e fitoecológica do Nordeste brasileiro (SOUZA, 1989a).

Os Maciços Residuais possuem característica montanhosa, dissecada e isolada, podendo ser subdivididos em: Maciços Residuais úmidos ou subúmidos, comportando-se como “ilhas de umidade” em meio ao contexto nordestino aplainado de clima semiárido (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979; SOUZA, 1989a), possuindo destaque em seus aspectos ecológicos e fisiográficos (SOUZA, 1988a); e Maciços Residuais Secos, que possuem atributos (climático, pedológico e ecológico) equivalentes às encontradas na Depressão Sertaneja (SOUZA, 1989a).

Essa unidade é composta pelas seguintes feições: Serra da Barriga, Serra Manoel Dias, Serra do Mandacaru, Serra do Rosário, Serra do Missi, Serra do Capim Açu, Serra das Vertentes, Serra da Meruoca e Serra de Uruburetama (SUDENE, 1972a, 1972b, 1972c, 1972d, 1972e, 1972f, 1972g). Essas duas últimas se destacam pelas suas características peculiares .

A Serra da Meruoca é composta por granodioritos, mozonitos e sienitos da Suíte intrusiva subalcalina a alcalina Meruoca, tendo esse um batólito e/ou *stock* (SOUZA, 1978, 1988, 1989a), mostrando a natureza plutônica desse material tão resistente aos processos erosivos, a fazendo ter altitude que varia entre 300-1017 metros, sendo isso demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Maciço Residual da Meruoca



Nota-se como o relevo do maciço possui características convexas atreladas ao clima mais úmido.
Fonte: Acervo do autor, 2017.

A morfoestrutura está marcante na Serra da Meruoca devido à sua forma em losango (BRASIL, 1981a). Isso se justifica pelas suas vertentes possuírem falhas normais, lineamentos e zonas cisalhamento: a vertente noroeste possui influências da ZC Água Branca e da Falha Arapurina, a vertente sudoeste tem implicações da Falha Arapa, a vertente nordeste por ZC sem identificação específica e a vertente sudeste é afetada pela Falha Café – Ipueiras e pelo Lineamento Sobral – Pedro II; e, no interior dessa serra, há ocorrência de fraturas que cuja orientação é NE-SO.

A denudação da Serra da Meruoca se desenvolve por processos areolares e lineares, o primeiro com a atuação da morfogênese química, da erosão lateral e dos escoamentos concentrados e de difuso; enquanto que o segundo está na incisão dos vales sobre os materiais expostos (LIMA, 1999; SOUZA, 1978), e atrelado à ação gravitacional, que resulta na dissecação das formas, produzindo topos convexos e aguçados, vales de V e encostas íngremes com ravinamentos (BRASIL, 1981a).

A Serra da Meruoca possui heterogeneidades em sua composição, sendo subdividida em Serra na Meruoca e Serra do Rosário. A primeira está na porção norte, possuindo maiores índices de umidade, demonstrado pela vegetação florestal, por isso que se classifica essa serra como um enclave úmido e subúmido (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). Enquanto que a segunda possui menores precipitações, com características semelhantes da Depressão Sertaneja e das Serras Secas, tendo a vegetação da caatinga (SOUZA 1988).

A Serra de Uruburetama possui altitude variando entre 300 a 1080 metros, com modelado dissecado e montanhoso, apresentado com formas com colinas e cristas, que demonstram que esse maciço residual, assim como na Serra da Meruoca, possui heterogeneidades: em sua flanco oriental mais úmido, que o faz ser um enclave úmido e subúmido (SOUZA; OLIVEIRA, 2006); enquanto na porção oeste, prevalece morfogênese mecânica, devido as condições climáticas mais secas (OLIVEIRA, 2002). Essa serra é um contraste em meio à região pediplanada que a cerca, isso é demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Maciço Residual de Uruburetama



É perceptível o contraste entre do Maciço de Uruburetama, ao fundo, com Depressão Sertaneja em sua volta. Fonte: Acervo do autor, 2015.

A Serra da Uruburetama é composta pelos granitóides da Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria. Os fatores estruturais possuem a atuação sobre essa serra, pois teve intenso fraturamento nesse material rochoso (OLIVEIRA, 2002). Isso se demonstra pelas zonas de cisalhamentos e, principalmente, na quantidade de falhas que compõem as porções internas e externas, cujas orientações são NE-SO, L-O, N-S e NO-SE, essa última é a predominante (BRASIL, 1981a; SOUZA, 1988).

Uma demonstração da ação estrutural está nos rios, pois diz que alguns rios que estão na Serra de Uruburetama possuem padrão de drenagem retangular (SOUZA, 1988), padrão esse é produto da ação estrutural das falhas geológicas na drenagem, sendo evidente no rio Mundaú, no riacho dos Patos e no riacho do Caridó, que possuem as suas drenagens sobre fraturas existentes.

A evolução da Serra de Uruburetama da seguinte maneira: o material geológico foi atingido por fraturamento de tectônica ruptural e alívio de pressão, que posteriormente foram modelados pela pediplanação, que se demonstra pelas superfícies de pediplanação que rodeia essa serra (OLIVEIRA, 2002).

Segundo Oliveira (2002), a Serra de Uruburetama pode ser setorizada em: Formas dissecadas com cristas e picos agudos, com encostas largas retilíneas e vales profundos, estão nas porções mais elevadas, possuindo formas em Pães-de-açúcar; Formas dissecadas isoladas, com ravinas profundas separadas por interflúvios arredondados e vales abertos em altitudes entre 250 e 750m, essas estão concentradas na porção sudoeste; Formas dissecadas com encostas erodidas e frequentemente *acarcavadas*⁷ que possuem alta dissecação e erosão, vinculado com atividades sociais, e se localiza nas porções centrais e orientais; Planícies alveolares preenchidos por sedimentos aluviais e coluviais, essas áreas restritas no interior da serra que são associadas ações fluviais e coluviais; Alto nível de terraço, estando tanto nas áreas mais elevadas como nas porções descontínuas no limite da serra; e Escapas rochosas e depósitos gravitacionais de grandes blocos, associado a afloramentos rochosos e feições de escarpa, sendo frequente em quase toda a serra, principalmente nas encostas setentrional e ocidental.

O Alto Estrutural é chamado de relíquia (COSTA *et al.*, 1973a), inselbergs (BRASIL, 1981a), de relevos reliquiais e de pequenos inselbergues (MOURA-FÉ, 2015). Essa feição tem a sua gênese relacionada com a reativação da Falha Sobral-Pedro II, após a sedimentação do Grupo Serra Grande, que atenuou os processos de erosão e intemperismo (MOURA-FÉ, 2015).

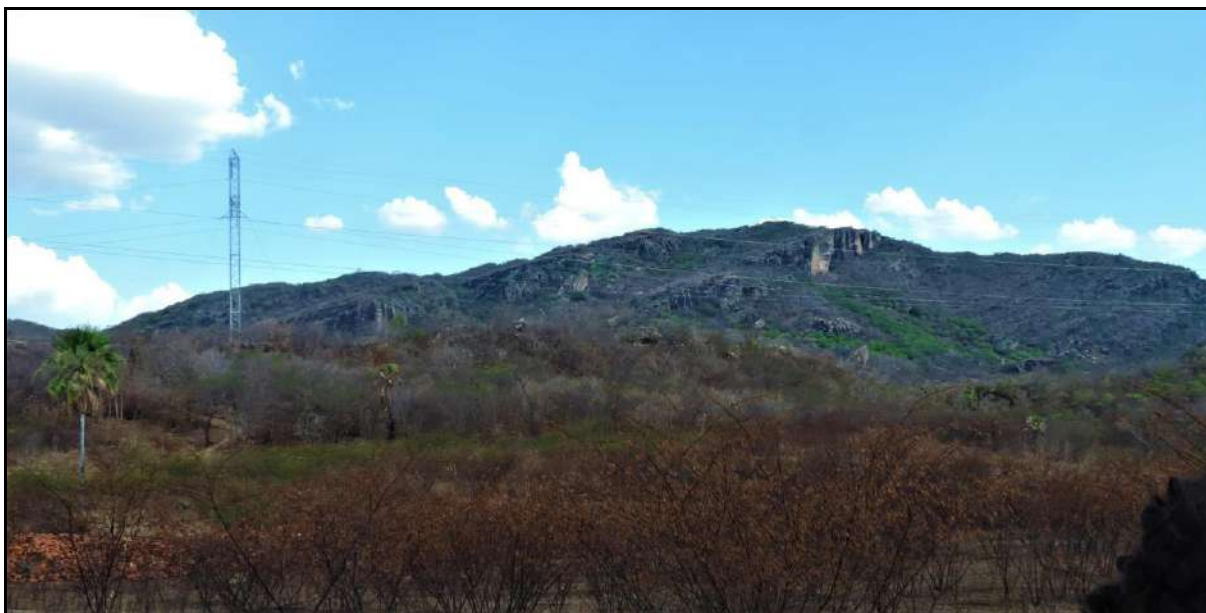
Esta feição é a única relíquia do recuo da Província Parnaíba de sua porção nordeste, pois está distante cerca de 83,26km da escapa do Glint da Ibiapaba, reafirmando que esta unidade representa quanto foi significativo os processos de desmonte no interior cearense.

O Alto Estrutural tem forma alongada, cuja orientação é de NE-SO, com dissecação leve/moderada, sendo mais evidente na porção oriental, possuindo a altimetria de 140 metros. Porém, essa feição é denominada por SUDENE (1972b) como: Serra de Santana, pois sua altitude chega a 339 metros, evidenciando o

⁷ Áreas com *badlands*.

comportamento heterogêneo dos processos externos sobre arenitos, como está demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Alto estrutural de Santana do Acaraú



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A justificativa de se classificar como Formas Estruturais é mesma da denominação Alto estrutural: a influência direta da litologia na geomorfologia local. A palavra estrutural é associada como tectônica, porém não é um sinônimo, pois algumas feições geomorfológicas cearenses são estruturais, que não necessariamente é tectônica, pois, o morfoestrutural vincula-se com alta influência dos aspectos geológicos sobre a modelagem. No caso da feição em questão, a litologia e sua estratigrafia têm influência na forma, sua gênese e sua evolução, evidenciando as dinâmicas pretéritas e subatuais de seu contexto da regional.

Nas Formas Erosivas, destaca-se a Depressão Sertaneja, que está sobre materiais cristalinos do Pré-cambriano, área da pesquisa, destacam-se as unidades litoestratigráficas Canindé e suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, que são formas pediplanadas, de altimetrias inferiores a 300 metros (OLIVEIRA, 2002), cuja localização está nas bordas das formas residuais, como maciços e cristas, possuindo materiais que não resistiram aos processos de desmonte. Essa possui a topografia plana e dissecada, com baixa amplitude altimétrica (SOUZA, 1978), sendo resultado dos processos denudacionais subatual e atual que truncaram

indistintamente as litologias (BRASIL, 1981a; SOUZA, 1988), fazendo o arrasamento do relevo, deixando apenas resquícios na modelagem.

A morfodinâmica dessa unidade tem a atuação do clima semiárido, fazem que a morfogênese mecânica atue de modo significativo (MOREIRA, 1977; SOUZA, 1988), pois, com as altas temperaturas, produz a desagregação mecânica do material rochoso por meio dos processos termoclastia, sendo essa a variação diária das temperaturas que produzem fraturas nos materiais cristalinos, e esfoliação esferoidal, quando essas fraturas se dão de modo esféricos (TOLEDO, OLIVEIRA, MELFI, 2003), resultando na ocorrência de sedimentos grosseiros e blocos rochosos, como é visto na Figura 5.

Figura 5 - Depressão Sertaneja



Ao fundo da imagem está a Serra de Uruburetama, é possível ver alguns blocos rochosos com fraturas oriundos da termoclastia e da esfoliação esferoidal. Fonte: Acervo do autor, 2017.

Outro processo típico dos ambientes das depressões é o escoamento superficial, que, devido às precipitações escassas e concentradas, fazem com que as vertentes dos relevos residuais, como cristas, maciços e inselbergs, sejam erodidos, e que materiais sejam transportados para as áreas mais baixas, como o litoral e/ou os vales (SOUZA, 1989a). Isso justificaria a ocorrência dos pedimentos, a sua orientação aos fundos de rios e nas baixas amplitudes altimétricas entre talvegue e os interflúvios (SOUZA, 1988) ou entre ambientes sertanejos e Tabuleiros Pré-litorâneos.

Os processos de aplainamentos foram/são significativamente atuantes na modelagem dessa unidade, sendo os aspectos morfoclimáticos predominante na

evolução da Depressão Sertaneja, pois é notável pelo seu padrão de drenagem típico: dendrítico e sub-dendrítico, padrão que ocorre em locais em que a morfoestrutura atua minimamente sobre o relevo (SOUZA, 1988, 1989a).

Figura 6 – Marmitas de grande dimensão.



Essas feições demonstram que, na região da Serra de Uruburetama, houve ocorrência de climas mais úmidos que dos atuais. Fonte: Acervo do autor, 2016.

Segundo Oliveira (2002), a evolução dos ambientes sertanejos foram modelados por fase de climas diferentes: primeiramente atuou o clima úmido, em que a morfogênese úmida e os processos de dissecação foram intensos, dando início às planícies; na segunda fase, ocorreu em clima seco, com os processos de pedimentação. Oliveira e Souza (2013) analisaram áreas da Depressão Sertaneja pouco próxima da Serra de Uruburetama⁸ que têm vestígios das mudanças climáticas do Quaternário, mostrando que as condições paleoambientais são bastante diferentes da atualidade, demonstrados pelos tafones e pelas marmitas de grande dimensão, presentes na Figura 6.

A Depressão Sertaneja no território cearense pode ser subdividida pelo nível de dissecação, pois, até 200 metros de altitude, possui formas rampeadas com declividade até 5°, pois a incisão dos vales é pequena; mas quando a Depressão

⁸ Vale ressaltar que a área onde ocorrem essas formas que demonstram as mudanças do clima ao longo do Quaternário não ocorrem no objeto de pesquisa, porém contribuem para entender a evolução da parte norte do território cearense e demonstram que a Depressão Sertaneja é bastante complexa.

Sertaneja atinge altitude a partir de 200-250 metros, apresentam formas com maior dissecação (SOUZA, 1989c).

Na área em que se desenvolveu a pesquisa, a Depressão Sertaneja não supera 200 metros de altitude, porém segundo Souza (1978) e Brasil (1981a), a área próxima de Sobral e Forquilha, possui forma rebaixada e dissecada, se constituído em uma superfície intermediária entre as Superfícies Sertaneja e da Ibiapaba⁹, com características geomorfológicas peculiares: sendo mais elevadas que superfície aplainada, possuindo a amplitude altimétrica próxima aos 100 metros, com modelagem dissecada e topos levemente convexizados. Por essa razão, foi dividida a Forma Erosiva em: Depressão Sertaneja conservada e Depressão Sertaneja dissecada, entendendo que conservação, nesta classificação, está atrelada os processos de dissecação, não aos usos sociais.

As formas que compõem a Depressão Sertaneja são os pedimentos, os pediplanos, os agrupamentos de inselbergs e as cristas residuais. Os pedimentos são formas típicas de ambientes áridos e semiáridos em que os rios intermitentes trazem materiais oriundos da meteorização subsuperficial e de processos fluviais (WHITE, 2004), formando um lençol de detritos, resultando em glaciais de erosão (GUERRA; GUERRA, 2008), caracterizado por vastas feições planas e/ou pouco convexas com leve inclinação aos fundos dos vales (PENTEADO, 1980).

Os pediplanos têm a sua origem pelo arrasamento de quase todas das formas pretéritas, proporcionado o nivelamento da superfície (CASSETI, 2005), são extensas superfícies de erosão nos climas áridos e semiárido, em que os processos areolares têm maior atuação na modelagem do que os processos lineares (PENTEADO, 1980), sendo caracterizados por serem a coalescência dos pedimentos (ROSSATO *et al.*, 2003; WHITE, 2004; GUERRA; GUERRA, 2008).

Os Agrupamentos de Inselbergs são formas residuais cristalinas com poucas extensões, que foram ilhadas pela pediplanação (PENTEADO, 1980; GUERRA; GUERRA, 2008), com destaque para a erosão lateral (ROSSATO *et al.*, 2003) e para a intensidade do intemperismo físico. Esse último reitera a ação do clima semiárido sobre essas formas (PENTEADO, 1980); tendo formas côncavo-convexas com fraturamentos, que apresentam vertentes íngremes compostas por

⁹ A Superfície Sertaneja seria a Depressão Sertaneja, possuindo forma aplainada com altitude entre 150 e 200 metros, enquanto a Superfície da Ibiapaba seria os relevos elevados do Planalto da Ibiapaba com altitude variando de 750 até 800 metros (SOUZA, 1978).

afloramentos rochosos, caneluras e pouca vegetação (PENTEADO, 1980; MAIA *et al.*, 2015).

Tratando-se a evolução destas formas que estão dispersas ao longo de toda Depressão Sertaneja do Nordeste brasileiro, a sua gênese se inicia em climas tropicais e subtropicais, que formam os espessos regolitos, que posteriormente foram removidos pelos climas áridos e semiáridos (MIGÓN, 2004; ROMER, 2007 *apud.* MAIA *et al.*, 2015).

Segundo Maia *et al.*(2015), pode-se classificar os inselbergs baseados pela presença, ou ausência, de dissolução e de fraturamentos dos materiais rochosos, resultando em três tipos: Feições de dissolução, com altitudes baixas, possuindo formas convexas, sem fraturas, de baixas escamações e apresentando vasques, gnamas e caneluras; Feições de fraturamento, com fraturamentos, meteorização termoclástica e da esfoliação que atuam em sua morfologia, e as vertentes são bastante íngremes, podendo apresentar taffonis de colapso; e Feições de Maciços, não havendo feições de dissolução ou de fraturamento, apresentando mínima dissecação. Os Agrupamentos de inselbergs do objeto de pesquisa estão concentrados no entorno e na Serra de Uruburetama, e foi verificado prevalência do tipo de Feições de Fraturamento.

As Cristas Residuais são formas que estão distribuídas ao longo da Depressão Sertaneja (SOUZA, LIMA, PAIVA, 1973), mas se diferenciam dos inselbergs pela sua extensão, a forma alongada de topos agudos com vertentes acidentadas, sendo sustentados por quartzitos, metacalcários, xistos e metavulcânicas, que devido às propriedades desses materiais, produzem formas estreitas e resistentes aos processos erosivos. Isso pode ser observado na Figura 7.

As características altimétricas são bastante variáveis, há cristas em que a diferença entre a base e seu topo é de 49 metros, como ocorrem em alguns setores da Crista Residual do Serrote Branco, localizado na parte central do objeto de pesquisa; enquanto que na Serra do Campi Açú, localizada na parte noroeste do objeto de pesquisa, essa diferença chega até 305 metros.

Figura 7 – Crista Residual.



Essas formas possuem características equivalentes às da Depressão Sertaneja, justificando a sua inserção nesta unidade geomorfológica. Fonte: Acervo do autor, 2016.

As Cristas foram consideradas como residuais por informar ação morfoclimática sobre material cristalino, deixando-as em destaque. Dessa maneira, as morfoestruturas influenciam no modo que deu/dá os processos de modelagem, seja na composição litológica e/ou na influência de falha ou de ZC.

As cristas estão sob influência de algumas unidades litogenéticas, como Serra do Caxitoré, que segue a ZC Irauçuba-Trairi, o Serrote dos Picos - do Gavião, que segue a ZC Água Branca, o Morro Redondo, que segue a Falha Arapa, o Serrote Branco, que segue a Falha Forquilha, e Serrote Grande e Serrote Boqueirão, que seguem a mesma orientação dos lineamentos que não possuem identificação específica.

Há outra unidade que compõe as Formas Erosivas, é o Sopé dos Maciços. Sopé é entendido como porção mais baixa de relevo de atitude mais elevada, seja uma falésia, uma montanha ou uma serra (ROSSATO *et al.*, 2003). No objeto de estudo, trata-se de sopé que se desenvolve na base das principais formas serranas, que tem como função a transição dos ambientes serrados das Serras de Uruburetama e da Meruoca para a Depressão Sertaneja.

Essa unidade é denominada por Oliveira (2002) de Superfície de pedimentação poucos inclinados, estando localizados no entorno do Maciço de Uruburetama. Tendo como base essa afirmação, a presente pesquisa delimitou essa unidade pelas diferenças altimetria na base das encostas de Uruburetama e Meruoca. Os Sopés dos Maciços são sustentados por materiais geológicos

equivalentes das Serras com formas de ondulação moderada cujo seu caimento é em direção as superfícies aplainadas, como é notado na Figura 8.

Figura 8 – Sopé do Maciço de Uruburetama



Fonte: Acervo do autor, 2016.

Estas feições possuem maiores expressões na porção oriental da Serra da Meruoca e na parte meridional da Serra de Uruburetama, possuindo relevância significativa na evolução desses relevos serranos, pois os sopés são passagens de pedimentação (SOUZA, 1978; BRASIL, 1981a), dando demonstrações da ação morfoclimática sobre as elevações residuais cristalinas.

As Formas de Agradação são feições compostas por materiais de formação recente, possuindo um equilíbrio entre processos de erosão, dissecação e de agradação de sedimentos, sendo que nesta há três unidades: Tabuleiros Pré-Litorâneos, Tabuleiros Interiores, e Planícies Fluviais.

Os Tabuleiros Pré-litorâneos são chamados de Tabuleiros Terciários (MOREIRA, 1977), Tabuleiros Sublitorâneos (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979), Tabuleiros Litorâneos (OLIVEIRA, 2002), e Tabuleiros Costeiros (BRASIL, 1981a; CLAUDINO-SALES, 2002; MAIA; BEZERRA, 2014a), sendo feições formadas sobre os depósitos sedimentares mio-pleistocênicos do Grupo Barreiras (MAIA; BEZERRA, 2012), com morfologia tabular, com declividades variando entre 2° a 5°, a sua altimetria é inferior aos 100 metros, tendo um comportamento de glaciais de acumulação (SOUZA, 1988, 1989a).

A extensão de unidade é bastante variável, sendo de estreita na Região Metropolitana de Fortaleza, e espessa em alguns principais rios cearenses, o Jaguaribe e o Acaraú. Isso está atrelado à gênese dessa unidade, pois os materiais

que sustentam os Tabuleiros Pré-litorâneos são oriundos dos processos de denudação ocorridos sobre as formas do interior do continente, como os Maciços, as Cristas, as Chapadas, o Glint, a Cuesta e a Depressão Sertaneja.

Os sedimentos foram removidos do interior, transportados e acumulados no litoral no Cenozoico, demonstrando-se pela orientação de seu caimento ser voltado para o oceano, fazendo encobrir o antigo litoral cristalino ondulado, e o fazendo tabular sedimentar (CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2007). Por essa razão, não há um desvio topográfico tão significativo entre ambientes sertanejos e litorâneos, pois os Tabuleiros Pré-litorâneos são unidades de transição.

Assim, a área da região metropolitana de Fortaleza teve/tem materiais cristalinos, tendo menos produção e acolhimento de sedimentos, diferentes nos Rios Jaguaribe e Acaraú que tiveram mais áreas-fontes e transportaram os materiais erodidos pelos seus vales, fazendo com que, na atualidade, os Tabuleiros Pré-litorâneos estejam emoldurando o litoral (MOREIRA, 1977). Isso é notável na área da pesquisa, em que, mesmo não tão próxima ao litoral, há ocorrência desse tipo de feição tabuliforme.

Os Tabuleiros Interiores são chamados de Tabuleiros Interioranos (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2001; MELO; PEREIRA, 2001) e Tabuleiros Sertanejos (FERNANDES; BEZERRA, 1990; SILVA, 2000). Essas feições são formadas sobre depósitos colúvio-eluviais detriticos do Neogeno/Quaternário, tendo por sua ocorrência isolada e desconectadas ao Grupo Barreiras, com topografia tabular, apresentando dissecação, variando entre leve e moderada, mostrada da Figura 9.

Os Tabuleiros Interiores que ocorrem no objeto da pesquisa têm altimetria equivalente à Depressão Sertaneja, não chega a superar os 100 metros, porém, no que se refere às suas características, essas possuem peculiaridades, pois essas feições geomorfológicas são revestidas por solos mais profundos e vegetações de porte entre arbóreo e arbustivo, diferente das características da Depressão Sertaneja, podendo até possuir espécies do Cerrado (FERNANDES; BEZERRA, 1990).

Tratando-se da evolução dos Tabuleiros pesquisados, foram, provavelmente, vinculados com a evolução do Maciço de Uruburetama, principalmente aos processos de erosivos que atuam e que resultaram na agradação de depósitos dos sedimentos em sua periferia, mostrando como as mudanças climáticas do Cenozoico influenciaram no relevo da porção norte do território cearense, produzindo formas restritas, mas de grande relevância para área

da geomorfologia, pois estas mostram os processos de erosão e de agradação recentes.

Figura 9 – Tabuleiro Interior.



É notável as diferenças altimétricas do Tabuleiro Interior, em primeiro plano, com o Serra de Uruburetama. Fonte: Acervo do autor, 2018.

É necessário ressaltar que os Tabuleiros Interiores possuem gêneses, formas, evoluções, processos e características distintas dos Tabuleiros Pré-Litorâneos. Por essa razão, há a sua individualização, pois não é apenas o fato de estarem distantes do litoral que os torna, obrigatoriamente, um Tabuleiro Interior.

As Planícies Fluviais são formadas sobre depósitos aluviais do Quaternário, compostos com areias finas e/ou grosseiras, cascalhos e blocos, sendo caracterizadas pelas ações fluviais: erosão, transporte e agradação de sedimentos (SOUZA, 1988), mostram porque os rios são maiores modeladores da paisagem (PENTEADO, 1980).

Estas possuem topografias quase planas, com nível hidrostático de baixa profundidade, de até 5 metros, contribuindo para o aproveitamento de usos por meio de poços pouco profundos (SOUZA, LIMA, PAIVA, 1979), de extensão largas nos baixos e médios cursos dos principais vales cearenses: rio Jaguaribe, rio Banabuiú, rio Curu, rio Choró, rio Acaraú e rio Coreaú, estes dois últimos ocorrem na área da pesquisa.

A Planície Fluvial do Acaraú, presente na Figura 10, destaca-se nessa unidade geomorfológica. Souza (1981) subdivide em três setores esse vale: Vazante, que abarcaria o talvegue, o leito menor até dique marginal; Várzea, abarcando o leito maior até o excepcional, tendo a presença da água na superfície

apenas no período chuvoso; e interflúvio, neste apresentariam até terraços no médio-baixo cursos.

Figura 10 – Planície Fluvial do Rio Acaraú



Nota-se sua larga extensão da planície do Rio Acaraú e ao fundo a Serra da Meruoca. Fonte: Acervo do autor, 2016.

Há ocorrência de vales em manjedoura e em V; na primeira feição, possuem formas de vales com fundos chatos e com pouca incisão do talvegue, com pequenas rupturas no declive em sua borda (CHRISTOFOLETTI, 1981), estando associado com a maior capacidade de agradação de sedimentos, comprovando-se com a larga área de deposição de sedimentos. Os Rios Acaraú e Coreaú, nas seções do objeto de pesquisa, são vales em manjedoura.

Os vales em V são caracterizados pelo equilíbrio de entalhamento e pelo alargamento dos rios sobre os materiais geológicos homogêneos e as vertentes simetricamente dispostas (CHRISTOFOLETTI, 1981), havendo o aprofundamento do talvegue e tendo a extensão restrita (ROSSATO *et al.*, 2003). Esses vales são os que prevalecem na área da pesquisa.

Vale ressaltar que as Planícies Fluviais também são influenciadas pelo controle estrutural, seja pela ocorrência de rios de drenagem retangular e pela própria orientação dos rios com falhas e lineamentos. O rio Coreaú é influenciado pela Falha Arapa, o rio Caxitoré está paralelo a ZC Irauçuba-Trairi, o rio Aracatiaçu pela Falha Forquilha, e os rios Jaibaras e Acaraú pelo Lineamento Sobral-Pedro II; isso reafirma a relevância da morfotectônica e da morfoestrutura sobre os ambientes fluviais e aluviais do nordeste setentrional (MAIA; BEZERRA; CLAUDINO-SALES, 2008; MAIA; BEZERRA, 2014b).

3.2 Clima e Recursos Hídricos

O Nordeste brasileiro apresenta um dos quadros climáticos mais complexos do mundo por possuir vários sistemas atmosféricos atuantes sobre esta região (NIMER, 1972), mas, de modo geral, há três tipos climáticos: Tropical Litorâneo, Tropical e Semiárido (KAYANO; ANDREOLI, 2009). Algo a se destacar nas particularidades dessa região é a ocorrência de clima semiárido próximo à Linha do Equador, visto que essa porção do globo é caracterizada pelas altas temperaturas e pelas altas precipitações, diferente do clima sertanejo, que possui precipitações irregulares e escassas.

Segundo Reboita *et al.* (2012), a ocorrência de menores precipitação no sertão do Nordeste brasileiro, dentro do contexto do continente sul-americano, pode ser associados a barreira topográfica do Planalto da Borborema, que causaria precipitações no flanco oriental deste relevo montanhoso, deixando o lado oposto com menores precipitações e umidades; e ventos alísios de leste, que transportariam ar frio, que, ao serem inseridos no sertão nordestino, seriam aquecidos, diminuindo a umidade desta região.

É claro que clima do Nordeste brasileiro não pode ser explicado apenas pelos fatores de relevo e pelas correntes oceânicas, pois essa porção do Brasil possui particularidades, que mostram quão complexo é essa região, e isso não seria diferente no Estado do Ceará, que tem complexidades em suas características climáticas (BEZERRA; BEZERRA; MENDES, 1989), tendo climas variados desde subúmido, como ocorre nos enclaves úmidos e subúmidos e no litoral, até de aridez muito acentuada, como ocorre na regiões de Irauçuba e Tauá (SALES; OLIVEIRA; DANTAS, 2010).

Segundo Zanella (2007), as características climáticas do Ceará são de temperaturas acima de 26°C, nos sertões e no litoral, e de 22°C no Planalto da Ibiapaba 22°C; e as precipitações também apresentam grande variação espacial, devido aos fatores de localização e geomorfológico, favorecendo, ou não, as quantidades de chuvas.

Tratando-se dos climas do nordeste e suas heterogeneidades, os sistemas atmosféricos são bastante relevantes para a diversidade climática do Nordeste brasileiro (SOUZA *et al.*, 1996), e isso também é válido no território

cearense e no quadrante pesquisado. Os principais sistemas atmosféricos atuantes nas chuvas do objeto de pesquisa são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), El Niño – Oscilação Sul (ENOS).

A ZCIT é uma banda de nuvens convectivas localizada na região equatorial do planeta (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009). Esse sistema é chamado também como Zona de Convergência Equatorial (BARBIERI 2014), tendo a sua localização no cavaco equatorial, entre os anticiclones do Atlântico Norte e Atlântico Sul (KAYANO; ANDREOLI, 2009), levando a umidade e o calor das regiões tropicais a altas e médias latitudes (FERREIRA, 1996 *apud*. BARBIERI 2014).

O sistema atmosférico, citado no parágrafo anterior, é a confluência dos ventos alísios de sudeste com os ventos alísios de nordeste (BARBIERI 2014). Este choque dos alísios faz com que o ar quente e úmido se eleve, provocando baixas pressões (FERREIRA; MELO, 2005; KAYANO; ANDREOLI, 2009), formações de nuvens do tipo *cumulonimbus*, atividades convectivas e precipitações (BARBIERI 2014), principalmente na porção do Nordeste brasileiro, abrangendo os estados do Maranhão, no centro norte, do Piauí, no centro norte, Paraíba, em seus sertões, do Rio Grande do Norte, de Pernambuco e do Ceará (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009).

A ZCIT tem o seu posicionamento variado ao longo do ano. Durante agosto até setembro, chega a 14° no Hemisfério Norte, e 2° no Hemisfério Sul durante os meses de fevereiro e abril (FERREIRA; MELO, 2005), mas, em 2008, chegou até 5° no Hemisfério Sul (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009), tendo a sua forma mais irregular nos continentes do que nas áreas oceânicas, mostrando como o material da superfície contribui para atuações heterogêneas no mesmo hemisfério (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009).

Segundo Ferreira e Melo (2005) e Barbieri (2014), essa zona tem, em sua atuação, seu posicionamento e sua intensidade associada à Temperatura da Superfície do Mar (TSM), pois a atuação é maior sobre os oceanos, pois a superfície do material hídrico aquece e favorece maiores os movimentos de ascensão do ar, reforçando ainda mais esse sistema atmosférico, provocando maiores precipitações.

Desse modo, como a ZCIT segue o Equador Térmico (SOARES, 2015), podendo subir, quando TSM do Atlântico Norte tem temperaturas mais elevadas do que do TSM do Atlântico Sul, resultando na ZCIT mais deslocada ao Hemisfério Norte, causando menores precipitações no Hemisfério Sul, e conseqüentemente,

mais seca no Nordeste brasileiro (FERREIRA; MELO, 2005; MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009).

Outro fator que influencia na ZCIT são os Anticiclones do Atlântico Sul (ASAS) e do Atlântico Norte (ASAN) (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009; KAYANO; ANDREOLI, 2009). Isso é compreensível, pois os anticiclones são porções da alta, média e baixa atmosfera que, em seus centros, possuem altas pressões, possuindo variações sazonais (IBGE, 2004; CPTEC, 2017), que influenciam nos ventos e nas precipitações das regiões ao seu redor. Isso é bem evidente no favorecimento de desenvolvimento dos desertos, como na África e na Austrália (BASTOS, FERREIRA, 2000).

O ASAN é mais irregular, atuando de modo mais intenso em junho, enfraquecendo-se até novembro, e só havendo nova intensificação em fevereiro; enquanto que ASAS de caráter regular têm sua atuação entre verão e outono (KAYANO; ANDREOLI, 2009). A dinâmica dos dois anticiclones promove abundância ou deficiência nas precipitações nordestinas, pois a expansão da ASAS e a retroação da ASAN influenciam no posicionamento da ZCIT, deixando-a mais ao norte, diminuindo a sua atuação no Hemisfério Sul, e conseqüentemente, menores precipitações no Nordeste (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009).

A ZCIT é o principal sistema produtor de chuvas do norte do Nordeste brasileiro (SALES; ZANELLA, 2011), cuja atuação coincide com período da quadra chuvosa, período em que ocorrem as principais chuvas no território cearense, que corresponde aos meses de fevereiro, março, abril e maio (FUNCEME, 2017a).

O ENOS é alteração anormal sobre as temperaturas no Oceano Pacífico, em suas porções centrais e leste, que afetam sobre a circulação atmosférica. Quando as águas estão aquecidas, denomina-se o fenômeno de *El Niño*, cuja duração é de 12 a 18 meses, havendo a sua intensificação nos meses de dezembro e janeiro (BARBIERI 2014); e quando há esfriamento, ocorre a *La Niña* (FERREIRA; MELO, 2005).

Esse fenômeno faz uma interação oceano-atmosfera, causando várias alterações nas precipitações em regiões do globo (BARBIERI 2014). Quando se tem a ocorrência do *El Niño*, o ar aquecido promove a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico Leste, favorecendo uma convergência para essa região, que tem movimentos ascendentes e formação de nuvens (BARBIERI 2014).

O ar que havia se elevado torna a descer no oeste do Pacífico e na América do Sul (FERREIRA; MELO, 2005; BARBIERI 2014), resultando no deslocamento da Célula de Walker para leste. A alteração dessa célula traz implicações nas altas e baixas atmosferas e no descolamento da umidade (BARBIERI 2014), afetando, de diferentes modos, o continente sul-americano, e especificamente no Nordeste brasileiro, há anos de secas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), podendo até atenuar a ação da ZCIT (FERREIRA; MELO, 2005).

Tratando-se da *La Niña*, o quadro é bem diferente, pois o esfriamento das águas do Pacífico contribui para a alta pressão atmosférica sobre o Pacífico, partes leste e central, causando divergência nessa área, fazendo com que a Célula de Walker seja mais intensa e longa, promovendo, no Nordeste brasileiro, maiores precipitações e intensidade dos ventos alísios (FERREIRA; MELO, 2005; BARBIERI 2014).

Também há ocorrência de sistemas atmosféricos de menores influências que contribuem para as precipitações no objeto de pesquisa, que são: os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) e as Ondas de Leste (OL).

Os VCANs são o conjunto de nuvens que são dispostos em forma de círculo com sentido horário, cujo centro tem temperaturas inferiores do que a sua região periférica. Isso faz com que ocorra a subsidência do ar, dando alta pressão no centro, impedindo a formação de nuvens, diferente de suas periferias, onde há maiores precipitações (FERREIRA; MELO, 2005; BARBIERI 2014).

Os tipos de VCANs que se desenvolvem no Nordeste brasileiro são os *Palmer*, atuando de modo distinto nessa porção do Brasil, no norte do Nordeste em que ocorrem precipitações, enquanto o sudeste do Nordeste brasileiro tem chuvas convectivas (BARBIERI 2014). A atuação desse sistema promove precipitações no verão e na primavera, porém são mais atuantes nos meses de janeiro e fevereiro, e podem durar até duas semanas (FERREIRA; MELO, 2005; BARBIERI 2014).

Os SCMs são conjuntos de nuvens *cumulonimbus* que provocam chuvas nos trópicos e nas médias latitudes, sendo também responsável pelas chuvas do Nordeste. Esses sistemas são subdivididos em Linhas de instabilidade (LI) e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) (BARBIERI 2014). As Lis são conjunto de nuvens em formas de linhas que atuam nos finais da tarde e início das noites durante os meses fevereiro e março, a sua formação está relacionada à

radiação solar (FERREIRA; MELO, 2005), à influência das brisas marítimas e ao cisalhamento dos ventos alísios (BARBIERI 2014).

Os CCMs são um conjunto de nuvens de forma circular e de crescimento vertical, que se forma à noite devido às condições locais de pressão, temperatura e relevo, tendo a duração de 10 a 20 horas, provocando chuvas e rajadas de vento na primavera e no verão (FERREIRA; MELO, 2005; BARBIERI 2014), proporcionando altas precipitações no norte do Ceará (SOARES, 2015), área em que está o objeto de estudo.

As OLs são ondas de nuvens que se deslocam da África até Zona da Mata do Nordeste brasileiro, que podem provocar chuvas no território cearense durante os meses de junho, julho e agosto, quando esse fenômeno encontra condições favoráveis (FERREIRA; MELO, 2005; BARBIERI 2014).

O clima não é formado apenas pelos seus sistemas atmosféricos, mas também são influenciados por fatores locais (BEZERRA; BEZERRA; MENDES, 1989; KAYANO; ANDREOLI, 2009). Os fatores climáticos que influenciam o clima do objeto de estudo são: a latitude, a natureza da superfície e o relevo.

A latitude está relacionada ao posicionamento da área perante o Hemisfério Sul, estando próxima à Linha do Equador, tendo valores baixos, no objeto de estudo, os valores da latitude variam em 3° 23'S e 3°56'S, justificando as altas temperaturas, que, por sua vez, são entre 20° e 28°C, devido à alta incidência dos raios solares nessa porção do globo. Outra característica relacionada às baixas latitudes no Nordeste brasileiro está na amplitude térmica anual, sendo essa baixa.

A natureza da superfície está relacionada a interação entre baixa atmosfera e contato com superfície terrestre, onde o tipo de rochas e solos e suas propriedades contribuem para circulação, ou não, da água no ambiente. O objeto de estudo tem o embasamento cristalino como ocorrência majoritária, que são materiais de características de permeabilidade e porosidade que pouco captam o material hídrico oriundo das precipitações, contribuindo para maior escoamento do que infiltração, promovendo maiores erosões das formas e *déficits* hídricos.

O relevo tem atuação bastante peculiar sobre os aspectos climáticos da área devido à diversidade geomorfológica existente no objeto de estudo: os relevos residuais acima de 700 metros altitude, como as Serras da Meruoca e de Uruburetama, que possuem temperaturas mais baixas, maior porte de umidade e maiores precipitações devido às chuvas orográficas promovidas por essas serras,

que se constituem como barreiras topográficas, produzindo áreas de sotavento e barlavento.

No objeto de pesquisa, também há feições aplainadas com altitude interiores a 300 metros, que têm formas típicas de ambiente semiárido, com chuvas escassas e concentradas que produzem formas como os inselbergs. Assim, o relevo tem relevância significativa da distribuição nas temperaturas, nas umidades, nas precipitações e nos climas do objeto de pesquisa.

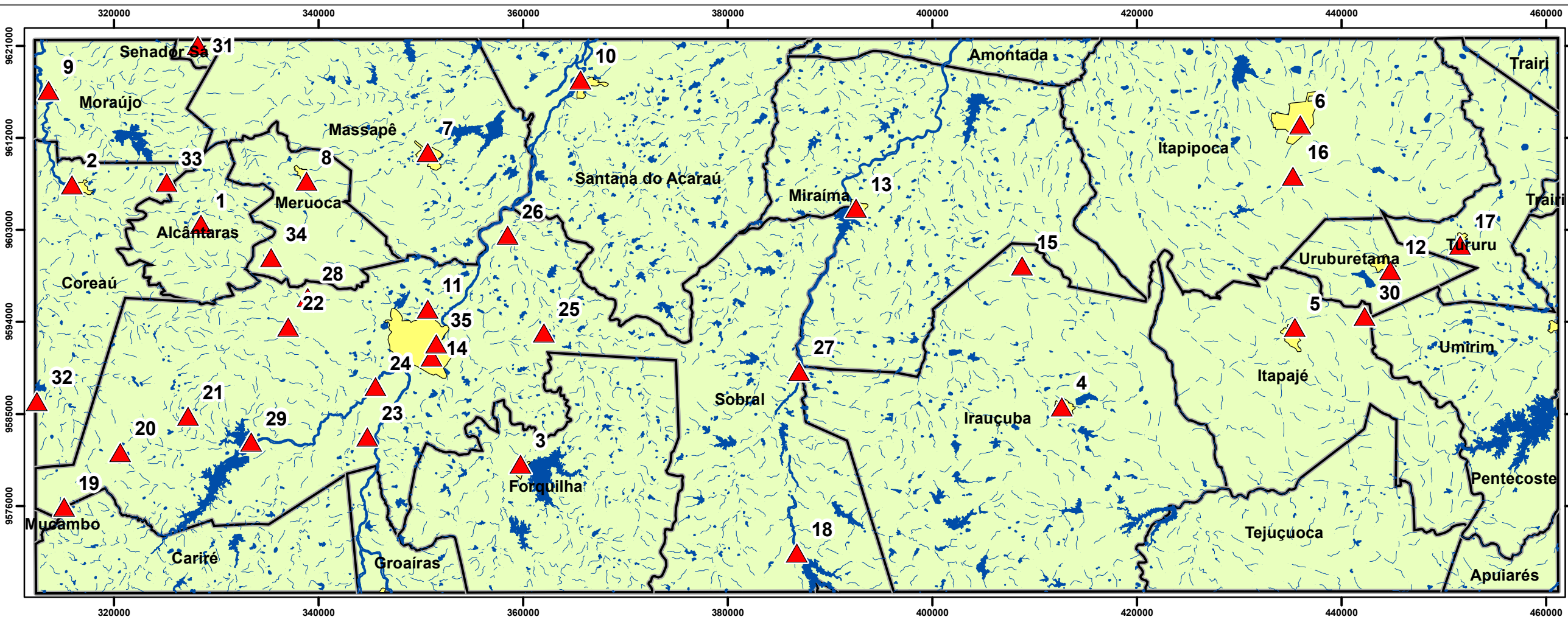
Para que se possa entender a dinâmica climática, foram selecionados dados de 35 postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e da Agência Nacional das Águas (ANA). Essas informações foram extraídas de FUNCEME (2017b) e Hidroweb (2017) que resultaram na Tabela de tipologia climática, na Série histórica de chuvas, nos Balanços Hídricos. Esses materiais estão nas Pranchas 1 e 2.

Para a elaboração da Tipologia Climática, foi utilizada a Técnica do *Box Plot* de Galvani e Luchiarri (2012), que resultou na definição de anos: superúmidos, úmidos, normais, secos, supersecos e Padrão Mediano. Essa técnica utiliza organização dos anos segundo a quantidade de precipitação, estruturando-se da seguinte maneira: são retirados, primeiramente, os anos de atividades mais extremas de seca e de chuva, havendo assim a identificação dos anos superúmidos e supersecos; depois se separam também 5% dos anos extremos, elencado assim os anos úmidos e secos.

Com a retirada dos anos extremos, é realizada uma nova organização, delimitando-se os anos restantes a cada 25%, resultando em 3 Quartis: no Quartil 1, estão dados de 25-50%, havendo os anos normais; no Quartil 2, estão dos dados de 50%, localizando-se o ano-padrão mediano, e no Quartil 3, estão os dados de 50-75%, constituindo também de anos normais.

