



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

ANA ROSA VIANA CEZÁRIO

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

FORTALEZA

2019

ANA ROSA VIANA CEZÁRIO

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE TEJUÇOCA CEARÁ - BRASIL

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como parte do requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.

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

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Érika Gomes Brito da Silva.

FORTALEZA

2019

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)

C419d Cezário, Ana Rosa Viana.

Degradação ambiental e suscetibilidade à desertificação no município de Tejuçuoca
Ceará - Brasil / Ana Rosa Viana Cezário. – 2019.
136 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira..

Coorientação: Profa. Dra. Érika Gomes Brito da Silva.

1. Sistemas Ambientais. 2. Indicadores Geobiofísicos. 3. Recursos Naturais. I. Título.

CDD 910

ANA ROSA VIANA CEZÁRIO

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE TEJUÇOCA CEARÁ - BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmica Territorial e Ambiental.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof.^a Dr.^a Maria Losângela Martins de Sousa
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

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

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo milagre da vida.

Aos meus pais, Francisca Minervina e Antônio de Lisboa, ao meu irmão, João Paulo, pelo incentivo e tempo dedicado à minha formação profissional e pessoal.

À minha tia, Maria Tereza, por ter sido minha segunda mãe, agradeço pelos ensinamentos, seu modo simples e sábio de viver.

Ao meu namorado, Lucas Lopes Barreto, pelo companheirismo em todos momentos, sua contribuição nos trabalhos de campo e no mapeamento cartográfico.

À minha orientadora, prof^a Dr^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, pelo apoio e orientação. Obrigada pelas suas contribuições, conselhos, incentivos, estímulos e diálogos, os quais ajudaram no desenvolvimento dessa pesquisa.

À prof^a Dr^a Érika Gomes Brito da Silva, pela coorientação neste trabalho, as horas dedicadas na orientação, pelo seu empenho e profissionalismo.

Aos professores que participaram da banca, prof^a Dr^a Maria Losângela Martins de Sousa, Prof^o Dr. Ernane Cortez Lima; agradeço por terem participado da banca, por contribuírem para o aperfeiçoamento desta pesquisa.

Às professoras Dr^a Maria Florice Raposo Pereira e Dr^a Maria Edivani Silva Barbosa, pela iniciação à pesquisa acadêmica, por acreditarem no poder transformador da educação.

Aos professores Dr. Eustógio Wanderley Correia Dantas e Dr. Edson Vicente da Silva, pelo incentivo na pós-graduação.

Aos amigos do Laboratório de Pedologia, Análise Ambiental e Desertificação (LAPED): Karol, Hudson, Lícia, Moisés, Christina Bianchi, Rosiane, Diego, Tasso, Geysell, Huáscar, Larisse, Raul, Yrving, Osmar e, ainda, o Prof. Lineu, pela ajuda na análise da cobertura vegetal.

A todos os professores do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos amigos de Tejuçuoca, o secretário de desenvolvimento rural, Eliseu Joca, e Irailson Almeida, que nos receberam com todo carinho, acompanharam-nos nos trabalhos de campo e na disponibilização dos dados da prefeitura.

A todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho, em especial, aos amigos Ricardo Costa e Kaline Moreira.

Agradeço ao apoio dos coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, Prof. Dr. Christian Dennys Monteiro de Oliveira e Prof^a Dr^a Adryane Gorayeb.

Ao secretário Erandi Araújo e Edilene que estiveram sempre presentes para tirar dúvidas nos trâmites administrativos na Pós-Graduação em Geografia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

RESUMO

A desertificação, no Estado do Ceará, ocorre de forma acentuada, ocasionando impactos socioambientais, como perda da capacidade produtiva da terra, sendo esta influenciada pelos fatores: climáticos (semiaridez), estrutura e espessura dos solos, declividade do relevo, permoporosidade da rocha, estratificação da vegetação (arbórea ou arbustiva) e ação humana. Esse fenômeno, sobretudo, é intensificado pelo uso e ocupação da terra, diante das pressões da sociedade sobre os recursos naturais. A presente pesquisa tem como objeto de estudo o município de Tejuçuoca, o qual está localizado na região Centro-Norte do Ceará, ocupando uma área de 750,60 Km², limítrofe com o Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro Norte. Diante desse cenário, propõe-se analisar os níveis de suscetibilidade à degradação ambiental/ desertificação do município de Tejuçuoca e delimitar as áreas em que ocorrem esse processo. A metodologia do presente trabalho foi a abordagem sistêmica da paisagem e aplicação dos Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD), com a finalidade de propor agregação de novas áreas susceptíveis à desertificação do objeto de estudo. Foram utilizadas técnicas de campo e cartográficas para o processamento de dados, que proporcionaram a confecção do mapeamento temático, na escala de 1:150.000, e interpretações visuais pela imagem de satélite landsat 8. Os resultados obtidos foram a delimitação dos sistemas ambientais, a identificação dos sistemas ambientais propícios à degradação ambiental/desertificação, os quais são mais vulneráveis os sertões, cristas residuais e inselbergs; verificou-se que o processo de degradação interfere diretamente nas condições socioeconômicas, principalmente nos anos de seca, como a redução da produção agropecuária e extrativista, mesmo com a expansão das áreas de colheita, gerando o aumento no custo da produção para o sertanejo. Portanto, o semiárido necessita de políticas públicas de uso dos recursos naturais que amenizem os efeitos da degradação ambiental.

Palavras-chave: Sistemas Ambientais. Indicadores Geobiofísicos. Recursos Naturais.

RESUMEN

La desertificación en el Estado de Ceará ocurre de forma acentuada, ocasionando impactos socioambientales, como pérdida de la capacidad productiva de la tierra, siendo está influenciada por los factores: climáticos, estructura y espesor de los suelos, declividad del relieve, permoporosidad de la roca, estratificación de la vegetación y acción humana. Este fenómeno, sobre todo, es intensificado por el uso y ocupación de la tierra ante las presiones de la sociedad sobre los recursos naturales. La presente investigación tiene como objeto de estudio el municipio de Tejuçuoca, el cual está localizado en la región Centro-Norte de Ceará, ocupando un área de 750, 60 Km², limítrofe con el núcleo de Desertificación de Irauçuba /Centro Norte. Ante este escenario, se propone analizar los niveles de susceptibilidad a la degradación ambiental /desertificación del municipio de Tejuçuoca y delimitar las áreas en que ocurre ese proceso. La metodología del presente trabajo fue el enfoque sistémico del paisaje y aplicación de los Indicadores Geobiofísicos de Desertificación (IGBD), con la finalidad de proponer la agregación de nuevas áreas susceptibles a la desertificación del objeto de estudio. Se utilizaron las técnicas del trabajo de campo y de la Cartografía que contribuyeron en la elaboración del mapeamiento temático a escala de 1: 150.000. Los resultados obtenidos fueron la delimitación de los sistemas ambientales y la identificación de sus susceptibilidades a la degradación ambiental /desertificación. Se verificó que el proceso de degradación interfiere directamente en las condiciones socioeconómicas, principalmente en los años de sequía, como la reducción de las producciones agropecuarias y extractivistas, incluso con la expansión de las áreas de esas actividades, ocurrió el aumento en el costo de la producción. Por lo tanto, el semiárido necesita políticas públicas de uso de los recursos naturales que amenicen los efectos de la degradación ambiental.

Palabras claves: Sistemas Ambientales. Indicadores Geobiofísicos. Recursos naturales.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Os municípios susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará.....	42
Figura 2	– Fluxograma metodológico.....	59
Figura 3	– Planície fluvial do rio Caxitoré.....	65
Figura 4	– Cristas Residuais.....	67
Figura 5	– Serra das Vertentes.....	68
Figura 6	– Depressão Sertaneja.....	69
Figura 7	– Exocarste da Furna dos Ossos.....	70
Figura 8	– Espeleotemas.....	71
Figura 9	– Açude Tejuçuoca.....	77
Figura 10	– Açude Jerimum.....	78
Figura 11	– Neossolos Flúvicos.....	81
Figura 12	– Neossolos Regolíticos.....	83
Figura 13	– Planossolos.....	84
Figura 14	– Argissolos Vermelhos-Amarelos.....	85
Figura 15	– Mata Ciliar do Rio Caxitoré.....	86
Figura 16	– Vegetação da Caatinga.....	88
Figura 17	– Mata Seca na Furna dos Ossos.....	89
Figura 18	– Evolução de Rebanhos no município de Tejuçuoca.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Países da América Latina: Argentina, Brasil, Chile e áreas afetadas pela desertificação.(2000).....	29
Tabela 2	– Clima e índice de aridez.....	31
Tabela 3	– População do município de Tejuçuoca nos anos 1991, 2000 e 2010.....	92
Tabela 4	– Produto Interno Bruto de Tejuçuoca.....	93
Tabela 5	– Empregos Formais em Tejuçuoca.....	94
Tabela 6	– Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Tejuçuoca.....	95
Tabela 7	– Índice de Desenvolvimento Municipal de Tejuçuoca.....	96
Tabela 8	– Evolução da produção de carvão vegetal de Tejuçuoca....	101
Tabela 9	– Evolução da produção de lenha de Tejuçuoca.....	102
Tabela 10	– Indicadores Geobiofísico de Desertificação (IGBD) aplicados no município de Tejuçuoca.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Indicadores geobiofísico de desertificação.....	49
Quadro 2	– Sistemas Ambientais do Município de Tejuçuoca.....	114
Quadro 3	– Índice Geobiofísico de Desertificação em Tejuçuoca.....	121

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Localização.....	20
Mapa 2	– Unidades Crono Litoestratigráficas.....	62
Mapa 3	– Hipsometria.....	64
Mapa 4	– Geomorfologia.....	66
Mapa 5	– Solos.....	80
Mapa 6	– Uso e Cobertura dos solos.....	104
Mapa 7	– Sistemas Ambientais.....	109
Mapa 8	– Declividade.....	118
Mapa 9	– Índice de Aridez.....	119
Mapa 10	– Suscetibilidade à Desertificação.....	124

LISTA DE PRANCHAS

Prancha 1 – Tipologia climática e balanços hídricos.....	74
Prancha 2 – Gráficos de produção agrícola, de valor de produção e de área colhida entre 2004 - 2017.....	98
Prancha 3 – Fotos dos Sistemas Ambientais.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASD	Áreas Susceptíveis à Desertificação
CAD	Capacidade de Armazenamento Disponível
CCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
CE	Comissão Europeia
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DFID	Desenvolvimento Internacional do Reino Unido
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ESA	Agência Espacial Europeia
FCPC	Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	Global Position System
HIDROWEB	Sistema de Informações Hidrológicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGBD	Indicadores Geobiofísicos de Suscetibilidade à Desertificação e Uso
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LADA	Land Degradation Assessments in Drylands
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
LI	Linhas de Instabilidade
LUCINDA	Land Care in Desertification Affected Areas
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PAE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PAN	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e

	Mitigação dos Efeitos da Seca
PNM	Pressão ao Nível do Mar
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RPPN	Unidade de Conservação, Reserva Particular do Patrimônio Natural
RRALC	Reunião Regional da América Latina e do Caribe
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos
SRTM	Shulte Radar Topography Mission
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TSM	Temperatura Superfície do Mar
UNCCD	Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas
UTM	Universal Transversa de Mercator
VCAN	Vórtices Ciclônicas de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico e Econômico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS.....	21
2.1	Análise Integrada aplicada à Geografia Física.....	22
2.2	O fenômeno da desertificação e degradação ambiental: suas dimensões global e regional.....	26
2.3	Núcleos de desertificação e áreas susceptíveis configurados no Ceará.....	37
2.4	Indicadores de Desertificação.....	45
2.5	Procedimentos técnicos e operacionais.....	52
3	CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DE TEJUÇUOCA.....	60
3.1	Geologia e Geomorfologia.....	61
3.2	Aspectos climáticos e recursos hídricos.....	71
3.3	Características pedológicas e cobertura vegetal.....	78
4	DINÂMICA SOCIOECONÔMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	90
4.1	Caracterização dos sistemas ambientais.....	105
5	SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA.....	116
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
	REFERÊNCIAS.....	128

1 INTRODUÇÃO

A região do Nordeste brasileiro tem como característica principal o clima semiárido, o qual ocorre nos ambientes sertanejos revestidos pela vegetação da caatinga. A questão da degradação ambiental dos recursos naturais renováveis configura-se um dos mais sérios problemas que afetam o quadro socioambiental da região (OLIVEIRA, 2006).

Os sertões semiáridos, devido à ação antrópica e fenômenos naturais, apresentam uma tendência de vulnerabilidade à degradação ambiental, assim os principais fatores que contribuem para esse processo são: as condições climáticas de semiaridez, a concentração populacional expressiva, o desenvolvimento de atividades econômicas intensas e o uso de tecnologias inapropriadas, ocasionando pressões nos recursos naturais, tendo como resultado o agravamento do nível da degradação/desertificação das terras secas (CEARÁ, 2010).

O Estado do Ceará possui, aproximadamente, 92% do seu território sob influência das condições climáticas de semiaridez (CEARÁ, 2010). As características presentes nos sertões cearenses são evidenciadas na relação das condições naturais, como nos aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, pedológicos e ecológicos, sendo esses fatores fundamentais para a composição desse ambiente. A originalidade de tal ambiente deriva do clima semiárido, que influencia os outros componentes da paisagem, evidenciando-se pelas formas aplainadas, pelos rios intermitentes, pela vegetação de caatingas e pela sobrevivência dos sertanejos (AB'SABER, 2003).

Faz-se necessário, portanto, o avanço de pesquisas relacionadas aos processos de desertificação/degradação nas áreas dos sertões do Ceará, conforme Oliveira (2006), que indica a situação de degradação dos recursos naturais, em algumas áreas, atingindo condições irreversíveis, inviabilizando a capacidade de resiliência da natureza.

Os sertões do Ceará são susceptíveis aos processos degradacionais, que resultam em impactos ambientais e socioeconômicos, afetando diretamente a qualidade de vida e a sobrevivência da população. Diante dessa problemática, são necessários estudos nas áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará

(CEARÁ, 2010), os quais verifiquem o avanço e os níveis de degradação ambiental, propondo, até mesmo, a inclusão de novas áreas a estas.

A elegibilidade do município de Tejuçuoca para esta pesquisa se deu pelo fato de tal localidade apresentar susceptibilidade à degradação ambiental/desertificação, por sua localização em meio aos sertões semiáridos do Norte do Ceará, limítrofe ao Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro Norte, destacando-se os municípios com maiores níveis de degradação, Irauçuba (ao leste) e Canindé (ao sul) (CEARÁ, 2010).

Um fator importante para este recorte espacial está na catalogação e nos usos de dados secundários, pois estes são organizados segundo os limites federais, estaduais e municipais, o que possibilitou a construção de gráficos, de tabelas e de mapas que irão proporcionar resultados, a exemplo do diagnóstico ambiental da área em estudo, podendo ser utilizados pelo poder público na gestão e no planejamento ambiental. Para geração dos mapas temáticos, foram utilizadas imagens de satélite Landsat 8, com escala cartográfica de 1:150.000.

A análise do processo de degradação no município de Tejuçuoca foi fundamentada nos estudos sistêmicos baseados nos autores Bertrand (1972), Sotchava (1977), Tricart (1977), Souza (2000), e Souza e Oliveira (2011), os quais descrevem as inter-relações dos fatores naturais e socioeconômicos, fundamentais para a compreensão da dinâmica do ambiente, permitindo adoção de medidas que melhor se adequem ao semiárido.

A partir da abordagem sistêmica da paisagem e aplicação dos indicadores geobiofísicos de desertificação, a metodologia foi embasada nos autores (ABRAHAM, *et al.*, 2006), (OLIVEIRA, 2006, 2011), com a finalidade propor identificação de novas áreas susceptíveis à desertificação no município.

Portanto, a presente pesquisa teve por objetivo principal analisar a degradação ambiental e suscetibilidade à desertificação no município de Tejuçuoca Ceará- Brasil. Para concretização do objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar os componentes geoambientais e delimitar os sistemas ambientais do município de Tejuçuoca.
- Identificar as tipologias de uso e ocupação da terra.
- Selecionar dados socioeconômicos e atividades produtivas que contribuem para a suscetibilidade à degradação ambiental do município.

- Aplicar os indicadores geobiofísicos de desertificação, para mensurar o nível de degradação ambiental/desertificação.

A estruturação da dissertação foi realizada da seguinte forma: no primeiro capítulo, que se constitui desta introdução, apresenta-se a temática de estudo, no caso, degradação ambiental/desertificação, na qual é abordada a questão principal que norteia a pesquisa, os objetivos e a justificativa.

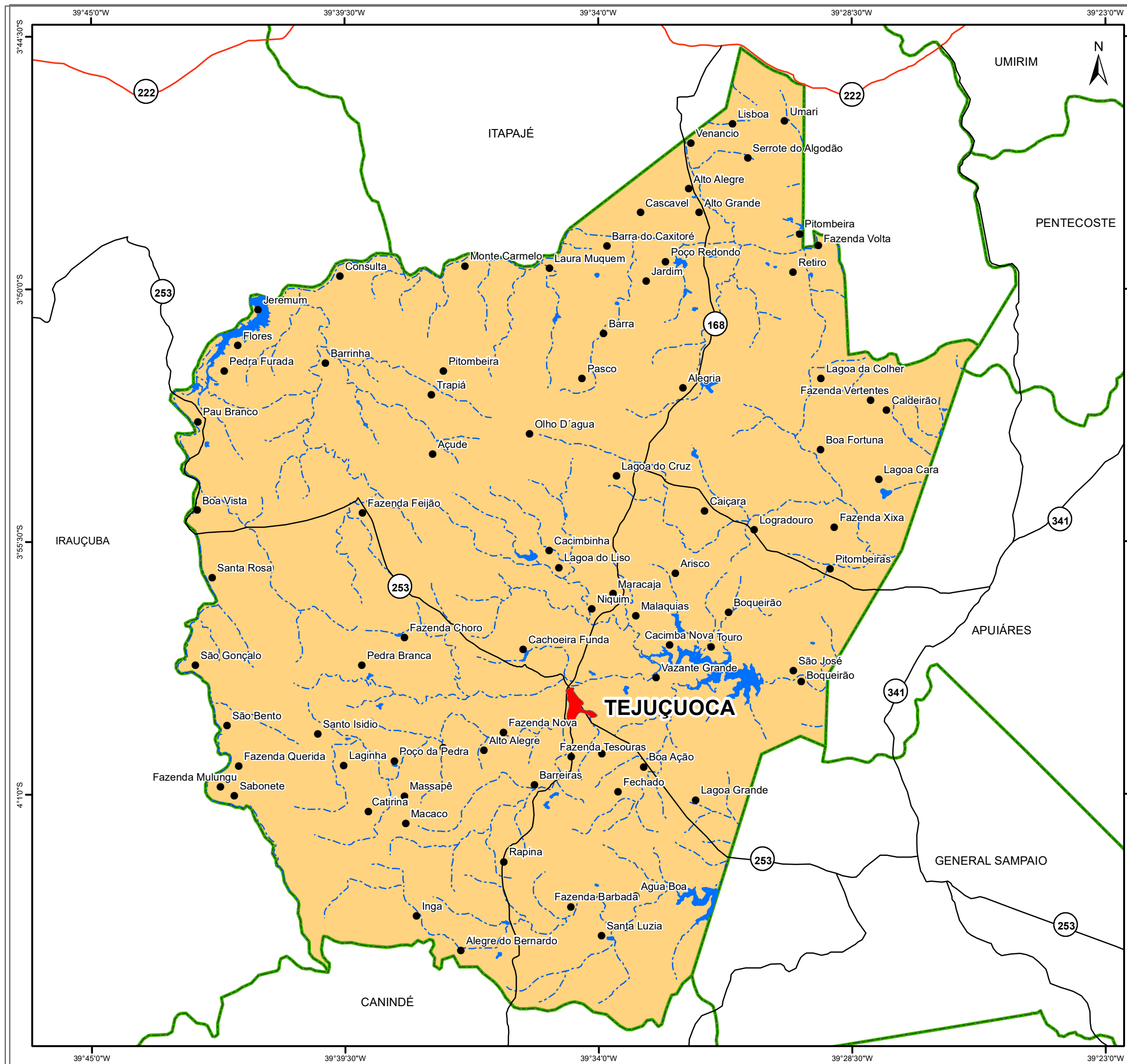
O segundo capítulo, tratou das bases teóricas e metodológicas utilizadas na pesquisa, que se referem ao método sistêmico aplicado aos estudos integrados da Geografia Física e indicadores de desertificação, os procedimentos técnicos e operacionais que serviram para a realização desse trabalho. Nesse capítulo, abordam-se as dimensões espaciais da desertificação e degradação ambiental no mundo e no Brasil, os conceitos fundamentais para a compreensão da temática desertificação, degradação ambiental e seca, como configura-se os Núcleos de Desertificação no Estado do Ceará.

No terceiro capítulo, cujo título é caracterização geoambiental de Tejuçuoca, refere-se ao estudo setorial dos componentes da paisagem: geologia, geomorfologia, clima, águas superficiais e subterrâneas, pedologia e cobertura vegetal, o que possibilitou a delimitação e caracterização dos sistemas ambientais. Nesse capítulo, ainda, aborda-se a dinâmica socioeconômica do município, essencial à identificação das principais atividades produtivas e classificação das tipologias de uso e ocupação.

O quarto capítulo discorre sobre a sistematização dos sistemas ambientais, a aplicação dos indicadores geobiofísicos desertificação e os parâmetros utilizados para a definição de cada indicador, apresenta-se como resultado o mapa de suscetibilidade à desertificação no município de Tejuçuoca.

Por fim, na conclusão são relatados os pontos fundamentais para a realização dos objetivos deste trabalho, recapitulando-os e colocando o que foi diagnosticado no decorrer da pesquisa.

O município de Tejuçuoca ocupa uma área de 750, 60 Km², com sede entre as coordenadas geográficas na latitude Sul de 3° 59' 20" e longitude Oeste 39° 34' 50", com uma altitude de 140, 32m, a uma distância de 127 Km da cidade de Fortaleza (IPECE, 2017) (ver mapa 1).

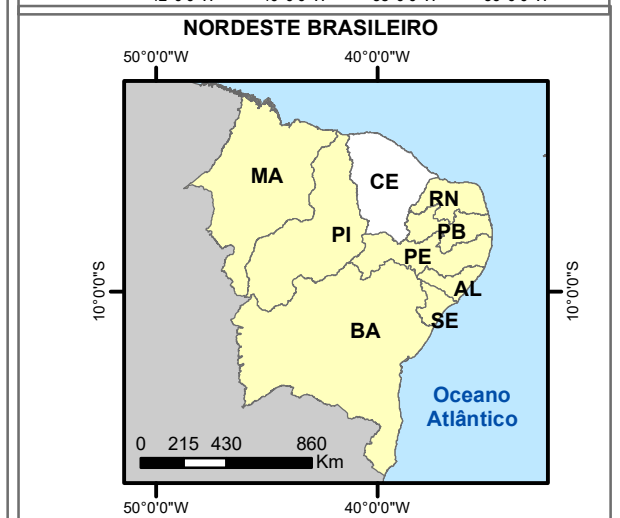
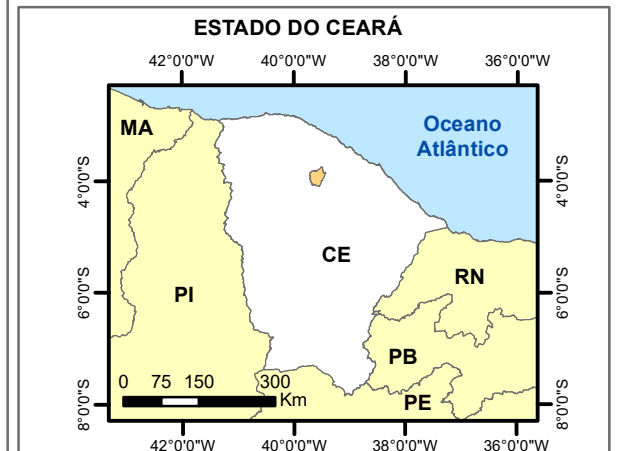
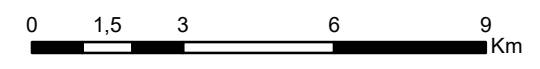


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 1 - LOCALIZAÇÃO

1:150.000



Convenções Cartográficas

- Sede de Tejuçuoca
- Objeto de Estudo
- Corpos Hídricos
- Rios e Riachos
- Limites Municipais
- Localidades
- Estradas Estaduais
- Estradas Federais

FONTES

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2010a. Escala: 1:750.000.
SUDENE; BRASIL. Ministério do Exército. DSG. 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.
_____. 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.

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

2 BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

A Geografia Física abordada nesta pesquisa tem como base teórica e metodológica os estudos integrados, os quais se relacionam em uma perspectiva holística e sistêmica entre sociedade e natureza.

Sabe-se que a sociedade, com o passar dos anos e o avanço tecnológico, modifica intensamente o ambiente, gerando impactos ambientais. A análise geoambiental propicia o estudo desses impactos na natureza, os quais interferem na qualidade de vida da população.

Para a compreensão das bases teóricas e metodológicas utilizadas nesta pesquisa, é importante saber como se constitui a Geografia Física até sua aplicação atual. Pretende-se, no primeiro momento, escrever sobre os autores importantes para a consolidação do estudo da Geografia Física; no segundo momento, abordar a metodologia que estuda a integração do ambiente como todo.

A Geografia é uma ciência complexa, devido ao fato de dialogar com conhecimentos de outras ciências, tornar-se uma ciência das relações, não apenas por tratar da conexão entre sociedade e natureza, mas pelo fato de interagir com outras ciências, para a compreensão da complexidade que envolve o estudo do meio ambiente (MENDONÇA, 2001).

Os estudos integrados na Geografia Física utilizam-se da análise sistêmica a partir dos estudos setoriais dos componentes geoambientais para alcançar a integração desses componentes por meio dos sistemas ambientais; dessa forma, faz-se uso de métodos e técnicas que complementam essa abordagem.

No contexto histórico, a Geografia, primeiramente, descrevia e narrava sobre os lugares, com o tempo, passou a ter uma aplicação direta nos estudos ambientais. O passo inicial para esse avanço foi a caracterização e descrição dos diferentes ramos específicos da Geografia Física, que consiste na valorização dos estudos setoriais como Geologia, Geomorfologia, Climatologia, Hidrologia, Pedologia e Vegetação, De Martonne foi um dos precursores, desassociando a Geografia Física dos aspectos sociais (MENDONÇA, 2001).

Segundo Mendonça (2001), um marco histórico para o avanço da aplicação da Geografia física foi a abordagem da Teoria dos Sistemas, Modelização

e Quantificação, que valorizam as análises de fenômenos e suas inter-relações e, ao mesmo tempo, se aproximou das demais ciências que serviram como base para as pesquisas.

A Geografia, assim, passou a ser militante e atuante na sociedade, no sentido de estudar os recursos naturais em benefícios dos seres humanos; anteriormente, descrevia os aspectos geográficos físicos separados, na contemporaneidade se utiliza da integração desses elementos para compreender uma determinada realidade ou problemática com vistas ao planejamento ambiental.

2.1 Análise integrada aplicada à Geografia Física

A Geografia possui característica interdisciplinar, visto que estuda as relações entre a sociedade e seu meio. As inúmeras especificidades desses dois elementos acabam por orientar a percepção e visão dos geógrafos, que deveriam desenvolver e manter uma interpretação do mundo globalizante, mas o que se observa são visões distintas e desempenhos com abordagens diferenciadas, aumentando a dicotomia entre Geografia Física e Geografia Humana (MENDONÇA, 2001).

No decorrer do século XX, a problemática ambiental influencia metodologias de diversas ciências, inclusive a Geografia, o que leva a rever suas concepções acerca da relação sociedade e natureza, o que resultou na busca e na formulação de novas bases teóricas e metodológicas sobre as formas de abordagens do meio ambiente (MENDONÇA, 2001).

Diante do contexto contemporâneo de crises ambientais, a Geografia buscou se adequar a essas novas transformações de origens sociais e ambientais, repensando as diferentes configurações espaciais atuais.

A introdução da sociedade e natureza nos estudos oriundos de problemáticas ambientais contribuiu para a formulação de uma nova corrente do pensamento geográfico: a geografia socioambiental, tendo como objeto de estudo a interação do natural e social, não podendo ser concebidos esses dois processos de formas individualizadas e independentes, mas uma relação dialética entre eles (MENDONÇA, 2001). E isso requer uma visão holística e integrada da metodologia em questão.

O método de abordagem da pesquisa é de cunho sistêmico, isto é, uma percepção de ver o mundo, numa tentativa de explicar a problemática degradação/desertificação ambiental de forma integrada, que resulta da atuação em conjunto dos elementos naturais e intervenções humanas.

O método sistêmico deriva da Teoria Geral dos Sistemas proposta por Bertalanffy (1973), quem influenciou o desenvolvimento da Geografia Física no mundo e no Brasil, destacam-se os seguintes autores: Bertrand (1972); Sotchava (1977); Tricart (1977); Christofolletti (1999); Souza (2000) e Souza e Oliveira (2011).

A metodologia geossistêmica e sua categoria de análise da paisagem foram difundidas inicialmente pelas escolas russas e francesas. No contexto histórico da União Soviética, Sotchava (1977) conceitua o geossistema como estudo não apenas simplificado dos componentes da natureza, mas as conexões entre estes, não se restringindo apenas à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas o estudo de sua dinâmica, funcionalidade, conexões, entre outros. Essa conceituação é baseada nos princípios sistêmicos e na definição de paisagem.

Segundo o autor supracitado, a classificação dos geossistemas segue uma organização dos geômeros (unidades territoriais homogêneas) e dos geócoros (unidades territoriais heterogêneas), que podem ser espacializados territorialmente em diversas ordens conforme as categorias dimensionais planetário, regional e topológico, demonstrando que, apesar de ser um sistema dinâmico, possuem uma organização espacial hierarquizada. Para Sotchava (1977), os geossistemas são fundamentados nos fenômenos naturais, incluindo os fatores antrópicos, econômicos e sociais que afetam sua estrutura e expressão espacial.

O geossistema foi expandido no Brasil por Bertrand (1971), tendo o conceito de paisagem global, que classifica os sistemas conforme a dinâmica em função de sua evolução, abrangendo todos os aspectos das paisagens. O autor se inspira na teoria de biorestasia, de Erhart, para identificar a dinâmica da paisagem, a qual levou em consideração três elementos: a evolução, o clímax e a dinâmica, denominando os geossistemas em biostasia (estabilidade ecológica) e resistasia (desestabilidade).

Bertrand (1971) define a paisagem como um determinado recorte espacial, resultado da inter-relação dialética entre os recursos naturais, exploração biológica e ação antrópica, fazendo da paisagem uma unidade única, indissociável

em constante evolução. Portanto, cada paisagem possui características próprias conforme sua composição, dinâmica, espaço-temporal e evolução.

O referido autor sugere a classificação taxonômica das paisagens em função da escala em uma perspectiva de tempo e espaço e determina seis níveis taxonômicos, subdivididos em unidades superiores e unidades inferiores.

As unidades superiores correspondem às maiores dimensões espaciais, à zona, ao domínio e à região, já as unidades inferiores correspondem ao geossistema, ao geofáceis e ao geótopo (BERTRAND, 1971). O autor descreve o geossistema como uma unidade do complexo geográfico; essa escala permite melhor análise dos elementos da paisagem e a intervenção dos fenômenos que contribuem para as transformações e evolução desse sistema.

Tricart (1977) publica o livro *Ecodinâmica*, em que analisa os fluxos de matéria e energia do meio, em conjunto da integração entre fatores e características ambientais, fundamentados na atuação e intensidade dos processos morfogenéticos e pedogenéticos. A ecodinâmica permite analisar as condições de instabilidade e estabilidade das paisagens, importantes para a gestão e planejamento ambiental. O autor classifica os meios ecodinâmicos em: meios estáveis, meios intergrades e os instáveis. Apresenta-se, a seguir, a caracterização de cada classe desses meios:

Os meios estáveis: a presença da cobertura vegetal caracteriza esses meios, contribui para a formação da pedogênese, em que o meio adquire estabilidade contra a atuação dos processos mecânicos da morfogênese.

Os meios intergrades: apresentam uma passagem gradual entre os meios estáveis e fortemente instáveis. O que determina esses meios é a constante interferência da morfogênese e pedogênese, que atuam de forma concorrente sobre um mesmo espaço.

Os meios instáveis: a morfogênese é elemento predominante da dinâmica natural e fator determinante dos sistemas. Uma característica predominante é a ausência da vegetação ou muito aberta, essa situação pode ter diferentes causas, na qual existe a atuação de diferentes fatores que contribuem para esse cenário.

A geodinâmica interna instável intervém de diferentes formas, tendo como exemplos: o vulcanismo, que modifica os meios instantaneamente, por meio de corridas de lavas, chuvas de cinzas, no relevo fortemente dissecado com incisão dos cursos d'água, favorecendo os declives das encostas; as condições climáticas, que interferem na projeção da vegetação, como os climas áridos e semiáridos. Por fim, a

degradação ambiental, quando atingem níveis irreversíveis estabelecem a desertificação.

A metodologia da Ecodinâmica de Tricart (1977) inova no modo de pensar sistematicamente a natureza e as transformações que ocorre no ambiente. Souza (2000) faz uma adaptação da metodologia de Tricart, baseado nos critérios da análise Ecodinâmica, estabelecendo condições de sustentabilidade e vulnerabilidade das unidades geoambientais.

Souza (2000) define classes de sustentabilidade, estabelece níveis: muito baixa, baixa, moderada e alta. Essa classificação é fundamentada em quatro categorias: nas potencialidades geoambientais e limitações de uso dos recursos naturais; nas condições ecodinâmicas e vulnerabilidade ambiental; utilizados como indicadores quanto ao uso e ocupação do solo de cada unidade geoambiental (SOUZA, 2000).

Dessa forma, Souza (2000) com base no potencial atual dos recursos naturais, nas principais limitações de uso e no estado de conservação dos recursos naturais considera as seguintes categoriais de vulnerabilidade: baixa, moderada e forte.

Souza (2007, p.127) ressalta a importância dos estudos integrados para a percepção do ambiente como um todo, e diz: “a análise geoambiental é uma concepção integrada que deriva do estudo unificado das condições naturais que conduz a uma percepção do meio em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos”. O autor destaca a relevância da natureza como a sustentação de recursos naturais essenciais para a sobrevivência humana e dos demais seres vivos, trazendo uma percepção de uso e ocupação que respeite a capacidade de suporte e resiliência dos sistemas ambientais.

No campo conceitual e analítico da caracterização e complexidade dos sistemas ambientais, duas perspectivas são importantes: a ecológica (o ecossistema) e a geográfica (o geossistema) (CHRISTOFOLETTI, 1999). Segundo o autor, as duas perspectivas produzem resultados que se combinam para a compreensão dos sistemas, ao analisar as potencialidades dos recursos e avaliar as transformações ocorridas na superfície terrestre, tendo como uma das principais metas as práticas de manejo em face da sustentabilidade ambiental para a sociedade.

Na análise geoambiental é fundamental a identificação e hierarquização dos componentes envolvidos, para que haja a efetivação da caracterização dos sistemas ambientais. Como descreve os autores Santos e Souza (2014):

Os sistemas ambientais são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes geoambientais, suas dimensões e características de origem e evolução. Considerando a diversidade interna dos sistemas, são delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações que configura, espacialmente, os subsistemas. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem significado para a delimitação das subunidades, em decorrência da exposição de padrões fisionômicos uniformes ou de relativa homogeneidade (SANTOS; SOUZA, 2014, p. 222 e 223).

Portanto, conforme Santos e Souza (2014), o estudo geoambiental da paisagem é compreendido como instrumento de aplicabilidade da teoria dos sistemas, considerando as relações entre os aspectos naturais e sociais que configuram os diferentes sistemas ambientais.

Na análise ambiental, é importante o estudo setorial e unitemático dos componentes geoambientais (geológico, geomorfológico, climatológico, hidrológico, pedológico, fitoecológico), pois estes constituem uma etapa ou meio indispensável para alcançar a interdisciplinaridade do meio ambiente, na avaliação dos recursos naturais, na indicação dos limites de tolerância dos geossistemas e no ordenamento territorial através das práticas de Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE (SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

2.2 O fenômeno da desertificação e degradação ambiental: suas dimensões global e regional

A desertificação possui dimensões complexas locais e globais, além dos seus efeitos serem perceptíveis em todos os continentes, de modo que alguns países abrangem maiores escalas a nível nacional e outros com menor atuação a nível regional. A problemática é decorrente dessa relação desarmoniosa sociedade e natureza, envolvendo, assim, diversos fatores naturais, sociais, econômicos, políticos e culturais.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2005 *apud* RÊGO, 2012), mais de 250 milhões de pessoas já foram diretamente afetadas pelos processos de degradação das terras. De acordo com esse estudo, a maior parte da

população atingida possui menos condições econômicas, os mais pobres, os marginalizados e os politicamente menos atendidos.

As formas de lidar com os problemas de degradação ambiental são diferenciadas entre as populações. Os países desenvolvidos possuem condições de adotar medidas para combater o fenômeno, já a população dos países em desenvolvimento não possui condições financeiras de investir com meios de prevenção ou sustentação, e veem o problema se agravar com o crescimento demográfico exacerbado, que obriga a população a pressionar, ainda mais, o meio ambiente na busca de sobrevivência (RÊGO, 2012).

Em 2002, o Departamento para o Desenvolvimento Internacional do Reino Unido (DFID), a Direção Geral do Desenvolvimento da Comissão Europeia (CE), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Banco Mundial publicaram, em parceria, um documento sobre as relações entre pobreza e recursos naturais²; um dos temas enfatizados foi a correlação entre pobreza e degradação, que são complexas e não lineares, sendo evidentes os casos em que a pobreza causa desertificação e que a degradação causa pobreza.

Essa situação explica as desigualdades sociais existentes entre os países ricos e pobres, com uma alta produção de alimentos no mundo, mas boa parte da população mundial passa fome. Dessas áreas produtivas, as regiões áridas do mundo possuem grande potencial para o cultivo de alimentos, representam 22% da produção mundial de alimentos (MATALLO JÚNIOR, 1999). Uns dos motivos para a conservação das terras susceptíveis à desertificação seria a segurança alimentar.

Portanto, ao longo dos anos a sociedade debateu sobre as causas e efeitos da degradação/desertificação no mundo, criando formas de combater e conviver com a desertificação, que pode se agravar com ações das secas.

No início dos estudos de desertificação, foram atribuídos vários conceitos, geralmente difundidos a partir de eventos extremos ocorridos pelo mundo, então não se sabe ao certo quem criou o termo, mas foi graças a essas difusões de pesquisas que a temática foi reconhecida mundialmente. Por essa razão, serão relatados os marcos históricos associados à percepção do fenômeno.

