



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

KALINE DA SILVA MOREIRA

**PAISAGEM SEMIÁRIDA E SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE MIRAÍMA - CE**

**MONTES CLAROS – MG
2022**

KALINE DA SILVA MOREIRA

PAISAGEM SEMIÁRIDA E SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE MIRAÍMA - CE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Palhares

MONTES CLAROS – MG
2022

M838p Moreira, Kaline da Silva.
Paisagem semiárida e susceptibilidade à desertificação no município de Miraíma – CE [manuscrito] / Kaline da Silva Moreira. – Montes Claros, 2022.
94 f. : il.

Bibliografia: f. 88-94.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Palhares.

1. Regiões áridas. 2. Degradação ambiental. 3. Desertificação. 4. Análise integrada. 5. Miraíma (CE). I. Palhares, Ricardo Henrique. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

KALINE DA SILVA MOREIRA

PAISAGEM SEMIÁRIDA E SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE MIRAÍMA - CE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Henrique Palhares (Orientador)
Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Prof. Dr. Marcos Esdras Leite
Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Prof. Dr. Ronaldo Alves Belém
Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)

Prof. Dr. Alecir Antônio Maciel Moreira
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MINAS)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me iluminou e abriu todos os caminhos, por mais que tenha sido difícil esse período, me curando e dando energias e força para terminar o meu trabalho.

Ao meu marido Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa, por todo apoio, a quem eu tanto admiro por sua inteligência, por sua história de vida, companheirismo, afeto, contribuições, apoio e importância em minha caminhada na busca de ser uma pessoa melhor e por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus pais, Valtemir Moreira e Maria Lineide, que me educaram e ensinaram a viver a vida com responsabilidade e com amor. Aos meus irmãos, Munique Moreira e Thales Moreira, que me apoiaram em todos os momentos.

A todos os meus familiares, cunhados e cunhadas, em especial a minha sogra Maria Fernandes (Dona Neta), que me ajudou com a casa, para poder estudar e me recuperar das cirurgias.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Henrique Palhares, pelo apoio e por entender todas as dificuldades que passei durante o processo de escrita. Aos membros da banca, pela disponibilidade e todas as considerações realizadas, me ajudando a melhorar este trabalho. A todos os docentes do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros.

A amiga, Rebeka Carvalho, pela amizade e companheirismo que tanto ajudaram durante toda essa caminhada, pelos diálogos e nossos cafés para discutir nossos artigos e dissertações.

A amiga, Mariana Aparecida Farias Almeida, pelos diálogos e pelas trocas de experiências durante esse processo de aprendizagem.

As amigas Jamille Rocha e Cristiane Alencar Magalhães, por todo apoio e pela amizade e companheirismo, pelas piadas e sorrisos, durante esse período.

Aos médicos, a Dermatologista Luana Bezerra Lopes e ao Oncologista Dr. Márcio Ribeiro Studart da Fonseca que me acompanharam na minha doença (câncer).

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros.

A FAPEMIG pela disponibilidade da bolsa de pesquisa.

E a todos aqueles que de alguma forma ajudaram na construção desse trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa procura analisar o processo de desertificação no município de Miraíma, localizado na Região Centro Norte no estado do Ceará, situado em núcleo de desertificação de Irauçuba, já consolidado e que ainda necessita de estudos a nível estadual. Devido a essa conjuntura, pretende-se a analisar os níveis de suscetibilidade à degradação ambiental/desertificação do município de Miraíma e observar essas áreas onde ocorrem esse processo. Para alcançar os objetivos, a metodologia foi definida com base nos estudos ambientais integrados, com a necessidade de análise dos elementos setoriais, para a posterior discussão dos elementos sistêmicos, e assim obter o grau de vulnerabilidade dessa área. A pesquisa foi estruturada em três etapas principais: levantamento e coleta de dados e informações cartográficas e tabulares; trabalhos de campo; e tratamento e análise das informações em Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para a construção de um banco de dados geográficos da área de estudo foram utilizados dados cartográficos de instituições como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IMA (Índice Municipal de Alerta), FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará) e entre outras fontes de pesquisa. Nota-se que o processo de degradação prejudica de forma direta nas condições socioeconômicas, especialmente nos anos de seca, interferindo na produtividade que acaba diminuindo a produção agropecuária e extrativista, mesmo expandindo as áreas de colheitas, através disso há um aumento no custo da produção para o trabalhador sertanejo. Dessa maneira, é necessário criar políticas públicas no semiárido, para a utilização dos recursos naturais que possam atenuar os impactos da degradação ambiental.

Palavras-chave: Desertificação. Análise integrada. Miraíma-CE

ABSTRACT

This research seeks to analyze the process of desertification in the municipality of Miráima, a municipality located in the Central North Region of the state of Ceará, located in the center of desertification of Irauçuba, already consolidated and which still needs studies at the state level. Due to this situation, it is intended to analyze the levels of susceptibility to environmental degradation/desertification of the municipality of Miráima and observe those areas where this process occurs. To achieve the objectives, the methodology was defined based on integrated environmental studies, with the need to analyze the sectorial elements, for the subsequent discussion of the systemic elements, and thus obtain the degree of vulnerability of this area. The research was structured in three main stages: survey and collection of data and cartographic and tabular information; field work; and treatment and analysis of information in a Geographic Information System (GIS). For the construction of a geographic database of the study area, cartographic data from institutions such as IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), IMA (Municipal Alert Index), FUNCEME (Cearense Meteorology and Water Resources Foundation) were used, IPECE (Institute of Research and Economic Strategy of Ceará) and among other research sources. It is noted that the degradation process directly affects socio-economic conditions, especially in drought years, interfering with productivity that ends up reducing agricultural and ex-tractivist production, even expanding the harvest areas, through which there is an increase in the cost of production for the sertanejo worker. In this way, it is necessary to create public policies in the semi-arid region, for the use of natural resources that can mitigate the impacts of environmental degradation.

Keywords: Desertification. Integrated analytics. Miraima-CE

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Terras secas e suas categorias

Figura 2. Mapa de localização dos Núcleos de Desertificação no Brasil

Figura 3: Mapa dos núcleos de desertificação do Ceará

Figura 4: Esquema representativo da dinâmica do geossistema

Figura 5: Localização da área de estudo

Figura 6: Mapa geológico da área de pesquisa

Figura 7: Mapa hipsométrico da área de pesquisa

Figura 8: Mapa de declividade da área de pesquisa

Figura 9: Mapa geomorfológico da área de pesquisa

Figura 10: Distribuição e irregularidade das chuvas no estado do Ceará. Em destaque, Miraimá

Figura 11: Mapa de associações de solos da área de pesquisa

Figura 12: Aspectos da caatinga nas áreas de sertão

Figura 13: Maciço de Uruburetama ao fundo

Figura 14: Planície fluvial do Rio Aracatiaçu

Figura 15: Mata ciliar na planície fluvial do Rio Aracatiaçu

Figura 16: Registro da cheia no Rio Aracatiaçu

Figura 17: Perfil esquemático dos sistemas ambientais no Município

Figura 18: Mapa de uso e cobertura da área de pesquisa

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1: Indicadores de Desertificação segundo a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCCD)

Quadro 2: Modalidades de desertificação

Quadro 3: clima e índice de aridez

Quadro 4: Níveis de abordagem metodológica

Quadro 5: Meios Morfodinâmicos

Quadro 6: Indicadores de desertificação propostos por Vasconcelos Sobrinho (1978)

Quadro 7: Indicadores de desertificação apresentado por Martollo Júnior, 2001

Quadro 8: Síntese das Características Geológicas e Geomorfológicas

Quadro 9: Distribuição e principais características dos solos predominantes no município de Miraíma

Quadro 10: Sistemas Ambientais do Município de Miraíma

Gráfico 1: Perfil de precipitação em Miraíma - CE

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cobertura e Atendimento do abastecimento de água de Miraíma

Tabela 2: Percentual da população em domicílios com água encanada e em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados – 1991, 2000 e 2010

Tabela 3: Domicílios particulares permanentes segundo as formas de abastecimento de água (2000-2010).