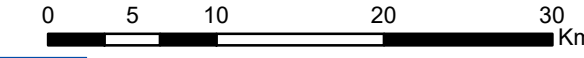
TABELA DE TIPOLOGIA CLIMÁTICA

Identificação	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28	
	ALCANTARAS		COREAU		FORQUILHA		IRAUCUBA		ITAJAJE		ITAPIPOCA		MASSAPE		MERUOCA		MORAUJO		SANTANA DO ACARAÚ		SOBRAL		URUBURETAMA		MIRAIMA		SINHA SÁBIOIA		MISSI		ARAPARI		TURURU		ARACATIAÇU		RAFAEL ARRUDA		SÃO JOSE DO TORTO		APRAZIVEL		JORDÃO		BONFIM		CENTRO DE TREINAMENTO		CAIOCA		PATRIARCA		CARACARA		BOQUEIRÃO	
	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)		
Ano super úmido	2002	745,40	2002	762,8	2002	717,7	2002	466,4	2002	956,9	2002	1166	2002	773,9	2002	1531,3	2002	773,5	2002	810,5	2002	892,8	2002	975,4	2002	827,2	2002	452,4	2002	888	2002	1155,9	2002	755,4	2002	940	2002	785,2	2002	561,8	2002	612	2002	937	2002	691	2002	785,8	2002	613,7	2002	722,4	2002	609	2002	876,5
Anos úmidos	2003	953,90	2003	1447	2003	697	2003	628,7	2003	998,2	2003	1346,1	2003	1001,3	2003	1661	2003	935	2003	1066,4	2003	1156	2003	1222,6	2003	1099,2	2003	683,4	2003	388	2003	1365	2003	964	2003	751	2003	567,7	2003	720	2003	818,8	2003	1189	2003	824	2003	914,6	2003	945,7	2003	1111,2	2003	957,5	2003	1030,3
	2004	891,70	2004	1168	2004	786,6	2004	694,6	2004	968,6	2004	1285,1	2004	904,5	2004	1593,2	2004	904	2004	1120,4	2004	1270	2004	1326	2004	995,8	2004	1208,2	2004	829	2004	1363,6	2004	1187	2004	739	2004	994,1	2004	919	2004	732	2004	1567,6	2004	969	2004	1176,9	2004	1082,9	2004	1120	2004	928,9	2004	1158,3
	2005	781,20	2005	709,4	2005	439,2	2005	174,6	2005	672	2005	635,7	2005	739,5	2005	724,3	2005	788	2005	678	2005	675	2005	749,9	2005	442,5	2005	650,3	2005	334	2005	871,8	2005	635	2005	260,9	2005	234,9	2005	395,4	2005	297	2005	584,3	2005	354	2005	418,2	2005	402,2	2005	362	2005	306	2005	454,1
Anos normais	2006	873,30	2006	1033,5	2006	681,5	2006	639,2	2006	825,4	2006	1301	2006	1042,1	2006	1370	2006	897	2006	762,6	2006	841,5	2006	1164	2006	1012,9	2006	917,5	2006	1042	2006	1327,8	2006	789	2006	582,5	2006	398,6	2006	599,2	2006	329,5	2006	899,5	2006	696	2006	835,1	2006	696,7	2006	805,1	2006	270,7	2006	611,1
	2007	623,10	2007	937,5	2007	558,7	2007	276,5	2007	664,2	2007	819,4	2007	838,2	2007	1277	2007	922	2007	743	2007	922,2	2007	829,5	2007	460,5	2007	904,8	2007	549	2007	936	2007	573	2007	236,8	2007	690,4	2007	589,8	2007	507,8	2007	797,2	2007	634	2007	909,8	2007	643,6	2007	687,2	2007	275	2007	699,5
	2008	1162,80	2008	1181	2008	1003,8	2008	345,2	2008	808,2	2008	1452,1	2008	1099,8	2008	2059,5	2008	286	2008	878	2008	1196	2008	996,5	2008	938,9	2008	1088,8	2008	892	2008	1305,8	2008	907	2008	684,7	2008	568	2008	788	2008	560,9	2008	819,8	2008	614	2008	823,1	2008	786,8	2008	791,7	2008	375,4	2008	808,2
Ano-padrão mediano	2009	1438,00	2009	1694	2009	1246,6	2009	1062,7	2009	1350,6	2009	1855,1	2009	1337,6	2009	2512	2009	1678	2009	1418	2009	1266,5	2009	1837,7	2009	1327,4	2009	1334,9	2009	1756	2009	1996,4	2009	1247	2009	1172,7	2009	1337,6	2009	1368,3	2009	1211,1	2009	1409,7	2009	1215	2009	1255,2	2009	1014,7	2009	1391,5	2009	1329,5	2009	1088,4
Anos normais	2010	540,10	2010	417,6	2010	663,6	2010	237,1	2010	515,3	2010	589,4	2010	604	2010	1071	2010	728	2010	468	2010	585,4	2010	483	2010	339,2	2010	815,6	2010	310	2010	506,2	2010	506,3	2010	321,9	2010	246,2	2010	251,4	2010	272,5	2010	419,5	2010	318	2010	499,4	2010	250,4	2010	457	2010	254,2	2010	514
	2011	1158,80	2011	1349	2011	1075,9	2011	470,7	2011	1075,8	2011	1667,7	2011	1346,7	2011	1879	2011	1159	2011	960	2011	821,9	2011	1587,5	2011	1037,3	2011	1221,8	2011	1030	2011	1560,6	2011	1371,4	2011	760,9	2011	807,2	2011	775,2	2011	752,9	2011	818,5	2011	437	2011	1006,7	2011	887,8	2011	956,4	2011	821	2011	646,3
	2012	322,20	2012	436,5	2012	285,2	2012	145,6	2012	525,6	2012	858,4	2012	332,4	2012	864	2012	241	2012	334	2012	395	2012	520	2012	325,9	2012	417,9	2012	153	2012	777	2012	384	2012	182	2012	89	2012	123	2012	54	2012	135	2012	121	2012	56	2012	8	2012	14	2012	72	2012	40
Anos secos	2013	501,00	2013	607,1	2013	598,8	2013	261	2013	797,1	2013	859,2	2013	874,3	2013	1289,6	2013	648	2013	682,5	2013	823	2013	669,5	2013	577,6	2013	812,3	2013	532	2013	892,4	2013	769	2013	473,9	2013	535,9	2013	347,1	2013	310,6	2013	633,5	2013	549	2013	307,5	2013	387	2013	387	2013	420	2013	608,7
	2014	407,70	2014	615,2	2014	493,9	2014	309,2	2014	577,8	2014	792,8	2014	353,7	2014	922	2014	743,4	2014	414	2014	612,5	2014	590,7	2014	533,4	2014	791,1	2014	347	2014	796	2014	419,5	2014	428,5	2014	147,1	2014	520	2014	225,2	2014	484	2014	603,6	2014	598,9	2014	538,9	2014	608	2014	244	2014	608,5
	2015	655,30	2015	468,5	2015	416,4	2015	335,2	2015	828,9	2015	861	2015	460,2	2015	1110	2015	783	2015	664,1	2015	656	2015	676,8	2015	550,8	2015	621,2	2015	204	2015	920,9	2015	552,8	2015	381	2015	208,9	2015	310,7	2015	223,1	2015	567	2015	392	2015	424,6	2015	514,7	2015	428,3	2015	158	2015	510,3
Ano super seco	2016	454,00	2016	535,8	2016	552,9	2016	356,6	2016	774,2	2016	952,2	2016	719,7	2016	1219	2016	681	2016	628,7	2016	571,5	2016	417,7	2016	582,2	2016	754,5	2016	256	2016	962,5	2016	429	2016	521	2016	437,2	2016	509,9	2016	498,6	2016	317,5	2016	343,6	2016	251	2016	587,9	2016	606,3	2016	359	2016	336,3



MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS PARA TIPOLOGIA CLIMÁTICA

1:450.000



- Limites Municipais
- Sedes Municipais
- Corpos d'água
- Rios Principais
- Rios e Riachos
- Postos Pluviométricos

Identificação	29		30		31		32		33		34		35	
	JAIBARAS		SANTA CRUZ		SALÃO		UBAUNA		SITIO URUBU		CAMILLOS		SOBRAL_340064	
	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)	ANO	Chuva (mm)
Ano Super úmido	2002	746,6	2002	1351,2	2002	1211	2002	470,5	2002	397	2002	978,8	2002	821,2
Anos úmidos	2003	930,5	2003	1612,8	2003	1306,6	2003	952,8	2003	1024	2003	999,6	2003	985,1
	2004	921,1	2004	1374,4	2004	893,4	2004	743,7	2004	1007	2004	1274,2	2004	1060,4
	2005	356,4	2005	753,2	2005	523,4	2005	684,3	2005	620,4	2005	756,9	2005	427,6
Anos normais	2006	433,8	2006	1257,2	2006	897,1	2006	618	2006	886	2006	803	2006	823,1
	2007	620,1	2007	1036,4	2007	942,6	2007	595	2007	658,5	2007	858,2	2007	807,4
	2008	562,8	2008	970,5	2008	1299,8	2008	670,9	2008	1280	2008	1133	2008	985,4
Ano-padrão mediano	2009	1325,7	2009	1766,5	2009	1808,2	2009	1457,7	2009	1693	2009	1422,4	2009	1249,1
Anos normais	2010	352,2	2010	563	2010	540,7	2010	652,2	2010	362	2010	706,5	2010	666,9
	2011	648,2	2011	1444,9	2011	1412	2011	904,6	2011	1147	2011	1179,8	2011	691
	2012	58	2012	752,3	2012	778,4	2012	386,9	2012	518	2012	378,8	2012	249,6
Anos secos	2013	426,4	2013	1034,5	2013	666,2	2013	580,6	2013	422,5	2013	747,4	2013	625,3
	2014	487,5	2014	642,1	2014	664,2	2014	609,9	2014	417	2014	521,6	2014	422,1
	2015	92,4	2015	903	2015	732,2	2015	578,8	2015	600	2015	523	2015	521,6
Ano Super seco	2016	335,8	2016	869,6	2016	733,4	2016	628,8	2016	517,5	2016	516,2	2016	596,9

METODOLOGIA
Os materiais foram produzidos com base das informações dos postos pluviométricos de Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e da Agência Nacional de Águas (ANA), extraídos de FUNCEME (2017) e HIDROWEB (2017). Para que se possa entender a dinâmica de precipitação do objeto de estudo, foi utilizado a Técnica do Box Plot (GALVANI, LUCHIARI, 2012), na qual se elencou anos: super úmidos, úmidos, normais, padrão mediano, secos e super secos. A série histórica selecionada foram dos anos 2002 a 2016, devido a disponibilidade de dados e para o emprego da técnica citada anteriormente.

FONTES
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Limite Político. Escala: 1:800.000. IBGE, 2007.
GALVANI, E. ; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regi me pluviométrico normal, seco e úmido. In: GALVANI E.; LIMA, N. G. B. (Org.). Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso. Curitiba: Editora CRV, 2012.
FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Consultas realizadas em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php, 2017.
HIDROWEB. Consultas realizadas em:

Mas para o emprego da técnica do *Box Plot*, ocorreu uma adaptação, pois esta utiliza uma série histórica de 30 anos, porém, no objeto de estudo, só havia dados consistentes entre 2002 e 2016. Por essa razão, fez-se a tipologia em 15 anos. Os dados da Tabela de tipologia climática mostram médias das precipitações da área, de modo geral, estão próximas aos 770mm, porém há discrepâncias significativas entre os postos e em seus anos-padrões medianos.

A relevância da definição do ano-padrão mediano está em entender se determinado local possui precipitações regulares ao longo de uma série temporal, buscando assim a não obtenção de uma simples média, mas o comportamento das chuvas, para se que possam fazer análises hidroclimatológicas e ambientais.

Os anos-padrões medianos de maiores valores foram os postos Meruoca, que teve 1289,6mm, e Santa Cruz, que com 1034,5mm, ambos no ano de 2013, e estão localizados na porção serrana de barlavento da Serra da Meruoca e Uruburetama. Isso pode parecer óbvio, que os postos que estão em ambientes serranos teriam, obrigatoriamente, os maiores de precipitação do que os de ambientes sertanejos; porém foi verificado que os postos Salão e Massapê, que são da Depressão Sertaneja, tiveram com anos-padrões medianos de, respectivamente, 893,4mm e 838,2, sendo superiores ao posto Jordão, cujo valor foi de 797,2mm, localizado em ambientes serranos, no sotavento da Serra da Meruoca.

Os dados mostram algo ainda mais peculiar, os postos Alcântaras e Camilos, que se localizam na porção barlavento da Serra da Meruoca, obtiveram os valores de seus anos padrões inferiores aos dos postos Salão, Massapê, Sobral, Sinhá Saboia, Moraújo, Coreaú, posto de ambientes sertanejos, e Jordão e Itapajé, postos de ambientes de sotavento. Isso pode indicar: que as regiões da Serra da Meruoca que estão os postos Alcântaras e Camilos possuem um clima não tão úmido; e/ou as temperaturas tem função bastante significativa no balanço hídrico da área de barlavento da Meruoca.

Os anos-padrões medianos de valores mais inferiores estão na região de Irauçuba e sua periferia, que foram os postos Irauçuba, que em 2008 teve com 345,2mm, e Caracara, cujo valor de sua precipitação em 2016 foi de 359mm. Isso reitera que essa área possui uma acentuada aridez (SALES; OLIVEIRA DANTAS,

2010), relacionada com feito sotavento e sistema de circulação atmosférica regional (SALES; OLIVEIRA, 2006).

O posto Itapajé mostra como a dinâmica de precipitação possui variação em pequeno intervalo de tempo, pois os anos superúmidos, ano-padrão mediano e supersecos foram bastante próximos: em 2008 com 808,2mm, constituindo como ano-padrão mediano; em 2009 com 1350,6mm, o ano superúmido; em 2010 com 515,3mm, sendo o ano superseco. Isso reitera a fala de Souza e Oliveira (2002) que as precipitações de ambientes sertanejos são irregulares e incertas.

As precipitações são irregulares, pois 22% dos postos tiveram a ocorrência dos anos extremos, com diferença de 1 ano; e quando essa diferença de anos é 3, os dados sobem 54%, mostrando que a irregularidade não se limita no sertão, mas também nos ambientes serranos.

Para que se pudesse entender os comportamentos específicos dos ambientes do objeto da pesquisa, foram feitos as séries históricas de chuvas e balanços hídricos, esses materiais foram produzidos com a base de dados dos postos pluviométricos da FUNCEME e da ANA, extraídos de FUNCEME (2017b) e Hidroweb (2017).

Foram selecionados 3 postos de três ambientes diferentes: posto Meruoca, localizado no barlavento da Serra da Meruoca; posto Itapajé, localizado no sopé da Serra de Uruburetama, na porção de sotavento; e posto Miráima, inserido na Depressão Sertaneja; a escolha desses postos está relacionado com a disponibilidade de dados para elaboração da série histórica de chuvas entre os anos 1979-2016, que está na Prancha 2, para que possibilitasse uma comparação.

Para elaboração dos gráficos dos balanços hídricos, foram utilizados os *softwares* Celina e Sentelhas, o primeiro contribuiu para estimar os dados de temperaturas ao longo do ano, enquanto que o segundo, para a produção do próprio balanço hídrico. Vale ressaltar que os dados de precipitação que estão nos balanços hídricos foram baseados nas séries mensais dos anos 2002 a 2016, a mesma da Tipologia Climática. Os dados dos balanços hídricos estão detalhados no Apêndice 1.

GRÁFICOS DOS BALANÇOS HÍDRICOS

Posto Miraima

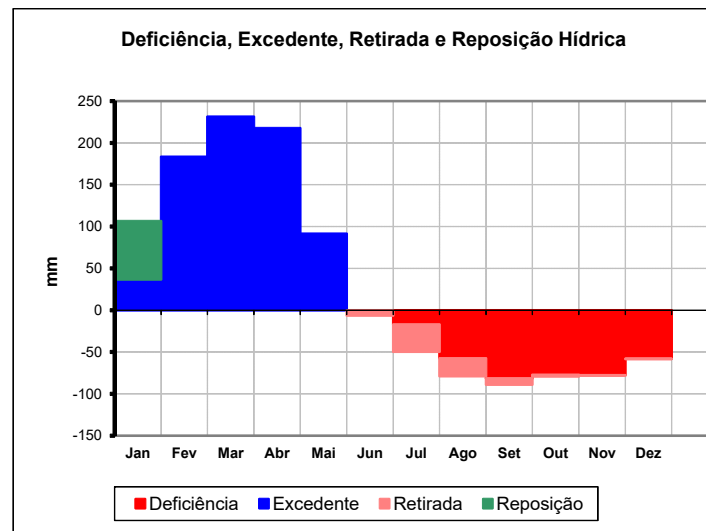
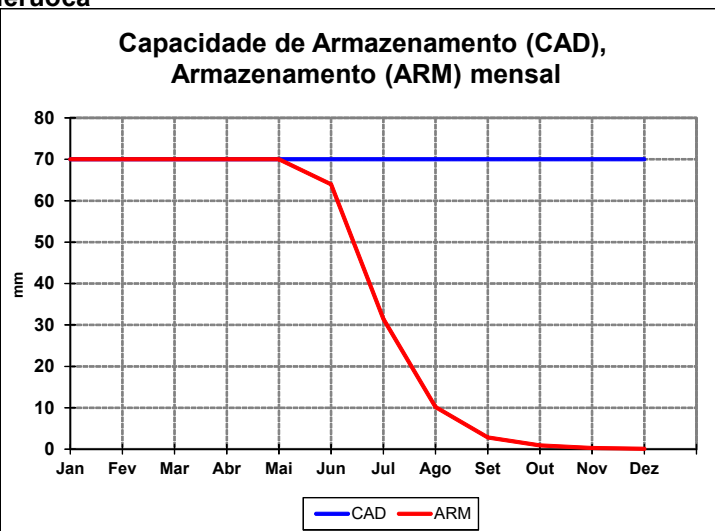
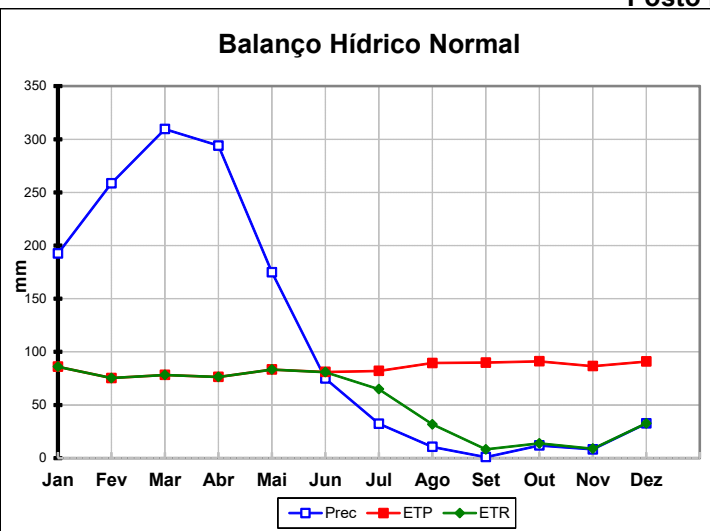
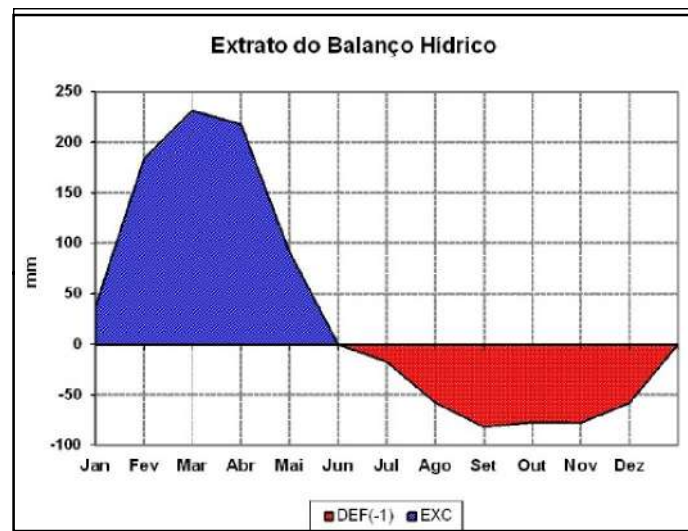
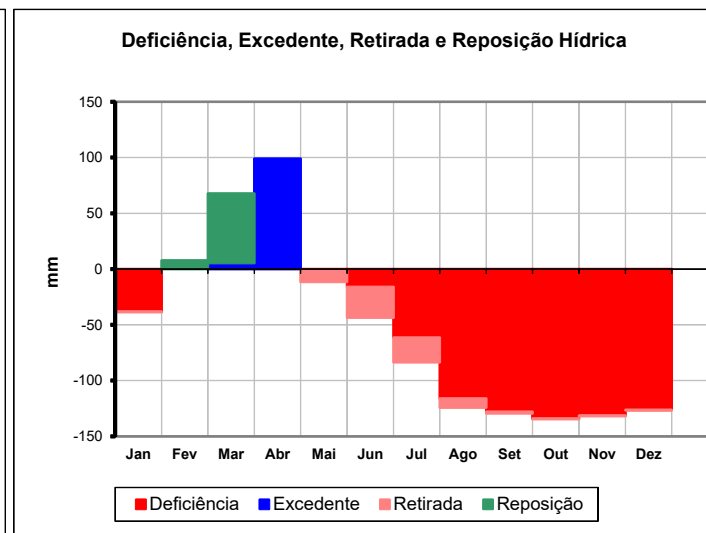
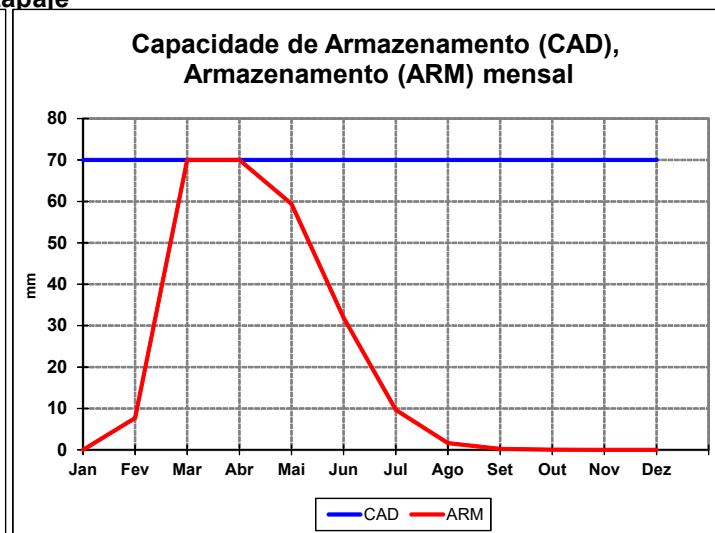
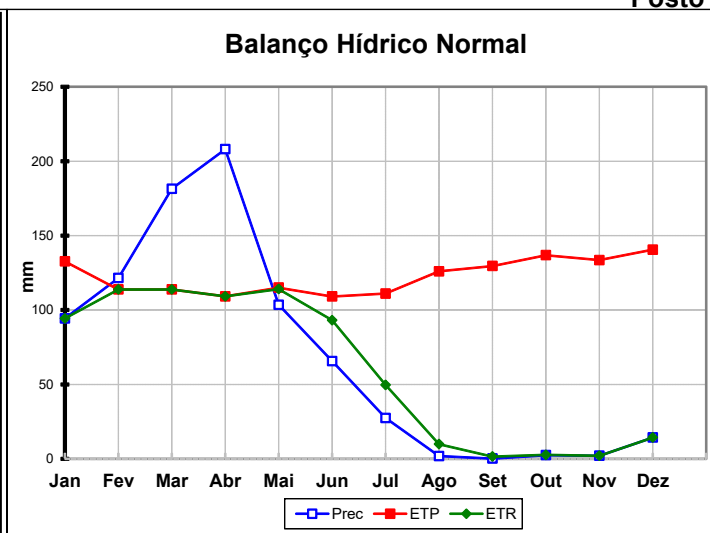
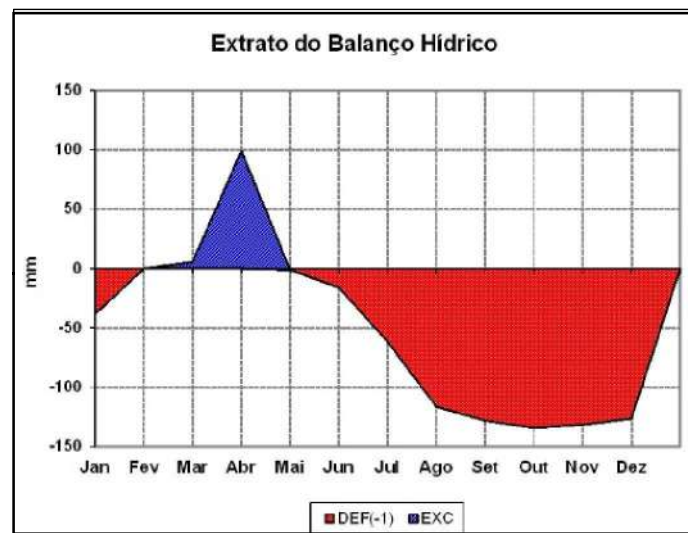
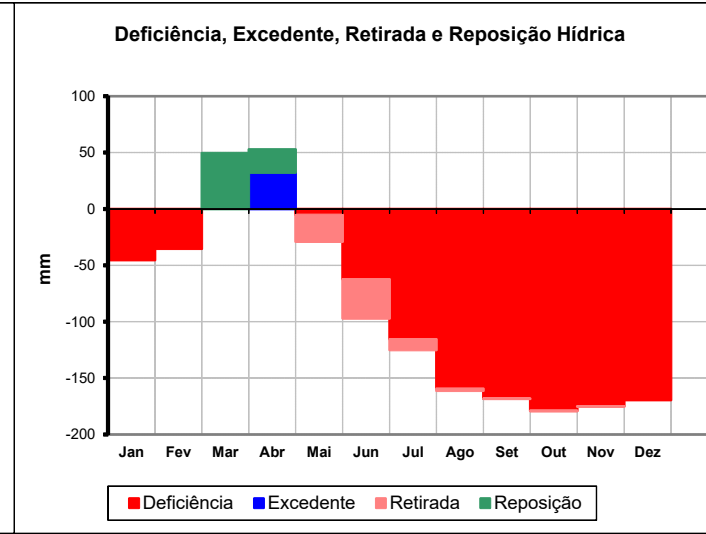
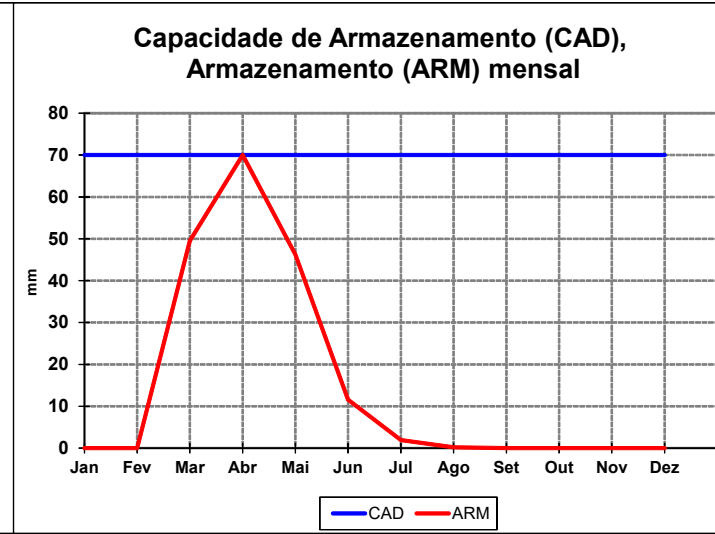
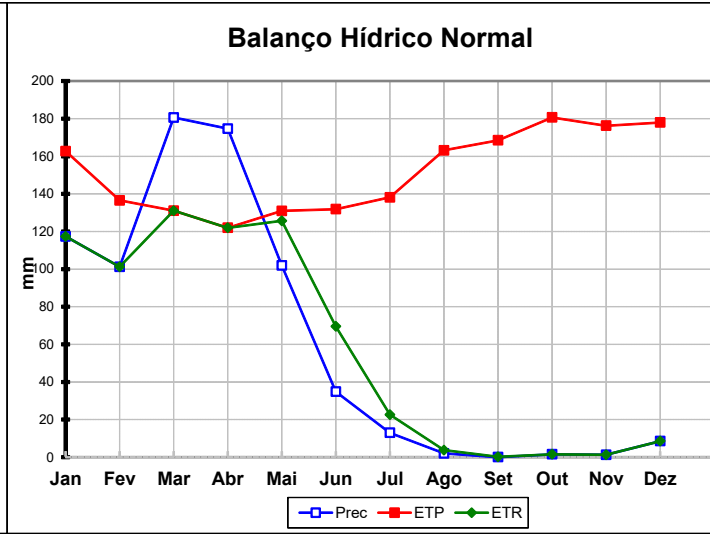
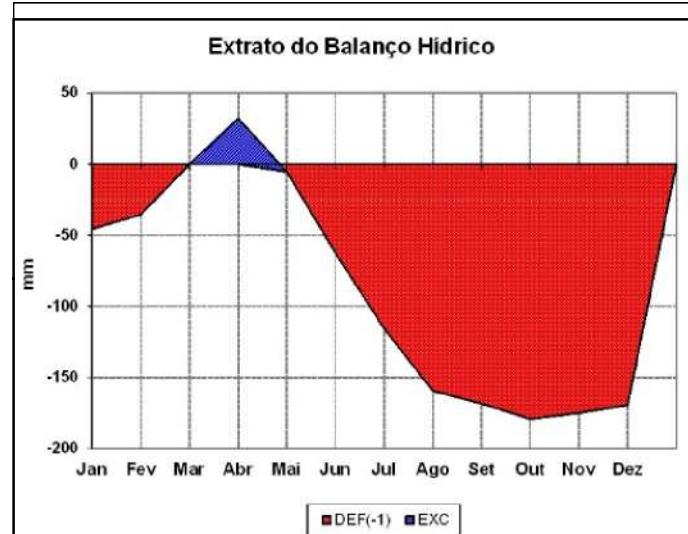
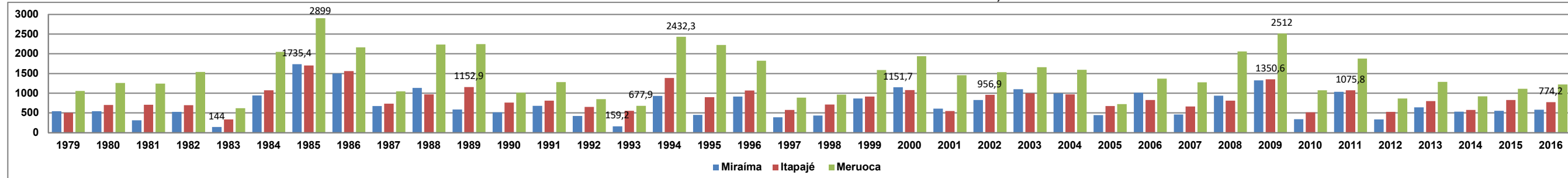


GRÁFICO DA SÉRIE HISTÓRICA DE CHUVAS DE 1979 - 2016 DOS POSTOS MIRAÍMA, ITAPAJÉ E MERUOCA



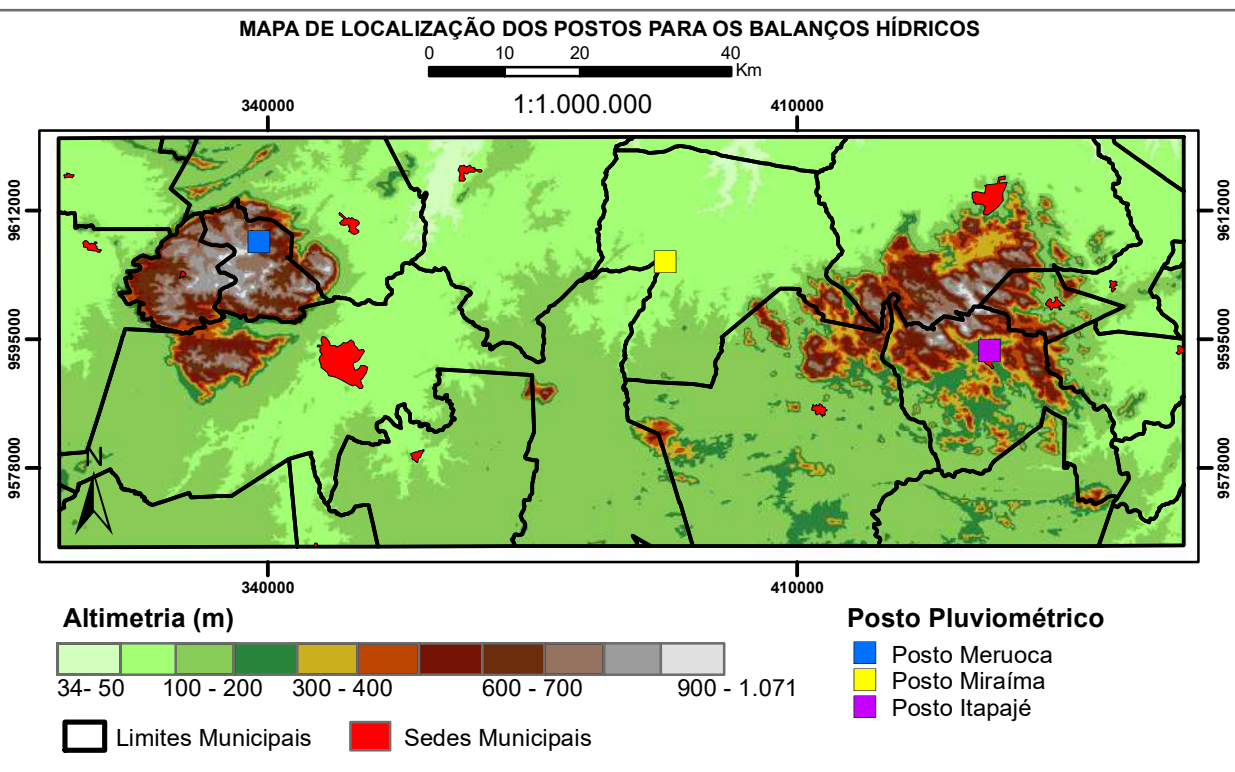





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE - CEARÁ - BRASIL.
Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládya Pinto Vidal de Oliveira

PRANCHA 2: MAPA DOS POSTOS PARA O BALANÇO HÍDRICO,
GRÁFICO DA SÉRIE HISTÓRICA DE CHUVAS E GRÁFICOS DOS BALANÇOS HÍDRICOS



METODOLOGIA

Estes materiais foram produzidos com dados dos postos pluviométricos de Funceme (2017) e Hidroweb (2017), na série histórica de 2002 - 2016, que foram posteriormente trabalhados nos softwares Celina e Sentelhas e pela Técnica do Box Plot (GALVANI, LUCHIARI, 2012), que resultaram na produção de 3 Balanços Hídricos. Isso contribuindo no entendimento da diversidade climática do objeto de estudo. A escolha dos postos está relacionada com os ambientes em que estão inseridos e com a disponibilidade de dados (Serra, Sertão e Sopé de Serra). A localização dos postos dos Balanços Hídrico estão no mapa acima.

FONTES

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Limite Político**. Escala: 1:800.000. IBGE, 2007. GALVANI, E. ; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regi me pluviométrico normal, seco e úmido. In: GALVANI E.; LIMA, N. G. B. (Org.). **Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso**. Curitiba: Editora CRV, 2012.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Consultas realizadas em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php. 2017

HIDROWEB. Consultas realizadas em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Toctem=1080&TipoReg=7&MostraCon=true&CriArq=false&TipoArq=0&SerieHist=true>. 2017.

Os dados da série histórica mostram que as precipitações são mais elevadas nos ambientes serranos, devido às chuvas orográficas, possuindo valores extremos de 2899mm, em 1985; de 2432,3mm, em 1994; e de 2512mm, em 2009. Enquanto a situação é oposta na Depressão Sertaneja, pois tem as menores precipitações: em 1981, com 313mm; em 1983, com 144mm; em 1993, com 159mm.

Os dados do posto Itapajé mostram que o posicionamento e o relevo em que está inserido influenciam sobre as suas precipitações, tendo características mais próximas à Depressão Sertaneja do que o ambiente serrano do enclave úmido e subúmido, chegando a ter precipitações inferiores ao posto Miraíma nos anos de 1979, 1985, 1988, 2000, 2003, 2004 e 2006; e nos anos de 2009 e 2011, as chuvas quase se equipararam, podendo mostrar o quão é influente o efeito sotavento na Serra de Uruburetama.

Vale destacar o ano de 2005, em que as chuvas foram tão baixas que a diferença de precipitações entre os postos Meruoca e Miraíma é, em média, de 770mm, foi, nesse ano, de 281,8mm; enquanto que, nos postos Meruoca e Itapajé, essa mesma de diferença é, em média, de 635,6mm, caiu para 52,3mm, mostrando que o efeito barlavento influencia sobre as precipitações, porém este está subordinado aos sistemas atmosféricos regionais.

Para melhor entender a dinâmica hidroclimatológica do objeto de estudo, foi produzido o balanço hídrico dos postos Meruoca, Itapajé e Miraíma, que podem ser vistos na Prancha 2; torna-se evidente que as precipitações e as temperaturas se distribuem de modo heterogêneo, ao longo do ano, nos três postos.

No posto Miraíma, as temperaturas variam entre 28,2°C e 26°C, as precipitações só superam as evapotranspirações, real e potencial, nos meses de março e abril, em que ocorre uma pequena reposição hídrica que produzem um armazenamento até o mês de junho de modo significativo.

Os dados mostram que, na Depressão Sertaneja, prevalecem temperaturas elevadas, baixa amplitude térmica anual e chuvas concentradas nos

meses de maior atuação da ZCIT, que resultam em 10 meses de deficiência hídrica, possuindo o índice de aridez¹⁰ de 41,50, sendo constituído de um clima semiárido.

No posto Itapajé, as características são pouco semelhantes às encontradas no posto anterior, as temperaturas variam entre 26,2°C e 24,9°C, as precipitações têm valores superiores ao evapotranspiração real e evapotranspiração nos meses de fevereiro, março e abril. Isso faz com que haja, além de uma reposição, um pequeno excedente hídrico em abril.

Pode-se informar que há um ambiente de transição de clima semiárido ao subúmido úmido. Essa região, que Silva (2007) classificou de clima tropical quente semiárido com 7 a 8 meses seco, mas baseado no índice de aridez, que teve o valor de 55,88 e foi classificado de clima subúmido seco, possuindo *déficit* hídrico de 9 meses, com altas temperaturas e suas precipitações concentradas durante a atuação da ZCIT.

O posto Meruoca tem características bem diferentes dos postos anteriores, com temperaturas que variam de 20,9°C a 22,3°C. As precipitações são elevadas, sendo estas acima das evapotranspirações nos cinco primeiros meses do ano, fazendo com que tenha o excedente hídrico nesses meses. O índice de aridez foi de 132, reiterando ser um clima úmido, com temperatura não tão elevadas, se comprada ao contexto do cearense, tendo precipitações em média de 1200mm, porém suas chuvas são oriundas das atividades da ZCIT.

A dinâmica climática tem influência diretamente sobre os aspectos dos recursos hídricos, pois as precipitações e as temperaturas alteram no quadro hidrológico de uma região, alteando sobre as formas e usos exercidos pelas populações. Segundo Ab' Saber (1957), as drenagens nordestinas são magras devido ao clima que prevalece, que é o clima semiárido, pois o principal condicionante na hidrografia nordestina é o clima (STEFFAN, 1977).

Devido à atuação do clima semiárido, os rios são de regime intermitente, com cursos fluviais caracterizados por ter circulação de água heterogênea ao longo do ano: durante os meses de maiores precipitações, na quadra chuvosa, há grande fluidez de água no canal fluvial, podendo ter a ocorrência de correntezas e de

¹⁰ Esse índice, definido por *United Nations Environment Programme* (UNEP) (1992 *apud*. FUNCEME, 2017c) classifica o clima em: árido, quando o índice é inferior a 20; entre 20 e 50, semiárido; entre 50 a 65, subúmido seco; e acima de 65 é elencado como subúmido úmido. Este se baseia, no presente trabalho, nos dados anuais de precipitação e evapotranspiração, que estão presente na Prancha 2, nos gráficos do balanços hídricos.

inundações (IBGE, 2004; GUERRA; GUERRA, 2008); mas durante a maior parte do ano, em que prevalecem a estiagem, os canais fluviais estão absolutamente secos (IBGE, 2004; GUERRA; GUERRA, 2008).

Segundo Zanella (2007), os rios intermitentes possuem em seus escoamentos diversos, pois alguns destes podem ter água em seus canais durante 3 a 5 meses, mas dependendo das rochas, do prolongamento e da intensidade do período de estiagem, os rios podem ficar secos durante todo ano. É necessário lembrar que, mesmo que o objeto de estudo tenha áreas com condições climáticas de maiores precipitações e umidade, como os enclaves úmidos e subúmidos, os rios têm caráter intermitente.

Outra característica dos recursos hídricos são seus sistemas de drenagens, que seria o arranjo espacial dos canais de uma rede de drenagem cuja gênese é atribuída à interação dos aspectos geológicos, geomorfológicos, climatológicos e hidrológicos (GUERRA; GUERRA, 2008).

Segundo Machado *et al.*(2011), os sistemas de drenagem possuem relevância nas análises ambientais, pois, estes refletem: a natureza do substrato rochoso, pois os materiais fluviais agem sobre as fraquezas das rochas; as diferenças de declividade, implicando na extensão do canal e no seu entalhamento; e a dinâmica fluvial, por meio do fluxo e da vazão.

No objeto de estudo, ocorrem os sistemas de drenagens: dentrítico, retangular e radial centrífuga com está representado no Mapa 4. O dentrítico tem a sua forma como galhos de uma árvore, pois a confluência dos rios de tributários com cursos fluviais de ordem hierárquica superior se dá em ângulos agudos (ROSSATO *et al.* 2003). Segundo Souza (1981), esse padrão prevalece devido à ocorrência do embasamento cristalino fraturado, o que facilita a ação da erosão sobre esses materiais. Isso se evidencia pelo próprio predomínio dessa drenagem em todo o objeto de estudo.

No sistema retangular, o escoamento dos rios tem influências diretas dos aspectos estruturais, pois os cursos fluviais se desenvolvem sobre falhas e fraturas, sendo quase retilíneos (ROSSATO *et al.* 2003). Isso se demonstra nos rios pela região da Serra de Uruburetama.

O sistema radial é caracterizado por ter uma área central que dispersa ou agrupa pelo escoamento fluvial, sendo subdividida em: centrípeta, quando os rios com nascentes de diferentes direções confluem para uma região de acentuado

rebaixamento (ROSSATO *et al.* 2003); e centrífuga, em que tem os rios possuem nascentes de mesmo relevo elevado, havendo assim uma dispersão do escoamento.

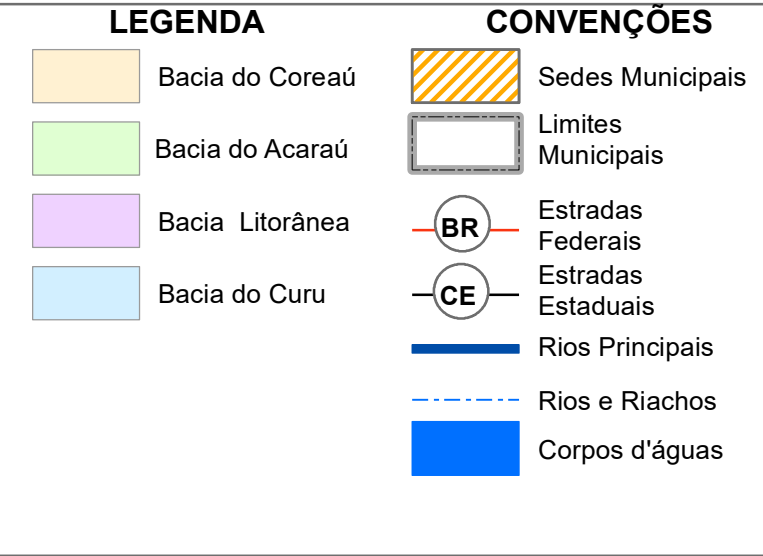
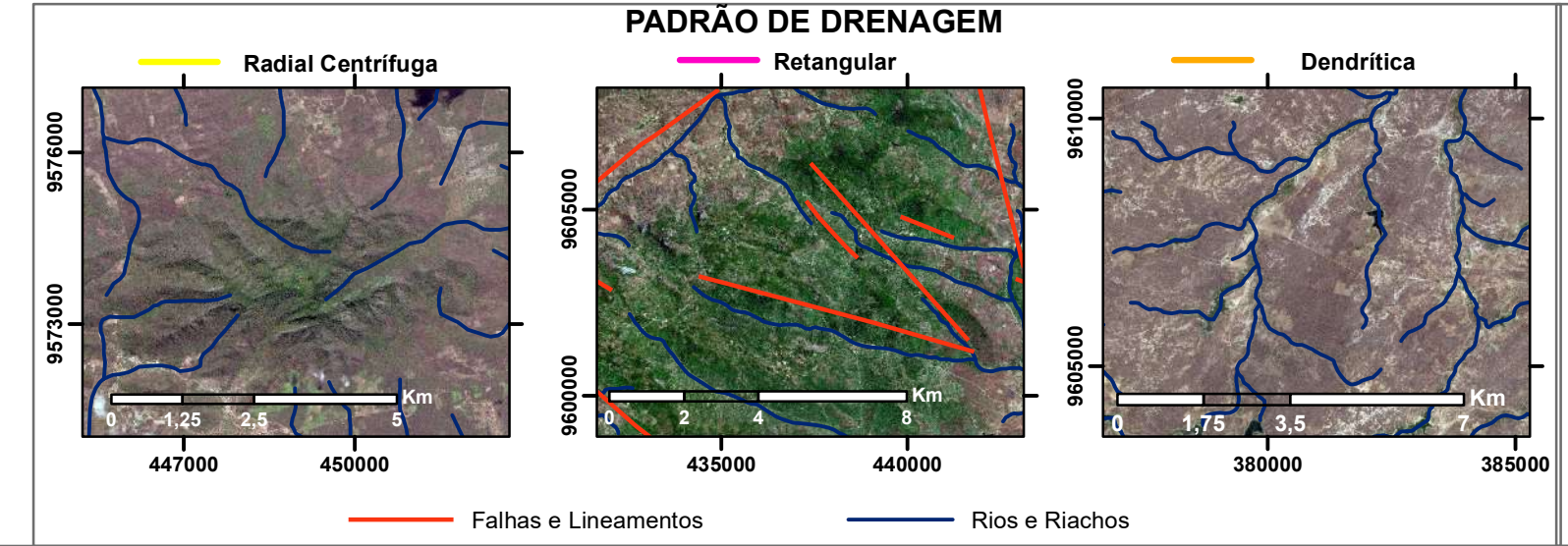
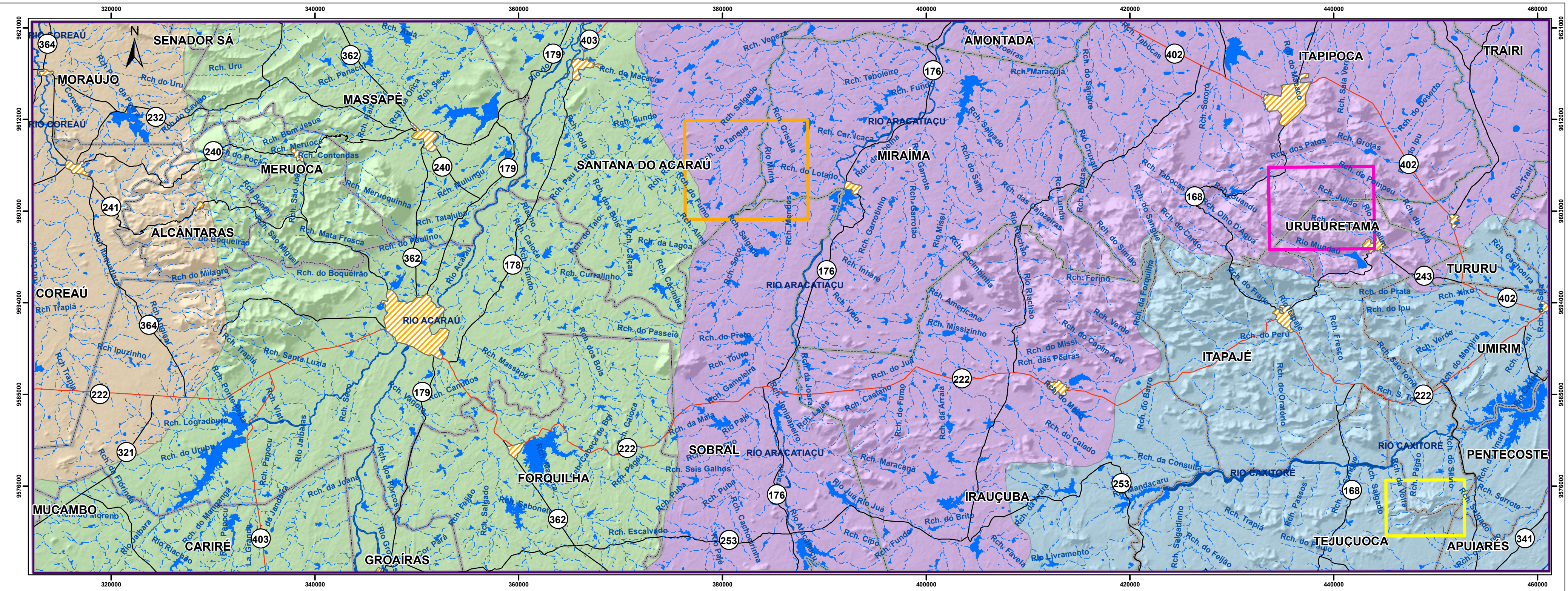
É nesse último tipo que ocorre o objeto de pesquisa, em que a Serra das Vertentes organiza a drenagem dos riachos Salgado, do Poço, do Umari, do Silvio, da Volta, dos Três Juazeiros e do Pagão. Tratando-se das bacias hidrográficas que compõem o objeto de estudo são: Litorânea, do Acaraú, do Coreaú e do Curu; os principais rios e corpos hídricos que compõem cada uma dessas bacias no objeto de pesquisa estão no Quadro 4 e no Mapa 4.