A história do conceito de desertificação tem início nos anos de 1930 nos Estados Unidos da América, quando ocorreram intensos processos de degradação

² Documento “*Linking Poverty Reduction and Environmental Management. Policy Challenges and Opportunities*”, formulado para a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, 2002.

em alguns Estados do meio oeste norte-americano, devido ao desmatamento e exploração do uso dos solos pelas atividades agropecuárias, agravados pela seca severa nos anos de 1929 e 1932; esse processo foi denominado de Dust Bowl (MATALLO JÚNIOR, 1999).

Conforme Rêgo (2012), muitos autores atribuem a origem e a primeira utilização do termo desertificação ao pesquisador francês André Aubréville (1949), empregado, na época, para caracterizar a substituição das florestas tropicais e subtropicais na África por savanas, ocasionado pela retirada da vegetação e incêndios, com a finalidade de transformar a floresta em campos de cultivos e pastagens, referindo-se às áreas em processo de degradação em decorrência do uso predatório dos recursos naturais.

Entre os anos de 1968 e 1973, a região subsaariana do Sahel sofreu um processo intenso de desertificação ocasionado pela exploração dos recursos naturais e a ocorrência de secas severas. Essa região passou por período de estiagem prolongada, acarretando graves consequências ambientais, sociais e econômicas, o que afetou seis milhões de pessoas e um rebanho estimado em 25 milhões de cabeças, 40% das quais pereceram de fome (CONTI, 2008).

Como resposta aos desastrosos efeitos da seca no final dos anos de 1960 em Sahel, foi realizada, em 1977, a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, na cidade de Nairóbi; desde então, a desertificação vem ganhando espaço próprio, no âmbito internacional, como um problema ambiental por excelência das terras secas (ABRAHAM *et al.*, 2014). Na Conferência de Nairóbi, foi adotado o Plano de Ação de Luta Contra a Desertificação, destacando-se as seguintes ações: o incentivo às pesquisas científicas sobre o fenômeno, convite aos países para adoção de práticas que impedissem o avanço da desertificação e os efeitos da seca.

O plano de ações desenvolvido na conferência da África não teve resultados positivos, em virtude do pouco comprimento e adesão por parte dos países envolvidos.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco 92, adotou uma abordagem integrada sobre o tema, baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável, por isso foi um importante passo para a elaboração, em 1994, da Convenção das Nações da Luta contra a Desertificação e a Seca (UNCCD) (ABRAHAM *et al.*, 2014).

A partir dessa Convenção, a concepção de desertificação passa a ter uma abordagem integrada e complexa, que facilita a compreensão das causas e consequências sobre os diversos aspectos físicos, sociais e econômicos.

Por isso, é fundamental compreender a abrangência da degradação/desertificação no mundo, além de identificar as áreas afetadas, o que permite analisar como as populações podem interagir entre si, buscando medidas de mitigação, controle, prevenção e combate aos efeitos de degradação e secas.

Na América Latina e o Caribe apresentam uma área total de 20,18 milhões de Km², da qual 25% correspondem terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo tais tipos climáticos propícios ao processo de desertificação (MORALES, 2005).

A maior parte do território mexicano inclui terras áridas e semiáridas, principalmente o norte do país. A ocupação dessa área data desde o século XVI, com atividades de mineração e pecuária, presentes até hoje (RÊGO, 2012). Segundo Rêgo (2012), a desertificação atinge 70% do país do México, nas savanas de Chihuahuan, tem como consequências principais a pobreza e a migração.

Na América Central, as zonas secas representam 15% do território nacional da Nicarágua, onde vive 50% da população. Na Guatemala, estima-se que 12% do território nacional apresentam problemas de desertificação, onde vivem cerca de 1,2 milhões de pessoas em extrema pobreza (MORALES, 2005). No caso desse último país citado, a desertificação e a seca estão relacionadas, diretamente, com o desmatamento resultante da expansão da fronteira agrícola sobre a agricultura de subsistência. Na tabela 1, pode-se observar como atua a desertificação sobre as áreas produtivas, superfície de terras e população local nos seguintes países da América Latina: Argentina, Brasil e Chile.

Tabela 1 – Países da América Latina: Argentina, Brasil, Chile, e as áreas afetadas pela desertificação (2000)¹

País	Unidades produtivas		porções de terras		População	
	Número(hm ²)	Percentual	Desertificada (hm ²)	Percentual	(milhões)	Percentual
Argentina	124 432	60,2%	217,5	75,0 %	9,2	28,2%
Brasil	78 296	22,1%	134,3	15,7%	28,6	19,5%
Chile	19 286	52,6%	48,3	62,0%	22,1	22,1%

Fonte: Morales, 2005.

¹ A unidade de medida que utilizam são hectares para mensurar os setores agrícolas ou florestas.

Esses dados justificam a relevância da temática, pois mostram a relação das terras produtivas com perdas de produção, o total de áreas desertificadas e a população atingida. Conforme o autor supracitado, a Argentina possui mais da metade do seu território, 75%, sob os efeitos da degradação; a desertificação, por sua vez, atinge com maior intensidade a Região do Chaco. No Brasil esse processo atua, intensamente, na Região Nordeste. No Chile, grande parte do seu território apresenta degradação e desertificação, sendo maior ação na IV Região.

No Brasil, um dos primeiros trabalhos em que apareceu o conceito de desertificação como a degradação das terras produtivas na região Nordeste foi o do professor e pesquisador José Vasconcelos Sobrinho (SALES, 2003).

As áreas semiáridas e as subúmidas secas do Brasil compreendem porções territoriais dos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Minas Gerais; esses espaços abrangem uma superfície de 1.130.790,53 Km², dos quais 710.437,30 Km², que correspondem a 62,83% do total, são caracterizados como semiáridos e 420.258,80 Km² (37,17% do total) como subúmidos secos (BRASIL, 2004).

Dessa forma, na Ásia, Europa e América do Sul, o desmatamento é a atividade que mais tem contribuído para o aumento das áreas degradadas e desertificadas, enquanto, na África e Austrália, o sobrepastoreio é a causa mais evidente da destruição da vegetação e, como consequência, a erosão dos solos. Na América do Norte, a atividade agrícola mecanizada é um dos principais fatores de degradação dos solos e perda de biodiversidade (ROXO, 2006).

Como resolver o problema da desertificação que atinge escalas mundiais? Uma das possíveis respostas é dedicar maior atenção à geração de conhecimentos focados na realidade da região, aproveitando a capacidade local para resolver os próprios problemas, e a ciência, por sua vez, deve, necessariamente, estar conectada às demandas e necessidades das populações afetadas, sobretudo com os tomadores de decisões (governantes), para que possa basear suas ações no conhecimento (ABRAHAM *et al.*, 2014).

Como existem vários níveis de degradação e de desertificação no mundo, a melhor forma de reverter o ciclo de pobreza e degradação é assegurar modos sustentáveis de vida à população de cada país afetado e, outra maneira, é fortalecer

parcerias e cooperações entre países focados em solucionar os problemas relativos à degradação das terras.

É importante o esclarecimento dos conceitos de desertificação, degradação ambiental e seca, para evitar os usos como se fossem sinônimos e confusões entre essas concepções. Desse modo, a definição conceitual auxilia a verificação das áreas atuantes e a formulação de políticas públicas que, realmente, irão atender as necessidades existentes de cada local afetado pela desertificação.

Apesar de existirem diversos conceitos de desertificação, nota-se uma mudança na abordagem da mesma ao longo dos anos. As antigas abordagens privilegiavam, quase unicamente, os fatores naturais, com o amadurecimento da temática foram incorporadas as dimensões: sociais, econômicas, políticas e culturais (TORRES *et al.*, 2005). Nessa perspectiva interdisciplinar, esses estudos passam a envolver a participação dos demais atores sociais nos processos de planejamento e gestão ambiental das terras afetadas pelo fenômeno.

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação define o conceito de desertificação como um processo que culmina na degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, como resultado da ação de fatores diversos, com destaque às condições climáticas e às atividades humanas (BRASIL, 2004).

Essa classificação das áreas susceptíveis à desertificação foi baseada na metodologia do índice de aridez de Thornthwaite (1941), que calcula o grau de aridez em função da razão da quantidade de precipitação (P) e da perda máxima possível de água por meio da evaporação e transpiração (ETP), ou evaporação potencial (MATALLO JUNIOR, 1999). Na Tabela 2, apresentam-se o clima e os respectivos índices de aridez.

Tabela 2 - clima e índice de aridez

CLIMA	ÍNDICE
Hiper-árido	<0,05
Arido	0,05 – 0,20
Semiárido	0,21 – 0,50
Subúmido seco	0,51 – 0,65
Subúmido e úmido	>0,65

Fonte: Ceará, 2010.

Conti (2002) destaca os fatores climáticos que indicam os ambientes favoráveis à desertificação, como o índice de aridez, a diminuição de água nos sistemas naturais, a elevação da temperatura média, a redução das precipitações, o agravamento do déficit hídrico dos solos, a maior torrencialidade do escoamento, a intensificação da erosão eólica, dentre outros. Mas vale ressaltar a influência do prolongamento do período seco e diminuição das precipitações ao longo do estudo de séries históricas pluviométricas.

Morales (2005) relata o consenso de que a desertificação das terras é consequência da ação humana e de fatores climáticos. O autor descreve que

En el grupo de factores humanos se destacan la deforestación, la extracción excesiva de productos forestales, los incendios forestales, la sobrecarga animal, el uso demasiado intensivo del suelo, su manejo inadecuado y, por último, el empleo de tecnologías no apropiadas para ecosistemas frágiles. Respecto de las causas climáticas de la degradación, es posible mencionar las recurrentes y prolongadas sequias que afectan a algunos de los países de la región, y que agudizan aún más las consecuencias derivadas de la acción humana (MORALES, 2005, p. 25).

Portanto, essa concepção de desertificação mostra que diversos fatores contribuem para o avanço da degradação intensiva, aspectos naturais e sociais, principalmente o clima e a ação humana. Ou seja, percebe-se a diminuição da fertilidade dos solos, dos recursos hídricos, e a perda de biodiversidade, que altera a qualidade de vida da população, podendo ocasionar danos irreversíveis nas terras afetadas.

Segundo García Camarero (1989), a atuação da degradação em uma área ou ecossistema, geralmente, não se produz de modo espontâneo, passa de forma gradual desde seu estado de equilíbrio natural ou clímax complexo e estabilidade, composto dos seus três sistemas vitais (solos, água e vegetação), até chegar uma fase de degradação cada vez mais intensa, para terminar em um estado de máxima degradação ou desertificação.

É de suma importância saber a conceituação e as formas de atuação da degradação/desertificação sobre a natureza e sociedade para a sua prevenção. De acordo com Abraham *et al.* (2016), na luta contra a desertificação, não devemos apenas focar nas consequências desse processo, como a diminuição da qualidade de vida das populações afetadas, perdas e limitações de atividades produtivas, relações desses processos com a pobreza, não que estas não sejam importantes, mas também deve-se considerar as causas que geram a desertificação.

Conforme Abraham *et al.* (2014), ainda, a temática da desertificação é complexa, exige dos pesquisadores o pensar integrado, torna-se um desafio para as Ciências Humanas e Físicas a capacidade de trabalhar em conjunto e desenvolver metodologias para análise do processo de desertificação. A autora destaca que

El concepto de desertificación es un concepto multidimensional (o multidisciplinar) y, por lo tanto, exige un gran esfuerzo de cooperación y capacidad de síntesis. El trabajo empieza por la metodología de estudio y los métodos de evaluación. La integración entre las ciencias sociales y las ciencias físicas y biológicas no es solamente un reto, también es una empresa que hasta el momento no se ha consolidado. Los grupos científicos de cada uno de los sectores (sociales y bio-físicos) han intentado distintas formas para robustecer el conocimiento, pero ha sido mucho más un ejercicio de “sumar” datos que de consolidar resultados por una vía metodológicamente consistente (ABRAHAM, *et al.*, 2014, p. 359).

Um dos desafios dessa temática é trabalhar em conjunto os aspectos sociais e físicos. Geralmente as pesquisas estão afuniladas nas perspectivas das Ciências Humanas ou Físicas, devido à inexistência de uma metodologia tão abrangente e na dificuldade de acesso e coleta de dados socioeconômicos, obstáculo esse a ser vencido com trabalho interdisciplinar entre os pesquisadores de diversas áreas de atuação.

Guerra e Guerra (2008) conceituam degradação ambiental como:

A degradação ambiental é mais ampla que a degradação dos solos, pois envolve não só a erosão dos solos, mas também a extinção de espécies vegetais e animais, a poluição de nascentes, rios, lagos e baías, e outros impactos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem (GUERRA; GUERRA, 2008, p. 184).

A degradação é comumente utilizada como sinônimo de perdas, modificações, alterações, perturbações das condições naturais de um determinado ambiente.

O conceito de degradação ambiental, conforme a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). Define degradação ambiental, no artigo 3º, inciso II, como: “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”.

A expressão degradação ambiental, pela legislação brasileira, qualifica os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, como qualquer lesão ao meio ambiente causada por ação de pessoa, seja física ou jurídica, de direito público ou privado, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como diminuição da qualidade ambiental ou a capacidade produtiva dos recursos

naturais, que acabam reduzindo a produtividade das atividades socioeconômicas (LIMA; RONCAGLIO, 2001).

Para Sánchez (2013), as alterações adversas dos componentes ambientais ou na qualidade de vida da população, ocasionadas pelo processo de degradação, correspondem ao impacto ambiental negativo. Ressalva-se o fato de que a degradação ambiental é um fenômeno exclusivamente adverso, enquanto o termo impacto ambiental pode se referir tanto a um aspecto positivo como a um aspecto negativo (MENEGUZZO, 2006).

A degradação, com sentido de impacto ambiental, corresponde aos efeitos que causam danos negativos à saúde, ao bem-estar, à qualidade de vida, aos seres vivos, acarretando prejuízos às atividades socioeconômicas, descaracterizando a estética do ambiente (ALMEIDA; SOUZA, 2013), isto é, a degradação altera qualquer ambiente natural ou social, gerando impactos ambientais nos diferentes espaços existentes.

Conforme Araujo *et al.* (2017), a definição de degradação de terras envolve a redução das potencialidades dos recursos renováveis, por uma série de combinações entre os processos naturais ou ações antrópicas que agem fazendo alterações sobre a superfície da terra.

Essa concepção é baseada na ideia de que a sociedade explora os recursos renováveis, alterando o meio, que age e atua em conjunto com os elementos naturais, desencadeando um cenário de degradação.

Diante do que foi explanado, existem diferenciações conceituais entre desertificação e degradação ambiental. Na primeira, a degradação está relacionada às condições climáticas, terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, e ação humana que atua sobre estas áreas, onde os casos de degradação são tão intensos que os danos podem ser quase irreversíveis. Na segunda, é uma forma de degradação do ambiente que pode ser ocasionada tanto por causas naturais como por ação antrópica.

Visto que degradação é um termo abrangente, em que diversos fatores podem contribuir para geração de impactos. Os autores Almeida e Souza (2013) descrevem as concepções generalistas e singulares sobre o conceito de degradação ambiental:

A noção de degradação ambiental pressupõe um processo de redução da capacidade produtiva de seus componentes, que conduza à descaracterização generalizada. Conceitualmente, não se deve confundir a ideia de degradação ambiental com a de degradação de determinado recurso (solo, água, vegetação, dentre outros) em específico. Tal distinção pode ser um artifício didático para enfatizar a atuação de “produtores de degradação”, porém esbarra na compreensão de um todo interligado. Seria possível, portanto, degradar apenas um recurso, tornando alvo do uso em uma totalidade composta pela relação indissociável entre partes constituintes? (ALMEIDA; SOUZA, 2013, p. 146).

Os autores supramencionados fazem alusão ao conceito de degradação que envolve vários fatores para sua caracterização, de maneira que o estudo de um único “fator causador” torna vago essa concepção.

Outros fatores que contribuem para o processo de desertificação são as variações climáticas, a frequência, a magnitude e a intensidade das secas, que se manifestam como fenômenos intensificadores da desertificação, principalmente nos territórios fragilizados pelas intervenções humanas inadequadas (LÓPEZ BERMÚDEZ, 1995). Portanto, a desertificação aumenta com a atuação da seca, entretanto esta agrava e intensifica o processo de desertificação quando os usos dos recursos naturais são inadequados para o ecossistema, não levando em consideração sua capacidade de suporte e resiliência.

Conti (2008) define seca como a prolongada falta de chuvas, que poderia se estender por dois ou três anos. O autor utiliza como critério de avaliação da seca: a quantidade de precipitações em relação à temperatura e ao balanço hídrico do solo, tais fatores são essenciais para a avaliação de períodos com déficits hídricos extremos.

Conforme Souza e Oliveira (2002), a seca ocorre em anos em que os totais pluviométricos estão abaixo do comportamento da média de longo prazo ou das normais pluviométricas.

A Organização Meteorológica Mundial (1986) adota, como critério meteorológico, a definição de seca quando em uma determinada região a precipitação anual é inferior a 60% que a normal, durante mais de dois anos consecutivos, em mais de 50% da superfície. Ou seja, um ambiente resiste a uma diminuição de precipitação até 40%, logo, abaixo desse valor, pode sofrer vários impactos socioeconômicos e ambientais.

De acordo com Campos e Studart (2001), as secas podem ser classificadas conforme as causas e efeitos: a seca climatológica se refere a uma

deficiência no total de chuvas em relação aos padrões normais que determinam a necessidade de água. Esse déficit hídrico pode ocasionar redução no abastecimento da população; a seca edáfica possui como causas a insuficiência ou distribuição irregular das chuvas e pode ser identificada como uma deficiência da umidade, o qual resulta na diminuição da produção agrícola; a seca hidrológica é a insuficiência de água dos rios ou reservatórios para atendimento das demandas de águas já estabelecidas em uma determinada região, pode ser causada pela deficiência no escoamento superficial ou gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis nos açudes.

A seca é um fenômeno natural que ocorre devido a um período de estiagem por motivos climáticos, o que acarreta uma série de prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Porém, esse fenômeno pode ser reversível, dependendo da quadra chuvosa para abastecimento dos mananciais, bem como da severidade ou tempo de duração da seca e os tipos de intervenções humanas realizadas nos sistemas ambientais (BARRETO, 2015).

A relação da seca e desertificação é perceptível em regiões de clima influenciado pela semiaridez com ocorrência de secas, como o Nordeste brasileiro, que apresenta condições naturais favoráveis à degradação, acentuadas pelo uso irracional dos recursos naturais, o que potencializa a desertificação na região.

O clima semiárido do Nordeste possui, como características principais, as irregularidades e incertezas de precipitações, como chuvas concentradas em um período do ano, torrenciais, e outros de estiagem, os anos secos, de modo que essa imprecisão acaba dificultando a implementação de políticas públicas, diferentemente dos climas desérticos e úmidos, os quais apresentam características climáticas dotadas de maior regularidade (SOUZA; OLIVEIRA, 2002). Essa irregularidade é mensurada por meio de uma análise espaço-temporal, em uma determinada região e estipulado em um período de anos.

A maior parte da população da região Nordeste que habita o semiárido vive em condições de extrema pobreza e miséria, e tal situação é atribuída às condições climáticas e à seca. Os autores Souza e Oliveira (2002) descrevem os principais motivos da falta de infraestrutura na região:

Se a seca é uma terrível realidade, ela não é o principal fator de empobrecimento. Os fatores principais são a estrutura fundiária, creditícia, de comercialização, de emprego e a inadequação das culturas às condições

de solo e do clima. De modo especial, o impacto provocado pelas secas se agudiza em função da rentabilidade inexpressiva dos empreendimentos rurais e das deficiências da tecnologia rudimentar adotada (SOUZA; OLIVEIRA, 2002, p. 213).

Apesar de existirem políticas de combate à seca e estratégias de convivência com o semiárido, estas ainda não conseguem obter os resultados esperados, uma vez que a população continua a sofrer com as mazelas das grandes secas, em que rebanhos são dizimados e pessoas passam fome (SOUZA; OLIVEIRA, 2011). Conforme as autoras, essas ações são locais e paliativas, pois ainda não foram capazes de solucionar o problema mediante novas formas de conhecimento e a população continua a padecer.

A seca pode ser classificada de origem natural (climática), mas também possui relevância social, quando a sociedade faz uso dos recursos naturais indiscriminadamente, não respeitando as potencialidades e limitações dos componentes ambientais.

Após essa explanação sobre desertificação e seca, verifica-se que são fenômenos com distintas definições, porém a ação, em conjunto desses dois processos, pode trazer graves impactos ao ambiente. Por isso, é importante a prevenção, planejamento, elaboração de políticas públicas para combater a degradação/desertificação e amenizar os efeitos da seca.

2.3 Núcleos de desertificação e áreas susceptíveis configurados no Ceará

A região do Nordeste brasileiro como todo, cujos Estados são Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, abrange uma área aproximadamente de 1.556 Km². Do ponto de vista geoambiental, apresenta características que refletem um cenário de paisagens diversas, tendo como principal elemento, no quadro natural da região, a condição de semiaridez de caráter azonal, atingindo grande parte do seu território (969.589 Km²), como também a alta variação pluviométrica espacial e temporal, especificidades estas inerentes a esse tipo climático (SALES, 2003).

Essas características fazem com que a região exiba alta vulnerabilidade em decorrência da instabilidade mesoclimática, com excesso ou escassez, antecipação ou retardo, ocasionando cheias espasmódicas ou secas calamitosas, o

que origina drásticos problemas socioeconômicos e ambientais, destruindo lavouras, produzindo desemprego e fome (NASCIMENTO, 2015).

Essa área do Brasil possui suas particularidades, localiza-se na região subequatorial entre os 3° e os 16° de latitude Sul, diferente de outras regiões do mundo, como os desertos e as regiões semiáridas que, normalmente, localizam-se nas regiões tropicais (ANDRADE, 1998). Portanto, a região Nordeste pode ser considerada como clima azonal de expressão regional (SOUZA *et al.*, 1992).

O Nordeste, em comparação com outras regiões do país, como o Sul e o Sudeste, apresenta grande disparidade socioeconômica, cujas condições econômicas torna a realidade nordestina fortemente deprimida em função da sua pobreza (SOUZA; OLIVEIRA, 2002).

Diante de todas as desigualdades sociais sofridas pela população nordestina e adversidades climáticas, o sertanejo é um povo resistente, pois é a região semiárida mais povoada do mundo (AB'SABER, 2003). O autor ressalta que é uma região geradora e distribuidora de gente, em função da grande quantidade de pessoas que migram para outras regiões, por causa das secas prolongadas, da pobreza e da miséria.

A situação problema vivenciada pelo Nordeste semiárido não pode ser atribuída apenas às características naturais do ambiente, pois também possui origem de caráter social. As novas estratégias de combate à seca e à fome no Estado do Ceará fazem parte das políticas neoliberais recomendadas pelos organismos internacionais, que orientam no sentido de que os recursos naturais sejam explorados pelos mercados (SAMPAIO, 2002).

Essa nova reestruturação produtiva contribui para o aumento das desigualdades sociais e econômicas no campo, como explicam sobre as iniciativas governamentais (RODRIGUEZ; SILVA, 2002 apud. GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009) que acabam influenciando o processo de desertificação, pelas políticas implementadas como: o sistema da propriedade de terra; o acesso e apropriação dos recursos; a intensa pressão humana sobre os sistemas naturais; o emprego de tecnologia inadequada; a carência de infraestrutura ambiental e social; e, por fim, a insuficiente integração regional.

A configuração e formação territorial dos sertões nordestinos foi impulsionada por fatores econômicos, particularmente o binômio gado e algodão, assim surgiram os primeiros núcleos rurais e urbanos, deixando graves sequelas,

tanto no cerne das comunidades indígenas exterminadas, quanto na servidão dos “escravos livres”, bem como no depauperamento dos recursos naturais, sobretudo solos e vegetação (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009). A forma de apropriação socioeconômica do Nordeste não respeitou as condições físicas do ambiente, ocasionando graves problemas de degradação.

A expansão e ocupação ocorreu com a incorporação de novas terras e a devastação indiscriminada das caatingas, que durante as secas extremas não tinham a capacidade de regeneração (SOUZA; OLIVEIRA, 2002).

Apesar dos grandes problemas socioeconômicos, o Nordeste é uma das regiões com maior diversidade paisagística, com os domínios de paisagens ou condições morfoclimáticas da área intertropical. Porém, o que predomina, nessa região, são grandes parcelas de terras que estão submetidas ao clima semiárido (SOUZA; OLIVEIRA, 2002).

Nos sertões predominam as terras de “sequeiro” (áreas secas), que correspondem entre 96 e 97% do espaço regional; de modo muito descontínuo, plantam-se algodão, palmas, forrageiras e roças de mandioca, milho e feijão, cuja produtividade depende de um bom período chuvoso (AB’SABER, 2003). As planícies fluviais (várzeas) possuem uma estrutura fundiária marcada pelo predomínio de minifúndios dispostos, perpendicularmente, aos rios, onde se pratica uma agricultura de subsistência aproveitando a fertilidade desses solos e o acesso à água, fundamental para sobrevivência do sertanejo, mesmo em períodos de estiagem (SOUZA; OLIVEIRA, 2002).

O domínio ecogeográfico da caatinga ocupa uma área de cerca de 750.000 Km² e abrange partes dos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais, que corresponde a 54% da Região Nordeste e 11% do território brasileiro (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009). A cobertura vegetal da caatinga, de modo geral, encontra-se degradada, apresentando padrões fisionômicos secundários (TRIGUEIRO; OLIVEIRA; BEZERRA, 2009).

Portanto, essa região possui componentes geoambientais vulneráveis, devido à sua formação natural, morfologia e fatores climáticos, atrelados ao uso e ocupação inadequados dos sertões semiáridos. A consequência do manejo inapropriado é a degradação ou desertificação em diferentes graus de severidade (BRASIL, 2004).

As áreas comprometidas pela degradação acentuada dos recursos naturais no semiárido brasileiro foram denominadas de núcleos de desertificação, por Vasconcelos Sobrinho, publicado no artigo intitulado “O deserto brasileiro” (SALES, 2003). “Em geral, esses núcleos são áreas com grandes manchas desnudas, presença ou não de cobertura vegetal rasteira e sinais claros de erosão do solo” (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012, p. 88). Entretanto, algumas áreas que passam pelo mesmo processo ou semelhante ainda não foram incluídas nos núcleos, o que requer estudos específicos para inclusão de novas áreas e estudos que possam verificar o avanço da desertificação.

A elaboração do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN - Brasil foi considerado um grande avanço pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), com o objetivo de delimitar as áreas susceptíveis à desertificação – ASD, concentradas na região Nordeste do país, incluindo as terras dos climas semiáridos e subúmidos secos (BRASIL, 2004).

O PAN - Brasil classifica as ASDs como: Núcleos de Desertificação (Gilbués - PI, Irauçuba - CE, Seridó - RN, Cabrobó - PE); Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas; Áreas do Entorno das Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas; Novas Áreas Sujeitas aos Processos de Desertificação; características principais das Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD e relação das ASDs com o bioma Caatinga, o Polígono das Secas e a Região Semiárida do FNE (BRASIL, 2004).

As áreas susceptíveis à desertificação foram classificadas seguindo o conceito da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, que determina as regiões climáticas atingidas pelo processo, as terras áridas, semiáridas e subúmidas secas. Outro critério adotado são as áreas do entorno das áreas semiáridas e subúmidas secas. Algumas áreas não se encaixam no padrão climático, mas podem apresentar características comuns às áreas semiáridas e subúmidas secas, com a ocorrência de secas e vegetação da caatinga (MMA, 2007).

Os critérios para definição das áreas do entorno foram os seguintes: os municípios do entorno que tenham sido atingidos pelas secas, incluindo os municípios que participem de programas de emergência de seca administrados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE; os municípios que fazem parte da área do Bioma Caatinga; os municípios adicionados à área de

atuação da SUDENE, a partir da Lei nº 9.690, de 15.07.1998, como os incluídos no Estado do Espírito Santo (MMA, 2007).

Nascimento (2015) ressalta que o PAN-Brasil inova ao propor e incluir novas áreas sujeitas ao processo de desertificação, servindo para a correção do problema, muito mais do que como inclusão de novos territórios, pois são áreas com degradação intensa, verificada em nível exploratório, originada por fatores naturais (clima e solo), por atividades econômicas, ou ambas, simultaneamente.

O Estado do Ceará possui uma área total de 148.886,308 Km², cuja área susceptível à desertificação corresponde a 148.886, 31 Km², ou seja, mais de 90% do território cearense (CGEE, 2016). Portanto, como já foi mostrado, as ASDs incluem o semiárido e as áreas do entorno.

Além do mais, essas áreas possuem vulnerabilidade ambiental à degradação das terras e desertificação, que incluem fatores naturais e antrópicos, tais como: clima semiárido e subúmido seco, solos rasos ou muito pouco espessos susceptíveis à erosão, impermeabilidade do substrato rochoso, supressão da cobertura vegetal com práticas de atividades não compatíveis com a capacidade de suporte, exploração inadequada dos recursos hídricos, dissecação do relevo em colinas, declínio de produtividade biológica das terras com a degradação dos solos e vegetação (CGEE, 2016).

Por esse motivo, a pesquisa enfatiza o município de Tejuçuoca, uma área que está localizada no entorno do núcleo de desertificação de Irauçuba – Ceará. Portanto, a partir da aplicação dos indicadores de desertificação na área, pretende-se verificar os níveis de degradação do município.

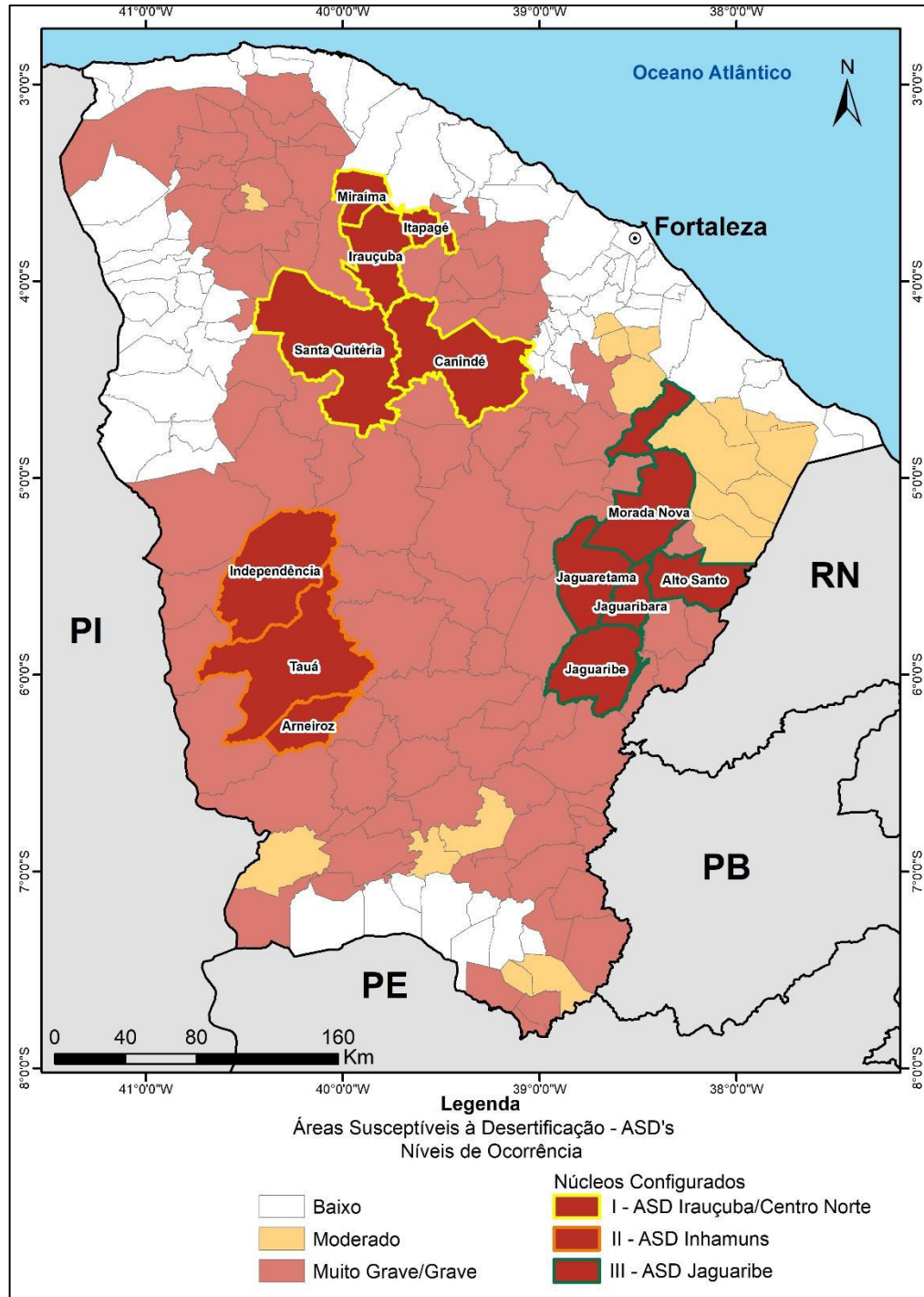
Conforme Silva e Oliveira (2017), a ratificação dos núcleos configurados de desertificação nas ASDs indica a necessidade de estudos de maior detalhe, para dar maior eficiência à identificação de novas áreas afetadas ao controle e ao monitoramento ambiental.

Com o intuito de contribuir com a convivência sustentável no semiárido, a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará elaborou o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE Ceará (2010), definindo áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará, adotando critérios ambientais e socioeconômicos.

As terras com maior atuação desse processo abrangem os três núcleos de desertificação, compostos por 14 municípios, localizados nos Sertões dos

Inhamuns, de Irauçuba e do Médio Jaguaribe, correspondendo a 23% do Estado (CEARÁ, 2010). (Ver figura 1 - os municípios susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará).

Figura 1 – Os municípios susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará



Fonte: Adaptado de Ceará (2010).

O núcleo dos Sertões de Irauçuba e Centro-Norte abrange uma área total de 9.706,42 Km², fazem parte os municípios de Irauçuba, Santa Quitéria, Miraíma e Canindé (CEARÁ, 2010). O município de Tejuçuoca, objeto de estudo da pesquisa, está localizado no sertão Centro-Norte do Estado do Ceará, faz divisa com os seguintes municípios do núcleo: Irauçuba e Canindé (IPECE, 2017).

O município com índices mais alarmantes de degradação/desertificação desse núcleo é o município de Irauçuba. As precipitações médias anuais variam em torno de 530 mm, com temperaturas médias anuais de 26,3°C (SALES; OLIVEIRA, 2006). A região apresenta um dos mais baixos índices pluviométricos do Estado do Ceará e isso ocorre porque a área encontra-se a sotavento da serra de Uruburetama (ARAÚJO FILHO; SILVA, 2015).

Em Irauçuba os solos predominantes na depressão sertaneja são os planossolos, possuem horizonte A de textura leve arenosa, com pouca profundidade, em contraste com horizonte B de textura argilosa, com permeabilidade lenta ou muito lenta, o que diante dessas condições ambientais favorece a susceptíveis erosões eólicas e erosão ocasionadas pela ação das chuvas (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012). A ocorrência de planossolos está associada à intensificação de semiaridez (OLIVEIRA; SOUZA, 2015).

Estes solos são fortemente erodidos em face da atividade de pecuária e de extrativismo vegetal, com escassa ou nenhuma cobertura vegetal, afetados pela incidência de erosão hídrica laminar que tem propiciado o adelgaçamento dos horizontes superficiais arenosos, a pedregosidade dos solos e a frequência de afloramentos rochosos e de pavimentos detríticos (OLIVEIRA; SOUZA, 2015).

O município de Irauçuba apresenta potencialidades na criação de animais devido às extensas áreas recobertas por planossolos sob uma caatinga herbácea de excelente potencial forrageiro (ARAÚJO FILHO; SILVA, 2015), o que reflete no uso e ocupação municipal, de modo que 12,4% são usados para a produção agrícola, a pecuária ocupa 67,1% e os restantes 20,5% são recobertos de matas (ARAÚJO FILHO; SILVA, 2015). Sendo assim, a pecuária extensiva é atividade econômica de maior expressividade, em seguida a agricultura e depois o extrativismo vegetal.

O núcleo dos Sertões dos Inhamuns possui uma área 8.303,46 Km², abrangendo os seguintes municípios: Arneiroz, Independência e Tauá (CEARÁ, 2010). As precipitações são irregulares e de baixo volume anual, entre 550-750mm,

característico do clima semiárido, que exerce influência no escoamento fluvial esporádico e intermitente sazonal (CEARÁ, 2010).

No contexto ambiental, as superfícies são parcialmente dissecadas em colinas rasas e pediplanadas, com rochas cristalinas e de suítes magmáticas fortemente deformadas por movimentos tectônicos passados, intercalados frequentemente por planícies fluviais (CEARÁ, 2010).

O município de Tauá, representante do núcleo dos Sertões dos Inhamuns, possui inúmeras limitações de uso dos recursos naturais, destacam-se: irregularidade pluviométrica anual e interanual; deficiências hídricas ao longo do ano em função do balanço hídrico deficitário; solos rasos ou fortemente erodidos com ablação dos horizontes superficiais; afloramentos rochosos e paleopavimentos grosseiros que recobrem a superfície; rios sazonais com leitos muito assoreados; vegetação de caatinga degradada em função dos modelos desordenados de uso e ocupação (OLIVEIRA, 2006).

Oliveira (2006) descreve as principais evidências de degradação/desertificação em Tauá: diminuição da biodiversidade, perda de solos e redução da fertilidade, assoreamento de rios e barragens e salinização dos solos.

O Núcleo dos Sertões do Médio Jaguaribe detém uma área total de 8.422.77 Km², os municípios que integram são: Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Alto Santo e Morada Nova (CEARÁ, 2010).

A ocupação dos sertões do Médio Jaguaribe teve como principais ciclos econômicos o binômio gado-algodão, o qual desencadeou um cenário de desertificação (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009).

A pecuária foi importante para a colonização e povoamento dos sertões. As cidades se desenvolviam próximas aos rios, da mesma forma que as rotas de gado se fixavam às margens dos rios, chamando-os de “rios de currais” ou “rios de gados” (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009). Essa atividade entra em declínio, pois o gado nordestino não tinha como disputar mercado com o gaúcho, em virtude dos longos períodos de estiagem (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009).

O cultivo do algodão teve seu auge com a demanda vinda do mercado internacional, principalmente durante a guerra de independência dos Estados Unidos, e a Região Nordeste foi a maior produtora devido às condições climáticas apropriadas para o cultivo. A derrocada do algodão foi impulsionada pelo ataque do bicudo, mais uma vez deixando os sertanejos à mercê da própria sorte, ou seja, sem

condições financeiras para se sustentar economicamente, sujeitos a vicissitudes climáticas e incidências sociais das secas (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009).