Tabela 4: População do município de Miraíma nos anos 1991, 2000 e 2010

Tabela 5: Empregos formais em Miraíma

Tabela 6: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Miraíma

Tabela 7: Índice de Desenvolvimento Municipal de Miraíma

Tabela 8: Produto Interno Bruto e sua composição setorial por unidade geográfica – 2002 - 2016

Tabela 9: Lavoura permanente no município de Miraíma entre os anos de 2019 e 2020.

Tabela 10: Lavouras temporárias no município de Miraíma entre os anos de 2019 e 2020.

Tabela 11: Índice Municipal de Alerta no Ceará nos anos 2019, 2020 e 2021- Indicadores Padronizados (0 – 1).

Tabela 12: Pecuária no município de Miraíma em 2019 e 2020.

Tabela 13: Extração Vegetal e Silvicultura no município de Miraíma nos anos de 2019 e 2020

LISTA DE SIGLAS

ASD: Áreas Susceptíveis à Desertificação

CAGECE: Companhia de Água e Esgoto do Ceará

CCD: Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação

CGEE: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

COGERH: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CRBL: Caderno Regional da Bacia do Litoral

DNOCS: Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

ENOS: Eventos El Niño-Oscilação Sul

EPT: Evaporação e Transpiração

FUNCEME: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano

IDM: Índice de Desenvolvimento Municipal

IMA: Índice Municipal de Alerta

IPECE: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

LI: Linhas de Instabilidade

P: precipitação

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

PIB: Produto Interno Bruto

PRONAF: Programa Nacional de Fortalecimento à Agricultura Familiar

OMS: Organização Mundial da Saúde

OMM: Organização Meteorológica Mundial

ONU: Organização das Nações Unidas

SISAR: Sistema Integrado de Saneamento Rural

TSM: Temperatura da Superfície do Mar

UNCCD: Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas

UNCOD: Conferência da Nações Unidas sobre a Desertificação

UNEP: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

VCAS: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior

ZCAS: Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT: Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....	15
2.1	Desertificação e análise ambiental.....	15
2.2	Terras secas e os desafios dos indicadores.....	29
2.3	Procedimentos operacionais.....	32
3	CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE PESQUISA.....	34
3.1	Localização.....	35
3.2	Caracterização geológico-geomorfológico.....	37
3.3	Condições hidroclimatológicas.....	45
3.4	Solos e cobertura vegetal.....	51
4	SISTEMAS AMBIENTAIS E USO E OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MIRAÍMA.....	
4.1	Sistemas Ambientais.....	57
4.2	Uso e ocupação.....	64
4.3	Socioeconomia e o perfil municipal.....	74
4.4	Impactos da desertificação no município de Miraíma.....	80
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
	REFERÊNCIAS.....	88

INTRODUÇÃO

A intensificação da poluição do ar, água, solo, desmatamentos, queimadas e o uso inapropriado dos recursos naturais trouxeram sérios danos aos ambientes naturais nos últimos dois séculos. Dentre as inúmeras formas de degradação do meio ambiente destaca-se a desertificação.

A desertificação é um fenômeno global, com potencial para afetar um terço da superfície terrestre emersa (RÊGO, 2012). De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (2005), existem cerca de 250 milhões de pessoas diretamente afetadas pela desertificação, a que se devem adicionar 1 bilhão de seres humanos em cerca de 100 países que estão em sério risco.

Segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) (2015), esse fenômeno atinge a Austrália, China, Mongólia e países africanos; da Europa mediterrânea aos Estados Unidos e ao México; da América do Sul ao Sudoeste Asiático. No entanto é mais grave na América do Sul, na Ásia e na África.

A Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, foi o primeiro evento de discussão mundial sobre desertificação. Em 1977 houve outro debate mais aprofundado sobre o tema na UNCCD, em Nairóbi-Quênia. Neste evento reconheceu-se a desertificação como um problema ambiental desencadeador de severos custos para a sociedade. Em outra ocasião precisamente em 1992, foi incorporada e discutida essa problemática na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, conhecida como a ECO-92, na qual a definição oficial do fenômeno foi registrada no capítulo 12.2 da Agenda 21 (ARAÚJO; SOUSA, 2020).

Conceitualmente, pode-se compreender a desertificação como a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, desencadeadas por fatores diversos, tais como variações climáticas e ação antrópica (BRASIL, 2013). Para tanto, a definição de aridez é de fundamental importância para aplicação da classificação. Com base nos estudos de Thornthwaite (1955), esse índice deriva da razão entre a Precipitação (P) e da perda máxima possível de água por Evapotranspiração Potencial (ETP).

A UNCCD (Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas) aprovou três indicadores mínimos para encontrar um equilíbrio ambiental, entre elas estão – em primeiro lugar: o estado e as mudanças da cobertura da terra; em segundo: a produtividade da terra; e em terceiro: os estoques de carbono abaixo do solo. Isso porque, em 2007, a assembleia geral da ONU proclamou os anos de 2010 a 2020

como a Década das Nações Unidas sobre Desertos e Lutas contra a Desertificação, mas apesar dos esforços que foram realizados nesses últimos anos, a desertificação e suas consequências vêm aumentando a cada ano (MEDEIROS; PAZ, 2021).

No Brasil, especificamente na região Nordeste e no norte de Minas Gerais que tem como principal característica o clima semiárido, os ambientes sertanejos são recobertos pelo bioma da Caatinga. Nessa área a questão da degradação ambiental dos recursos naturais renováveis representa um dos mais preocupantes problemas que afetam o quadro socioambiental da região (OLIVEIRA, 2006).

Em relação à Minas Gerais, especificamente ao Norte do Estado, esta última apresenta características similares a Região Nordeste do Brasil, através das suas características físicas. Nesta área as classificações climáticas regionais que são aspectos considerados fatores importantes, segundo Belém (2012) por estar localizada entre 452 e 652 metros acima do nível do mar, suas paisagens são as planícies, as depressões e as serras. A rede de drenagem mais importante é a Bacia do São Francisco, o ecossistema é heterogêneo abrangendo o Cerrado, a Caatinga e a Mata seca.

No aspecto geomorfológico é caracterizado pela presença de superfícies aplainadas conservadas, esse processo de evolução estar relacionada com a drenagem do Rio São Francisco, o planalto se apresenta em forma de chapadões. (COSTA, 2022)

A Região Nordeste, por ser caracterizada em grande parte pela semiaridez, com uma área de aproximadamente 800 mil km², acaba por sofrer com problemas que vão desde a esfera socioeconômica, até mesmo a natural, provocando inúmeros transtornos as populações que residem na região Nordeste. Entretanto, os estados da Paraíba, Bahia e Ceará são os mais afetados; esse último, por exemplo, detém 136.328 km² de áreas semiáridas suscetíveis à desertificação (ARAUJO; SOUSA, 2017).

O Ceará possui por volta de 92% do seu território sob influência das condições climáticas de semiaridez (CEARÁ, 2010). As características dos sertões cearenses podem ser visualizadas em relação as suas condições naturais, como nos aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, pedológicos e ecológico, através dessas condições e de suas composições vamos ter a realidade deste ambiente (AB'SABER, 2003).

O ambiente, tal como o original, deriva-se do clima semiárido, que terá uma influência em outros componentes da paisagem, apontando as formas aplainadas, pelos rios intermitentes, pela vegetação de caatingas e pela sobrevivência dos sertanejos (AB'SABER, 2003).

Com essas características naturais do semiárido, que resultam na irregularidade e incerteza das chuvas, faz do estado do Ceará, uma área vulnerável do ponto de vista social e ambiental, necessitando de estudos que possibilitem uma melhor compreensão do território em questão.

O mau uso dos recursos naturais, aliados a problemática da seca, nos remete a um quadro de degradação ambiental, compreendidos aqui como fruto de um processo decorrente nos sertões desencadeando a desertificação.