Quadro 4 – Bacias Hidrográficas, rios e corpos hídricos.

BACIA HIDROGRÁFICA	RIOS	Corpos Hídricos
RIO BACIA LITORÂNEA	Rio Mundaú, Rio Pajé, Rio Riachão, Rio Angelim, Rio Mirim, Rio Juá, Rio Mandacaru, Rio Missi Rio Aracatiçu e Rio Cruxati.	Aç. Aracatiçu, Aç. Pedro da Timbaúba, Aç. dos Patos, Aç. Poço Verde, Aç. Patos, La. da Cruz, La. do Borzequim, La. do Mel, Aç. dos Paus Brancos, Aç. Mulungu, Aç. S. Rita, Aç. Novo, Aç. Carrapato, Aç. Cachoeira, Aç. Bajé, La. do Mocambo, Aç. Zabunba, Aç. Poço da Onça, Aç. de Irauçuba, Aç. Barreira, Aç. Godovel, Aç. das Pedras Boas, Aç. do Pompeu, Aç. Ipu Marzagão, La. das Pedras, Aç. São Gabriel, Aç. Aracatiçu, Aç. do Cairu, Aç. do Retiro, Aç. da Arraia, Aç. Touro e Aç. Touro.
BACIA DO ACARAÚ	Rio Acaraú, Rio Conceição, Rio do Meio, Rio Groaíras, Rio Jacurutu, Rio Jaíbaras e Rio Riachão.	Aç. Forquilha, Aç. Aires de Souza, Aç. Acaraú Mirim, Aç. Joaquim Guimarães, Aç. Bom Futuro, Aç. Xique – Xique, Aç. Pitombeira, Aç. dos Picos, La. Caldeirão Tapado, Aç. Sobral, Aç. Malhada dos Bois e Aç. Apurinã.
BACIA DO CURU	Rio Caxitoré, Rio Curu, Rio Itapajé, Rio Livramento, Rio Mandacaru e Rio São Joaquim.	Aç. Olho D'Água, Aç. Caxitoré, La. Boa Vista, Aç. do Albano, Aç. Paraíso, Aç. do Cal, Aç. do Araça, Aç. do Xixá, Aç. dos Pulinhos, Aç. Nogueira Ramos, Aç. S. Domingos e Aç. S. Sebastião.
RIO COREAÚ	Rio Coreaú e Rio Juazeiro.	Aç. Várzea da Volta, Aç. dos Camilos, Aç. Buriti, La. do Bacalhau, La. dos Grossos, La. dos Veados, La. Maniçoba, La. do Junco e La. da Onça.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A Bacia do Acaraú tem uma extensão de 14.423,00km² (CEARÁ, 2009a), ocupando 10% do território cearense, tendo o rio Acaraú como principal curso fluvial e suas nascentes na Serra das Matas (LEITE; FRANCELINO, 1989; ZANELLA, 2007). Essa bacia, dentro do objeto de pesquisa, ocupa 2680,317km², cerca de 33,29%, estando em entre médio e baixo curso, possuindo 462 corpos hídricos; destes, destacam-se os açudes Aires de Souza, Forquilha e Acaraú Mirim devido às suas funções de abastecimento e de irrigação (ZANELLA, 2007).



METODOLOGIA

O mapa de águas superficiais foi baseado nos dados de Ceará (2013), FUNCEME (2010), IBGE, (2007), SUDENE (1972a, 1972b, 1972c, 1972d, 1972e, 1972f, 1972g, 1972h), com o intuito de apresentar e analisar os recursos hídricos superficiais, mostrando que área em estudo possui uma diversidade em rios, riachos, açudes e outros corpos hídricos. Para auxiliar o entendimento das relações da drenagem com morfoestrutura, foi inserido imagens dos locais em que há os tipos de padrão de drenagem da área pesquisada.

FONTES

CEARÁ, Secretaria de Gestão e planejamento. **Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: IPECE, 2013. Escala: 1:500.000.

Funceme. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Rodovia**. Funceme,2010

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Limite Político** Escala: 1:800.000. IBGE, 2007

SUDENE; BRASIL. Ministério do Exército.DSG. **Bela Cruz**. Rio de Janeiro. 1972a 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-I. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S. 40°00' - 40°30'W.

Itaipoca. Rio de Janeiro, 1972b. 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-II. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S, 39°30' - 40°00'W

Paracuru. Rio de Janeiro. 1972c. 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-III. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S, 39°00' - 39°30'W

Sobral. Rio de Janeiro. 1972d. 62 x 74 cm. Folha SA.24-X-D-IV. Escala 1:100.000 3°30' - 4°00'S. 40°00' - 40°30'W

São Luiz do Curu. Rio de Janeiro. 1972e 62 x 74 cm Folha SA 24-YD-VI. Escala 1:100 000 3°30' - 4°00'S. 39°00' - 39°30'W.

Frecheirinha. Rio de Janeiro 1972f. 62 x 74 cm Folha SA.24-Y-CVI. Escala 1:100 000. 3°30' - 4°00'S. 40°30'-41°00'W

Irauçuba. Rio de Janeiro 1972g 62 x 74 cm Folha SA.24-Y-D-V Escala V100 000. 3°30' - 4°00'S, 39°30' - 40°00'W

Granja. Rio de Janeiro. 1972h 62 x 74 cm Folha SA 24-Y-C-III Escala 1:100 000 3°00' - 3°30'S. 40°30' - 41°00'W

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 4: ÁGUAS SUPERFICIAIS

0 3 6 12 18 Km

A Bacia do Coreaú possui a extensão de 10.633,66km² (CEARÁ, 2009b), ocupando 7% do Estado do Ceará, tendo o rio Coreaú como principal coletor de material hídrico fluvial cujas nascentes estão no Planalto da Ibiapaba (LEITE; FRANCELENO, 1989; ZANELLA, 2007). No quadrante pesquisado, Bacia do Coreaú está entre alto e médio cursos dessa bacia, que ocupa 717,183km², que corresponde a 8,9%, com 84 corpos hídricos; destes corpos, destaca-se o açude de Várzea da Volta por ser responsável pelo abastecimento da sede municipal de Moraújo (CPRM, 1998).

A Bacia do Curu ocupa 8.750,75km² (CEARÁ, 2009c), equivalendo, aproximadamente, a 8% do território do Ceará, tem como rio principal o Curu, cujas nascentes estão na Serra do Machado (LEITE; FRANCELENO, 1989; ZANELLA, 2007). Dentro do objeto de estudo, essa bacia está localizada entre o médio e o baixo curso, que se estende cerca de 1383,141km², ocupando 17,10%, com 140 corpos hídricos, destacando-se o Açude Caxitoré para usos de abastecimento e de irrigação, porém com alguns problemas na qualidade da água (CEARÁ, 2011)

A Bacia Litorânea é o agrupamento das Bacias dos rios Aracatimirim, Aracatiaçu, Mundaú e Tairi (ZANELLA, 2007), tem a extensão de 8.472,77km² no estado do Ceará e ocupa 6% de seu território (CEARÁ, 2009d). Enquanto que, na área da pesquisa, essa bacia tem a extensão de 3270,015km², correspondendo a 40, 61%, tendo 543 corpos hídricos.

Como foi dito anteriormente, um dos condicionantes aos recursos hídricos está no substrato rochoso, sendo necessário entender as suas composições e suas implicações sobre o escoamento, a estagnação e a infiltração da água na superfície. Por essa razão, incorporaram-se as informações da Hidrogeologia no objeto de estudo.

Para compreensão da hidrogeologia da área estudada, utilizaram-se as informações de CPRM (2007, 2010), atribuindo sua mesma nomenclatura, havendo assim a ocorrência de 6 subdomínios: Vulcânico, Bacia tipo Jaibaras, Poroso/Fissural, Metassedimentos-Metavulcânica, Tipo Barreiras¹¹, Cristalino, Carbonato/Metacarbonato, Bacia do Parnaíba e Aluviões.

¹¹ As coberturas sedimentares de espraiamento aluvial estão inseridas na unidade hidrogeológica do tipo Barreiras por ter características de permoporosidades semelhantes ao Grupo Barreiras.

O subdomínio Vulcânico é constituído pelas rochas da Formação Parapurí, tem um pouco favorecimento de água subterrânea, porém de caráter irregular (CPRM, 2010), devido à sua foliação, e promovem o desenvolvimento da porosidade secundária (CPRM, 2007).

O subdomínio Bacia tipo Jaibaras é caracterizado por possuir rochas sedimentares das formações Aprazível, Massapê, Pacujá, tendo baixo potencial hidrogeológico devido ao alto grau diagênese, reduzindo em sua permeabilidade (CPRM, 2007; CPRM, 2010). O subdomínio Poroso/Fissural tem as rochas metassedimentares arenosas da Formação Coreaú, caracterizadas pela acentuadas compactação, fraturamento e litificação, fazendo com que sua porosidade primária seja entre média e baixa (CPRM, 2007), sendo as suas potencialidades de armazenamento e de circulação sejam moderadas (CPRM, 2010).

No subdomínio Metassedimentos-Metavulcânica, a potencialidade hidrogeológica é baixa, devido às propriedades desses materiais, que quase não possuem porosidade primária, e a porosidade secundária é limitada em fendas e fraturas (CPRM, 2007), tendo água subterrânea com alto teor de sais (CPRM, 2010). O subdomínio Cristalino possui as menores capacidades de armazenamento de água subterrânea devido à quase inexistente porosidade primária, e a porosidade secundária está em fenda e fraturas (CPRM, 2007), fazendo com que a sua hidrogeologia seja irregular (CPRM, 2010).

O subdomínio Carbonato/Metacarbonato é constituído pelas rochas metacalcárias da Formação Frecheirinha, que devido à dissolução do calcário contribuem para porosidade e permeabilidade secundária (CPRM, 2007), fazendo com que a água, que possui altos teores de carbonato de cálcio, seja armazenada de modo irregular (CPRM, 2010).

O subdomínio da Bacia do Parnaíba está limitado na Formação Serra Grande (CPRM, 2007), devido à diagênese e/ou silicificação presente nos arenitos dessa formação que fazem com que a capacidade de circulação e de armazenamento não seja tão elevada, tornando a sua hidrogeologia moderada (CPRM, 2010). O subdomínio do tipo Barreiras tem alta potencialidade hidrogeológica em função das argilas e areias típicas de seu material geológico (CPRM, 2007), porém tem elevados teores de ferro em suas águas subterrâneas (CPRM, 2010).

O subdomínio Aluviões possui, de modo geral, potencial hidrogeológico variável, dependendo da espessura dos depósitos fluviais (CPRM, 2007); mas nos rios do objeto de estudo, a sua hidrogeologia varia entre alta e média devido à alta permeabilidade, que possibilita a transmissão e o armazenamento de água. Isso fica evidente pela quantidade de poços profundos neste domínio, que possibilitam o abastecimento das populações, que promove melhores condições de vida (CPRM, 2010).

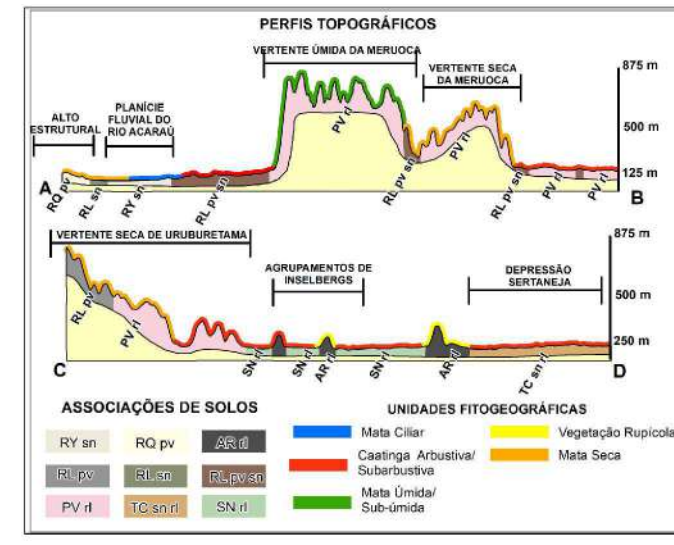
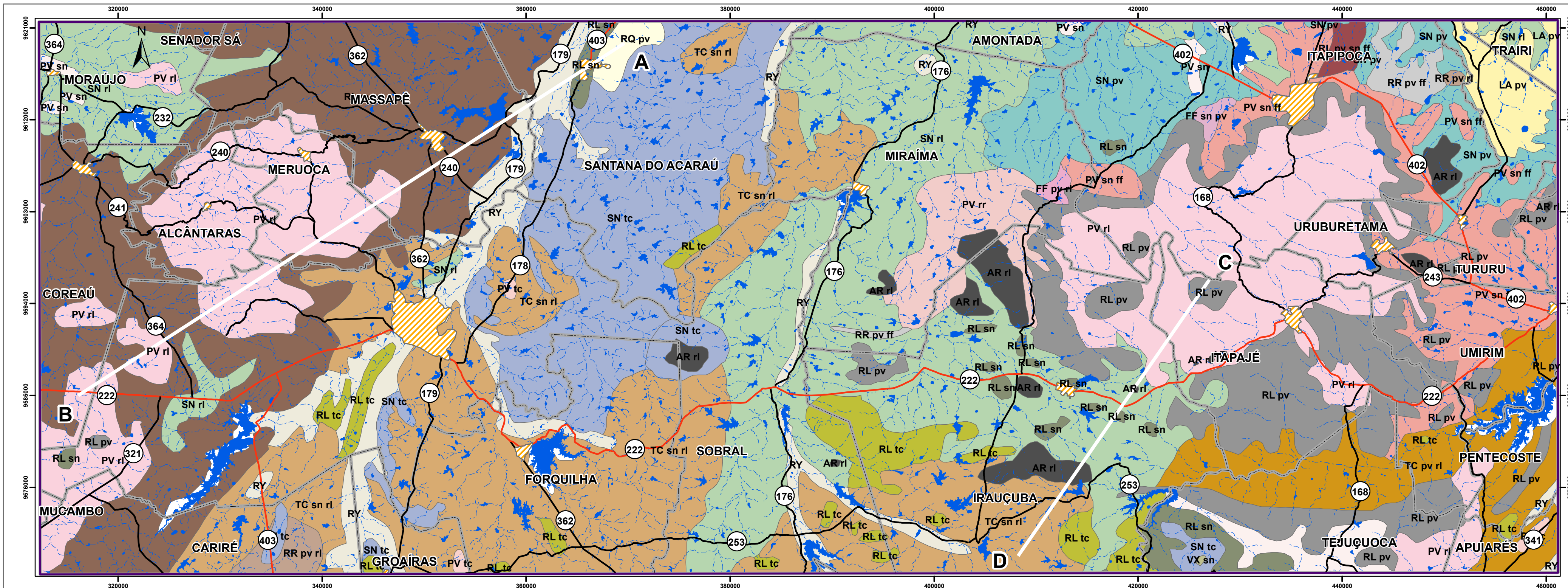
3.3 Solos e cobertura vegetal

A análise da relação natureza-sociedade é uma prática complexa no contexto atual, devido às inúmeras interações entre os componentes da paisagem, entre estes, os solos de tem seu destaque devido às contribuições na análise ambiental. Os solos refletem os fatores de formação (clima, organismos vivos, relevo, material de origem e tempo), e testemunham a evolução da paisagem (PEREIRA; SILVA, 2007; LEPSCH, 2010).

As características dos solos podem contribuir na suscetibilidade aos processos erosivos, sendo um importante parâmetro de avaliar a conservação/degradação ambiental, através da identificação de suas potencialidades e limitações.

Para entender as características pedológicas do objeto da pesquisa, foi construído o Mapa 5. Neste, os solos estão organizados por meio de associações, devido à escala do trabalho e por entender que os componentes naturais não são tão arbitrários. Os solos que ocorrem no quadrante pesquisado são: Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Planossolos, Luvisolos, Plintossolos, Argissolos Vermelho-amarelos e Latossolos.

Os Neossolos Flúvicos estão sobre sedimentos não consolidados argilosos, arenosos e siltosos, têm como principal agente em sua formação a dinâmica dos rios e riachos, que depositam materiais em suas calhas, mas podem ser oriundos das encostas que o circundam (PEREIRA; SILVA; RABELO, 2011).



METODOLOGIA
 Este material foi produzido pela interação de Sudene (1972) e Ceará (2013) que contribuíram na construção das associações de solos do objeto de estudo, tendo a organização da sigla da associação está da seguinte maneira: a classe de solo que prevalece estão em maiúsculo e o restante são as unidades pedológicas que estão associadas. Para o entendimento das relações entre solos, relevo e vegetação, foram elaborados dois perfis topográficos, através dos dados SRTM, Figueiredo (1989) e Fernandes e Bezerra (1990) e Pereira e Silva (2007).

FONTES
 CEARÁ, Secretaria de Gestão e planejamento. **Classe de solos**. Fortaleza: IPECE, 2013. Escala: 1:500.000.
 EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
 FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo Fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.
 FIGUEIREDO, M. A. **Vegetação**. In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.
 PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. **Solos e vegetação do Ceará: características gerais**. In: SILVA, J. B.; CALVACANTE, C. T.; DANTAS, E. W. C. (orgs). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.
 SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Mapa exploratório - reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Escala: 1: 600.000. Recife: SUDENE/EMBRAPA, 1972.

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

CONVENÇÕES

- Sedes Municipais
- Limites Municipais
- Rios e Riachos
- Corpos d'água
- Perfis Topográficos
- Estradas Federais
- Estradas Estaduais

LEGENDA

AR rl	Afloramentos Rochosos + Neossolos Litólicos	RY sn	Neossolos Flúvicos + Planossolos
RL pv	Neossolos Litólicos + Argissolos Vermelho-Amarelos	RL pv sn	Neossolos Litólicos + Argissolos Vermelho-Amarelos + Planossolos
RL pv sn	Neossolos Litólicos + Argissolos Vermelho-Amarelos + Planossolos + Plintossolos	RL sn	Neossolos Litólicos + Planossolos
RL tc	Neossolos Litólicos + Luvisolos	RQ pv	Neossolos Quartzarênicos + Argissolos Vermelho-Amarelos
RR pv ff	Neossolos Regolíticos + Argissolos Vermelho-Amarelos + Plintossolos	RR pv rl	Neossolos Regolíticos + Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos
SN pv	Planossolos + Argissolos Vermelho-Amarelos	SN rl	Planossolos + Neossolos Litólicos
SN tc	Planossolos + Luvisolos	TC pv rl	Luvisolos + Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos
TC sn rl	Luvisolos + Planossolos + Neossolos Litólicos	FF pv rl	Plintossolos + Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos
FF sn pv	Plintossolos + Planossolos + Argissolos Vermelho-Amarelos	PV rl	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Litólicos
PV rr	Argissolos Vermelho-Amarelos + Neossolos Regolíticos	PV sn	Argissolos Vermelho-Amarelos + Planossolos
PV sn ff	Argissolos Vermelho-Amarelos + Planossolos + Plintossolos	PV tc	Argissolos Vermelho-Amarelos + Luvisolos
LA pv	Latossolos Amarelos + Argissolos Vermelho-Amarelos	VX sn	Vertissolos + Planossolos

Geomorfologia
 Laboratório de Geomorfologia
 UNICENTRO

FURCAP

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOÇA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 5: SOLOS

1:280.000

0 3 6 12 18 Km

Esses solos possuem extensão variável, dependendo da capacidade de transporte de sedimentos dos cursos fluviais, mas como estes são rios intermitentes, desfavorecem a larga produção e os transportes dos depósitos. O local da área da pesquisa de maior ocorrência dos Neossolos Flúvicos é nas margens do rio Acaraú, associados com Planossolos.

Os Neossolos Flúvicos possuem os horizontes A e C, que não possuem relações pedogenéticas entre si, com texturas que variam entre arenosas e argilosas, havendo a presença de minerais primários, possuindo fertilidade natural, juntamente a pouca declividade, constituem em suas potencialidades (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007; PEREIRA; SILVA; RABELO, 2011).

A limitação está na suscetibilidade às inundações e à falta d'água, pois são imperfeitamente drenados e refletem a dinâmica do fluxo hídrico fluvial ao longo do ano (SUDENE, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007). Esse paradoxo é mais marcante nos rios e nos riachos dos sertões.

Os Neossolos Litólicos ocorrem sobre folhetos, arenitos, migmatitos, gnaisses e granitos, estão localizados tanto nas vertentes das serras quanto nos ambientes sertanejos (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007). Possuem o horizonte A, e em alguns casos, podem apresentar o horizonte C, antes do contato com a rocha matriz.

São solos rasos com profundidades inferiores de 50cm (PEREIRA; SILVA, 2007), de textura bastante variável, possuindo aspectos arenosos, argilosos e siltosos, apresentado pedregosidade, geralmente são associados com afloramentos rochosos (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973).

A sua potencialidade está na sua composição química, quando este é formado por rochas cristalinas, que produzem solos eutróficos; enquanto que as suas limitações são: falta d'água, suscetibilidade à erosão, pouquíssima profundidade e a acentuada declividade, quando ocorrem nas áreas serranas (PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Neossolos Regolíticos ocorrem próximos à Serra de Uruburetama, nos Tabuleiros Pré-litorâneos e na Depressão Sertaneja do objeto de estudo, a sua área

de extensão é muito limitada, prevalecendo em ambientes de relevo suave ondulado (PEREIRA; SILVA, 2007; LEPSCH, 2010).

Esses solos são constituídos pelos horizontes A e C, com coloração branca, com profundidade elevada, textura arenosa, sendo moderadamente ou excessivamente drenados, possuindo minerais primários intemperizados (PEREIRA; SILVA, 2007; LEPSCH, 2010). A sua potencialidade e sua limitação são, respectivamente, o relevo suave ondulado e a escassez hídrica, além de deficiência de fósforo e nitrogênio (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973).

Os Neossolos Quartzarênicos ocorrem sobre os arenitos do Grupo Serra Grande no Alto Estrutural, possuem os horizontes A e C, com cores esbranquiçadas à amarelada e são de profundidade elevada. Estes, como possuem processos pedogenéticos recentes, quase sem argilas e são constituídos de materiais extremamente resistentes ao intemperismo: o quartzo (LEPSCH, 2010).

A potencialidade está no relevo plano e suave ondulado, sendo favorável para mecanização, porém tem limitações vinculados ao material de origem e por serem excessivamente drenados (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007). O material de origem propicia uma fertilidade baixa, poucos nutrientes e a acidez, desfavorecendo a atividade agrícola; outra limitação está na falta d'água, que está relacionada com a sua textura muito arenosa, fazendo com que o corpo hídrico não fique contido no solo (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Planossolos são constituídos dos horizontes: A, de cor acinzentada, de textura arenosa, tendo comportamento solto e macio, quando seco, e friável, quando úmido; E, horizonte que pode ou não ocorrer; Bt, de cor amarelo-claro até bruno muito claro acinzentado, com estrutura colunar e de textura argilosa, havendo a ocorrência da argila montmorillonita, resultando em solos extremamente duros, quando secos, e extremamente firmes, quando úmidos; e horizonte C, com minerais quase intemperizados (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Planossolos são bem típicos da depressão sertaneja, estão sobre gnaisses, migmatitos e da cobertura pedimentar, que antes eram classificados como Solonetz Solodizado e Planosol Solódico (PEREIRA; SILVA, 2007). São solos imperfeitamente drenados, com profundidade entre rasa e pouca profunda, possuem altos teores de sódio, podendo ser solos considerados como halomórficos, têm

como potencialidade relevo plano e suave ondulado. (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007).

Essa classe de solos possui as seguintes limitações: os aspectos texturais, estruturais e de profundidade, fazendo com que a penetração das raízes das plantas tenha dificuldades de se fixar e a suscetibilidade da erosão laminar seja acentuada; e o excesso de sódio dificulta no desenvolvimento das plantas (LEPSCH, 2010).

Em relação à água, essa classe tem o comportamento diferenciado, possuindo excesso de água durante a quadra chuvosa, contribuindo para maiores teores de sais devido rápida evaporação do material hídrico e havendo, durante a estiagem, deficiência hídrica (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Luvisolos são compostos pelos horizontes: A, de textura arenosa e tons de bruno-acinzentado; Bt, composta de cores de tons de vermelho e da argila montmorillonita, sendo esta bastante elástica, criando fendilhamentos nos períodos secos, e do horizonte C (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007). Esses solos possuem caráter eutrófico e ácidos, com a ocorrência marcante de minerais primários (PEREIRA; SILVA, 2007).

As características desses solos refletem bastante sobre as condições climáticas do semiárido, com as chuvas concentradas e pouca umidade que contribuem para pouca profundidade e para a remoção das partículas finas, resultando em solos rasos com pedregosidade (LEPSCH, 2010).

A potencialidade está na sua fertilidade, possuindo nutrientes às plantas, porém suas limitações são várias como: a falta d'água, a pouca profundidade, o impedimento da mecanização devido à pedregosidade no horizonte A e na argila do Horizonte B, que também contribuem para maior susceptibilidade a erosão (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Plintossolos são solos intermediários para outras ordens (Latosolos e Argissolos) que apresentam concreções de óxidos de ferro e/ou alumínio que formam plintita e petroplintitas, possuem cores variando entre avermelhado ao alaranjado (LEPSCH, 2010) e ocorrem apenas próximos ao sopé do Maciço de Uruburetama.

Os Argissolos vermelho-amarelos possuem os horizontes A, Bt, C, podendo apresentar o O, nos enclaves úmidos subúmidos, mas dependendo do

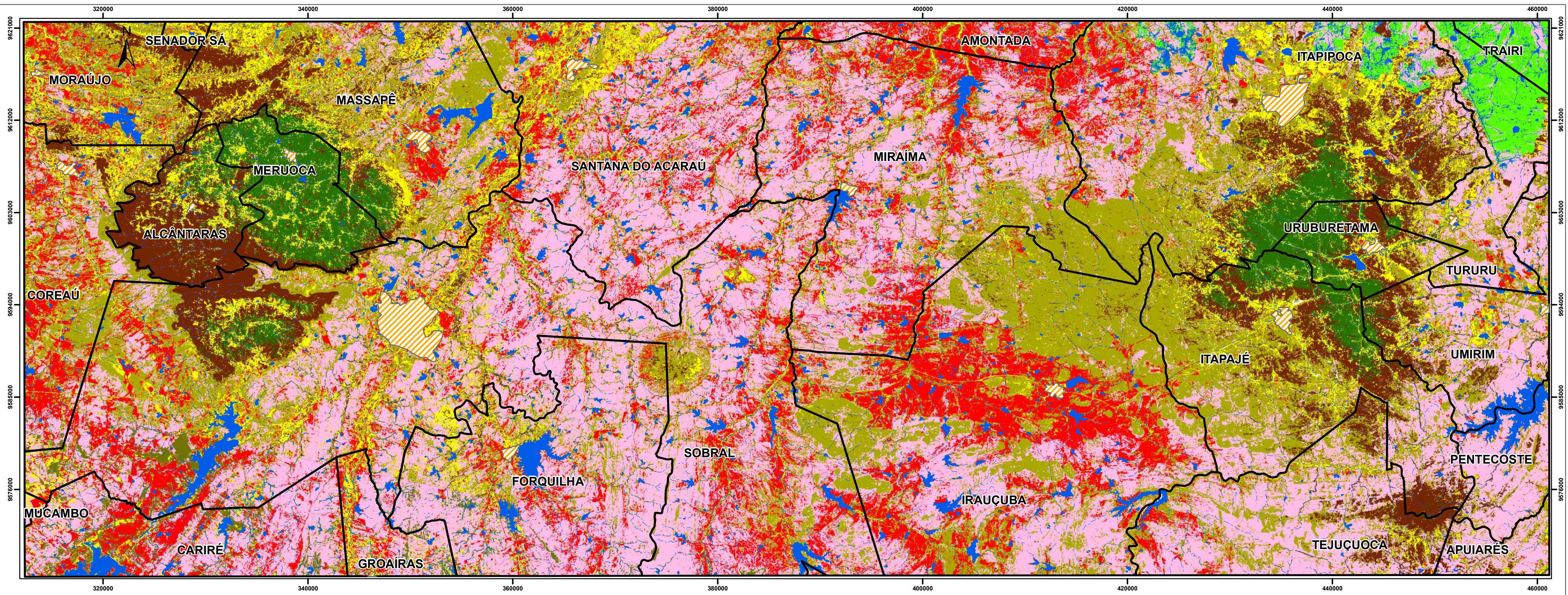
nível de conservação da vegetação (PEREIRA, SILVA, RABELO, 2011). Com cores que variam entre vermelho e amarelo, sua textura é heterogênea entre os horizontes, pois há translocação da argila dos horizontes A ou E para o B, sendo isso bastante relevante em seu processo de formação (PEREIRA; SILVA, 2007), cujo desenvolvimento é de ambiente tropical úmido e a vegetação primária que ocupava seria de florestas (LEPSCH, 2010).

A potencialidade dos argissolos eutrófico está na fertilidade natural (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007); e as limitações dependem do seu relevo: nas Serras, possuem escassez de água e, no relevo, ondulado, havendo o impedimento à mecanização (SUDENE, 1973; PEREIRA, SILVA, RABELO, 2011); os argissolos da depressão sertaneja e dos tabuleiros interiores são limitados pela heterogeneidade da textura nos horizontes A e Bt, com as chuvas concentradas e o desmatamento da vegetação nativa, que contribuem para a retirada dos horizontes superficiais e para a ocorrência de sulcos erosivos e ravinas.

Os Latossolos são drenados, profundos, porosos, permeáveis e friáveis (PEREIRA; SILVA, 2007), possuem os horizontes A, Bw e C, e a sua formação se dá em climas quentes e úmidos (LEPSCH, 2010), com atuação do processo de lixiviação, que remove as bases trocáveis, deixando-os ácidos e distróficos, restando poucos nutrientes, limitando à sua fertilidade (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007). Assim, a limitação desse solo está na baixa fertilidade.

A sua potencialidade está no relevo plano e suave ondulado, com estabilidade e favorecimento à mecanização das culturas (SUDENE, 1973; PEREIRA; SILVA, 2007). O tipo do Latossolo que ocorre na área da pesquisa é Latossolo amarelo, ocorrendo apenas nos Tabuleiros Pré-litorâneos, com cores amareladas e possuindo a argila do grupo da caulinita. Isso se explica por serem constituídos por minerais resistentes ao intemperismo como quartzo e magnetita (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973).

Tratando-se dos aspectos fitoecológicos possuem associações com os solos e os relevos sustentam, sendo essas relações representadas nos perfis topográficos no Mapa 5. O objeto de pesquisa possui 5 unidades de vegetação: Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro, Vegetação de Caatinga, Mata Ciliar, Mata Seca e Mata Úmida/Sub-úmida, espacializado no Mapa 6.



LEGENDA

Unidade de vegetação e conservação	
	Mata Ciliar moderadamente degradada Tem caráter perenifólio e porte arbóreo de modo majoritário, sendo o uso voltado a extração, principalmente das carnaúbas, devido as folhas desta espécie serem necessária na produção da cera. O valor econômico da cera da carnaúba intensifica retirada essa vegetação, fazendo que a degradação esteja moderada.
	Vegetação Subcaducifolia de Tabuleiro moderadamente conservado Prevalecendo o porte arbóreo e caráter semidecíduo, tendo usos relacionados a agricultura, se destacando as culturas do milho, feijão, batata doce, banana, manga e castanha-de-caju. O estado de conservação é moderado, devido a estruturação ambiental em que está inserido e usos sociais não estão concertados a extração desta vegetação.
	Caatinga moderadamente degradada Tem o porte arbóreo/arbustivo, de caráter decidual e espinhoso e tendo poucas espécies perenifólias, devi do o ambiente em que está inserido. Os usos relacionados ao extrativismo vegetal, agricultura de subsistência e pecuária, estes usos comprometem a conservação desta unidade.
	Caatinga altamente degradada Com portes arbustivo/subarbustivo de caráter decidual e espinhoso com caules retorcidos e esbranquiçados. Os usos são: dos extrativismos vegetal e mineral; na retirada d e lenha e carvão vegetal; agricultura de subsistência, destacando as culturas do milho, feijão e mandioca; e pecuárias, com os reba nhos caprinos, suínos e bovinos. A degradação desta unidade está elevada.
	Mata Seca conservada Tem porte arbóreo/arbustivo e caráter semicaducifólio, seus usos estão voltados para pecuária e agricultura, se destacando as culturas do milho, feijão, banana, coco-da-baía, mamão e manga. Mesmo em ambiente serrano, seu uso moderado e a degradação é baixa.
	Mata Seca moderadamente degradada Tem portes arbóreo, arbustivo e herbáceo, tem caráter semicaducifólio e devido a alta degradação e declividade do relevo. Os usos são: o extrativismo vegetal, voltado para retirada de lenha, carvão vegetal e madeira em tora; o extrativismo mineral, este retirada de granito; e a agricultura de subsistência, se destacando o milho, mandioca e feijão e a pecuária.
	Mata Úmida/Sub-úmida conservada Tem portes arbóreo e arbóreo/arbustivo, de caráter hidrófilo, perenifólio e subperenifólio, com caules retilíneos e espessos. Os usos são: a expansão mobiliária e atividade turística, devido a beleza cênica do ambiente em que estão inseridos; o extrativismo mineral, através da retirada do granito; e agricultura com o café, a banana, o coco-da-baía, a castanha de caju, a manga, cana-de-açúcar, o mamão, o milho, o feijão e a mandioca. Mesmo com vários usos, a vegetação possui altos níveis de conservação.

CONVENÇÕES

- Sedes Municipais
- Limites Municipais
- Corpos d'água
- Rios e Riachos

METODOLOGIA

Este material cartográfico visa espacializar as unidades de vegetação e seu estado de conservação, para isso, foram necessários: as bases teóricas de Figueiredo (1989), Fernandes e Bezerra (1990), Pereira e Silva (2007) e Moro *et al.* (2015); a técnica de análise supervisionada, que se estrutura pela homogeneidade dos pixels do raster e seus padrões existentes, contribuindo em classificar, identificar e problematizar fenômenos e processos; as imagens Landsat 8 do ano de 2017, cuja a sua resolução espacial é 15 metros, que colaboraram no entendimento do estado de degradação/conservação atual. O processamento das imagens e a elaboração do mapa foram realizados no Arcgis.

FONTES

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. *Estudo Fitogeográfico do Brasil*. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.
 FIGUEIREDO, M. A. *Vegetação*. In IPLANCA. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará.: *Atlas do Ceará*. Fortaleza: IPLANCA, 1989.
 MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. . *Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará*. *Rodriguésia (Online)*, v. 66, p. 717-743, 2015.
 PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. *Solos e vegetação do Ceará: características gerais*. In: SILVA, J. B.; CALVACANTE, C. T.; DANTAS, E. W. C. (orgs). *Ceará: um novo olhar geográfico*. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

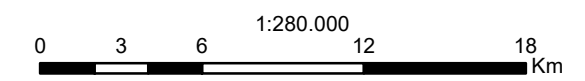


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto **Orientadora:** Prof.ª Dr.ª Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 6: USO E COBERTURA DO SOLO



A vegetação Subcaducifólia de tabuleiro, ou Mata de Tabuleiro, como seu nome dá a entender, ocorre sobre tabuleiros, interiores e pré-litorâneos, porém não são similares à Mata de Tabuleiro que ocorrem na Bahia e no Espírito Santo, pois possuem caráter subcaducifólio devido à influência do clima semiárido, fazendo com que haja perda das folhas durante a estiagem (MORO *et al.*, 2015).

A vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro não é espécie endêmica, sendo colonizada das floras adjacentes. Isso se justifica pela ocorrência de espécies do Cerrado, da Mata Seca e da Caatinga (PEREIRA; SILVA, 2007; MORO *et al.*, 2015). Essa unidade de vegetação é caracterizada por ter porte arbóreo, de modo majoritário, arbustivo e herbáceo, e tem alta biodiversidade, ocorrendo cajueiro, cajueiro bravo, mororó, murici, jucá, manipuça, jatobá, imburana, amargoso, timbaúba, pau-sangue, batiputá e angélica (FIGUEREDO, 1989; PEREIRA; SILVA, 2007). Seus usos voltados à agricultura de subsistência, ao plantio de cajueiros e às habitações, este último deve-se ao caráter plano do ambiente em que estão inseridos (PEREIRA; SILVA, 2007).

A Vegetação de Várzea ou Mata Ciliar está sobre as calhas rios, desenvolvendo flora de porte arbóreo com o caráter perenifólia (MORO *et al.*, 2015), possuindo as seguintes espécies: mulungu, mofumbo, marmeleiro, oiticica, juazeiro, jurema branca, pajeú e carnaúba (FIGUEREDO, 1989; PEREIRA; SILVA, 2007), essa última espécie possui atuação bastante significativa. Os usos da vegetação de várzea são na pecuária extensiva, na remoção das palhas e na fabricação da cera das carnaubeiras (PEREIRA; SILVA, 2007; MORO *et al.*, 2015).

A vegetação de Caatinga ocorre sobre a depressão sertaneja, refletindo as condições climáticas semiáridas: altas temperaturas, chuvas escassas e concentradas em 4 meses e *déficit* hídrico em maior parte do ano. Isso influencia diretamente a vegetação, fazendo com que essa tenha mecanismos perante as condições severas do clima citado anteriormente.

As características presentes na caatinga para adaptação às condições do clima semiárido são: a intumescência dos caules, as folhas pequenas e compostas, a estrutura para acúmulo de água e as reservas glicídicas, as plantas espinescentes, a diminuição da fotossíntese e a perda das folhas completa durante a estiagem (FERNANDES; BEZERRA, 1990). Todos esses atributos contribuem para que a vegetação consiga sobreviver às condições de estiagem.

Buscando entender a diversidade existente na Caatinga, há quatro classificações para caatinga no território cearense: Figueiredo (1989) e Fernandes e Bezerra (1990) usam como critério o porte da vegetação; Pereira e Silva (2007), que além do porte, utiliza o seu estado de conservação; e Moro *et al.*(2015), que utilizam o ambiente em que se desenvolvem, classificando em: caatinga do sedimentar e caatinga do cristalino.

A Caatinga que prevalece no objeto pesquisado é a Caatinga Arbustiva/Subarbustiva, que possui dois estratos: um com espécies com alturas entre 3 a 4 metros, e outra com 5 a 6 metros; podendo ter caráter denso, quando estão sobre solos arenosos com pouca profundidade, e com padrão aberto, que se desenvolve sobre solos rasos que se encharcam com poucas chuvas (FERNANDES; BEZERRA, 1990).

Também é caracterizada pelos seus troncos retorcidos, em tons de coloração esbranquiçados (FIGUEREDO, 1989), tendo como espécies típicas o marmeleiro, a jurema preta, cumaru, jurubeba e cardeiro (PEREIRA; SILVA, 2007). A Caatinga Arbustiva/Subarbustiva é a que ocorre nos ambientes sertanejos do objeto de estudo, possuindo níveis de degradações elevadas, principalmente na região de Irauçuba.

A vegetação da Caatinga possui múltiplos usos desde o período colonial, como alimentação, vestimenta, habitação, extrativismo, medicamentos entre outros (MENDEZ, 1994 *apud*. MATALLO JUNIOR, 1999), a atual e a crescente degradação deste recurso natural estão relacionadas às atividades agropecuárias, que resultam no avanço do processo de desertificação.

A vegetação de Mata Seca ou vegetação mesófila (FERNANDES; BEZERRA, 1990) possui caráter semicaducifólio, possuindo o estrato arbóreo arbustivo e herbáceo, este último apenas no período chuvoso, (PEREIRA; SILVA, 2007).

As espécies típicas são angico-vermelho, pitombeira, pau ferro, gonçaves-alves, coração-de-negro e pau d'algo amarelo (FIGUEREDO, 1989; PEREIRA; SILVA, 2007); e suas ocorrências estão nas serras, nas cristas residuais e no alto estrutural. As atividades agropecuárias com técnicas incoerentes nos ambientes serrados fazem com que ocorra desmatamento da vegetação da mata seca e o avanço da caatinga arbustiva (PEREIRA; SILVA, 2007).

A Vegetação Úmida/subúmida testemunha que áreas de Mata Atlântica foram mais extensas no interior do Nordeste brasileiro (FERNANDES; BEZERRA, 1990), que atualmente estão ilhadas nos enclaves úmidos, no objeto de estudo, nas serras da Meruoca e de Uruburetama, em seus setores de barlavento, que possuem condições hidroclimáticas diferentes da depressão sertaneja e das serras secas.

A Vegetação Úmida/subúmida é hidrófila, perenifólia e/ou subperenifólia (FERNANDES; BEZERRA, 1990), com estratos arbóreo e arbustivo, em que o primeiro ocorre de modo majoritário e podem chegar a 30 metros de altura (FIGUEREDO, 1989; PEREIRA; SILVA, 2007), podendo ter a ocorrência de cipós e epífitas com bromeliáceas, cactáceas e orquídeas (PEREIRA; SILVA, 2007).

As espécies típicas da vegetação caracterizada no parágrafo anterior são: tuturubá, tatajuba, cedro, frei Jorge, ingateira, mororó, pau d'óleo, jatobá, maçaranduba e murici (FIGUEREDO, 1989; PEREIRA; SILVA, 2007). Essa vegetação possui maior biodiversidade do território cearense, que estão sendo ameaçadas pelas atividades pelo cultivo de espécies frutíferas, como da banana e da horticultura (PEREIRA; SILVA, 2007).

Vale destacar que, no objeto de pesquisa, há outras espécies de vegetações, como os Babaçuais, um tipo de palmeira que ocorre em ambiente dos enclaves úmidos (FERNANDES; BEZERRA, 1990), e Vegetação Rupícola, presente sobre os inselbergs (MORO *et al.*, 2015).

3.4. Sistemas Ambientais

Os Sistemas Ambientais têm relevância significativa para as pesquisas de cunho ambiental, tanto nos aspectos teóricos, que visam analisar de modo integrado as relações existentes na morfodinâmica atual, como também nos aspectos metodológicos, pois sintetizam e problematizam as informações naturais, sociais, econômicas e ambientais.

As pesquisas ambientais que utilizam os Sistemas Ambientais como base teórica e metodológica não devem apenas apresentar ou caracterizar os aspectos geológicos, geomorfológicos, climatológicos, hidrológicos, pedológicos, fitoecológicos e socioeconômicos, pois isso pode resultar em pseudointegração e demasiada quantidade de dados.

A pseudointegração está relacionada à obtenção de informações dos diversos componentes da paisagem, porém, limitando-se em expor os componentes da paisagem, e isso não condiz com a própria ideia sistêmica, que possui seu diferencial em compreender os elementos que compõem os sistemas, e principalmente nas conexões existentes (PENTEADO, 1980).

No que se refere ao segundo ponto, primeiramente é necessário esclarecer que ter muitos dados são importantes em qualquer pesquisa, porém quando estes não são bem trabalhados, havendo uma baixa articulação, isso pode empobrecer o debate ambiental, dando a entender que, para o trabalho dessa temática, seria uma aglomeração de informações, não sendo uma análise criteriosa, e isso seria um equívoco.

Os trabalhos ambientais são holísticos, sistêmicos e interdisciplinares (SOUZA; OLIVEIRA, 2011), possuindo caráter prático e aplicável para que contribuam, direta e indiretamente, sobre as políticas públicas. Isso faz com que o cuidado nas análises e nos resultados seja ainda mais criterioso, pois as orientações de uso não condizentes com a dinâmica socioambiental promoverão prejuízos econômicos, problemas ambientais e agravamentos da desigualdade social.

A realização das análises ambientais de cunho sistêmico inicia-se com a setorização dos componentes da paisagem e, em seguida, faz-se a sua integração (SOUZA; OLIVEIRA, 2011). Assim, o modo coerente no uso dos Sistemas Ambientais sobre todo trabalho ambiental, é entender os componentes da paisagem por meio de sua problematização, fazendo articulações diretas sobre o objetivo central da pesquisa, e evitando as caracterizações simplistas.

Desse modo, foi realizada a presente pesquisa, em que houve a problematização e o entendimento sobre as múltiplas relações entre os componentes ambientais no quadrante pesquisado, que possibilitou a delimitação dos 18 Sistemas Ambientais, que estão no Mapa 7 e os dados fotográficos de cada sistema nas Pranchas 3 e 4.

Vale ressaltar que o critério para essa classificação utilizou a geomorfologia como critério-chave, seguindo os preceitos de Souza (2000), mas os outros componentes da paisagem e suas relações foram bastante relevantes da análise de cada sistema delimitado. No Quadro 4, apresentam-se os Sistemas Ambientais e suas características.