De fato, um dos fatores que contribuiu para esse avanço econômico, na região, foi a presença da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, que, em sua magnitude, viabilizou a formação territorial do Médio Jaguaribe, de maneira que a intensidade do uso e ocupação afetou áreas potenciais que se tornaram desertificadas (GUERRA, 2009).

No caso, o município de Jaguaribe se configura no ambiente susceptível à desertificação, devido à grande extensão de terrenos cristalinos que limitam a infiltração e percolação de água, colaborando para o escoamento superficial e a remoção das camadas de solos, além da forte expressão do clima semiárido (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2009). Sendo assim, as características em comum nos Núcleos de Desertificação são estes condicionantes naturais e o histórico do uso e ocupação dessas terras secas, destacando-se as atividades do cultivo do algodão, pecuária (inserção do gado no sertão) e extrativismo vegetal.

Os núcleos de desertificação do Nordeste brasileiro (com ênfase no Estado do Ceará nesta pesquisa) permitem uma abordagem específica do fenômeno, ajudando a compreender a dinâmica dessas áreas degradadas, ou seja, o real motivo que leva às causas e consequências desse processo em escala regional.

2.4 Indicadores de Desertificação

A desertificação é um tema complexo que envolve os fatores humanos e naturais, que pode abranger escalas diferenciadas como global, regional e local, por isso foram selecionados os principais trabalhos que utilizam os indicadores de desertificação, com a finalidade de comparar as diferentes metodologias empregadas e acompanhar o desenvolvimento de pesquisas sobre os estudos de desertificação.

O pioneiro na metodologia dos indicadores de desertificação, no Brasil, foi Vasconcelos Sobrinho (1978), e os utilizou para identificação dos núcleos de desertificação no Nordeste brasileiro. Os indicadores foram divididos em seis categorias: físicos, biológicos agrícolas, uso da terra, assentamento das populações, biológicos humanos e de processo social (SAMPAIO *et al.*, 2003).

Rodrigues *et al.* (1995) parte de uma metodologia baseada em indicadores físicos e econômicos e susceptibilidade climática (índice de aridez), de modo que foram identificadas microrregiões atingidas no Brasil pelo processo de desertificação, seguindo as matrizes: áreas de decapeamento, erosão, salinização, uso de defensivos agrícolas, qualidade da água, redução de fertilidade, estagnação econômica, pecuária, atividade humana, dados populacionais e uso e ocupação.

Matallo Júnior (2001) propôs indicadores para identificação e monitoramento dos processos de desertificação na América Latina e Caribe, que serviram como base para a IV Reunião Regional da América Latina e do Caribe (RRALC); os indicadores empregados se dividem em dois grupos: indicadores de situação, que incluem indicadores climáticos, econômicos e sociais; e indicadores de desertificação, que abrangem os indicadores físicos, biológicos e agrícolas.

Sampaio *et al.* (2003) fez uma adaptação dos indicadores e índices aplicados na (RRALC), porém reconheceu aspectos diferentes relacionados a propensão e desertificação. A propensão é composta por características locais, e a desertificação envolve mudança no tempo, como a piora nas condições ambientais, agrícolas, econômicas e sociais.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), supervisionado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em parceria com a Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC) e Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), lançaram um dos mais recentes estudos sobre degradação de terras e desertificação no Nordeste brasileiro, com ênfase na delimitação das Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) e áreas em estado avançado de desertificação.

Esse projeto foi desenvolvido com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir do qual o CGEE calculou indicadores sociais, econômicos e ambientais para identificar ASD do Brasil, em escala regional. Os indicadores socioeconômicos selecionados foram: aspectos demográficos, índice de desenvolvimento humano, educação, saúde, emprego e renda, gestão ambiental, atividades agrícolas, pecuárias, apicultura e extrativismo vegetal (CGEE, 2016). Para a identificação das áreas degradadas, foram consideradas as informações climáticas, socioeconômicas, uso e ocupação da terra, cobertura vegetal, sistemas ambientais e solos (CGEE, 2016).

O projeto Lucinda fez uso da metodologia de indicadores de desertificação na região do mediterrâneo, incluindo os países: Portugal, Espanha, Grécia e Itália; esse estudo propõe 140 indicadores, divididos em quatro categorias: físicos ecológicos, econômicos, sociais e institucionais (BRANDT; GEESON, 2008). Segundo os autores, nem todos os indicadores são apropriados para a aplicação em todas as escalas, alguns são mais apropriados para situações de escala local; outros, a nível regional e nacional.

O projeto internacional LADA (Avaliação da Degradação da Terra em Zonas Secas) foi aplicado na Argentina, na Ásia, na América Central e Caribe, na África e Mediterrâneo. A proposta metodológica de avaliação da desertificação associa os indicadores biofísicos (vegetação, solo, clima, água) e socioeconômicos. Para a análise foi aplicado o modelo “Força condutora ou motriz, Pressão, Estado/Impacto/Resposta (DPSIR)”, introduzido pela Agência Espacial Europeia (ESA). Para esse marco, Abraham, Montaña e Torres (2006) definem os indicadores: pressão, que incluem os indicadores que correspondem às causas do fenômeno; estado, são aqueles que descrevem o estado de desertificação em dado momento de tempo; indicadores de impacto, que indicam as consequências da degradação das terras; já os indicadores de resposta indicam a resposta da sociedade ou medidas políticas frente ao problema de desertificação; por fim, a força motriz, que representa as atividades humanas que têm impacto sobre a desertificação.

Existem vários estudos sobre o processo de desertificação e como minimizar seus impactos. A presente pesquisa parte do princípio dos estudos integrados da paisagem e uso de indicadores de desertificação para determinar o nível de estado de conservação ou degradação que se encontra no ambiente.

Um caminho para identificar soluções para a problemática em questão seria a adaptação dos objetivos a serem trabalhados em escala local, o conhecimento dos sistemas ambientais e a atuação do processo de degradação ambiental das terras secas, este último por meio dos indicadores de suscetibilidade, que possibilitarão a definição de estratégias para combater a desertificação (ABRAHAM *et al.*, 2006).

Segundo Abraham, Montaña e Torres (2006), é importante considerar, na análise dos indicadores, que não é suficiente reconhecer apenas os fatores de estado e as causas do fenômeno para mitigar os efeitos, é necessário incluir como

as atividades humanas contribuem para o agravamento das causas de desertificação. As autoras ainda definem um conceito para os indicadores de desertificação e sua importância em pesquisas:

Un indicador de un fenómeno es esencialmente una descripción simplificada de la realidad. Es por tanto un descriptor del estado y de la tendencia de un proceso, que debe facilitar la toma de decisiones en la lucha contra la desertificación (OECD, 1991, 1998; Winograd, 1994; Ridway, 1995; ECOSOC, 1995; World Bank, 1995). Está integrado por distintas variables y datos. Puede ser simple o muy complejo, cuando se logran índices (ABRAHAM; MONTAÑA; TORRES, 2006, p. 51).

O uso de indicadores de desertificação contribui para uniformizar os procedimentos de identificação e monitoramento dos processos de desertificação e a formulação de políticas públicas para seu controle (MATALLO JÚNIOR, 1999). Portanto, o indicador é uma ferramenta que ajuda a simplificar, quantificar, analisar e comunicar os problemas ambientais (ABRAHAM; SALOMÓN, 2006).

Destaca-se que a utilização dos indicadores de desertificação vai além da identificação das causas e efeitos, da mensuração dos problemas e descrição do estado atual do ambiente; assim, uma das maiores contribuições seria o desenvolvimento sustentável das áreas afetadas por meio do planejamento ambiental, possibilitando a convivência da população.

Sampaio *et al.* (2003) classifica os índices de desertificação em dois tipos de ocorrência e suscetibilidade. O primeiro, o qual já sabe da existência ou ocorrência, que necessita de monitoramento periodicamente. O segundo, o índice de suscetibilidade é medido pelas condições de vulnerabilidade do ambiente, propícias ao processo de desertificação, exigindo um levantamento das características locais.

A seleção de indicadores de desertificação deve seguir alguns critérios básicos. Primeiramente, ter um significado próprio; em segundo lugar, quanto mais claro e simples for o indicador, mais fácil sua aplicação; ademais, mostrar tendências ao longo do tempo e, finalmente, os dados deveriam estar disponíveis e serem fáceis de coletar (MATALLO JÚNIOR, 2001).

A aplicação dos indicadores geobiofísicos possuem como foco analisar o processo de desertificação em uma perspectiva ambiental, ou seja, a inter-relação entre componentes naturais da paisagem, podendo auxiliar na identificação dos processos de perdas de capacidade produtiva da terra (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Nesta pesquisa serão utilizados os indicadores geobiofísicos baseados em adaptações de Abraham e Beekman (2006) e Oliveira (2011), para avaliar os níveis de susceptibilidade à desertificação do município de Tejuçuoca.

A proposta metodológica de Oliveira (2011) possui atualizações recentes nos trabalhos de Silva (2018), Sousa (2016), Barreto (2015), Costa (2014), os quais fundamentam esta pesquisa.

Os indicadores geobiofísicos de desertificação (IGBD) selecionados para a pesquisa seguem os parâmetros dos componentes geoambientais: geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, solos, erosão e condições climáticas (OLIVEIRA, 2011). Os indicadores irão ser classificados com valores entre 1 e 5, sendo que maiores valores indicam o maior estado de degradação, enquanto o menor valor apresentado corresponde a uma maior potencialidade de conservação, essa inversão dos valores é para melhor compreensão do leitor. Os indicadores correspondentes podem ser visualizados no Quadro 1.

Os indicadores foram aplicados em cada sistema ambiental do município de Tejuçuoca. Para análise foram coletados os dados secundários de instituições governamentais e as informações primárias durante o trabalho de campo, seguindo os parâmetros de permeabilidade e litotipos; declividade; índice de aridez; espessura e erosão de solo; percentual da cobertura vegetal, os quais permitiram a quantificação e qualificação dos indicadores geobiofísicos de desertificação.

Quadro 1 – Indicadores geobiofísicos de desertificação

Geologia (Litotipos / Permoporosidade) – IGBD1		Valor do Indicador
Coberturas não coesas		1
Depósitos sedimentares Aluviais/Coluviais		2
Rochas Sedimentares		3
Rochas Metamórficas		4
Rochas Ígneas, granitos e granitos migmatizados		5
Geomorfologia (Declividade / Topografia) – IGBD2	Parâmetro	Valor do Indicador
Plano	0 - 3 %	1
Suave ondulado	3 - 8 %	2
Ondulado	8 - 15 %	3
Fortemente ondulado	15 - 45 %	4
Montanhoso	> 45 %	5
Clima (Índice de Aridez) – IGBD3	Parâmetro	Valor do Indicador
Úmido	>100	1
Subúmido úmido	65-100	2

Subúmido seco	50-65	3
Semiárido	20-50	4
Árido	<20	5
Solos (Espessura) – IGBD4	Parâmetro	Valor do Indicador
Muito profundos	> 200 cm	1
Profundos	100 - 200 cm	2
Moderadamente rasos	50 - 100 cm	3
Rasos	25 - 50 cm	4
Muito rasos com afloramentos rochosos	Sem solo < 25 cm	5
Solos (Erosão) – IGBD5	Parâmetro	Valor do Indicador
Susceptibilidade baixa	–	1
Sulcos	–	2
Ravinas	Profundidade < 100 cm	3
Ravinas/voçorocas	Profundidade entre 100 - 200 cm	4
Voçorocas	> 200 cm	5
Cobertura Vegetal (Percentual Ocupação) – IGBD6	Parâmetro	Valor do Indicador
Alta	>75%	1
Média-alta	54 - 75%	2
Média	32 - 53%	3
Média – baixa	10 - 31%	4
Baixa	<10%	5

Fonte: Adaptado de Oliveira (2011).

A Geologia possui como parâmetros os litotipos e a permeabilidade. O material rochoso com baixa permeabilidade e de porosidade contribui para menor infiltração de água, favorecendo maior escoamento superficial de água e, conseqüentemente, maiores níveis de erosão dos horizontes superficiais dos solos (BARRETO, 2018).

Portanto, este indicador analisa a capacidade de armazenamento de água nas rochas, que é de suma importância para o semiárido, com chuvas irregulares durante o ano, uma alternativa utilizada para o abastecimento da população.

Para análise desses dados, foram utilizadas as bases cartográficas CPRM (2003, 2010), que permitiram a identificação das unidades litoestratigráficas na área de estudo, sendo estas especializadas no mapa 2, descrevendo a litologia, cronologia e os materiais geológicos.

A geomorfologia com os parâmetros de declividade e topografia. A declividade restringe certas atividades humanas, a modelagem do relevo interfere nos processos erosivos, como na formação dos solos, no escoamento superficial e salinização de água (OLIVEIRA; SEMEDO; OLIVEIRA, 2014).

A declividade sofre ação gravitacional: quanto mais íngreme o relevo, maior é a intensidade dos transportes de materiais, podendo gerar diferentes tipos de erosão, enquanto na superfície plana há menor incidência de processos erosivos.

O indicador foi analisado a partir das imagens do TOPODATA (2009), que oferece o Modelo Digital do Terreno, e as classes de declividade foram fundamentadas de acordo com (EMBRAPA, 1979) e (OLIVEIRA, 2011), definindo as seguintes classes: superfície plana ou suave ondulada de 0-3%, superfície suave ondulada a ondulada de 3-8%, superfície fortemente ondulada de 8-15%, superfície moderadamente escarpada de 15-45%, e superfície montanhosa ou escarpada maior que 45%.

O clima possui como parâmetro o índice de aridez e refere-se às condições de aridez por meio das relações entre precipitações com evapotranspiração, sendo um indicador importante para classificação de áreas propícias à desertificação, pois mostra as condições hidroclimatológicas e as deficiências hídricas, possuindo conexão com a Capacidade de Armazenamento Disponível (CAD) (BARRETO, 2018).

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD) adota como critério para delimitação das áreas com desertificação o índice de aridez, fundamentado em Thornthwaite (1948 *apud* CONTI, 2008). O índice de aridez é proveniente da metodologia de UNEP (1992), adaptada pela FUNCEME (2017) e como exemplo de aplicação (BARRETO, 2018).

Para análise de aridez, foi calculada a relação média da precipitação anual dividido pela evapotranspiração potencial. Os dados de precipitação foram extraídos do Hidroweb referente aos anos de 2001 a 2015, conforme as informações disponíveis. Para a evapotranspiração potencial, foram utilizados os *softwares* Celina (estipulou as temperaturas mensais) e Sentelhas (estabeleceu o balanço hídrico pelas médias das temperaturas mensais).

Depois do cálculo do índice de aridez, foi aplicada a técnica de interpolação *Inverse Distance Weighting* (IDW), baseado em FUNCEME (2017), que permitiu a classificação do índice de aridez em: úmido, subúmido seco, semiárido e árido.

O solo como parâmetros espessura e erosão: esse indicador representa a interface entre os elementos bióticos e abióticos, é o substrato para as atividades

humanas, possui fator limitante para certos usos, cuja profundidade foi um indicador chave para avaliar a susceptibilidade à erosão (OLIVEIRA; SEMEDO; OLIVEIRA, 2014).

Os solos típicos do clima semiárido são os Neossolos (Litólicos, Flúvicos e Regolíticos), Luvisolos, Planossolos e Vertissolos, as classes não diretamente relacionadas como o clima atual dos sertões são Latossolos e Argissolos (CORRÊA *et al.*, 2014).

A espessura e erosão hídrica foram analisadas a partir da frequência de formas erosivas identificadas nos sistemas ambientais, por meio de observação em campo e registro fotográfico (SILVA, 2018). A classificação dos solos com relação à espessura, à textura e à estrutura foi avaliada no mapa 5 de solos, fundamentada na metodologia de (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973) e tais características foram comprovadas no trabalho de campo.

A cobertura vegetal possui como parâmetro o percentual de ocupação. Representa um indicador chave para avaliar o estado de uso e ocupação das atividades humanas sobre o solo (OLIVEIRA; SEMEDO; OLIVEIRA, 2014).

Para avaliação do percentual da cobertura vegetal ou introduzida na área de estudo, foi analisado dados do trabalho de campo e registro fotográfico, e sistematizado no mapa 6 de uso e cobertura dos solos que verifica as atividades sociais e o estado de conservação da cobertura vegetal.

2.5 Procedimentos técnicos e operacionais

Os procedimentos metodológicos, técnicos e operacionais mostram como foram organizadas as fases da pesquisa, conforme os objetivos a serem alcançados. Destacam-se os procedimentos técnicos operacionais: o levantamento de dados bibliográficos, a base de dados cartográficos para o mapeamento temático e o trabalho de campo. Tais procedimentos são essenciais para a fundamentação teórica, formulação dos produtos cartográficos e suas interpretações.

Dessa forma, a sistematização e organização das informações, referente aos dados inventariados no decorrer da pesquisa, são importantes para o desenvolvimento das fases da investigação, assim como os procedimentos técnicos cartográficos auxiliam na formulação de produtos que caracterizam o ambiente.

Fases da pesquisa

A abordagem metodológica utilizada na pesquisa foi a sequência sistemática aplicada por Souza (2000), que consiste em três fases fundamentais: analítica, sintética e integrativa.

Na fase analítica, foi realizada uma compilação de dados (bibliográficos, cartográficos e censitários) que dão suporte à caracterização geoambiental da área em estudo, que correspondem aos aspectos setoriais naturais da paisagem (geologia, geomorfologia, clima, solos e vegetação) e o contexto socioeconômico do município de Tejuçuoca.

Na fase sintética, estabelece-se a correlação dos dados coletados na etapa anterior, realizando a filtragem dos materiais conforme a temática em questão, resultando nos produtos a delimitação dos sistemas ambientais e a descrição do uso e ocupação da terra; nesta última, considera-se para avaliação as atividades econômicas e os níveis de degradação da vegetação.

A fase integrativa consiste na etapa final da pesquisa, em que o resultado depende das inter-relações das fases anteriores, na qual foram aplicados os indicadores de desertificação para cada sistema ambiental e verificados os níveis de suscetibilidade de degradação/desertificação do município de Tejuçuoca.

Levantamento Bibliográfico

A revisão bibliográfica é a essência do conhecimento científico que se constrói ao longo de toda pesquisa. Essas bases teóricas e metodológicas irão influenciar e subsidiar todo o pensamento científico, desde a conceituação teórica até o processo de finalização da pesquisa.

Em concordância com a temática da dissertação, foi realizado o levantamento bibliográfico dos seguintes temas: estudos sobre degradação/desertificação baseados nos autores: (MATALLO JÚNIOR, 1999), (BRASIL, 2004), (ABRAHAM, *et al.*, 2006), (OLIVEIRA, 2006, 2011), (CONTI, 2008), (CEARÁ, 2010), (SOUZA; OLIVEIRA, 2012), (CGEE, 2016); análise ambiental fundamentados nos autores: (BERTRAND, 1972), (SOTCHAVA, 1977), (TRICART, 1977), (SOUZA, 2000), (SOUZA; OLIVEIRA, 2011), direcionados ao planejamento ambiental. Este levantamento consistiu de dados impressos e digitais, como

trabalhos de congressos, monografias, dissertações, teses, livros, periódicos, dentre outros.

Dentre os referenciais teóricos se destacam os trabalhos acadêmicos produzidos no curso de Pós-Graduação de Geografia da UFC, dissertações e teses, que contribuíram para o desenvolvimento da metodologia dos indicadores geobiofísicos de desertificação (OLIVEIRA, 2011). Esses trabalhos colaboraram para o avanço das pesquisas de desertificação no Estado do Ceará.

COSTA (2014) aborda os sistemas ambientais da sub-bacia do riacho Santa Rosa, integrante do baixo curso do Rio Banabuiú, com intuito de verificar áreas vulneráveis à desertificação, localizada no Núcleo de Desertificação dos Sertões do Médio Jaguaribe.

BARRETO (2015) explana o caso da sub-bacia do riacho Urubu-Mucuim no município de Arneiroz, localizada no Núcleo de Desertificação Sertões dos Inhamuns, apresentando os níveis de suscetibilidade à desertificação da referida sub-bacia.

SOUSA (2016) compara os níveis de degradação/desertificação entre duas áreas distintas, a sub-bacia do riacho Feticeiro, localizada no município de Jaguaribe no Ceará, e a microbacia da Ribeira Grande de Santiago, em Cabo Verde. O diferencial dessa pesquisa é que propõe a análise geobiofísica e socioeconômica dos indicadores de desertificação, comparando duas áreas distintas em âmbito internacional.

SILVA (2018) analisa áreas susceptíveis à desertificação dos municípios Santa Quitéria e Independência por meio dos indicadores biofísicos e socioeconômicos com suporte de geotecnologias em contribuição ao monitoramento ambiental.

Ressaltam-se as publicações em periódicos que foram fundamentais para o desenvolvimento da metodologia de desertificação. Os autores Oliveira, Semedo e Oliveira (2013) utilizam os indicadores geobiofísicos de desertificação para comparar a atuação desse fenômeno em duas terras secas, na Ilha de Santiago, Cabo Verde (África), e a região dos Inhamuns, localizada no Estado do Ceará (Brasil). Os dados gerados permitiram qualificar e quantificar os fatores, os processos vinculados a degradação/desertificação, de sorte que possibilitaram alternativas de monitoramento e recuperação das áreas degradadas. Isso propicia verificar

diferentes níveis de degradação conforme as atividades humanas específicas e as condições naturais.

Oliveira (2011) no âmbito internacional em Cabo Verde (África), faz uso de 7(sete) Indicadores Biofísicos de Desertificação (IBFD): geologia, geomorfologia, cobertura vegetal (estratificação), cobertura vegetal (percentual de ocupação), solos (espessura e erosão), embasados no contexto geoambiental, direcionados a aplicabilidade nos 10 (dez) sistemas ambientais listados na ilha de Santiago.

Para descrição do contexto de inserção do município de Tejuçuoca, nas áreas susceptíveis à degradação/desertificação no Estado do Ceará, foi empregado o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca-PAE (2010).

Para os dados secundários e socioeconômicos do município, foram utilizados dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) e Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará (IPECE, 2017).

Para complementação dessas informações, foram realizadas visitas técnicas na prefeitura de Tejuçuoca, especificamente nos órgãos da Secretaria de Desenvolvimento Rural, e Secretaria de Cultura e Turismo.

Bases de dados cartográficos e mapeamento temático

O mapeamento temático do município de Tejuçuoca foi fundamental para análise geoambiental do mesmo, e nos resultados da pesquisa, ressaltando a importância das técnicas de geoprocessamento aplicadas na construção de dados cartográficos e mapas.

A integração dos variados componentes ambientais serve como base para a construção do mapeamento dos sistemas ambientais. Os componentes referem-se ao suporte (litotipos, geoformas e águas subterrâneas), ao envoltório (clima e águas superficiais) e à cobertura (solos e biodiversidade) (SOUZA, 2015).

Para elaboração da base cartográfica, foram utilizados os seguintes dados: cartas topográficas da DSG/ SUDENE, nas folhas São Luís do Curu, Irauçuba e Taperuaba, na escala de 1: 100.000 (1967a, 1967b, 1967c); mapa Exploratório de Reconhecimento dos Solos do Estado do Ceará, na escala de 1: 600.000 (SUDENE, 1972), disponibilizado pela EMBRAPA; mapa geomorfológico do projeto RADAMBRASIL, em escala de 1: 1.000.000 (1981); mapa geológico do

Ceará, em escala de 1: 500.000 (CPRM, 2003), publicado pela FUNCEME; imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) (2017); imagens de satélite LANDSAT 8, com resolução espacial de 30 metros (2017).

A elaboração dos mapas temáticos seguiu uma padronização, foram confeccionados no *software* ArcGis 10.1, licenciado pelo Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará. O sistema de projeção utilizado foi Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, fuso 24S/Datum: Sirgas 2000, a escala cartográfica dos mapas aplicada no município Tejuçuoca foi 1: 150.000. Abaixo segue uma descrição sucinta dos mapas temáticos elaborados.

Para o mapa de localização, foram atribuídos dados básicos cartográficos da área em estudo, os limites municipais e localidades do censo 2010 (IBGE, 2010) e sedes municipais (IBGE; IPECE, 2017).

Para o mapa hipsométrico, foram utilizadas as imagens do sensor *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), na escala de 30m.

O mapa de declividade é um dos parâmetros usados como indicador de desertificação; a base da imagem SRTM, as classes de declividade seguiram os padrões da EMBRAPA (1979).

No mapa geológico foram utilizados os dados da Companhia dos Recursos Minerais - CPRM (2003) e o Mapa de Geodiversidade do Estado do Ceará, na escala de 1: 750.000 (CPRM, 2010), os quais permitiram a classificação das unidades estratigráficas e estruturação litológica.

O mapa geomorfológico foi produzido segundo a metodologia de Souza em *Altas do Ceará* (1989), CPRM (2003, 2010). O aspecto geomorfológico é usado como critério para delimitação dos sistemas ambientais, pois refere-se à síntese do contexto geoambiental, no que tange à compartimentação topográfica e feições morfoesculturais (Souza, 2015).

Para a elaboração do gráfico da tipologia climática (Prancha 1), foi utilizada a técnica do *Box Plot*, de Galvani e Luchiari (2012), que leva em consideração uma série histórica de 30 anos ou mais de precipitação, definindo o regime pluviométrico em anos normais, mediana, secos, úmidos e os extremos superúmidos e supersecos.

Para o mapa de solos, foram usados dados do mapa Exploratório de Reconhecimento dos Solos do Estado do Ceará (SUDENE, 1972), EMBRAPA

(2006) e Ceará (2013), com objetivo de realizar as associações dos demais solos do município de Tejuçuoca.

O mapa de uso e ocupação foi realizada a análise da imagem LANDSAT 8 (2017), com melhoramento da qualidade pela composição das bandas 6, 5, 4, para melhor visualização da vegetação, a classe de uso e ocupação é fundamentada no trabalho de zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação (2015)

O mapa dos sistemas ambientais consiste na sistematização dos componentes geoambientais (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Climatologia e Vegetação), baseados na metodologia (SOUZA, 2000), designando atributos de formas homogêneas da paisagem. Porém foram utilizados como principais critérios para delimitação a geomorfologia, a associação de solos e o uso e ocupação.

No mapa de declividade, foram utilizadas imagens Topodata, que fornece o Modelo Digital de Elevação do MDE e as classes de declividade são embasadas na EMBRAPA (1979) e Oliveira (2011).

O mapa de índice de aridez foi elaborado com base na classificação do índice de aridez da FUNCEME (2018). Já os dados dos postos pluviométricos de precipitação foram coletados do Hidroweb (2017). Para as informações de evapotranspiração potencial, foram utilizados os *softwares* Celina e Sentelhas e, depois, calculado o índice de aridez.

O mapa de suscetibilidade à desertificação foi elaborado com aplicação dos indicadores geobiofísicos de desertificação (ABRAHAM E BEEKMAN, 2006), (OLIVEIRA, 2011) em cada sistema ambiental do município de Tejuçuoca, tendo como base os mapas posteriores de uso e ocupação e sistemas ambientais.

Trabalho de Campo

O campo consiste na etapa da pesquisa para levantamentos de dados primários, na confirmação e validação das informações estabelecidas no levantamento de dados bibliográficos, sendo essa técnica relevante para a consolidação e caracterização geoambiental (aspectos naturais e sociais) da área em estudo.

Durante o caminhar da pesquisa, foram estabelecidos e planejados quatro trabalhos de campo, seguindo o cronograma para alcançar os objetivos propostos.

O primeiro campo ocorreu no mês de abril de 2018, com finalidade de reconhecimento do município de Tejuçuoca, de identificação das localidades e comunidades e de coleta de dados socioeconômicos na sede municipal. Foram feitas, ainda, adaptações da escala cartográfica e aperfeiçoamento da metodologia aplicada na análise de desertificação no contexto natural e social do município.

A segunda visitação de campo foi no mês de maio de 2018 e teve por objetivo a caracterização geoambiental e aprimoramento dos dados dos mapas temáticos, com ênfase na associação do material geológico com as formas de relevo, na definição da compartimentação geomorfológica. Durante o campo, foi realizada uma trilha no Parque Ecológico Furna dos Ossos, que contempla um relevo cárstico.

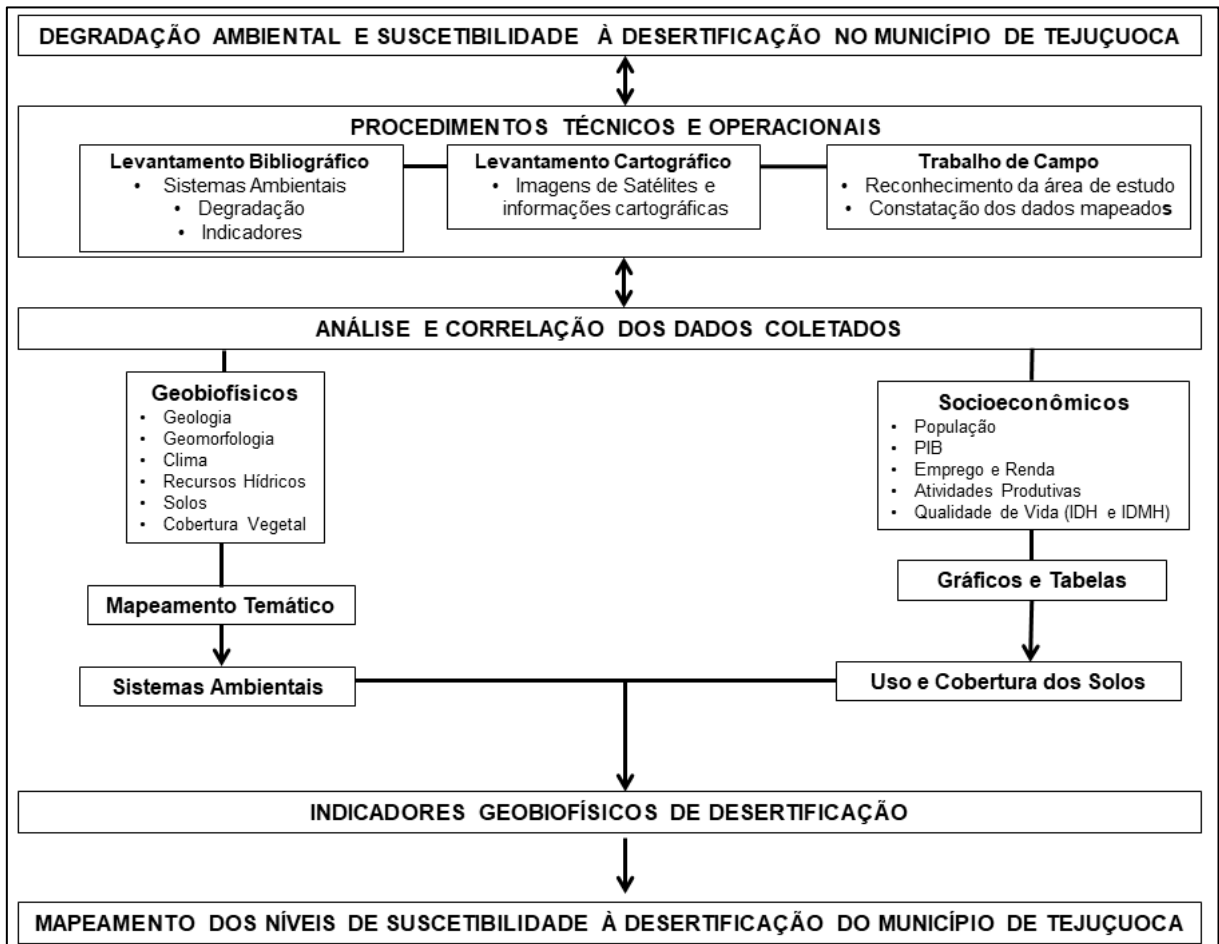
O terceiro campo ocorreu no mês de julho de 2018, e teve por objetivo dar continuidade à caracterização ambiental. Foi realizada a averiguação dos principais cursos d'água do município, levantamento de perfis de solo. Com relação aos dados socioeconômicos, foram feitas coletas de dados secundários com as secretarias de Desenvolvimento Rural e de Cultura e Turismo no município de Tejuçuoca.

O quarto campo foi realizado no mês de janeiro de 2019, com o intuito de delimitar e caracterizar os sistemas ambientais, observadas as tipologias de uso e ocupação no município.

Os materiais utilizados durante o campo para a coleta de informações e verificação dos dados foram: câmera fotográfica; GPS; ficha de campo de avaliação do meio físico, elaborada pelo professor Marcos José Nogueira de Souza. Para o levantamento e coleta de solos, foram utilizados martelo pedológico, enxada e pá.

Em seguida, apresenta-se, na Figura 2, o fluxograma metodológico da pesquisa, especificando todas as três etapas da investigação e o percurso metodológico.

Figura 2 – Fluxograma metodológico.



Fonte: Elaboração da autora.

3 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DE TEJUÇUOCA

O município de Tejuçuoca está localizado na região imediata de Itapajé e na região intermediária de Fortaleza, subdivido em dois distritos: Caxitoré e Tejuçuoca (IPCE, 2017), faz limite com os municípios de Itapajé ao norte, Irauçuba ao oeste, Canindé ao sul, General Sampaio e Apuiarés ao leste. O acesso ao município de Tejuçuoca pode ser feito pela BR 222 e pela CE 168, distante, aproximadamente, 159,7 Km da capital Fortaleza, como mostra o mapa de localização do município.

O município de Tejuçuoca era distrito de Itapajé, mas em 1987 ele foi intitulado à categoria municipal (IPECE, 2017). Uma característica peculiar populacional de Tejuçuoca é que, entre os anos 1991 e 2010, houve o aumento da população como todo, a população da área urbana continua em crescimento com um total de 6.335 habitantes em 2010, porém a zona rural registra maior quantidade de habitantes 10.492 (IBGE, 2010), que demonstra a caracterização rural dos sertões no interior do Estado do Ceará. Vale ressaltar, ainda, as dificuldades enfrentadas para a permanência dos sertanejos, as irregularidades de chuvas, típico do clima semiárido, tipos de solos do sertão e predominância de rochas cristalinas (ALVES, 2002).

No contexto, climático o município de Tejuçuoca possui características semiáridas, as médias térmicas anuais estão entre 26° e 28°C, com uma precipitação média anual abaixo de 659,5 mm (IPECE, 2017).

As potencialidades turísticas do município são as manifestações culturais, como evento anual do Tejubode, e festas religiosas de São Pedro, o padroeiro da cidade. Já nas potencialidades naturais, destacam-se o Parque Ecológico Furna dos Ossos e a Serra das Vertentes.

O recorte municipal é relevante para o estudo da temática das terras secas, pois contribuiu na identificação, na análise, no combate aos problemas associados ao processo de desertificação, sendo esta uma adversidade complexa de atuação global, porém suas causas naturais e antrópicas são diversas, constitui em uma ampla variedade de causas, portanto, os planos de ações de combate à desertificação entram em contato com as diferentes situações locais (HARE *et al.*, 1992).

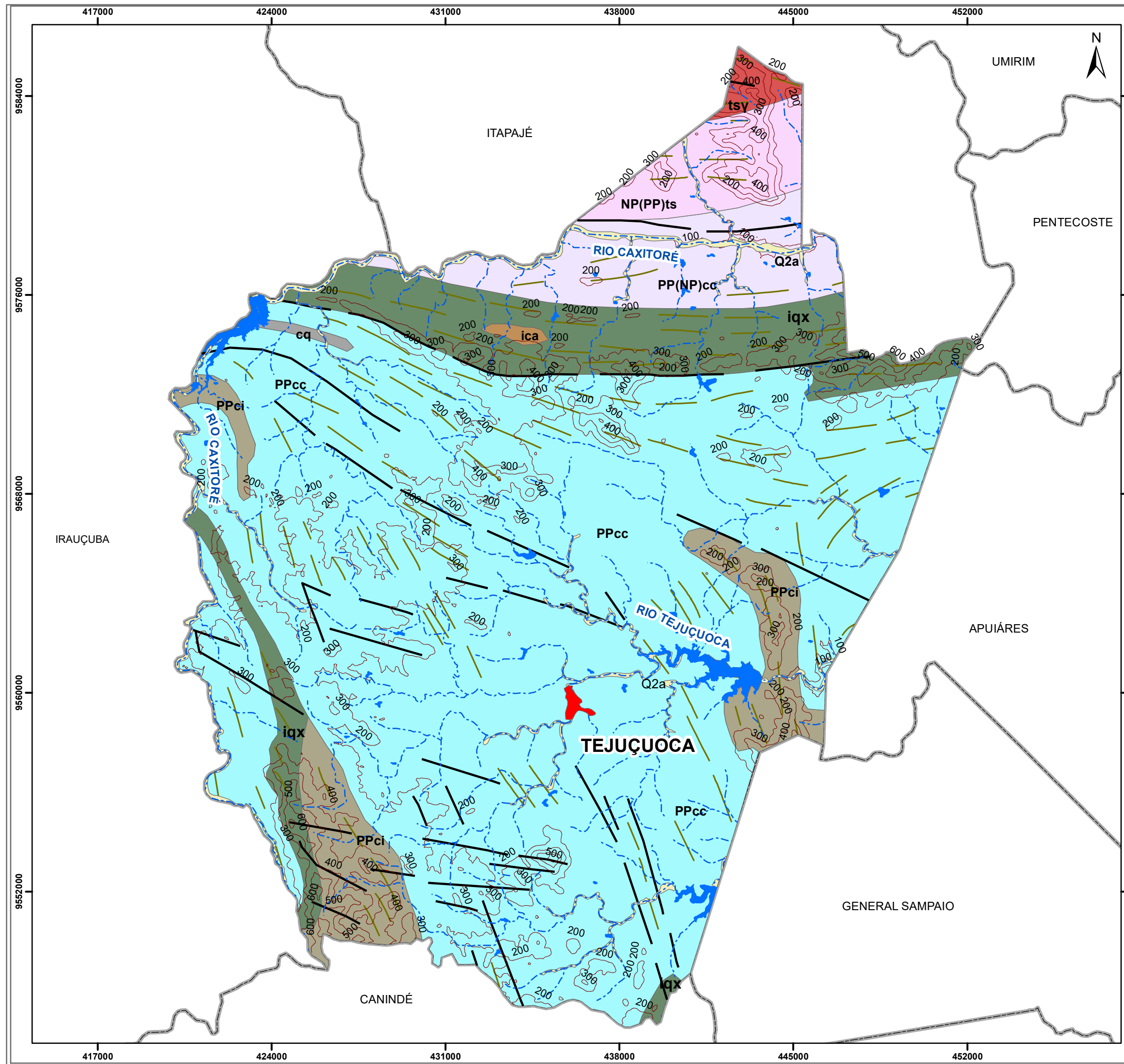
3.1 Geologia e Geomorfologia

O estudo do material litológico é fundamental para compreensão integrada da paisagem, porque conduz as formações morfoestruturais, influencia na resistência da composição da rocha, dependendo da origem do material, na cronologia e no potencial hidrológico relacionado à capacidade de absorção e armazenamento de águas subterrâneas e superficiais. Portanto, o conhecimento geológico de uma determinada área permite subsídios para o planejamento ambiental.