A observação desse processo de degradação no município de Miraíma foi baseada nos estudos sistêmicos baseados nos autores Bertrand (1972), Sotchava (1977), Tricart (1977), Souza (2000), e Souza e Oliveira (2011), que relatam as inter-relações dos fatores naturais e socioeconômicos, importantes para o entendimento da dinâmica do ambiente, possibilitando a adoção de algumas medidas que melhor se ajustem ao semiárido.

A escolha do município de Miraíma para a pesquisa se deu pelo fato de sua localidade apresentar susceptibilidade à degradação ambiental e a desertificação, por sua localização em meio aos sertões semiáridos do Norte do Ceará, limítrofe ao Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro Norte, destacando-se o município de Irauçuba com maior nível de degradação (IPECE, 2017).

Assim, este estudo analisou a dinâmica da desertificação no município de Miraíma, no núcleo de Desertificação de Irauçuba, no estado do Ceará. Como objetivos específicos foram caracterizados os aspectos geombientais da área, assim como a análise qualitativa de indicadores socioeconômicos que interferem no maior avanço da desertificação no município.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

2.1 Desertificação e a análise ambiental

Os recursos naturais estão sendo afetados de forma constante nos últimos tempos, o que prejudica as diversas atividades humanas, assim, essa degradação afeta todo o meio ambiente, causando processos que intensificam os desmatamentos, ocorrência de queimadas, poluição do ar e consecutivamente da água e do solo. Há diferentes linhas de degradação do meio ambiente, mas vamos destacar a desertificação.

A palavra desertificação foi citada pela primeira vez por um cientista francês Louis Lavauden em 1927, porém foi Andre Aubreville que a divulgou bastante nos anos 1940, depois de uma década de experiências relacionadas com a degradação da terra na Grande Planície Americana, causada principalmente pelo desmatamento, exploração intensiva dos solos e com nove (9) anos de uma seca intensa que afetou a região nos anos de 1929 a 1936 (MATALLO; JÚNIOR, 2009).

A desertificação não é um fenômeno novo, mas só foi relatado a partir do século XX, ganhando a proporção de destaque internacional (SOUZA, 2008). Foram os achados e registros antigos, tais como pinturas rupestres e outros artefatos antigos, que colaboraram para mostrar como eram os locais e as civilizações antigas, ajudando nas formações atuais do planeta em relação às paisagens desertificadas.

Para Matallo Júnior (2009) existe uma intensa discussão sobre as diferenças entre “desertificação” e “desertização” ou formação de desertos. O autor ainda relata sobre os conceitos que são absolutamente distintos. Deserto é o resultado da evolução climática e desertificação é o resultado do manejo inadequado dos recursos naturais nas zonas áridas.

A desertificação é um fenômeno global com potencial para afetar um terço da superfície terrestre emersa (RÊGO, 2012). Segundo a Organização Meteorológica Mundial (2021), a degradação do solo devido às mudanças climáticas e à expansão da agricultura e o aumento das cidades e de suas infraestruturas, tem prejudicado o bem-estar de 3,2 bilhões de pessoas.

Na Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação no ano de 1977, definiram alguns Indicadores de Desertificação (Quadro 1):

Quadro 1: Indicadores de Desertificação segundo a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (UNCCD)

Indicadores Climáticos	radiação solar; temperatura; velocidade do vento; precipitação
Indicadores Hidrológicos	sólidos dissolvidos em água; mudança de fluxos de água e dos depósitos sedimentares no canal de escoamento; profundidade do lençol freático; qualidade da água; descarga dos rios; umidade do solo; fluxo subsuperficial; água de escoamento e produção de sedimentos.
Indicadores Pedológicos	profundidade do solo; capacidade de acumulação de água; composição dos horizontes; estado da superfície; teor de matéria orgânica; albedo; grau de salinização e alcalinização; teor de pedregosidade; encrostamento; fendilhamento; compactação e permeabilidade da crosta.
Indicadores Biológicos	grau de cobertura e altura da vegetação; biomassa aérea e subterrânea; rendimentos; distribuição e frequência de espécies; organização e profundidade das raízes; queda e organização de folhas; produção primária; produção de pastoreio; composição de espécies; atraso de germinação;
Indicadores Sociológicos	distribuição espacial de implantações humanas.

Fonte: Lopes e Soares, 2016.

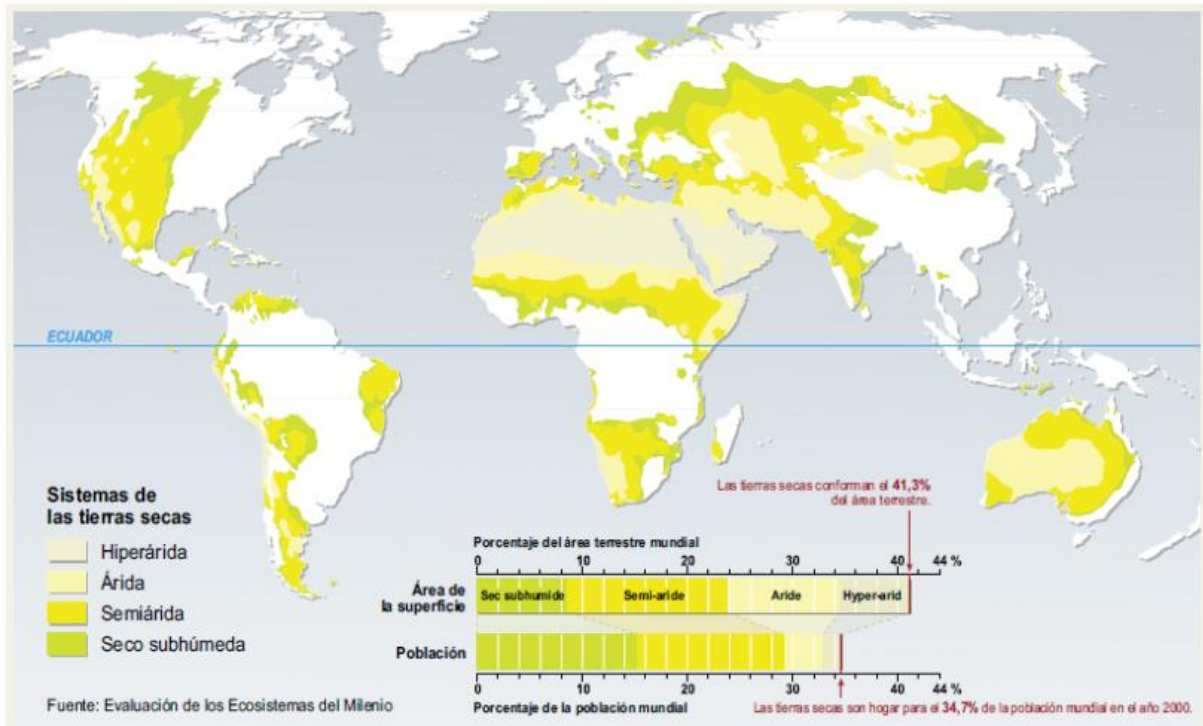
Com aspectos em dimensões globais e locais a desertificação acaba atingindo todos os continentes, sendo que em alguns países por conta das suas dimensões pode ocorrer em diferentes escalas, em alguns em nível nacional e outros a nível local, este último com uma menor atuação dessa problemática. Esse fenômeno é uma consequência do desequilíbrio da relação entre sociedade e natureza, que acaba acarretando outros aspectos como políticos, econômicos, sociais, culturais e naturais. Segundo Rêgo (2012), a degradação da terra é reflexo do desequilíbrio na relação entre os seres humanos e o meio ambiente do qual dependem.

Segundo a Convenção de Combate à Desertificação, esse fenômeno alcança a Austrália, China, Mongólia e países africanos, atingindo a Europa mediterrânea, os Estados Unidos e o México; da América do Sul ao Sudoeste Asiático. No entanto é mais grave na América do Sul, na Ásia e na África.