Planície Ribeirinha



Subsistema da Planície Ribeirinha do Acaraú



Tabuleiros Pré-Litorâneos Itapipoca/Tururu



Tabuleiros Interiores de Itapipoca



Sertões de Miraima



Sertões de Sobral/Santana do Acaraú



Sertões do Mundaú/Caxitoré



Sertões de Irauçuba



Sertões de Massapê



Sertões de Forquilha



Sertões de Coreaú/Jaibaras



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA
E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL.**

**Autor: Lucas Lopes Barreto
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Viádia Pinto Vidal de Oliveira
PRANCHA 3: FOTOS DOS SISTEMAS AMBIENTAIS A**



Serras Secas

28/09/2016 11:19



Alto Estrutural de Santana

03/05/2017 13:47



Vertente Seca da Serra da Meruoca

29/05/2016 15:58



Vertente Úmida da Serra da Meruoca

09/02/2017 10:59



Sopé dos Enclaves Úmidos/Subúmidos

07/07/2017 14:28



Platôs dos Enclaves Úmidos/Subúmidos

09/08/2017 13:06



Vertente úmida da Serra de Uruburetama

02/02/2017 13:19



Vertente Seca da Serra de Uruburetama

18/02/2016 12:38



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA
E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

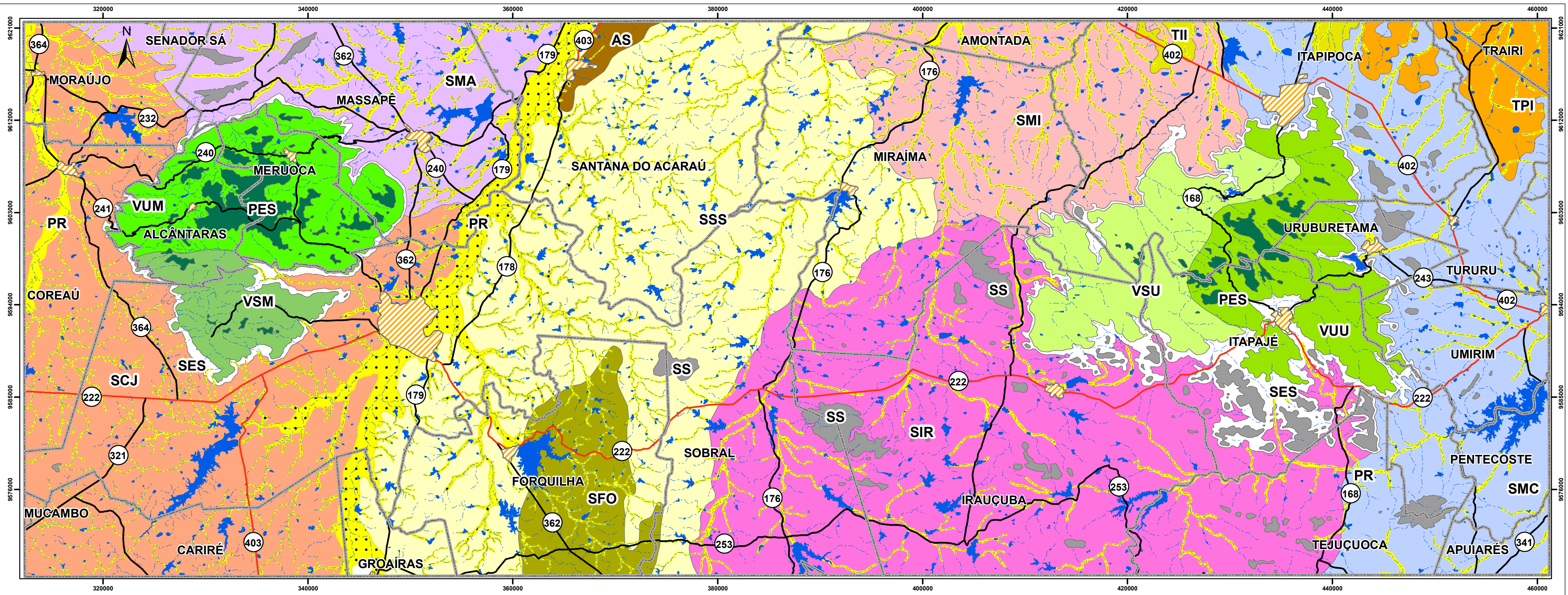
PRANCHA 4: FOTOS DOS SISTEMAS AMBIENTAIS B

Quadro 5 – Sistemas Ambientais

SISTEMAS AMBIENTAIS	
Planícies Ribeirinhas	Superfícies planas sustentadas por depósitos aluviais, sendo modeladas por climas subúmidos úmidos, subúmidos secos e semiáridos, que resultam em formas de planícies fluviais, onde se desenvolvem os Neossolos Flúvicos e os Planossolos. Ocorre a vegetação de Mata Ciliar, cuja a conservação é moderada, pois os usos sociais (extrativismo e pecuária extensiva) não são intensos.
Subsistema da Planície Ribeirinha do Acaraú	Superfícies planas sustentadas por depósitos aluviais, sendo modeladas por climas subúmidos secos e semiáridos, que resultam em formas de planícies fluviais, onde se desenvolvem os Neossolos Flúvicos, os Planossolos e a vegetação da Mata Ciliar. Este subsistema tem usos voltados às atividades agropecuárias, extrativistas e industriais.
Tabuleiros Interiores de Itapipoca	Superfícies tabulares sustentadas por depósitos colúvio-eluviais, sendo modeladas por climas subúmidos úmidos e subúmidos secos, que resultam em formas de Tabuleiros Interiores, onde se desenvolvem os Argissolos, os Planossolos e os Plintossolos. A vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro ocorre com conservação moderada, já que, as atividades agropecuárias e extrativistas atuam de modo ponderado.
Tabuleiros Pré-litorâneos Itapipoca/Tururu	Superfícies tabulares sustentadas por depósitos arenoso-argilosos, sendo modeladas por climas subúmidos úmidos e subúmidos secos, que resultam em formas de Tabuleiros Pré-litorâneos, onde se desenvolvem os Latossolos, os Neossolos Regolíticos e os Argissolos. A vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro ocorre com conservação moderada, pois, as atividades agrícolas, principalmente do cultivo do caju, encontram-se com baixas intensidades de uso.
Sertões de Miraíma	Superfícies baixas sustentadas por granitos e paragnaisses, sendo modeladas por climas semiáridos, que resultam em feições pediplanadas, típicas da Depressão Sertaneja, onde se desenvolvem os Planossolos e os Luvisolos. Ocorre a vegetação de Caatinga Arbustiva/Subarbustiva, cuja degradação dessa é moderada, em função das atividades da agricultura de subsistência e da pecuária caprina.
Sertões de Sobral/Santana do Acaraú	Superfícies baixas sustentadas por paragnaisses e ortognaisses, sendo modeladas por climas semiáridos, que resultam em feições pediplanadas, típicas da Depressão Sertaneja, onde se desenvolvem os Luvisolos e os Planossolos. A Caatinga Arbustiva/Subarbustiva ocorre com degradação moderada devido as ações do extrativismo vegetal, da agricultura de subsistência, por meio dos cultivos de milho, de mandioca e de feijão; e da pecuária, com os rebanhos de vacas ordenhadas e de caprinos.
Sertões do Mundaú/Caxitoré	Superfícies baixas sustentadas por granitóides, paragnaisses e migmatitos, sendo modeladas por climas subúmidos secos e semiáridos, que resultam em feições pediplanadas, típicas da

	Depressão Sertaneja, onde se desenvolvem os Argissolos, os Neossolos Litólicos e os Luvisolos. A Caatinga Arbustiva/Subarbustiva e Mata Seca ocorrem com baixas conservações devido as atividades agropecuárias.
Sertões de Irauçuba	Superfícies baixas sustentadas por paragnaisses e migmatitos, sendo modeladas por climas semiáridos, que resultam em feições pediplanadas, típicas da Depressão Sertaneja, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos, os Planossolos e os Luvisolos. A Caatinga Arbustiva/Subarbustiva se encontra altamente degradada devido a agricultura de subsistência, destacando-se as culturas de milho e de feijão; a pecuária, com rebanhos ovinos, caprinos e suínos; e o extrativismo vegetal, com a produção de lenha.
Sertões de Massapê	Superfícies baixas sustentadas por ortognaisses, micaxistos e basaltos, sendo modeladas por climas subúmidos úmidos, subúmidos secos e semiáridos, que resultam em feições pediplanadas, típicas da Depressão Sertaneja, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos e os Argissolos. A Caatinga Arbustiva/Subarbustiva e a Mata Seca possuem diferentes níveis de conservação, reflexo da diversidade de usos: a agricultura, nas produções de mandioca, de feijão e de manga, e a pecuária, com os rebanhos suínos, bovinos, caprinos e de vacas ordenhadas.
Sertões de Coreaú/Jaibaras	Superfícies baixas sustentadas por ortoconglomerados, sendo modeladas por climas semiáridos, que resultam em feições pediplanadas, típicas da Depressão Sertaneja, onde se desenvolvem os Argissolos, os Planossolos e os Neossolos Litólicos. A Caatinga Arbustiva/Subarbustiva e a Mata Seca possuem conservações entre baixa e moderada, pois a agricultura de subsistência e o extrativismo mineral do calcário são intensos.
Sertões de Forquilha	Superfícies baixas sustentadas por paragnaisses e micaxistos, sendo modeladas por climas subúmidos secos e semiáridos que resultam em feições pediplanadas com leve dissecção, típicas da Depressão Sertaneja dissecada, onde se desenvolvem os Luvisolos e os Planossolos. A Caatinga possui variados níveis de degradação em função das produções agrícolas (banana, mandioca e milho) e dos rebanhos bovinos e ovinos.
Serras Secas	Superfícies onduladas sustentadas por diversos materiais cristalinos, sendo modeladas por climas úmidos, subúmidos úmidos, subúmidos secos e semiáridos, que resultam em formas de Maciços Residuais, de Cristas Residuais e de inselbergs, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos. A Caatinga e da Mata Seca ocorrem sobre diferentes níveis de conservação, sendo alteradas pelas ações da pecuária extensiva.
Sopé dos Enclaves Úmidos/Sub-úmidos	Superfícies suaves à onduladas sustentadas por granitos e granitóides, sendo modeladas por climas úmidos, subúmidos úmidos, subúmidos secos e semiáridos, que resultam em formas de sopé, representando passagens de pedimentação, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos e os Argissolos. A Mata Seca ocorrem com diversos níveis de conservação em função das atividades agropecuárias e extrativistas.

Alto Estrutural de Santana	Superfícies suaves à onduladas sustentadas por depósitos de arenitos, sendo modeladas por climas semiáridos que resultam em formas de Alto Estrutural, onde se desenvolvem os Neossolos Quartzarênicos. A Mata Seca ocorrem com diversos níveis de conservação e a área está em pousio.
Vertente Seca da Serra de Uruburetama	Superfícies onduladas à montanhosas sustentadas por granitóides, sendo modeladas por climas subúmidos secos e semiáridos, que resultam em formas de Maciço Residual, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos e os Argissolos. A Mata Seca ocorrem com diversos níveis de degradação, devido às ações das atividades agropecuárias e dos extrativismos do carvão vegetal e da lenha.
Vertente Úmida da Serra de Uruburetama	Superfícies onduladas à montanhosas sustentadas por granitóides, sendo modeladas por climas subúmidos úmidos e subúmidos seco, que resultam em forma de Maciço Residual, onde se desenvolvem os Argissolos e os Neossolos Litólicos. A Mata Seca e Mata Úmida estão conservadas pois os usos agrícolas (horticultura e fruticultura) não são intensos.
Vertente Seca da Serra da Meruoca	Superfícies onduladas à montanhosas sustentadas por granodioritos e monzonitos, sendo modeladas por climas subúmidos secos e semiáridos, que resultam em forma de Maciço Residual, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos e os Argissolos. A Mata Seca e a Mata Úmida possuem conservações variadas pois tem ações moderadas da agricultura, da pecuária e dos extrativismos vegetal e mineral.
Vertente Úmida da Serra da Meruoca	Superfícies onduladas à montanhosas sustentadas por granodioritos e monzonitos, sendo modeladas por climas úmidos, subúmidos úmidos e subúmidos secos, que resultam em forma de Maciço Residual, onde se desenvolvem os Argissolos e os Neossolos Litólicos. A Mata Seca e Mata Úmida possuem conservações elevadas mesmo com a atuação das atividades turísticas, da agropecuária e do extrativismo vegetal.
Platôs dos Enclaves Úmidos/Sub-úmidos	Superfícies elevadas sustentadas por materiais cristalinos diversos, sendo modeladas por climas úmidos, subúmidos úmidos e subúmidos secos, que resultam em forma de platôs, onde se desenvolvem os Neossolos Litólicos associados com afloramentos rochosos. A Mata Seca e Mata Úmida possuem conservações elevadas devido a área está em pousio.



LEGENDA					
PR	Planícies Riberinhas	SIR	Sertões de Irauçuba	VSU	Vertente Seca da Serra de Uruburetama
	Subsistema Planície Ribeirinha do Acaraú	SMA	Sertões de Massapê	VUU	Vertente Úmida da Serra de Uruburetama
TPI	Tabuleiros Pré-Litorâneos de Itapipoca/Tururu	SCJ	Sertões de Coreau/Jaibaras	VSM	Vertente Seca da Serra da Meruoca
TII	Tabuleiros Interiores de Itapipoca	SFO	Sertões de Forquilha	VUM	Vertente Úmida da Serra da Meruoca
SMI	Sertões de Miraiáma	SS	Serras Secas	PES	Platôs dos Enclaves Úmidos/Subúmidos
SSS	Sertões de Sobral/Santana do Acaraú	AS	Alto Estrutural de Santana	SES	Sopé dos Enclaves Úmidos/Subúmidos
SMC	Sertões do Mundaú/Caxitoré				

CONVENÇÕES	
	Sedes Municipais
	Limites Municipais
	Rios e Riachos
	Corpos d'água
	Estradas Federais
	Estradas Estaduais

METODOLOGIA

Este material foi baseado na metodologia de Souza (2000), em que há integração das informações geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrológicas, pedológicas, fitogeográficas do objeto de estudo, e que utiliza a geomorfologia como componente guia para delimitação dos Sistemas Ambientais. As denominações dos sistemas estão vinculadas aos municípios em que estes ocorrem, as bacias hidrográficas de maiores extensões ou com as denominações locais dispostas em SUDENE (1972a, 1972b, 1972c, 1972d, 1972e, 1972f, 1972g, 1972h).

FONTES

CEARÁ, Secretaria de Gestão e planejamento. **Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: IPECE, 2013. Escala: 1:500.000.
 Funceme. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Rodovia**. Funceme, 2010.
 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Limite Político** Escala: 1:800.000. IBGE, 2007.
 SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; MORAIS, J. O.; SOUZA, M. J. N. **Compartmentação territorial e gestão regional do Ceará**. Parte I. Fortaleza: FUNECE, 2000.
 SUDENE: BRASIL. Ministério do Exército.DSG. **Bela Cruz**. Rio de Janeiro. 1972a 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-I. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S. 40°00' - 40°30'W.
 — **Itapipoca**. Rio de Janeiro, 1972b. 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-II. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S. 39°30' - 40°00'W
 — **Paracuru**. Rio de Janeiro, 1972c. 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-III. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S. 39°00' - 39°30'W
 — **Sobral**. Rio de Janeiro, 1972d. 62 x 74 cm. Folha SA.24-X-D-IV. Escala 1:100.000 3°30' - 4°00'S. 40°00' - 40°30'W
 — **São Luiz do Curu**. Rio de Janeiro, 1972e 62 x 74 cm Folha SA 24-YD-VI. Escala 1:100 000 3°30' - 4°00'S. 39°00' - 39°30'W.
 — **Frecheirinha**. Rio de Janeiro 1972f. 62 x 74 cm Folha SA.24-Y-CVI. Escala 1:100 000. 3°30' - 4°00'S 40°30'-41°00'W
 — **Irauçuba**. Rio de Janeiro 1972g 62 x 74 cm Folha SA.24-Y-D-V Escala 1:100 000. 3°30' - 4°00'S. 39°30' - 40°00'W
 — **Granja**. Rio de Janeiro. 1972h 62 x 74 cm Folha SA 24-Y-C-III Escala 1:100 000 3°00' - 3°30'S. 40°30' - 41°00'W

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

Geomorfolgia
 Laboratório de Geomorfologia

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Viádia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 7: SISTEMAS AMBIENTAIS

1:280.000

0 3 6 12 18 Km

4 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DOS ATRIBUTOS SOCIOECONÔMICOS DAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E DOS SERTÕES DO CENTRO NORTE

Os Sistemas Ambientais são constituídos de fatores naturais, ambientais, sociais e econômicos. Nessa gama de relações está a sociedade, componente tão peculiar para análise ambiental, pois, pode promover diversas ações, sejam de degradação e/ou conservação do meio.

O entendimento dos aspectos sociais e econômicos é de extrema relevância para análise dos Sistemas Ambientais, já que os componentes ambientais podem ser alterados de diferentes modos pela sociedade, assim como as condições ambientais podem favorecer, ou não, diversos problemas socioeconômicos.

Quando os usos e as formas de ocupação, sejam estes pretéritos ou atuais, apresentam elevadas ações predatórias sobre os recursos naturais, podem alterar na dinâmica dos Sistemas Ambientais, modificando a capacidade de resiliência do meio, que se refletem pelos desequilíbrios ambientais, pelo atraso econômico e pela acentuada desigualdade social.

Segundo Barbosa *et al.* (2015), existe relação entre a pobreza e a degradação ambiental. Essa perpassa pela restrição dos recursos disponíveis, pois estes se encontram cada vez mais escassos devido à alta demanda social. Isso afeta no modo de vida das populações, principalmente aos grupos sociais de baixo poder aquisitivo, devido às suas altas vulnerabilidades socioambientais.

No território brasileiro, mesmo tendo uma diversidade de recursos e de leis ambientais que visem à sua manutenção, há problemas ambientais, como a erosão dos solos, a contaminação das águas, o desmatamento e a desertificação, sendo estes oriundos das ações irracionais da sociedade sobre o meio (BARBOSA *et al.*, 2015).

Assim, os aspectos sociais e econômicos são vetores de pressão sobre os Sistemas Ambientais, causando novas dinâmicas em seus fluxos de matéria e energia. Este capítulo visa apresentar e problematizar as questões sociais e econômicas do objeto pesquisado, contribuindo na análise da desertificação.

4.1 O Produto Interno Bruto e o Índice de Desenvolvimento Humano

O Produto Interno Bruto (PIB) é uma medida estatística e contábil que avalia a produção de bens e serviços por um determinado tempo de um país, estado, região ou município (FEIJÒ, VALENTE, CARVALHO, 2012; TROMPIERI NETO, 2014; TEIXEIRA, SOUSA, FARIA, 2017), sendo assim, um indicador dos aspectos socioeconômicos, pois agrupam as atividades econômicas, simplificando em dados numéricos, possibilitando o entendimento acerca do desempenho econômico em diferentes escalas espaciais e temporais.

O PIB é um indicador relevante para as empresas, para o Estado e para a sociedade, pois tem caráter popular devido à associação, embora equivocada, de que o desenvolvimento social seria o crescimento das atividades econômicas. Essa ideia é incoerente no atual debate ambiental. O PIB também está nos noticiários, em diferentes mídias, que acentuam a sua influência nos preços dos produtos, na especulação do crescimento econômico, nas estratégias governamentais de emprego e renda e no modo que a população avalia os seus representantes políticos (FEIJÓ, VALENTE, CARVALHO, 2012).

Mesmo assim, o uso nas análises do indicador econômico citado no parágrafo anterior é criticado por não considerar a econômica informal, a degradação ambiental gerada e os problemas na queda do bem-estar da população (FEIJÓ, VALENTE, CARVALHO, 2012).

Porém, o uso do PIB foi válido, quando se é realizado de modo crítico e sabendo que este indicador é voltado às questões econômicas (FEIJÓ, VALENTE, CARVALHO, 2012; BARBOSA *et al.*, 2015). No presente trabalho, esse indicador proporcionou um panorama da dinâmica econômica, sendo um norte das principais atividades no objeto de estudo e em quais municípios possuem economias limitadas, que podem propiciar usos inadequados das suas condições ambientais.

É evidente que o PIB não pode ser entendido por si só, pois a economia capitalista atual é integrada e globalizada, fazendo com que os resultados tanto de queda quanto de aumento do valor desse índice estejam atrelados e integrados aos comportamentos das economias nacionais, regionais e locais, que possibilitam a realização de análises comparativas.

Por essa razão, se incorporou os dados estaduais, para que se possa entender o comportamento da dinâmica econômica no mesmo período de tempo, e

se essa ocorreu em todo estado ou apenas em determinados municípios, podendo analisar se ocorreram problemas econômicos locais e se há relações com o avanço da degradação ambiental. O PIB dos municípios do objeto de estudo está representados na Tabela 1, que representa o desempenho do PIB durante os anos de 2003, 2006 e 2013, e na Tabela 2¹², que mostra a evolução do PIB em relação aos seus setores econômicos.

Tabela 1 – Desempenho do PIB preços de mercado (R\$ mil)

Município ou Estado	ANOS		
	2003	2006	2013
CEARÁ	24.354.000	46.309.884	108.796.325
Sobral	881.954	1.527.504	3.387.605
Itapipoca	235.446	404.244	996.537
Trairi	74.657	184.898	627.683
Itapajé	114.532	184.217	450.145
Pentecoste	51.632	96.414	349.266
Amontada	49.168	145.312	291.536
Uruburetama	37.062	76.807	228.921
Massapê	42.503	88.722	165.425
Irauçuba	29.878	51.880	124.289
Forquilha	34.529	60.236	112.806
Coreaú	27.830	49.353	102.856
Santana do Acaraú	41.071	84.467	93.706
Umirim	23.746	43.647	88.507
Cariré	28.100	47.304	85.754
Tejuçuoca	18.450	32.641	73.306
Mucambo	18.951	33.485	68.617
Tururu	16.225	29.766	68.082
Meruoca	17.234	28.691	66.706
Apuiarés	17.855	32.327	66.129
Miraíma	18.956	25.250	58.327
Groaíras	14.142	20.775	52.873
Alcântaras	13.475	23.180	47.586
Moraújo	9.929	21.545	39.996
Senador Sá	11.052	20.079	33.336

Fonte: Organizado pelo autor.

¹² Os dados que fomentam o Gráfico 1 e a Tabela 1 e 2 são oriundos de IPECE(2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e, 2006f, 2006g, 2006h, 2006i, 2006j, 2006k, 2006l, 2006m, 2006n, 2006o, 2006p, 2006q, 2006r, 2006s, 2006t, 2006u, 2006v, 2006w, 2006v, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d, 2009e, 2009f, 2009g, 2009h, 2009i, 2009j, 2009k, 2009l, 2009m, 2009n, 2009o, 2009p, 2009q, 2009r, 2009s, 2009t, 2009u, 2009v, 2009w, 2009v, 2016a, 2016b, 2016c, 2016d, 2016e, 2016f, 2016g, 2016h, 2016i, 2016j, 2016k, 2016l, 2016m, 2016n, 2016o, 2016p, 2016q, 2016r, 2016s, 2016t, 2016u, 2016v, 2016w, 2016v.)

Pode-se notar que, entre 2003-2013, ocorreram avanços na economia do objeto da pesquisa, destacando-se, com maiores e menores PIBs, respectivamente, Sobral e Senador Sá. Trompieri Meto (2014) comenta que Sobral se destaca nas dez maiores economias do Ceará entre 2002 e 2011, assim como o município de Moraújo entre os dez municípios de menores de participação na economia cearense.

Outro ponto a ser destacado está na rápida evolução da economia, como nos municípios de Amontada, Pentecoste, Trairi e Uruburetama, que, se comparado com os dados de 2003 e 2013, tiveram aumento acima 492%, enquanto que a média do objeto de estudo e do Estado do Ceará foram, respectivamente, 317% e 346%.

Nota-se, pela Tabela 1, que em todos os municípios houve crescimento na economia, ocorrendo essa mesma dinâmica no Estado do Ceará. Segundo Trompieri Meto (2014), durante os anos de 2002 a 2013, a econômica cearense teve um crescimento significativo, havendo apenas decréscimo em 2009, devido à crise econômica estadunidense, porém esse impacto não teve prejuízos mais elevados devido à economia desse Estado ser voltada ao mercado interno.

Algo que pode explicar esse menor impacto da crise estadunidense no Estado do Ceará foram as ações governamentais, pois ocorreram altos investimentos públicos na economia nos anos de 2007 a 2012, mostrando como as ações do Estado são relevantes para a dinâmica econômica do território cearense.

Para melhor compreender como está organizado o PIB dos municípios dos objetos de estudo, foi construída a Tabela 2, mostrando quais setores cresceram ou recuaram a sua atuação nos anos de 2003, 2006 e 2013¹³.

Tabela 2 - Setores econômicos do PIB dos municípios do objeto de estudo.

	ANOS		
	2003	2006	2013
Setores do PIB (%)	ALCÂNTARAS		
Agropecuária	17,85	16,86	7,94
Indústrias	18,44	11,73	3,51
Serviços	63,72	71,40	88,55
Setores do PIB (%)	AMONTADA		
Agropecuária	23,34	18,44	14,25
Indústrias	15,91	36,19	23,57
Serviços	60,75	45,37	62,18
Setores do PIB (%)	APIUARÉS		

¹³ Foram selecionados os anos de 2003, 2006 e 2009 anos devido à disponibilidade de dados, para que possibilitasse o entendimento de 10 anos de uso, que resultou no panorama do atual uso do solo, assim como o desempenho econômico do objeto de estudo.

Agropecuária	9,77	16,37	8,93
Indústrias	23,69	10,23	10,39
Serviços	66,53	73,40	80,68
Setores do PIB (%)	CARIRÉ		
Agropecuária	22,25	26,25	13,38
Indústrias	14,61	9,28	4,41
Serviços	63,14	64,46	82,21
Setores do PIB (%)	COREAÚ		
Agropecuária	11,34	10,02	10,43
Indústrias	20,14	12,15	3,82
Serviços	68,52	77,83	85,76
Setores do PIB (%)	FORQUILHA		
Agropecuária	26,72	10,53	6,82
Indústrias	34,84	24,83	10,52
Serviços	38,44	64,64	82,66
Setores do PIB (%)	GROAIRAS		
Agropecuária	11,05	13,47	5,66
Indústrias	21,12	11,88	5,02
Serviços	67,83	74,65	89,32
Setores do PIB (%)	IRAUCUBA		
Agropecuária	19,53	25,66	10,65
Indústrias	19,63	9,43	12,74
Serviços	60,84	64,91	76,61
Setores do PIB (%)	ITAPAJÉ		
Agropecuária	7,46	10,40	6,43
Indústrias	56,81	34,87	24,89
Serviços	35,72	54,72	68,69
Setores do PIB (%)	ITAPIPOCA		
Agropecuária	10,69	11,99	6,35
Indústrias	38,12	30,34	22,83
Serviços	51,19	57,67	70,82
Setores do PIB (%)	MASSAPÊ		
Agropecuária	20,20	20,50	7,90
Indústrias	21,40	12,93	6,44
Serviços	58,40	66,57	85,67
Setores do PIB (%)	MERUOCA		
Agropecuária	12,97	17,00	9,20
Indústrias	29,10	11,45	8,16
Serviços	57,93	71,56	82,64
Setores do PIB (%)	MIRAÍMA		
Agropecuária	20,28	23,38	13,15
Indústrias	15,57	9,61	3,78
Serviços	64,15	67,02	83,07
Setores do PIB (%)	MORAÚJO		
Agropecuária	47,14	25,77	14,32
Indústrias	10,31	9,12	3,77
Serviços	42,55	65,11	81,91
Setores do PIB (%)	MUCAMBO		
Agropecuária	14,35	13,78	4,85
Indústrias	24,74	10,23	4,37
Serviços	60,91	75,98	90,78
Setores do PIB (%)	PENTECOSTE		
Agropecuária	23,24	14,08	11,93
Indústrias	18,90	16,61	33,93
Serviços	57,86	69,31	54,14
Setores do PIB (%)	SANTANA DO ACARAÚ		
Agropecuária	27,97	29,48	20,17
Indústrias	10,30	7,47	5,54

Serviços	61,73	63,05	74,29
Setores do PIB (%)	SENADOR SÁ		
Agropecuária	30,94	32,80	12,46
Indústrias	11,67	7,35	3,52
Serviços	57,39	59,85	84,02
Setores do PIB (%)	SOBRAL		
Agropecuária	4,01	2,00	0,80
Indústrias	64,57	41,01	32,84
Serviços	31,42	57,00	66,36
Setores do PIB (%)	TEJUÇUOCA		
Agropecuária	12,64	15,80	7,44
Indústrias	17,80	9,52	3,92
Serviços	69,56	74,68	88,63
Setores do PIB (%)	TRAIRI		
Agropecuária	20,00	17,46	6,47
Indústrias	19,64	38,68	43,45
Serviços	60,36	43,85	50,08
Setores do PIB (%)	TURURU		
Agropecuária	16,55	18,62	6,62
Indústrias	16,43	9,86	8,03
Serviços	67,01	71,52	85,35
Setores do PIB (%)	UMIRIM		
Agropecuária	15,92	22,10	15,12
Indústrias	21,02	10,45	4,78
Serviços	63,06	67,45	80,10
Setores do PIB (%)	URUBURETAMA		
Agropecuária	12,03	10,60	5,77
Indústrias	56,08	36,82	46,07
Serviços	31,88	52,58	48,15
Setores do PIB (%)	CEARÁ		
Agropecuária	6,61	7,26	5,16
Indústrias	41,25	23,53	20,46
Serviços	52,14	69,21	74,38

Fonte: Organizado pelo autor.

É notável que os serviços cresceram tanto no Ceará como nos municípios do objeto de estudo, pois esse setor é o sustentáculo da econômica cearense (BEZERRA, BARBOSA, 2010), pois neste estão as atividades vinculadas ao comércio, ao turismo, à administração pública, às atividades imobiliárias; à intermediação financeira, aos transportes, ao alojamento e à alimentação.

A Tabela 2 mostra que quase todos os municípios tiveram aumento nas atividades de serviços, se destacando os municípios de Sobral, de Itapajé, de Moraújo e de Forquilha. Esse último teve, nos dez anos pesquisados, um crescimento superior a 44% em seus serviços. Os únicos municípios que não tiveram um aumento no setor de serviços foram Pentecoste e Trairi, pois as suas econômicas expandiram ao setor industrial.

Outro setor que teve um comportamento quase uniforme foi a agropecuária, mesmo sendo uma atividade bastante tradicional no território

cearense, essa teve diminuição em sua participação econômica tanto no Estado quanto nos municípios pesquisados.

Segundo Bezerra e Barbosa (2010), a retroação da atividade agropecuária no PIB do Ceará é o reflexo das irregularidades das precipitações, comprometendo a qualidade e a quantidade de produtos agrícolas produzidos; dos usos intensos dos solos, podendo comprometer sua fertilidade natural e causar danos irreversíveis nos componentes da paisagem; e da estrutura fundiária concentrada, fazendo com que a distribuição de terra seja desigual, afetando principalmente os grupos sociais de baixo poder aquisitivo, que extraem, de modo inadequado, os recursos naturais para geração de emprego e renda que acentuam problemas sociais e ambientais.

A Tabela 2 comprovou a fala de Bezerra e Barbosa (2010), pois todos os municípios tiveram declínio da atividade agropecuária. Forquilha e Moraújo tiveram acentuadas diminuições, sendo, respectivamente, de 19,9% e 32,8%. Essa queda nos dados da atividade agropecuária não significa dizer que essa atividade perdeu a relevância na economia do Estado, pois é necessário considerar que os outros setores que compõem a economia obtiveram mais êxito durante o período demonstrado na tabela.

A atividade agropecuária exercida no objeto de estudo possui oscilações entre os anos pesquisados, pois Cariré, Apuiarés, Irauçuba, Massapê e Meruoca tiveram aumentos entre 2003-2006, porém com declínios entre 2006 e 2013. Tais variações nessa atividade rural informam que há seu exercício, porém com baixa rentabilidade, podendo ser explicada pela baixa quantidade produzida e pelo seu pouco retorno financeiro.

As Tabelas 1 e 2 mostraram que houve um crescimento econômico no objeto de estudo, mas isso não significa dizer que esse maior volume financeiro representou um desenvolvimento real das populações, e se esta melhoria econômica ocorreu causando poucas alterações sobre os fluxos de matéria e de energia dos sistemas ambientais existentes.

Van den Bergh (2009 *apud*. TEIXEIRA, SOUSA, FARIA, 2017) crítica sobre o uso do PIB nos âmbitos sociais e ambientais. No âmbito social, dificilmente um indicador de escalas nacionais, estaduais e municipais informa diretamente os rendimentos absolutos dos indivíduos que compõem o local em que residem, possibilitando uma análise distante do real.

Sobre as questões ambientais, Van den Bergh (2009 *apud*. TEIXEIRA, SOUSA, FARIA, 2017) afirma que não há, no cálculo do PIB, os seus gastos defensivos, gastos de proteção e restauração ecológica; isso estaria para além do custo da poluição dos componentes da paisagem, mas deveria ser incluída a depreciação do capital no esgotamento dos recursos naturais.

Assim, o PIB pode sugerir que há mais recursos financeiros do que realmente estes são, pois o cálculo não considera os impactos sociais e ambientais exercidos pelas atividades econômicas, que, provavelmente, alteraria de modo relevante em seu valor final, deixando-o mais próximo do real (VAN DEN BERGH, 2009 *apud*. TEIXEIRA, SOUSA, FARIA, 2017).

Por essa razão, foi agregado à análise socioeconômica do objeto de estudo o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para que se possa entender se os avanços econômicos tiveram repercussões na população, pois é um índice que visa avaliar, de modo quantitativo, a qualidade de vida da sociedade, fundamentando-se, em seu cálculo, em três aspectos básicos: escolaridade, para possibilitar o indivíduo ter acesso ao conhecimento; longevidade, para garantir à população condições de ter uma vida longa e saudável; e renda, para desfrutar de um padrão de vida digno (PNUD, 2013, 2015).

O valor desse índice varia entre 0 a 1, sendo dividido nas seguintes classes: Índice de Desenvolvimento baixo possui valores inferiores a 0,550, Índice de Desenvolvimento médio tem valores entre 0,550 e 0,699, Índice de Desenvolvimento elevado tem valores entre 0,700 e 0,799 e Índice de Desenvolvimento alto com valores iguais ou superiores a 0,800 (PNUD, 2015).

Segundo Jannuzzi (2002 *apud*. KIELING, 2014), o IDH tem relevância nas políticas públicas, pois o uso dos indicadores sociais tornou-se comum nas análises municipais, que servem para elaborar planos para desenvolvimento urbano, para julgar os impactos ambientais pela instalação e pelo desenvolvimento de grandes projetos, para justificar o uso dos recursos financeiros federais e estaduais em programas sociais e para atender as demandas das populações, seja por equipamentos e por serviços sociais.

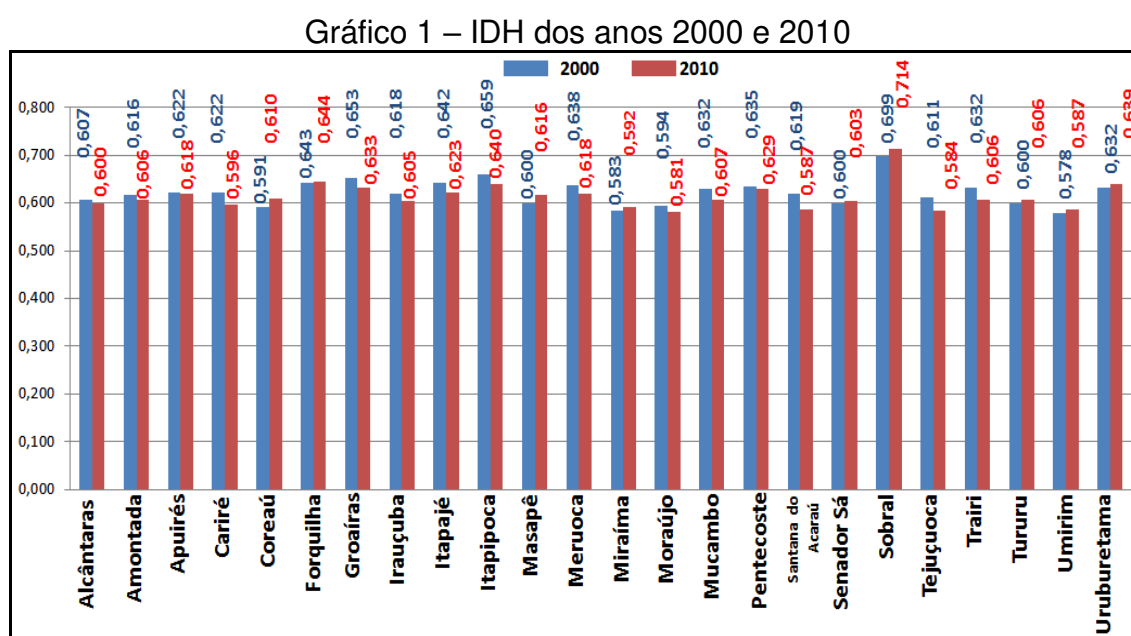
O uso de indicadores sociais, como IDH, possui potencialidades de uso, pois consegue fazer um diagnóstico do social e possibilita a realização de análises comparativas. Todavia, os seus usos possuem limitações, como a mobilidade do

quadro socioeconômico e os conflitos entre indicador e conceito (JANNUZZI, 2002 *apud*. KIELING, 2014).

O primeiro refere-se ao uso dos indicadores sociais para políticas públicas, pois esses índices expressam e representam o momento econômico e social de um país, estado ou município (JANNUZZI, 2002 *apud*. KIELING, 2014); por isso, o uso destes em pesquisas ambientais não se devem limitar ao aspecto técnico e quantitativo, mas sendo crítico, considerando a mobilidade econômica e social, para que se tenha diagnóstico, formulação, implementação e avaliação de políticas públicas.

O segundo está relacionado com o conceito e seu indicador. Quando usado de modo inadequado, apenas visando o indicador por ele mesmo, o seu dado substitui o seu conceito, e que na realidade, deve ocorrer o oposto, em que o dado operacionaliza o conceito (JANNUZZI, 2002 *apud*. KIELING, 2014). Assim, dado do IDH não define a pobreza, mas estrutura o seu entendimento.

Outra crítica ao IDH está no fato de o seu cálculo não considerar degradação ambiental (FEIJÓ, VALENTE, CARVALHO, 2012), mas esse índice foi analisado aos moldes do PIB, de maneira crítica, para que se tenha um panorama da evolução da qualidade de vida da população. Para essa análise, foram utilizados os dados dos anos de 2000 e 2010, tendo como fonte IPECE (2018), que estão representados no Gráfico 1.



Fonte: Organizado pelo o autor.

No Gráfico 1, nota-se que o objeto de estudo possui nível de desenvolvimento médio, pois tanto em 2000 e em 2010, a média dos valores foram, respectivamente, de 0,622 e 0,614; o município de Sobral é o único que possui o IHD classificado com nível elevado.

Algo que se destaca é a retração dos valores do IDH entre 2000 e 2010, isso ocorreu em 62% dos municípios, bem diferente do que ocorreu com os dados de PIB, reiterando que o crescimento econômico não significa uma melhoria direta sobre as condições sociais, seguindo o que ocorreu no Estado, onde esse indicador retroagiu.

Em Santana do Acaraú teve maior declínio desse indicador social, havendo uma diminuição de 0,032; enquanto que o município que teve o maior crescimento foi o de Coreaú, aumentando em 0,019, seguido por Massapê e Sobral. Essas alterações, sejam essas positivas ou negativas, são significativas, pois ocorreram em uma década, e esses dados possuem quase uma década do tempo presente.

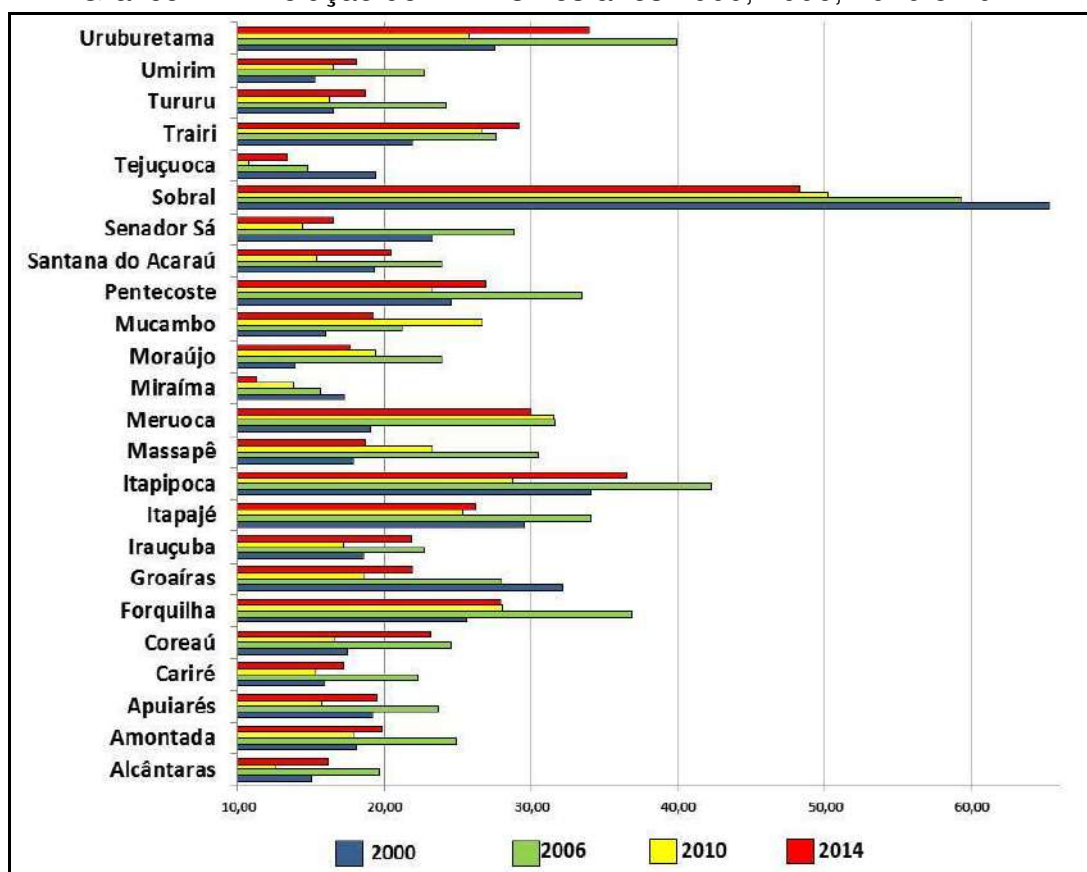
Para que se tenham dados mais fidedignos com o contexto atual, foi construído o Gráfico 2 do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), sendo esse indicador uma derivação do IDH, produto de uma média ponderada de índices setoriais, baseado nos seguintes grupos de indicadores: fisiográficos, fundiários e agrícolas, demográficos e econômicos, infraestrutura de apoio e sociais (IPLANCE, 1999).

O Gráfico 2 foi construído pelos dados de Ceará nos anos de 2000, 2006, 2010, 2014 (IPLANCE, 2000; IPECE, 2008, 2011, 2015), que possibilitou ter um maior detalhe da evolução dos aspectos socioeconômicos do objeto de estudo. Nota-se a predominância do declínio dos IDHMs dos municípios pesquisados, a exceção foi em Trairi¹⁴.

É evidente que quase 60% dos municípios tiveram os seus dados oscilando, e tendo como o melhor e o pior IDHMs, respectivamente, 2006 e 2010, mostrando como a economia da região é instável e os seus rendimentos pouco expressam melhorias a qualidade de vida das populações locais.

¹⁴ Se forem comparados os dados do IDH e IDHM de Trairi nos anos de 2000 e 2010, pode-se perceber que, no IDH, mostra-se uma retração, enquanto que, no IDHM, há um avanço, mostrando que esses índices socioeconômicos têm bases de dados, cálculos e indicadores distintos.

Gráfico 2 – Evolução do IDHMs nos anos 2000, 2006, 2010 e 2014



Fonte: Organizado pelo o autor.

Os IDHMs de Miraíma e Sobral tiveram declínio constante entre 2000 e 2014, pois estes tiveram diminuição de seus valores, respectivamente, em 34% e 26%; sendo estes municípios de características econômicas bastantes heterogêneas. Enquanto que Sobral tem sua receita vinculada às atividades de serviços e às atividades industriais, destacando-se no contexto estadual e regional, Miraíma é o quinto pior desempenho do PIB do objeto de estudo, possuindo limitações, pois 96% dos empregos formais são das administrações públicas presentes nesse município (IPECE, 2016m).

Vale ressaltar que, mesmo que haja críticas ao uso do PIB, do IDH e do IDHM, estes possuíam aplicabilidade na análise ambiental e para os Sistemas Ambientais, pois contribuem para o entendimento da dinâmica socioeconômica, tão necessária na questão ambiental atual.

É evidente que o aumento das atividades econômicas não reflete obrigatoriamente na melhoria da qualidade de vida da população, porém quando as atividades econômicas não possuem o êxito necessário, provavelmente vão causar

prejuízos financeiros, pobreza e miséria, tendo como consequências o agravamento dos problemas sociais principalmente sobre as populações que dependem diretamente dos investimentos públicos.

Assim, o uso do PIB, do IDH e do IDHM se justificou não apenas para apresentar dados socioeconômicos, mas para realizar comparações entre estes indicadores e suas diferentes escalas, reiterando que municípios com receitas heterogêneas possuem altas desigualdades sociais.

4.2 Vetores econômicos

4.2.1 Agricultura

A agricultura é uma das atividades bastante significativas na economia cearense, principalmente antes dos anos 70 do século passado (ARAÚJO; MANCAL, 2015), tendo, em seu modo de produção: a agricultura de sequeiro, o desmatamento, as queimadas e as técnicas impróprias de irrigação. Assim, esses usos não condizem com a estruturação geoambiental do Ceará, que resultou em uma produção de baixa que não consegue atender as demandas locais e causa alta degradação do meio (ELIAS, 2007).

Segundo Guimarães e Diógenes (1989), mesmo com o avanço tecnológico, as produções agrícolas nordestina e cearense seguem com características itinerantes, esgotando os recursos naturais existentes. Sobre os fatores limitantes na agropecuária da região e do Estado supracitados, pode-se destacar aspectos ambientais e sociais.

No que se refere aos aspectos naturais, destaca-se o clima e os solos. O clima típico, o semiárido, faz com que as precipitações sejam irregulares e imprevisíveis, resultando prejuízos tanto em seu excesso quanto na sua falta de água (GUIMARÃES; DIÓGENES, 1989); e os solos, com limitações de usos pela pobreza dos nutrientes, pela sua estrutura e pelos altos níveis de degradações (CASTRO, 2012).

As atividades agropecuárias têm comportamento anormal no PIB do Nordeste (ARAÚJO; MANCAL, 2015), que seria reflexo dos fatores naturais, principalmente das variações climáticas, sendo um fenômeno que ocorre em todo mundo, porém é minimizado pela tecnologia, algo que não ocorre no contexto

nordestino devido à atividade agropecuária ser base e única fonte de renda de alguns grupos sociais.

Esses dois aspectos naturais causam impactos na proteção dos solos, pois estão expostos à erosão; na circulação da água, que pouco se infiltra nos solos e nas rochas; e na diminuição da biodiversidade, pois a severidade climática atrelada aos usos sociais intensos alteram sobre os ambientes e os seres vivos, mesmo estes adaptados às condições dos sistemas ambientais sertanejos (GUIMARÃES, DIÓGENES, 1989; CASTRO, 2012).

Nos aspectos sociais, estão: a estrutura fundiária, havendo a concentração de terra e aumentando a desigualdade social no campo; a má capacidade de armazenamento, dificultando o maior lucro em anos de altas produções; o sistema de crédito agrícola, que pouco viabiliza crédito aos pequenos agricultores; a falta de associativismo dos produtores, pois, com o fortalecimento de grupo de produtores, viabilizam-se negociações com a indústria e com o comércio; a falta de assistência técnica, podendo atenuar o uso inadequado dos solos e combater pragas e doenças; e o sistema educacional deficitário, que estimula o crescimento de mão de obra barata e dificulta o uso de equipamentos e técnicas mais avançados tecnologicamente (CASTRO, 2012).

Esses empecilhos, sejam sociais ou naturais, fazem com que ocorra um atraso no meio rural do Ceará e do Nordeste, pois resultam na incerteza da rentabilidade da produção e nas baixas produtividades da terra, tornando o produto menos competitivo no mercado nacional e internacional (LEITE, 2006).

Segundo Araújo e Mancal (2015), a agricultura é uma atividade que está em transformação, os rendimentos ou prejuízos estão atrelados ao acompanhamento desses avanços tecnológicos e sociais para que tenham produtividade e eficiência. Assim, a ciência, a tecnologia e a informação são absolutamente importantes na produção agrícola, o agente que gere todas essas ações é o Estado, porém este e suas estratégias não foram capazes de diminuir os problemas produtivos e as desigualdades no campo (ELIAS, 2007).