A área de estudo está localizada na Província Borborema, onde predomina maior porção de rochas do embasamento cristalino presentes nos sertões, com datação cronológica mais antiga, da era Pré-Cambriana, iniciada no Arqueano e ao final do Neoproterozóico (ARTHAD, 2007). Apesar da heterogeneidade litológica, as rochas cristalinas majoritárias (plutônicas e metamórficas) são as que mais contribuíram para a formação do relevo (OLIVEIRA, 2002), por isso é importante levar em consideração os agentes endógenos (tectônica) e os agentes exógenos (climáticos) na formação litológica.

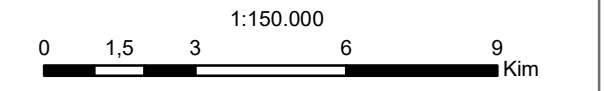
O município de Tejuçuoca apresenta as seguintes unidades litoestratigráficas que correspondem ao Complexo Ceará: Unidade Canindé, Unidade Independência, Complexo Suíte intrusiva Tamboril Santa Quitéria e depósitos aluviais (CPRM, 2003), (Ver mapa 2: as unidades litoestratigráficas do município).

O Complexo Ceará Unidade Canindé referente à Era Paleoproterozóica está constituído por paragneisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, incluindo ortogneisses ácidos, e rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, metaultramáficas quartzitos e metacalcários; paragneisses associados a jazimentos estratóides e diqueformes de granitoides neoproterozóicos, cinzentos e rosados, gnaissificados e constituído de quartzitos (CPRM, 2003).



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
 DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
 TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL
 Autora: Ana Rosa Viana Cezário
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira
 Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 2 - UNIDADES CRONO LITOESTRATIGRÁFICAS



Legenda

UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	
Depósitos aluviais	
Cenozoico	Q2a Argilas, areias argilosas, quartzosas e Quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos argilas orgânicas.
Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria	
Neoproterozoico	NP(PP)ts Complexo Tamboril-Santa Quitéria: associação granito-migmatítica, envolvendo granitóides neoproterozóicos, cinzentos e rosados, de granulação variável até termos porfíricos, gnaissificados ou não, em jazimentos de geometrias e dimensões diversas; para e ortognaisses migmatíticos, além de rochas calcissilicáticas, anfíbolitos e, localmente, rochas feríferas e metaultramáficas.
	tsy Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com granitóides dominantes Com granitóides cinzentos e rosados, de granulação variável até termos porfíricos.
Complexo Ceará - Unidade Independência	
	PPci Paragnaisses e micaxistos aluminosos, incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e, mais raramente, anfíbolitos.
	ica Complexo Ceará - Unidade Independência com Calcários Constituído de Calcários
	iqx Complexo Ceará - Unidade Independência com Xisto Constituído de Micaxistos, paragnaisses e quartzitos.
Paleoproterozoica	cq Complexo Ceará - Unidade Canindé - Lentes de quartzitos Constituído de Quartzitos
	PP(NP)cc Complexo Ceará - Unidade Canindé com Paragnaisses e granitóides Paragnaisses associados a jazimentos estratóides e diqueiformes de granitóides neoproterozóicos, cinzentos e rosados, gnaissificados ou não e, em parte, facoidais.
	PPcc Complexo Ceará - Unidade Canindé Paragnaisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, incluindo ortognaisses ácidos, rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, metaultramáficas quartzitos e metacalcários.

Convenções Cartográficas

	Sede de Tejuçuoca		Limites Municipais
	Corpos Hídricos		Rios e Riachos
	Falhas		Lineamentos
	100 m Curvas de Níveis		

FONTES
 CPRM - Serviço geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003
 Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2010a. Escala: 1:750.000.
 Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator. Datum: Sirgas 2000

A Unidade Independência está constituída por paragnaisses e micaxistos aluminosos, incluindo quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e, raramente, anfibolitos, constituído por calcários, constituído por micaxistos, paragnaisses e quartzitos (CPRM, 2003).

O Complexo Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria é uma das maiores manifestações plutônicas do Neoproterozóico na porção Norte da província da Borborema (COSTA *et al.*, 2010). Apresenta associação granito-migmatítica, envolvendo granitóides neoproterozóicos, cinzentos e rosados, de granulação variável até termos porfíricos, gnaissificados e ortognaisses migmatíticos, além de rochas calcissilicáticas, anfibolitos e, localmente, rochas ferríferas e metaultramáficas com granitoides dominantes (CPRM, 2003).

Os depósitos aluviais do período cenozoico representam a menor unidade litoestratigráfica, constituídas de sedimentos argilas, areia (argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas) e cascalhos (CPRM, 2003).

As falhas e lineamentos existentes estruturam o padrão de drenagem dos rios Caxitoré e Tejuçuoca, que se encaixam preenchendo as fissuras, apresentam um padrão quase retilíneo no sentido percurso do município Itapajé e Tejuçuoca; além disto, o rio Caxitoré delimita a divisão territorial entre os dois municípios.

Os estudos dos aspectos geomorfológicos são importantes para compreensão da paisagem e justificam-se pela utilização do relevo como umas das formas de delimitação dos sistemas ambientais, devido aos processos internos e externos que levam à interpretação das formas; à relação morfopedológica exercida na formação dos solos e à relação antropomorfológicas, como a população se organiza e ocupa as feições em função da morfologia e das condições pedológicas (CASSETI, 2005).

Um das formas de distinguir as variadas formações do relevo e a topografia do terreno é pelo mapa hipsométrico, que mostra as áreas rebaixadas e mais altas da superfície. Nesse contexto, verifica-se o predomínio das áreas rebaixadas, ou seja, da depressão sertaneja no município de Tejuçuoca (ver mapa 3).

417000 424000 431000 438000 445000 452000



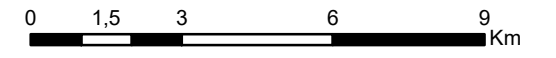
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Viádia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 3 - HIPSOMETRIA

1:150.000



UMIRIM

PENTECOSTE

APUIÁRES

GENERAL SAMPAIO

ITAPAJÉ

IRAUCUBA

TEJUÇUOCA

CANINDÉ

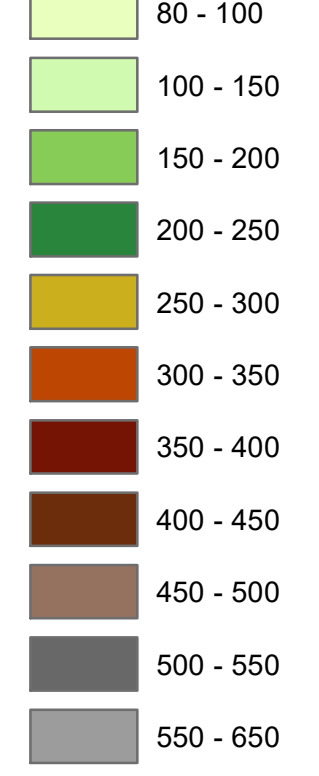
417000 424000 431000 438000 445000 452000

9584000
9576000
9568000
9560000
9552000

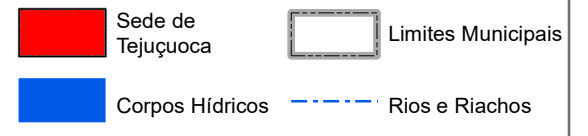
9584000
9576000
9568000
9560000
9552000

Legenda

Altitude (m)



Convenções Cartográficas



FONTES

USGS. United States Geological Survey. Consultas realizadas em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>. 2018. Acesso: 18 de Agosto de 2018.

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

A compartimentação geomorfológica, depressão sertaneja, abrange maior parte do território cearense, engloba cerca de 100.000 Km², aproximadamente 70% das terras, com níveis altimétricos inferiores a 400m (SOUZA, 1988). Essas depressões são oriundas de aplainação moderna, referíveis ao Plioceno e ao Quaternário, exibindo rasas colinas sujeitas a climas quentes semiáridos e drenagens intermitentes e sazonais (AB'SABER, 1974). Apesar de ter uma morfologia recém modelada por ações erosivas, a geologia é antiga, do Pré-Cambriano, isso implica dizer que o material antigo, menos resistente, foi removido.

No contexto do município de Tejuçuoca, foram classificadas as seguintes unidades geomorfológicas: planície fluvial, maciços residuais e depressão sertaneja (ver mapa 4).

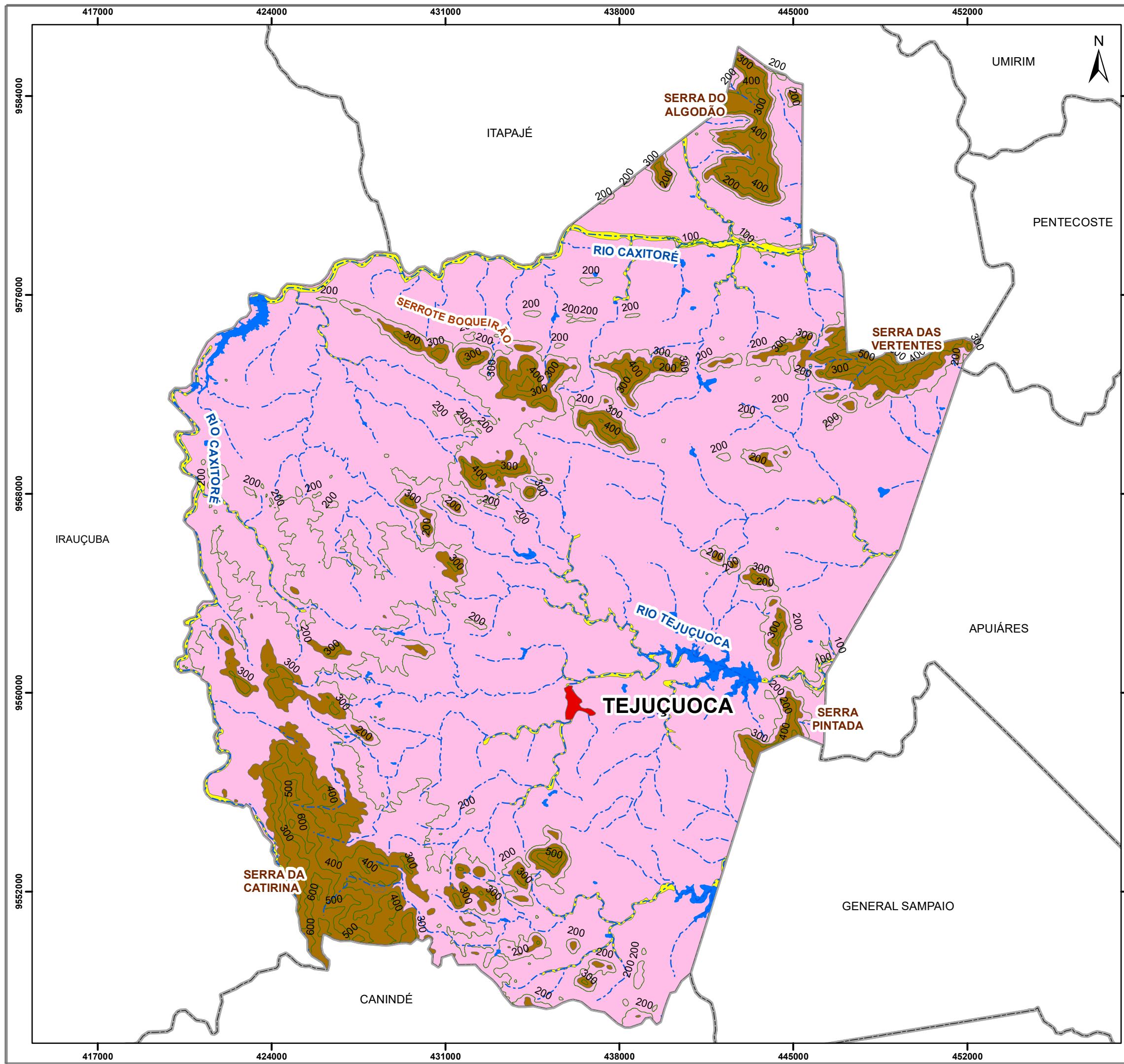
As planícies fluviais possuem papel relevante na modelagem do relevo, por meio da erosão, transporte e deposição de sedimentos, portanto, os rios modificam os relevos existentes e criam outros (PETERSEN; SACK; GABLER, 2014). As principais planícies fluviais que se destacam pela extensão e expressão de aporte hídrico no período chuvoso são os rios Caxitoré e Tejuçuoca.

Uma característica observada ao longo do leito fluvial do rio Caxitoré (figura 3), dentro dos limites municipais de Tejuçuoca, foi o predomínio da drenagem dendrítica (ver figura 3-A), o que indica a falta de controle estrutural e, por isso, a distribuição em ramificações dos cursos de água (PENTEADO, 1980). Porém, no trecho Norte do rio, entre os municípios de Itapajé e Tejuçuoca, apresenta-se um padrão de drenagem retangular devido ao controle estrutural por falha (ver figura 3-B).

Figura 3 – Planície fluvial do rio Caxitoré.



Na imagem (A) porção leste do rio Caxitoré limite com Irauçuba, (B) próximo a jusante no município de Tejuçuoca. Fonte: Acervo da autora (2018).

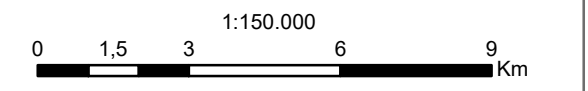


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL**

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 4 - GEOMORFOLOGIA



Legenda

	Unidade Geomorfológica	Feição Morfológica	Características específicas
	Planície Fluvial	Planícies Fluviais dos Rios Caxitoré e Tejuçuoca.	Formas de acumulação
	Maciços Residuais	Serras do Algodão, da Catirina e das Vertentes, Cristas e Inselbergs.	Formas Residuais dissecadas.
	Depressão Sertaneja	Superfície de aplainamento.	Formas deprimidas.

Convenções Cartográficas

	Sede de Tejuçuoca		Limites Municipais
	Corpos Hídricos		Rios e Riachos
	100m		Curvas de Nível

FONTES

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003
 _____ **Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2010a. Escala: 1:750.000.
 MOREIRA, A. A. N. Relevô. In: IBGE, **Geografia do Brasil**: Região nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.
 SOUZA, M. J. N. Geomorfologia. In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989a. Escala: 1: 500.000.
 USGS. United States Geological Survey. Consultas realizadas em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. 2018. Acesso: 18 de Agosto de 2018.
 Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator. Datum: Sirgas 2000

As planícies fluviais são consideradas ambientes de exceção na depressão sertaneja, por possuírem melhores condições de usos, como solos férteis e disposição de água superficial e subterrânea (SOUZA, 1988).

Os maciços residuais são formas residuais modeladas sobre litologias diversas do embasamento cristalino, que resistiram ao processo de erosão diferencial, um relevo antigo que passou por remoções de superfícies, até alcançar o seu modelado atual (OLIVEIRA, 2002).

O município de Tejuçuoca está localizado a sotavento do Maciço de Uruburetama, por isso tem predomínio de serras secas e cristas residuais. Apesar de identificar o processo de dissecação promovido pela drenagem, a morfogênese mecânica se sobressai diante do clima semiárido (SOUZA *et al.*, 1979), resultando em vertentes íngremes, solos rasos com vegetação de caatinga a mata seca.

Os maciços residuais existentes no município possuem altimetria inferior a 650m, destacam-se, assim, a Serra do Algodão, que pertence ao complexo Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria; o Serrote dos Negros; o Serrote da Cruz; a Serra das Vertentes; o Serrote da Camurutinga e a Serra da Catirina, referentes ao Complexo do Ceará.

O conjunto de cristas residuais (figura 4), constituído pelo Serrote Negro, Serrote da Cruz e Serra das Vertentes, está atrelado às falhas estruturais que condicionam o relevo a se manifestar de forma retilíneo.

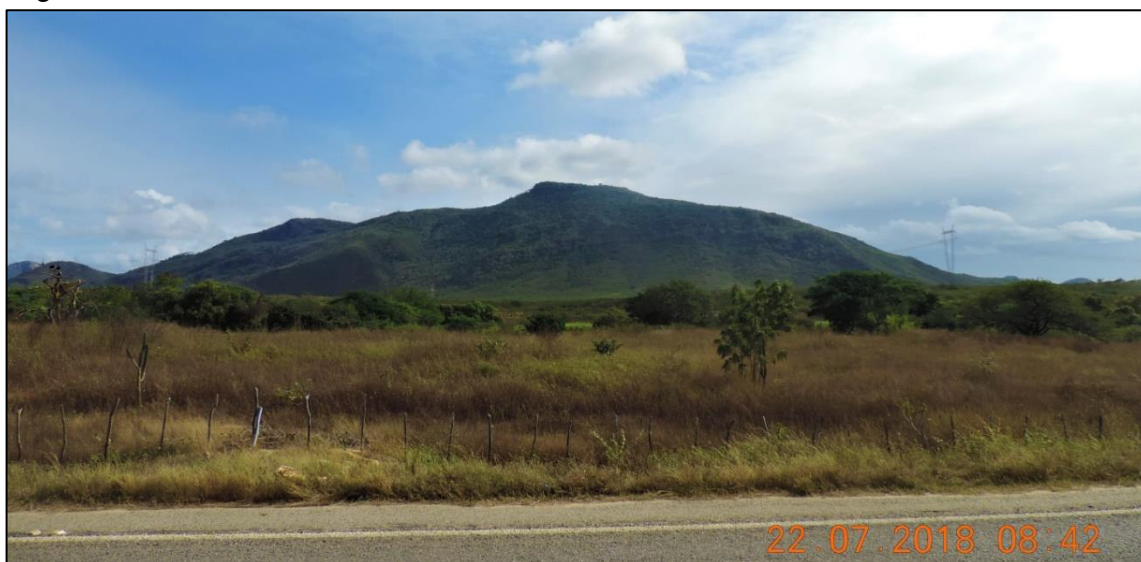
Figura 4 – Cristas residuais.



Fonte: Acervo da autora (2018).

A Serra das Vertentes (figura 5) abrange os municípios de Itapajé, Tejuçuoca, Pentecoste e Apuiarés. Nela se localiza a Unidade de Conservação, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mãe da Lua, que atua na conservação ambiental do Maciço.

Figura 5 - Serra das Vertentes.



Fonte: Acervo da autora (2018).

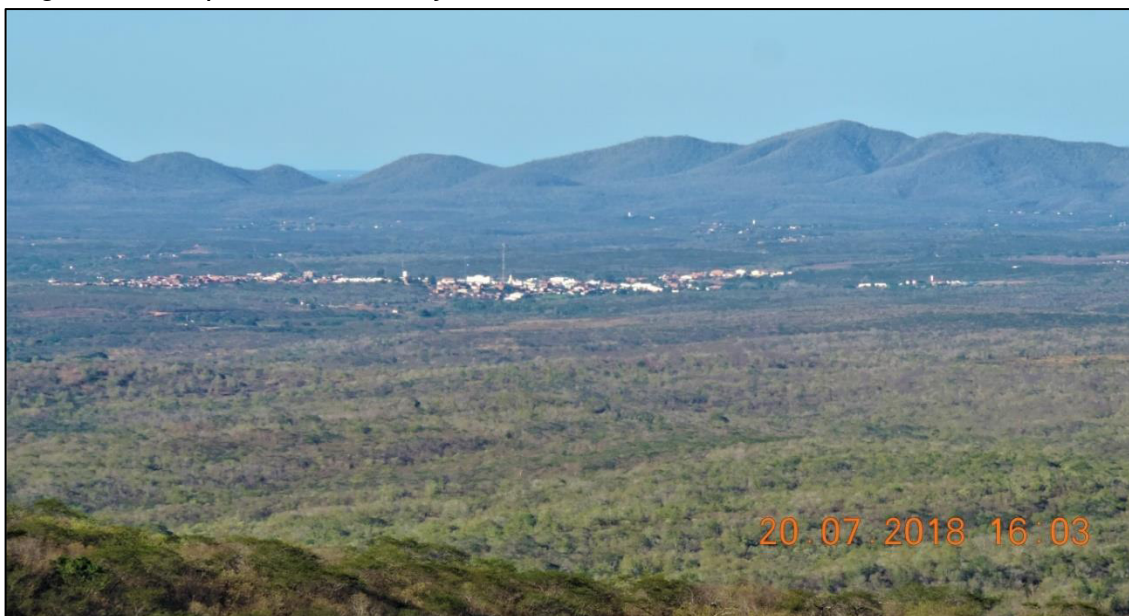
A depressão sertaneja se insere no Domínio dos Escudos e Maciços Antigos (SOUZA, 1988). Conforme esse autor, essas formas de relevo exibem reflexos de eventos tectônicos (Pré-Cambriano), traduzem a relação da morfologia com os fatores litológicos e as evidências das flutuações climáticas no Cenozoico, no qual é expressada a dominância de depressões periféricas derivadas dos processos denudacionais.

Portanto, a depressão sertaneja representa uma superfície embutida, entre os maciços cristalinos e/ou sedimentares, com níveis altimétricos variáveis entre 100m e 250m, com topografia expressivamente aplainada ou ligeiramente ondulada e recoberta por caatingas (SOUZA *et al.*, 1979).

A dinâmica desse ambiente é condicionada, principalmente, pelo clima semiárido, que influencia os processos erosivos ocasionados pelas irregularidades pluviométricas e a amplitude térmica, que contribui para desagregação das rochas (termoclastia), resultando em solos rasos e poucos profundos, favorável à instalação da vegetação de caatinga.

A depressão sertaneja se agrupa a todo um conjunto de planícies e depressões interplanáticas (pedimentos ou superfície de pedimentação) que se concentram nos sertões (OLIVEIRA, 2002), como demonstra a figura 6.

Figura 6 – Depressão sertaneja.



Vista para sede municipal de Tejuçuoca. Fonte: Acervo da autora (2018).

O agrupamento de inselbergs está distribuído ao longo da depressão sertaneja e é constituído por rochas cristalinas, apresentando dissecação acentuada (SOUZA, 1988). São áreas geralmente despidas de solo ou vegetação e, quando a pedogênese se efetiva, conduz à formação de solos litólicos, recobertos por caatinga arbustiva (SOUZA *et al.*, 1979). Com relação ao uso e ocupação, são áreas pouco utilizadas devido à inclinação do relevo e às características ambientais já citadas.

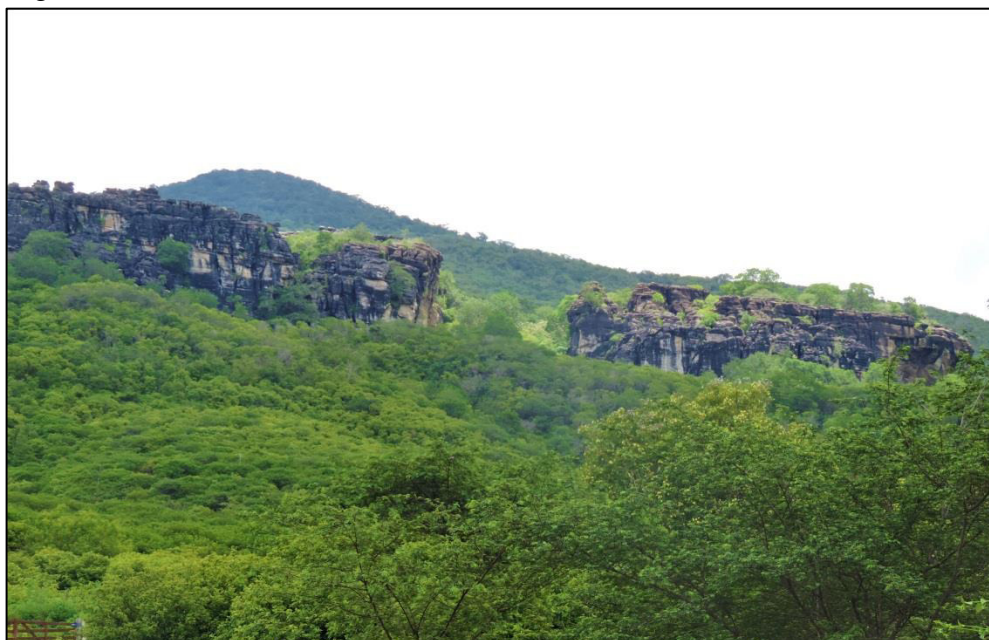
O relevo cárstico não foi delimitado cartograficamente em função da sua escala de maior detalhe, pois essa feição faz parte de uma unidade maior, o maciço residual Serra da Catirina. O relevo cárstico, ainda, é, particularmente, associado às rochas calcárias, podendo se referir, também, às paisagens similares elaboradas em outras rochas, carbonáticas ou não (PILÓ, 2000). Na área em estudo essas feições estão associadas ao Complexo Ceará Unidade Independência, derivados de calcário e metacalcário.

A ocorrência de feições cársticas em áreas semiáridas do Nordeste brasileiro tende a indicar evidências de condições paleoclimáticas úmidas associadas ao seu ápice de desenvolvimento (BASTOS, 2018), ou seja, para ocorrer

a dissolução da rocha o clima deve ser mais úmido do que as condições atuais, sendo este um indicador paleoclimático.

No município de Tejuçuoca, o relevo cárstico está localizado no Parque Ecológico Furna dos Ossos (figura 7), na Serra da Catirina, onde esse relevo possui maior atuação no município. No parque são realizadas trilhas para visitação das grutas, excursão de escolas, com potencialidades turísticas e educacionais.

Figura 7 – Exocarste da Furna dos Ossos.



Fonte: Acervo da autora (2018).

O conjunto espacial que constitui a geomorfologia cárstica pode ser compartimentado em três domínios envolvendo a superfície (exocarste), a subsuperfície (epicarste) e o meio subterrâneo (endocarste) (PILÓ, 2000). Conforme esse autor, o exocarste é a parte superficial que está exposta e de possível visualização; já o endocarste (figura 8) é a parte subterrânea, exemplo são os espeleotemas, popularmente conhecidas como grutas e cavernas.

Figura 8 – Espeleotemas.



Fonte: Eliseu Joca (2014).

3.2 Aspectos climáticos e recursos hídricos

A Região Nordeste possui diversos fatores que influenciam suas condições climáticas: a extensão territorial 1.540.827 Km², as formas de relevo, planícies, depressões sertanejas e planaltos; a relação entre a posição geográfica com os sistemas de circulação atmosférica torna a climatologia desta região uma das mais complexas do mundo (NIMER, 1972).

Segundo Uvo e Berndtson (1996 *apud* FERREIRA; MELLO, 2005), quatro mecanismos governam o regime pluviométrico da região, a saber: 1) os Eventos *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS); 2) a temperatura da superfície do mar (TSM) na bacia do oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3) a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); 4) as Frentes Frias e Vórtices Ciclônicas de Altos Níveis (VCAN). Além desses mecanismos, destacam-se, também, a atuação das Linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e o efeito das brisas marítima e terrestre na precipitação (FERREIRA; MELLO, 2005).

O clima com maior atuação no Nordeste brasileiro é o semiárido, caracterizado pelas altas taxas de insolação, temperaturas elevadas, pouca

amplitude térmica, irregularidades pluviométricas com alta variabilidade no tempo e no espaço, elevadas taxas de evapotranspiração que resulta no déficit do balanço hídrico (ZANELLA, 2014).

A radiação submetida nessa região está relacionada com a localização geográfica, próxima à Linha do Equador, com forte incidência solar durante todo ano, com médias térmicas anuais entre 26° e 28° C (NIMER, 1972).

A maior parte do Estado do Ceará está sob influência do clima semiárido. As chuvas se concentram, principalmente, nos meses de fevereiro, março, abril, quando o sistema atmosférico Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) está mais atuante sobre o Estado, causando precipitações (ZANELLA, 2007).

O regime de precipitação se caracteriza pela existência de uma estação relativamente muito chuvosa, na qual se fazem presentes chuvas torrenciais, enquanto que um período de duração se constitui em muito seco, cujas chuvas, além de serem raras, são pouco copiosas (NIMER, 1972), noutros termos, os níveis de precipitação são mal distribuídos durante o ano, como pode ocorrer irregularidades pluviométricas em uma série histórica de anos.

Para compreensão da dinâmica climática do Estado do Ceará, é importante saber como atuam os mecanismos e fatores atmosféricos responsáveis pela distribuição, instabilidade e ocorrência de chuvas ao longo do ano.

A dinâmica atmosférica da região Nordeste é controlada pela atuação do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ventos do quadrante E, oriundos das altas pressões subtropicais), associado à Massa Tropical Atlântica e à Massa Equatorial Atlântica; essas massas de ar, em função de sua vortacidade anticiclônica e subsidência superior, trazem estabilidade para o tempo, estabelecendo um período seco para a região, que, no semiárido, pode durar até 9 meses (ZANELLA, 2014).

Os meses chuvosos do ano (fevereiro, março e abril) estão relacionados à ação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esta corresponde uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial com intensa atividade convectiva e baixas pressões, ocasionando precipitações (FERREIRA; MELLO, 2005). Ela age de forma mais intensa, a partir de meados do verão, atingindo sua maior frequência nos meses de março e abril, quando alcança sua posição mais meridional (NIMER, 1972). Quando o período de atuação termina, ela retorna para o Hemisfério Norte e se instala o período seco no Nordeste.

O fenômeno *El Niño* consiste no aquecimento das águas do Oceano Pacífico, o qual diminui a incidência de chuvas no Nordeste, sendo responsável pelos anos secos ou muito secos na região. O seu desempenho depende da ocorrência associada com o dipolo positivo do Atlântico (é a diferença entre a anomalia da Temperatura da Superfície do Mar na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul), reduzindo a quantidade de chuvas (FERREIRA; MELLO, 2005). Segundo os autores supramencionados, o fenômeno *La Niña*, que favorece o resfriamento das águas do Oceano Pacífico, em associação com o dipolo negativo do Atlântico que favorece as precipitações, normalmente é responsável pelos anos normais, chuvosos ou muitos chuvosos.

Para o entendimento da dinâmica climática do município de Tejuçuoca, foram coletados dados do posto pluviométrico sede de Tejuçuoca, para a análise da tipologia climática do município, a construção de gráficos referentes ao balanço hídrico e Capacidade de Armazenamento de Água no solo (CAD), todas essas informações estão organizadas em gráficos na Prancha 1.

As condições hidroclimáticas do município de Tejuçuoca foram caracterizadas a partir do levantamento dos dados pluviométricos do posto Tejuçuoca localizado na sede do município com altimetria de 140m. Foi escolhido apenas 1 posto pela falta de dados completos nos outros postos, e somente este tinha uma série completa de 30 anos, entre 1988 e 2017.

A representação do balanço hídrico tem como finalidade permitir a visualização do ritmo anual das precipitações e elementos climatológicos bem como facilitar a sua interpretação quanto à determinação de épocas com excedentes ou com deficiências de água no solo para o planejamento e uso dos recursos hídricos (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Para a estipulação do balanço hídrico, foram utilizados os dados de precipitação, temperaturas, capacidade de água disponível no solo (CAD). As temperaturas foram estimadas no *Software* Celina, o cálculo do balanço hídrico climatológico foi realizado no *Software* Sentelhas, sendo analisado o período histórico de 30 anos (1988- 2017).

GRÁFICOS DO BALANÇO HÍDRICOS



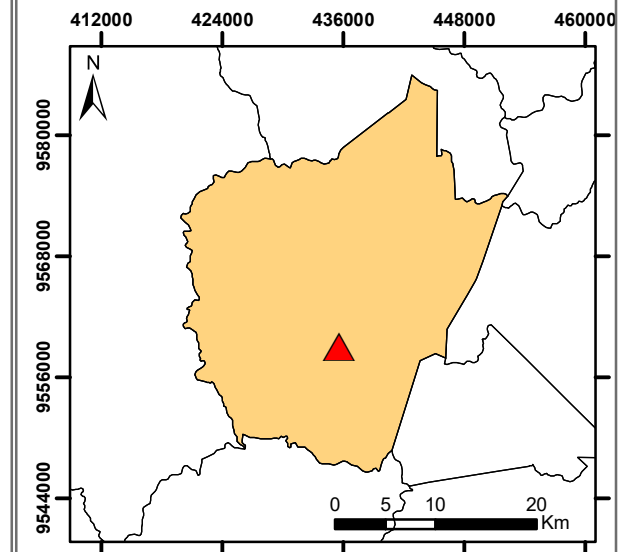
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E
SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO
DE TEJUÇOUCA CEARÁ - BRASIL

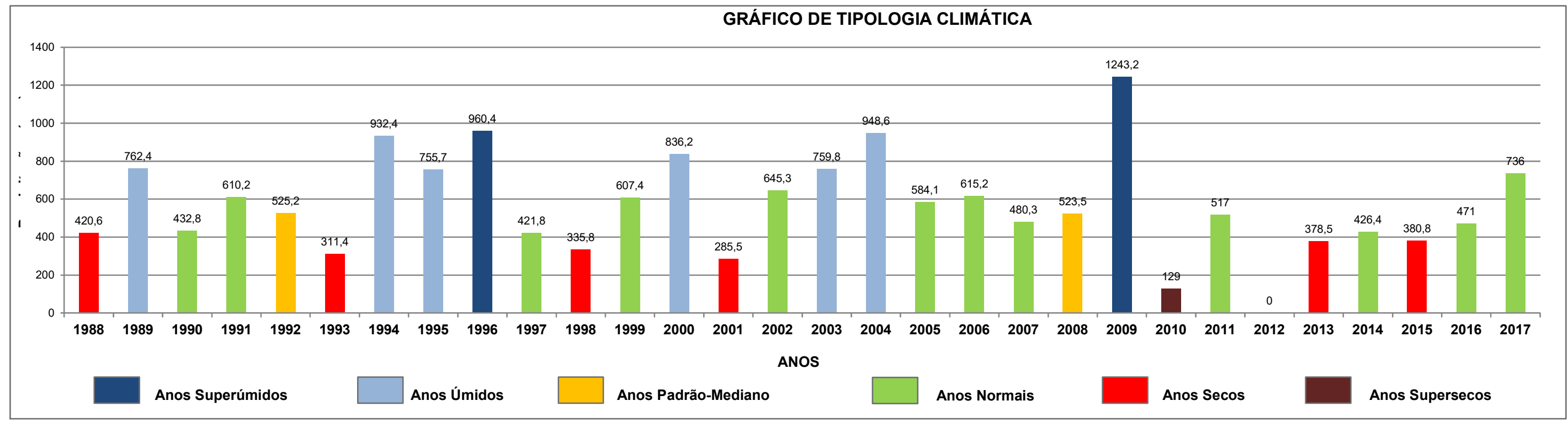
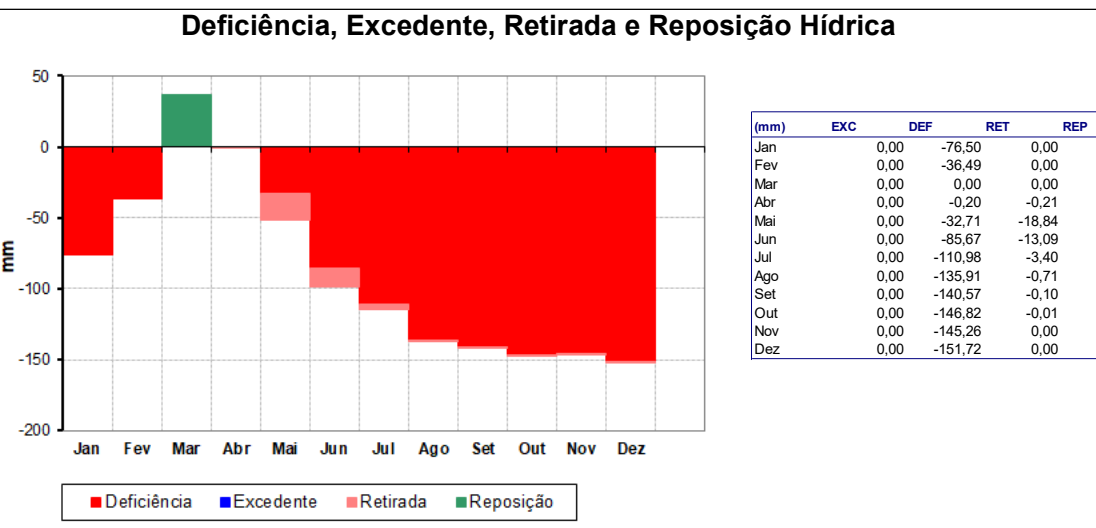
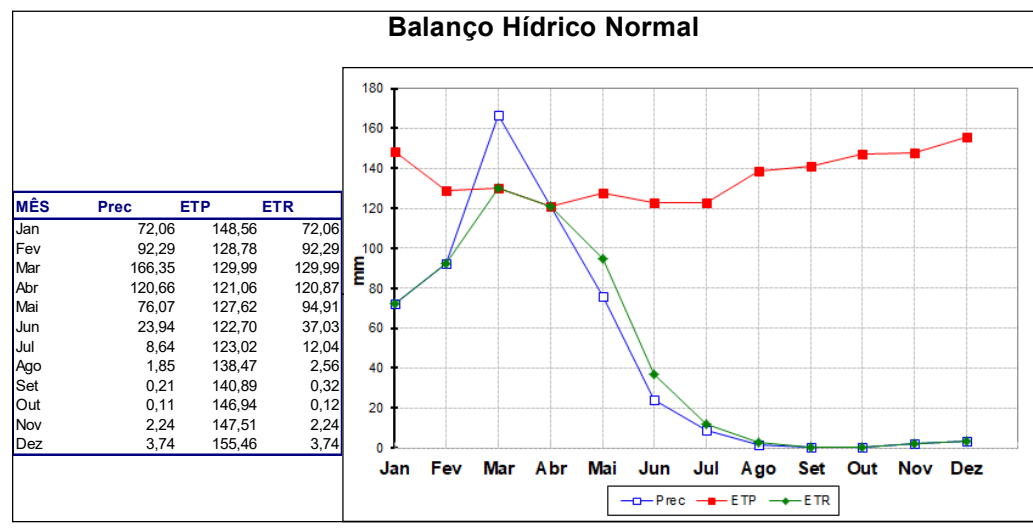
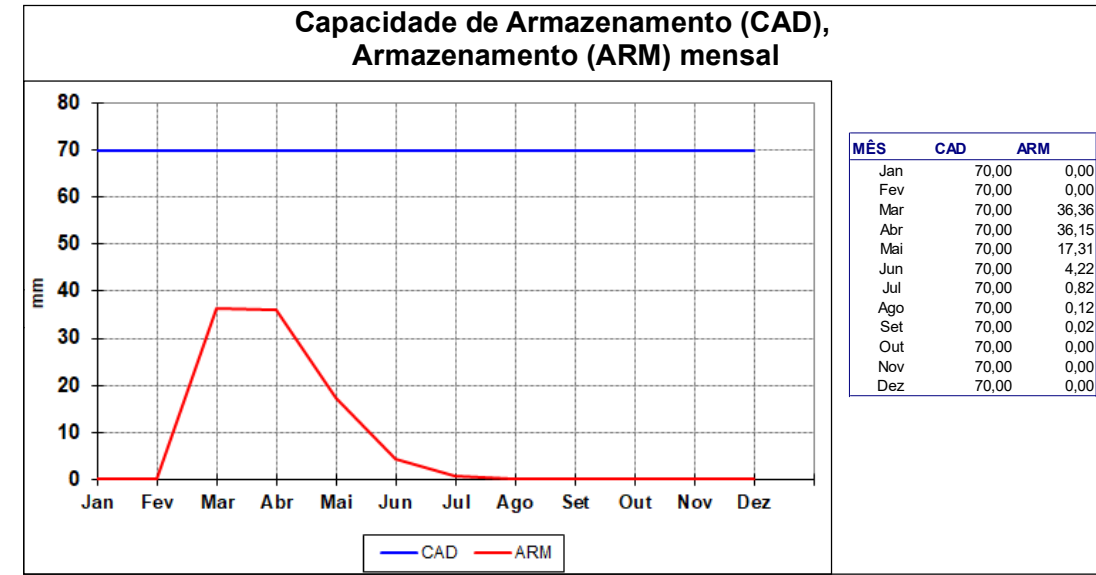
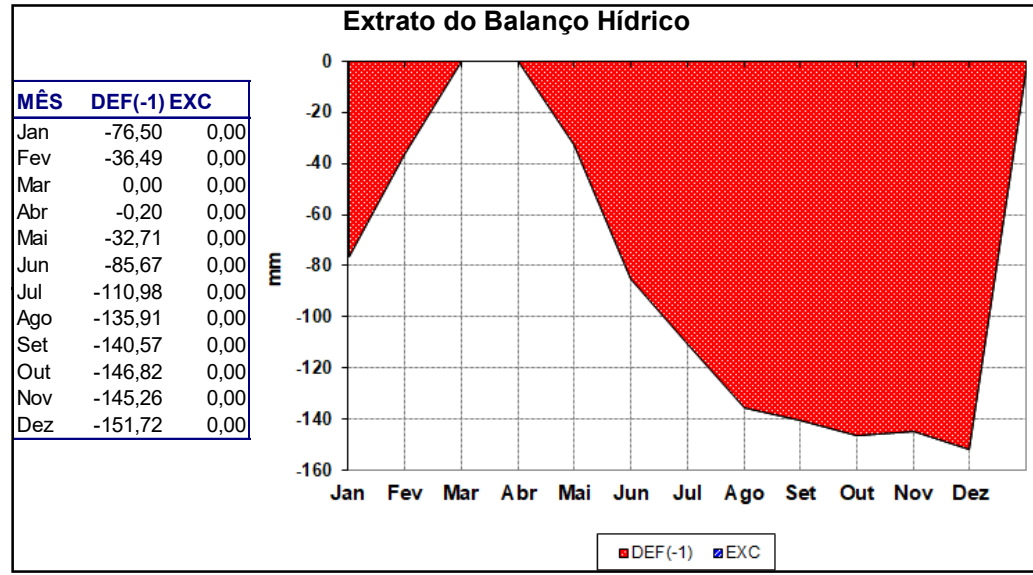
Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

PRANCHA 1: TIPOLOGIA CLIMÁTICA E
BALANÇOS HÍDRICOS

Localização do Posto Pluviométrico de Tejuçuoca



▲ Posto de Tejuçuoca
■ Município de Tejuçuoca
□ Limites Municipais



No gráfico do balanço hídrico (Prancha1), percebe-se a concentração de precipitações nos meses de fevereiro, março, abril e maio, enquanto as taxas de evapotranspiração são altas o ano inteiro; a reposição de água é mínima, com poucas chuvas e insolação intensa; a capacidade de armazenamento do solo é baixa em função do material rochoso cristalino, causando um elevado déficit hídrico no município investigado.