A desertificação atinge cerca de 100 países pelo planeta. Por conta desse fato é considerado um problema mundial. Essas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas (Figura 1), são conhecidas pelo nome de terras secas, essas áreas percorre 37% da superfície da Terra, atingindo cerca de 1/6 de pessoas pelo mundo, nesses lugares os indicadores são de baixa renda, com poucas tecnologias, com uma escolaridade abaixo dos padrões internacionais e falta

de alimentos necessários para uma vida considerada saudável pela Organização Mundial de Saúde – (OMS).

Figura 1: Terras secas e suas categorias



Fonte: Adeel et al 2005

Mas a evolução dessas terras secas acontece de maneiras diferentes de acordo com a influência dos lugares. Então as medidas para enfrentar as dificuldades dessa degradação ambiental têm formas variadas entre as nações. Os países mais ricos adotam práticas para combater esse fenômeno, enquanto os países pobres ou em desenvolvimento não tem dinheiro para aplicar em trabalhos para a prevenção ou sustentação, com isso o fenômeno se complica com o crescimento dessas populações, que obriga esses povos a pressionar, ainda mais, o meio ambiente na busca de sobrevivência (RÊGO, 2012).

Entretanto foram determinados dois tipos de modalidades para o processo de desertificação que são: a climática e ecológica. Na climática sua causa é por conta da instabilidade nos padrões climáticos contribuindo para uma escassez de água no sistema natural (Quadro 2). Na ecológica é relatado o crescimento das populações nessas áreas pressionando os recursos naturais e propiciando circunstâncias parecidas àquelas dos desertos (CONTI, 1989).

Quadro 2: Modalidades de desertificação

Modalidades	Climática	Ecológica
Conceitos	Diminuição de água no sistema natural.	Criação de condições semelhantes às do Deserto.
Avaliação	Índice de aridez.	Empobrecimento da biomassa.
Indicadores	1- Elevação da temperatura média; 2- Agravamento do déficit hídrico; 3- Aumento do escoamento superficial (torrencialidade); 4- Intensificação da erosão eólica; 5- Redução das precipitações; 6- Aumento da amplitude térmica diária; 7- Diminuição da Umidade Relativa (UR)doar.	1- Desaparecimento de árvores e arbustos; 2- Aumento das espécies espinhosas; 3- Elevação do albedo, ou seja, maior reflectância na faixa do infravermelho; 4- Mineralização do solo com perda de húmus em encostas com mais de 20graus de inclinação; 5- Forte erosão do manto superficial com formação de voçorocas; 6- Invasão massiva das areias.
Causas	Mudanças nos padrões climáticos.	Crescimento demográfico e pressão sobre os recursos.
Exemplos	Oscilações dos cinturões áridos tropicais durante as glaciações do Quaternário.	1- Desertificação das regiões periféricas do Saara (Sahel); 2- Pontos da desertificação do sul do Brasil (RS, PR).

Fonte: José Bueno Conti (1999).

Na Ásia, Europa e América do Sul, o desmatamento é uma das atividades que 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).

Na Região do Sul da Europa sua ocupação e cultivo teve características diferenciados pois são milenares passando por várias culturas e civilizações. Sendo que grande parte da região é semiárida e sujeita a secas periódicas, assim como é caracterizada pela alta densidade demográfica, concentrações industriais e pela agricultura extensiva (RÊGO, 2012)

No período de 1968 e 1973, a região subsaariana do Sahel sofreu com intensos processos de desertificação ocasionada pela exploração dos recursos naturais e com a ocorrência de secas severas. Através desses fatos essa região passou por período de estiagem prolongada, acarretando graves consequências ambientais, sociais e econômicas, o que afetou seis (6) milhões de pessoas e um rebanho estimado em 25 milhões de cabeças, 40% das quais pereceram de fome (CONTI, 2008).

Enquanto a Austrália é formada por regiões áridas e semiáridas, chuvas escassas e irregulares durante períodos do ano. O processo de desertificação nesse país teve seus primeiros

índices entre os anos de 1880 e 1890 com uma junção de fatores combinados entre esses estão o sobrecultivo, sobrepastoreio e condições econômicas desfavoráveis (LUDWIG & TONGWAY, 1995).

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

Segundo Manzano e Návar (2000), foram encontrados diferentes estágios de degradação do solo no Nordeste do México que estão sendo analisados, neste local há um grande rebanho de caprinos pasta na Tamaulipan Thornscrub (é uma ecorregião de desertos no sul dos Estados Unidos e no nordeste do México. Abrange uma área de 141.500 km², uma parte da planície costeira do Golfo no sul do Texas, norte de Tamaulipas, nordeste de Coahuila e parte de Nuevo León), ultrapassando a capacidade dessas pastagens. Sendo que a pecuária nessas áreas é muito desorganizada e realizada de forma extensiva, principalmente nas grandes propriedades de terra (“ejidos”). Alterações na composição de espécies de plantas, na cobertura de vegetação e na compactação do solo foram identificadas como primeiras respostas do sobrepastoreio nesse ecossistema.

Em relação a 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). Na Guatemala, o problema da desertificação e das secas estão vinculados aos desmatamentos por conta do aumento da fronteira agrícola e pela agricultura de subsistência.

Para Ab'Sáber (1974), no continente da América do Sul ocorrem três núcleos de regiões semiáridas, com distância bem significativa, anexados numa área continental predominantemente úmida. De sul para norte, segue os setores mais secos da região, porém percentualmente minoritários em relação aos espaços úmidos: o Diagonal arreica do Cone Sul do continente, altamente heterogênea; o Domínio das caatingas semiáridas do Nordeste brasileiro; e por último o Domínio semiárido Guajira, na fachada caribiana da Venezuela, no extremo noroeste do bloco continental sul-americano.

Enquanto na América do Sul existe alguns países com esse problema da desertificação entre eles estão Equador, Peru, Bolívia, Chile, Argentina e o Brasil. Esse grupo de nações tentam enfrentar o fenômeno, não só através das políticas públicas, mas com outros meios que possam ajudar a causa. Para Nascimento (2017), os países do Cone Sul: Argentina, Brasil,

Paraguai e Uruguai, buscam articular-se para combater a desertificação, bem como a questão dos recursos hídricos, sendo que as bacias hidrográficas são as unidades de estudo, é a questão mais relevante que ajuda na integração entre esses países.

Podemos destacar os acordos entre esses países para discutir a desertificação, por conta desse fato podemos relacionar o problema das bacias hidrográficas como análise de estudo, que justamente elas interligam essas nações. Na região da América do Sul, entra em destaque o chamado Grande Chaco Americano que abrange terras argentinas, bolivianas, paraguaias e brasileiras. Possui área com cerca de 1.140.000 km², com grande biodiversidade e uma área de floresta seca. Essa acaba sendo menos atraente por conta da escassez de água, com uma população com mais de 4 milhões de habitantes que vem sofrendo com essa problemática da aridez.

Enquanto na Argentina, 75% da sua área são propícias à desertificação, atingindo moradores desse país que equivale a nove milhões de habitantes. Grande parte dessas áreas está localizada nas províncias do Noroeste, na Patagônia e importantes áreas agrícolas da região centro-oeste, especialmente em Cuyo (BEEKMAN, 2006).

As áreas desertificadas mais críticas do Brasil estão situadas no semiárido nordestino. Alguns elementos são decisivos para este fator, como o clima (com períodos longos de seca), o tipo de solo, a geologia, a vegetação, os fatores socioeconômicos e a administração pública desta região, tendo como aspectos de grande importância a serem apontados neste processo. Um fator agravante é a concentração populacional nestas áreas. De acordo com o IBGE (2010) a Região Nordeste tem uma população de aproximadamente 53.081.950 de habitantes. Esse número faz com que seja a segunda região mais populosa do país.

Em relação a ocorrência da seca, salienta-se que é um fenômeno natural cujo os períodos sem chuvas são chamados popularmente de estiagem, são tais causas climáticas que acabam interferindo em todos os seguimentos na área econômica, social e principalmente na ambiental. Mas esse fenômeno pode ser amenizado, no período chuvoso se acumula água mananciais, rios e lagos, que vai abastecer outros afluentes, se esses ambientes forem preservados de interferências humanas, eles podem resistir aos períodos de seca.