A produção agrícola do Ceará se organiza em cultura combinadas, adequando-se à realidade local e devido à diversidade de paisagem deste Estado (GUIMARÃES, DIÓGENES, 1989). Cada porção do território cearense tem produtos agropecuários específicos, trazendo, para o objeto de estudo, as serras úmidas e

subúmidas, que têm função de produzir as fruticulturas, e o sertão, com os grãos voltados para a subsistência (ELIAS, 2007).

Para entender o quadro da agricultura do objeto de estudo, foram utilizados os dados IBGE (2017), que se estruturou pela delimitação municipal e pela produção agrícola entre os anos de 2006, 2011 e 2016, resultando na evolução de atividade, distribuída nos gráficos da Prancha 5¹⁵.

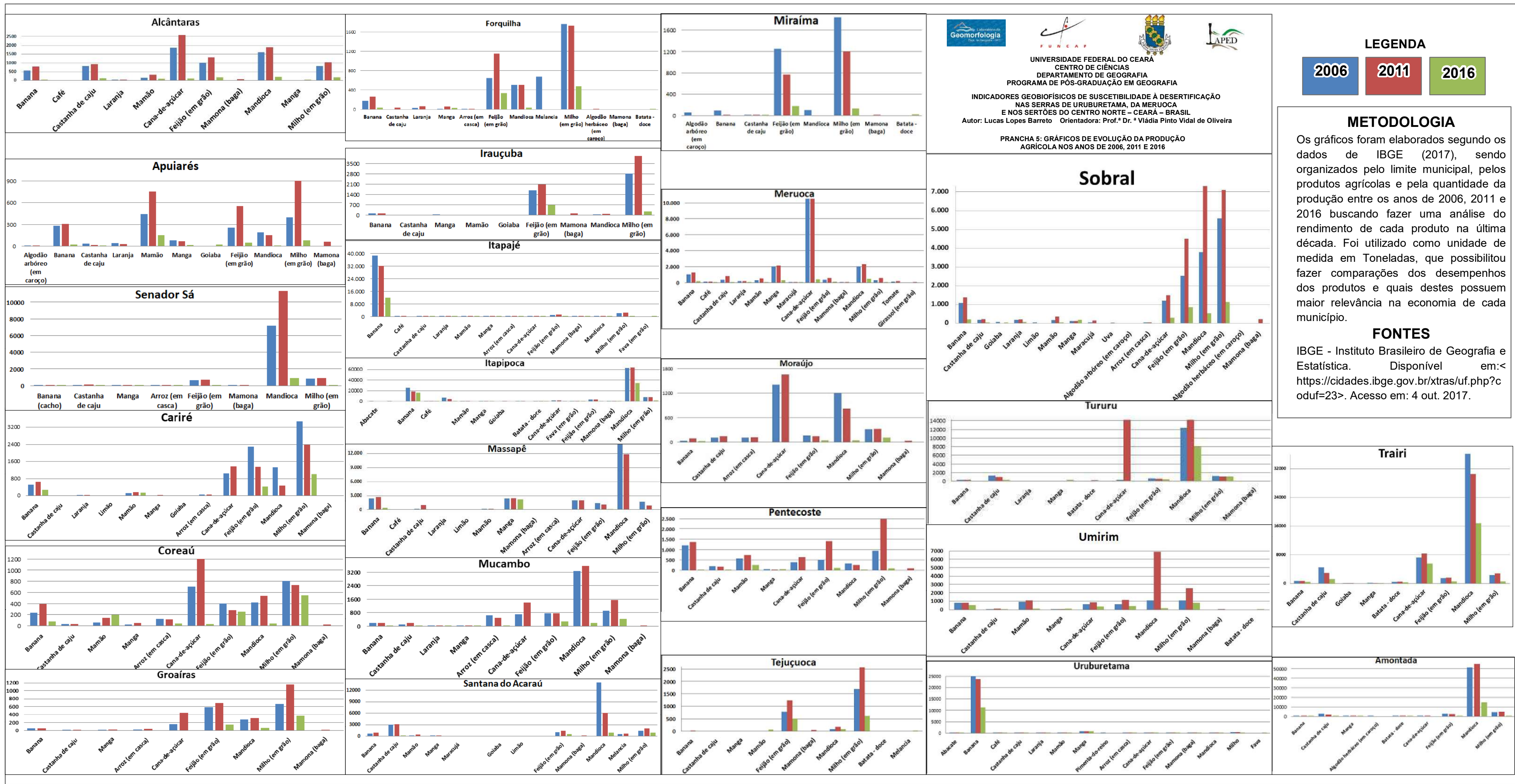
Sabendo que a quantidade produzida é resultado das condições de estrutura agrícola de seus municípios, foram analisados, no mesmo período: a área destinada à colheita, que visa entender se o aumento ou o recuo de determinada cultura necessitou de maior ou de menor quantidade de terra; e o valor dos custos da produção, que mostra se a atividade teve maior ou menor rentabilidade. Estes dados das produções agrícolas estão de modo detalhado nos Apêndices 2 e 3.

No município de Uruburetama, a banana, o feijão, o milho, a pimenta-do-reino tiveram quedas em suas produções e com variações nos custos de suas produções, enquanto que a cana-de-açúcar, fava, manga e a mandioca tiveram uma ascensão, porém utilizando mais terra e com maiores gastos.

Em Umirim, as 11 produções agrícolas tiveram queda em suas produções acompanhadas pela elevação dos custos, os menores rendimentos foram a banana, a castanha de caju, o feijão, a mandioca e o milho. A manga foi a única que teve um desempenho com poucas variações, pois a quantidade produzida e a área colhida pouco se alteraram, porém também houve aumento dos custos, indo de R\$17.000 para R\$44.000.

Em Tururu, foi quase unânime o declínio da atividade agrícola, visto que os produtos tiveram queda em suas quantidades junto ao aumento do custo da produção. À exceção da manga, que, além do aumento do custo, teve o aumento da área colhida. Em Trairi, ocorreu uma diminuição nas quantidades produzidas e nos custos de produção e da área colhida, isso pode apontar um abandono e um desinteresse pela atividade agrícola devido à sua baixa rentabilidade, ou que, neste município, há fontes renda voltadas aos serviços e às indústrias, como foi mostrado na Tabela 2.

¹⁵ Na Prancha 5, não foram inseridos os dados da produção de Coco-da-baía, pois a unidade de medição para quantidade produzida é por mil frutos, quando que o restante dos produtos agrícolas está em toneladas.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
**INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
 NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA
 E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL**
 Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira
**PRANCHA 5: GRÁFICOS DE EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO
 AGRÍCOLA NOS ANOS DE 2006, 2011 E 2016**

LEGENDA

2006
2011
2016

METODOLOGIA

Os gráficos foram elaborados segundo os dados de IBGE (2017), sendo organizados pelo limite municipal, pelos produtos agrícolas e pela quantidade da produção entre os anos de 2006, 2011 e 2016 buscando fazer uma análise do rendimento de cada produto na última década. Foi utilizado como unidade de medida em Toneladas, que possibilitou fazer comparações dos desempenhos dos produtos e quais destes possuem maior relevância na economia de cada município.

FONTES

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=23>>. Acesso em: 4 out. 2017.

METODOLOGIA

Os gráficos foram elaborados segundo os dados de IBGE (2017), sendo organizados pelo limite municipal, pelos produtos agrícolas e pela quantidade da produção entre os anos de 2006, 2011 e 2016 buscando fazer uma análise do rendimento de cada produto na última década. Foi utilizado como unidade de medida em Toneladas, que possibilitou fazer comparações dos desempenhos dos produtos e quais destes possuem maior relevância na economia de cada município.

FONTES

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=23>>. Acesso em: 4 out. 2017.

METODOLOGIA

Os gráficos foram elaborados segundo os dados de IBGE (2017), sendo organizados pelo limite municipal, pelos produtos agrícolas e pela quantidade da produção entre os anos de 2006, 2011 e 2016 buscando fazer uma análise do rendimento de cada produto na última década. Foi utilizado como unidade de medida em Toneladas, que possibilitou fazer comparações dos desempenhos dos produtos e quais destes possuem maior relevância na economia de cada município.

FONTES

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=23>>. Acesso em: 4 out. 2017.

Em Tejuçuoca, houve o declínio nas produções e poucas variações nos custos de produção e na área colhida, as exceções foram as culturas de mamão, de melancia, de bata-doce, de mamona e de mandioca. Em Sobral, com exceção das lavouras de manga, as atividades agrícolas e as produções tiveram recuo na quantidade de seus produtos, na área da colhida e nos custos de produção. Isso se relaciona ao crescimento de sua sede, possuindo maior diversidade de serviços, fazendo com que atividades de serviços e das indústrias tenham maior destaque devido à geração de mais emprego e renda.

Em Senador Sá, quase todas as lavouras agrícolas tiveram diminuição em suas atividades, apontando que há baixa rentabilidade da atividade agrícola, a exceção foi a produção de manga, em que ocorreu um leve aumento. Em Santana do Acaraú, todas as lavouras tiveram diminuição em suas quantidades de seus produtos, destacando-se a cultura de melancia que, mesmo com o aumento da área da colheita, não obteve melhores resultados da quantidade colhida.

Em Pentecoste, todas as produções agrícolas tiveram declínio, sendo mais severos nas culturas de mamão, pelo aumento do custo de produção acima de 120%, e de milho, pelo aumento da área da colheita de 1.272 para 2.200 hectares. Em Mucambo, apenas a cultura do manga teve aumentos de quantidade produzida, da área da colheita e dos custos, o restante dos produtos agrícolas declinou.

Em Moraújo, todas as lavouras tiveram recuo em suas produções, destacando-se as culturas de banana devido à elevação dos seus custos, de cana-de-açúcar e mandioca, devido à discrepância entre os dados de 2011 e 2016, possuindo uma larga amplitude.

Em Miraíma, o declínio da atividade agrícola foi bastante acentuado, pois todas as culturas que tinham produções entre 2006 e 2016 tiveram diminuição e, até em alguns casos, dados zerados em 2016, como foi o caso do algodão arbóreo, da banana, do coco-baía, da mandioca e da mamona.

Em Meruoca, todas as lavouras tiveram declínios nas suas produções e na área colhida, tendo destaque as culturas de maracujá e de feijão, cujo valor da produção evoluiu inversamente, ou seja, ocorreu um aumento. Em Massapê, todas as produções agrícolas tiveram diminuição, tendo destaque as culturas de mandioca, pela acentuação, e manga, pela sua pequena variação, mas com o aumento do valor na produção.

Em Itapipoca, apenas a lavoura da mamona teve o aumento de 320% na quantidade produzida; na área colhida, 380%; e no valor de produção, 1516% na década pesquisada. O restante dos produtos agrícolas recuou em suas atividades, destacando-se a mandioca, que recuou 44%.

Em Itapajé, mesmo tendo diversidade produtiva, apenas a lavoura de mamão obteve êxito, havendo o crescimento na quantidade produzida de 13%, o restante das atividades agrícolas teve uma diminuição. Em Irauçuba, todos os produtos agrícolas tiveram declínio, destacando-se as culturas de feijão e milho.

Em Groaíras, a retroação das atividades agrícolas foi intensa, pois apenas as culturas de milho, de feijão, de coco-baía e de mandioca tiveram produção em 2016. O restante apresentou dados zerados. Em Forquilha, as culturas de coco-baía e de manga foram as únicas que tiveram crescimento produtivo. O restante teve o declínio, principalmente com o feijão, o milho, a melancia e a mandioca.

Em Coreaú, há uma diversidade agrícola de seu processo produtivo, mas em decadência, pois apenas a cultura de mamão teve aumento na produção, acompanhado de maior custo e de maior área plantada. Em Cariré, teve uma diminuição em suas produções e modo predominante, as exceções foram as culturas de limão, de goiaba, de manga e de mamão.

Em Apuiarés e em Amotada, houve diminuições em todas as culturas, sendo mais acentuado com o milho, o feijão e a mandioca. Em Alcântaras, prevaleceu uma retroação da produção agrícola, tendo um crescimento apenas nas culturas de coco-baía e de manga, porém com aumento dos custos e de terra.

De modo geral, as culturas de banana, de castanha de caju, de milho, de feijão, de coco-baía e de mandioca prevalecem nos municípios do objeto de estudo, mesmo os que têm áreas de serras úmidas ou sertanejas, a quantidade produzida teve uma queda, e os poucos produtos que tiveram um crescimento, estes utilizaram mais recursos financeiros, pelo aumento do valor da produção, e naturais, pelo aumento da área da colheita.

4.2.2 Pecuária

A atividade da pecuária possui relevância no processo de ocupação do Estado do Ceará, contribuiu e contribui na renda, isso se evidencia por possuir o

terceiro maior rebanho bovino do Nordeste brasileiro (MAGALHÃES, 2014). Porém, problemas relacionados à estrutura fundiária, as irregularidades das precipitações, as incidências de zoonoses, o baixo padrão zootécnico e as técnicas inadequadas são as causas de baixo rendimento dessa atividade (GRANJA, 1989).

Segundo Coutinho *et al.* (2013), a pecuária é atividade rural mais estável, fazendo com que o homem do campo se fixe, pois a irregularidade das precipitações no semiárido fazem com que atividades da agricultura, seja de sequeiro ou irrigada, tenham produções mais instáveis, pois dependem diretamente do recursos hídricos.

É claro que a pecuária e seus rebanhos necessitam da água, porém essa atividade seria menos sensível as irregularidades pluviais, pois as espécies que esses animais se alimentam são 70% da caatinga, ou seja, estariam adaptadas às intempéries dos ambientes sertanejos (COUTINHO *et al.* 2013).

Assim, a pecuária teria relevâncias naturais, econômicas e sociais na realidade do Nordeste brasileiro. Naturais, pois o seu desenvolvimento está atrelado às condições de preservação da vegetação nativa, pois esta é a base alimentar dos rebanhos. O uso insustentável desse recurso natural implica: diminuição do rebanho e aumento do custo, pois há necessidade de compra de rações para alimentação dos animais.

Econômicas, com a reorganização dos sistemas produtivos das atividades agrícolas, pois minimiza prejuízos das produções agrícolas em anos de estiagem, proporciona maior incremento de esterco e acelera as produções de alimentos devido ao uso dos animais para tração (COUTINHO *et al.* 2013).

E sociais, por possibilitar o aumento do emprego e da renda por não exigir grandes extensões de terra, por ser um meio de transporte, pela venda de produtos derivados de seus rebanhos e pelo seu uso como alimento. Para entender a evolução da pecuária, foram utilizados os dados de IBGE (2017), fazendo uma evolução nos anos de 2006, 2011 e 2016 nos rebanhos dos municípios presentes no objeto de estudo, que estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Evolução dos rebanhos¹⁶

Município	ALCÂNTARAS			AMONTADA			COREAÚ		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	3.075	3.249	2.066	10.045	10.705	11.786	8.865	8.797	10.270
Suínos	2.875	3.090	2.970	6.363	6.323	4.575	6.705	6.626	7.095
Equinos	59	58	25	989	1.112	1.152	330	358	298
Asininos	370	391	0	1.748	1.665	0	990	1.072	0
Muares	45	52	0	448	525	0	157	162	0
Ovinos	67	65	390	10.250	12.650	13.822	8.690	9.454	6.645
Galinhas	11.004	11.660	16.399	20.404	21.476	20.586	7.550	7.748	8.046
Caprinos	673	703	658	5.075	6.332	7.046	6.232	6.742	6.165
Vacas ordenhadas	408	447	190	1.365	1.465	788	1.607	1.769	1.563
Município	APIUARÉS			CARIRÉ			FORQUILHA		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	7.425	6.774	4.350	18.052	13.899	13.380	9.510	9.147	10.055
Suínos	3.811	4.381	3.924	13.819	14.071	10.735	4.394	4.580	4.358
Equinos	470	508	515	691	712	687	240	247	312
Asininos	1.101	1.288	0	238	231	0	1.119	1.094	0
Muares	275	297	0	235	248	0	108	105	0
Ovinos	6.970	8.836	7.811	14.497	15.191	14.492	5.937	6.048	7.005
Galinhas	8.375	9.896	9.174	17.246	18.095	19.523	5.869	5.745	6.801
Caprinos	3.970	4.806	4.880	6.280	6.857	7.256	2.493	2.450	2.273
Vacas ordenhadas	1.433	1.540	874	3.610	3.670	4.269	1.927	2.048	4.201
Bubalinos	0	11	0	0	0	6	0	0	3
Município	GROAÍRAS			IRAUÇUBA			ITAPAJÉ		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	4.278	4.260	3.910	22.694	22.476	14.608	9.783	10.445	7.790
Suínos	2.816	3.549	5.335	6.638	7.817	7.448	4.187	5.000	4.302
Equinos	107	125	255	1.021	1.084	1.071	373	403	376
Asininos	442	502	0	2.593	2.997	0	2.175	2.594	0
Muares	80	104	0	404	436	0	281	306	0
Ovinos	2.110	2.323	5.566	20.491	25.657	22.762	2.788	3.440	2.693
Galinhas	7.503	8.210	7.905	20.200	23.851	20.315	26.151	31.059	37.648
Caprinos	777	987	2.856	9.371	11.182	10.457	2.020	2.421	2.084
Vacas ordenhadas	1.058	1.199	1.234	5.370	5.633	4.382	3.136	3.464	2.783
Bubalinos	38	100	27	0	48	9	0	0	0
Codornas	0	0	90	127	193	0	0	0	0
Coelhos	0	0	0	38	67	0	66	146	0

¹⁶ Vale ressaltar que se optou em se trabalhar por apenas por cabeças do rebanho, para facilitar a comparação tanto entre os anos quanto nos municípios do objeto analisado. Em IBGE (2017), também são fornecidos dados produção em quilos da aquicultura, de litros de leite, da quantidade de ovos e quilos de mel, como este usa outra unidade de medida, não foram incorporados aos dados na Tabela 3.

Município	ITAIPOCA			MASSAPÊ			MERUOCA		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	16.875	18.695	18.740	9.680	8.077	9.245	1.482	1.247	1.204
Suínos	18.176	18.554	12.375	17.338	17.777	25.500	1.532	1.610	1.700
Equinos	1.492	1.678	1.865	330	321	300	62	73	40
Asininos	3.536	3.375	0	850	816	0	323	325	0
Muare	740	879	0	70	73	0	39	44	0
Ovinos	10.810	12.402	12.080	3.921	4.239	6.458	65	84	67
Galinhas	81.125	81.035	69.501	22.150	22.261	16.200	11.600	12.927	16.718
Caprinos	9.040	9.985	10.512	3.788	3.879	7.505	481	539	420
Vacas ordenhadas	2.958	3.125	2.249	1.910	1.987	1.750	282	300	260
Município	MIRAÍMA			MORAÚJO			MUCAMBO		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	10.075	9.515	7.286	5.328	5.273	3.802	3.597	3.692	3.235
Suínos	12.052	7.419	2.995	3.792	3.746	3.140	3.194	3.240	4.353
Equinos	912	1.032	895	326	334	135	88	98	100
Asininos	1.167	1.093	0	590	650	0	329	329	0
Muare	295	397	0	161	158	0	52	58	0
Ovinos	11.798	13.874	10.568	12.820	13.762	2.234	851	871	1.603
Galinhas	12.375	13.084	11.002	3.510	3.726	4.158	5.592	5.855	6.721
Caprinos	4.945	5.774	5.120	4.710	4.974	2.807	1.249	1.380	3.426
Vacas ordenhadas	2.135	2.135	2.108	842	899	882	523	527	537
Município	PENTECOSTE			SOBRAL			URUBURETAMA		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	15.917	18.298	16.312	38.058	41.248	39.000	1.865	2.453	1.780
Suínos	9.643	11.427	11.005	14.964	15.635	17.500	1.632	1.894	2.856
Equinos	812	866	871	1.330	1.341	1.700	70	82	74
Asininos	2.275	2.583	0	3.382	3.556	0	849	955	0
Muare	390	422	0	442	469	0	68	78	0
Ovinos	18.436	22.201	20.322	28.897	30.571	41.260	292	450	392
Galinhas	19.579	23.339	18.275	59.014	40.246	39.500	7.132	8.227	8.300
Caprinos	14.318	16.407	15.004	8.975	9.581	15.100	287	332	334
Vacas ordenhadas	3.231	4.085	3.610	7.402	7.697	6.980	395	439	380
Bubalinos	45	149	182	20	66	180	50	98	0
Coelhos	74	137	0	0	0	0	0	0	0
Município	SANTANA DO ARACAÚ			SENADOR SÁ			TEJUÇOCA		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	26.974	27.176	20.505	3.149	3.340	3.770	8.006	7.723	6.535
Suínos	13.664	14.459	8.995	5.999	6.370	5.165	6.274	7.210	7.220
Equinos	830	867	561	461	489	244	571	604	712
Asininos	2.710	2.911	0	610	604	0	2.182	2.504	0
Muare	302	324	0	143	152	0	221	241	0

Ovinos	19.266	19.998	12.145	2.122	2.486	3.365	9.233	11.336	9.840
Galinhas	25.268	26.380	28.136	8.112	8.340	9.150	9.855	11.761	8.034
Caprinos	13.998	14.713	14.690	2.825	2.977	3.820	3.811	4.460	4.104
Vacas ordenhadas	4.080	4.353	7.945	476	520	420	1.441	1.465	1.298
Município	TRAIRI			TURURU			UMIRIM		
Rebanhos	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Bovinos	8.015	8.079	9.328	3.907	3.759	2.630	7.507	9.184	6.850
Suínos	4.678	4.906	4.013	1.872	2.137	1.933	2.105	2.404	2.185
Equinos	578	662	738	128	139	113	143	153	155
Asininos	1.355	1.335	0	246	282	0	518	602	0
Muare	190	254	0	50	60	0	98	108	0
Ovinos	4.493	5.340	5.489	720	876	602	1.985	2.415	2.760
Galinhas	15.882	16.332	16.684	4.164	4.874	5.039	4.692	5.438	5.923
Caprinos	2.202	2.647	2.731	730	854	666	1.281	1.463	1.286
Vacas ordenhadas	1.258	1.275	740	518	540	522	1.502	2.925	2.850
Bubalinos	0	0	51	0	0	0	0	0	0

Fonte: Organizado pelo o autor.

O objeto de estudo tem rebanhos bovinos, vacas ordenadas, suínos, equinos, asininos, muare, caprinos, ovinos, bubalinos, galinhas, codornas e coelhos. Os rebanhos bovinos são constituídos de espécies mestiças de nativas com Zebuínas, tendo o sistema de produção extensivo e voltada ao abate (GRANJA, 1989, IBGE, 2013a). Os municípios de maiores rebanhos bovinos foram Sobral, Irauçuba e Santana do Acaraú, porém prevaleceu o declínio deste rebanho, principalmente nos dois últimos citados.

O rebanho de vacas ordenadas é voltado às produções de leite para fomentar as indústrias de laticínios. Por essa razão, há concentração da criação desses animais em regiões próximas ou periféricas a essas indústrias (GRANJA, 1989; IBGE, 2013a). O desempenho dos rebanhos teve uma leve queda, porém, nos municípios como Forquilha e Santana do Acaraú, ocorreu o oposto, havendo crescimento significativo na década pesquisada.

Os rebanhos suínos, sendo voltados para o abate, com sistema produtivo com baixa tecnologia e pouca mão de obra especializada, e para produção de gordura animal, com manejo adequado, técnicas avançadas e uso de ração especializada para potencializar na produção. As raças que prevalecem são Duroc, Canastra, Caruncho, Nilo, Piau, Landrace, Jersey e Pirapitinga (GRANJA, 1989; IBGE, 2013a). Na evolução dos rebanhos de suínos foi variada, sendo os declínios

mais significativos em Santana do Acaraú, Itapipoca e Miraíma, enquanto as maiores taxas de crescimento foram em Massapê e Sobral.

Os rebanhos equinos, asininos e muares são criados com as funções de transporte e tração (GRANJA, 1989; IBGE, 2013a). A retroação desses animais pode ser uma demonstração da modernização do meio rural, tendo o maior uso de maquinário no campo, e da modernização dos transportes das populações rurais e urbanas. Isso está vinculado com o maior financiamento de veículos automotores e ciclomotores promovidos nas últimas décadas.

Os rebanhos de equinos tiveram leve crescimento, pois 14 municípios não obtiveram queda, destacando-se Sobral, Itapipoca e Groaíras; enquanto que os rebanhos de asininos e muares possuíam dados zerados no ano de 2016.

Os rebanhos de caprinos e ovinos são voltados para o beneficiamento da carne, a produção de leite e o uso das peles para vestuário, artesanato e outras atividades, tendo o modo de produção extensivo com técnicas rudimentares (GRANJA, 1989). Esses rebanhos são relevantes na economia sertaneja do Nordeste brasileiro, tanto nos aspectos naturais, pois são animais adaptados ao clima, e econômicos, por serem animais de porte não elevado e não exigirem grandes extensões para seu desenvolvimento (COUTINHO *et al.* 2013).

Os rebanhos de ovinos tiveram crescimento em 18 municípios, destacando-se Sobral e Groaíras, enquanto que os de caprinos também tiveram crescimento, havendo destaque em Sobral, Groaíras, Massapê e Mucambo.

Os rebanhos bubalinos são voltados para a produção de carne e leite, sendo animais com a propensão pela água, porém possuem problemas com enfermidades relacionadas aos ectoparasitas e aos endoparasitas (GRANJA, 1989). Apenas Sobral e Groaíras apresentam dados consistentes de seus rebanhos, mostrando as dificuldades desses animais na pecuária do objeto de estudo.

Os rebanhos de galinhas e de cordonas são voltadas para o abate e para a produção de ovos, sendo bastante significativos por estarem na base alimentar da população brasileira (IBGE, 2013a). As galinhas tiveram crescimento em 18 municípios, mas esse crescimento não ocorreu nos locais de maiores rebanhos, que são Sobral e Itapipoca, ocorrendo exatamente o oposto: o declínio. Os rebanhos de codornas foram registrados apenas em Groaíras e em Irauçuba, e de modo incompleto.

Os rebanhos de coelhos são bastante limitados, porém são voltados para a produção de carne, de pele e de pelos, sendo uma atividade que não exige grandes extensões de manejo e alojamentos não complexos, possuindo uma potencialidade de renda. Mesmo possuindo vantagens para a criação desse rebanho, apenas os municípios de Irauçuba, Itapajé e Pentecoste possuíram rebanhos em 2006 e 2011.

4.2.3 Extrativismo vegetal

O extrativismo vegetal é uma atividade significativa na história dos territórios brasileiro e cearense, sendo essa caracterizada pela retirada e coleta de recursos vegetais nativos, como raízes, madeiras, folhas e frutos, sendo essa atividade primitiva e itinerante (IBGE, 2013b).

Essa atividade desempenha papel fundamental na econômica cearense, pois possibilita renda às populações rurais frente as adversidades nas produções agrícola e pecuária, porém mesmo com o crescimento da extração vegetal, pouco altera a condição social do trabalhador do campo (VERAS JUNIOR, 1989).

O avanço ou o retrocesso dessa atividade tem implicações diretas no meio, influenciando a desertificação devido à retirada da mata nativa que pode acentuar os problemas ambientais, a diminuição da biodiversidade e o aumento nos processos erosivos, podendo afetar a produção de matérias-primas que alimentam as indústrias e os serviços.

Para o entendimento da atividade de extrativismo, foram utilizados os dados de IBGE (2017), estruturando-se segundo o limite dos municípios do objeto de estudo e fazendo uma evolução temporal entre os anos de 2006, 2011 e 2016, que resultou em uma análise da condição atual de uso dessa atividade econômica.

Optou-se por inserir apenas os dados das produções de lenha e de carvão vegetal no corpo do presente capítulo, pois ocorrem, quase que unanimemente, no objeto de estudo, estando nas Tabelas 4 e 5; o restante das produções extrativistas estão no Apêndice 4.

Tabela 4 – Evolução da produção de Carvão vegetal nos anos de 2006, 2011 e 2016

MUNICIPIOS	QUANTIDADE PRODUZIDA (TONELADAS)			VALOR DA PRODUÇÃO (MIL REAIS)		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016

Alcântaras	0	0	0	0	0	0
Amontada	20	38	35	6	19	49
Apuiarés	93	93	67	18	31	43
Cariré	26	25	13	5	15	11
Coreaú	21	20	15	5	10	12
Forquilha	25	26	9	5	12	8
Groaíras	0	0	0	0	0	0
Irauçuba	71	71	40	12	23	26
Itapajé	60	57	32	12	34	21
Itapipoca	220	290	198	66	145	277
Massapê	129	128	44	26	51	66
Meruoca	0	0	0	0	0	0
Miraíma	16	22	24	4	11	33
Moraújo	20	19	13	5	9	13
Mucambo	13	14	9	3	7	6
Pentecoste	243	238	136	49	131	88
Santana do Acaraú	135	135	44	34	67	49
Senador Sá	50	61	18	13	27	35
Sobral	165	163	145	33	82	109
Tejuçuoca	290	290	159	55	131	95
Trairi	7	21	7	2	10	10
Tururu	19	19	7	4	9	4
Umirim	46	46	39	9	23	25
Uruburetama	0	2	4	0	1	3

Fonte: Organizado pelo autor.

As atividades extrativistas são: a extração da carnaúba voltada à produção de cera, pó e fibras, extração de carvão vegetal, a extração de lenha e a extração de madeira em tora, a extração do babaçu, além dos produtos da silvicultura relacionada à madeira em tora.

Com a extração de carvão vegetal, ocorreu a diminuição nas quantidades produzidas e o aumento no valor de sua produção, destacando-se os municípios de Tejuçuoca, de Pentecoste e de Itapipoca tanto em sua quantidade de produção e no recuo abrupto entre 2011 e 2016.

A extração de lenha é a única atividade extrativista que está em todos os municípios. A dinâmica que prevalece é o recuo da quantidade produzida, principalmente em Itapipoca, Amontada e Trairi, onde houve diminuição bastante significativa entre os anos de 2011 e 2016.

Porém, houve aumentos na produção da atividade extrativista supracitada nos municípios de Forquilha, Massapê, Sobral e Cariré, este último teve o

crescimento de 700%. Os valores de produção tiveram aumento em quase todos os municípios.

Tabela 5 – Evolução da produção de Lenha nos anos de 2006, 2011 e 2016

MUNICÍPIO	QUANTIDADE PRODUZIDA (METRO CÚBICO)			VALOR DA PRODUÇÃO (MIL REAIS)		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Alcântaras	3.905	4.077	243	25	37	3
Amontada	44.768	68.480	13.620	224	428	245
Apuiarés	7.803	7.914	6.430	34	44	90
Cariré	7.702	7.502	60.980	45	53	585
Coreaú	12.220	10.576	6.114	75	90	62
Forquilha	23.555	23.835	54.500	148	191	518
Groaíras	5.230	5.100	6.000	30	33	89
Irauçuba	10.264	10.345	6.986	47	57	98
Itapajé	10.100	9.694	5.498	43	63	80
Itapipoca	105.553	136.175	67.475	528	851	1.215
Massapê	15.194	16.650	26.290	85	118	513
Meruoca	10.137	10.608	110	56	85	1
Miraíma	25.078	35.475	29.840	105	222	537
Moraújo	15.640	15.957	8.310	99	116	66
Mucambo	7.470	7.720	6.250	39	54	63
Pentecoste	25.250	25.781	14.005	125	166	224
Santana do Acaraú	77.600	77.997	46.120	504	585	512
Senador Sá	8.386	11.800	5.400	47	89	270
Sobral	103.284	100.524	105.230	587	754	1.631
Tejuçuoca	8.689	8.738	7.263	36	54	109
Trairi	34.278	65.850	13.965	171	412	251
Tururu	7.653	7.698	2.548	38	48	38
Umirim	1.323	1.342	1.154	7	8	16
Uruburetama	21.060	20.660	8.754	103	130	131

Fonte: Organizado pelo autor.

As produções de extração de cera da carnaúba ocorreram, nos anos analisados, apenas nos municípios de Cariré, Santana do Acaraú e Groaíras, apenas estes dois últimos tiveram um aumento nas toneladas, o restante teve quedas nas quantidades de produzidas, porém em todas tiveram o aumento do custo de produção.

As produções de pó da cera de carnaúba tiveram heterogeneidades, pois em Apuiarés, Cariré, Coreaú, Forquilha, Irauçuba, Moraújo, Mucambo, Senador Sá e

Tejuçuoca ocorreram diminuições; enquanto que no restante¹⁷ ocorreram pequenos aumentos. Tratando-se dos custos da produção, foi unânime o aumento.

As produções de fibras de carnaúba tiveram uma queda, porém o que se destaca são as variações do valor de produção, pois tiveram municípios em que ocorreu até diminuição e equivalência de seus custos, algo que não é visto nas outras atividades econômicas do objeto de estudo.

Nas produções de madeira em tora, ocorreram diminuições, como nos municípios de Groaíras, de Cariré e de Irauçuba, e com os custos mais baratos. Porém, houve aumentos nas toneladas produzidas em Miraíma e Moraújo, essas foram tão expressivas que, mesmo com o aumento de valor de produção, não comprometeram a sua rentabilidade.

As extrações de babaçu, limitadas apenas em Meruoca, tiveram aumentos na quantidade produzida e nos custos; enquanto que produtos da silvicultura pela madeira em tora tiveram apenas produções em 2011, nos municípios de Itapipoca, Miraíma e Trairi.

Para compreender a dinâmica das atividades econômicas sobre objeto de estudo, foi inserido no Mapa 6: as unidades de vegetação, seu nível de conservação e suas atividades produtivas predominantes. Vale ressaltar que só foi viável delimitar os tipos de atividades sociais devido aos dados da Prancha 3 e das Tabelas 3, 4 e 5.

É evidente que, assim como há diversidade de paisagens, também existe diversidades de usos e de níveis de conservação dos recursos naturais. Isso tem relações com a morfodinâmica dos Sistemas Ambientais e a pressão das atividades econômicas, resultando em alta degradação ambiental, tanto em ambientes serranos quanto nos sertões.

Algo a se destacar sobre as atividades agropecuárias e extrativistas é que, tanto no sertão quanto nas serras, ocorreu uma diminuição da quantidade produzida, isso mostra que, embora esses ambientes tenham tipos de produtos e estrutura fundiária diferentes, estão sujeitos a menores rentabilidades financeiras.

A Mata ciliar está em todas as porções do objeto de estudo, possui os usos voltados para o extrativismo vegetal e a agricultura de subsistência, tratando-se da conservação, essa vegetação possui diferentes níveis, porém ainda prevalecem degradação moderada.

¹⁷ Os municípios Alcântaras, Itapajé, Pentecoste e Uruburetama não possuem extração de pó da cera de carnaúba.

A Vegetação Subcaducifolia de Mata de Tabuleiro está na porção nordeste do objeto de estudo, possui a conservação moderada, tendo usos as produções de frutas e de grãos, estes, voltados a subsistência. A Mata Úmida/Subúmida se concentra nas porções nordeste das Serra da Meruoca e leste/nordeste da Serra de Uruburetama, tendo relativa conservação, seus usos são voltados à expansão mobiliária, à agricultura frutífera e ao extrativismo mineral.

A Mata Seca está nas Serras Secas e nas porções menos úmidas das serras da Meruoca e de Uruburetama. Essa vegetação possui dois níveis de conservação: conservada, com uso voltados à pecuária e à agricultura de subsistência, com algumas culturas frutíferas; e moderadamente degradada, tendo atividades produtivas voltadas à agricultura de subsistência, à pecuária e ao extrativismo vegetal e mineral.

A caatinga possui dois níveis de conservação: moderadamente degradada, com usos voltados à agricultura de subsistência e pecuária extensiva; e altamente degradada, com a atuação intensa das atividades da agricultura de subsistência em grãos, da pecuária caprina e bovina, e do extrativismo vegetal.

Assim, pode-se entender como os aspectos econômicos e sociais estão no objeto de estudo e como estes agem sobre os Sistemas Ambientais, pois, mesmo com os avanços nos dados econômicos por meio do PIB, isso não espelhou em melhores condições de vida, isso ficou evidente pelos dados do IDH e IDHM.

Outro ponto a ser destacado está no recuo das atividades agropecuárias, demonstrado pela diminuição da quantidade produzida, no aumento da área da colheita e no aumento do custo de produção; isso mostra como a fragilidade econômica pode comprometer os recursos naturais.

5 INDICADORES DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO

5.1. Indicadores e análise ambiental

Os indicadores são a sistematização das informações da realidade por meio de valores numéricos e da qualificação de diferentes tipos de atributos, no caso das pesquisas ambientais, busca-se a simplificação de determinado fenômeno ou processo para entender a sua atuação, os seus fatores de formação, as suas consequências perante determinada problemática ambiental.

As propriedades necessárias ao indicador na temática ambiental devem ser: específicos, para buscar atender, de modo claro, o problema ambiental que se propõe analisar; mensuráveis, para que possibilite o cálculo e possam ser elencados diferentes níveis de degradação ambiental; atingíveis, para que as informações utilizadas sejam acessíveis, reafirmando a veracidade da pesquisa; relevante, para que cada indicador selecionado tenham afinidade na temática, exigindo atenção dos pesquisadores na escolha dos indicadores; e com tempo-limite, em que o indicador possui escala temporal (BRANDT; GEESON, 2008). Isso irá depender da finalidade da pesquisa, se for voltada à suscetibilidade, o tempo dos dados é maior, caso seja um monitoramento, o intervalo temporal dos dados é menor

O trabalho de Brandt e Geeson (2008) é voltado para indicadores de desertificação, mas a presente pesquisa defende que essas propriedades para os indicadores são aplicáveis a outras problemáticas ambientais, e ainda sugere uma outra propriedade: com espaço-limite, para que o indicador tenha uma espacialização, contribuindo para a construção de materiais cartográficos e para o entendimento dos avanços, ou não, da degradação ambiental.

Na presente pesquisa foi utilizado os indicadores suscetibilidade devido à escala espacial do objeto de pesquisa e por ter áreas que, segundo a bibliografia, não possuem suscetibilidade à desertificação, como os enclaves úmidos e subúmidos.

Os indicadores de suscetibilidade elaborados são geobiofísicos, que usam dados dos componentes ambientais e de uso e ocupação dos solos para se entender os níveis de degradação ambiental. Esses indicadores foram forjados por Abraham e Beekman (2006) e Oliveira (2003, 2011), que categorizam os níveis de

degradação/conservação segundo os princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977) e as adaptações de Souza (2000) no território cearense.

Os atributos ambientais são relevantes para entender a atuação da desertificação, pois o critério-chave de delimitação desse problema ambiental é físico, o índice de aridez, mas a atuação da desertificação está nos outros atributos ambientais da paisagem e que se refletem nos modos de ocupação e de uso feitos pela sociedade.

O Quadro 6 mostra alguns indicadores de desertificação voltados aos atributos físicos, ecológicos e de uso solos de Brandt e Geeson (2008).

Quadro 6 – Indicadores físicos ecológicos e de uso do solo de Brandt e Geeson (2008)

INDICADOR	ATRIBUTO					
	Clima e Água	Escoamento	Solos		Vegetação	Uso do Solo
	Temperatura do ar	Sedimentação de barragens	Qualidade da água	Áreas acidificadas	Áreas de mato	Áreas de cultivo e vegetação seminatural
	Índice de aridez	Densidade de drenagem	Capacidade de infiltração da água	Drenagem	Conservação da biodiversidade	Áreas de uso de solos marginais
	Índice de qualidade climática	Erodibilidade	Tipo de solo	Risco de erosão	Área desflorestada	Abandono agrícola
	Seca	Frequência de cheias	Textura do solo	Capacidade de infiltração da matéria orgânica no solo	Resistência à seca	Evolução de uso do solo
	Índice de seca	Planícies aluviais e morfologia de canal	Estrutura do solo	Matéria orgânica na superfície do solo	Elasticidade do ecossistema	Intensidade de uso do solo
	Precipitação efetiva	Permeabilidade do solo	Índice de estabilidade do solo	Matéria orgânica misturada em profundidade	Proteção à erosão	Tipo de uso do solo
	Evapotranspiração potencial	Superfícies impermeáveis	Índice de qualidade do solo	Material geológico subjacente	Fragmentação da floresta	Vegetação natural
	Precipitação	Relação precipitação e escorrência	Índice de perda de solo	Fragmentos rochosos	Cobertura vegetal	Duração do tipo de uso de solo existente
Erosividade devido a precipitação	Limiar de escorrência	Erosão do solo	Potencial de salinização	Tipo de cobertura vegetal	Índice de diversidade de Shannon	
Sazonalidade da precipitação		Profundidade do solo	Exposição da vertente		Expansão urbana	
Velocidade do vento		Formação de crostas	Declive da vertente	Índice de qualidade de vegetação		
Mudanças na profundidade nas águas subterrâneas						
Qualidade da água						

Fonte: Adaptado de Brandt e Geeson (2008)

O Quadro 6 mostra a complexidade dos indicadores de desertificação e que a sua utilização requer cuidados na escolha, no cálculo e nos resultados, assim se reitera a relevância e a complexidade do uso dos IGBD, pois possibilitam entender as dinâmicas dos fluxos de energia e de matéria das paisagens com suscetibilidade ao processo de desertificação. Vale ressaltar que os indicadores de Brandt e Geeson (2008) e de Oliveira (2011) são diferentes.

Os IGBD de Oliveira (2011) estruturam-se do seguinte modo: selecionar os indicadores e parâmetros que serão utilizados, estes são atributos físicos, ecológicos e de uso e ocupação; atribuir classes com valores aritméticos em cada parâmetro, colocando valores entre 1 a 5, quanto menor o valor, mais suscetível é o ambiente à desertificação; realizar uma média dos parâmetros em cada Sistema Ambiental existente no objeto pesquisado, que possibilita comparar os níveis de conservação de cada sistema; e classificar os níveis de suscetibilidade à desertificação.

A presente pesquisa fez adaptações da proposta de Oliveira (2011) nos tipos de indicadores e seus parâmetros, nos valores dos indicadores, no mapeamento da suscetibilidade à desertificação e nas classes de suscetibilidade. Os indicadores utilizados na presente pesquisa foram: a hidrogeologia, a declividade, o índice de aridez, a seca, associação de solos e uso e cobertura de solos, a escolha destes indicadores seguiram as propriedades de indicadores de Brandt e Geeson (2008) e por estes possuírem espacialização de seus dados. O Quadro 7 diferencia os indicadores de Oliveira (2011) e os propostos no presente trabalho.

Quadro 7 – Síntese dos Indicadores de Oliveira (2011) e os propostos.

INDICADORES DE OLIVEIRA (2011)	INDICADORES PROPOSTOS
Geologia com os Litotipos e sua permeabilidade.	Hidrogeologia e suas potencialidades.
Geomorfologia com níveis de declividade.	Geomorfologia com níveis de declividade.
Cobertura vegetal com os níveis de estratificação da vegetação.	O índice de aridez.
Cobertura vegetal e o percentual de ocupação.	Ocorrência de secas.
Solos com suas devidas espessuras.	Solos as potencialidade de uso
Solos e os tipos de erosão.	Uso e cobertura do solos e seus níveis de conservações.
Zonação climática.	

Fonte: Organizado pelo autor.

Os valores dos indicadores foram alterados por questões didáticas, buscando simplificar a compreensão dessa degradação ambiental das terras secas. Foi inserida a lógica de que quanto maior forem os valores do indicador e dos parâmetros mais suscetível está o ambiente ao processo de desertificação.

O mapeamento de suscetibilidade à desertificação foi feito pela álgebra de mapas e Média Ponderada. A técnica da álgebra de mapas, que se constitui em procedimento de geoprocessamento, embasado na matemática e na estatística, que produzem novos dados e novas análises pela manipulação de informações espaciais já existentes (TOMLIN, 1990 *apud* BARBOSA, *et al.*1998). Essa técnica foi inserida pois todos os indicadores escolhidos possuem materiais cartográficos.

A Média Ponderada organiza os indicadores por meio de notas e pesos, para que o cruzamentos dos dados possuam menor subjetividade e atendam os aspectos teóricos, do conceito de desertificação (BRASIL, 1998); metodológicos, dos Sistemas Ambientais; e procedimentais, do uso da Cartografia Temática.

Os pesos são as porcentagens atribuídas a cada indicador para potencializar a desertificação, a soma de todos esses pesos deve totalizar 100. As notas são valores numéricos inteiros, entre 1 e 5, atribuídos para cada parâmetro do indicador. Isso está vinculado com a relevância do parâmetro perante o processo de degradação ambiental das terras secas; posteriormente, é multiplicado o valor da nota pelo peso, resultando em seu valor final. Desse modo, quanto maiores forem dos valores do peso do indicador, da nota do parâmetro e do valor final, maior será o nível de suscetibilidade do ambiente.

Os valores dos pesos dos indicadores foram os seguintes: a hidrogeologia com 10% ou 1, a declividade com 10% ou 1, o índice de aridez com 25% ou 2,5, a seca com 20% ou 2, a associação de solos com 10% ou 1, e uso e cobertura de solos com 25% ou 2,5. Os pesos tiveram este valor devido o conceito de desertificação optado no presente trabalho, que gerou a seguinte fórmula para a construção do Mapa Suscetibilidade de Desertificação (MSD):

$$\text{MSD} = (\text{Hidrogeologia} * 1) + (\text{Declividade} * 1) + (\text{Índice de Aridez} * 2,5) + (\text{Secas} * 2) \\ + (\text{Solos} * 1) + (\text{Uso e Conservação da Vegetação} * 2,5).$$

A organização dos indicadores, dos parâmetros, os valores dos pesos e das notas estão no Quadro 8.

Quadro 8 – Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à desertificação.