Na aplicação da técnica estatística *Box Plot*, organizam-se os dados dos anos mais chuvosos para menos chuvosos e separam-se os anos mais secos e os mais chuvosos (extremos). Os anos que tiverem os menores valores até 5% serão denominados os anos supersecos e os acima de 5% da série serão os anos superúmidos. Após isso, realiza-se a separação dos dados em quartis, em que tais dados da série são organizados a cada 25%. No 1º quartil, de 25-50%, são os anos normais; no 2º quartil, 50%, é o ano padrão-mediano; 3º quartil, de 50-75%, são os anos normais; os valores máximos, 75%, são os anos superúmidos e entre o valor mínimo e o 1º quartil, 25%, são considerados os anos supersecos. Esse critério de classificação considera a variação sazonal das precipitações, assim como as particularidades de cada ano (GALVANI; LUCHIARI, 2005).

No gráfico da tipologia climática (Prancha 1), mostram-se as irregularidades pluviométricas de um ano para outro, característico do clima semiárido. O ano padrão mediano tem como média 525, 2 mm.

Pode-se classificar os anos extremos que ocasionam impactos na sociedade como os anos extremamente secos (supersecos): 2010 e 2012, os quais registaram baixos índices pluviométricos, a média de 129 e 0 mm, prejudicando o abastecimento da população e acarretando complicações no desenvolvimento das atividades agropecuárias devido à escassez de água. Nos anos superúmidos, de 1996 a 2009, foi registrado maior volume pluviométrico, respectivamente 960,4 e 1243,2 mm; o excesso de chuvas, por seu turno, ocasiona inundações de áreas rurais e urbanas, assim como prejuízos socioeconômicos.

Os anos secos registrados foram: 1988, 1993, 1998, 2001, 2013 e 2015, período em que as secas e estiagens ocorreram com maior frequência, principalmente entre 2012 e 2015, mantendo um baixo índice pluviométrico em anos consecutivos, o que ocasionou uma redução no volume dos mananciais e açudes e gerou problemas de abastecimento de água.

Em virtude da ocorrência das irregularidades pluviométricas no Estado do Ceará, é importante o monitoramento das condições hidroclimáticas para prevenção frente às situações emergenciais de anos consecutivos de secas, ou em períodos de chuvas torrenciais.

Os recursos hídricos superficiais do semiárido são escassos, ou seja, há pouca disponibilidade de água, devido às condições climáticas (irregularidades de chuvas, altas taxas de insolação e evapotranspiração), associadas à estrutura geológica dominante, onde há predomínio de solos rasos formados sobre rochas do embasamento cristalino, principalmente metamórficas e ígneas, resultando em baixas trocas de água entre o rio e o substrato, ocorrendo o escoamento superficial (ZANELLA, 2014).

Os principais rios do município de Tejuçuoca são: o rio Caxitoré e o Tejuçuoca. Estes são afluentes da bacia hidrográfica do Curu, que possui 8.605 Km² de extensão, abrangendo parte do centro-oeste do Estado do Ceará (GORAYEB *et al.*, 2005).

As nascentes do rio Caxitoré está localizada em uma crista residual no município de Irauçuba, que segue seu curso até desaguar no rio Curu (MOURA, 2018). O rio Caxitoré delimita, naturalmente, os municípios de Irauçuba e Tejuçuoca. Os rios possuem redes de drenagem intermitentes, com padrão dendrítico e retangular em virtude da impermeabilidade das rochas.

Para tentar amenizar as dificuldades da população no acesso à água, adotam-se políticas públicas para a convivência no semiárido, como a construção de açudes, a perfuração de poços artesianos, a construção de cisternas rurais, a implantação de barragens, a dessalinização e aproveitamento da água salobra e o transporte de água (ZANELLA, 2014).

A açudagem é uma dessas medidas encontradas no município. Próximo à sede municipal, encontra-se o açude Tejuçuoca (figura 9), com capacidade de 28.110.000 m³ (SRH, 2017); apesar da dimensão, nos períodos secos, pode atingir menos de 10% da sua capacidade.

O açude Jerimum (figura 10) está localizado no município de Irauçuba, porém também abastece a população de Tejuçuoca, uma parte do açude contempla as localidades de Flores e Jerimum. Tais açudes são monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, que, segundo seus dados, registra

menor volume hídrico para o Açude Jerimum, com 3,37%, e o açude Tejuçuoca, com 42,21% da sua capacidade atual (COGERH, 2019).

Outras medidas para a diminuição dos impactos da seca foram observadas durante o campo: os carros-pipas, as cisternas e perfuração de poços artesianos. Porém, esses investimentos do governo são insuficientes, porque a população ainda enfrenta dificuldades no período de estiagem, como falta de recursos para desenvolver atividades econômicas típicas da cultura sertaneja, a agricultura de cunho familiar e a pecuária.

Figura 9 – Açude Tejuçuoca.



Fonte: Acervo da autora (2018).

O potencial hidrogeológico é baixo devido à predominância das rochas cristalinas, caracterizado por baixas vazões e a qualidade de água é salobra (CPRM, 1998). Em virtude da predominância dessas rochas, há dificuldade de infiltração e acúmulo de água subterrânea, entretanto, há a presença de falhas e fraturas que permitem o armazenamento de água que pode ser utilizada pela população (ZANELLA, 2014), geralmente com quantidade elevada de sais.

Figura 10 - Açude Jerimum.



Fonte: Acervo da autora (2018).

Um levantamento realizado no município de Tejuçuoca registrou a presença de 57 poços, todos do tipo tubular profundo (55 públicos e somente 2 privados), todos situados em rochas cristalinas. Conforme a CPRM (1998), em termos de qualidade das águas subterrâneas, 89% dos poços possuem águas salinizadas e a utilização é recomendada somente para o consumo animal e o uso humano secundário (lavar, banho etc.).

Portanto, as características climáticas representadas pelo clima semiárido mantêm uma relação direta com o regime intermitente dos rios, com o escoamento fluvial e com a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (ZANELLA, 2007).

3.3 Características pedológicas e cobertura vegetal

Os solos no Estado do Ceará são diversificados em função dos fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos e cobertura vegetal; embora a maior parte se encontre sobre influência do clima semiárido, há os ambientes de exceção com condições climáticas úmidas e subúmidas.

Pereira e Silva (2007) conceituam os solos como unidades naturais que sustentam as plantas, dotados de propriedades e características singulares, cuja origem e evolução resultam, num determinado lugar, da ação conjugada do clima,

organismos vivos, material de origem, relevo e tempo, os quais constituem os fatores de formação dos solos.

Oliveira (2002) caracteriza os solos predominantes dos sertões do Ceará em rasos, pedregosos, com problemas de salinidade; os mesmos desenvolvem-se na depressão sertaneja, sofrem com a atuação da erosão eólica, com a erosão laminar no período chuvoso. A vegetação da caatinga é escassa, exígua frente às ações erosivas, associadas as rochas impermeáveis que dificulta a infiltração e drenagem das águas das chuvas, o que favorece as limitações para atividades agropecuárias nos sertões.

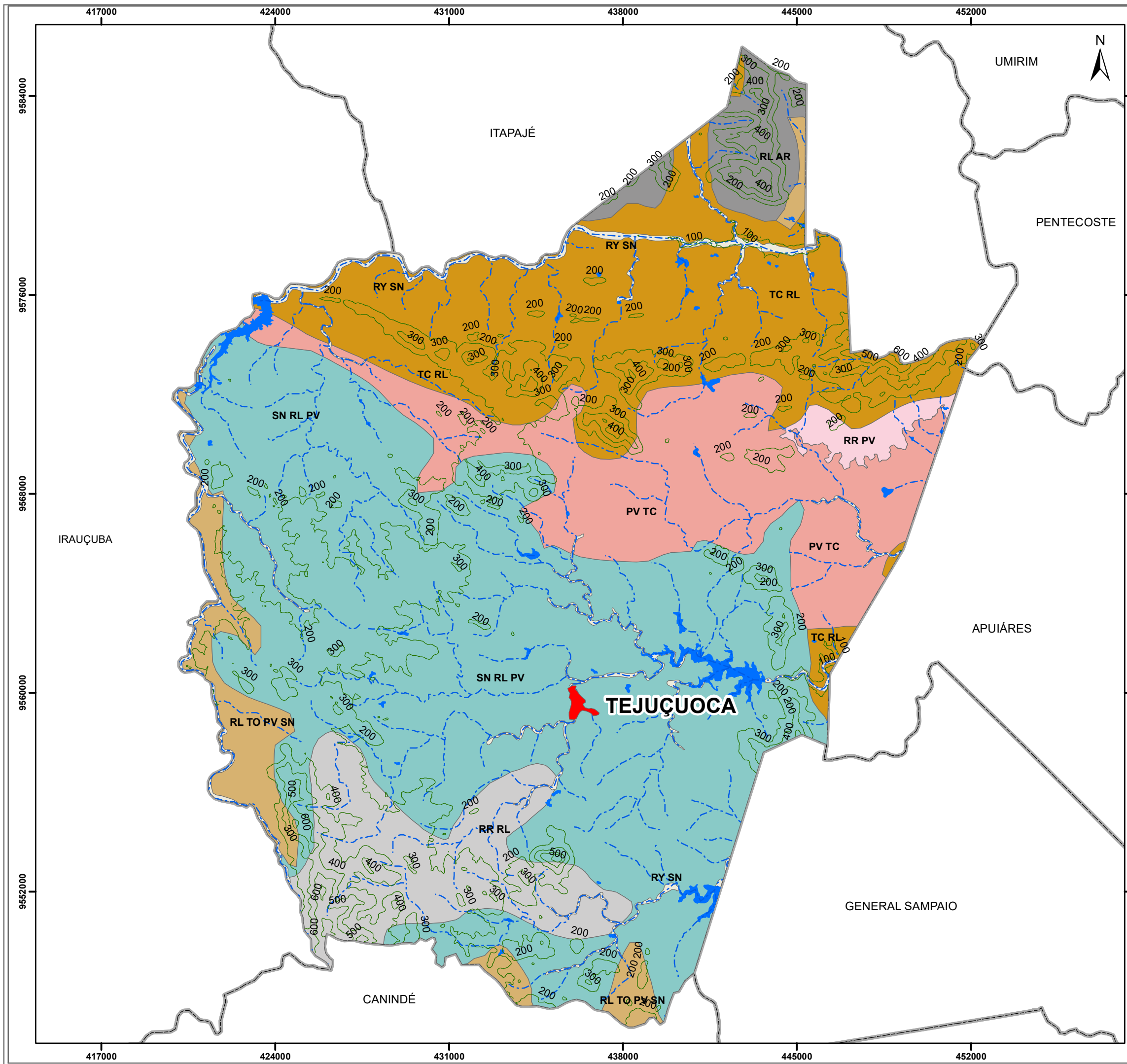
Os sertões são constituídos por outras classes de solos com características específicas. Percebe-se essa diversidade no levantamento dos solos realizado no município de Tejuçuoca, sendo reconhecidas as seguintes classes principais: Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Luvisolos, Planossolos e Argissolos Vermelhos-Amarelos, observados no Mapa 5.

No município de Tejuçuoca, a depressão sertaneja é constituída por feições aplainadas e suavemente onduladas, possuem Planossolos associados a Neossolos Litólicos e Argissolos em menor proporção. Os Argissolos Vermelhos-Amarelos preponderam nas áreas adjacentes de relevo fortemente ondulado a montanhoso, ou seja, próximos às serras. Os Neossolos Regolíticos apresentam-se em menor extensão, a ocorrência está relacionada às Serras das Vertentes, onde predomina o cultivo do caju e a criação de animais. Os Neossolos Flúvicos ocorrem nas planícies fluviais, são solos mais profundos, bem drenados, com fertilidade alta.

Existe diferentes tipos de usos de solos no município, os mais profundos estão relacionandos com a plantação de fruticultura, os mais rasos com a criação de animais, enquanto as áreas de maior altitude a cobertura vegetal é mais conservada.

Os Neossolos Flúvicos são solos pouco desenvolvidos, profundos a muito profundos com perfis comumente apresentando horizonte A sobreposto a um C quase sempre composto por uma sequência de várias camadas diferenciadas, sobretudo pela textura e granulometria (PEREIRA; SILVA, 2007).

Esses solos estão em vias de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos, ou seja, pelas características inerentes ao material originário trazido pelos rios (EMBRAPA, 2013).

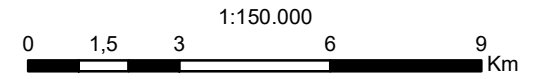


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
 DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
 TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Viádia Pinto Vidal de Oliveira
 Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 5 - SOLOS



Legenda

Associações de Solos

RY SN	Neossolos Flúvicos com Planossolos
RL AR	Neossolos Litólicos com Afloramentos Rochosos
RL TO PV SN	Neossolos Litólicos com Luvisolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos e Planossolos
RR PV	Neossolos Regolíticos com Argissolos Vermelhos-Amarelos
RR RL	Neossolos Regolíticos com Neossolos Litólicos
SN RL PV	Planossolos com Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelhos-Amarelos
TC RL	Luvisolos com Neossolos Litólicos
PV TO	Argissolos Vermelhos-Amarelos com Luvisolos

Convenções Cartográficas

	Sede de Tejuçuoca		Limites Municipais
	Corpos Hídricos		Rios e Riachos
	100m Curvas de Nível		

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.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Mapa exploratório - reconhecimento de solos do estado do Ceará**. Escala: 1:600.000. Recife: SUDENE/EMBRAPA, 1972.

As características morfológicas das camadas do horizonte A variam muito, principalmente em função da textura, que podem variar desde arenosa até argilosa, em função das deposições fluviais quaternárias (SUDENE, 1973). Ademais, apresentam potencialidades para a prática da agricultura associadas à alta fertilidade natural, porém sofrem limitações nos períodos de estiagem com a falta d'água e dificuldades para a irrigação.

No município de Tejuçuoca, os Neossolos Flúvicos (figura 11) estão presentes nas várzeas dos principais rios Caxitoré, Tejuçuoca e seus afluentes, acompanhados de vegetação de mata ciliar.

Figura 11 - Neossolos Flúvicos



Fonte: Acervo da autora (2018).

Os Neossolos Litólicos compreendem os solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo apenas um horizonte A que assenta diretamente sobre a rocha - R, ou sobre materiais desta rocha intemperizados, o qual constitui um horizonte C com muitos materiais primários e blocos de rochas semi-intemperizadas de diversos tamanhos, sobre a rocha subjacente muito pouco intemperizada ou compacta – R (SUDENE, 1973).

A ocorrência dos Neossolos Litólicos está associada, na área em estudo, ao Complexo Ceará pertencente à Unidade Canindé, onde os solos são derivados do saprolito de gnaisses, migmatitos e granitos, associados aos Planossolos. Estes solos também são derivados de quartzitos, micaxistos presentes na Unidade Independência com Xisto, há ocorrência em áreas do Complexo Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria.

Nesses solos são presentes as atividades de pecuária e agricultura de subsistência (milho, feijão), onde o relevo apresenta-se plano, ou suavemente ondulado (SUDENE, 1973). Apresentam fortes limitações ao uso agrícola devido aos vários fatores, tais como a deficiência de água, pedregosidade, rochiosidade, pouca profundidade e a declividade do terreno em áreas serranas; ademais, os solos tendem a ser mais rasos e suscetíveis à erosão com a retirada da vegetação original (PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Neossolos Regolíticos são solos pouco desenvolvidos, com perfis do tipo A-C, arenosos, pouco profundos, excessivamente drenados, contendo altas proporções de minerais primários intemperizáveis nas frações de areia e/ou cascalhos, podem apresentar uma camada de endurecimento (*fragipan*) (SUDENE, 1973). O material de origem corresponde, normalmente, a produtos de alteração de granitos, gnaisses e migmatitos (Pré-Cambriano), arenitos (Cretáceo) (PEREIRA; SILVA, 2007).

Esses solos podem ser classificados em eutróficos, com alta fertilidade, e distróficos, com baixa fertilidade devido à acidez (PEREIRA; SILVA, 2007). No município de Tejuçuoca, ocupam uma área de pequena extensão, próximo à Serra das Vertentes, os quais podem ser observados na figura 12, onde o caju e outras culturas são cultivados, por serem solos profundos e ricos em minerais. São compatíveis com cultivos de subsistência do sertão, como milho, mandioca, feijão, algodão e mamona (SUDENE, 1973).

Figura 12 - Neossolos Regolíticos



Fonte: Acervo da autora (2018).

Os Planossolos são solos em geral pouco profundos que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes A e E, ou mesmo desprovidos do E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt, podendo apresentar estrutura colunar, textura média ou argilosa (PEREIRA; SILVA, 2007). Igualmente, correspondem aos solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, em contraste com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água suspenso, de existência periódica e variável durante o ano (EMBRAPA, 2013).

As limitações desse solo são as características físicas e químicas desfavoráveis, além da deficiência de água, o que leva a apresentar fortes limitações para uso agrícola, sendo utilizados na atividade agropecuária (PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Planossolos ocorrem em áreas de relevo plano ou suave ondulado, típicos de clima semiárido, onde as condições do solo favorecem a vigência periódica anual do excesso de água nos meses chuvosos (EMBRAPA, 2013). No município em questão, são os solos de maior extensão associados aos Neossolos Litólicos na depressão sertaneja, derivados da alteração das rochas como gnaisses

e magmatitos, do Complexo Ceará da Unidade Canindé; também estão associados com os Neossolos Flúvicos. (Ver figura 13).

Figura 13 - Planossolos



Fonte: Acervo da autora (2018).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são solos que apresentam perfis profundos e muito profundos com sequência de horizontes A, Bt e C, textura média e argilosa, sendo que o horizonte B possui acumulação de argila com teores sempre mais elevados do que A, implicando uma diferença nítida entre eles (PEREIRA; SILVA, 2007).

Os Argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, raramente brumadas ou acinzentadas (EMBRAPA, 2013).

Estes solos estão distribuídos no Estado nas áreas de tabuleiros no litoral, Baixo Jaguaribe e serras. No primeiro caso, são comumente de baixa fertilidade natural (distróficos); no segundo, prevalecem solos com média fertilidade (eutróficos), sendo suscetíveis à erosão, de modo que a principal causa é a diferença entre os horizontes subsuperficiais e as declividades do relevo (PEREIRA; SILVA, 2007).

No município de Tejuçuoca predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos presentes em áreas de relevo suave ondulado e serranas, derivados de rochas do Pré-Cambriano como gnaisses, magmatitos e granitos, como está na figura 14.

Figura 14 – Argissolos Vermelhos-Amarelos



Fonte: Acervo da autora (2018).

A cobertura vegetal do Ceará apresenta-se bem diversificada em função das condições naturais do ambiente, como solos, formas de relevo, geologia, recursos hídricos, principalmente a atuação do clima semiárido. Portanto, no município de Tejuçuoca, existem três tipos de unidades fitoecológicas: vegetação de várzea, vegetação caducifolia de caatinga e mata seca.

Porém, a vegetação de caatinga se sobressai nas áreas de depressão sertaneja e frente às condições climáticas de semiaridez. No Nordeste brasileiro, as severas e drásticas aplainações ocorridas durante o Terciário e continuadas menos intensamente no Quaternário, traçaram a configuração geral das paisagens, onde os espaços intermontanos correspondentes ao clima semiárido permitiram o desenvolvimento de vegetação xerófila (LEMOS, 2006).

A mata ciliar ou vegetação de várzea ocorre nas áreas de planície fluvial; no município de Tejuçuoca, destacam-se os rios Caxitoré e Tejuçuoca. É comum o predomínio de carnaúba, acompanhada por árvores e arbustos (PEREIRA; SILVA, 2007).

Os solos (Neossolos Flúvicos) possuem alta fertilidade porque recebem maior quantidade de material sedimentar devido à drenagem de águas, o que

permite uma vegetação com coloração mais verde, em contraste com a vegetação de caatinga.

A vegetação ciliar funciona como uma barreira natural de contenção do escoamento das águas; ao ser retirada, é substituída por mata secundária, que possibilita o carreamento de partículas sólidas, as quais ficarão depositadas nas áreas mais rasas, causando o assoreamento, o que compromete a sustentação do leito do rio e facilita a ocorrência de inundações, além de afetar a permanência de espécies (GONÇALVES; OLIVEIRA; BEZERRA, 2008).

Em relação ao uso dessa vegetação, ocorrem atividades de extrativismo vegetal, agricultura de subsistência e pecuária extensiva (PEREIRA; SILVA, 2007). Nos canais fluviais de maior vazão, foi identificada a ocorrência de carnaúbas e, nos afluentes, foram verificadas espécies de árvores e arbustos. Como se observa na figura 15, a degradação da mata de ciliar acarreta a sucessão secundária das espécies vegetais.

Figura 15 – Mata Ciliar do Rio Caxitoré



Fonte: Acervo da autora (2018).

Nos sertões, o clima semiárido é o principal fator responsável pelas características fisionômicas da vegetação de caatinga, com elevados valores de evapotranspiração e deficiência hídrica (LEMOS, 2006).

Conforme Maia (2004), a vegetação da caatinga possui características que são essenciais para a proteção e estabilidade das condições adversas dos sertões, são: a alta diversidade e heterogeneidade das espécies, nota-se a sucessão ecológica natural entre as espécies; o porte baixo das plantas para economia de energia e água; a proteção do solo contra erosão, que auxilia na reserva de água superficial e subterrânea; a adaptação das espécies nativas às condições de semiaridez e, por fim, a adaptação à falta d'água durante vários meses do ano, e isso se mostra na forma, na cor, no metabolismo, nos ciclos vitais e organização de todos os organismos da caatinga.

No aspecto fisionômico, é possível diferenciar dois tipos de vegetação de caatinga: a arbórea, que apresenta, em geral, melhor estado de conservação e arbustiva, que está presente em áreas que já sofreram as consequências do desmatamento, uso agrícola e pecuária (PEREIRA; SILVA, 2007). Geralmente, a caatinga arbórea está sobre melhores condições, com solos férteis que possibilitam o maior porte das plantas, enquanto na caatinga arbustiva as condições de solo e semiaridez limitam o desenvolvimento das espécies.

A vegetação de caatinga se desenvolve no município de Tejuçuoca nas áreas de depressão sertaneja, maciços e inselbergs. Nessa vegetação prevalecem as sucessões ecológicas secundárias, em função do histórico de uso e ocupação do Estado do Ceará, o binômio gado-algodão. A intensa degradação ambiental, nesse bioma, propicia a expansão de espécies tolerantes à falta d'água, como: jurema preta (*Mimosa hostilis Benth*), mameleiro (*Croton sonderianus Muell*) e mufumbo (*Combretum leprosum*). A figura 16 mostra a presença de espécies secundárias como a jurema preta.

Figura 16 – Vegetação de Caatinga



Fonte: Acervo da autora (2018).

A vegetação de mata seca possui caráter de semicaducifólia, em que parte de suas espécies perde as folhas como forma de proteger-se dos efeitos da semiaridez (PEREIRA; SILVA, 2007). Na área de pesquisa, essa vegetação abrange as serras secas de altimetria elevada, que retém a umidade, favorecendo espécies de maior porte; esse estrato arbóreo diferenciado pode ser observado na figura 17.

A conservação dessa vegetação se encontra ameaçada devido aos desmatamentos e queimadas para inserção de cultivos e criação de animais e a extração para uso da lenha. Quando a mata seca é retirada, a caatinga ocupa esses espaços por se adaptar melhor às condições do clima semiárido. Foram observados, em campo, o estrato arbóreo-arbustivo, os quais apresentam espécies como: pau d'arco amarelo (*Handroanthus serratifolius*), pitombeira (*Talisia esculenta*), pau-ferro (*Libidibia ferrea*), feijão-bravo (*Capparis Flexuosa L.*) e coração-de-negro (*Annona cherimola*).

Figura 17 – Mata Seca na Furna dos Ossos



Fonte: Acervo da autora (2018).

4 DINÂMICA SOCIOECONÔMICA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

O estudo dos sistemas ambientais envolve tanto as variáveis ambientais como socioeconômicas. Portanto, neste subcapítulo foram abordados os aspectos históricos, o perfil socioeconômico do município de Tejuçuoca, com ênfase nas principais atividades econômicas do sertão, agropecuária e extrativismo vegetal, apresentando as tipologias de uso e ocupação.

No Nordeste e no Estado do Ceará, principalmente no ambiente dos sertões, o uso e ocupação estão vinculados, historicamente, à pecuária e às lavouras temporárias e permanentes, culturas estas que foram se adaptando às condições físicas e ambientais do semiárido.

Esses ambientes requerem uma atenção e relevância pela proporção territorial que ocupa, pela grande concentração populacional e pela fragilidade natural desse ecossistema, que se torna vulnerável frente às atividades humanas (OLIVEIRA, 2002). Condicionado com emprego de técnicas rudimentares na utilização dos recursos naturais, há uma tendência que ocorram desequilíbrios ambientais (SOUZA, 2007), como a degradação e a desertificação da terra.

A tardança na ocupação do Ceará pelos colonizadores, em comparação com outros estados do Nordeste, está relacionada à semiaridez e à natureza belicosa dos índios, que retardaram as expedições e criaram dificuldades para sua consolidação (DANTAS, 2003).

Não se pode desassociar o processo de colonização do Ceará dos ciclos econômicos da pecuária e cultivo de algodão. As áreas escolhidas, inicialmente, para as plantações e pecuária eram próximas aos rios, devido ao abastecimento de água. O desenvolvimento dessas atividades está relacionado com as condições naturais semiáridas e de solos, o que favoreceu o aumento das pastagens de gado, e as secas constantes contribuíram para o avanço da cotonicultura.

A lavoura açucareira, por seu turno, desenvolveu-se, principalmente, na Zona da Mata, em função das condições climáticas favoráveis a essas plantações. A expansão dessa lavoura foi tão intensa que surgiu como monocultura visando à maior ocupação do espaço, maior aproveitamento da mão-de-obra escrava, exigindo distanciamento de atividades que pudessem interferir na expansão da produção açucareira, como a criação de gado (SILVA, 1989).

Conforme Andrade (1998), o sertão nordestino foi colonizado graças à demanda de abastecimento dos grandes centros açucareiros, que comandaram a arremetida para os sertões na busca de terras onde fizesse a criação de gado, indispensável ao fornecimento de animais para trabalhar nos engenhos e fornecer alimentos aos centros urbanos em desenvolvimento.

O transporte do gado cearense para as “regiões açucareiras do Nordeste” era árduo e devido às secas constantes e à distância percorrida, perdiam-se muitos animais no caminho. Andrade (1998) relata que em 1740 os cearenses começaram a exportar suas reses já abatidas, transformadas em carne seca, salgada e em couros. Dessa forma, diminuíram as perdas de cabeças de gado, como também os animais que iriam abastecer os engenhos de cana-de-açúcar.

O principal fator recorrente no sertão que levou ao declínio da produção da pecuária no Nordeste no final do século XVIII foi as secas, sobretudo a ocorrida no período de 1790 a 1793, conhecida como a “Seca Grande” (JUCÁ, 1989).

Apesar da diminuição na produção agropecuária no sertão, ainda é umas das principais atividades de destaque no setor econômico. A pecuária e o algodão foram atividades que se complementaram e se adaptaram às terras secas, principalmente na organização do espaço cearense. Silva (1989) relata essa simbiose existente entre essas duas produções que impulsionaram a economia no sertão cearense:

O desenvolvimento da lavoura algodoeira não fez desaparecer a pecuária extensiva. Elas coexistiram e ao lado da expansão da lavoura do algodão o homem do sertão pôs-se cada vez mais à procura de maiores áreas para a criação. Gado e algodão continuaram sendo as bases econômicas da Capitania, sendo, porém, o algodão produto que adquiriu grande importância fazendo com que seu cultivo assumisse feições comerciais mais evoluídas [...] (SILVA, 1989, p.84).

No final do século XVIII e no início do século XIX, ocorre um surto de cultivo de algodão no sertão, o que ocasiona o rápido crescimento econômico da região Nordeste (Andrade, 1998). O fortalecimento do setor agrário não se deve apenas pelo fato da decadência da mineração (busca de ouro), mas, sobretudo, em virtude do súbito crescimento da população europeia e do desenvolvimento da Revolução Industrial, que proporcionou maior demanda de produtos coloniais (JUCÁ, 1989). Outro fator para o auge das exportações de algodão foi o aumento das exportações durante a Guerra de Secessão nos Estados Unidos da América, este era o principal produtor de algodão no mercado internacional (JUCÁ, 1989).

A exportação dos produtos derivados da pecuária (carne-seca e couro) e a exportação de algodão reforçam as relações do sertão com o litoral por meio de transportes de mercadorias, construção de vias férreas e portos estabelecidos nas cidades litorâneas.

A capital Fortaleza desenvolve-se à medida que seu porto adquire importância econômica com a exportação de algodão (DANTAS, 2003). Fortaleza se urbaniza e passa a ser uma das cidades de maior relevância no Estado, a partir da exportação dos produtos sertanejos que abasteciam tanto o mercado interno quanto externo.

É importante essa discussão sobre como se configurou a formação territorial do Nordeste brasileiro, principalmente no Ceará, impulsionada pela economia do gado e algodão, fato que auxiliou na expansão dos núcleos urbanos, mas, em contrapartida, intensificou o processo de degradação nos sertões.

Para a compreensão da dinâmica local do município de Tejuçuoca, faz-se necessário o estudo dos aspectos sociais e econômicos da população. O levantamento de dados do perfil municipal de Tejuçuoca foi realizado com base no IBGE (2010) e IPECE (2017). Esses dados demonstram como a economia nos sertões do interior cearense ainda gira em torno da produção agropecuária, apesar da crescente demanda de serviços como comércio e atividades industriais, conforme as informações do perfil socioeconômico do município de Tejuçuoca.

No município de Tejuçuoca, a maior parte da população reside em áreas rurais com 10.492 habitantes, apesar do número crescente da população em áreas urbanas, a soma total 6.335 habitantes na zona urbana no ano de 2010 (IPECE, 2017) (ver tabela 3).

Tabela 3 – População do município de Tejuçuoca nos anos 1991, 2000 e 2010

Município	População Residente					
	1991		2000		2010	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Tejuçuoca	2.213	9.592	4.157	9.362	6.335	10.492

Fonte: IPECE (2017).

A população rural é maior que a urbana em Tejuçuoca. Diante desses dados, verifica-se que a maioria da população vive das atividades no campo, como a agricultura, a pecuária e o extrativismo vegetal.

Os centros urbanos são atrativos para a concentração populacional devido à oferta de serviços e empregos em detrimento do campo, que por falta de políticas públicas para convivência com o semiárido, tende a ser o local de repulsão (COSTA, 2014). No município de Tejuçuoca, a concentração de habitantes é maior no campo em função do processo histórico de uso e ocupação pelas atividades agropecuárias.

O IBGE (2010) registrou um total de 1.008 habitantes que migraram desde o ano de 2005, que não residem mais no município de Tejuçuoca, sendo que da zona urbana foram 450 habitantes e da zona rural 558 habitantes.

Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) do município de Tejuçuoca, que seria a soma dos lucros das atividades econômicas exercidas dentro do município, destaca-se o setor de serviços, que cresceu dentro dos 10 anos analisados (de 2003 a 2013) (IBGE, 2013). A segunda maior produção do PIB é atribuída às atividades agropecuárias, devido à maior parte da população viver no campo e se manter da criação de animais, agricultura de subsistência e extração vegetal e, por último, as atividades industriais, que possuem menor colaboração para o PIB (tabela 4).

Tabela 4 – Produto Interno Bruto (PIB) de Tejuçuoca

Setores de Produção	2003	2005	2007	2009	2011	2013
Agropecuário %	12,64	13,31	14,90	12,15	10,51	7,44
Indústria %	17,80	8,80	10,10	10,11	9,98	3,92
Serviços %	69,56	77,89	75,00	77,73	79,52	88,63

Fonte: IBGE/ IPECE (2017).

A produção do PIB no município, em termos de contribuição para o Estado, é ínfima; segundo o IPECE (2017), no ano de 2015, Tejuçuoca contribuiu apenas 0,007% de participação para o Estado, mostrando uma economia de baixa produção em função da pouca renda atribuída às atividades agropecuárias e industriais.

Sendo que, um dos motivos para a queda da produção do PIB agropecuário pode estar relacionada às condições naturais de semiaridez, aos frequentes períodos de seca, como mostra, na prancha 1, o gráfico de tipologia climática, a irregularidade na distribuição de chuvas; ademais, o mau uso da terra

como desmatamento e queimadas diminuem a biodiversidade e, conseqüentemente, a perda de produtividade do solo.

Por meio da distribuição dos empregos formais da população de Tejuçuoca, pode-se projetar o perfil socioeconômico dos habitantes. As atividades terciárias são que mais empregam no município: administração pública, comércio e serviços somam um total de 937 funcionários; em segundo lugar, aparecem as atividades secundárias, indústria de transformação e construção civil, com um total de 150 trabalhadores (IPECE, 2017) (tabela 5).

Em número absoluto, são 1.087 empregados no município, com destaque para as mulheres inseridas no mercado de trabalho, que são a maioria com empregos (676) em comparação com os homens (411), o ramo da indústria de transformação emprega maior parte da população, principal setor empregatício são as indústrias que confeccionam roupas.

Os dados empregatícios não são fidedignos com a realidade, pois não incluem os empregos informais do setor primário, que seriam as atividades agropecuárias.

Tabela 5 – Empregos formais em Tejuçuoca

Discriminação das atividades	Homens	Mulheres
Indústria de transformação	71	69
Construção Civil	10	-
Comércio	42	36
Serviços	22	8
Administração Pública	266	563

Fonte: IPECE (2017).

Conforme o Censo Demográfico, a população extremamente pobre (com renda per capita mensal de até R\$ 70,00) reside em maior número no campo, 4.316, e a área urbana apresenta 1.309 (IBGE, 2010). Demonstra-se, assim, que a população com menos condições financeiras vive na zona rural.

Para a complementação da renda familiar, a população depende dos benefícios fornecidos pelo governo, como bolsa família, aposentadorias e o Programa Nacional de Fortalecimento a Agricultura Familiar (PRONAF), que tem por objetivo fortalecer as atividades agropecuárias desenvolvidas pelo agricultor familiar, por meio de financiamento, proporcionando melhorias na qualidade de vida das famílias atendidas pelo programa (TEIXERA, 2018).