Com a elaboração do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN – o Brasil teve um grande avanço pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), com o propósito de delimitar as áreas susceptíveis à desertificação – ASD, todas concentradas na região Nordeste desta nação, incluindo as terras dos climas semiáridos e subúmidos secos (BRASIL, 2004).

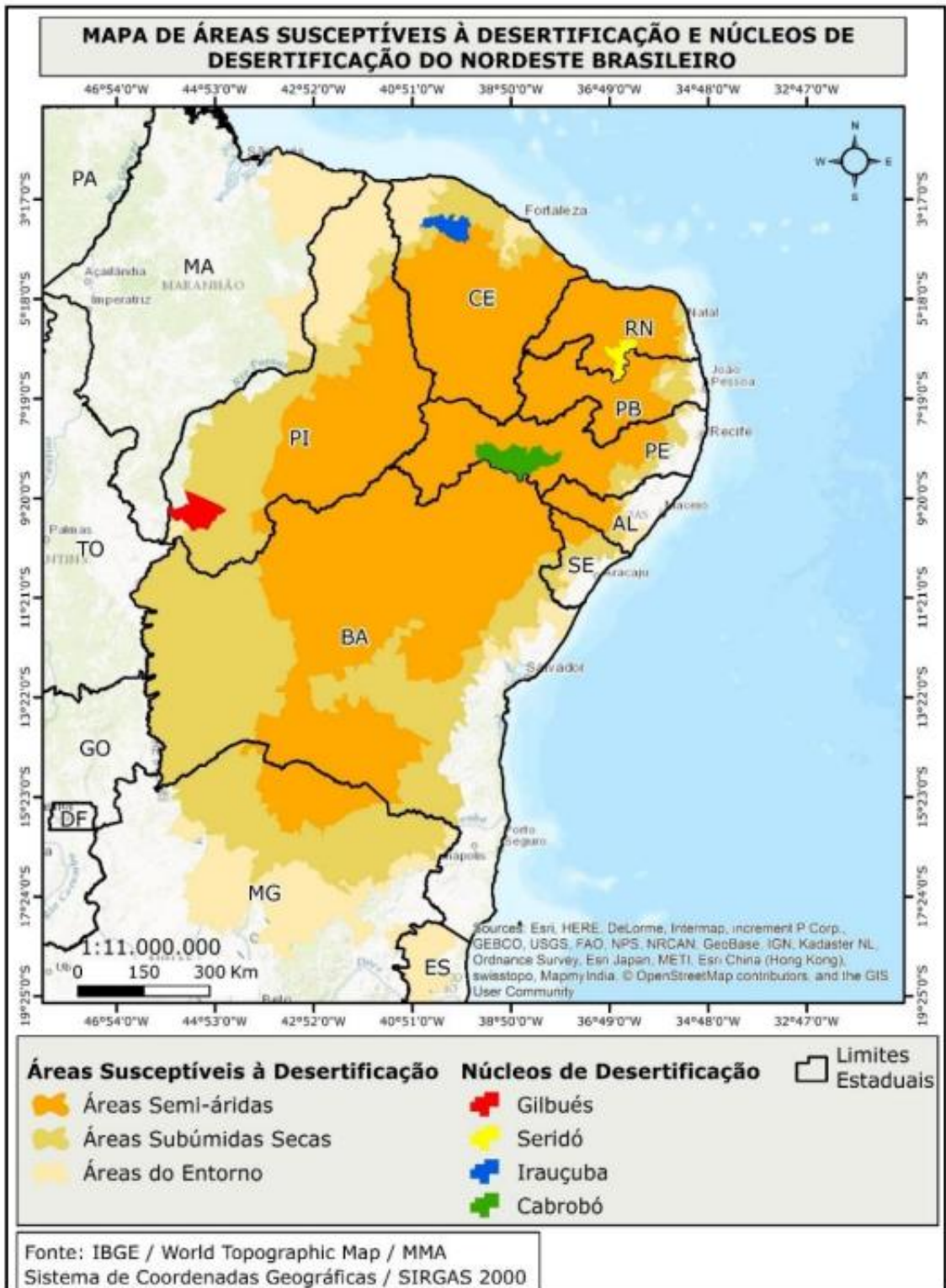
No Brasil, existem quatro áreas que são chamadas núcleos de desertificação, onde é intensa a degradação. (“Quais são os núcleos de desertificação?”) Elas somam 18,7 mil km² e se localizam nas regiões de Gilbués, no Piauí; Seridó, no Rio Grande do Norte; Cabrobó, em Pernambuco e Irauçuba, no Ceará. Todos estão localizados na Região Nordeste (Figura 2).

No núcleo de desertificação de Gilbués, que se situa no Piauí- PI, precisamente no sudoeste deste estado, os solos são degradados por conta da erosão hídrica, processo que se inicia com erosão laminar e esse processo acaba transformando em voçorocas. O clima da região é considerado tropical úmido, mas tem vários meses de déficit hídrico e ocorrência de chuvas torrenciais. A geologia é representada pelo Grupo Areado, correspondendo a pelitos e arenitos (VALLADARES, 2020).

No Seridó no Rio Grande do Norte, os aspectos ambientais favorecem a susceptibilidade da região à desertificação, onde a longa ocupação humana e o potencial de degradação imposto pelas atividades econômicas, como a extração de lenha e pecuária extensiva, proporcionaram a redução das áreas de Caatinga, raleamento da vegetação, exposição dos solos e consequente degradação, culminando em um quadro muito grave de desertificação (LUCENA, 2019).

O Cabrobó que fica em Pernambuco, precisamente no Sul desse estado e abrange os municípios de Cabrobó, Belém do São Francisco, Carnaubeira da Penha, Itacuruba e Floresta, compreende uma área de cerca de 5.000 km² e afeta uma população em torno de 24.000 habitantes. A origem da desertificação nessa área está relacionada às condições climáticas, edáficas e de ocupação e uso da terra. O solo, relevo, precipitação, temperatura e os ventos criam dentro da área condições locais para uma maior ou menor desertificação, fazendo variar a fisionomia da paisagem com graduações de sombreamento resultantes de uma maior ou menor densidade de plantas (PEREZ-MARÍN, 2012).

Figura 2. Mapa de localização dos Núcleos de Desertificação no Brasil



Fonte: PAN-BRASIL (2004)