IGBD1: Hidrogeologia			
Classes	Peso	Nota	Valor final (peso x nota)
Aluviões	1	1	1
Depósitos Tipo Barreiras	1	2	2
Poroso/Fissural	1	3	3
Bacia do Parnaíba	1	3	3
Carbonato/Metacarbonato	1	3	3
Bacia do Tipo Jaibaras	1	4	4
Vulcânicas	1	4	4
Metasedimentos/Metavulcânicas	1	5	5
Cristalino	1	5	5
IGBD2: Declividade			
Classes (em porcentagem)	Peso	Nota	Valor final (peso x nota)
0 – 3% (Plano)	1	1	1
3 – 8% (Suave ondulado)	1	2	2
8 – 15% (Ondulado)	1	3	3
15 – 45% (Fortemente ondulado)	1	4	4
> 45% (Montanhoso)	1	5	5
IGBD3: Índice de Aridez			
Classes	Peso	Nota	Valor final (peso x nota)
Úmido (100 – 132)	–	Sem Suscetibilidade	–
Subúmido Úmido (65 – 100)	–	Sem Suscetibilidade	–
Subúmido Seco (50 – 65)	2,5	1	2,5
Semiárido (25,56 – 50)	2,5	2	5
IGBD4: Seca			
Pluviometria (mm)	Peso	Nota	Valor final (peso x nota)
600 – 724	2	1	2
500 – 600	2	2	4
400 – 500	2	2	4
300 - 400	2	3	6
200 - 300	2	4	8
100 – 200	2	5	10
50 – 100	2	5	10
< 50	2	5	10
IGBD5: Solos			
Classes	Peso	Nota	Valor final (peso x nota)
Neossolos Flúvicos	1	1	1
Latossolos	1	1	1
Neossolos Quartzarênicos	1	2	2
Argissolos	1	2	2
Vertissolos	1	3	3
Neossolos Regolíticos	1	3	3
Plintossolos	1	3	3
Planossolos	1	4	4
Luvissolos	1	4	4
Neossolos Litólicos	1	5	5
IGBD6: Uso e Conservação da Vegetação			
Classes de Vegetação e conservação	Peso	Nota	Valor final (peso x nota)

Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro moderadamente conservado	2,5	1	2,5
Mata Úmida/Sub-úmida conservada	2,5	1	2,5
Mata Ciliar moderadamente degradada	2,5	2	5
Mata Seca moderadamente degradada	2,5	3	7,5
Mata Seca altamente degradada	2,5	4	10
Caatinga moderadamente degradada	2,5	4	10
Caatinga altamente degradada	2,5	5	12,5

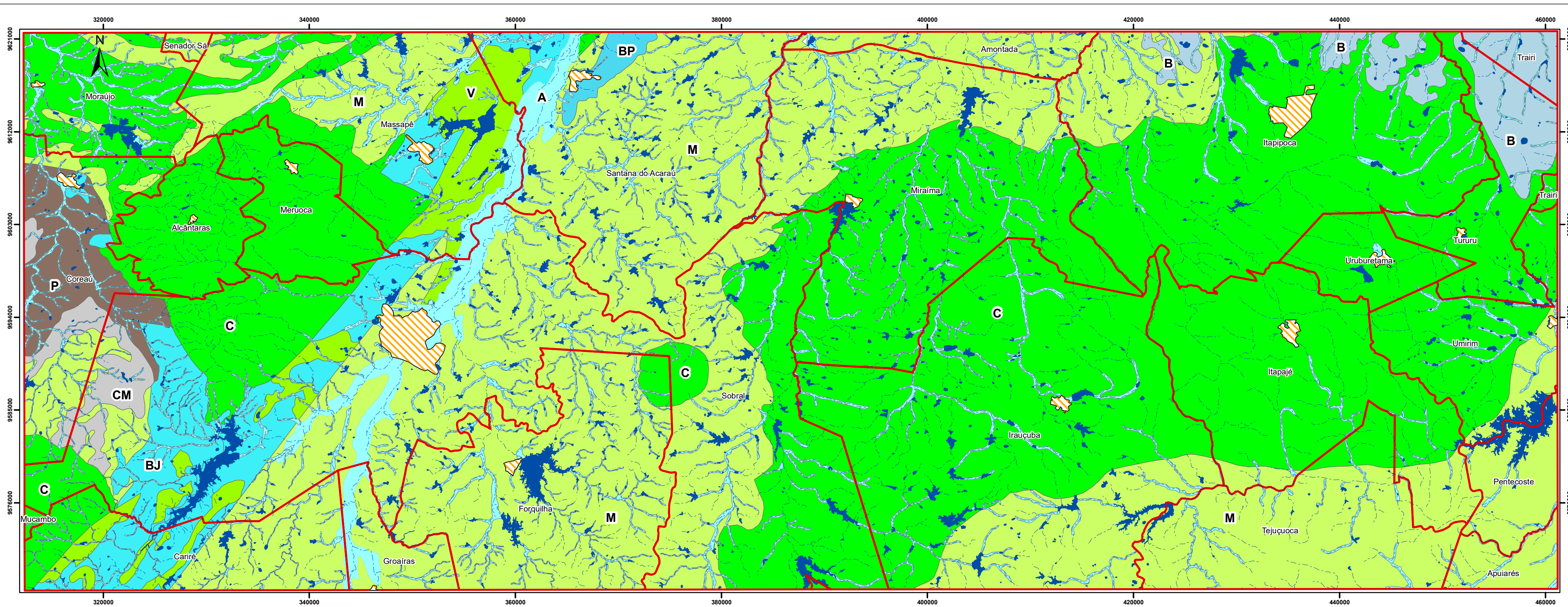
Fonte: Organizado pelo autor.

5.2 Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação (IGBD)

O IGBD1 refere-se à capacidade do ambiente armazenar recursos hídricos nos materiais rochosos, possuindo uma extrema relevância para o entendimento da desertificação, já que esse processo ocorre sobre ambiente de climas com chuvas escassas e, muitas vezes, concentradas em poucos meses do ano. Desse modo, a capacidade de conter água nas rochas durante os períodos chuvosos é importante para a manutenção dos ecossistemas das terras secas e para a sobrevivência das populações locais.

Quando os materiais rochosos possuem baixas propriedades de permeabilidade e de porosidade, contribuem para que a infiltração da água não ocorra tanto, favorecendo maior escoamento superficial e, conseqüentemente, maiores níveis de erosão dos horizontes superficiais, acentuando as limitações dos solos.

Para construção desse indicador, foram utilizados os dados cartográficos e bibliográficos de CPRM (2007, 2010). No objeto de estudo, foram detectados 9 subdomínios, estando espacializados no Mapa 8, tendo a sua hierarquia conforme a propriedade de permoporosidade de cada subdomínio. Foram inseridos os dados dos Tabuleiros Interiores e dos Aluviões, pois foram Sistemas Ambientais produzidos na presente pesquisa e que possuem diferencial de ambiente em seus materiais geológicos. Nota-se, pelo Mapa 8, que as áreas de baixo potencial hidrogeológico prevalecem no objeto de estudo, tanto nos enclaves quanto nos sertões, e que há melhores condições de infiltrações sobre os depósitos de aluvião e nos depósitos do tipo Barreiras.



LEGENDA

SUBDOMÍNIO		Potencial hidrogeológico	SUBDOMÍNIO		Potencial hidrogeológico
A	Aluviões	Alto	BJ	Bacia do Tipo Jaibaras	Baixo
B	Depósitos Tipo Barreiras	Alto	V	Vulcânicas	Baixo
P	Poroso/Fissural	Moderado	M	Metasedimentos/Metavulcânicas	Baixo
BP	Bacia do Parnaíba	Moderado	C	Cristalino	Baixo
CM	Carbonato/Metacarbonato	Moderado			

CONVENÇÕES

Sedes Municipais
 Limites Municipais
 Rios e Riachos
 Corpos d'água

METODOLOGIA

Foi elaborado com os dados CPRM (2007, 2010) que possui as informações dos domínios e subdomínios hidrogeológicos e as porosidades dos materiais geológicos da área pesquisada. Para melhor análise, foi inserido os dados dos depósitos das planícies fluviais e dos tabuleiros interiores, pois são sistemas ambientais de espacialização significativa e que possuem propriedades de porosidade e de permeabilidade diferenciadas do contexto da área da pesquisa.

FONTES

CPRM – Serviço geológico do Brasil. Mapa de domínios e sub-domínios hidrogeológicos do Brasil. Rio de Janeiro: CPRM, 2007. Escala 1:1.000.000.

_____. Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2010. Escala: 1:750.000.

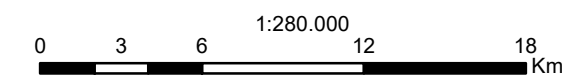
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA
E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 8: HIDROGEOLOGIA



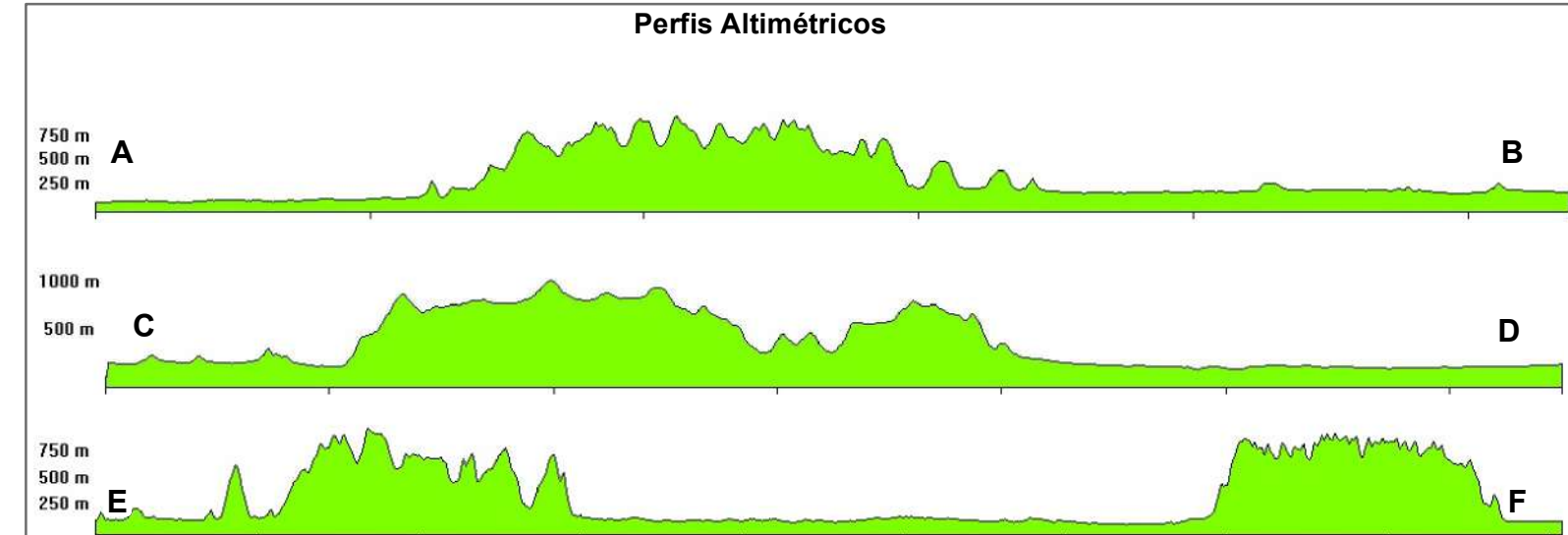
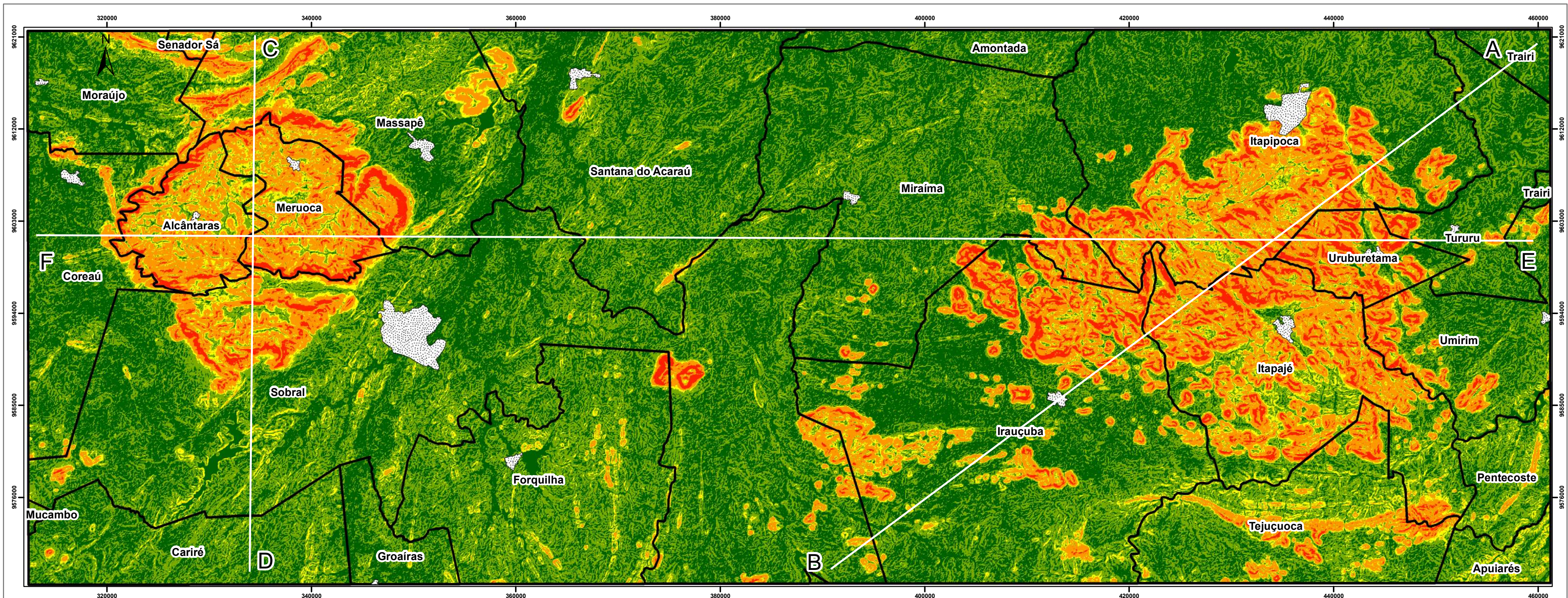
O IGBD2 está voltado aos aspectos geomorfológicos, buscando entender como a desertificação pode ser potencializada por meio dos diferentes níveis de declividades das encostas. Isso está associado aos processos de modelação da paisagem, que tem implicações sobre a erosão, as suas intensidades e as formas da paisagem que influenciam em outros atributos, como os solos e as vegetações.

A declividade tem papel fundamental para maior transporte de materiais entre os sistemas ambientais e suas subunidades, pois, em ambientes planos compostos por solos e rochas com baixa capacidade de infiltração, as ações da erosão pluvial são pequenas, podendo contribuir para a desertificação no que se refere a salinização dos solos.

Mas o ambiente exemplificado, tendo relevos com declividades moderadas ou elevadas, que podem gerar problemas mais complexos, ocasionando a movimentação de materiais superficiais de diferentes granulometrias, resultando na ocorrência de diferentes tipos de erosões, que geram problemas diretos e indiretos sobre a flora, a fauna, as edificações e as populações locais.

Esse indicador foi construído pelos dados SRTM de resolução de 30 metros, e graus de porcentagem de declividade são os mesmos Embrapa (1979). Vale ressaltar que este foi o único indicador utilizou as mesmas classes de Oliveira (2011), pois conseguem agregar ambientes planos, suave ondulados à montanhosos.

É notável, no Mapa 9 que existem diferentes níveis de declividades: as maiores estão sobre os ambientes serranos, sejam úmidos ou secos; e as menores, nos tabuleiros, fazendo que os processos de erosão possuam diferentes intensidades. Visando contribuir na espacialização das diferentes declividades do objeto de estudo, foi construído 3 perfis altimétricos que mostraram o quanto Serra de Uruburetama possui maiores variações deste indicador.



LEGENDA

Classe de Declividade (%)

	0 - 3
	3 - 8
	8 - 15
	15 - 45
	> 45

CONVENÇÕES

- Sedes Municipais
- Limites Municipais
- Perfis Altimétricos

METODOLOGIA

O presente material cartográfico foi elaborado com os dados *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* da *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* extraído do *Earth Explorer (2018)*. Este material *ráster* possui a resolução espacial de 30 metros, que possibilitou ter um entendimento mais detalhado das formas e dos processos modeladores. As classes de declividades são de Embrapa (1979) que foram utilizadas por Oliveira (2011) como indicador de suscetibilidade à desertificação. Para demonstrar as diferenças das formas da região, foram gerados perfis altímetros no software *Global Mapper*.

FONTES

Earth Explorer. Consultas realizadas em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>. 2018.
 EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Súmula da 10ª reunião técnica de levantamento de solos*. SNLCS: Rio de Janeiro, 1979.
 OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores biofísicos de Desertificação, Cabo Verde/ África. *Revista Mercator (UFC)*, v. 10, p. 147-168, 2011

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 9: DECLIVIDADE

1:280.000

O IGBD3 se refere às condições de aridez, por meio das relações entre as precipitações com evapotranspiração, sendo um indicador bastante relevante, pois mostra as condições hidroclimatológicas e as deficiências hídricas, possuindo relações com a Capacidade de Armazenamento Disponível (CAD).

Segundo Lopes e Leal (2015), as implicações sobre as condições de aridez atingem setores sociais e econômicos, pois, com a redução da disponibilidade hídrica, haveria problemas nas produções agropecuárias, na qualidade de saúde da população e no aumento de desemprego.

O reconhecimento de que o índice de aridez na temática da desertificação está nítido, pois o Plano de Ação de Combate à Desertificação das Nações Unidas estabeleceu esse atributo como o critério para delimitar a ação do processo baseado no trabalho de Thornthwaite (1948 *apud* CONTI, 2008).

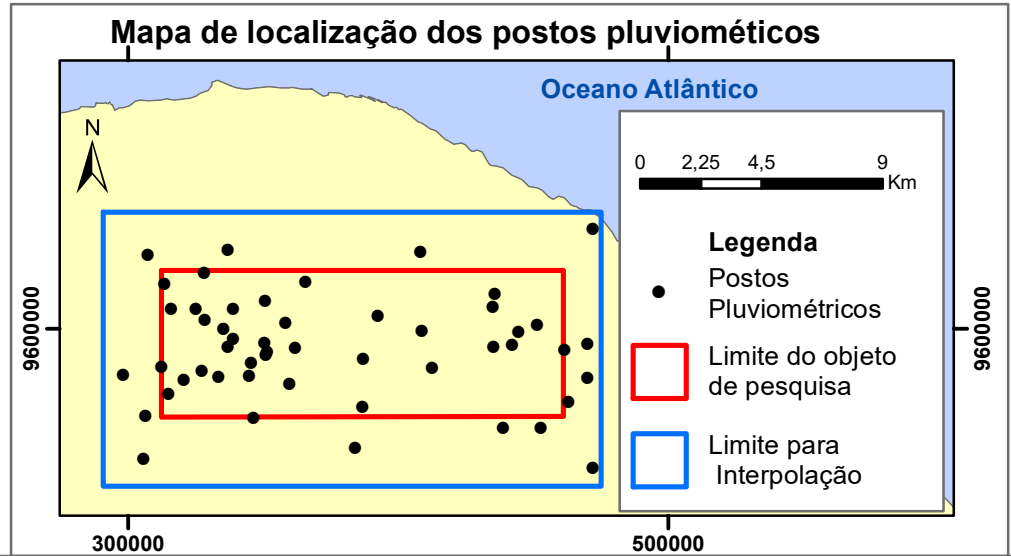
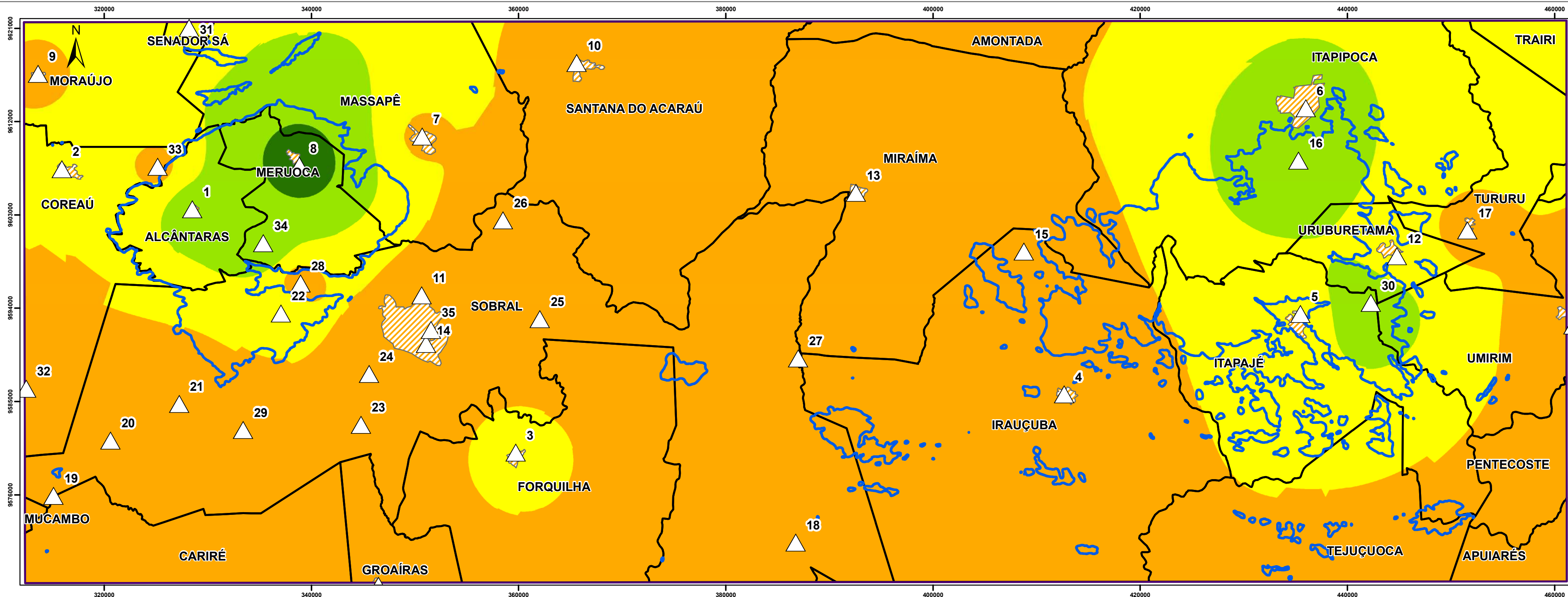
O índice de aridez está espacializado no Mapa 10, é oriundo da metodologia de UNEP (1992) e foi adaptado para a realidade do território cearense pela FUNCEME (2017c). A fórmula que estrutura o índice está a seguir:

$$\text{Índice de Aridez} = 100x \frac{\text{Média de Precipitação Anual}}{\text{Evapotranspiração Potencial}}$$

Para a média de precipitação anual, foram utilizados os dados dos postos pluviométricos extraídos de Funceme (2017a) e de Hidroweb (2017), na escala temporal de 2002 a 2016, devido à consistência dos dados. No que se refere aos dados de evapotranspiração potencial, foram utilizados dos softwares Celina e Sentelhas.

O software Celina contribuiu para estimar as temperaturas mensais de cada posto pluviométrico, baseados nos dados de latitude, longitude e altitude. No Apêndice 5, está a tipologia climática dos postos pluviométricos na borda do objeto de pesquisa, necessários para interpolação e espacialização dos dados climáticos.

O software Sentelhas contribuiu para a elaboração dos dados da evapotranspiração potencial, baseados nas temperaturas mensais estimadas pelo Celina e pelas médias de precipitações mensais de 2002 a 2016, que resultou no Balanço Hídrico de todos os postos pluviométricos.



LEGENDA

- ▭ Maciços Residuais
- ▭ Limites Municipais
- ▨ Sedes Municipais
- △ Posto Pluviométrico

Índice de Aridez

- Orange: Semiárido (25,56 - 50)
- Yellow: Subúmido Seco (50 - 65)
- Light Green: Subúmido Úmido (65 - 100)
- Dark Green: Úmido (100 - 132,76)

METODOLOGIA

O presente mapa foi elaborado com base na definição do Índice de Aridez da UNEP (1992), que usa a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Aridez} = 100 \times \frac{\text{Média da Precipitação Anual}}{\text{Evapotranspiração Pontencial Anual}}$$

Os dados de precipitação são oriundos dos postos pluviométricos entre os anos de 2002 – 2016, extraídos da FUNCEME (2017a) e Hidroweb (2017). A escolha desta série temporal está relacionada pela sua consistência de dados. Se tratando dos dados de evapotranspiração potencial, foram feitos pelos softwares: Celina e Senteilhas, o primeiro estima todas as temperaturas mensais baseado na latitude, na longitude e na altitude; o segundo faz a elaboração dos balanços hídricos, para isso, é necessário os dados das médias mensais de temperatura e precipitação, resultando dados da dinâmica hídrica dos postos, entre estes, os valores de evapotranspiração potencial. Cada posto pluviométrico teve o valor de Índice de Aridez, sendo posteriormente interpolado pela técnica de *Inverse Distance Weighting* (IDW). A Simbologia de cores da legenda é mesma de FUNCEME (2018).

FONTES

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Consultas realizadas em: http://www.funceme.br/producao/scripts/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php. 2017
 FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Consultas realizadas em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem/C3%A1ticos/542-%C3%ADndice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1#site>. 2018.
 HIDROWEB. Consultas realizadas em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=true&CriarArq=fal se&TipoArq=0&SerieHist=true>. 2017
 UNEP. United Nations Environment Programme. World Atlas of Desertification. Londres: UNEP/Edward Arnold, 69 p., 1992

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 10: ÍNDICE DE ARIDEZ

1:280.000

0 2,5 5 10 15 Km

Vale ressaltar que o valor que foi inserido para o CAD foi o mesmo para todos os postos, já que o intuito é fazer uma comparação da dinâmica hidroclimatológica do objeto de pesquisa. O valor do CAD foi de 70 devido às heterogeneidades dos Sistemas Ambientais existentes. Os dados do índice de aridez que foram espacializados no Mapa 10 estão na Tabela 6.

Tabela 6 – Dados do Índice de Aridez

Identificação do Posto Pluviométrico	Nome do posto	Evapotranspiração Potencial	Média de Precipitação Anual	Índice de Aridez
1	Alcântaras	1053,9	767,233333	72,799443
2	Coreaú	1738,2	890,86	51,25187
3	Forquilha	1813,5	1101,46	60,736697
4	Irauçuba	1669,8	426,886667	25,565138
5	Itapajé	1472	822,586667	55,882246
6	Itapipoca	1671,1	1096,08	65,59033
7	Massapê	1727,5	828,526667	47,961023
8	Meruoca	1013,9	1346,06	132,760627
9	Moraújo	1711,9	795,126667	46,447028
10	Santana Do Acaraú	1768	775,213333	43,846908
11	Sobral	1800,4	845,686667	46,972154
12	Uruburetama	1708,7	936,453333	54,805017
13	Miraíma	1775	736,72	41,505352
14	Sinhá Saboia	1826,1	844,98	46,272384
15	Missi	1723,7	696,153846	40,387181
16	Arapari	1359,3	1115,86	82,090782
17	Tururu	1704,2	765,96	44,945429
18	Aracatiçu	1729,3	550,32	31,823281
19	Rafael Arruda	1655,2	530,6	32,056549
20	São Jose Do Torto	1688,2	577,053333	34,181574
21	Aprazível	1705,9	493,733333	28,942689
22	Jordao	1176,6	762,94	64,842767
23	Bonfim	1839,9	576,013333	31,306774
24	Centro De Treinamento	1817,9	715,128571	39,338169
25	Caioca	1785,6	624,066667	34,94997
26	Patriarca	1798,5	696,54	38,728941
27	Caracara	1757,9	487,213333	27,715646
28	Boqueirão	1606,8	666,033333	41,450917
29	Jaibaras	1784,9	549,3	30,774833
30	Santa Cruz	1291,7	1088,773333	84,289954
31	Salão	1599,5	927,28	57,973117

32	Ubauna	1706,6	702,313333	41,152779
33	Sítio Urubu	1659,7	756,66	45,590167
34	Camilos	1068,2	844,328571	79,04218
35	Sobral 340064	1827,2	730,18	39,96169
36	Amontada	1751,5	707,04	40,367685
37	Campanário	1676,4	1017,846667	60,716217
38	Senador Sá	1649,5	872,1	52,870567
39	Trairi	1761,8	1280,653333	72,690052
40	Frecheirinha	1710,3	891,66	52,134713
41	Graça	1595,8	1097,266667	68,759661
42	Bilheria	1602,4	516	32,201697
43	Paramoti	1709,9	653,713333	38,231086
44	Groairas	1833,2	603,453333	32,91803
45	Apuiarés	1877,9	703,846667	37,480519
46	Fazenda Malaquias	1745,6	759,133333	43,48839
47	Sebastião De Abreu	1887,2	606,714286	32,148913
48	Pentecoste	1800,6	740,506667	41,125551
49	São Luís Do Curu	1846,8	831,68	45,033572
50	Umirim	1789,6	744,892857	41,623427
51	Mucambo	1671,2	914,14	54,699617

Fonte: elaborado pelo autor.

Após o cálculo do índice de aridez em cada posto pluviométrico, foram cruzados esses dados pela técnica de interpolação *Inverse Distance Weighting* (IDW), que resultou em 4 classes de índice de aridez: úmido, subúmido úmido, subúmido seco e semiárido. Pode-se entender que apenas a porção norte da Serra da Meruoca possui clima úmido, favorecido tanto pela altimetria quanto pelas altas precipitações e pelas baixas temperaturas.

O clima subúmido úmido ocorre sobre três partes do objeto de estudo: na região central e nordeste da Serra da Meruoca, englobando as suas periferias até as cristas residuais dos Serrotes dos Picos e do Gavião; na região norte e leste da Serra de Uruburetama, possuindo a sede do município de Itapipoca e entre os limites de Itapajé, Uruburetama e Umirim, onde estão os distritos Cruz, Água e Santa Luiza.

O clima subúmido seco está localizado principalmente nas imediações das Serras Meruoca e de Uruburetama, no flanco leste, e na área próxima à sede de Forquilha. Enquanto que o clima semiárido está no restante da área do objeto de pesquisa.

O Mapa 10 mostra parte das complexidades existentes nas serras pesquisadas onde há sistemas ambientais serranos suscetíveis à desertificação, já que ocorrem os climas subúmido seco e semiárido. Pode-se destacar o efeito sotavento na Serra de Uruburetama, fazendo a ocorrência do clima semiárido sobre este ambiente serrano.

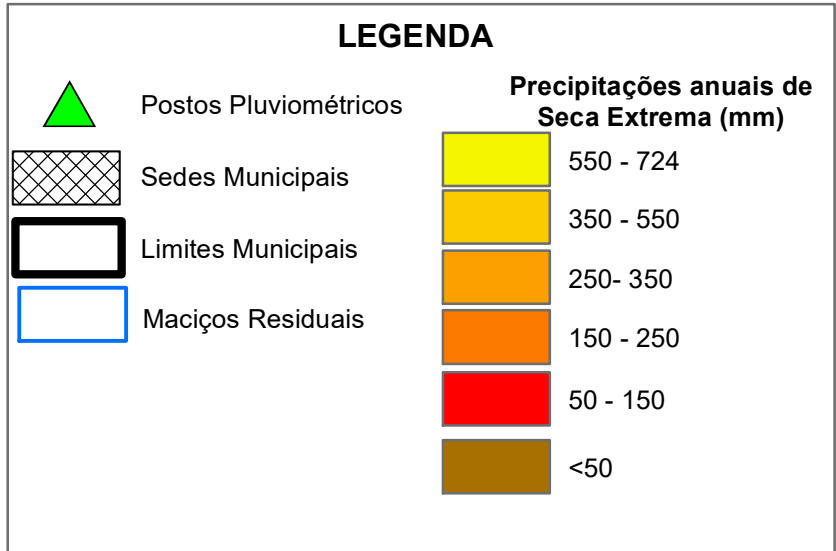
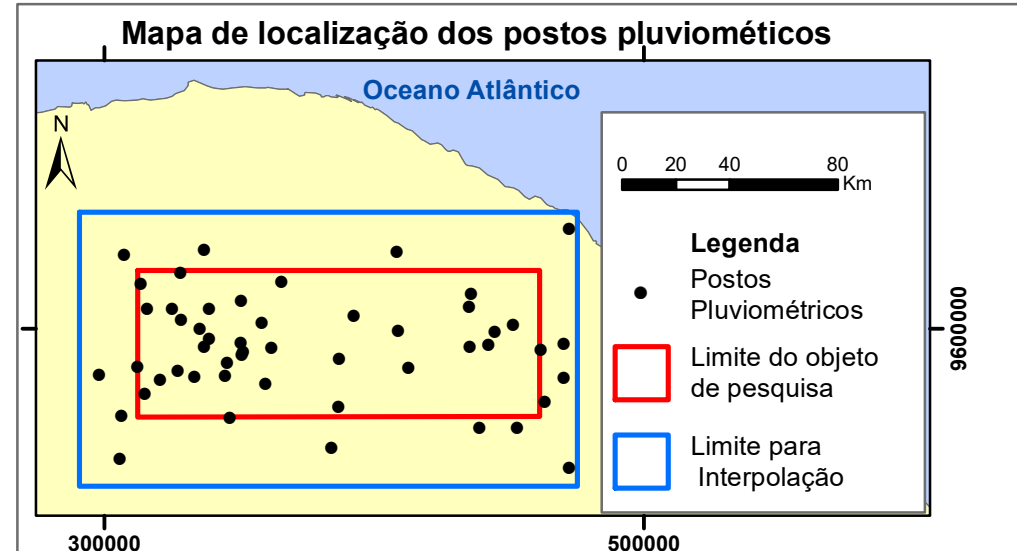
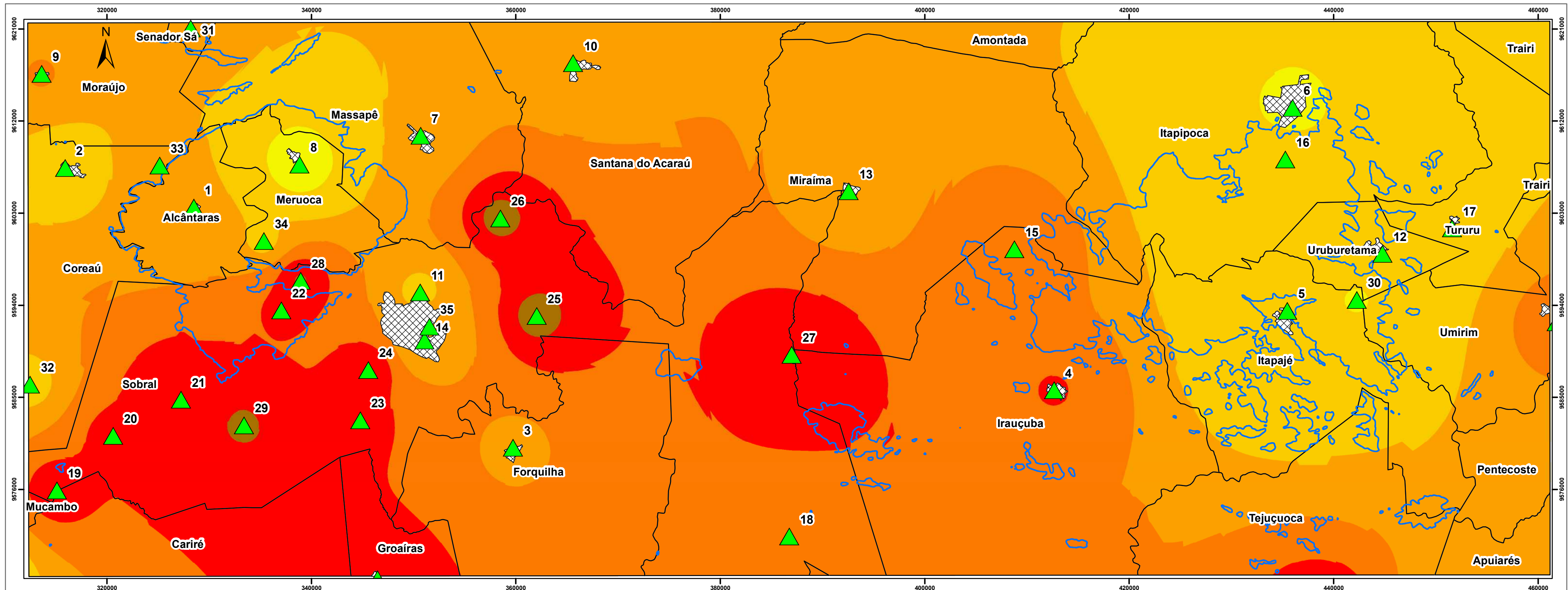
O IGBD4 refere-se à ocorrência de seca. Esse fenômeno pode ocorrer em qualquer ambiente da superfície terrestre, mas, nos ambientes áridos, semiáridos e subúmidos secos, a sua atuação é mais severa, pois são ambientes de características de precipitações escassas ou concentradas em alguns meses. Assim, a diminuição acentuada da precipitação é significativamente impactante nas terras secas, tendo consequências de curto período nas esferas ambientais, econômicas e sociais.

A seca e a desertificação são processos distintos (CONTI, 2008), possuindo causas, características e atuações específicas, porém estes se relacionam, pois quanto menor quantidade de chuvas, menor será a disponibilidade hídrica e maiores serão o índice de aridez e o *déficit* hídrico.

Para entender a espacialização das secas no objeto de estudo, foi construído o Mapa 11, sendo este baseado nos dados pluviométricos entre os anos de 2002 até 2016 retirados de Funceme (2017) e Hidroweb (2017). Os dados dos postos foram agrupados segundo a técnica do *Box Plot* (GALVANI, LUCHIARI, 2012), que permitiu a identificação dos anos de extrema seca, ou seja, os anos com menores valores de precipitações que, posteriormente, foram interpolados na técnica IDW.

As classes desse indicador foram baseadas nas diferenças dos valores de seca de cada posto. Os dados do Mapa 11 reafirmam o que já apontava o Mapa 10, em que as áreas constituídas de climas úmido e subúmido úmido são as áreas em que as precipitações anuais de seca extrema possuem os maiores valores, possuindo menores influências desse fenômeno climático.

Algo que também se destaca são as regiões com menores dados de precipitações, localizadas nas regiões de Sobral e Irauçuba, sendo isso explicado pela maior distância da costa e o efeito sotavento da Serra de Uruburetama, fazendo com que a atuação da seca possua maior severidade e possa agravar a suscetibilidade à desertificação.



METODOLOGIA

Foi elaborado com os dados dos postos pluviométricos entre os anos de 2002 a 2016 extraídos da FUNCEME (2017) e Hidroweb (2017). Os dados foram organizados pela técnica do *Box Plot* (GALVANI, LUCHIARI, 2012) que possibilitaram a identificação dos anos de menores precipitações e em quais estações estes eventos extremos ocorreram. Cada posto possui um número de identificação, que equivale aos dados contidos na Prancha 1. Para a espacialização dos dados foi utilizada a técnica de interpolação de *Inverse Distance Weighting* (IDW), que exige dados dentro e fora do objeto analisado, por essa razão, foi elaborado o mapa dos postos pluviométricos que localiza todos os postos utilizados para o presente mapa.

FONTES

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regi me pluviométrico normal, seco e úmido. In: GALVANI E.; LIMA, N. G. B. (Org.). *Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso*. Curitiba: Editora CRV, 2012.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Consultas realizadas em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php. 2017

HIDROWEB. Consultas realizadas em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=true&CriaArq=false&TipoArq=0&SerieHist=true>. 2017

Sistema de Projecção: Universal Transversa de Mercator Datum: Sirgas 2000

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE – CEARÁ – BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 11: SECA

0 3 6 12 18 Km

O IGBD5 está relacionado com os aspectos pedológicos, sendo este um atributo geobiofísico relevante ao processo de desertificação. Pois, segundo por Brandt e Geeson (2008), os solos podem contribuir para a construção de 22 indicadores dos processos de degradação das terras secas.

Os solos contribuem para a análise de ambientes desertificados ou suscetíveis à desertificação devido: à textura dos solos, pois está relacionada com a capacidade de armazenamento de água, quanto maior for a partícula do solos mais rápida será a infiltração de água, podendo reter mais umidade (PETERSEN; SACK; GLABER, 2014); à estrutura do solo, este, junto à textura, informa a capacidade de permeabilidade e porosidade, sendo o primeiro o quanto de água perpassa no solo; e o segundo, o espaço no qual se contem água (PETERSEN; SACK; GLABER, 2014). Isso implica não apenas no armazenamento de água, mas nas ações erosivas, pois com menos infiltração, maior será o escoamento superficial, podendo arrastar vários centímetros de solos; e as propriedades químicas dos solos, que podem favorecer problemas relacionados à salinidade, à acidez e aos baixos nutrientes para a cobertura vegetal, influenciando nos tipos de uso.

Os dados do IGBD5 estão espacializados no Mapa 5, as notas dadas para fazer o mapa de suscetibilidade seguiram os seguintes critérios: potencialidade à erosão, a limitação do solo aos usos agropecuários e a capacidade de armazenamento de água.

O IGBD6 refere-se à vegetação e seus níveis de conservação perante as atividades sociais, que estão espacializados no Mapa 6. É notável que a problemática da desertificação está intensa pela degradação dos recursos naturais e pelo desmantelamento das estruturas socioeconômicas, sendo tão impactante na capacidade de resiliência dos recursos naturais (NASCIMENTO, 2006), na desestruturação das atividades econômicas e no aumento das desigualdades sociais.

Entre os indicadores de desertificação aplicados no quadrante pesquisado, este é o único que buscou englobar as questões ambientais e socioeconômicas, pois os dados econômicos e sociais disponíveis estão em escala municipal, que pouco contribuiria para entendimento da realidade de modo detalhado.

A hierarquia das notas do IBGD6 foi baseada no ambiente em que determinada vegetação está inserida e no nível de conservação perante os usos sociais, por isso que Caatinga e Mata Seca possuem degradações elevadas, mas foi atribuída nota mais alta à primeira.

5.3 Níveis de Suscetibilidade à Desertificação.

Os dados dos indicadores, das notas e dos pesos possibilitaram a construção do Mapa 12, e foi classificado os 5 níveis de suscetibilidade à desertificação. Nesse mapa possui a prancha de mapas dos indicadores, mostrando de modo diático, os valores das notas cada parâmetro; e foram removidas as áreas de clima úmido e subúmido úmido definidos pelo Mapa 10, pois são climas não condizentes com a atuação da desertificação.

As extensões dos níveis de suscetibilidades estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Extensões dos níveis de suscetibilidades à desertificação

NÍVEL DE SUSCETIBILIDADE	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM (%)
Sem Suscetibilidade	659,25	8,18
Muito Baixa	216,59	2,69
Baixa	761	9,45
Moderada	1947,64	24,19
Alta	1877,04	23,31
Muito Alta	2589,05	32,15

Elaborado pelo autor.

A Tabela 7 aponta que os níveis mais elevados de suscetibilidade estão acima de 50% no quadrante pesquisado, mostrando a tamanha potencialidade de ocorrência do processo de degradação das terras secas. As áreas com suscetibilidade muito baixa estão sobre os Sistemas Ambientais dos Tabuleiros Interiores de Itapipoca, dos Tabuleiros Pré-Litorâneos Itapipoca/Tututu, em algumas porções da Vertente Úmida de Uruburetama e do subsistema da Planície Ribeirinha do Rio Acaraú, no setor próximo à sede do município de Santana do Acaraú.

Os sistemas dos tabuleiros, tanto o Interior quanto o Pré-litorâneo, possuíram os menores valores de suscetibilidade ao processo estudado, pois seus componentes naturais contribuem para menores ações de degradação, já que suas

superfícies e subsuperfícies armazenam o material hídrico pluvial, que é oriundo das condições climáticas subúmidas secas. O que diferencia estes sistemas tabulares, se tratando dos indicadores utilizados, é a conservação da mata nativa, que está menos conservada nos Tabuleiros Interiores.

As porções da Vertente Úmida de Uruburetama possuem encostas com propriedades hidrogeológicas e geomorfológicas que favorecem no baixo armazenamento de água e de declividades elevadas, que poderiam resultar em maiores ações erosivas e limitações de uso. Porém a conservação da vegetação nativa e as condições climáticas, tanto nos indicadores voltados a atuação da seca quanto no índice de aridez, atenuam os valores de suscetibilidade ao processo das terras secas.

No subsistema da Planície Ribeirinha do Rio Acaraú, os valores dos indicadores tiveram dados muito baixos devido à capacidade de armazenamento dos solos, Neossolos Flúvicos, e os depósitos sedimentares do Cenozoico, que constituem o subdomínio hidrogeológico dos Aluviões, que favoreceram em menores deficiências hídricas mesmo possuindo o clima semiárido e a alta incidência das secas.

As áreas com suscetibilidade baixa estão localizadas, predominantemente, nas Vertentes Úmidas das Serras de Uruburetama e da Meruoca, no setor norte dos Sertões de Coreaú/Jaibaras, no setor norte dos Sertões Mundaú/Caxitoré, do Alto Estrutural de Santana e no subsistema da Planície Ribeirinha do Rio Acaraú.

As Vertentes Úmidas das Serras de Uruburetama e da Meruoca obtiveram esse nível de suscetibilidade em função do índice de aridez e da seca, que proporcionam condições hidroclimáticas mais úmidas, fato que se reflete nos baixos valores de degradação dos solos e da vegetação nativa. É necessário ressaltar que as áreas destes sistemas que podem ser afetados pela desertificação, são aquelas que o índice de aridez está entre subúmidos seco e semiárido.

O setor norte dos Sertões de Coreaú/Jaibaras possui valores baixos de suscetibilidade devido à atuação do clima subúmido seco, à declividade suave ondulada e aos diferentes níveis de conservação das vegetações de Caatinga, da Mata Seca e da Mata Ciliar.

Na Planície Ribeirinha do Rio Acaraú, mesmo possuindo condições climáticas que favorecem o *déficit* hídrico (elevadas aridez e secas); os Neossolos

Flúvicos, o subdomínio hidrogeológico dos Aluviões e as baixíssimas declividades fazem este subsistema ambiental tenha baixa suscetibilidade ao problema socioambiental das terras secas. Vale ressaltar que a moderada conservação da Mata Ciliar está associado a diversidade de atividades econômicas, principalmente no município de Sobral, que contribui nas menores pressões das atividades agropecuárias sobre essa vegetação.

As áreas com suscetibilidade moderada estão, de modo predominante, nos Sistemas Ambientais das Planícies Ribeirinhas, dos Sertões de Massapê, dos Sertões Mundaú/Caxitoré, do Sopé dos Enclaves e da Vertente Seca da Serra da Meruoca e de algumas porções da Vertente Seca da Serra de Uruburetama.

As Planícies Ribeirinhas estão sobre todo o objeto de estudo, fazendo com que tanto as suas características ambientais e quanto os seus usos sejam variados, isso é notável nos seus indicadores; pois, mesmo possuindo rochas, solos, relevos e vegetações que favorecem a conservação dos recursos naturais, as condições climáticas agem de modo oposto, fazendo os valores serem intermediários.

Nos Sertões de Massapê, os dados foram intermediários devido as condições hidroclimatológicas, pois o índice de aridez e a seca tiveram seus valores baixos, com a atuação de clima subúmido seco e as precipitações anuais de extrema seca variaram entre 350 – 550mm, que atenuaram no nível de suscetibilidade.

Nos Sertões Mundaú/Caxitoré, a suscetibilidade foi moderada em razão dos diferentes níveis de conservação das vegetações locais (Caatinga e Mata Seca); e das condições climáticas, principalmente da baixa severidade das ações das secas, possuindo em seus anos menos chuvosos acima de 550mm, ocorrendo este valor apenas em ambientes úmidos e subúmidos úmidos.

Na Vertente Seca da Serra da Meruoca, mesmo possuindo declividades acentuadas e rochas com baixa permoporosidade, o processo de desertificação não é tão intenso devido aos Argissolos e à conservação das vegetações nativas (Mata Seca e Mata Úmida) que contribuiu para melhores condições de uso e de conservação.

As porções da Vertente Seca da Serra de Uruburetama possui a hidrogeologia e a declividade que poderiam favorecer no maior desuso, e conseqüentemente, favorecer no processo de desertificação. Mas as condições

climáticas e pedológicas contribuem na conservação dos recursos naturais, resultando no nível moderado de suscetibilidade.