Uma forma de mensurar o acesso da população aos bens e serviços, que não seja apenas o rendimento econômico como o PIB, é através do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que avalia a qualidade de vida da população baseado em três dimensões basilares do desenvolvimento humano: a longevidade, medida pela expectativa de vida ao nascer; a escolaridade, medida pela capacidade do indivíduo em ter acesso ao conhecimento; a renda per capita para um nível de vida digna financeira - com relação aos valores, quanto maior a proximidade do valor médio a 1,0, maior é o desenvolvimento humano (PNUD, 2015).

O IDH do município de Tejuçuoca, no ano de 1991, apresenta valor baixo, inferior 0,550, no ano 2000 teve uma diminuição no valor para 0,421, no ano de 2010 exibe um valor médio de desenvolvimento acima de 0,550 (ver tabela 6).

Tabela 6- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Tejuçuoca

Município Tejuçuoca	1991	2000	2010
IDH	0,253	0,421	0,584

Fonte: IPECE (2017).

O que pode alterar diretamente os valores do IDH é o investimento de políticas públicas nos municípios com baixo desenvolvimento. Sabe-se que nem todas as áreas do sertão são valorizadas igualmente, favorecendo as localidades que possuam projetos de irrigação, agricultura para exportação, dentre outros. Observa-se que, em alguns municípios, pode ocorrer um crescimento econômico, mas não significa dizer que a modernização do campo diminuía as desigualdades sociais. Pode-se acirrar a oligopolização do espaço agrário com o fortalecimento da privatização da terra e da água, ou seja, torna-se cada vez mais difícil o acesso aos dois principais meios para produção das atividades agropecuárias pela maior parte da população (ELIAS, 2007).

Para complementar as informações sobre desenvolvimento socioeconômico do município de Tejuçuoca, apresenta-se o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), que mostra o desenvolvimento dos municípios cearenses. Esse índice faz o uso de 30 indicadores, os quais são agrupados em 4 aspectos: fisiográficos, fundiários e agrícolas; demográficos e econômicos; de infraestrutura de apoio; sociais (IPECE, 2017). Nesse contexto, o IDM do município de Tejuçuoca teve um decréscimo nos anos de 2002, 2006, 2010 em comparação

com o ano de 2000, onde alcançou um IDM de 19,43, ocupando a posição de 131º em relação aos demais municípios cearenses.

Apesar do crescimento do IDM no ano de 2014, com a posição de 174º, percebe-se um desenvolvimento pequeno, o que representa uma economia instável, onde as atividades econômicas possuem pouco rendimento financeiro, o que expressa a falta de investimentos nos setores agropecuários e industriais, assim, a falta de assistência e infraestrutura afeta diretamente a qualidade de vida da população (ver tabela 7).

Tabela 7 – Índice de Desenvolvimento Municipal de Tejuçuoca

Anos	IDM	Ranking
2000	19,43	131º
2002	18,65	154º
2006	14,75	174º
2010	10,73	179º
2014	13,35	174º

Fonte: IPLANCE/ IPECE (2017).

Os problemas supracitados estão associados às relações sociais de produção e de organização do espaço, em especial às condições sociais e técnicas da estrutura agrária, que se caracterizam por uma estrutura fundiária concentrada e uma base técnica em sua maioria rudimentar, determinantes para as relações de trabalho (ELIAS, 2007). Isso, por sua vez, se caracteriza como um dos principais motivos que acirram as desigualdades sociais no território cearense.

No caso do município de Tejuçuoca, a caracterização geoambiental (exposta no capítulo anterior) mostra as riquezas e potencialidades que poderiam ser utilizadas como atrativo e investimento para o crescimento socioeconômico do município.

Acerca das atividades desenvolvidas no município, são apresentadas as de maior impacto degradacional no sertão, tais como: agricultura, pecuária e extrativismo vegetal. As atividades agrícolas, no sertão nordestino, apresentam uma série de limitações para seu desenvolvimento, a exemplo de problemas de infraestrutura, ambientais, tecnológicos, entre outros, que reduzem o potencial produtivo (CASTRO, 2012)

Para a compreensão da evolução da produção agrícola no município de Tejuçuoca, foram analisados os dados do IBGE (2017) das lavouras agrícolas

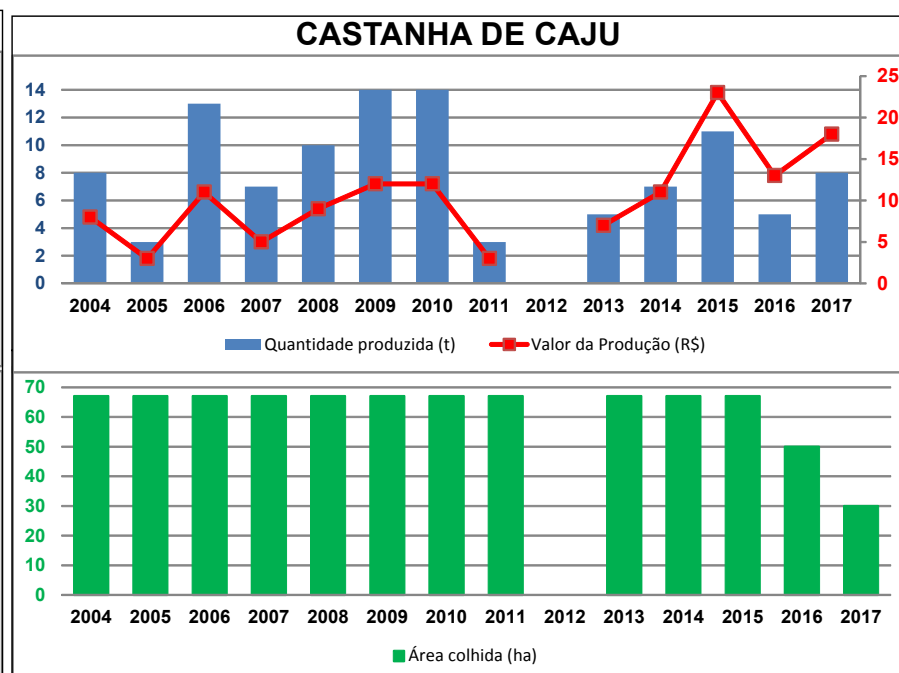
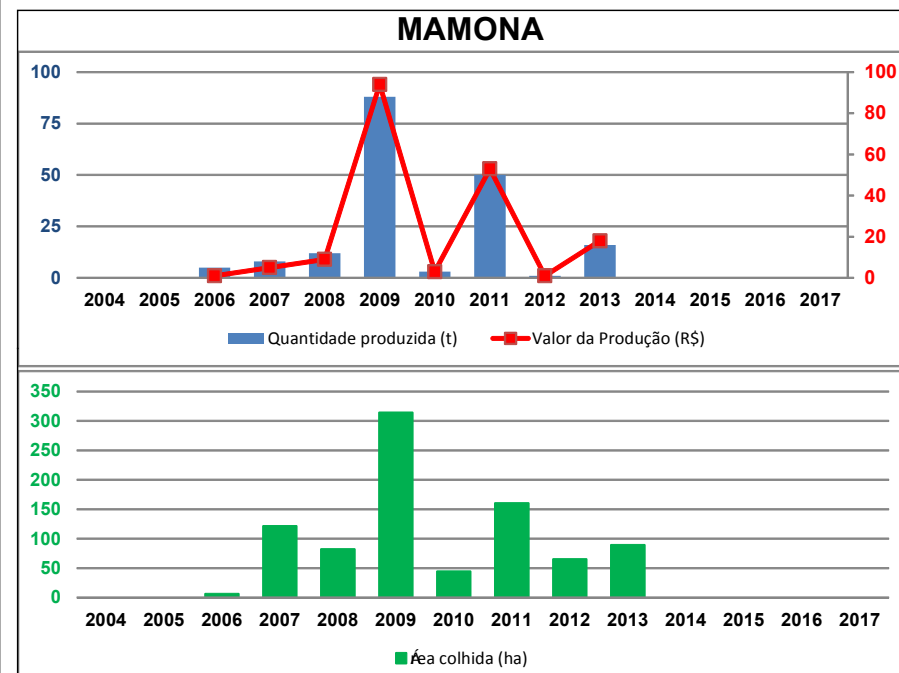
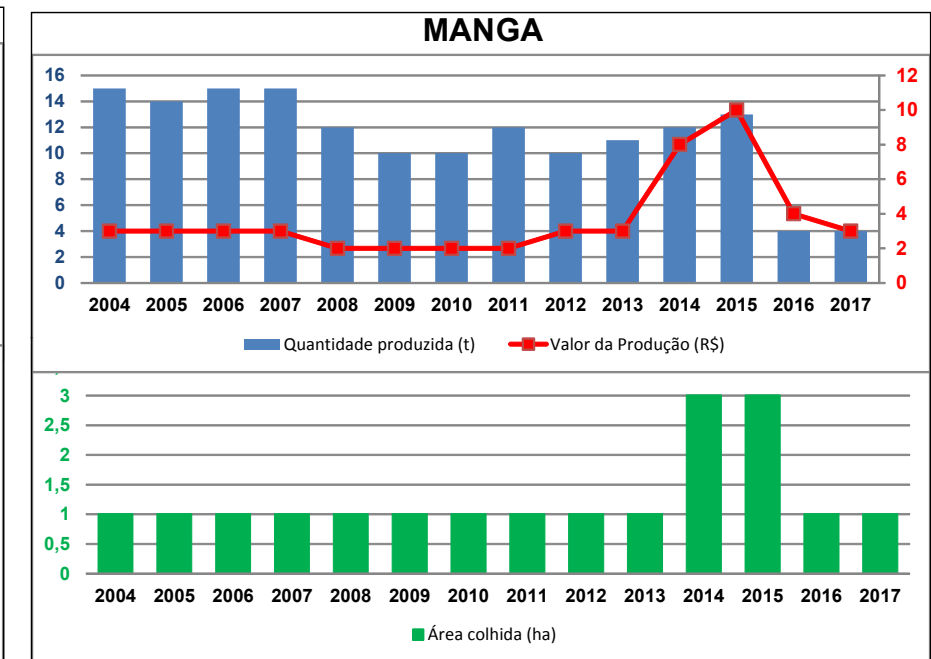
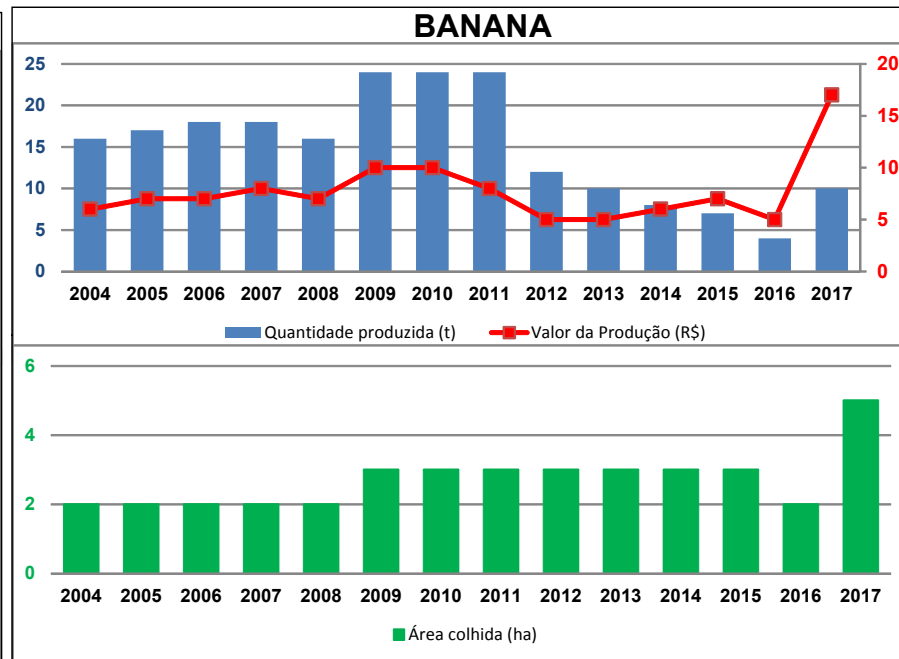
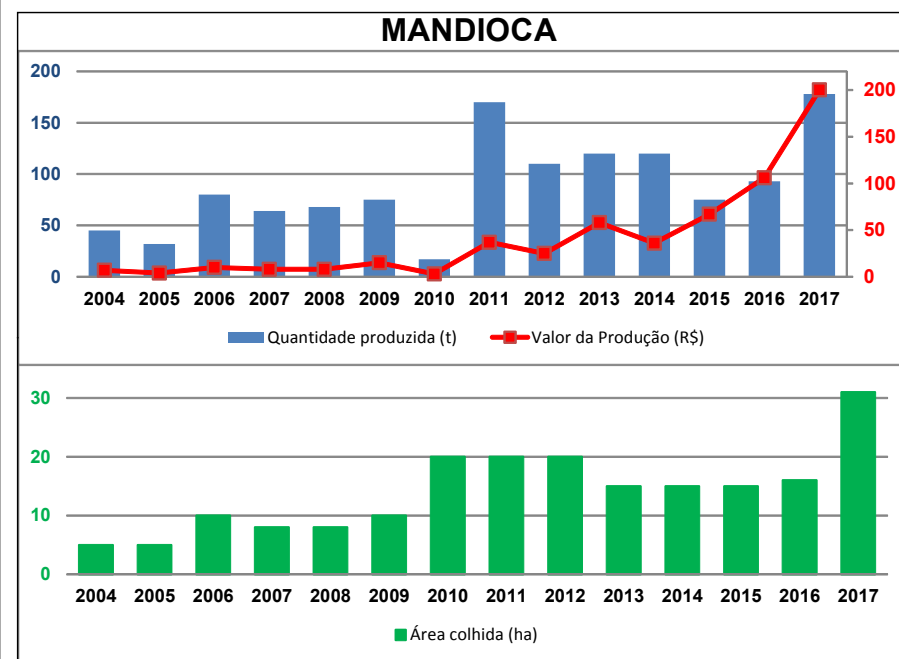
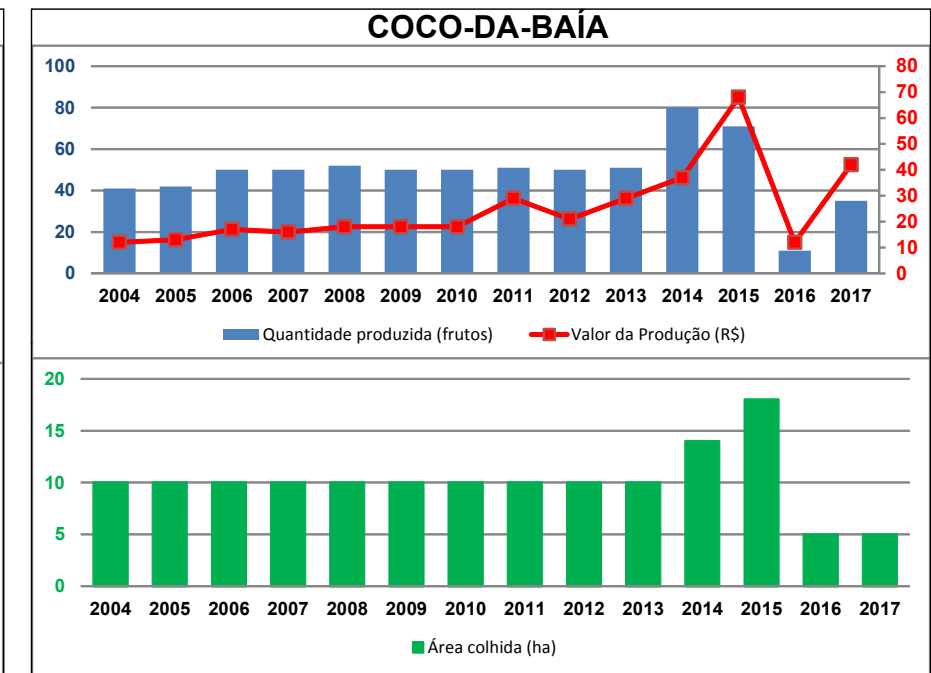
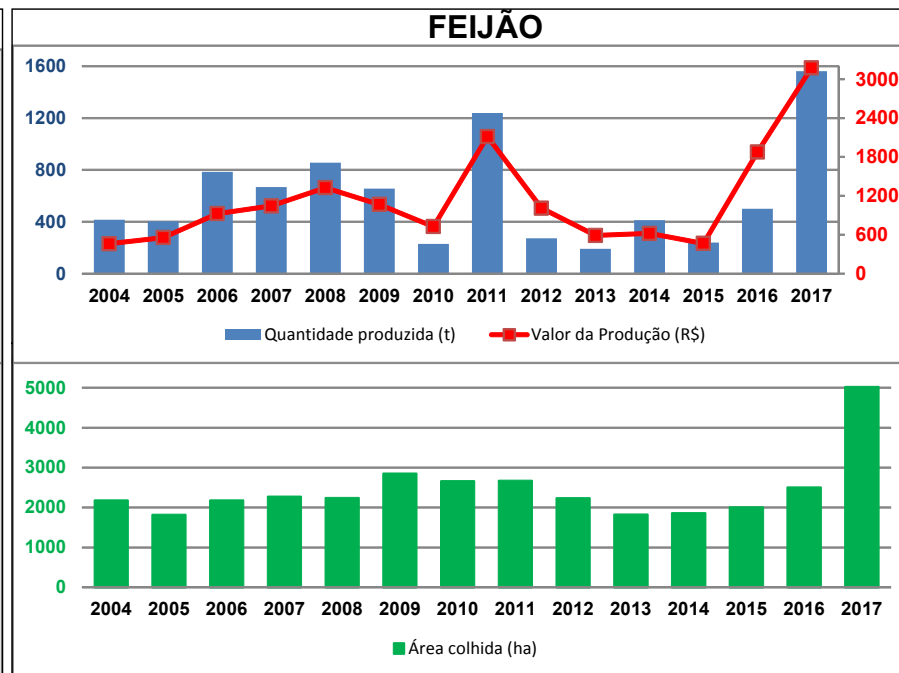
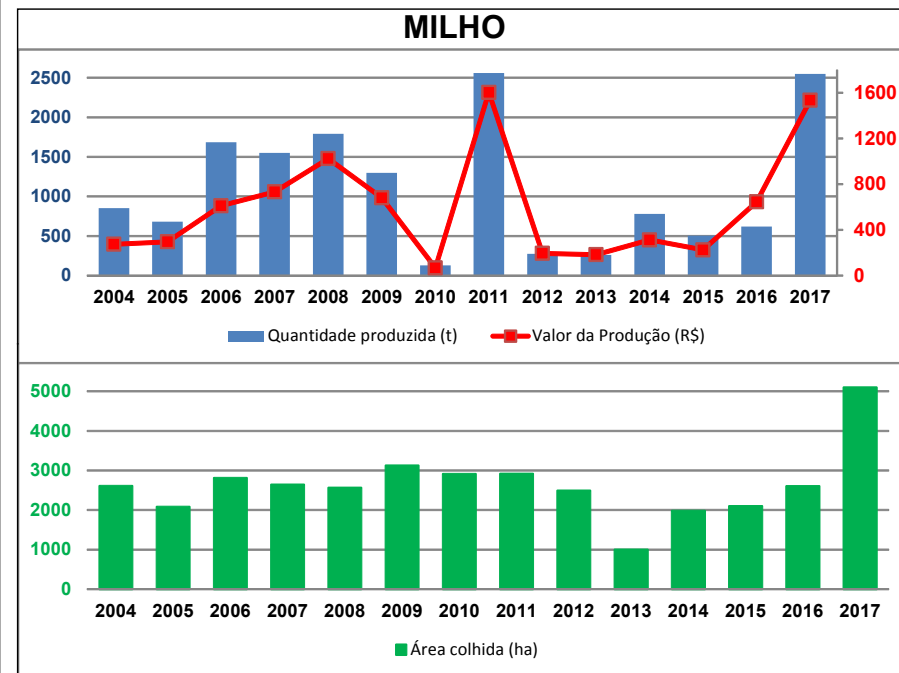
temporárias (milho, feijão, mandioca e mamona) e permanentes (coco-da-baía, banana, manga, mamona e castanha de caju), correspondentes aos anos de 2004 a 2017 (ver gráficos na prancha 2).

Os elementos analisados foram a produção agrícola, relacionada com a quantidade produzida por ano; a área colhida, que mede o aumento, ou a diminuição, no uso da terra para o cultivo; ademais, o valor da produção verifica rendimento médio dos produtos agrícolas, ou seja, a rentabilidade econômica.

As culturas temporárias (milho, feijão, mandioca, mamona) precisam tratar a terra para um novo plantio depois da colheita, por isso são chamadas de temporárias. Estas representam a maior quantidade de alimentos produzidos no município de Tejuçuoca e ocupam uma área de 1.864, 233 hectares (IBGE, 2017); mesmo não tendo números expressivos no PIB, essas culturas asseguram a alimentação da população de Tejuçuoca.

A diminuição da produção de castanha de caju está atrelada ao prolongamento do período de estiagem, ausência de incentivos fiscais para pequenos produtores, idade avançada das plantações e presença de assimetria na cadeia de valor, que, de certa forma, acabam interferindo nos níveis de produtividade (ALENCAR *et al.*, 2018).

No geral, o comportamento entre as culturas temporárias e permanentes apresentam pontos em comum nos anos analisados de 2004 a 2017. No ano de 2017, as lavouras temporárias apresentaram aumento da produção e expansão do cultivo da terra bem como o aumento de custo da produção (prancha 2), com exceção da mamona, que deixou de ser produzida em quantidades significativas. Em lavouras permanentes, algumas culturas como banana, manga e coco, houve uma queda da produção e, com exceção da castanha de caju, aumentou a produção, que mostra comportamentos semelhantes.



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

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE
À DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
TEJUOÇA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.^a Dr.Érika Gomes Brito da Silva

PRANCHA 2: GRÁFICOS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA,
DE VALOR DE PRODUÇÃO E DE ÁREA COLHIDA ENTRE 2004 - 2017

A pecuária é uma atividade que possui grande influência econômica, social e ambiental no sertão Nordestino, embora muitos problemas que assolam a produção da agricultura atinjam a pecuária, como estrutura fundiária, semiaridez, uso de técnicas inadequadas, o que contribui para a baixa rentabilidade na produção.

Por outro lado, a pecuária demonstra maior estabilidade econômica diante das irregularidades climáticas, sendo responsável pela fixação do homem no campo, pois se utiliza de plantas e animais típicos da caatinga ou adaptados ao ambiente, no caso da vegetação forrageira utilizada para alimentação de animais (COUTINHO *et al.*, 2013).

Portanto, em função da criação de animais possuir maior resistência à seca, quando comparada às lavouras agrícolas, constitui-se um dos principais fatores para a garantia da segurança alimentar da população, geração de emprego e renda (COUTINHO *et al.*, 2013).

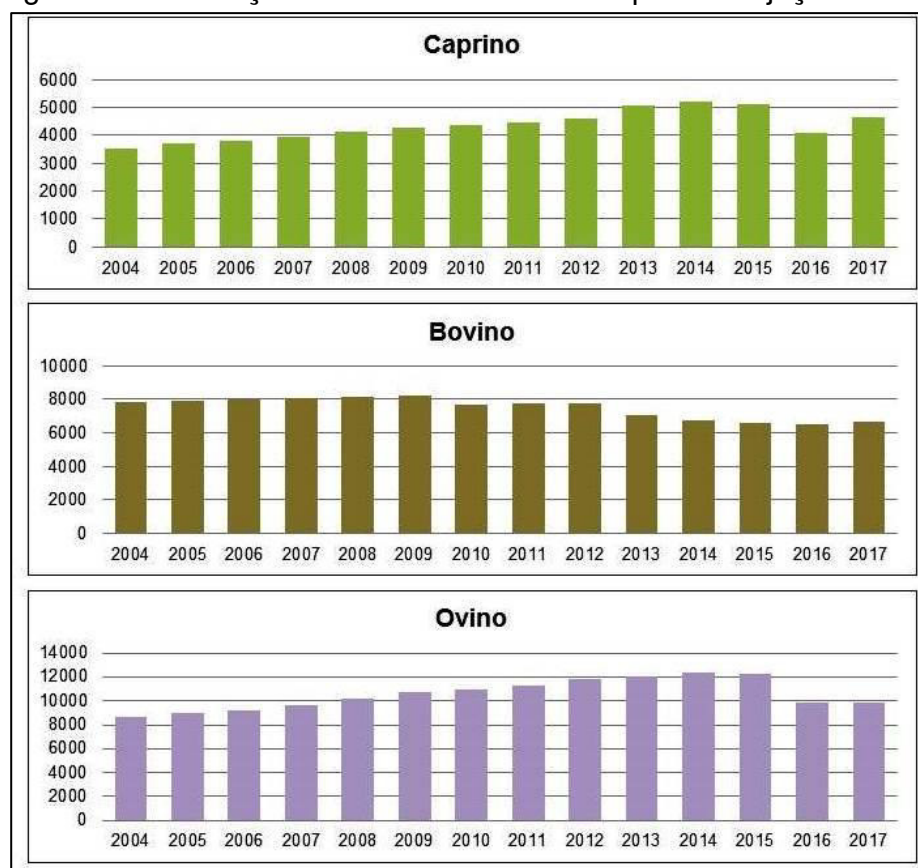
No município de Tejuçuoca, um dos principais atrativos econômicos é a pecuária. Por esse motivo, o município foi denominado como a capital do bode, em virtude, também, dos incentivos do governo para a produção de ovinocaprinocultura.

A série histórica da produção pecuária analisada corresponde aos anos de 2004 a 2017, série histórica disponível no IBGE (2017), a qual aborda os números de rebanhos por cabeças produzidos no município de Tejuçuoca, conforme os efetivos rebanhos de caprinos, bovinos e ovinos (figura 18).

A produção de rebanhos de caprinos apresenta uma evolução crescente no número de cabeças entre os anos de 2004 a 2014, somando 10 anos de crescimento gradativo, sendo o melhor ano produtivo 2014, com 5.205 cabeças. O declínio no número de cabeças surge em 2016, com a produção de 4.104 cabeças, e volta crescer no ano seguinte, 2017.

Os rebanhos bovinos exibem picos de crescimento em certos períodos e, depois, começam a decair a quantidade. O primeiro período de expansão bovina ocorre entre os anos de 2004 a 2009, em que o melhor ano de produção foi 2009, com 8.250 cabeças de gado. O período de declínio está atrelado aos anos entre 2013 a 2016, em função do aumento dos caprinos e ovinos; já em 2017, mostra-se um pequeno aumento produtivo, com 6.633 cabeças de gado.

Figura 18 – Evolução de rebanhos no município de Tejuçuoca.



Fonte: organizado pela autora.

Percebe-se a diminuição no número de cabeças bovinas, pela desvantagem frente às condições climáticas semiáridas; o custo para a produção de animais de grande porte é maior em relação à proporção do tamanho de caprinos e ovinos, que produzem os mesmos produtos derivados, como carne, leite, couro, artesanato, dentre outros.

A produção de ovinos é maior em quantidade em comparação com rebanhos de caprinos e bovinos. O aumento é progressivo entre os anos de 2004 a 2014. O pico da sua produção foi registrado em 2014, com 12.385 cabeças, o valor mínimo em 2016, com 9.840 cabeças, devido ao ano de 2015 ter sido seco, de sorte que ainda estava estabilizando a criação de animais em 2016.

A ampliação na produção de ovinocaprino cultura ocorre devido ao estímulo do governo por meio de projetos, como o bolsa bode, que consiste no treinamento de jovens para a criação de ovinos e caprinos; estes recebem uma quantidade de animais para iniciar seu próprio negócio, com o objetivo de gerar

renda por meio da comercialização de carne, leite, couro e o próprio sustento da família, possibilitando, dessa forma, a inclusão social desses jovens.

Dessa forma, a ovinocultura e caprinocultura apresentam-se como atividades econômicas mais adaptadas às condições ambientais do sertão; essas espécies permitem uma diversificação dos recursos que podem proporcionar redução dos riscos de degradação e atenuar a pobreza, aumentar a interação entre os subsistemas e dar maior estabilidade às unidades de base familiar (COUTINHO *et al.*, 2013).

O extrativismo complementa a agricultura e a pecuária, e é comum estarem associadas; na preparação do solo, antes de plantar ou criar uma área de pastagem, utilizam-se técnicas rudimentares para a extração da vegetação nativa, ou por meio de queimadas, para limpar o terreno, a intensidade dessas atividades pode desencadear o processo de desertificação.

O extrativismo vegetal consiste em retirar e coletar recursos vegetais da natureza. As extrações vegetais com maior destaque no município de Tejuçuoca são: o carvão vegetal, utilizado como fonte de matriz energética; a lenha, que contribui para o desmatamento da caatinga.

Para compreensão da dinâmica evolutiva do extrativismo vegetal no referido município, foram analisados dados do IBGE relativos à série histórica de produção entre os anos de 2006 a 2017, devido aos dados disponíveis, com o objetivo de verificar a produtividade dessas atividades em comparação com a quantidade produzida com os custos de produção (ver tabelas 8, 9).

A produção de carvão vegetal se manteve a mesma, com 290t produzidas entre 2006 e 2012, porém o aumento do custo da produção aumentou (tabela 8). A maior quantidade produzida foi no ano de 2013 com 348t. Nos anos seguintes, registra-se uma queda na produção, e o menor quantidade em 2017 com 143t, acompanhado do aumento do custo do produto.

Tabela 8 – Evolução da produção de carvão vegetal em Tejuçuoca

Anos	Quantidade produzida (t)	Valor da produção (R\$)
2006	290	55
2007	290	58
2008	290	64
2009	290	67
2010	290	102

2011	290	131
2012	290	145
2013	348	164
2014	244	129
2015	277	125
2016	159	95
2017	143	114

Fonte: IBGE

A extração de lenha apresenta um crescimento na produção entre os anos de 2006 a 2013, seguido do aumento no valor da produção. Em 2014 e 2015, ocorreu o declínio na produção e os custos se mantiveram elevados. Nos anos subsequentes, a produção cresceu; em 2017 a produção de lenha chegou 10.000 metros cúbicos, entretanto com o maior custo de produção já registrado (tabela 9).

Tabela 9 – Evolução da produção de lenha em Tejuçuoca

Anos	Quantidade produzida (m³)	Valor da produção (R\$)
2006	8689	36
2007	8715	39
2008	8718	44
2009	8721	44
2010	8730	48
2011	8738	54
2012	8737	57
2013	8999	110
2014	6299	82
2015	5858	82
2016	7263	109
2017	10.000	300

Fonte: IBGE

Diante da discussão sobre as atividades econômicas desenvolvidas no município de Tejuçuoca e oscilação na produção no período analisado (2004 a 2017), percebe-se a necessidade de investimentos e incentivos no sertão para convivência com o semiárido, não apenas de políticas assistencialistas, mas em tecnologias que ajudem na autonomia financeira da população, que possa aumentar a capacidade produtiva com menores custos para uma maior rentabilidade da produção.

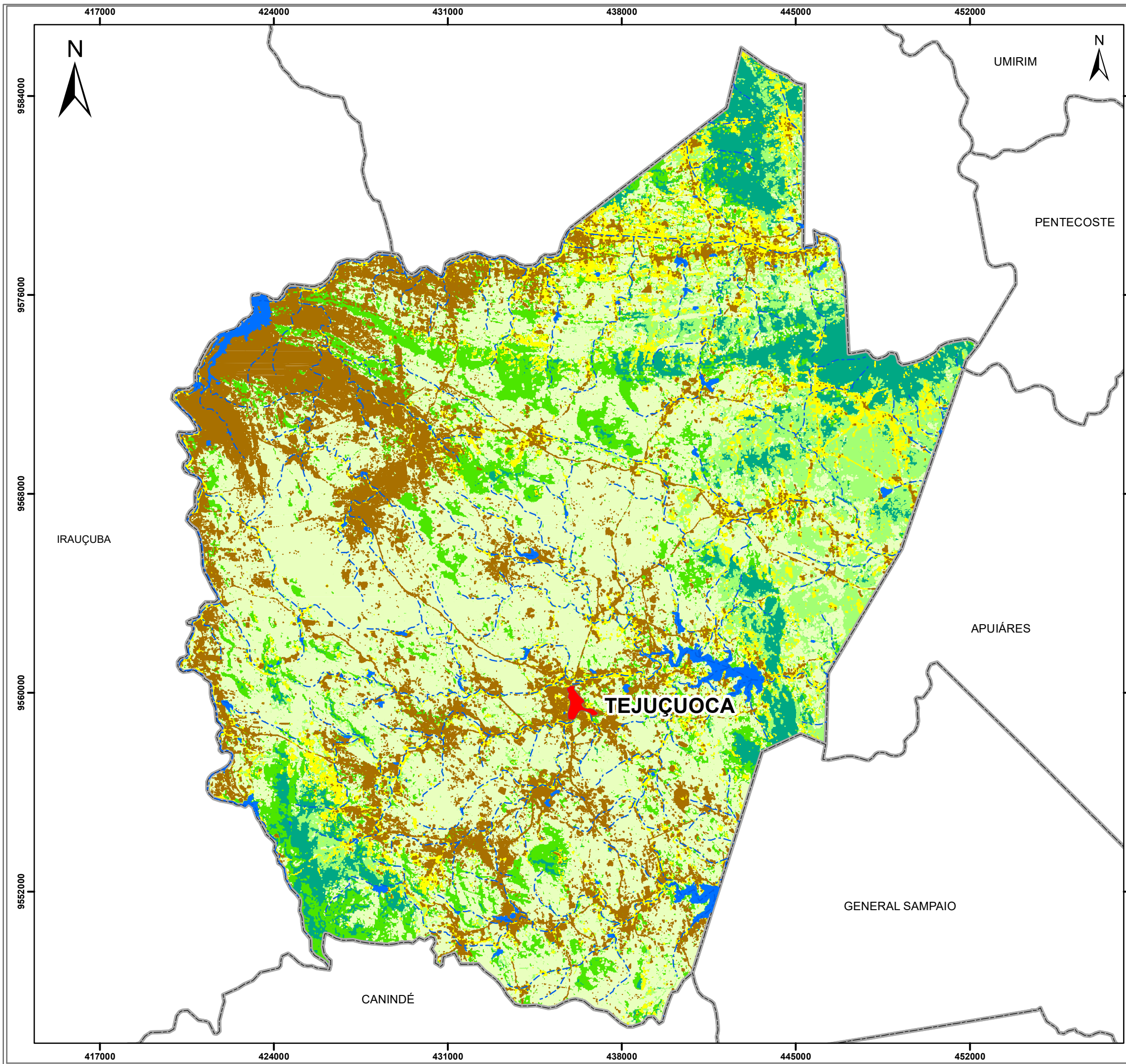
A partir da releitura socioeconômica do município de Tejuçuoca, percebem-se as principais tipologias de uso e ocupação, as quais estão associadas às atividades econômicas de extrativismo, agricultura, pecuária. Conforme a intensidade dessas atividades sob os recursos naturais, pode-se verificar diferentes níveis de degradação da cobertura vegetal.

Para a organização dos dados de uso e ocupação e os impactos ocasionados à vegetação, foi elaborado o mapa 6 de uso e cobertura dos solos, com base nos dados secundários do IBGE, trabalhos de campo, e análise de imagens de satélites, permitindo identificar os usos e o estado de conservação da cobertura vegetal.

As principais tipologias de uso e ocupação analisadas no município foram ocasionadas pelos agentes produtores do espaço, sendo estes a base econômica produtiva dos sertões, as atividades de agroextrativismo, como a retirada e queimada da vegetação, o sobrepastoreio, que dificulta a regeneração da caatinga frente à pressão de caprinos, ovinos e bovinos, os problemas de irrigação, além dos impactos urbanos, exercendo uma pressão nos recursos naturais, ocorrendo degradação ambiental, atingido, sobretudo, a cobertura vegetal e os solos.

Portanto, com base no trabalho de campo e por meio do mapeamento de uso e ocupação, percebe-se que as principais atividades de maior impacto no município são: agropecuária e extrativismo. A classificação da tipologia de uso foi adaptada do zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação (2015), que leva em consideração a cobertura vegetal e o estado de conservação ou degradação do ambiente.

A mata ciliar está associada a diversos níveis de conservação, dependendo do tipo de uso, mas em sua maior parte encontra-se degradada com recobrimento vegetal secundário, alterada pelas atividades de extrativismo, pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

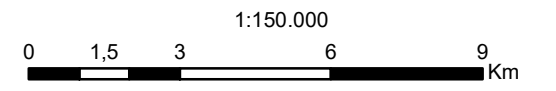


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
 DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
 TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vládia Pinto Vidal de Oliveira
 Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 6 - USO E COBERTURA DOS SOLOS



Legenda

	Mata Ciliar com diversos níveis de conservação associada ao extrativismo vegetal e agricultura de subsistência.
	Caatinga intensamente degradada, cujos usos são a agricultura de subsistência, pecuária extensiva e extrativismo vegetal.
	Caatinga moderadamente degradada pela agricultura (lavouras temporárias e permanentes) e pela pecuária extensiva.
	Caatinga moderadamente degradada, associada com agricultura (lavouras permanentes) e pecuária.
	Mata Seca com diversos níveis de conservação associada ao extrativismo, pecuária e agricultura.
	Mata Seca conservada associada ao ecoturismo e educação ambiental.

Convenções Cartográficas

	Sede de Tejuçuoca		Limites Municipais
	Corpos Hídricos		Rios e Riachos

FONTES

CEARÁ. 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..

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

A caatinga apresenta três níveis de conservação relacionados com os tipos de usos. Primeira a caatinga moderadamente degradada está relacionada principalmente à agricultura de lavouras permanentes, como também a pecuária, localizada no distrito de Caxitoré. Segunda, a caatinga moderadamente degradada associada com uso das atividades agrícolas (lavouras permanentes e temporárias) e pecuária extensiva. A terceira caatinga fortemente degradada com atividades de agricultura de subsistência, pecuária extensiva e extrativismo vegetal, apresenta exposições de rochas, erosão do solo, devido ao intenso uso dessas terras.

A mata seca, com diversos níveis de conservação, ocorre em áreas com remanescentes de mata seca e caatinga. Geralmente quando apresenta uma mata seca secundária, a caatinga tende a se sobressair, impulsionada pelo extrativismo, pecuária extensiva e agricultura.

A mata seca conservada está concentrada nas áreas com declividades acentuadas de difícil acesso, como as serras e alguns maciços residuais, por isso exibe um recobrimento vegetal próximo de mata nativa primária.

4.1 Caracterização dos Sistemas Ambientais

Os sistemas ambientais levam em consideração os elementos naturais setorizados que compõem a paisagem, tais como a Geologia, a Geomorfologia, a Climatologia, a Pedologia, os recursos hídricos, cobertura vegetal e os fatores socioeconômicos, essa integração de fatores proporciona a delimitação dos sistemas ambientais. Por esse motivo, não se pode desassociar do uso e ocupação, as potencialidades e as limitações dos sistemas, que auxiliam na projeção de cenários tendenciais futuros ou desejáveis.