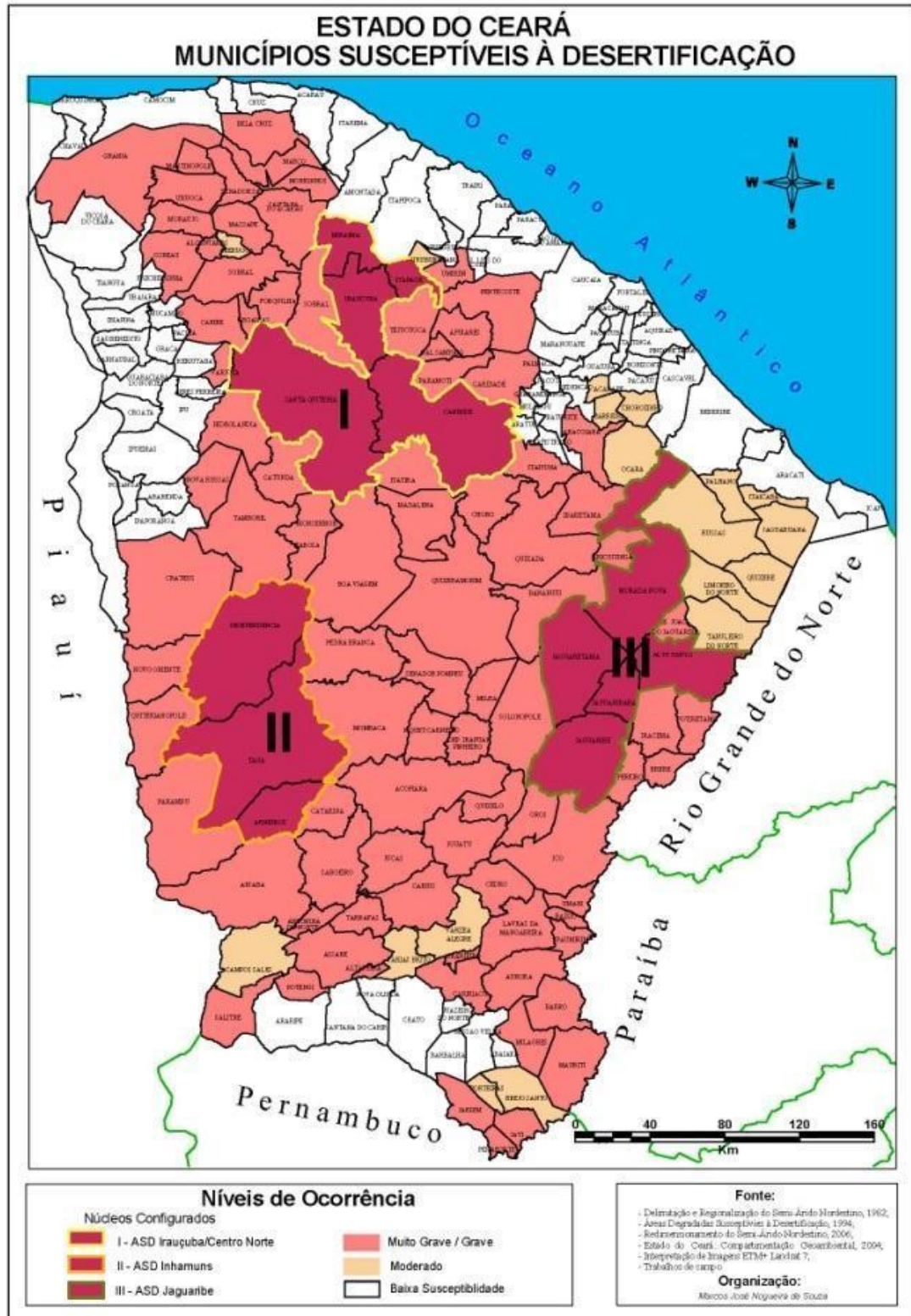
De acordo com a FUNCEME (2018) destacou que 15% do território do Brasil é suscetível à desertificação, sendo que o estado do Ceará, é incluindo 100% do seu território como área suscetível à desertificação, e que desse total, 11,54% do território já está degradado em decorrência da desertificação.

No estado do Ceará sua área total de 148.886,308 Km², tendo três áreas susceptível à desertificação corresponde a 148.886, 31 Km², ou seja, englobando cerca de 90% do território cearense (CGEE, 2016). Por esse fator, as ASDs (Área Susceptível a Desertificação) acaba incluindo o semiárido e as áreas ao seu entorno.

Para ajudar com a convivência no semiárido de uma forma mais sustentável, a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará criou um Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE Ceará (2010), que definiu as áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará tomando critérios ambientais e socioeconômicos.

Os três núcleos que são susceptíveis a desertificação do Ceará (Figura 3), são compostos por 14 municípios, localizados nos Sertões dos Inhamuns, de Irauçuba e do Médio Jaguaribe, correspondendo a 23% do Estado (CEARÁ, 2010).

Figura 3: mapa dos núcleos de desertificação do Ceará



rá

Fonte: CEARÁ (2010).

No núcleo de Irauçuba no estado do Ceará, que foi classificado pelo Ministério do Meio Ambiente como Área Suscetível à Desertificação (ASD) foram identificados os principais fatores físico-ambientais que atribuem a característica de semiaridez desta área, ao analisar os fatores antrópicos que fazem intensificarem o processo de desertificação, verificou-se que a ação antrópica de forma não planejada e de modo não sustentável, referente aos vários modos de usos dos recursos naturais, é capaz de produzir altos níveis de desgaste no solo na região.

O Ceará abrange uma área de 12.202,41 km² sendo que 92% de seu território está incluído em uma área de zona de clima semiárido. O núcleo de desertificação de Irauçuba está localizado no centro Norte do estado englobando os municípios de Irauçuba, Sobral, Forquilha, Itapajé, Santa Quitéria, Canindé e Miraíma, este último município que vai ser nosso plano de estudo.

No entanto, essa classificação das áreas susceptíveis à desertificação foi baseada na metodologia do índice de aridez de Thornthwaite (1941), esse índice deriva do cálculo entre 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 no qual a semiaridez tem sua indicação quando fica entre os números de 0,21 a 0,50 (MATALLO JUNIOR, 1999). No quadro abaixo vamos observar as classes de variações do clima e os seus respectivos valores do índice de aridez (Quadro 3)

Quadro 3: clima e índice de aridez

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

Fonte: Ceará, 2010.

Com relação a desertificação e os estudos nessa área, eles estão voltados para os mais diferentes ramos da Geografia, sejam conectados com os aspectos físicos ou sociais. A Geografia, no entanto, é uma ciência que tem como objetivo estudar a relação homem e meio. Mas ela também tem a preocupação de compreender os aspectos naturais do planeta. Segundo Mendonça (2001), a Geografia é uma ciência resultante do encontro de outras ciências, que

influenciaram no seu desenvolvimento, usando os dados das ciências exatas, naturais e humanas, preenchendo assim os vazios entre os fenômenos físicos e humanos na Terra.

Para Mendonça (2001), na história da Geografia, considerou os lugares como primeiro foco dessa ciência, depois veio a análise dos estudos ambientais. Após esses fatores se deu início a caracterização e descrição aos rumos dos estudos na área da Geografia Física, tendo forte influência da Geologia e Geomorfologia contribuindo na valorização dos estudos setoriais, neste caso a Climatologia (que é oriunda da meteorologia), Hidrologia, Pedologia e também a Vegetação. Davis e os geólogos norte-americanos foram a grande inspiração para Emmanuel Martonne, através desses fatos ele editou sua obra chamada de “*Traité de Géographie physique Générale*”, de 1909, foi através desse marco que ele se tornou o precursor dessa ciência, desassociando a Geografia Física dos aspectos sociais, além da “Geografia Física”, de Sothava e Arthur Straler (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005).

Na Geografia, os estudos integrados vão usufruir da análise sistêmica baseada na relação dos estudos setoriais e dos elementos geoambientais para chegar e incorporar os componentes por meio dos sistemas ambientais; com isso podemos utilizar alguns métodos e técnicas que juntam essa abordagem.

De acordo com Souza e Oliveira (2011) os estudos setoriais e integrados podem ser caracterizados por:

Os estudos setoriais são de natureza analítica e buscam identificar e interpretar os diversos componentes geoambientais. Esses estudos adotam procedimentos temáticos e têm metodologias e técnicas especiais de estudo. Mas representam uma etapa ou meio indispensável aos requisitos da interdisciplinaridade que conduzem ao conhecimento integrado do meio ambiente. É através desse nível de abordagem que se atinge uma concepção sintética que é de natureza sistêmica e apresenta os tipos de espaços oriundos de combinações mútuas específicas entre componentes geoambientais, conforme a caracterização de geossistemas a ser posteriormente procedida. (SOUZA e OLIVEIRA, 2011).

Em relação aos estudos setoriais eles abordam temas unitemáticos que vão tratar da natureza geológica, geomorfológica, climatológica, hidrológica, pedológica e fitológica. Eles vão ser retratados cartograficamente com alguns temas específicos, sendo que são variáveis ambientais relativas ao suporte (condições geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas) ao envoltório (clima e hidrologia de superfície) e à cobertura (solos e condições fitoecológicas). (SOUZA; OLIVEIRA, 2011)

Então as realizações dos estudos integrados são através desses diagnósticos e mapeamentos realizados, favorecendo um resumo das correlações interdisciplinares. Esses diagnósticos têm dois enfoques que são eles: o *holístico*, que inclui os fatores e processos que com-

põem o sistema, tentado não deixar só um amontoado de informações sem relações; entretanto o *sistêmico* tem como base as ligações de interdependência dos componentes.