Os Sopé dos Enclaves possuem a suscetibilidade moderada, pois têm a hidrogeologia de baixo potencial e a declividade montanhosa e ondulada, porém os solos e a vegetação estão relativamente conservados, que fazem a problemática ambiental das terras secas não seja tão elevada.

As áreas com suscetibilidade alta prevalecem sobre os Sertões Mundaú/Caxitoré, os Sertões de Miraíma e os Sertões de Forquilha e na parte norte dos Sertões de Sobral/Santana do Acaraú. Os Sertões Mundaú/Caxitoré possuem alta suscetibilidade devido aos materiais hidrogeológicos de baixa permoporosidade, à variação da declividade, à limitação do uso dos solos, e à baixa conservação da vegetação de Caatinga.

Os Sertões de Forquilha e a parte norte dos Sertões de Sobral/Santana do Acaraú possuem características geobiofísicas equivalentes: as rochas cristalinas de baixa captação de água, as declividades planas e suave onduladas, os solos com limitações de uso e a vegetação da caatinga com baixa conservação; o que difere são as condições climáticas, pois os Sertões de Forquilha possuem o clima subúmido seco e a menor severidade da seca.

Os Sertões de Miraíma possuem limitações hidroclimáticas, devido à ação das secas e ao clima semiárido; pedológicas, pois os solos que prevalecem têm problemas nas propriedades físicas e químicas, desfavorecendo nas atividades agropecuárias; e fitoecológicas, já que a vegetação da Caatinga possui níveis de degradações acentuados.

As áreas com suscetibilidade muito alta prevalecem sobre o setor sul dos Sertões Sobral/Santana do Acaraú, os Sertões de Irauçuba, as Serras Secas nas porções sul do objeto de pesquisa e o lado extremo oeste da Vertente seca da Serra de Uruburetama.

Em ambos os sistemas, quase todos os indicadores tiveram valores máximos de suscetibilidade, possuindo rochas cristalinas impermeáveis, clima semiárido, alta severidade da atuação da seca, solos com problemas físicos, químicos, de armazenamento hídrico e de uso, e vegetação com degradação elevada. Todo esse quadro alarmante contribui para a acentuação do *déficit* hídrico, para as limitações de usos dos recursos naturais e para as menores condições de emprego e renda, e para baixa a qualidade de vida das populações locais.

Vale destacar que há níveis elevados de suscetibilidade de desertificação nos ambientes serranos, pois as Serras da Barriga, Manoel Dias, do Missi, do Mandacaú e das Vertentes tiveram valores tão elevados quanto os ambientes sertanejos. Isso não se limita às Serras Secas, pois nos sistemas que compõe os enclaves das Serras da Meruoca e de Uruburetama possuem níveis altos e muito altos de suscetibilidades. Como está representado na Tabela 8.

Tabela 8 – Comparação dos níveis de suscetibilidade em ambientes serranos e sertanejos¹⁸

NÍVEIS DE SUSCETIBILIDADE	SERTÕES	SERRAS SECAS	ENCLAVES
	Área (km ²)	Área (km ²)	Área (km ²)
Muito baixo	17,12	2,19	33,62
Baixo	299,26	7,57	136,10
Moderado	1259,04	31,85	239,77
Alto	1593,69	28,35	89,78
Muito alto	2361,57	69,61	70,69
Área total do ambiente (km ²)	5537,62	139,65	570,88

Elaborado pelo autor.

A Tabela 8 mostra as diferentes dinâmicas dos três ambientes. Os sertões são os ambientes mais extensos e com os níveis mais elevados ao processo de desertificação, reafirmando a ocorrência de um Núcleo de Desertificação. Outro ponto de destaque são áreas sertanejas de baixa suscetibilidade, que realçam quanto os sertões não são uniformes, possuindo dinâmicas peculiares.

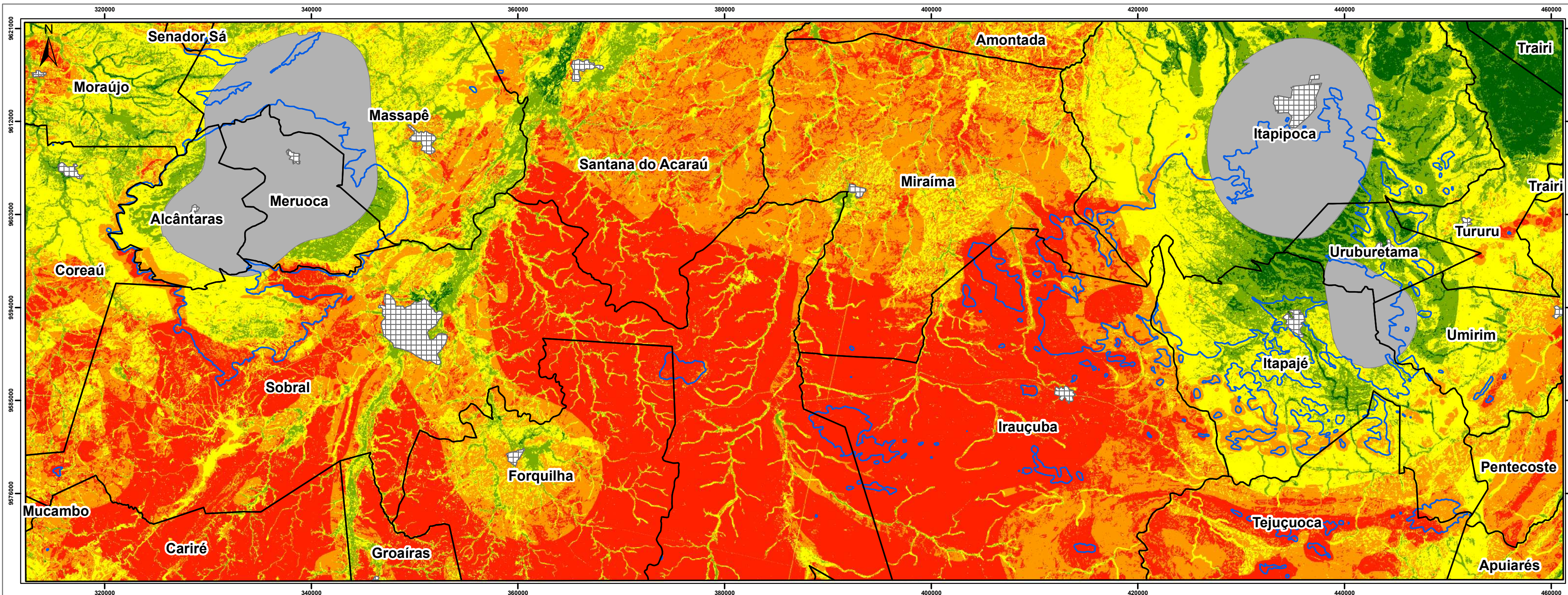
Os dados referentes as Serra Secas mostraram que embora possuam poucas extensões, o nível de suscetibilidade que prevalece é o muito alto, isso é reflexo dos usos irracionais, principalmente em Irauçuba, da severidade climática, devido o efeito sotavento da Serra de Uruburetama, e dos relevos ondulados e montanhosos.

Os enclaves possuíram, de modo marjoritário, os níveis baixo e moderado, sendo o reflete dos seus atributos geobiofísicos. Algo peculiar está no

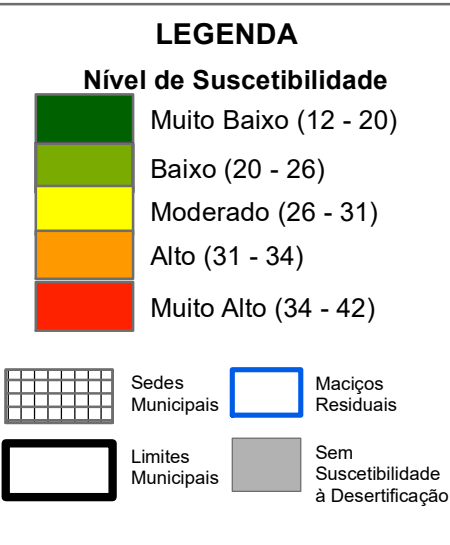
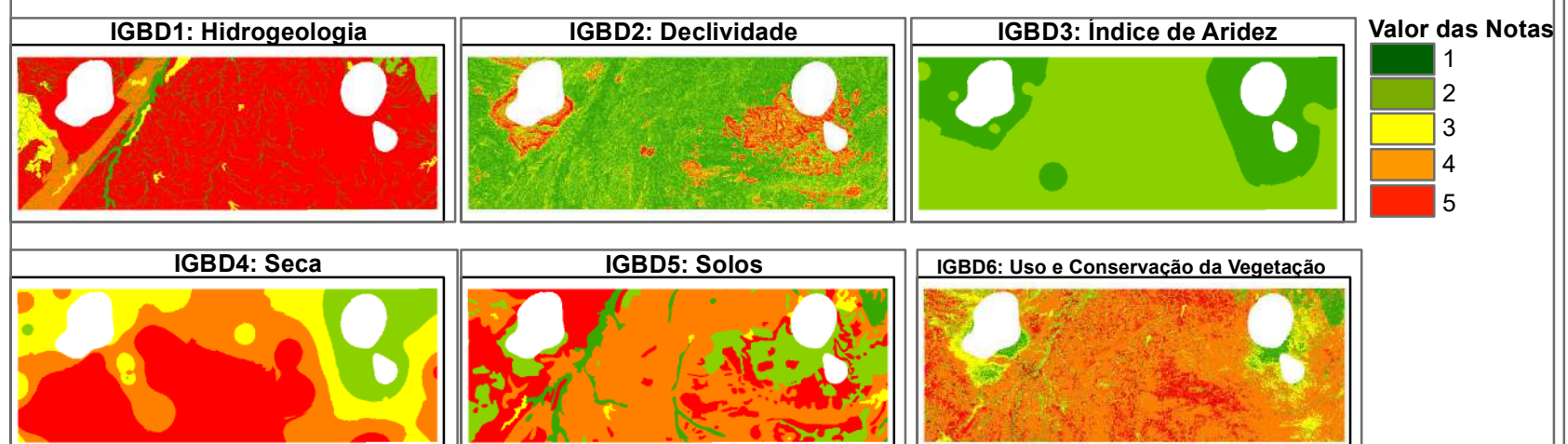
¹⁸ As áreas dos ambientes é integração de alguns Sistemas Ambientais. Os enclaves estão integrados as Vertentes Secas e Úmidas das Serras de Uruburetama e da Meruoca e os Platôs dos Enclaves Úmidos/Sub-úmidos. Os ambientes sertanejos estão os Sertões de Miraíma, de Sobral/Santana do Acaraú, do Mundaú/Caxitoré, de Irauçuba, de Massapê, de Coreaú/Jaibaras e de Forquilha. E nas serras secas o sistema ambiental homônio.

nível muito alto de suscetibilidade, pois mesmo com exclusão das porções de clima úmidos e subúmidos úmidos, há regiões nos dois enclaves com elevadas potencialidades à desertificação.

No enclave da Serra da Meruoca possui os maiores valores de suscetibilidade na porção sul, enquanto que, no enclave da Serra de Uruburetama, a elevada suscetibilidade está no extremo oeste, no território de Irauçuba, isso mostra e reafirma o quanto este município é impactado por este processo e que o Núcleo de Desertificação pode está avançando aos ambientes serranos. No Apêndice 6 estão as orientações ao planejamento ambiental voltados a cada sistema ambiental segundo a sua morfodinâmica atual.



PRANCHA DE MAPAS DOS INDICADORES GEOBIOFÍSICO DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO



METODOLOGIA

Foi elaborado pelo uso dos Indicadores Geiofísico de Suscetibilidade de Desertificação (ABRAHAM E BEEKMAN, 2006; OLIVEIRA, 2003, 2011), da técnica da álgebra de mapas e do algoritmo média ponderada, que realizam o cruzamento de mapas por meio de indicadores, pesos e notas. Os indicadores são os elementos ambientais que contribuem para potencialidade da atuação processo de desertificação. Os pesos são porcentagens dadas para cada indicador, e a nota é valor numérico dado para cada classe do indicador, sendo o seu valor entre 1 a 5; quando maior é o valor da nota mais propício está o ambiente degradação ambiental de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos. Foram removidas do mapa as áreas que em que o Índice de Aridez delimitou com climas úmidos e subúmidos úmidos, climas estes que não condizem com o conceito de desertificação de Brasil (1998). Foram utilizados os seguintes indicadores geiofísico e seus respectivos pesos: Hidrogeologia, 10%; Declividade, 10%; Índice de Aridez, 25%; Seca, 20%; Solos, 10%; e Uso e Conservação da Vegetação, 25%. Todos os indicadores, as notas e suas classes estão representada cartograficamente na prancha de mapas dos indicadores Geiofísico de Suscetibilidade à Desertificação.

FONTES

ABRAHAM, E. M.; BEEKMAN, G. B. *Indicadores de la desertificación para América del Sul*. IICA-BID ATN JF. Mendoza, Argentina: LaDyOT / IADIZA / CONICEF / IICA, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Convenção das Nações Unidas de combate a desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África*. 2.ed. Brasília: MMA/PNUD/FGEB, 1998.

OLIVEIRA, V. P. V. Sustainable use of natural resources in the municipality of Tauá - Ceará. In: GAISER, T. et al. *Global change and regional impacts*. Nova Iorque: Springer, 2003.

OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores biofísicos de Desertificação, Cabo Verde/ África. *Revista Mercator (UFC)*, v. 10, p. 147-168, 2011.

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

INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
NAS SERRAS DE URUBURETAMA, DA MERUOCA
E NOS SERTÕES DO CENTRO NORTE - CEARÁ - BRASIL

Autor: Lucas Lopes Barreto Orientadora: Prof.ª Dr.ª Viádia Pinto Vidal de Oliveira

MAPA 12: SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO

0 3 6 12 18
 Km

6 CONCLUSÃO

Foi verificado que a hipótese levantada teve êxito, pois o uso dos Sistemas Ambientais possibilitou a análise dos ambientes serranos e sertanejos perante ao processo de desertificação, pois forneceu as bases teóricas, viabilizando no entendimento de áreas com atributos ambientais e sociais tão distintos, e metodológicas, com a produção de indicadores geobiofísicos e no mapeamento dos níveis de suscetibilidades.

Os Sistemas Ambientais, como princípio teórico e metodológico, estiveram em todas as etapas da pesquisa: na elaboração dos capítulos, na escolha da problemática abordada, na diversidade de componentes do objeto de estudo, no manuseio dos dados, nos procedimentos e nos resultados alcançados.

Os Sistemas Ambientais possuem avanços nas pesquisas ambientais, pois estes são partes da superfície terrestre que possuem delimitações espaciais, sendo representada por mapas, e temporais, pois buscam entender a morfodinâmica atual por meio de dados, secundários ou primários, dos atributos geológicos, geomorfológicos, climatológicos, hidrológicos, pedológicos, fitoecológicos e socioeconômicos. A Geomorfologia se destaca como o critério-chave para a delimitação dos Sistemas Ambientais, colaborando diretamente no entendimento das potencialidades e das limitações da paisagem.

Desse modo, a proposta de Sistemas Ambientais realizou a integração de modo organizada, em que os componentes da paisagem possuem funções e relevâncias diferentes perante o processo de degradação ambiental das terras secas, evitando análises ambientais superficiais em que se realizam integrações confusas, que podem até banalizar o debate ambiental nas esferas científicas e políticas.

Assim, as análises e os dados presentes nos capítulos 3 e 4 foram além da descrição ou da caracterização dos componentes da paisagem do objeto de estudo, mas, dando novas perspectivas: na geologia, mostrando as relações da litológica com aspectos tectônicos e morfoestruturais; na geomorfologia, realizando compartimentação do relevo segundo a relação gênese/função, resultando em formas Estruturais, Erosivas e Agradacionais; no clima, com a delimitação da tipologia climática e a construção de balanços hídricos de diferentes ambientes,

possibilitando um maior entendimento da dinâmica climática; nos recursos hídricos, com a influência dos aspectos morfoestruturais sobre os sistemas de drenagens e de como a hidrogeologia é um aspecto relevante para circulação de água na superfície e na subsuperfície. Na porção referida a pedologia e a vegetação foram feitas delimitações mais detalhadas e integradas aos usos sociais.

Na porção que se refere às questões socioeconômicas, foi demonstrado como a sociedade é impactada pela degradação ambiental: nos aspectos sociais, com redução do IDH e IDHM; e nas questões econômicas, com a redução das produções das atividades da agricultura, da pecuária e do extrativismo vegetal, exemplificando-se pela a redução das produções, pelo aumento de seus custos e pelo o aumento da área voltada para a colheita.

Todos esses dados dos atributos físicos, ambientais e socioeconômicos da paisagem possibilitaram a construção dos seguintes indicadores de suscetibilidades à desertificação: a hidrogeologia, que demonstra as análises geológicas e dos recursos hídricos; a declividade, que mostra a intensidade os processos de modelagem; o índice de aridez, que possibilitou delimitar as áreas com e sem suscetibilidade; a seca, que foi construída pelos dados da tabela de tipologia climática, nos quais, reafirmaram a severidade deste fenômeno nos sertões; os solos, que possibilitaram elencar as características naturais e suas potencialidades sociais; e o uso e a cobertura do solo, que contribuíram na análise do nível de degradação/conservação das vegetações existentes.

Outro ponto relevante nesta pesquisa foi o mapeamento dos níveis de suscetibilidade à Desertificação, no qual, se avaliou a dinâmica das suscetibilidades sobre os diferentes Sistemas Ambientais. O mapeamento foi feito por meio da álgebra de mapas, sendo possível devido a espacialização de todos os indicadores produzidos; e da Média Ponderada, que deu pesos diferentes aos indicadores, diminuindo as subjetividades dos resultados.

Esta técnica de mapeamento apontou que os ambientes sertanejos são as áreas com maiores níveis de suscetibilidade, principalmente na região de Irauçuba, mostrando que os indicadores e o mapeamento propostos podem analisar a desertificação em seu grau máximo de degradação.

A proposta de técnica de mapeamento conseguiu delimitar as áreas com e sem suscetibilidade à desertificação, e mostrou quão complexo é o interior cearense, pois, os níveis de suscetibilidades em alguns ambientes serranos, são tão

elevados quanto aos encontrados nos sertões, sendo verificado até algumas áreas suscetíveis nos enclaves.

Outros pontos de destaque foram a cartografia temática e dados hidroclimatológicos na presente tese. A cartografia temática foi essencial na organização da pesquisa, no diagnóstico da paisagem, na delimitação dos Sistemas Ambientais e na construção dos indicadores geobiofísicos.

Os dados hidroclimatológicos se destacam na análise, pois estes possibilitaram a produção de 2 mapas, 2 pranchas de dados e na delimitação das áreas com suscetibilidade à desertificação, isso reitera a importância do clima no entendimento do Nordeste Brasileiro. As pesquisas ambientais devem ter maior detalhe na dinâmica climática, indo além das médias pluviométricas ou da apresentação de climogramas.

Baseado em todo o percurso do presente trabalho, é recomendado que as pesquisas voltadas à desertificação e aos seus níveis de suscetibilidade possam construir indicadores quantitativos, qualitativos e espacializados nos aspectos sociais e econômicos, mostrando a necessidade de estratégias para minimizar as ações desse problema socioambiental.

REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. Significado Geomorfológico da Rede Hidrográfica do Nordeste, **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, 15 (139): 459-464, jul.fago., 1957.

_____. Os sertões: a originalidade da terra. **Ciência Hoje**, vol .3, n.18, mai /jun, 1985.

_____. **Os domínios da natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ABRAHAM, E. M.; BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la desertificación para América del Sul**. IICA-BID ATN JF. Mendoza, Argentina: LaDyOT / IADIZA / CONICEF / IICA, 2006.

ABRAHAM, E. M; MONTAÑA, E.; TORRES, L. Procedimiento y marco metodológico para la obtención de indicadores de desertificación en forma Participativa. In: ABRAHAM, E. M. e BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**. Editorial Martín Fierro. Mendonza: 2006.

ALBUQUERQUE, E. L. S.; SOUZA, M. J. N. ; MEDEIROS, C. N. ; SOUSA, F. J ; LIMA, K. A . **Perfil geossocioeconômico**: Um olhar para as Macrorregiões de Planejamento do Estado do Ceará. 01. ed. Fortaleza/CE: IPECE, 2014.

ALMEIDA; A. R.; PARENTE, C. V.; ARTHAUD, M. H. **Itatira- SB.24-V-B-V, escala 1:100.000: nota explicativa integrada com Quixeramobim e Boa Viagem**. Ceará: UFC/CPRM, 2007.

ANDRADE, A. R.; SCHMIDT, L. P. **Metodologias de pesquisa em Geografia**. Guarapuava: Gráfica UNICENTRO, 2015.

ANDRADE, M. C. A problemática da utilização econômica da caatinga. In: SIMPOSIO SOBRE CAATINGA E SUA EXPLORACAO RACIONAL, 1984, Feira de Santana, BA. **Anais...** Brasilia: EMBRAPA-DDT / Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 1986. p.27-36.

ARAÚJO, D. T. **Indicadores de degradação ambiental / desertificação no município de Parambu – CE**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional em Desenvolvimento em Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, A. B. SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P. **Diagnóstico Ambiental do Município de Floresta, Pernambuco**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2001. 20 p. (EMBRAPA. Circular Técnica, 10).

ARAÚJO, J. A.; MANCAL, A. Produtividade e eficiência no setor agropecuário do nordeste brasileiro. **Interações**, Campo Grande, v. 16, n. 2 (Jun/Dez), p. 385-394, 2015.

BARBIERI, G. M. L. **Eventos de chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia) – Curso de Pós-Graduação em Geografia Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

BARBOSA, M. S. M.; LIMA, K, S. C.; FRIEDE, R. R.; MIRANDA, M. G. A relação entre pobreza e degradação ambiental no Brasil sob a ótica dos indicadores PIB/IDH. **Semioses**. v. 9, n. 1(Jan /Jun), p. 17 – 35, 2015.

BARBOSA, C. C. F.; CÂMARA, G ; CORDEIRO, J.P.C ; NOVO, E.M.L.M . Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998, Santos. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-1998, 1998.

BARRETO, L. L. **Suscetibilidade ao processo de desertificação no núcleo dos sertões dos Inhamuns**: o caso da sub-bacia do riacho do Urubu – Mucuí – Arneiroz – CE. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

BASTOS, C. C.; FERREIRA, N. J. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. **Anais** de XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro. Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global** - Esboço metodológico. Cadernos de Ciências da Terra, vol. 13, IG-USP, 1968, 1-36.

BETIOL, V. M. Sistemas, complexidade, e os sistemas ambientais na prática no Brasil. **Revista GeoNorte**, v. 1, p. 91-101, 2012.

BEZERRA, E. C.; BEZERRA, J. E. G.; MENDES, M. F. Precipitações. In IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

BEZERRA, E.; BARBOSA, E. Desempenho econômico do Estado do Ceará em anos recentes. **IPECE/Texto para discussão**, Fortaleza, n. 79, p. 1 – 15, 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretária-Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.24 Fortaleza**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981a.

_____. Ministério de Minas e Energia. Secretária-Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981b.

_____. Ministério de Minas e Energia. Secretária-Geral. **RADAMBRASIL. FOLHA SA.24 FORTALEZA**: geologia, geomorfologia. Rio de Janeiro:: 1981c. Escala: 1:1000.000.

_____. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Convenção das Nações Unidas de combate a desertificação nos países**

afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. 2.ed. Brasília: MMA/PNUD/FGEB, 1998.

_____. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil.** Brasília, MMA: 2004.

BRANDT, J.; GEESON, N. **Desertificação e Indicadores**, 2008. Disponível em: http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccd-PT/ond/lucinda/a2_booklet_final_pt_rev3. Acesso: 18 de março de 2018.

BRITO, E. G. **Sistemas Ambientais Semi-Áridos e as Evidências de Degradação/Desertificação no Município de Canindé - Ceará – Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.

CARNEIRO, D. R. C.; NEVES, B. B. B. AMARAL, I. A.; BRISTRICHI, C. A. O. Atualismo como princípio metodológico em tectônica. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, n.2/4, p. 275-293, 1994.

CARVALHO, L. M. R. **Levantamento litoestratigráfico e tectônica frágil na formação do cânion do rio Poti numa região a oeste do município de Crateús – CE.** Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Geologia. Fortaleza, 2012.

CARVALHO, M. J. **Estruturação do Grupo Serra Grande na região de Santana do Acaraú (CE) e a reativação do lineamento Sobral-Pedro II: integração com dados geofísicos.** Dissertação (Mestrado em Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, 2003.

CASSETI, V. **Geomorfologia.** [S.l.]: 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 22 de maio de 2012, às 9h28min.

CASTRO, E. I. O problema da escala. In: CASTRO, E. I.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (orgs) **Geografia: Conceitos e Temas.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2000.

CASTRO, C. N. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **Texto para Discussão (IPEA)**, v. 1786, p. 1-48, 2012.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Acaraú.** Volume 1. Fortaleza: INESP, 2009a.

_____. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Coreaú.** Volume 2. Fortaleza: INESP, 2009b.

_____. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Curu.** Volume 4. Fortaleza: INESP, 2009c.

_____. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Litoral.** Volume 8. Fortaleza: INESP, 2009d.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos, **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE – CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.

_____. Secretária dos Recursos Hídricos. **Inventário Ambiental do Açude Caxitoré**. Fortaleza: COGERH, 2011.

_____. Secretaria de Gestão e planejamento. **Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: IPECE, 2013. Escala:: 1:500.000.

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

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem dos sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CLAUDINO-SALES, V. C. **Les Littoraux du Ceará. Evolution géomorphologique de la zone côtière de L'Etat du Ceará**, Brésildu long terme au court terme. Thèse (Doctorat en Géographie). Université Paris Sorbonne, Paris. 2002.

_____. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 16, pp. 125 - 141, 2004.

_____. Os litorais cearenses. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2ª edição. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

_____. **Megageomorfologia do Estado do Ceará**. 1. ed. São Paulo: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CLAUDINO-SALES, V. C.; PEULVAST, J. P. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia (UFU)**, v. 8, p. 2-22, 2007.

CONTI, J. B. Conceito de desertificação. **Revista Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n. 2, p.39-52, 2008.

COSTA, L. R. F. **Estruturação Geoambiental e Susceptibilidade à Desertificação na Sub-bacia Hidrográfica do Riacho Santa Rosa – Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programação de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

COSTA, F. R.; ROCHA, M. M. Geografia: Conceitos e Paradigmas - apontamentos preliminares. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino - GEOMAE (Impresso)**, v. 1, p. 25-56, 2011.

COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R. **Projeto Jaibaras**. Volume 1. Recife: CPRM, 1973a.

COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; CRUZ, W. B.; HABEKOST, C. **Mapa geológico**. Recife: CPRM, 1973b. Escala 1:250.000.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S. ; EDVAN, R. L. ; PINTO, A. P. . A Pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Veterinária e Zootecnia (UNESP)**, v. 2013, p. 9, 2013.

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará**: Diagnóstico do município de Moraújo. Fortaleza: CPRM, 1998.

_____. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003.

_____. **Mapa de domínios e sub-domínios hidrogeológicos do Brasil**. Rio de Janeiro: CPRM, 2007. Escala 1:1.000.000.

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2010. Escala: 1:750.000.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Consultas realizadas: < <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. 2017.

CUNHA, F. S. S. **Condicionamento das Zonas de cisalhamento da região de Forquilha, Domínio Ceará Central**: uma abordagem integrada de sensoriamento remoto e geologia estrutural. Tese (Doutorado em Geodinâmica) - Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

ELIAS, D. Reestruturação produtiva da agricultura cearense: rumo a desintegração competitiva e à fragmentação do espaço agrário. In: SILVA, J. B.; CALVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2ª edição. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

FEIJÓ, C. A.; VALENTE, E. CARVALHO, P. G. M. Além do PIB: uma visão crítica sobre os avanços metodológicos na mensuração do desenvolvimento sócio econômico e o debate no Brasil contemporâneo. **Estatística e Sociedade**, n.2 (Nov), p.42-56, 2012.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo Fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.

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, p. 15-26, 2005.

FIGUEIREDO, M. A. Vegetação. In IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará.: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para cidade sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. _____. **Rodovia**. Funceme, 2010. Escala: 1: 750000.

_____. Consultas realizadas: < <http://www.funceme.br/index.php/perguntas-frequentes#site> >. 2017a.

_____. Consultas realizadas: <http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php>. 2017b.

_____. Consultas realizadas: < <http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/542-%C3%ADndice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1>>. 2017c.

GALVANI, E. ; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: GALVANI E.; LIMA, N. G. B. (Org.). **Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso**. Curitiba: Editora CRV, 2012.

GOMES, R. C. **Análise geoambiental da degradação do sistema e subsistemas da microbacia hidrográfica do riacho Carrapateiras–Tauá/CE**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional em Desenvolvimento em Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

GUERRA, M. D. F. **A problemática da desertificação nos sertões do Médio Jaguaribe, Ceará**: o contexto do município de Jaguaribe. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; LUSTOSA, J. P. G.. Revisitando a Teoria Geossistêmica de Bertrand no Século XXI: aportes para o GTP (?). **Geografia em Questão**, v. 05, p. 28-42, 2012a.

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; LUSTOSA, J. P. G. A pecuária, o algodão e a desertificação nos Sertões do Médio Jaguaribe - Ceará/Brasil. **Mercator (UFC)**, Fortaleza, v. 11, p. 103-112, 2012b.

GUIMARÃES, F. V. A.; DIÓGENES, J. W. P. Combinação de cultura. In: IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

GRANJA, J. M. M. Pecuária. In: In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

HIDROWEB. Sistema de Informações Hidrológicas. Consultas realizadas: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

_____. **Limite Político**. IBGE, 2007. Escala: 1:800.000.

_____. **Produção da Pecuária Municipal – 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 41, 2013a.

_____. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 28, 2013b.

_____. Consultas realizadas em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=231380&search=ceara|uruburetama|infograficos:-historico>>. 2016.

_____. Consultas realizadas em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. 2017.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal**: Alcântaras. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006a.

_____. **Perfil básico**

municipal: Amontada. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006b.

_____. **Perfil básico**

municipal: Apuiarés. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006c.

_____. **Perfil básico municipal**: Cariré. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006d.

_____. **Perfil básico**

municipal: Coreaú. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006e.

_____. **Perfil básico**

municipal: Forquilha. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006f.

_____. **Perfil básico**

municipal: Groaíras. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006g.

_____. **Perfil básico**

municipal: Irauçuba. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006h.

_____. **Perfil básico**

municipal: Itapajé. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006i.

_____. **Perfil básico**

municipal: Itapipoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006j.

_____. **Perfil básico**

municipal: Massapê. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006k.

_____. **Perfil básico**

municipal: Meruoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006l.

_____. **Perfil básico**

municipal: Miraíma. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006m.

_____. **Perfil básico**

municipal: Moraújo. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006n.

_____. **Perfil básico**

municipal: Mucambo. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006o.

_____. **Perfil básico**

municipal: Pentecoste. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006p.

_____. **Perfil básico**

municipal: Santana do Acaraú. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006q.

_____. **Perfil básico**

municipal: Senador Sá. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006r.

_____. **Perfil básico**

municipal: Sobral. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006s.

_____. **Perfil básico**

municipal: Tejuçuoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006t.

_____. **Perfil básico**

municipal: Trairi. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006u.

_____. **Perfil básico**

municipal: Tururu. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006v.

_____. **Perfil básico**

municipal: Umirim. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006w.

_____. **Perfil básico**

municipal: Uruburetama. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2006v.

_____. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) - 2006.** Fortaleza: IPECE, 2008.

_____. **Perfil básico**

municipal: Alcântaras. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009a.

_____. **Perfil básico**

municipal: Amontada. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009b.

_____. **Perfil básico**

municipal: Apuiarés. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009c.

_____. **Perfil básico municipal:** Cariré. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009d.

_____. **Perfil básico**

municipal: Coreaú. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009e.

_____. **Perfil básico**

municipal: Forquilha. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009f.

_____. **Perfil básico**

municipal: Groaíras. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009g.

_____. **Perfil básico**

municipal: Irauçuba. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009h.

_____. **Perfil básico**

municipal: Itapajé. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009i.

_____. **Perfil básico**

municipal: Itapipoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009j.

_____. **Perfil básico**

municipal: Massapê. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009k.

_____. **Perfil básico**

municipal: Meruoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009l.

_____. **Perfil básico**

municipal: Miraíma. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009m.

_____. **Perfil básico**

municipal: Moraújo. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009n.

_____. **Perfil básico**

municipal: Mucambo. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009o.

_____. **Perfil básico**

municipal: Pentecoste. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009p.

_____. **Perfil básico**

municipal: Santana do Acaraú. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009q.

_____. **Perfil básico**

municipal: Senador Sá. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009r.

_____. **Perfil básico**

municipal: Sobral. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009s.

_____. **Perfil básico**

municipal: Tejuçuoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009t.

_____. **Perfil básico**

municipal: Trairi. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009u.

_____. **Perfil básico**

municipal: Tururu. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009v.

_____. **Perfil básico**

municipal: Umirim. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009w.

_____. **Perfil básico**

municipal: Uruburetama. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2009v.

_____. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) - 2010.** Fortaleza: IPECE, 2011.

_____. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) - 2014.** Fortaleza: IPECE, 2015.

_____. **Perfil básico**

municipal: Alcântaras. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016a.

_____. **Perfil básico**

municipal: Amontada. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016b.

_____. **Perfil básico**

municipal: Apuiarés. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016c.

_____. **Perfil básico municipal:** Cariré. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016d.

_____. **Perfil básico**

municipal: Coreaú. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016e.

_____. **Perfil básico**

municipal: Forquilha. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016f.

_____. **Perfil básico**

municipal: Groaíras. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016g.

_____. **Perfil básico**

municipal: Irauçuba. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016h.

_____. **Perfil básico**

municipal: Itapajé. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016i.

_____. **Perfil básico**

municipal: Itapipoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016j.

_____. **Perfil básico**

municipal: Massapê. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016k.

_____. **Perfil básico**

municipal: Meruoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016l.

_____. **Perfil básico**

municipal: Miraíma. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016m.

_____. **Perfil básico**

municipal: Moraújo. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016n.

_____. **Perfil básico**

municipal: Mucambo. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016o.

_____. **Perfil básico**

municipal: Pentecoste. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016p.

_____. **Perfil básico**

municipal: Santana do Acaraú. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016q.

_____. **Perfil básico**

municipal: Senador Sá. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016r.

_____. **Perfil básico**

municipal: Sobral. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016s.

_____. **Perfil básico**

municipal: Tejuçuoca. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016t.

_____. **Perfil básico**

municipal: Trairi. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016u.

_____. **Perfil básico**

municipal: Tururu. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016v.

_____. **Perfil básico**

municipal: Umirim. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016w.

_____. **Perfil básico**

municipal: Uruburetama. Fortaleza: Secretaria do planejamento e coordenação, 2016v.

_____. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. PIB dos Municípios Cearenses – 2015. **IPECE Informe**, n. 121, 2017.

_____. Consultas realizadas em:

<www2.ipece.ce.gov.br/publicações/anuário/anuario2016/qualidade/indices/idh.htm.> 2018.

IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Índice de desenvolvimento municipal (IDM)**. Fortaleza: Edições IPLANCE, 1999.

_____. **Índice de desenvolvimento municipal (IDM) 2000**. Fortaleza: Edições IPLANCE, 2002.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. R. **Levantamento exploratório** – reconhecimento dos solos do Estado do Ceará. Volume 1. Recife: SUDENE, 1973.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F.S. (Orgs.). **Tempo e Clima: no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

KIELING L. M. **O índice de desenvolvimento humano: adaptações metodológicas e práticas no Brasil**. Monografia (Graduação em relações internacionais) - Curso de graduação em relações internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

KOHLER, H. C. A Escala na Análise Geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, V. 2, Nº1 p. 21-33, 2001.

LEITE, C. E. S.; FRANCELINO, F. C. P. Recursos Hídricos. . In: IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

LEITE, P. S. **Em busca do desenvolvimento rural do Ceará: coletânea de artigos**. Fortaleza: LCR, 2006.

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

LIMA, E. C. A Serra da Meruoca. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**. ano 1, n. 1, 1999.

LIMA, J. R. **Uma proposta de delimitação da área de degradação/desertificação de Canindé, Ceará**. (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015.

LIMA, T. F. M. **TerraME GIMS – Uma interface gráfica para a descrição de modelos ambientais para a plataforma TerraME**. Dissertação. (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). – Programa de Pós Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

LUSTOSA, J. P. G. **Caracterização morfológica, micromorfológica e mineralógica de três toposseqüências no município de Irauçuba-ce e suas relações com o processo de desertificação**. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

MACHADO, R. A. S.; LOBAO, J. S. B.; VALE, R. M. C.; SOUZA, A. P. M. J. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011, Curitiba. **Anais** do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2011.

MAGALHÃES, K. A. Agropecuária. In: BARRETO, F. A.; MENESES, A. S. B (Orgs.). **Desenvolvimento econômico do Ceará: evidências recentes e reflexões**. Fortaleza: IPECE, 2014.

MAIA, R, P.; BEZERRA, F. H. B. **Tópicos especiais de geomorfologia estrutural: nordeste brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2014a.

_____. Condicionamento estrutural do relevo no nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 133-147, jan./abr. 2014b.

_____. Geomorfologia e Mapeamento Temático da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, Nordeste do Brasil. **Revista GeoNorte**, v. N4 V1, p. p 510, 2012.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H.R.; CLAUDINO-SALES, V. C. Vales Fluviais do NE: Considerações Geomorfológicas. **Okara: Geografia em Debate**, v.2, n.2, p. 177-189, 2008.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L.; BEZERRA, F. H. R.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá - NE do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, p. 239, 2015.

MARTINELLI, M. **Os mapas da geografia e cartografia temática**. 5. ed., 2ª Reimpressão. São Paulo: Contexto, 2010.

MASCENA, A. M. **Diagnóstico da ocorrência de micro-organismos simbiotes em áreas sob processo de desertificação no município de Irauçuba, Ceará**. Tese (Doutorado em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas) - Programa de pós-graduação em agronomia / solos e nutrição de plantas, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

_____. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C. S.; MATALLO JÚNIOR, H. (Orgs.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999.

MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F.S. (Orgs.). **Tempo e Clima: no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MELO, R. C.; PEREIRA L. H. M. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. – PLGB. Serrinha – Folha SC.24-Y-D**. Estado da Bahia. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

MENDONÇA, F. A.. **Geografia Física: ciência humana?** São Paulo. 4ª ed. Editora Contexto. 1996.

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

MIGÓN, P. Inselberg. In: GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. Routledge: London, 2004.

MOREIRA, A. A. N. Relevo. In: FIBGE, **Geografia do Brasil: Região nordeste**. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.

MORO, M. F. ; MACEDO, M. B. ; MOURA-FÉ, M. M. ; CASTRO, A. S. F. ; COSTA, R. C. . Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia (Online)**, v. 66, p. 717-743, 2015

MOURA, A. C. A. **Falhas sismogênicas no granito Meruoca, Sobral, Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MOURA – FÉ, M. M. **Evolução geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: gênese, modelagem e conservação**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MUNIZ, A. C. F. **Condicionantes naturais e sócioeconômicos da desertificação nos trechos médio e baixo do vale do Jaguaribe no Estado do Ceará**.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional em Desenvolvimento em Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no nordeste brasileiro**: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2006.

_____. Conceitos e teorias sobre desertificação em bacias hidrográficas - subsídios para abordagens metodológicas. In: V Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. **Anais do vi seminário latino-americano de Geografia Física II seminário ibero-americano de Geografia Física**. Coimbra: Ed. da Universidade de Coimbra, 2010.

NIMER, E. Climatologia Nordeste da Região do Brasil: Introdução Climatologia Dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2 (Abr-Jun), p.3-51, 1972.

_____. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**. IBGE, v.50, n.1, p.7-39, 1988.

NOLÊTO, T. M. S. J. **Suscetibilidade Geoambiental das terras secas da microrregião de Sobral/CE à desertificação**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional em Desenvolvimento em Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

OLIVEIRA, R. F. V.; MOREIRA, J. A. Um breve estudo sobre a serra da Meruoca e as suas potencialidades no semiárido cearense. In: VII Congresso brasileiro de Geógrafos, 2014, Vitória-ES. **ANAIS DO VII CBG**. Vitória-ES: AGB, 2014.

OLIVEIRA, V. P. V. **Prospección, Caracterización y cartografía edafopaisajística em uma região montañosa del semiárido brasileño**: la Sierra de Uruburetama (Sertão Nordestino – Ceará – Brasil). Tesis (Doctoral em Ciencias) - Departamento de edafología y Química Agrícola, Universidad de Almería, Almería, 2002.

_____. Sustainable use of natural resources in the municipality of Tauá-Ceará. In: GAISER, T.; KROL, M.; FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J.C. (Eds.). **Global change and regional impacts**. Nova Iorque: Springer, 2003.

_____. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará – Brasil. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A.; (orgs) **Litoral e Sertão**: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

_____. Indicadores biofísicos de Desertificação, Cabo Verde/ África. **Revista Mercator (UFC)**, v. 10, p. 147-168, 2011.

OLIVEIRA, V. P. V.; SOUZA, M. J. N. Registros de Cambio Climático en Región Semiárida en el Sector Occidental de la Sierra de Uruburetama -Ceará: La

Morfogénesis y la Formación Superficial. In: **Anais...** 14^a Encontro de Geógrafos de América Latina, 2013, Lima. 14^a Encontro de Geógrafos de América Latina: Reencuentro de Saberes Territoriales Latinoamericanos. Lima: Unión Geográfica Internacional, 2013.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3^a ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. RABELO, F. D. B. Aspectos Pedológicos e suas relações com processos morfodinâmicos na Serra de Baturité. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora S/A, 2011.

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

PETERSEN, J. F.; SACK, D.; GABLER, R. E. **Fundamentos de Geografia Física**. Tradução: VISCONTI, S. A.; NASCIMENTO, T. H. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PINHEIRO, R. A. B. **Análise do processo de degradação/desertificação na bacia do Riacho Feiticeiro, com base no DFC, município de Jaguaribe-Ceará**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional em Desenvolvimento em Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

PINHEIRO, R. M. P. **Sub-bacias hidrográficas do Alto Juaribe (Tauá- CE) Vulnerabilidade ante a incidência de degradação/desertificação**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional em Desenvolvimento em Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2015: O Trabalho como Motor do Desenvolvimento Humano**. Washington DC: PNUD, 2015.

_____. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013.

PRADO, F. S.; MENDONÇA, J. C. G. S.; MORAIS, J. B. A.; MEDEIROS, M. F.; ASSUNÇÃO, P. R. S.; ANDRADE, V. A.; MEDEIROS, R. P. **Projeto Martinópole**. Volume 1. Recife: CPRM, 1979.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T ; ROCHA, R. P. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **Terrae Didatica (Impresso)**, v. 8, p. 34-50, 2012.

RÊGO, A.H. **Os sertões e os desertos: o combate à desertificação e a política externa brasileira**. Brasília: FUNAG, 2012.

ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; FACHINELLO, A.; CÂNDIDO, L. A.; SILVA, C. R.; SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra Feições Ilustradas**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade /UFRGS, 2003.

SALES, M. C. L. ; OLIVEIRA, J. G. B. Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A.; (orgs) **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

SALES, M.C.L.; OLIVEIRA; J. G. B. DANTAS, S. P. Classificação climática de Thornthwaite e Mather aplicada ao estado do Ceará. 1ª aproximação: segundo o índice efetivo de umidade. In: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2010, **Anais: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, Fortaleza, 2010.

SAMPAIO, E. V. B.; YONY, S.; VITAL, T.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2003.

SANN, J. G. O papel da cartografia temática nas pesquisas ambientais. **Revista do Departamento de Geografia USP**, São Paulo, V.16, p. 61-69, 2005.

SANTOS, J.O; SOUZA, M.J.N. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. In: **Boletim Goiano de Geografia**. v.34. n. 2, 2014.

SILVA, A. J. F.; AZEVEDO, M. R.; VALLE AGUADO, B. NOGUEIRA NETO, J. A. Granulitos máficos e enderbíticos do Complexo de Granja (NW Ceará, Brasil). **Comunicações Geológicas**, 101, Especial I, 209-212, 2014.

SILVA, M. S. L. **Caracterização e gênese do adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SILVA, M. V. C. **Análise geoambiental: subsídios ao planejamento agrícola da serra de Uruburetama – CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOARES, J. W. L. **Meruoca: cidade de lazer, turismo e possibilidades no sertão cearense**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

SOARES, L. P. **Caracterização climática do estado do Ceará com base nos agentes da circulação regional produtores dos tipos de tempo**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SOTCHAVA, V.B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia (14)**. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo, 1978.

SOUSA, M. L. M. **Susceptibilidade à degradação/desertificação na sub-bacia hidrográfica do Riacho Feiticeiro (Ceará/ Brasil) e na microbacia da Ribeira Grande (Santiago/ Cabo Verde)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SOUZA, J. O. P. Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial – uma revisão de conceitos. **Caminhos da Geografia**, v. 14, n. 46, p. 224–233, 2013.

SOUZA, M. J. N. **A Ibiapaba e a depressão periférica ocidental do Ceará**. 3º. Enc. Nac. de Geog. AGB, UFC, SUDEC, Fortaleza, 1978.

_____. **Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú/Coreaú – Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1981.

_____. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia da UFC**. Fortaleza, n. 1, p. 73-91, jun, 1988.

_____. Geomorfologia. In: IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989a.

_____. Geomorfologia. In: IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989b. Escala: 1: 500.000.

_____. Hipsometria. In: IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989c

_____. Hipsometria. In: IPLANCE. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989d. Escala: 1: 500.000.

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

SOUZA, J. M. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Semi-árido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca. In: José Lugo Hubp. (Org.). **Desastres Naturales em América latina**. Mexico: Fondo de cultura Econômica, 2002.

_____. Os Enclaves Úmidos e Sub-Úmidos do Semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Mercator (Fortaleza. Online)**, v. I, p. 85-102, 2006.

_____. **Análise Ambiental - Uma Prática da Interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa**. Rede: Revista Eletrônica do Prodema, v. 7, p. 42-59, 2011.

SOUZA, M. J. N.; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Estado do Ceará. **Ciên. Agron**, N. 9 p. 77-86, 1979.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, J. G. B.; LINS, R. C.; JATOBA, L. **Condições Geo-Ambientais do Semi-Árido Brasileiro**. Notas e Comunicações de Geografia. Serie B, Textos Didáticos, v. 15, p. 13-19, 1996.

SOUZA, M. B.; MARIANO, Z. F. Geografia física e a questão ambiental no Brasil. **Geosp (USP)**, v. 23, p. 77-98, 2008.

STEFFAN, E. R. Hidrografia. In: FIBGE, **Geografia do Brasil**: Região nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Mapa exploratório - reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Escala: 1: 600.000. Recife: SUDENE/EMBRAPA, 1973.

SUDENE; BRASIL. Ministério do Exército. DSG. **Bela Cruz**. Rio de Janeiro. 1972a 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-I. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S. 40°00' - 40°30'W.