A importância dos estudos dos sistemas naturais para análise ambiental leva em consideração a harmonização, as políticas de desenvolvimento econômico bem como o controle e defesas do meio ambiente, constituindo um caminho adequado à promoção do desenvolvimento integrado e sustentável a longo prazo (SOUZA, 2000). Esses estudos ao mesmo tempo que tentam promover a conservação dos recursos naturais, propõem o uso destes pelas atividades humanas, respeitando as condições de capacidade de suporte e resiliência dos ambientes.

O que salienta a necessidade de pesquisas ambientais nos sertões, que apresentam condições vulneráveis como o clima semiárido, atrelado ao histórico de uso agropecuário, com uso técnicas rudimentares, sendo estas áreas propícias aos diferentes níveis de degradação, nos casos mais graves o processo de desertificação.

Por mais que a paisagem dos sertões apresente certa homogeneidade, as características físicas e naturais, e de uso e ocupação, irão auxiliar na classificação dos diferentes geossistemas. Um dos critérios mais utilizados para a delimitação e classificação dos sistemas é o aspecto geomorfológico, em função das feições e limites do relevo serem facilmente identificáveis e passíveis de uma delimitação mais rigorosa e precisa (SOUZA, 2000).

O município de Tejuçuoca apresenta poucas unidades geomorfológicas. A maior parte do seu território está inserido na depressão sertaneja, com exceção de alguns ambientes como planícies ribeirinhas, serras, cristas residuais e inselbergs.

Por isso, foram adotados outros critérios para diferenciação e delimitação dos sistemas ambientais adaptados à escala de trabalho e ao contexto de cada unidade geoambiental. Os parâmetros utilizados em conjunto foram: o relevo, a associação de solos e o uso e ocupação (SOUZA, 2000). A denominação dos sistemas ambientais foi realizada a partir das análises realizadas em campos, dos mapas setoriais dos componentes geoambientais bem como do uso e ocupação do município.

Segundo o critério adaptado de (SOUZA, 2010), foram delimitados oito Sistemas Ambientais no município de Tejuçuoca: planície ribeirinha, Sertões de Caxitoré, Sertões do Jerimum, Sertões de Tejuçuoca, cristas residuais e inselbergs, Serra do Algodão, Serra da Catarina e Serra das Vertentes (ver mapa 7) e a prancha 3 apresenta os registros fotográficos de cada sistema ambiental. Segue a descrição dos sistemas ambientais de forma integrada com suas conexões existentes entre os diversos elementos que compõem cada unidade paisagística.

Planícies ribeirinhas

Abrangem as áreas mais rebaixadas, ocupam uma área de 15,52 km², que corresponde a 2% do município. Compostas por material deposicional aluvial do período Quaternário, os tipos de sedimentos são variados, indo desde areias argilosas até cascalhos e blocos de rochas.

A ocorrência de Neossolos Flúvicos favorece melhores condições em relação aos demais sistemas, solos férteis e acesso à água, o que possibilita uma agricultura de sequeiro com destaque para o milho e feijão. A associação de Neossolos Flúvicos (profundos, moderadamente drenados com fertilidade média a alta) com Planossolos (mal drenados, o uso indiscriminado para irrigação pode acarretar problemas de salinização no solo), estes são revestidos pela mata ciliar, em destaque a carnaubeira (*Copernicia prunifera*).

A vegetação de várzea encontra-se moderadamente conservada devido às atividades de extrativismo, agricultura e pecuária, que ameaçam os cursos d'água com desmatamento, provocando erosão e assoreamento dos mesmos.

Sertões de Caxitoré

Esse sistema ambiental abrange boa parte do distrito de Caxitoré, no total de 234,16 Km² (31%) da área de estudo. É o segundo maior em dimensão espacial. A unidade geológica predominante é Canindé, constituída de paragnaisses, granitóides e, menor expressão, Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com granitóides.

Apresenta superfície pediplanada por processos de pedimentação, paisagem típica da depressão sertaneja, com níveis altimétricos que variam entre 150-250 metros, possuindo morfologia plana a suave ondulada. Os rios apresentam padrões de drenagens dentríticos ou sub-dentríticos com regimes intermitentes sazonais.

Os solos apresentam associação de Luvisolos com Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelhos-Amarelos com Luvisolos, em menor proporção Neossolos Regolíticos com Argissolos Vermelhos-Amarelos. A presença do Argissolos faz toda diferença na agricultura, por serem mais profundos, com fertilidade média a alta, favorecem o plantio de lavouras permanentes, como o cultivo de frutas.

A cobertura vegetal preponderante é a caatinga arbustiva moderadamente degradada pelas atividades econômicas agricultura, pecuária, extrativismo vegetal e queimadas.

Sertões de Jerimum

Esse sistema ambiental apresenta área mais degradada em virtude das características naturais e de uso e ocupação, semelhante ao município vizinho de

Irauçuba, com uma área total de 77,62 Km² (10%). Predominam as rochas metamórficas do Complexo Ceará, em maior proporção a unidade Canindé com paragneisses e unidade Independência, com Xisto constituído de micaxistos e quartzitos.

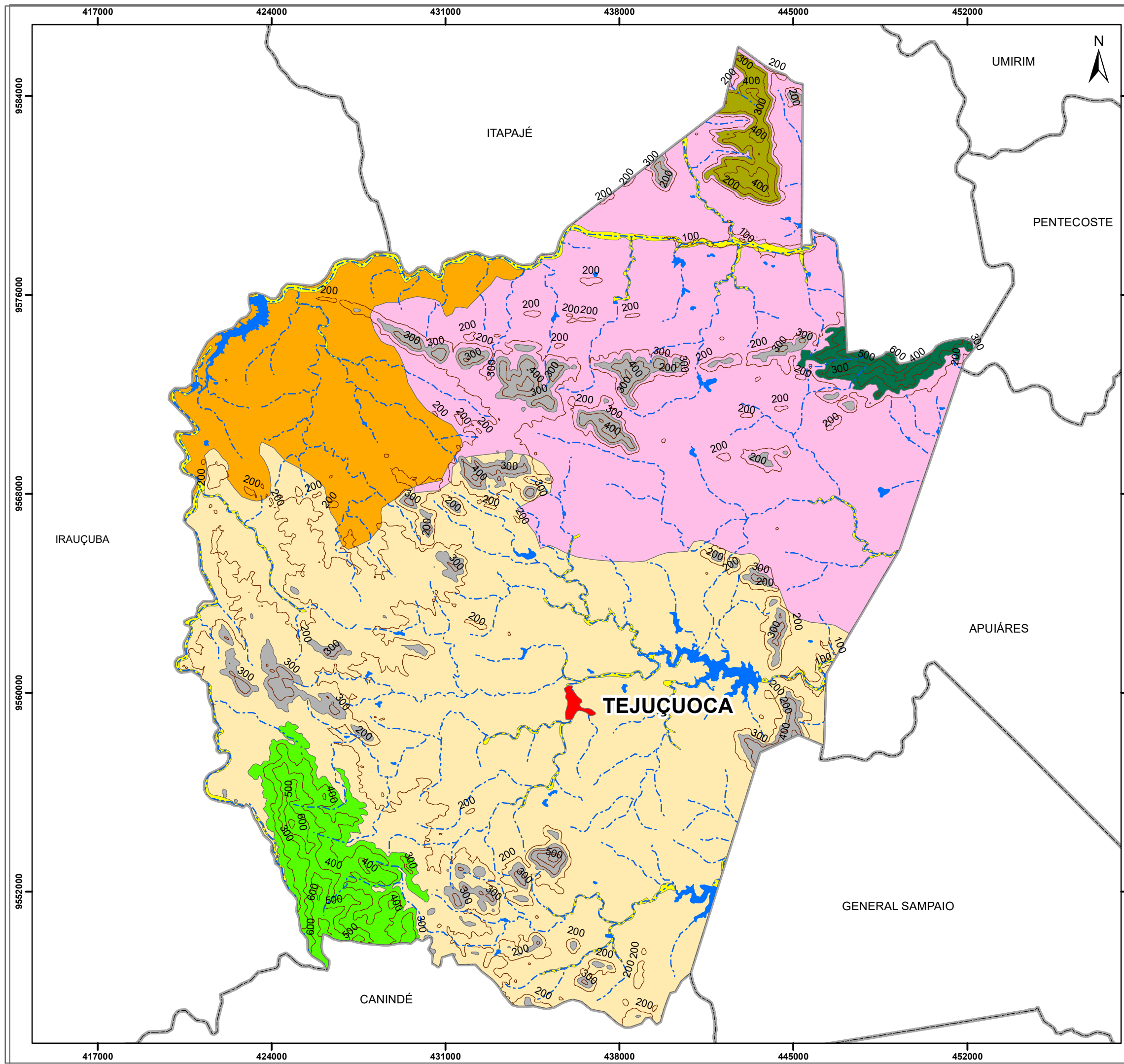
A superfície é pediplanada, típica da depressão sertaneja, com níveis altimétricos que variam entre 150-200 metros, possuindo pedimentos e pediplanos com caimento que convergem para fundos de vales. Os rios possuem padrões de drenagens dentrícos ou sub-dentrícos com regimes intermitentes sazonais.

Nesse sistema, localiza-se o açude Jerimum que, oficialmente, pertence ao município de Irauçuba, mas possui uma função social relevante porque fornece abastecimento de água e contribui para a produção agropecuária das localidades próximas que incluem o município de Tejuçuoca.

Os solos predominantes são os Planossolos associados aos Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelhos-Amarelos, Luvisolos com Neossolos Litólicos e, em menor proporção, Argissolos Vermelhos-Amarelos com Luvisolos. Estes solos atrelados às atividades de agricultura, pecuária, extrativismo diminuem a cobertura vegetal da caatinga arbustiva, que é incapaz de deter os processos erosivos, o que acarreta o aumento da pedregosidade aparente dos solos e afloramentos rochosos.

Sertões de Tejuçuoca

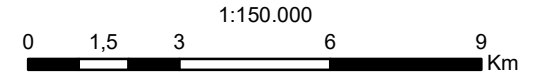
Trata-se do sistema ambiental de maior abrangência espacial com uma área total de 342,89 Km² (46%). Está inserido em boa parte no distrito de Tejuçuoca, é o segundo sistema mais degradado pelas condições naturais associadas aos tipos de uso do solo que condicionam maior suscetibilidade desses ambientes à degradação/desertificação. As unidades geológicas prevaletentes são a unidade Canindé, composta por rochas metamórficas que englobam maior parte do sistema e, de menor dimensão, a unidade Independência constituída por paragneisses e micaxistos.



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

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL
 Autora: Ana Rosa Viana Cezário
 Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vládia Pinto Vidal de Oliveira
 Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 7 - SISTEMAS AMBIENTAIS



Legenda

	Planícies Ribeirinhas dos rios Caxitoré e Tejuçuoca	Superfície plana composta de sedimentos aluviais, associação de Neossolos Flúvicos e Planossolos, com cobertura vegetal de mata ciliar degradada pelo extrativismo vegetal e agricultura de subsistência.
	Sertões de Caxitoré	Superfície pediplanada, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Canindé. Associação de Luvisolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Neossolos Regolíticos, recobertos pela caatinga moderadamente degradada por agricultura e pecuária.
	Sertões do Jerimum	Superfície pediplanada, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Canindé. Associação de Planossolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Luvisolos e Neossolos Litólicos, recobertos pela caatinga intensamente degradada pela agricultura e pecuária.
	Sertões de Tejuçuoca	Superfície pediplanada, composta por rochas do Complexo Ceará. Associação de Planossolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Luvisolos e Neossolos Litólicos, revestidos pela caatinga moderadamente degradada pela pecuária, agricultura e extrativismo.
	Cristas Residuais e Inselbergs	Superfície em formas de cristas residuais e morros com vertentes de fortes declives, composta por rochas do Complexo Ceará. Associação Neossolos Regolíticos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Planossolos, Luvisolos e Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela caatinga e mata seca com estado de conservação moderada.
	Serra do Algodão	Superfície dissecada em morros, cristas e colinas, composta por rochas da unidade Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria. A associação de Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela caatinga e mata seca com estado de conservação moderada.
	Serra da Catirina	Superfície dissecada em morros, cristas e colinas, composta por rochas do Complexo Ceará. Associação de Argissolos Vermelhos-Amarelos, Planossolos e Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela caatinga e mata seca com atividades de ecoturismo.
	Serra das Vertentes	Superfície dissecada em morros, cristas e colinas, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Independência (micaxistos, paragnisses e quartzitos). Associação de Luvisolos, Neossolos Regolíticos, e Neossolos Litólicos, recobertos pela vegetação da caatinga e mata seca com atividades de ecoturismo.

Convenções Cartográficas

	Sede de Tejuçuoca		Limites Municipais
	Corpos Hídricos		Rios e Riachos
	100m		Curvas de Nível

FONTES

CPRM – Serviço geológico do Brasil. *Mapa Geológico do Estado do Ceará*. Escala 1:500.000. Ceará. CPRM, 2003.
 Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2010a. Escala: 1:750.000.
 MOREIRA, A. A. N. Relevô. In: IBGE, *Geografia do Brasil*: Região nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.
 SOUZA, M. J. N. Geomorfologia. In: *Atlas do Ceará*. Fortaleza: IPLANCE, 1989a. Escala: 1:500.000.
 USGS. United States Geological Survey. Consultas realizadas em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. 2018. Acesso: 18 de Agosto de 2018.
 Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator.
 Datum: Sirgas 2000

Planícies Ribeirinhas



Sertões do Jerimum



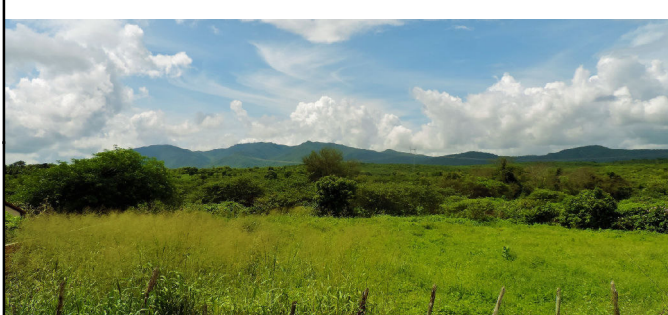
Sertões de Tejuçuoca



Sertões de Caxitoré



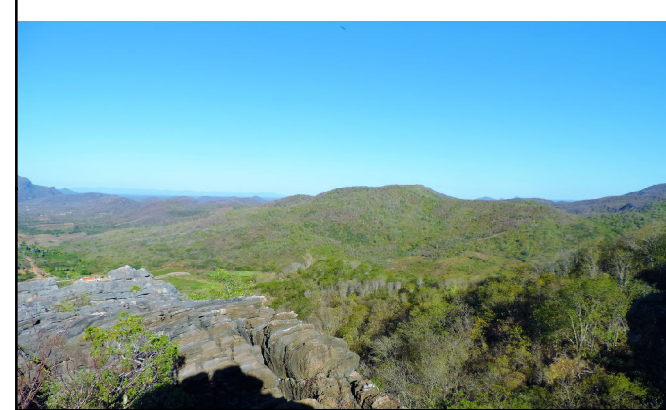
Cristas Residuais



Serra das Vertentes



Serra Catarina



Serra do Algodão



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL
Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Érika Gomes Brito da Silva
PRANCHA 3 - FOTOS DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

A superfície é pediplanada, típica da depressão sertaneja, com níveis altimétricos que variam entre 150-250 metros, constituída de pedimentos e pediplanos formados pelos processos de intemperismo e erosivos, com morfologia suave e levemente ondulada. Os rios possuem padrões de drenagens dentríticos ou sub-dentríticos com regimes intermitentes sazonais.

Nesse sistema, localiza-se o açude Boqueirão, que fornece abastecimento de água para a sede do município de Tejuçuoca e localidades próximas, utilizado, também, na irrigação de plantações e no lazer da população.

As associações de solos existentes são os Planossolos com Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelhos-Amarelos, Neossolos Regolíticos com Neossolos Litólicos, Neossolos Litólicos com Luvisolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos e Planossolos. O predomínio dos Neossolos Litólicos resulta em solos rasos a moderadamente rasos, pedregosos com afloramentos rochosos, porém com condições de fertilidade alta devido à diversidade litológica do material de origem.

A cobertura vegetal da caatinga tende a variar conforme o nível de conservação. A caatinga arbustiva densa ocorre nos locais mais preservados e a caatinga arbustiva aberta ocorre com maior frequência associada às áreas degradadas pela intensificação das atividades de pecuária, agricultura e extrativismo.

Cristas residuais e inselbergs

Estão distribuídos de forma dispersa na depressão sertaneja, com total de 31,77 Km² (4%). Ocupam áreas mais elevadas, entre 300 - 500 metros. Vale destacar os inselbergs intitulados, popularmente, por Serrote da Cruz, Serrote do Açude, Serra Pintada e as cristas residuais (Serrote dos Negros) que se localizam na porção leste-oeste do município.

Apresentam formas de relevo residuais por causa da erosão diferencial, devido à maior resistência de rochas do Complexo Ceará aos processos erosivos e intemperismo, constituída, predominantemente, por rochas paragneisses, granitoides e quartzitos. Os solos exibem associação Neossolos Regolíticos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Planossolos, em maior proporção os Luvisolos e Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos.

A cobertura vegetal predominante é a caatinga com estado de conservação moderado e mata seca mais conservada, devido à dificuldade de

acesso, exibindo vertentes com fortes declives que limitam as atividades agropecuárias, mas favorecem o extrativismo vegetal.

Serra do Algodão

Está localizada na porção norte do município e faz parte do complexo dos maciços residuais da serra de Uruburetama, abrangendo uma área de 9,28 Km² (1%). Está composta por rochas ígneas da unidade Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com associação granito-migmatítica e granitóides dominantes.

O relevo da Serra do Algodão apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, com altimetria elevada entre 250-550 metros. Os rios possuem padrão de drenagem dendrítica.

A associação de Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos limita as atividades de agricultura devido aos solos rasos e à pedregosidade em conjunto com as formas de relevo acentuadas.

A cobertura vegetal é revestida, primariamente, por mata seca, mas em função da degradação pelas atividades extrativistas, agropecuárias, apresenta uma associação entre as vegetações de caatinga e mata seca mais conservada.

Serra da Catirina

Está localizada na porção sudoeste do município de Tejuçuoca, na Serra do Machado, cujo topônimo é Serra da Catirina. Ocupa uma área de 31,83 Km² (4%), sendo maior serra em dimensão. Nesse maciço residual, ocorre um relevo diferenciado, o carste denominado Parque Furna dos Ossos. A serra da Catirina é composta pela unidade Independência constituída por paragnisses, micaxistos, quartzitos e metacalcários, este último origina a formação do relevo cárstico.

O relevo apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, com altimetria elevada entre 250-650 metros. Os rios possuem padrão de drenagem dendrítica.

Prevalece a associação dos Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos e ocorrência de Planossolos com Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelhos-Amarelos. A presença dos Neossolos Litólicos limita as atividades de agricultura devido aos solos rasos e à pedregosidade em conjunto com as formas de relevo acentuadas.

A cobertura vegetal é revestida, primariamente, por mata seca, mas em função da degradação pelas atividades extrativistas, agropecuárias, apresenta uma vegetação de caatinga no sopé da serra e mata seca em uma altimetria mais elevada.

Serra das Vertentes

Está localizada na porção nordeste do município de Tejuçuoca. Abrange 7,53 Km², o que corresponde a 1% da área total do município. A Serra das Vertentes é constituída por rochas metamórficas da unidade Independência com micaxistos, paragnisses e quartzitos.

O relevo apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, com altimetria elevada entre 250-650 metros. O diferencial em comparação com as outras serras é que esta possui declividades mais acentuadas. Já os rios possuem padrão de drenagem dendrítica.

Nessa região, prevalece a associação de Luvisolos com Neossolos Litólicos e Neossolos Litólicos com Neossolos Regolíticos. Em virtude de ser uma reserva natural, possui uma cobertura vegetal mais conservada e apresenta vegetação da caatinga e mata seca.

No quadro 2, mostra-se uma síntese das principais características dos sistemas ambientais, descrevem-se suas potencialidades, limitações e os riscos de uso e ocupação inapropriados a cada sistema.

Quadro 2 – Sistemas Ambientais do Município de Tejuçuoca.

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES	RISCOS DE OCUPAÇÃO
Planícies Ribeirinhas	Superfície plana composta de sedimentos aluviais, com a ocorrência de associação de Neossolos Flúvicos e Planossolos, possuem fertilidade média a alta que favorece a agricultura de sequeiro. Prevalece a vegetação de mata ciliar com a presença de carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i>).	Agroextrativismo, pecuária, disponibilidade de recursos hídricos, mineração de forma controlada, turismo e lazer.	Restrições de uso por ser uma Área de Preservação Permanente – APP, drenagem imperfeita dos solos, sujeitos a salinização e inundações sazonais.	Degradação da mata ciliar que pode desencadear processos erosivos e assoreamento dos rios, contaminação e poluição dos recursos hídricos, salinização dos solos e inundações sazonais.
Sertões de Caxitoré	Superfície pediplanada típica da depressão sertaneja, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Canindé (paragnaisses e granitóides e unidade Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria (granitóides). Associação de Luvisolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Neossolos Regolíticos, recobertos pela caatinga arbustiva moderadamente degradada.	Agricultura, pecuária extensiva, extrativismo vegetal controlado, solos com fertilidade média a alta, agrossilvicultura.	Irregularidades e escassez de precipitações, solos rasos com afloramentos rochosos, suscetibilidade à degradação/desertificação.	Áreas degradadas susceptíveis à desertificação, intensificação dos processos erosivos devido ao uso e ocupação dos solos e cobertura vegetal.
Sertões de Jerimum	Superfície pediplanada típica da depressão sertaneja, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Canindé (paragnaisses) e unidade Independência com Xisto (micaxistos e quartzitos). Associação de Planossolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Luvisolos e Neossolos Litólicos, revestidos pela caatinga arbustiva que possui vários tipos de conservação de moderada a intensamente degradada em função das atividades agropecuárias e extrativismo.	Agricultura, pecuária extensiva, extrativismo vegetal controlado, solos com fertilidade média a alta, e agrossilvicultura.	Irregularidades e escassez de precipitações, solos rasos com afloramentos rochosos, suscetibilidade à degradação/desertificação.	Áreas degradadas susceptíveis à desertificação, intensificação dos processos erosivos devido ao uso e ocupação dos solos e cobertura vegetal.
Sertões de Tejuçuoca	Superfície pediplanada típica da depressão sertaneja, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Canindé e unidade Independência (paragnaisses e micaxistos). Associação de Planossolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Neossolos Regolíticos, Luvisolos e Neossolos Litólicos, recobertos pela caatinga arbustiva moderadamente degradada devido as atividades agropecuárias e extrativismo.	Agricultura, pecuária extensiva, extrativismo vegetal controlado, solos com fertilidade média a alta, e agrossilvicultura.	Irregularidades e escassez de precipitações, solos rasos com afloramentos rochosos, suscetibilidade à degradação/desertificação.	Áreas degradadas susceptíveis à desertificação, intensificação dos processos erosivos devido ao uso e ocupação dos solos e cobertura vegetal.
Cristas residuais e inselbergs	Apresentam formas de cristas residuais e morros com vertentes de fortes declives, resultado da erosão diferencial das rochas do Complexo Ceará	Ecoturismo por possui um potencial paisagístico.	Restrições de uso por ser uma área de preservação ambiental, relevo com fortes	Solos poucos desenvolvidos, movimentos de massa em virtude das chuvas torrenciais

	(paragnaises, granitoides, micaxistos e quartzitos). Associação Neossolos Regolíticos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Planossolos, Luvissolos e Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela caatinga e mata seca com estado de conservação moderada.		declividades, solos rasos e com suscetibilidade a erosão.	e desmatamento, baixa disponibilidade hídrica, áreas inadequadas para expansão urbana.
Serra do Algodão	O relevo apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, composta por rochas da unidade Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria (granito-migmatítica, com granitóides dominantes). A associação de Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela vegetação da caatinga e mata seca.	Ecoturismo por possui um potencial paisagístico.	Restrições de uso por ser uma área de preservação ambiental, relevo com fortes declividades, solos poucos desenvolvidos, suscetibilidade à erosão.	Áreas susceptíveis à degradação em função do uso e ocupação pelas atividades agropecuária e extrativismo vegetal, que provocam erosão das vertentes devido ao desmatamento e técnicas agrícolas inapropriadas.
Serra da Catirina	O relevo apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Independência (paragnaises, micaxistos, quartzitos, e metacalcários que origina a formação do relevo cárstico). Associação de Argissolos Vermelhos-Amarelos, Planossolos e Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela vegetação da caatinga e mata seca.	Ecoturismo por possui um potencial paisagístico, como o Parque Furna dos Ossos.	Restrições de uso por ser uma área de preservação ambiental, relevo com fortes declividades, solos poucos desenvolvidos, suscetibilidade à erosão.	Áreas susceptíveis à degradação em função do uso e ocupação pelas atividades agropecuária e extrativismo vegetal, que provocam erosão das vertentes devido ao desmatamento e técnicas agrícolas inapropriadas.
Serra das Vertentes	O relevo apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, composta por rochas do Complexo Ceará da unidade Independência (micaxistos, paragnaises e quartzitos). Associação de Luvissolos, Neossolos Regolíticos, e Neossolos Litólicos, recobertos pela vegetação da caatinga e mata seca.	Ecoturismo por possui um potencial paisagístico.	Restrições de uso por ser uma área de preservação ambiental, relevo com fortes declividades, solos poucos desenvolvidos, suscetibilidade à erosão.	Áreas susceptíveis à degradação em função do uso e ocupação pelas atividades agropecuária e extrativismo vegetal, que provocam erosão das vertentes devido ao desmatamento e técnicas agrícolas inapropriadas.

Fonte: adaptado de Souza (2007).

5 SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA

Os níveis de suscetibilidade à desertificação do município de Tejuçuoca foram avaliados a partir da aplicação dos Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) sobre os sistemas ambientais (ver tabela 12), adaptados da metodologia de Oliveira (2011, 2012) e Abraham & Beekman (2006).

Os indicadores geobiofísicos possuem como parâmetros: Geologia, Geomorfologia, clima, solos e cobertura vegetal. Para melhor entendimento da classificação dos níveis de desertificação sob cada sistema ambiental, foram desenvolvidos índices e intervalos nos quais correspondem os indicadores com maiores valores possuem maiores níveis de degradação, enquanto os menores valores equivalem ao melhor estado de conservação ambiental.

Dessa forma, os IGBD foram aplicados aos 8 sistemas ambientais do município de Tejuçuoca: Sertões de Caxitoré, Sertões de Jerimum, Sertões de Tejuçuoca, Serra do Algodão, Serra da Catirina, Serra das Vertentes, Cristas residuais e inserlbergs e Planícies Ribeirinhas (ver tabela 10 dos indicadores).

Com o IGBD 1 Litotipos/Permoporosidade, averiguou-se a composição litológica, como esta interfere no processo de erosão e na capacidade de armazenamento de água.

Do substrato rochoso, são originados os solos por meio do regolito; quando ausente, o substrato rochoso está exposto à água corrente, à gravidade, ao clima ou a algum outro processo de superfície que retira os fragmentos de rochas desgastadas, originando os solos (PETERSEN; SACK; GLABER, 2014).

Analisando a constituição litológica do município de Tejuçuoca, a maior parte do seu território é composta por rochas metamórficas que englobam os Sertões de Caxitoré, Sertões de Jerimum, Sertões de Tejuçuoca, Serra da Catirina, Serra das Vertentes, Cristas residuais e inserlbergs e rochas magmáticas à Serra do Algodão. Ou seja, prevalece a impermeabilidade do material litológico, que favorece o escoamento superficial e processos erosivos e influência na baixa capacidade de infiltração de água nas rochas.

As melhores condições de permoporosidade encontram-se nas planícies ribeirinhas devido aos depósitos aluviais compostos por materiais arenosos, que aumentam a capacidade de armazenamento de água.

O IGBD 2 Declividade/Topografia avalia a declividade do relevo: quanto mais íngreme a vertente, maior a incidência de processos erosivos. As maiores declividades estão relacionadas ao relevo fortemente ondulado com declividade entre 15% a 45 %, presentes nos sistemas ambientais das serras, cristas residuais e inserlbergs. As menores declividades variam entre 3% a 8%, com relevo suave ondulado presente nos sistemas dos Sertões de Jerimum, Sertões de Tejuçuoca, Sertões de Caxitoré e Planícies ribeirinhas (ver mapa 8 de declividade).

No município de Tejuçuoca, o relevo suave ondulado dos sertões é propício ao uso e ocupação, enquanto as declividades fortemente onduladas, como as serras e cristas residuais, podem acarrear maior transporte de sedimentos e riscos de erosão.

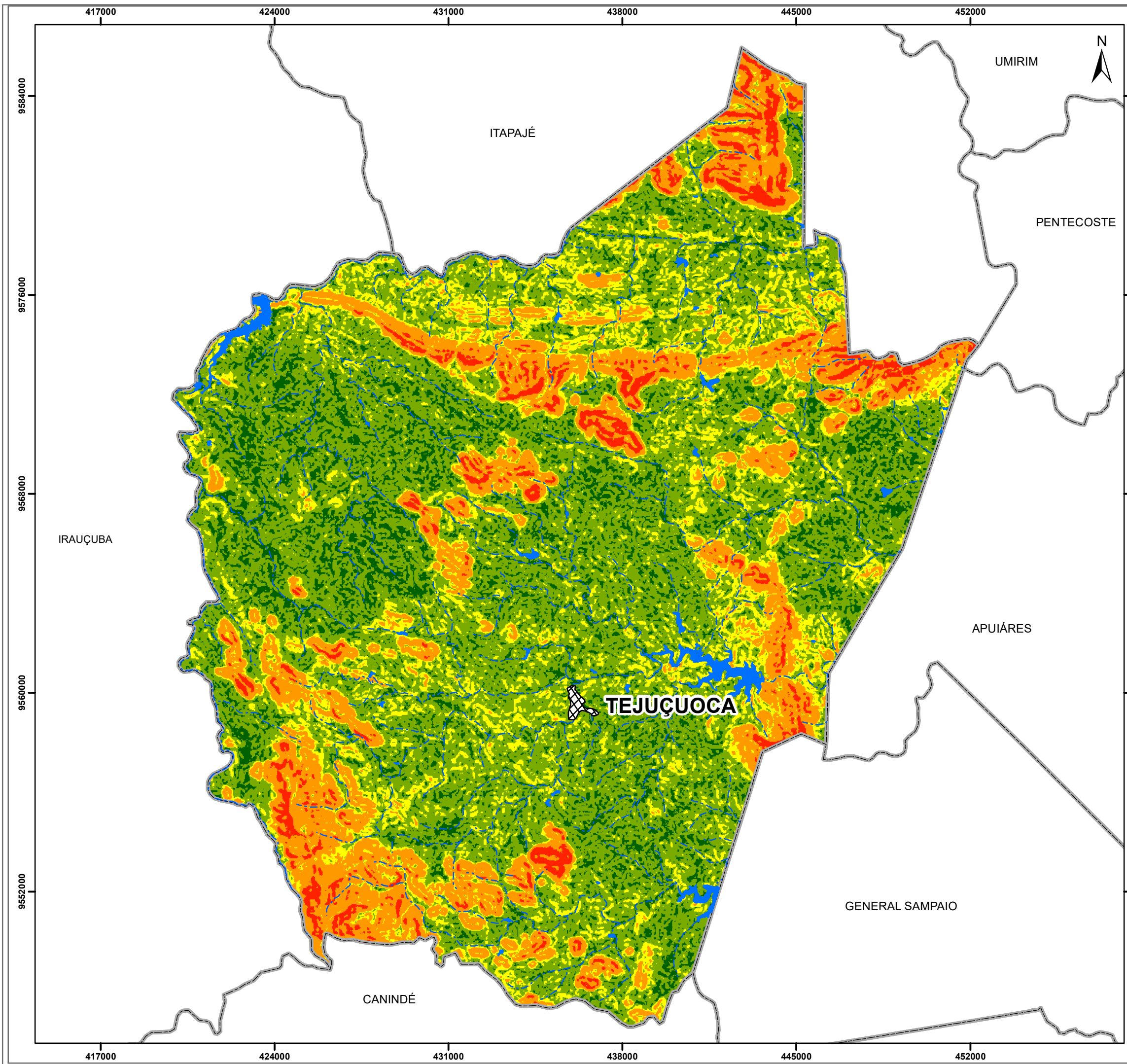
O IGBD 3 corresponde ao índice de aridez que relaciona a razão entre precipitação e evapotranspiração potencial, verificando as condições hidroclimáticas e de deficiência hídrica típicas do clima semiárido.

No município de Tejuçuoca, o IGBD 3 obteve os valores entre 4 e 3, o que indica as condições climáticas do semiárido e subúmido seco. A maioria dos sistemas ambientais apresenta o clima semiárido, com exceção da Serra do Algodão, onde o clima é subúmido seco, pois faz parte do maciço residual da Serra de Uruburetama.

Referente às condições climáticas do referido município, ocorre o predomínio do semiárido e, na porção norte, uma pequena parcela do território na serra do algodão possui clima subúmido seco. A Serra de Uruburetama apresenta clima subúmido úmido devido à altimetria elevada, conseqüentemente maior quantidade de precipitação e temperaturas amenas (ver mapa 9 do índice de aridez).

Para o cálculo do índice de aridez, foram utilizados os postos pluviométricos próximos ao município de Tejuçuoca, perfazendo um total de 22 de postos, conforme a disponibilidade de informações disponíveis nos postos. Depois de calcular o índice de aridez dos postos pluviométricos, aplicou-se a técnica de interpolação que possibilitou a classificação da variabilidade climática.

O IGBD 4, referente à espessura dos solos, pode ser classificado conforme suas características, como mostra o mapa 5 dos solos de Tejuçuoca. Esses aspectos pedológicos possibilitam o estudo da formação dos solos e como estes reagem aos processos de degradação.



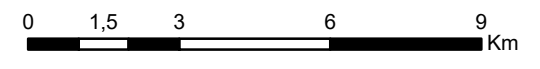
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Viádia Pinto Vidal de Oliveira
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 8 -DECLIVIDADE

1:150.000



Legenda

Classes de Declividade (%)

- 0 - 3 Plano
- 3 - 8 Suave ondulado
- 8 - 15 Ondulado
- 15 - 45 Fortemente ondulado
- > 45 Montanhoso

Convenções Cartográficas

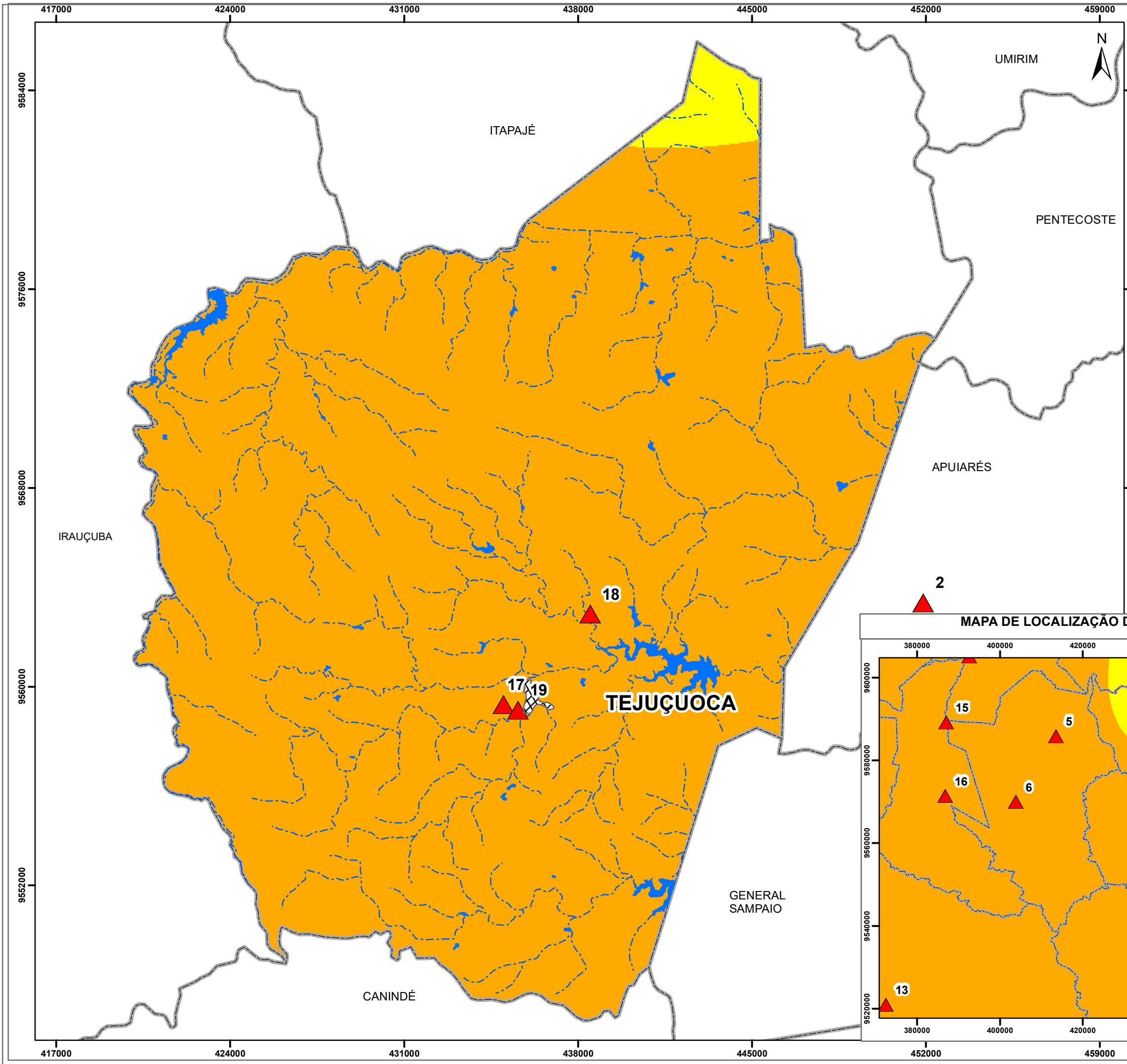
- Sede de Tejuçuoca
- Limites Municipais
- Corpos Hídricos
- Rios e Riachos

FONTES

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa Agropecuária –. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10ª reunião técnica de levantamento de solos**. SN LCS: Rio de Janeiro, 1979.

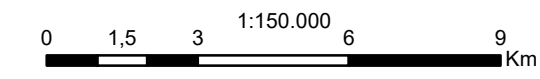
OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores biofísicos de Desertificação, Cabo Verde / África. **Revista Mercator (UFC)**, v. 10, p. 147-168, 2011.