Segundo Silva (1987 apud SOUZA E OLIVEIRA, 2011) os níveis de abordagem são determinados de três formas. Veja o quadro abaixo:

Quadro 4: Níveis de abordagem metodológica

Analítico	tenta identificar os componentes geoambientais e seus atributos e propriedades e o contexto socioeconômico.
Sintético	Configuram-se pelos arranjos espaciais, os sistemas de uso e ocupação e as de órgãos que introduzem as atividades econômicas.
Dialético	Confere o potencial e as limitações inerentes a cada unidade espacial, com as organizações impostas pela sociedade e os problemas emergentes em face da ocupação e apropriação dos bens naturais.

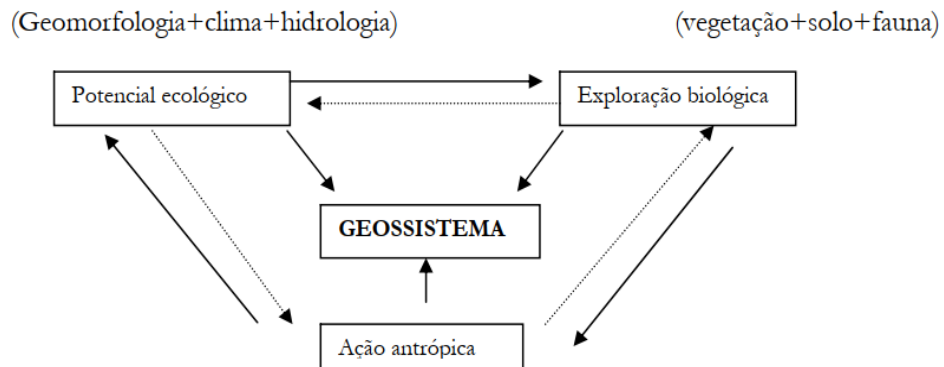
Fonte: Silva (1987) adaptado por Souza e Oliveira (2011).

No Brasil, precisamente nos anos de 1950, surge a obra “A Terra e Homem: bases físicas”, administrado por Aroldo de Azevedo. Nas décadas seguintes surge a coleção chamada de “Geografia do Brasil”, embasando as regiões do Brasil. Na Geomorfologia começa a surgir nomes como o de A. Christofolletti com a sua obra “Geomorfologia fluvial”; Aziz Ab’Saber com “Os domínios morfoclimáticos na América do Sul e “Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados” e por fim Margarida Penteado com seu livro Fundamentos de Geomorfologia” (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005).

No campo da Climatologia teve ênfase as seguintes obras: “Teoria e clima urbano”, “Análise rítmica em Climatologia”, “O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas” e “A Questão ambiental no Brasil 1960-1980”; de Carlos A. Figueredo Monteiro. Enquanto Edmond Nimer publica através do IBGE um trabalho sobre o clima brasileiro. Na Geografia Física podemos ressaltar a importância de Jean Tricart e Georges Bertrand, nos anos entre 1960 e 1970, fazendo uma correlação dos aspectos físicos do planeta e as relações sociais fazendo com esses fatores tenham uma ação mais rápida.

Com a análise na perspectiva dos estudos holísticos, Bertrand (1968) acaba se tornando referência para os Geossistemas como base metodológica na Geografia, assim com outros autores importantes como Tricart (1977), e mais recentemente Souza e Oliveira (2011), com discussões que utilizam da análise integrada para subsidiar diferentes níveis de zoneamento, seja em áreas urbanas ou rurais.

Figura 4: Esquema representativo da dinâmica do geossistema



Fonte: Bertrand (1968).

Os estudos integrados têm adotado uma conduta de grande importância na área das ciências da natureza, isso tem sido demonstrado com os trabalhos produzidos neste campo da visão sistêmica do meio ambiente. Através desses acontecimentos a Geografia têm o papel de juntar nesse processo.

Neste processo podemos citar alguns autores como Bertrand (1971), Bertalanffy (1973) Tricart (1977-1981), Oliveira (1990), Christofolletti (1999), Souza (2000) e Souza e Oliveira (2011), esses são alguns fundamentalistas das bases teóricas e metodológicas da pesquisa na área sistêmica, com bases nos conhecimentos na esfera da Geografia Física (COSTA, 2014)

Já as escolas Francesas e Russas foram responsáveis pela divulgação da metodologia geossistêmica e da análise da paisagem, principalmente por conta da União Soviética, foi neste contexto que Sotchava (1977) apresenta o geossistema não sendo exclusivamente um estudo dos elementos da natureza, mas com as ligações entre eles, não tendo só à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas contribuindo para uma análise mais detalhada, entre outros fatores.

No ano de 1977, Tricart publica sua obra a “Ecodinâmica” sendo uma matriz metodológica, neste livro o autor ressalta a dinâmica como ponto da avaliação, dando um guia a classificação dos meios, e sugere três tipos de meios morfodinâmicos vistos no (Quadro 5)

Quadro 5: Meios Morfodinâmicos

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, sua dissecação é moderada.
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 fortemente 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.

Fonte: Tricart (1977), adaptado por Cezário (2019).

2.2 Terras secas e os desafios dos indicadores

Quando discutimos um tema como a desertificação que é complexo, por conta desse fato, devemos abranger diversos fatores como humanos e naturais que tem variações em suas escalas como na esfera global, regional e local. Então para apresentar esses indicadores da desertificação foram selecionados trabalhos com metodologias relacionadas ao tema.

Na antiguidade houve uma relevância humana na análise dos indicadores para poder compreender o real estado da natureza e prevenir acontecimentos no futuro. Nas comunidades primitivas utilizavam indicadores para alguns acontecimentos relevantes como para migrações de animais de acordo com as estações do ano, ou por conta de enchentes dos rios e as mudanças promovidas nos ambientes.

Um indicador que estabeleceu como um instrumento na análise de determinadas realidades entregando informações que possam viabilizar em diferentes tomadas de decisões, desejando os melhores aperfeiçoamentos necessários à mesma (MOURA, 2005).

No Brasil o primeiro autor a relatar a temática e a problemática da desertificação foi o professor José Vasconcelos Sobrinho, da Universidade Federal de Pernambuco, o conceito surge como a degradação das terras produtivas no semiárido, foram conduzidos na região

Nordeste, com a publicação do artigo “O deserto brasileiro”, expondo às terras do Nordeste já comprometidas pela degradação, as quais foram denominadas "núcleos de desertificação" (SALES, 2002).

Segundo Sampaio e Araújo (2005), o Professor Sobrinho fez uma lista com 34 indicadores (Quadro 6), mas dividiu em 6 categorias, dentre elas: vegetação, fauna, uso da terra, parâmetros biológicos-humanos, processos sociais e tipos de assentamento. É importante destacar que alguns desses indicadores foram explicados, enquanto outros apenas citados. Depois desse artigo, começaram a aparecer outros trabalhos com este tema no Brasil, tendo o Nordeste como a principal referência.

Quadro 6: Indicadores de desertificação propostos por Vasconcelos Sobrinho (1978)

Indicadores físicos	Indicadores Biológicos -Agrícolas		Indicadores Sociais			
	Vegetação	Fauna	Uso da Terra	Parâmetros Biológicos-Humanos	Parâmetros de processos sociais	Tipos de assentamento
a) grau de salinização e alcalinização	a) Cobertura vegetal	a) espécies chaves	a) agricultura por irrigação	a) estrutura da população e taxas demográficas	a) conflito	a) assentamento recente
b) profundidade das águas subterrâneas e qualidade da água	b) Biomassa a cima da superfície	b) populações de animais domésticos	b) agricultura de sequeiro	b) índices de nutrição	b) imigração e emigração	b) expansão do assentamento
c) profundidade dos solos	c) espécies chaves: distribuição e frequência	c) composição de rebanhos	c) pastoreio	c) índice de saúde pública	c) Marginalização	c) diversificação do assentamento
d) número de tormentas de pó e de areia		d) produção	d) corte e eliminação da cobertura vegetal para combustível			d) abandono do assentamento
e) presença de crosta no solo			e) mineração			
f) Quantidade de matéria orgânica no solo			f) instalação de turismo e de recreio.			
g) Volume dos sedimentos nas correntes de água						
h) Área de cobertura de vegetação e turbidez das águas superficiais						

Fonte: Vasconcelos Sobrinho (1978), adaptado por Gois (2020).