_____. **Frecheirinha**. Rio de Janeiro 1972f. 62 x 74 cm Folha SA.24-Y-CVI. Escala 1:100 000. 3°30' - 4°00'S 40°30'-41°00'W

_____. **Irauçuba**. Rio de Janeiro 1972g 62 x 74 cm Folha SA.24-Y-D-V Escaia V100 000. 3°30' - 4°00'S, 39°30' - 40°00'W

_____. **Itapipoca**. Rio de Janeiro, 1972b. 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-II. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S, 39°30' - 40°00'W

_____. **Paracuru**. Rio de Janeiro. 1972c. 62 x 74 cm. Folha SA.24-Y-D-III. Escala 1:100.000. 3°00' - 3°30'S, 39°00' - 39°30'W

_____. **São Luiz do Curu**. Rio de Janeiro. 1972e 62 x 74 cm Folha SA 24-YD-VI. Escala 1:100 000 3°30' - 4°00'S. 39°00' - 39°30'W

_____. **Sobral**. Rio de Janeiro. 1972h 62 x 74 cm Folha SA 24-Y-C-III Escala 1:100 000 3°00' - 3°30'S. 40°30' - 41°00'W.

SUERTEGARAY, D.M.A. Pesquisa de campo em Geografia. **GEOgraphia (UFF)**, Niterói/RJ, v. 7, p. 92-99, 2002a.

_____. **Geografia Física e Geomorfologia: uma (Re) leitura**. 1. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2002b.

TEIXEIRA, M. D. J.; SOUSA, L. V. C.; FARIA, A. M. M. 2017. Bem-estar fundamental e econômico: uma análise crítica do PIB e dos indicadores de suscetibilidade. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v6, n.1, p.4 – 40 (Abr./Set.), 2017.

TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B.; MELFI, A. J. Intemperismo e Formação de solo. In: **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Superintendência de Recursos Naturais e Meio

Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE/ SUPREN, 1977.

TRIGUEIRO, E. R. C.; OLIVEIRA, V. P. V.; BEZERRA, C. L. F. Indicadores Biofísicos e a Dinâmica da Degradação/Desertificação no Bioma Caatinga: estudo de caso no município de Tauá Ceará. **Rede: Revista Eletrônica do Prodepa**, v. I, p. 1-25, 2009.

TROMPIERI NETO, N. Evolução do Produto Interno Bruto (PIB). In: BARRETO, F. A.; MENESES, A. S. B (Orgs.). **Desenvolvimento econômico do Ceará: evidências recentes e reflexões**. Fortaleza: IPECE, 2014.

VERAS JUNIOR, A. S. Extrativismo Vegetal. In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

UNEP. United Nations Environment Programme. **World Atlas of Desertification**. Londres: UNEP/Edward Arnold, 1992.

USGS. United States Geological Survey . 2018. Disponível em: <<https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/fs-2004-3072.html>>. Acesso: 14 de abril de 2018.

VIANA, C. F. G. **Da seca como episódio à desertificação como processo: uma questão (não)institucionalizada**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de desenvolvimento sustentável, Universidade de Brasília. Brasília, 2013.

WHITE, K. Pediment. In: GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. Routledge: London, 2004.

ZANELLA, M. E. Caracterização Climática e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W.; CAVALCANTE, T. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2ªed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Considerações sobre o clima e a hidrografia do maciço de Baturité. In: BASTOS, F. H. (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora S/A, 2011.

APÊNCIDE A - DADOS DOS BALANÇOS HIDRICOS DOS POSTOS MIRAÍMA, MERUOCA E ITAPAJÉ.

POSTO MIRAÍMA															
Extrato do Balanço Hídrico			Balanço Hídrico Normal				Capacidade de Armazenamento			Deficiência, Exedente, Retirada e Reposição Hídrica					
MÊS	DEF(-)	EXC	MÊS	Prec	ETP	ETR	MÊS	CAD	ARM	(mm)	EXC	DEF	RET	REP	
Jan	-45,35	0,00	Jan	117,40	162,75	117,40	Jan	70,00	0,00	Jan	0,00	-45,35	0,00	0,00	
Fev	-35,31	0,00	Fev	101,23	136,54	101,23	Fev	70,00	0,00	Fev	0,00	-35,31	0,00	0,00	
Mar	0,00	0,00	Mar	180,59	131,08	131,08	Mar	70,00	49,51	Mar	0,00	0,00	0,00	49,51	
Abr	0,00	32,26	Abr	174,70	121,96	121,96	Abr	70,00	70,00	Abr	32,26	0,00	0,00	20,49	
Mai	-5,26	0,00	Mai	101,93	130,93	125,68	Mai	70,00	46,25	Mai	0,00	-5,26	-23,75	0,00	
Jun	-62,35	0,00	Jun	34,82	131,86	69,51	Jun	70,00	11,56	Jun	0,00	-62,35	-34,69	0,00	
Jul	-115,58	0,00	Jul	12,95	138,16	22,58	Jul	70,00	1,93	Jul	0,00	-115,58	-9,63	0,00	
Ago	-159,44	0,00	Ago	2,00	163,18	3,74	Ago	70,00	0,19	Ago	0,00	-159,44	-1,74	0,00	
Set	-168,33	0,00	Set	0,00	168,51	0,18	Set	70,00	0,02	Set	0,00	-168,33	-0,18	0,00	
Out	-179,10	0,00	Out	1,53	180,65	1,54	Out	70,00	0,00	Out	0,00	-179,10	-0,02	0,00	
Nov	-175,00	0,00	Nov	1,23	176,23	1,23	Nov	70,00	0,00	Nov	0,00	-175,00	0,00	0,00	
Dez	-169,42	0,00	Dez	8,53	177,96	8,53	Dez	70,00	0,00	Dez	0,00	-169,42	0,00	0,00	

POSTO ITAPAJÉ															
Extrato do Balanço Hídrico			Balanço Hídrico Normal				Capacidade de Armazenamento			Deficiência, Exedente, Retirada e Reposição Hídrica					
MÊS	DEF(-)	EXC	MÊS	Prec	ETP	ETR	MÊS	CAD	ARM	(mm)	EXC	DEF	RET	REP	
Jan	-38,31	0,00	Jan	94,32	132,63	94,32	Jan	70,00	0,00	Jan	0,00	-38,31	0,00	0,00	
Fev	0,00	0,00	Fev	121,51	113,83	113,83	Fev	70,00	7,68	Fev	0,00	0,00	0,00	7,68	
Mar	0,00	5,39	Mar	181,48	113,77	113,77	Mar	70,00	70,00	Mar	5,39	0,00	0,00	62,32	
Abr	0,00	98,94	Abr	208,07	109,14	109,14	Abr	70,00	70,00	Abr	98,94	0,00	0,00	0,00	
Mai	-0,90	0,00	Mai	103,48	114,98	114,09	Mai	70,00	59,39	Mai	0,00	-0,90	-10,61	0,00	
Jun	-15,99	0,00	Jun	65,65	109,10	93,11	Jun	70,00	31,93	Jun	0,00	-15,99	-27,47	0,00	
Jul	-61,39	0,00	Jul	27,39	111,05	49,66	Jul	70,00	9,66	Jul	0,00	-61,39	-22,26	0,00	
Ago	-116,16	0,00	Ago	1,83	126,01	9,85	Ago	70,00	1,64	Ago	0,00	-116,16	-8,02	0,00	
Set	-128,04	0,00	Set	0,15	129,56	1,53	Set	70,00	0,26	Set	0,00	-128,04	-1,38	0,00	
Out	-134,19	0,00	Out	2,41	136,82	2,63	Out	70,00	0,04	Out	0,00	-134,19	-0,22	0,00	
Nov	-131,47	0,00	Nov	2,01	133,51	2,04	Nov	70,00	0,01	Nov	0,00	-131,47	-0,03	0,00	
Dez	-126,25	0,00	Dez	14,29	140,55	14,30	Dez	70,00	0,00	Dez	0,00	-126,25	0,00	0,00	

POSTO MERUOCA															
Extrato do Balanço Hídrico			Balanço Hídrico Normal				Capacidade de Armazenamento			Deficiência, Exedente, Retirada e Reposição Hídrica					
MÊS	DEF(-)	EXC	MÊS	Prec	ETP	ETR	MÊS	CAD	ARM	(mm)	EXC	DEF	RET	REP	
Jan	0,00	36,68	Jan	192,49	85,95	85,95	Jan	70,00	70,00	Jan	36,68	0,00	0,00	69,87	
Fev	0,00	183,30	Fev	258,59	75,29	75,29	Fev	70,00	70,00	Fev	183,30	0,00	0,00	0,00	
Mar	0,00	231,27	Mar	309,57	78,30	78,30	Mar	70,00	70,00	Mar	231,27	0,00	0,00	0,00	
Abr	0,00	217,58	Abr	294,00	76,42	76,42	Abr	70,00	70,00	Abr	217,58	0,00	0,00	0,00	
Mai	0,00	91,47	Mai	174,83	83,36	83,36	Mai	70,00	70,00	Mai	91,47	0,00	0,00	0,00	
Jun	-0,27	0,00	Jun	74,85	81,13	80,86	Jun	70,00	63,99	Jun	0,00	-0,27	-6,01	0,00	
Jul	-17,16	0,00	Jul	32,33	82,02	64,86	Jul	70,00	31,47	Jul	0,00	-17,16	-32,52	0,00	
Ago	-57,69	0,00	Ago	10,53	89,50	31,82	Ago	70,00	10,18	Ago	0,00	-57,69	-21,28	0,00	
Set	-81,64	0,00	Set	0,92	89,89	8,25	Set	70,00	2,86	Set	0,00	-81,64	-7,33	0,00	
Out	-77,26	0,00	Out	11,92	91,12	13,86	Out	70,00	0,92	Out	0,00	-77,26	-1,94	0,00	
Nov	-77,66	0,00	Nov	8,23	86,51	8,85	Nov	70,00	0,30	Nov	0,00	-77,66	-0,62	0,00	
Dez	-58,11	0,00	Dez	32,60	90,88	32,77	Dez	70,00	0,13	Dez	0,00	-58,11	-0,17	0,00	

APÊNDICE B - DADOS DAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS A

ALCANTARAS				AMONTADA				APIARÉS				GROAÍRAS				IRAUÇUBA				MASSAPÉ								
Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS							
	2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016	2006	2011	2016		
Banana	562	797	44	Banana	195	105	39	Algodão arbóreo (em caroço)	1	1	0	Algodão arbóreo (em caroço)	7	0	0	Banana	125	114	12	Banana	2.380	2.800	500					
Café	2	6	0	Castanha de caju	2.539	1.806	552	Banana	279	309	21	Banana	58	55	0	Castanha de caju	2	3	1	Castanha de caju	8	15	1					
Castanha de caju	821	917	141	Manga	62	40	37	Castanha de caju	33	17	10	Castanha de caju	3	4	0	Manga	50	29	7	Castanha de caju	285	1.000	96					
Laranja	48	54	10	Algodão herbáceo (em caroço)	18	0	0	Laranja	42	26	0	Manga	14	28	0	Mamão	0	0	15	Laranja	55	70	19					
Mamão	152	320	83	Batata - doce	288	325	108	Mamão	440	754	154	Arroz (em casca)	30	42	0	Goiaba	0	0	1	Limão	23	28	17					
Cana-de-açúcar	1.862	2.573	119	Cana-de-açúcar	358	448	0	Manga	80	66	15	Algodão herbáceo (em caroço)	160	443	0	Feijão (em grão)	1.696	2.088	675	Mamão	280	240	125					
Feijão (em grão)	1.011	1.305	169	Feijão (em grão)	2.521	2.297	581	Goiaba	0	0	20	Feijão (em grão)	587	683	154	Mamona (baga)	34	139	20	Manga	2.400	2.440	2.232					
Mamona (baga)	8	70	3	Mandioca	51.323	55.200	14.407	Feijão (em grão)	255	556	51	Mandioca	272	308	69	Mandioca	73	81	5	Mamona (baga)	0	80	0					
Mandioca	1.804	1.880	208	Milho (em grão)	4.216	4.440	323	Mandioca	193	150	10	Milho (em grão)	660	1.150	362	Milho (em grão)	2.826	4.433	250	Arroz (em casca)	45	84	0					
Manga	8	8	56	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Mamona (baga)	395	901	80	Mamona (baga)	0	15	0	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Canva-de-açúcar	2.035	2.033	108					
Milho (em grão)	820	1.029	162	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Feijão (em grão)	1.447	1.143	177						
Área Colhida (Hectares)	ANOS			2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Mandioca	14.000	11.811	126						
Banana	76	106	30	Banana	68	39	39	Castanha de caju	2.133	2.144	1.973	Algodão arbóreo (em caroço)	6	0	0	Castanha de caju	2	4	3	Milho (em grão)	1.743	882	128					
Café	3	7	0	Manga	15	8	11	Manga	1	0	0	Banana	19	20	0	Manga	10	5	8	Algodão arbóreo (em caroço)	0	4	0					
Castanha de caju	2.650	2.653	1.410	Algodão herbáceo (em caroço)	13	0	0	Banana	113	121	38	Castanha de caju	3	5	0	Mamão	0	0	17	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS							
Laranja	4	5	2	Batata - doce	86	130	162	Laranja	27	22	28	Manga	5	8	0	Goiaba	0	0	2	2006	2011	2016						
Mamão	4	9	4	Cana-de-açúcar	22	33	0	Arroz (em casca)	10	10	0	Arroz (em casca)	15	33	0	Feijão (em grão)	1.922	3.649	2.548	Banana	547	1.260	569					
Manga	1	1	8	Feijão (em grão)	2.482	4.005	2.108	Mamão	153	457	143	Mamona (baga)	6	17	0	Mamona (baga)	10	156	26	Café	18	45	7					
Cana-de-açúcar	38	52	6	Mandioca	4.208	12.144	3.818	Manga	16	13	9	Mandioca	615	1.182	678	Mandioca	8	17	4	Castanha de caju	260	1.485	334					
Feijão (em grão)	1.890	2.350	840	Milho (em grão)	1.506	2.355	242	Goiaba	0	0	43	Mandioca	41	61	35	Milho (em grão)	1.127	2.814	188	Laranja	14	35	24					
Mamona (baga)	8	220	20	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Feijão (em grão)	323	965	204	Milho (em grão)	297	549	364	Limão	12	13	17									
Mandioca	198	188	47	2006	2011	2016	Mandioca	22	29	15	Mamona (baga)	0	16	0	Mamão	100	95	99										
Milho (em grão)	1.025	1.400	580	Banana	22	15	6	Milho (em grão)	158	542	85	Área Colhida (Hectares)	ANOS			Banana	17	17	4	Mandioca	768	1.220	1.518					
Rendimento médio (Quilogramas por Hectares)	ANOS			2006	2011	2016	Mamona (baga)	0	69	0	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Castanha de caju	15	14	15	Algodão arbóreo (em caroço)	0	6	0				
Banana	7.394	7.518	1.467	8	8	8	Área Colhida (Hectares)	ANOS			2006	2011	2016	2006	2011	2016	Manga	5	3	1	Arroz (em casca)	27	78	0				
Café (beneficiado)	666	857	0	Algodão herbáceo (em caroço)	25	0	0	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Mamão	0	0	1	Canva-de-açúcar	81	101	7				
Castanha de caju	309	345	100	Batata - doce	48	50	18	Algodão arbóreo (em caroço)	5	2	0	Castanha de caju	8	9	0	Goiaba	0	0	1	Feijão (em grão)	1.868	2.342	726					
Laranja	12.000	10.800	5.000	Castanha de caju	11	14	0	Banana	31	34	6	Manga	1	2	0	Feijão (em grão)	4.710	5.070	5.000	Mandioca	2.100	2.952	52					
Mamão	38.000	35.555	20.750	Feijão (em grão)	7.312	7.365	4.849	Castanha de caju	165	121	95	Arroz (em casca)	35	47	0	Mamona (baga)	57	617	40	Milho (em grão)	854	441	109					
Cana-de-açúcar	8.000	8.000	7.000	Mandioca	6.038	6.000	3.410	Laranja	6	4	0	Canva-de-açúcar	5	14	0	Mandioca	9	10	2	Mamona (baga)	0	68	0					
Feijão (em grão)	49.000	49.480	19.833	Milho (em grão)	7.027	7.140	4.680	Mamão	11	19	7	Feijão (em grão)	1.752	1.265	960	Milho (em grão)	4.710	5.360	5.000	Área Colhida (Hectares)	ANOS							
Manga	8.000	8.000	7.000	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Manga	8	7	5	Mandioca	34	41	14	2006	2011	2016	Banana	280	294	100						
Cana-de-açúcar	49.000	49.480	19.833	2006	2011	2016	Goiaba	0	0	4	Milho (em grão)	1.650	1.150	960	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Café	11	12	5				
Feijão (em grão)	534	555	180	Banana	8.863	7.000	6.500	Feijão (em grão)	554	1.055	820	Mamona (baga)	0	40	0	Banana	7.352	6.705	3.000	Castanha de caju	133	214	67					
Mamona (baga)	1.000	318	150	Castanha de caju	412	275	82	Mandioca	20	15	2	Algodão arbóreo (em caroço)	184	0	0	Castanha de caju	10.000	9.666	7.000	Laranja	2.716	2.722	1.915					
Mandioca	8.101	10.000	4.383	Manga	7.750	5.000	4.625	Milho (em grão)	570	835	1.000	Banana	8.285	7.857	0	Mamão	0	0	15.000	Limão	3	4	5					
Milho (em grão)	800	735	279	Algodão herbáceo (em caroço)	720	0	0	Mamona (baga)	0	200	0	Castanha de caju	375	444	0	Goiaba	0	0	1.000	Mamão	10	8	10					
Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Batata - doce	6.000	6.500	6.000	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			2006	2011	2016	2006	2011	2016	Feijão (em grão)	360	411	135							
Banana	183	278	77	Cana-de-açúcar	32.545	32.000	0	Algodão arbóreo (em caroço)	200	500	0	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Algodão arbóreo (em caroço)	596	225	500							
Café	5	17	0	Feijão (em grão)	344	1.030	120	Banana	9.000	9.088	3.500	Castanha de caju	14.000	14.000	0	2006	2011	2016	Mandioca	8.111	8.100	2.500						
Castanha de caju	792	1.159	472	Mandioca	8.500	9.200	4.225	Castanha de caju	200	140	105	Canva-de-açúcar	857	893	0	2006	2011	2016	Milho (em grão)	600	827	50						
Laranja	14	21	10	Milho (em grão)	599	621	69	Mamona (baga)	0	300	0	Feijão (em grão)	32.000	31.642	0	2006	2011	2016	Canva-de-açúcar	37	41	6						
Mamão	55	112	77	Área Colhida (Hectares)	ANOS			2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Feijão (em grão)	3.249	1.975	1.335								
Manga	3	2	40	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Mandioca	1.400	1.270	41									
Feijão (em grão)	1.155	1.425	620	Banana	1.036	1.250	160	Manga	40.000	39.684	22.000	Mandioca	8.000	7.512	4.929	Milho (em grão)	2.560	1.470	1.280									
Mamona (baga)	3	77	4	Castanha de caju	104	124	1	Manga	10.000	9.428	3.000	Milho (em grão)	400	1.000	377	Mamona (baga)	0	242	0									
Mandioca	240	470	162	Feijão (em grão)	358	774	9	Goiaba	0	0	5.000	Mamona (baga)	0	375	0	ITAPIPOCA	ANOS											
Milho (em grão)	303	411	152	Mamão	154	190	16	Algodão herbáceo (em caroço)	460	1.164	62	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS									
Canva-de-açúcar	66	154	10	Mamão	270	525	15	Mamona (baga)	0	300	0	Banana	38.688	32.091	11.780	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Abacate	48	0	0			
Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Manga	2.000	2.150	300	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Algodão arbóreo (em caroço)	16	0	0				
Banana	528	656	300	Maracujá	30	45	23	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Banana	25.790	18.792	16.694		
Castanha de caju	26	23	3	Cana-de-açúcar	10.500	10.750	418	Algodão herbáceo (em caroço)	0	12	0	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Café	11	9	5	
Laranja	33	33	0	Feijão (em grão)	315	582	128	Banana	176	260	33	Castanha de caju	6	38	2	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Castanha de caju	6.350	4.557	1.085
Limão	7	9	7	Mamona (baga)	8	25	0	Castanha de caju	6	38	2	Algodão arbóreo (em caroço)	126	98	46	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Mamão	1.104	350	0
Mamão	117	170	140	Mandioca	2.000	2.327	468	Laranja	28	65	5	Laranja	8	9	1	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Manga	1.104	350	0
Manga	20	33	23	Milho (em grão)	307	575	83	Manga	12	55	27	Mamão	90	193	102	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	Castanha de caju	6.350	4.557	1.085
Goiaba	0	0	6	Tomate	91	161	0	Arroz (em casca)	13	13	0	Canva-de-açúcar	417	402	364	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2016	2006	2011	2	

APÊNDICE C - DADOS DAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS B

SOBRAL				SANTANA DO ACARAU				MUCAMBO				SENADOR SÁ				TRAIRI				URUBURETAMA				
Quantidade Produzida (em toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS							
	2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016		2006	2011	2016	2006	2011	2016		
Banana	1.080	1.370	197	Banana	750	998	20	Banana	178	198	2	Banana (cacho)	33	60	5	Banana	766	720	429	Abacate	115	104	90	
Castanha de caju	194	216	43	Castanha de caju	3.085	3.197	283	Castanha de caju	98	171	9	Castanha de caju	55	142	10	Castanha de caju	4.505	2.882	1.211	Banana	26.435	23.800	11.261	
Goiaba	63	0	50	Mamão	270	493	20	Laranja	24	18	6	Manga	10	10	15	Goiaba	3	11	0	Castanha de caju	2	1	1	
Laranja	190	197	70	Manga	216	232	120	Manga	8	10	30	Arroz (em casca)	60	78	3	Manga	144	96	93	Laranja	75	88	25	
Limão	53	0	14	Maracujá	18	19	0	Arroz (em casca)	638	499	18	Arroz (em casca)	645	730	63	Batata - doce	423	492	308	Laranja	7	8	8	
Mamão	162	349	60	Algodão arbóreo (em caroço)	0	2	0	Caná-de-açúcar	689	1.386	0	Mamona (baga)	28	77	0	Caná-de-açúcar	7.240	8.400	5.544	Mamão	132	253	243	
Manga	125	130	187	Goiaba	0	106	0	Feijão (em grão)	762	760	265	Mandioca	7.200	11.328	890	Feijão (em grão)	1.485	1.628	558	Manga	860	863	844	
Maracujá	57	149	0	Limão	0	69	0	Mandioca	3.273	3.572	178	Milho (em grão)	875	924	80	Mandioca	36.522	30.528	16.800	Pimenta-do-reino	2	0	0	
Uva	13	35	0	Algodão herbáceo (em caroço)	0	11	0	Milho (em grão)	896	1.542	420	Mamona (baga)	0	22	0	Milho (em grão)	2.365	2.847	588	Arroz (em casca)	85	133	58	
Algodão arbóreo (em caroço)	0	2	0	Feijão (em grão)	1.074	1.387	555	Mamona (baga)	0	22	0	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Caná-de-açúcar	50	131	106	
Arroz (em casca)	60	60	2	Arroz (em casca)	0	195	0	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Banana (cacho)	2006	2011	2016	Valor da Produção (Mil Reais)	ANOS			Feijão (em grão)	170	213	67	
Caná-de-açúcar	1.200	1.489	297	Mandioca	14.000	6.080	900	2006	2011	2016	Castanha de caju	45	201	35	Banana	171	171	172	Mamona (baga)	1	60	15		
Feijão (em grão)	2.532	4.498	848	Melancia	602	738	160	2011	2016	2016	Manga	4	3	14	Castanha de caju	3.784	3.509	4.142	Mandioca	90	90	139		
Mandioca	3.800	7.298	540	Milho (em grão)	1.394	2.075	912	2016	2016	2016	Goiaba	29	72	3	Goiaba	3	13	0	Milho	399	424	198		
Milho (em grão)	5.586	7.098	1.123	Valor da Produção (Mil Reais)	ANO			2006	2011	2016	Laranja	8	9	6	Manga	36	20	28	Fava	0	0	63		
Algodão herbáceo (em caroço)	0	7	0	2006	2011	2016	Banana	188	349	26	Manga	3	3	11	Batata - doce	140	212	462	Valor da Produção (Mil Reais)	ANO				
Mamona (baga)	0	220	9	2011	2016	2016	Banana	319	474	17	Caná-de-açúcar	1.019	2.265	405	Mandioca	447	546	396	2006	2011	2016			
Valor da produção (mil reais)	ANOS			Castanha de caju	2.613	4.108	807	Caná-de-açúcar	26	69	0	Milho (em grão)	392	471	66	Feijão (em grão)	1.589	2.979	2.108	2011	2016	2016		
2006	2011	2016	2006	2011	2016	Mamão	888	1.455	1.230	Arroz (em casca)	888	1.455	1.230	Mandioca	2.995	6.716	5.712	8.866	8.333	10.698				
Banana	344	463	483	Manga	65	104	106	Mandioca	491	893	67	Castanha de caju	442	442	317	Milho (em grão)	914	1.484	447	24	76	140		
Castanha de caju	182	279	129	Maracujá	11	14	0	Milho (em grão)	354	929	336	Banana (cacho)	5	9	1	Área Colhida (Hectares)	ANOS			Castanha de caju	65	126	70	
Goiaba	43	0	125	Algodão arbóreo (em caroço)	0	3	0	Castanha de caju	1	1	3	Castanha de caju	1	1	3	2006	2011	2016	Laranja	1	2	9		
Laranja	68	98	140	Goiaba	0	83	0	Mamona (baga)	0	24	0	Banana	86	90	72	2011	2016	2016	Mamão	41	153	289		
Limão	20	0	27	Limão	0	28	0	Área Colhida (Hectares)	ANOS			Castanha de caju	11	262	11.672	2006	2011	2016	Manga	176	176	422		
Mamão	55	129	93	Algodão herbáceo (em caroço)	0	17	0	2006	2011	2016	Banana	55	78	6	Goiaba	3	3	0	Pimenta-do-reino	10	0	0		
Manga	40	58	224	Feijão (em grão)	1.214	2.378	1.943	Banana	20	22	4	Arroz (em casca)	1.805	1.795	450	Manga	16	16	16	Arroz (em casca)	53	112	116	
Maracujá	38	104	0	Mamona (baga)	0	214	0	Castanha de caju	306	380	150	Feijão (em grão)	80	250	0	Batata - doce	65	82	56	Caná-de-açúcar	2	5	6	
Uva	20	66	0	Mandioca	2.100	1.276	315	Laranja	2	2	1	Mandioca	900	1.150	162	Caná-de-açúcar	180	200	176	Feijão (em grão)	202	353	310	
Algodão arbóreo (em caroço)	0	3	0	Melancia	151	190	49	Manga	1	1	3	Milho (em grão)	1.750	1.650	450	Feijão (em grão)	4.112	4.825	3.737	Mamona (baga)	0	68	15	
Arroz (em casca)	27	44	2	Milho (em grão)	641	1.203	912	Arroz (em casca)	580	510	258	Caná-de-açúcar	13	28	0	Mandioca	4.058	3.392	3.500	Mandioca	11	17	57	
Caná-de-açúcar	48	77	16	Área Colhida (Hectares)	ANOS			Feijão (em grão)	2.380	2.340	2.210	Banana (cacho)	6.600	6.666	5.000	Feijão (em grão)	4.042	4.745	3.675	Milho	131	253	178	
Feijão (em grão)	3.014	7.453	3.287	2006	2011	2016	Mandioca	385	440	33	Castanha de caju	124	321	32	Arroz (em casca)	8.906	8.000	5.958	Fava	0	0	1.030		
Mandioca	509	2.525	280	Banana	143	172	2	Milho (em grão)	2.185	2.335	2.210	Manga	10.000	10.000	5.000	Mamona (baga)	400	245	102	2011	2016	2016		
Milho (em grão)	2.335	3.286	1.033	Castanha de caju	8.570	8.630	5.858	Mamona (baga)	0	70	0	Feijão (em grão)	1.090	1.000	500	Banana	8.906	8.000	5.958	2006	2011	2016		
Algodão herbáceo (em caroço)	0	10	0	Mamão	9	17	1	Área Colhida (Hectares)	ANOS			Castanha de caju	400	245	102	Castanha de caju	400	245	102	2011	2016	2016		
Mamona (baga)	0	242	11	Manga	18	23	12	2006	2011	2016	Mamona (baga)	350	308	140	Goiaba	1.000	3.666	0	2006	2011	2016			
Área colhida (hectares)	ANOS			Maracujá	2	2	0	2011	2016	2016	Mandioca	8.900	9.000	500	Manga	9.000	6.000	5.813	2011	2016	2016			
2006	2011	2016	2006	2011	2016	Algodão arbóreo (em caroço)	6.500	6.666	10.000	Banana	12.000	9.000	6.000	Milho (em grão)	500	560	178	Batata - doce	6.507	6.000	5.500	2006	2011	2016
Banana	120	143	31	Goiaba	0	10	0	Laranja	12.000	9.000	6.000	Manga	8.000	10.000	10.000	Caná-de-açúcar	40.222	42.000	31.500	Laranja	1	1	1	
Castanha de caju	510	530	408	Limão	0	9	0	Manga	8.000	10.000	10.000	Arroz (em casca)	1.100	978	70	Feijão (em grão)	361	1.051	149	Mamão	3	6	6	
Goiaba	6	0	5	Algodão herbáceo (em caroço)	0	10	0	Arroz (em casca)	1.100	978	70	Caná-de-açúcar	53.000	49.500	0	Mandioca	9.000	9.000	4.800	Manga	86	75	75	
Laranja	20	21	15	Feijão (em grão)	2.560	3.320	3.800	Caná-de-açúcar	53.000	49.500	0	Banana	18	24	4	Milho (em grão)	585	600	160	Pimenta-do-reino	5	0	0	
Limão	8	0	3	Mamona (baga)	0	615	0	Arroz (em grão)	320	324	120	Castanha de caju	13	3	5	Área Colhida (Hectares)	UMIRIM			Arroz (em casca)	85	140	115	
Mamão	6	12	3	Mandioca	1.400	640	200	Mandioca	8.501	8.118	5.394	Manga	15	12	4	Quantidade produzida (em Toneladas)	ANOS			Caná-de-açúcar	2	5	4	
Manga	10	12	17	Melancia	14	18	20	Milho (em grão)	410	660	190	Mamão	0	0	60	2006	2011	2016	Feijão (em grão)	490	610	550		
Maracujá	5	16	0	Milho (em grão)	2.050	2.865	3.800	Mamona (baga)	0	314	0	Feijão (em grão)	785	1.238	500	Arroz (em casca)	779	808	525	Mamona (baga)	1	200	30	
Uva	3	4	0	Rendimento médio (Quilogramas por Hectares)	ANOS			Banana	8.900	9.000	500	Mamona (baga)	357	1.018	140	Banana	779	808	525	Mandioca	10	10	17	
Algodão arbóreo (em caroço)	0	5	0	2006	2011	2016	Castanha de caju	6.500	6.666	10.000	Mandioca	80	170	93	Castanha de caju	58	140	36	Mandioca	570	605	550		
Arroz (em casca)	60	63	5	Banana	5.244	5.802	10.000	Algodão arbóreo (em caroço)	2	1	0	Milho (em grão)	1.686	2.559	620	Mamão	910	1.080	95	Fava	0	0	163	
Caná-de-açúcar	24	30	10	Castanha de caju	359	370	48	Banana	1.200	1.368	21	Melancia	0	0	24	Batata - doce	601	820	325	Rendimento médio (Quilogramas por Hectares)	ANOS			
Feijão (em grão)	8.200	9.440	3.860	Mamão	30.000	29.000	20.000	Castanha de caju	177	162	14	Área Colhida (Hectares)	ANOS			Feijão (em grão)	627	1.134	371	2006	2011	2016		
Mandioca	400	758	105	Manga	12.000	10.086	10.000	Mamão	570	729	240	2006	2011	2016	Mandioca	1.080	6.900	163	2011	2016	2016			
Milho (em grão)	7.980	9.100	3.600	Maracujá	9.000	9.500	0	Manga	48	32	38	2011	2016	2016	Milho (em grão)	1.050	2.555	770	2011	2016	2016			
Algodão herbáceo (em caroço)	0	6	0	Algodão arbóreo (em caroço)	0	400	0	Caná-de-açúcar	400	630	0	Banana	7	8	5	Mamona (baga)	0	48	0	2006	2011	2016		
Mamona (baga)	0	705																						

APÊNCIDE D - DADOS DAS PRODUÇÕES EXTRATIVISTAS

CERA DA CARNAÚBA						
Quantidade produzida (em toneladas)				Valor da produção (Mil reais)		
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Cariré	132	141	64	724	1.083	1.056
Groaíras	23	24	24	122	185	387
Santana do Acaraú	115	118	0	640	946	0
Sobral	45	49	74	216	343	1.226
CERA DA CARNAÚBA EM PÓ						
Quantidade produzida (em toneladas)				Valor da produção (Mil reais)		
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Amontada	89	97	113	234	437	1.134
Apuiarés	4	3	2	13	10	24
Cariré	263	280	124	645	979	1.182
Coreaú	636	643	482	1.591	2.250	3.374
Forquilha	53	51	45	121	180	497
Groaíras	0	0	28	0	0	258
Irauçuba	4	3	2	9	9	20
Itapipoca	81	92	152	214	413	1.520
Massapê	57	68	53	158	217	578
Miraíma	14	18	46	35	83	461
Moraújo	1.918	313	218	4.718	1.096	1.962
Mucambo	34	31	13	78	110	135
Santana do Acaraú	0	325	620	0	1.138	5.890
Senador Sá	100	110	89	279	352	1.116
Sobral	49	45	155	136	158	1.709
Tejuçuoca	1	1	0	1	3	0
Trairi	19	49	31	49	219	306
Tururu	2	2	58	6	7	505
Umirim	1	1	1	3	4	5
FIBRAS DE CARNAÚBA						
Quantidade produzida (em toneladas)				Valor da produção (Mil reais)		
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Amontada	10	13	21	6	16	50
Apuiarés	3	2	2	2	2	2
Cariré	40	43	19	18	28	20
Coreaú	61	60	27	28	39	31
Forquilha	29	30	27	13	20	29
Groaíras	22	24	0	9	16	
Irauçuba	2	1	1	1	1	1
Itapipoca	45	53	61	27	64	145
Massapê	26	30	18	12	18	31
Miraíma	9	11	13	5	11	31
Moraújo	27	27	14	12	18	16
Santana do Acaraú	41	43	35	19	30	30
Tejuçuoca	2	2	1	1	1	2

Trairi	38	23	25	23	27	61
Tururu	4	4	43	3	3	30
Umirim	1	1	1	1	1	1
MADEIRA – CARVÃO VEGETAL						
Quantidade produzida (em toneladas)			Valor da produção (Mil reais)			
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Amontada	20	38	35	6	19	49
Apuiarés	93	93	67	18	31	43
Cariré	26	25	13	5	15	11
Coreaú	21	20	15	5	10	12
Forquilha	25	26	9	5	12	8
Irauçuba	71	71	40	12	23	26
Itapajé	60	57	32	12	34	21
Itapipoca	220	290	198	66	145	277
Massapê	129	128	44	26	51	66
Miraíma	16	22	24	4	11	33
Moraújo	20	19	13	5	9	13
Mucambo	13	14	9	3	7	6
Pentecoste	243	238	136	49	131	88
Santana do Acaraú	135	135	44	34	67	49
Senador Sá	50	61	18	13	27	35
Sobral	165	163	145	33	82	109
Tejuçuoca	290	290	159	55	131	95
Trairi	7	21	7	2	10	10
Tururu	19	19	7	4	9	4
Umirim	46	46	39	9	23	25
Uruburetama	0	2	4	0	1	3
MADEIRA – LENHA						
Quantidade produzida (em toneladas)			Valor da produção (Mil reais)			
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Alcântaras	3.905	4.077	243	25	37	3
Amontada	44.768	68.480	13.620	224	428	245
Apuiarés	7.803	7.914	6.430	34	44	90
Cariré	7.702	7.502	60.980	45	53	585
Coreaú	12.220	10.576	6.114	75	90	62
Forquilha	23.555	23.835	54.500	148	191	518
Groaíras	5.230	5.100	6.000	30	33	89
Irauçuba	10.264	10.345	6.986	47	57	98
Itapajé	10.100	9.694	5.498	43	63	80
Itapipoca	105.553	136.175	67.475	528	851	1.215
Massapê	15.194	16.650	26.290	85	118	513
Meruoca	10.137	10.608	110	56	85	1
Miraíma	25.078	35.475	29.840	105	222	537
Moraújo	15.640	15.957	8.310	99	116	66
Mucambo	7.470	7.720	6.250	39	54	63
Pentecoste	25.250	25.781	14.005	125	166	224
Santana do Acaraú	77.600	77.997	46.120	504	585	512
Senador Sá	8.386	11.800	5.400	47	89	270
Sobral	103.284	100.524	105.230	587	754	1.631

Tejuçuoca	8.689	8.738	7.263	36	54	109
Trairi	34.278	65.850	13.965	171	412	251
Tururu	7.653	7.698	2.548	38	48	38
Umirim	1.323	1.342	1.154	7	8	16
Uruburetama	21.060	20.660	8.754	103	130	131
MADEIRAS - MADEIRA EM TORA						
Quantidade produzida (em toneladas)			Valor da produção (Mil reais)			
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Cariré	254	262	0	5	6	0
Groaíras	195	168	115	4	4	4
Irauçuba	557	598	100	6	11	3
Miraíma	835	960	1.075	17	31	104
Moraújo	65	79	6.345	1	2	1.523
PRODUTOS DA SILVICULTURA - MADEIRA EM TORA						
Quantidade produzida (em toneladas)			Valor da produção (Mil reais)			
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Itapipoca	0	3.632	0	0	272	0
Miraíma	0	3.480	0	0	244	0
Trairi	0	5.595	0	0	481	0
OLEAGINOSOS - BABAÇU - AMÊNDOA						
Quantidade produzida (em toneladas)			Valor da produção (Mil reais)			
Município	Anos			Anos		
	2006	2011	2016	2006	2011	2016
Meruoca	4	4	20	2	4	77

APÊNDICE E – TIPOLOGIA CLIMÁTICA DOS POSTOS DA PERIFERIA DO OBJETO DE ESTUDO

Identificação	36	37	38	39	40	41
Nome do posto	AMONTADA	CAMPANARIO	SENADOR SÁ	TRAIRI	FRECHEIRINHA	GRAÇA
ano	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)
2002	655,9	997	1212	1674	868	1106,5
2003	1169	1087	1239	1919	1119	1259
2004	949,3	1274	970	1343	1057	1496
2005	482,1	826	606	869	794	834
2006	812	892	1162	1040	819	1010,7
2007	535,3	930	904	1189	777	1065
2008	330,7	2007	1243	1509,4	1136	1322,2
2009	1777	1621	1032	2182,8	1765	1980
2010	390,2	548	324,8	866,2	730	1010
2011	1018	1673	1382	1422,4	1110	1475,6
2012	433,2	534	377	706	462	513
2013	629	769	515,8	717	687	911,5
2014	331,6	680	646,8	825	749	767
2015	625,4	571	643,9	1313	643	734,5
2016	467,9	858	855	1638	685	986
Latitude	-3,358	-3,367	-3,35	-3,283	-3,767	-4,05
Longitude	-39,825	-40,733	-40,467	-39,25	-40,817	-40,75
Identificação	42	43	44	45	46	47
Nome do posto	BILHEIRA	PARAMOTI	GROAÍRAS	APIUIARES	FAZENDA MALAQUIAS	SEBASTIÃO DE ABREU
ano	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)
2002	751	738	852,3	862,7	742	260
2003	787,2	912	993	753,1	808	752
2004	813	851	792	643	1060	767,2
2005	298	502	515	496	339	385,2
2006	766	664	499,9	748,1	611	493,2
2007	473,4	352	649,4	655,5	623	490,6
2008	614,3	954	120	994,5	481	877,4
2009	1232	1148	1265	1565,3	902	997,2
2010	286	441	89	397,9	189	352,8
2011	589	954	515	990,6	427	929,8
2012	61	174	279,6	377,9	258	251
2013	434	451	730	469,9	341	537,6
2014	382	485	605,9	411,1	42	396,6
2015	82	760	599,2	537	393	713,4
2016	171	433	666,8	655,1	588	550
Latitude	-4,013	-4,083	-3,914	-3,95	-3,95	-3,862
Longitude	-40,043	-39,25	-40,383	-39,424	-39,55	-39,333
Identificação	48	49	50	51	Tipologia Climática	
Nome do posto	PENTECOST E	SÃO LUIS DO CURU	UMIRIM	MUCAMB O		
ano	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)		
2002	849,4	1094	1205	945		
2003	992,1	1122	1185	1006		
2004	932,9	978	846,7	1200		
2005	533,7	572	579,6	823		
2006	883,8	907	805,2	632		
2007	654,5	660	596,9	931,1		
2008	905,7	1140	989,3	887		
2009	1461	1739	1223	1705		
2010	418,2	341	366,7	1073		
2011	1045	1222	1019	1186		
2012	301,7	206	170,6	629		
2013	558,5	613	813,5	807		
2014	483,5	577	617,7	638		
2015	579	655	722,4	626		

Tipologia Climática

- Anos Superúmidos
- Anos Úmidos
- Anos Normais
- Anos Padrão Mediano
- Anos Secos
- Anos SuperSecos

2016	508,8	650	492,9	674	
Latitude	-3,783	-3,667	-3,688	-3,906	
Longitude	-39,267	-39,267	-39,344	-40,743	

APÊNCIDE F – ORIENTAÇÕES AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

SISTEMA AMBIENTAL	ORIENTAÇÃO
Planícies Ribeirinhas	Os usos devem ser moderados, voltados às atividades do extrativismo, da pecuária e da agricultura, devido à potencialidade desse ambiente. São necessários cuidados na localização do exercício das atividades orientadas, não podendo ultrapassar as margens de cheias, caso contrário, ocorrerá o aumento dos processos erosivos, contribuindo para maiores problemáticas socioambientais rurais e urbanas, principalmente no subsistema da Planície Ribeirinha do Rio Acaraú.
Tabuleiros Pré-Litorâneos Itapipoca/Tututu	É recomendado usos agrícolas devido as potencialidades de armazenamento hídrico e as baixas declividades; isso se evidenciou pela baixíssima suscetibilidade à desertificação. Os cuidados devem voltados ao extrativismo vegetal, pois caso tenha descaracterização demasiada da vegetação nativa, os processos erosivos podem resultar na ocorrência de sulcos erosivos e de ravinas.
Tabuleiros Interiores de Itapipoca	São recomendados os usos agrícolas devido às suas potencialidades e a baixa suscetibilidade à desertificação, e a elaboração de estudos (geomorfológicos, pedológicos e fitoecológicos), pois trata-se de uma feição singular no interior nordestino.
Sertões de Miraíma	Usos limitados às atividades agropecuárias e extrativistas, exigindo ações que promova a recuperação da mata nativa em curto a médio prazo, caso contrário, as atividades econômicas poderão retroagir ainda mais, isso é notável pela alta suscetibilidade à desertificação.
Sertões de Sobral/Santana do Acaraú	Os usos devem ser moderados para as atividades do extrativismo, da pecuária e da agricultura, pois a vegetação possui nível de degradação intermediária, refletindo-se na suscetibilidade alta à muito alta perante a desertificação.
Sertões Mundaú/Caxitoré	Na porção norte, recomendam-se os usos moderados das atividades agrícolas devido às condições climáticas e pedológicas. Na porção sul, os usos devem ser limitados em função das maiores suscetibilidades à desertificação, tendo vínculos com a variação da declividade, o clima semiárido e as potencialidades de erosão dos solos.
Sertões de Irauçuba	Os usos devem possuir extrema limitação, pois a Caatinga tem alta degradação ambiental e aos intensos usos agropecuários, que se refletem na elevada suscetibilidade ao processo de desertificação. As ações devem ser voltadas: a recuperação da vegetação nativa, o incentivo as atividades econômicas que diminuam pressões sobre os recursos naturais e o desenvolvimento de pesquisas para o monitoramento do processo de desertificação.
Sertões de Massapê	Os usos devem ser moderados devido ao alto desmatamento das vegetações nativas e elevadas precipitações na área deste sistema, que podem resultar em processos erosivos intensos.
Sertões de Coreaú/Jaibaras	Na porção norte, os usos agropecuários devem moderados e os cuidados devem ser voltados à extração mineral para a fabricação de cal. Na porção sul, os usos devem ser moderados devido à maior degradação da vegetação e à severidade climática, refletindo-se em sua elevada suscetibilidade à desertificação.

Sertões de Forquilha	Sugerem-se usos limitados devido aos altíssimos níveis de suscetibilidade à desertificação, sendo o produto do uso irracional dos recursos naturais e das condições severas dos aspectos hidroclimáticos. É também recomendado estudos geomorfológicos sobre as formas levemente dissecadas na Depressão Sertaneja, algo singular no contexto sertanejo cearense.
Serras Secas	São ambientes com níveis elevados de suscetibilidade à desertificação. São recomendadas ações de conservação e de preservação para atenuar as ações de degradação ambiental sobre esses ambientes serranos. É recomendado usos voltados ao turismo sertanejo e o desenvolvimento de pesquisas científicas.
Sopé dos Enclaves Úmidos/Subúmidos	Sugerem-se usos moderados devido ao fato de serem ambientes de transição entre os enclaves e os sertões.
Alto Estrutural de Santana	Possuem níveis intermediários de suscetibilidade à desertificação. As ações devem ser voltadas à preservação e à conservação, pois é uma forma peculiar que contribui no entendimento da evolução geomorfológica do norte do território cearense.
Vertente Seca da Serra de Uruburetama	Os níveis de suscetibilidade à desertificação são elevados em função da diversidade e intensidade do uso e ocupação dos solos. Recomenda-se: uso limitados nas encostas de declividades onduladas e montanhosas, para evitar a erosão dos solos e o deslocamento de blocos rochosos ao longo das vertentes; e estudos fitoecológicos para avaliar o avanço, ou não, da Caatinga sobre áreas antes revestidas pela Mata seca.
Vertente Úmida da Serra de Uruburetama	Os usos devem ser limitados para garantir a preservação e conservação vegetação nativa, pois é ela que atenua as ações erosivas geradas pelas variações de declividades e a intensidade das precipitações, que podem propiciar problemas relacionados aos movimentos de massas, principalmente nas encostas que limitam esse sistema.
Vertente Úmida da Serra da Meruoca	Os usos devem ser limitados, voltados para a preservação e conservação da vegetação nativa, tão necessária para a manutenção dos atributos bióticos, protegendo materiais pedológicos das vertentes; bióticos, abrigando a biodiversidade tão peculiar; e socioeconômicos, envolvendo as populações residentes, as produções de alimentos e as atividades turísticas, além do desenvolvimento de pesquisas ambientais.
Vertente Seca da Serra da Meruoca	Mesmo tratando-se de áreas do enclave subúmido, possui suscetibilidades à desertificação; os usos devem ser moderados às atividades agropecuárias e extrativistas, pois a dinâmica climática deste sistema é complexa.
Platôs dos Enclaves Úmidos/Subúmidos	Sugerem-se ações de preservação e de conservação desses ambientes, pois possuem relativa conservação devido a baixa intensidade das atividades sociais.