TOPODATA. Consultas Realizadas em:< <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. 2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
 DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
 TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL
 Autora: Ana Rosa Viana Cezário
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
 Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 9 - ÍNDICE DE ARIDEZ



Índice de Aridez

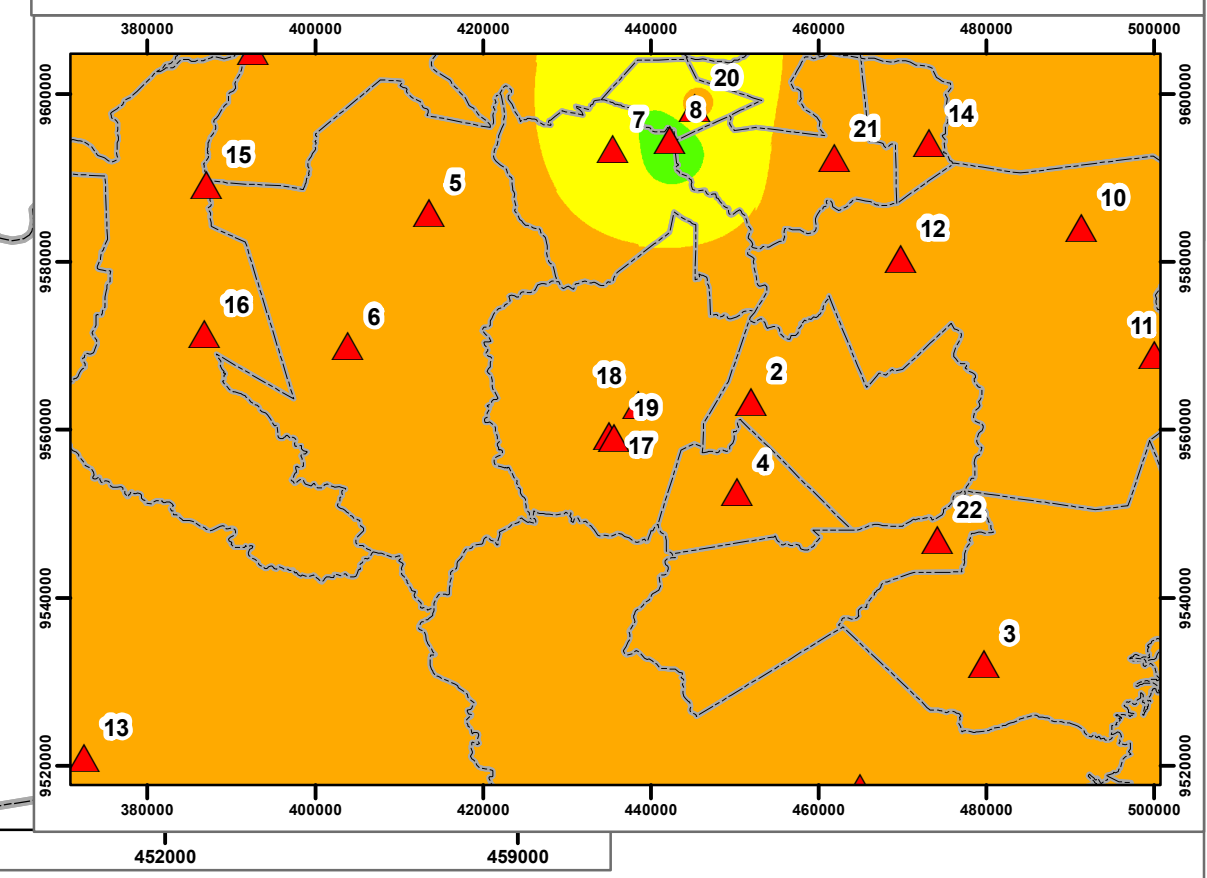
Orange	Semiárido (28,32 - 50)
Yellow	Subúmido Seco (50 - 65)
Light Green	Subúmido Úmido (65 - 83,95)

Convenções Cartográficas

	Sede de Tejuçuoca		Limites Municipais
	Corpos Hídricos		Rios e Riachos
	Postos Pluviométricos		

Identificação do posto	Nome do Posto	Identificação do posto	Nome do Posto
1	Apuiarés	12	Pentecoste
2	Ac. São Mateus	13	Santa Quitéria
3	Caridade	14	São Luís do curu
4	General Sampaio	15	Caracara
5	Irauçuba	16	Aracatiçu
6	Juá	17	Boa ação
7	Itapajé	18	Fazenda Malaquias
8	Santa cruz	19	Tejuçuoca
9	Miraíma	20	Uruburetama
10	Casa de pedra	21	Umirim
11	Comunidade lemos	22	Paramoti
12	Pentecoste		

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS PARA ÍNDICE DE ARIDEZ



As interações entre os processos físicos, químicos e biológicos interferem no caráter dinâmico do solo, como as condições climáticas de semiaridez (principalmente temperatura e aridez), a superfície terrestre, a vegetação e as atividades biológicas (PETERSEN; SACK; GABLER, 2014).

Os solos muito rasos com afloramentos rochosos obtiveram maior valor 5, e estão associados com as cristas residuais e inserlbergs. Os classificados como rasos estão presentes nos Sertões de Jerimum. Além, das características físicas do ambiente, as atividades humanas intensificam a degradação, como na Serra do Algodão onde o processo está relacionando com Neossolos Litólicos e o uso e ocupação. Os moderadamente rasos com valores 3 abrangem os Sertões de Tejuçuoca e Serra da Catirina. Os solos profundos com valores 2 estão associados às planícies ribeirinhas e à presença dos Planossolos, aos Sertões de Caxitoré em função dos Argissolos Vermelhos-Amarelos e a Serra das Vertentes que inclui áreas em estado de conservação.

O IGBD 5 refere-se à erosão dos solos que ocorre pelo escoamento de água das chuvas na superfície e nas encostas das vertentes. A combinação dos processos de erosão como sulcos, ravinas e voçorocas, além de rebaixarem o terreno, provoca a redução do teor de matéria orgânica e de elementos minerais, o que podem dificultar a agricultura e a pecuária nessas áreas (GUERRA, 2014). Conforme o autor supracitado, os solos que passam pelo processo de erosão tornam-se degradados, podendo contribuir para a desertificação.

A maior tendência à erosão ocorre em virtude da espessura e textura dos solos que dificultam a percolação e armazenamento da água, além da vegetação possuir baixa capacidade de proteção, ocasionando maior escoamento superficial.

No município de Tejuçuoca, os sistemas ambientais com sulcos de erosão são: Sertões de Caxitoré, Serra do Algodão, Serra da Catirina, Serra das Vertentes, com valor 2. Já nos demais sistemas, observa-se a presença de ravinas nos Sertões de Tejuçuoca, nas cristas residuais e inserlbergs, nas Planícies ribeirinhas, com valor 3. Os Sertões de Jerimum possuem a maior degradação dos solos e erosão, com valor 4, devido ao uso e à ocupação bem como em virtude das características morfopedológicas.

O IGBD 6 refere-se à cobertura vegetal, o seu estado de conservação conforme o uso e a ocupação. Esse indicador foi baseado no mapa 6 de uso e cobertura do solo.

No município de Tejuçuoca, o percentual de cobertura vegetal vai de alta a média-baixa. A vegetação mais conservada com o valor do indicador 1 está presente nos sistemas ambientais: Serra da Catirina e Serra das Vertentes, que possuem potencialidades para conservação.

O percentual de média a alta, com valor 2, corresponde aos Sertões de Caxitoré e Serra do Algodão, os quais exibem padrões de uso com pouca intensidade de degradação.

Os sistemas ambientais classificados com cobertura vegetal média a baixa, com valor 3, são: os Sertões de Tejuçuoca, as Cristas residuais e inserlbergs bem como as Planícies ribeirinhas; esses sistemas possuem uma exploração mediana das atividades extrativistas e agropecuárias. Com a degradação contínua desses ambientes, tende-se ao processo de desertificação.

Os Sertões de Jerimum apresentam menor quantidade de vegetação, com valor 4, em função dos solos expostos, afloramentos rochosos, vegetação de caatinga e o uso intensivo agropecuário, favorecendo a intensificação da degradação ambiental.

Após a aplicação dos indicadores geobiofísicos, verificaram-se os níveis ou índices de suscetibilidade de desertificação dos sistemas ambientais, que foram classificados em 4 níveis de suscetibilidade (ver quadro 3).

Quadro 3 – Índice Geobiofísico de Desertificação em Tejuçuoca.

Índice Geobiofísico de Desertificação	Intervalos
Muito Baixo	< 2,68
Baixo	2,83 – 3,00
Moderado	3,17 – 3,33
Alto	3,83 – 4,33

Fonte: adaptado de Oliveira (2011).

Os sistemas ambientais podem ser divididos em dois grupos de acordo com análise dos Indicadores Geobiofísicos de Desertificação no município de Tejuçuoca.

O primeiro grupo com os valores entre 3,17 a 4,33 representa os sistemas ambientais que variam de moderado a alto os índices de suscetibilidade à

desertificação (Sertões de Tejuçuoca, Serra do Algodão, Cristas residuais e inserlbergs e Sertões de Jerimum). O segundo grupo, com os valores entre 2,67 a 3,00, corresponde aos sistemas ambientais com índice muito baixo a baixo de desertificação (Planícies ribeirinhas, Serra das Vertentes, Serra da Catarina e Sertões de Caxitoré). (Ver mapa 10 de desertificação).

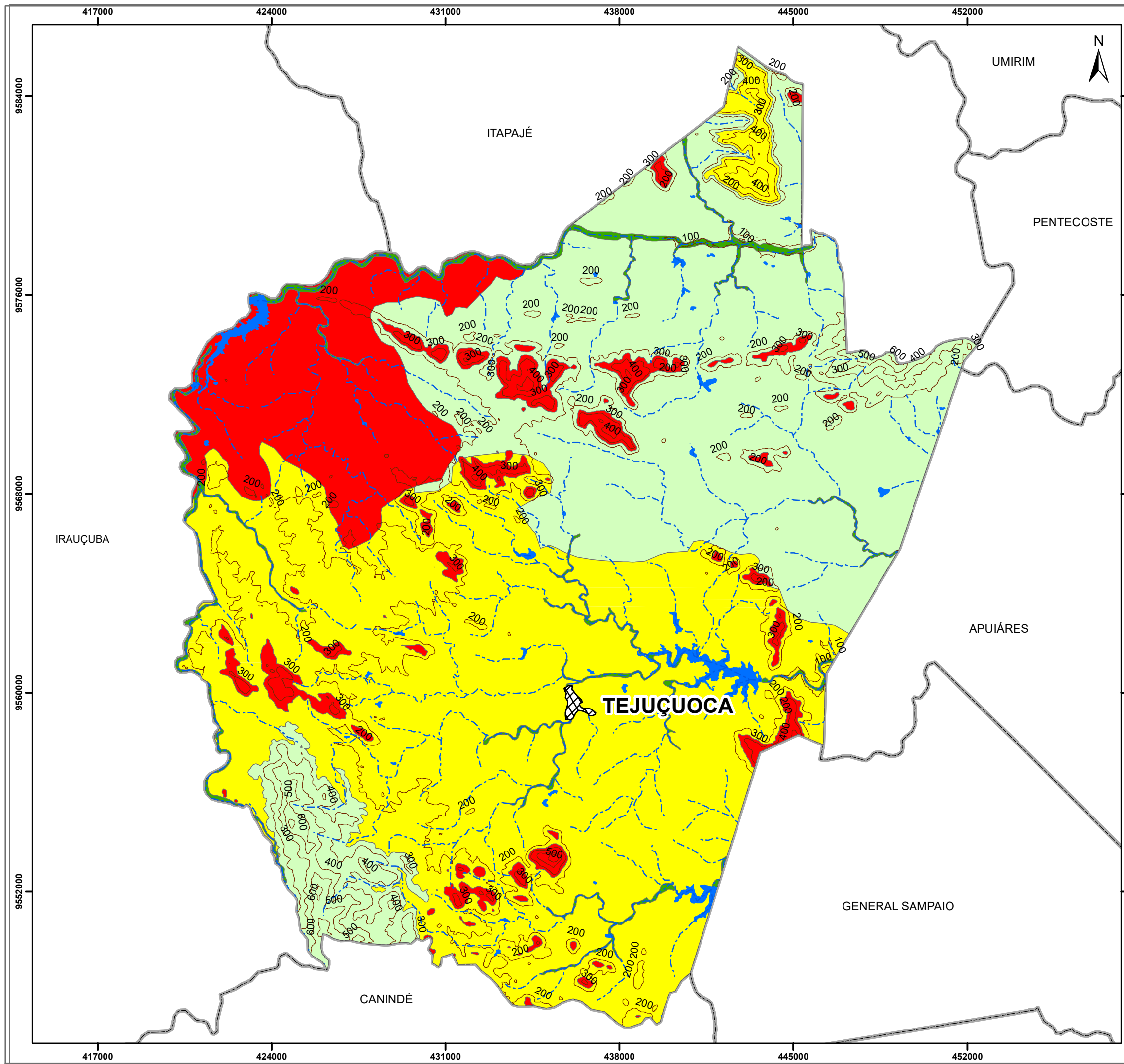
O grupo com maior suscetibilidade à desertificação, com valores 3,17 a 4,33, apresenta características que tornam o ambiente mais vulnerável à degradação, como afloramentos rochosos, solos rasos, baixa capacidade de armazenamento de água, cobertura vegetal degradada e erosão.

No segundo grupo, os sistemas ambientais exibem valores de baixa suscetibilidade à desertificação, entre 2,67 a 3,00, devido à maior capacidade de armazenamento de água, solos profundos, cobertura vegetal mais conservada, condições que favorecem o uso e a ocupação. A classificação e distribuição dos níveis de susceptibilidade à desertificação do município de Tejuçuoca estão especializados no mapa 10.

Tabela 10 - Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) aplicados no município de Tejuçuoca

Sistemas Ambientais	Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) aplicados no município de Tejuçuoca						
	IGBD1	IGBD2	IGBD3	IGBD4	IGBD5	IGBD6	ÍNDICE
Sertões de Caxitoré	4	3	4	2	2	2	2,83
Sertões de Jerimum	4	2	4	4	4	4	4,33
Sertões de Tejuçuoca	4	2	4	3	3	3	3,17
Serra do Algodão	5	4	3	4	2	2	3,33
Serra da Catirina	4	4	4	3	2	1	3,00
Serra das Vertentes	4	4	4	2	2	1	2,83
Cristas residuais e inserlbergs	4	4	4	5	3	3	3,83
Planícies Ribeirinhas	2	2	4	2	3	3	2,67
Média	3,87	3,25	3,87	3,12	2,62	2,37	3,27
Desvio Padrão	0,83	1,03	0,35	1,12	0,74	1,06	0,55

Fonte: adaptado de Oliveira (2011), Costa (2014), Barreto (2015) e Silva (2018)

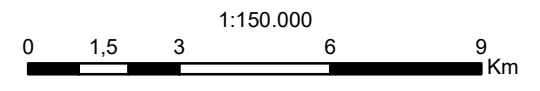


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CENTRO DE CIÊNCIAS
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E SUSCETIBILIDADE À
 DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE
 TEJUÇUOCA CEARÁ - BRASIL

Autora: Ana Rosa Viana Cezário
 Orientadora: Prof.ª Dr.ª Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
 Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Érika Gomes Brito da Silva

MAPA 10 - SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO



Legenda

Níveis de Suscetibilidade

- Alto
- Moderado
- Baixo
- Muito Baixo

Convenções Cartográficas

- Sede de Tejuçuoca
- Limites Municipais
- Corpos Hídricos
- Rios e Riachos
- 100m Curvas de Nível

FONTES

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000, Ceará. CPRM, 2003

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

MOREIRA, A. A. N. Relevô. In: IBGE, **Geografia do Brasil**: Região nordeste. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977.

SOUZA, M. J. N. Geomorfologia. In: **Atlas do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989a. Escala: 1: 500.000.

USGS. United States Geological Survey. Consultas realizadas em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>.2018. Acesso: 18 de Agosto de 2018.

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

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação do estado de degradação do município de Tejuçuoca, realizada nesta pesquisa, conseguiu atingir seu objetivo de identificar áreas susceptíveis à desertificação como também áreas em estado de conservação. Essa diferenciação se estabelece em função dos diferentes usos da terra e das condições ambientais propícias à ocorrência desse processo.

A análise integrada da paisagem por meio da utilização dos sistemas ambientais proporcionou uma visão ampla do ambiente, integrando os componentes físicos e ambientais, essenciais para o estudo da problemática da desertificação, que possui como causa os fatores naturais e antrópicos.

Para delimitação dos sistemas ambientais, foi realizado, antes, o levantamento dos componentes geoambientais: Geologia, Geomorfologia, Climatologia, Pedologia, recursos hídricos e cobertura vegetal. A integração desses componentes permitiu a delimitação e a avaliação da capacidade de suporte dos sistemas ambientais (potencialidades e limitações de uso e ocupação), que auxiliam na conservação e proteção dos recursos naturais, podendo contribuir para o planejamento ambiental e ordenamento territorial do município de Tejuçuoca.

Na análise do uso e ocupação do referido município, verificou-se o estado de conservação da vegetação em função das atividades econômicas que mais impactam na degradação dos sertões, com destaque para a agricultura, a pecuária e o extrativismo vegetal. A mata seca apresenta estado de conservação moderada em virtude da altimetria; já a mata ciliar encontra-se, em sua maior parte, degradada em função das intensas atividades agroextrativistas; a caatinga, por sua vez, possui diferentes estados de conservação, desde moderadamente a intensamente degradada. Os maiores impactos ambientais nos solos são decorrentes das atividades extrativistas, retirada da vegetação e queimadas, agricultura e pecuária extensiva.

Na relação de uso e das atividades produtivas, verificaram-se baixas condições socioeconômicas da população com a diminuição do IDHM em comparação com outros municípios do Estado do Ceará, a redução do PIB nas atividades primárias, agricultura e pecuária, que se observa na queda da produção das atividades econômicas e aumento no custo da produção, como o aumento da área para cultivo, extração vegetal e criação de animais, tendo como déficit o custo da produção das atividades agropecuárias e extrativistas.

O objeto de pesquisa possui como recorte espacial o município de Tejuçuoca, o que possibilitou compreender a dinâmica socioambiental do município e como este pode ser inserido ou mensurado dentre as áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará.

Desse modo, foi possível mensurar o grau de degradação/desertificação do município de Tejuçuoca com a aplicação dos Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) sobre os 8 sistemas ambientais em Tejuçuoca, o que demonstra a vulnerabilidade desses sistemas em relação à suscetibilidade à desertificação, sendo classificadas de acordo com o grau de intensidade, divididos em 4 grupos: muito baixa, baixa, moderada, alta.

Conforme a susceptibilidade à desertificação, pode-se atribuir uma orientação de uso e ocupação para o controle do processo de degradação/desertificação e conservação dos recursos naturais.

Os sistemas ambientais com alta susceptibilidade correspondem aos Sertões de Jerimum e as cristas residuais e inserlbergs. Nos Sertões de Jerimum, a degradação está relacionada às atividades da pecuária e extrativismo vegetal. Recomenda-se, assim, a capacitação da população com tecnologias adaptadas com a convivência do semiárido, bem como a fiscalização no manejo da vegetação. As cristas residuais e inserlbergs representam as áreas com declividades acentuadas, em que a vegetação deve ser conservada para evitar ações erosivas como deslizamentos (movimentos de massa).

Os sistemas com níveis de susceptibilidade moderada são os Sertões de Tejuçuoca e a Serra do Algodão. Nos Sertões de Tejuçuoca, as atividades que contribuem para a degradação são pecuárias e extrativismo, seria indicado promover períodos de descanso para pastagens e controle na criação do número de cabeças de animais por terreno bem como fiscalização do manejo da vegetação.

Os sistemas com baixa susceptibilidade são os Sertões de Caxitoré, a Serra das Vertentes e Serra da Catirina. Os Sertões de Caxitoré possuem baixos níveis de degradação, em virtude dos solos profundos que favorecem um aporte maior à cobertura vegetal. A indicação de uso para agrossilvicultura que possibilita a convivência das espécies nativas com a produção das plantações agrícolas. A Serra das Vertentes representa Unidade de Conservação a Reserva Mãe da Lua, por isso favorece o ecoturismo como atividades educativas. A Serra da Catirina possui maior

potencialidade para ecoturismo e atividades educacionais, pois faz parte o Parque da Furna dos Ossos.

Os sistemas que apresentam suscetibilidade muito baixa é a planície ribeirinha, de modo que ações estão voltadas para o abastecimento de água da população, na conservação da mata ciliar como proteção da erosão.

Portanto, como resultado, as áreas mais susceptíveis à desertificação no município de Tejuçuoca são os Sertões de Jerimum, por apresentarem características físicas semelhantes ao município vizinho, Iraçuba, como solos rasos, distribuição fisionômica variada da caatinga, favorecendo a erosão, além do histórico de uso e ocupação pela pecuária e extrativismo. As cristas residuais e inserlbergs são mais susceptíveis devido à declividade elevada e aos solos rasos, possuindo alto índice a desertificação. É essencial considerar as áreas moderadas dentro do município, como os Sertões de Tejuçuoca e a Serra do Algodão que, pelas características físicas e uso desordenado contínuo da terra, podem evoluir para o quadro de degradação intensa.

Percebe-se que a temática da desertificação é o tema pertinente no que se refere às questões socioambientais. Principalmente nas áreas de clima semiárido no Nordeste brasileiro, a degradação ambiental pode acarretar diversos problemas como perda da biodiversidade e a perda gradativa dos solos gera “infertilidade” das terras, causando empobrecimento da população.

No contexto do Estado do Ceará, foi elaborado o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/CE, que identifica os núcleos de desertificação de Irauçuba, Inhamuns e Médio Jaguaribe, como áreas fortemente degradadas.

No município de Tejuçuoca, foram reconhecidas áreas degradadas susceptíveis à desertificação, o que sugere uma atenção aos municípios circunvizinhos aos núcleos de desertificação, podendo estes englobar novas áreas referentes à expansão desse processo. Porém, para a inclusão de novas áreas, seria necessário um estudo de monitoramento ambiental com base de dados ambientais e sociais, ou seja, a utilização de indicadores de desertificação adaptados a uma escala macrorregional, que possibilitasse verificar os avanços e recuos do processo de desertificação atuantes no Estado do Ceará.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras**. São Paulo, USP: Instituto de Geografia, 1974.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ABRAHAM, E. M; MATALLO, H; LIMA, J. R. Ciencia y desertificación en América Latina. **Zonas Áridas**, Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, v.2, n.15, p. 349-360, 2014.
- ABRAHAM, E. M. e BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**. Mendoza: Editorial Martín Fierro, 2006.
- ABRAHAM, E. M; MONTAÑA, E.; TORRES, L. Procedimento 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**. Mendoza: Editorial Martín Fierro, 2006.
- ABRAHAM, E. M; SALOMÓN, M. A. Indicadores y puntos de referencia de la desertificación utilizados em Argentina por diversos usuários. In: ABRAHAM, E. M. e BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**. Mendoza: Editorial Martín Fierro, 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas HIDROWEB: séries históricas**. 2018. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>>. Acesso em: 22 maio 2018.
- ALENCAR, N. S; GONÇALVES, J. F; OLIVEIRA, E. A. F; LUCENA, T. C. Produção da castanha de caju nas microrregiões do Ceará no período de 1993 a 2016. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 4, n. 1, p. 103-116, 2018.
- ALMEIDA, I. C. S; SOUZA, M. J. N. Convergências e controvérsias conceituais sobre degradação ambiental/desertificação. **Revista GeoUECE**, Fortaleza, v.2, nº. 3, jul./dez. 2013.
- ALVES, J. J. A; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, jul./set, 2009.
- ALVES, M. O. Pluriatividade no sertão nordestino: uma estratégia de sobrevivência o caso do município de Tejuçuoca, Estado do Ceará. **Revista Raízes**, v.21, n.1, p. 1-20, jan-jun. 2002.
- ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 6. ed. Recife: Editor Universitária da UFPE, 1998.

JUCÁ, G. N. M. O papel da pecuária e do algodão. In: SOUZA, S. (Org). **História do Ceará**. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1989.

ARAÚJO FILHO, J. A; SILVA, N. L. Impactos e mitigação do antropismo no núcleo de desertificação de Irauçuba - CE. In: OLIVEIRA, J. G. B; SALES, M. C. L. (Org.). **Monitoramento da desertificação em Irauçuba**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2015.

ARAUJO, G. H. de S; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

ARTHAUD, M. H. **Evolução neoproterozóica do grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira**. 2007. 170 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Fortaleza, 2016.

BARRETO, L. L. **Suscetibilidade ao processo de desertificação no núcleo dos Sertões dos Inhamuns: o caso da sub-bacia do riacho do Urubu Mucuim – Arneiroz – CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia), - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

BARRETO, L. L. **geobiofísicos de suscetibilidade à desertificação nas Serras de Uruburetama, da Meruoca e nos Sertões do Centro Norte – Ceará – Brasil**. 2018. 177 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BASTOS, F. H. Evidências morfológicas de condições paleoclimáticas úmidas no semiárido brasileiro. **Revista de Geografia**, Recife, v. 35, n. 4 (especial XII SINAGEO), p. 324-343, jul-ago. 2018.

BERTALANFFY, L.V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE; T. DANTAS, E. (Org). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. Cadernos de Ciência da Terra, São Paulo: Ed. Cairu, 1972.

BRAGA, F. L. P; KHAN, A. S; MAYORGA, R. D. Balanço econômico da produção de mamona e balanço energético da obtenção de biodiesel no Estado do Ceará. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais [...]**. Rio Branco: SOBER, 2008.

BRANDT, J.; GEESON, N. **Desertificação e Indicadores**, 2008. Disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccdPT/ond/lucinda/a2_booklet_finale_pt_rev3>. Acesso: 10 de jun. de 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. Brasília: MMA, 2004.

BRASIL. **Lei nº6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 12 set. 2018.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. In: INTER-AMERICAN DIALOGUE ON WATER MANAGEMENT, 4., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia>>. Acesso em: 18 set. 2018.

CASTRO, C. N. **Texto para discussão**. Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, 2012.

CEARÁ, **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.

CEARÁ, Secretaria de Recursos hídricos. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará, 2005**. Disponível em:<http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=244&>. Acesso em: 20 nov. 2018.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. CGEE. **Desertificação, degradação de terra e secas no Brasil**. Brasília: CGEE, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem dos sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Reservatórios**. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

CONTI, J. B. As relações sociedade/ natureza e os impactos da desertificação nos trópicos. **Cadernos Geográficos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, departamento de geociências – CFH/ UFSC, n.4, maio, p.1-44, 2002.

CONTI, J. B. Conceito de desertificação. **Revista Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 3, n. 2, p.39-52, 2008.

CORRÊA, A. C. B; SOUZA, J. O. P; CAVALCANTI, L. C. S. Solos do ambiente semiárido brasileiro: erosão e degradação a partir de uma perspectiva geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T; JORGE, R. C. O. (Org). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

COSTA, F. G ARAÚJO, C. E. G; VASCONCELOS, A. M; PALHETA, E. S. M; JUSTO, A. P. O complexo Tamboril-Santa Quitéria: evidências de slab breakoff durante colisão continental Neoproterozóica, norte da Província Borborema. In: 45º Congresso Brasileiro de Geologia. **Anais...** 2010.

COSTA, L. R. F. **Estruturação geoambiental e susceptibilidade à desertificação na sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa – Ceará.** Dissertação (Mestrado em Geografia), - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

CPRM – Serviço geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará.** Fortaleza: CPRM, 2010. Escala: 1:750.000.

CPRM. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará:** Diagnóstico do município de Tejuçuoca. Fortaleza: CPRM, 1998.

CPRM. **Mapa geológico do Estado do Ceará.** Ceará, 2003. Escala 1:500.000.

DANTAS, E.W.C. Sistema de cidades em terra semi-árida. In: ALMEIDA, M.G; RATTI, A.J.P (orgs). **Geografia – leituras culturais.** Goiânia: Alternativa, 2003.

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.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Súmula da 10ª reunião técnica de levantamento de solos.** SNLCS: Rio de Janeiro, 1979.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013.

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.

FUNCEME. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapastem%C3%A1ticos/542-%C3%ADndice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1>>. Acesso em: 20 de maio 2019.

FUNCEME. **Zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação do núcleo I – Irauçuba/Centro-Norte.** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015.

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.

GALVANI, E; LUCHIARI, A. CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ANOS COM REGIME PLUVIOMÉTRICO NORMAL, SECO E ÚMIDO. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. p. 5701-5710.

GARCÍA CAMARERO, J. Zonas y ecosistemas en degradación. Desertificación. **Hojas divulgadoras del MAPA**. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca, n.10, 1989.

GONÇALVES, A. M; OLIVEIRA, V. P. V. de; BEZERRA, C. L. F. Estudo Fitoecológico da Mata Ciliar nas Sub-bacias dos Riachos Cipó e Carrapateiras no Município de Tauá -Ceará. **Mercator**, Fortaleza, v.7, p/. 133-147, 2008.

GORAYEB, A; SOUZA, M. J. N; FIGUEIRÊDO, M. C. B; ARAÚJO; L. F. P; ROSA; M. F; SILVA, E. V. Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do Curu, Ceará-Brasil, **Geografia**, Londrina, PR, v. 14, n.2, jul./dez. 2005.

GUERRA, A. J. T. Degradação dos solos no Brasil. In: GUERRA, A. J. T; JORGE, R. C. O. (Org). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6° ed, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUERRA, M. D. F. **A problemática da desertificação nos sertões do Médio Jaguaribe, Ceará**: o contexto do Município de Jaguaribe. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009)

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**. Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 103-112, mai/ago. 2012.

GUERRA, M. D. F; SOUZA, M. J. N; LUSTOSA, J. P. G. Cenários sertanejos: o contexto do município de Jaguaribe/CE. In: AMORA, Z. B. (org.). **Cenários geográficos**: reflexões e enfoques. Fortaleza: EdUECE, 2009.

HARE, F. K et al. O problema da desertificação. In: Hare, F. K et al (Org.). **Desertificação: causas e consequências**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

HIDROWEB. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. Acesso em:16 set. 2017.

IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/tejucooca/panorama>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal (Censo 2010)**, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 abril 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE. **TOPODATA: banco de dados geomorfométricos do Brasil**. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/> Acesso em: 18 mar. 2019.

IPECE. **Perfil Básico Municipal Tejuçuoca, 2017**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br>. Acessado em 15 de janeiro de 2018.

IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: Edições IPLANCE, 1997

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. R. **Levantamento exploratório** – reconhecimento dos solos do Estado do Ceará. Volume 1. Recife: SUDENE, 1973.

LAND DEGRADATION ASSESSMENTS IN DRYLANDS PROJECT. LADA (org.). **Evaluación de la desertificación en Argentina: resultados del Proyecto LADA/FAO**. Buenos Aires: Gráfica Latina, 2011.

LEMOS, J. R. **Florística, estrutura e mapeamento da vegetação de caatinga da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará**. 2006. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LIMA, M. D. V; RONCAGLIO, C. Degradação socioambiental urbana, políticas públicas e cidadania. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, UFPR, n.3, jan./jun. 2001.

LOPEZ BERMUDEZ. F. Desertificación una amenaza para las tierras mediterráneas. **El Boletín**, Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, n°20, p.38-48, 1995.

MAIA. G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2ª Edição. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012.

MATALLO JÚNIOR, H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C.S; JÚNIOR, H.M. (org.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999

MATALLO JÚNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

MENDONÇA, F. A. **Geografia Física: ciência humana?** 7ª ed. São Paulo: Editora Contexto, 2001.

MENEGUZZO, I. S. **Análise da degradação ambiental na área urbana da bacia do Arroio Gertrudes, Ponta Grossa, PR: uma contribuição ao planejamento ambiental**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MORALES, C. Pobreza, desertificación y degradación de tierras. In: MORALES, C; PARADA, S. (org.). **Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales**. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2005.

MOURA, M. T. M. **Sistemas ambientais e subsídios ao ordenamento territorial do município de Itapajé-CE: avaliação das políticas públicas de recursos hídricos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

NASCIMENTO, F. R. do. Os semiáridos e a desertificação no Brasil. **REDE- Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, CE, v. 9, nº 2, p. 07-26, jul./dez. 2015.

NIMER, E. Climatologia Nordeste da Região do Brasil: Introdução Climatologia Dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p.3-51, abr-jun.1972.

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.

OLIVEIRA, V. P. V. 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. e Meireles, A. J. A. (org.). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

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

OLIVEIRA, V. P. V.; SEMEDO, J.M; OLIVEIRA, H. P. V. Análisis comparativo de los indicadores geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil). **Zonas Áridas**, Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, n.15, v.2, p. 226-243, 2014.

OLIVEIRA, V. P. V; SOUZA, M. J. N. Solos predominantes em áreas de experimentação (exclusão) do núcleo de desertificação de Irauçuba – CE. In: OLIVEIRA, J. G. B; SALES, M. C. L. (Org.). **Monitoramento da desertificação em Irauçuba**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2015.

OMM, Organización Meteorológica Mundial. **Reglamento Técnico**. Ginebra: OMM, nº 49, 1986.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

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.

PEREZ-MARIN, A. M; CAVALCANTE, A. M. B; MEDEIROS, S. S; TINÔCO, L. B. M; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v.17, n. 34, p.87-106, jan/jun. 2012.

PERREIRA, A. R; ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS. Edição Revista Ampliada. **Meteorologia Agrícola 306**, 1º semestre, p. 92-101, 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.

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.1, n.1, p.88-102, 2000.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2015: O Trabalho como Motor do Desenvolvimento Humano**. Washington DC: PNUD, 2015.

PNUD. **Linking Poverty Reduction and Environmental Management. Policy Challenges and Opportunities**. Washington: Banco Mundial, 2002.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, vol. 11, n.29, p.127-154,1997.

RÊGO, A.H. **Os sertões e os desertos**: o combate à desertificação e a política externa brasileira. Brasília: FUNAG, 2012.

RODRIGUES, V. *et al.* Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas. In: GOMES, G.M.; SOUZA, H.R.; MAGALHÃES, A.R. (org.). **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA,1995

ROXO, M. J. Panorama mundial da desertificação. In: MOREIRA, E. (org.). **Agricultura familiar e desertificação**. João Pessoa: editora Universitária UFPB, 2006.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste Brasileiro. **Espaço e Tempo**. São Paulo, n. 14, p 9-19, 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. e Meireles, A.J.A. (org.). **Litoral e Sertão**: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

SAMPAIO, J. L. F. Novas estratégias de combate à seca e à fome no Ceará: a construção de um poder. **Revista Mercator (UFC)**, n. 02, p.27-39, 2002.

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.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, J. O; SOUZA, M. J. N. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v.34.n. 2, p. 215-232, mai/ ago. 2014.

SILVA, E. G. B. **Degradação das terras secas nos sertões de Santa Quitéria e Independência – Ceará: contribuições ao monitoramento ambiental**. 2018. 182 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SILVA, J. B. O algodão na organização do espaço. In: SOUZA, S. (Org). **História do Ceará**. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1989.

SILVA, É. G. B, OLIVEIRA, V. P. V. Identificação das áreas susceptíveis à desertificação no estado do Ceará: antecedentes cartográficos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v.10, n. 04, p. 1269-1280, 2017.

SOTCHAVA, V. B. **Método em questão**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977.

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)**. 2016. 215 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016

SOUZA, M. J. N. Mapeamento de sistemas ambientais e aplicações práticas para a conservação da natureza e o ordenamento territorial. **Revista Equador**. Vol. 4, n. 3, p.141-153, 2015.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; ORAIS, J. O. de; SOUZA, M.J.N de. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Parte I. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, M. J. N. **Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará**. Revista de Geologia da UFC. Fortaleza, n. 1, p. 73-91, jun. 1988.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, J. G. B; LINS, R. C; JATOBÁ, L. Condições geoambientais do semi-árido brasileiro. **Ciência & Trópico**, Recife, v.20, nº 1, p. 173-198, jan./ jun. 1992.

SOUZA, M. J. N; LIMA, F. A. M; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Estado do Ceará. **Ciê. Agron**, Fortaleza, Ceará, v. 9, p. 77-86, dez. 1979.

SOUSA, M. L. M; OLIVEIRA, V. P.V. Política de combate à seca e estratégias de convivência com o semiárido: o contexto do Estado do Ceará. In: SEABRA, G; MENDONÇA, I. (Org). Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011.

SOUSA, M. L. M; OLIVEIRA, V. P.V. Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **REDE- Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, CE, v. 7, nº 2, p. 42-59, nov. 2011.

SOUSA, M. L. M; OLIVEIRA, V. P.V. Semiárido do Nordeste do Brasil e o fenômeno da seca. In: HUBP, J. L.; INBAR, M. **Desastres naturales en América Latina**. México: FCE, 2002

SUDENE. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Mapa Exploratório – Reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Ceará, 1972. Escala: 1:600.000.

SUDENE; BRASIL. Ministério do Exército. DSG. **Irauçuba**. Rio de Janeiro 1972g 62 x74 cm Folha SA.24-Y-DV Escala V 100 000. 3°30' - 4°00'S, 39°30' - 40°00'W. Escala: 1:100 000.

SUDENE; BRASIL. Ministério do Exército. DSG. **São Luiz do Curu**. Rio de Janeiro 1972g 62 x74 cm Folha SA.24-Y-DV Escala V 100 000. 3°30' - 4°00'S, 39°30' - 40°00'W. Escala: 1:100 000.

TEXEIRA, N. F. F. **Análise geocológica como subsídio ao planejamento ambiental no município de Tejuçuoca Ceará**. 2018. 157 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

TORRES, L. M; MONTAÑA, E; ABRAHAM, E, M; TORRES, E; PASTOR, G. La utilización de indicadores socioeconómicos en el estudio y la lucha contra la desertificación: la desertificación: acuerdos, discrepancias y problemas conceptuales subyacentes. **Estudios Interdisciplinarios de América Latina y el Caribe**. Vol. 16, n. 2, p. 111-113, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. SUPREN/IBGE, Rio de Janeiro, 1977.

TRIGUEIRO, E.R. da C.; OLIVEIRA, V.P.V. de.; BEZERRA, C.L.F. Indicadores biofísicos e a dinâmica da degradação/desertificação no bioma caatinga: estudo de caso no município de Tauá, Ceará. Fortaleza: **REDE. Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. I, p. 1-25, 2009.

UNEP. United Nations Environment Programme. **World Atlas of Desertification**. Londres:UNEP/Edward Arnold, 1992.

UNCCD. Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación. **La desertificación esa invisible línea de frente**. Alemania: Bonn, 2014. YD-VI. 3°30' - 4°00'S. 39°00' - 39°30'W. Escala: 1:100 000.

ZANELA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido. Caderno **Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, v. especial, n.36, p.126-142, 2014.

ZANELA, 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. 2^aed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.