Outra metodologia que em sua maior parte é baseada nos indicadores físicos e econômicos e a susceptibilidade climática (que são os índices de aridez), alguns foram encontrados em determinadas Regiões do Brasil através do processo de desertificação, por conta das suas origens. São elas as seguintes: 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 (RODRIGUES, 1995).

Essa metodologia é bastante criteriosa, uma vez que ela pretende auxiliar na medição do processo de desertificação, colocando os indicadores em dois grupos distintos: indicadores de situação e indicadores de desertificação (Quadro 7). Enquanto os indicadores de situação são os relacionados a fatores climáticos, econômicos e sociais. Já os indicadores de desertificações estão vinculados com os dados de vegetação, solos e recursos hídricos (MARTALLO JUNIOR, 2001).

Quadro 7: Indicadores de desertificação apresentado por Martollo Júnior, 2001

Indicadores de Situação		
Clima	Método	Periodicidade
Precipitação	Coleta em Estações meteorológicas	Diário
Insolação	Coleta em estações meteorológicas	Diário
Evapotranspiração	Coleta em estações meteorológicas	Diário
Sociais		
Estrutura de Idades	Censo demográfico	Decenal
Taxa de Mortalidade Infantil	Censo e Pesquisa hospitalar	A cada 10 anos para o censo e 2anospara a pesquisa hospitalar
Nível Educacional	Pesquisa educacional	Decenal ou quinquenal
Econômico		
Renda Per Capita	Pesquisa amostral domiciliar	A cada 2anos
Uso do Solo Agrícola	Censo Agropecuário	Decenal
Biológicos		
Cobertura Vegetal	Imagens orbitais	A cada 5anos; ou a determinar.
Estratificação da Vegetação	Pesquisa de campo por amostra de território	A determinar
Composição Específica	Pesquisa de campo por amostra de território	A determinar
Espécies Indicadoras	Pesquisa de campo por amostra de território	A determinar
Físicos		
Índice de Erosão	Imagens orbitais	A cada 5anos
Redução de disponibilidade hídrica	Monitoramento hídrico	Anual ou a determinar
Indicadores de Desertificação		
Indicadores Agrícolas	Método	Periodicidade
Uso do solo agrícola	Imagens orbitais	A cada 5anos
Rendimento dos Cultivos	Pesquisa Agrícola	A cada 1 ou 2anos
Rendimento da Pecuária	Coleta de informação sobre a produção animal	A cada 1 ou 2anos
Outro		
Densidade Demográfica	Censo	Decenal

Fonte: Martollo Júnior (2001), adaptado por Gois (2020)

Há uma grande diversidade de fatores biofísicos e socioeconômicos que abordam o processo de desertificação, como a diversidade para definir alguns indicadores principais. Segundo (CARVALHO, 2001):

(...) Procuram-se, há bastante tempo, indicadores ambientais que permitam identificar, caracterizar e quantificar, a destruição provocada pela atividade antrópica descontrolada. Muitos indicadores e índices de desertificação foram propostos e utilizados em diversos estudos, mas ainda não se chegou a um sistema que seja aplicável a todas as necessidades. Em geral, eles são vistos, sob ponto de vista limitado, em termos de representação espacial e temporal (...).

Em relação a esse fato a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD) segue como critério para a definição das áreas de desertificação através do índice de aridez, sendo baseada em Thornthwaite (1948). Enquanto esse índice de aridez é proveniente da metodologia de UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) (1992), sendo adaptada pela FUNCEME (2017).

2.3 Procedimentos operacionais

Nesta etapa dos procedimentos operacionais é relatado como foram elaboradas as etapas dessa pesquisa e como os objetivos foram atingidos. Na primeira etapa foram levantados estudos bibliográficos relacionado ao tema, na segunda etapa o trabalho de campo, e na última etapa elaboração de mapas temáticos. Sendo que essas fases do trabalho são de fundamental importância para sua interpretação.

Na primeira fase deste trabalho, foram levantados os estudos bibliográficos, entre estes autores estão os seguintes: (Bertrand, 1972), (Sotchava, 1977), (Tricart, 1977), (Souza, 2000), (Souza; Oliveira, 2011), esses são alguns autores do planejamento ambiental. (Matallo Júnior, 1999), (Brasil, 2004), (Abraham, *et al.*, 2006), (Oliveira, 2006, 2011), (Conti, 2008), (Ceará, 2010), (Souza; Oliveira, 2012), (CGEE, 2016), enquanto esses são autores estão relacionados à degradação ambiental e à desertificação.

Na segunda etapa foi realizado o trabalho de campo nos dias 19 e 20 de julho de 2021 na cidade de Mirafima, onde foram analisados diferentes elementos, tanto no aspecto físico (geomorfologia, pedologia, recursos hídricos, vegetação e seus recursos hídricos), como também nos aspectos socioeconômicos na área central do município.

Para a produção dos mapas, foram utilizadas as seguintes bases:

- Limites municipais IPECE, Corpos d'água, estradas, localidades e sede municipal;
- Mapeamento Geológico CPRM, Pinéo 2020;

- Mapa hipsométrico e de declividade gerados a partir da imagem SRTM 30m;
- Mapeamento geomorfológico com base no IBGE.

Após o levantamento e análise dos dados coletados em gabinete e em campo, foram discutidos os principais pontos de pressão sobre os recursos naturais da área, e sua repercussão no avanço da desertificação no município de Miráíma.

3 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE PESQUISA

O Estado do Ceará está situado na Região Nordeste do Brasil, sua área de extensão é de 148.000 km², encontra-se no Polígono das Secas, que tem como característica a irregularidade de chuvas que vão se concentrar nos quatro primeiros meses do ano. Nesta situação a água acaba se tornando um bem natural escasso, e por ser restrita acaba por prejudicar o desenvolvimento socioeconômico e também na subsistência da população deste local (CPRM, 1998).

Segundo Souza e Oliveira (2002) na realidade geoambiental do Ceará o fator determinante é a condição climática, definida pela semiaridez e as suas tipologias da paisagem que constituem as terras secas. O clima é semiárido e as temperaturas mantêm um padrão entre 26°C e 28°C. A vegetação de Caatinga também é marcada por conta do período chuvoso irregular que varia de 500 a 800 mm anual e a alta evaporação das águas que contribui para déficits hídrico, prejudicando algumas atividades locais como no caso da agropecuária.

O domínio morfoclimático que tem maior relevância no Ceará é o domínio da Caatinga, que vem recebendo notoriedade por conta do seu uso e ocupação do solo, para poder entender melhor a dinâmica do semiárido brasileiro (COSTA, 2014).

Souza (1988) determina essas unidades morfoestruturais para o estado do Ceará, são essas a sequência: O primeiro – domínio dos depósitos sedimentares cenozoicos: planícies e terraços fluviais; formas litorâneas e os tabuleiros. O segundo – domínio das bacias sedimentares paleomesozoicas: que são as chapadas do Araripe e do Apodi e o Planalto da Ibiapaba (Serra Grande). E o terceiro – domínio dos escudos e dos maciços antigos: Planaltos Residuais e Depressões Sertanejas.

A Depressão Sertaneja representa grande parte do território cearense englobando 70% do seu território, tal formação se caracteriza pelas superfícies aplainadas, resultantes da ação erosiva sobre o relevo.

Dessa forma o objetivo desse trabalho está inserido nas depressões sertanejas, pois tem uma grande importância para o estado do Ceará, com isso podemos considerar que grande parte da população cearense vive nessa área que ficam as terras secas.

3.1 Localização

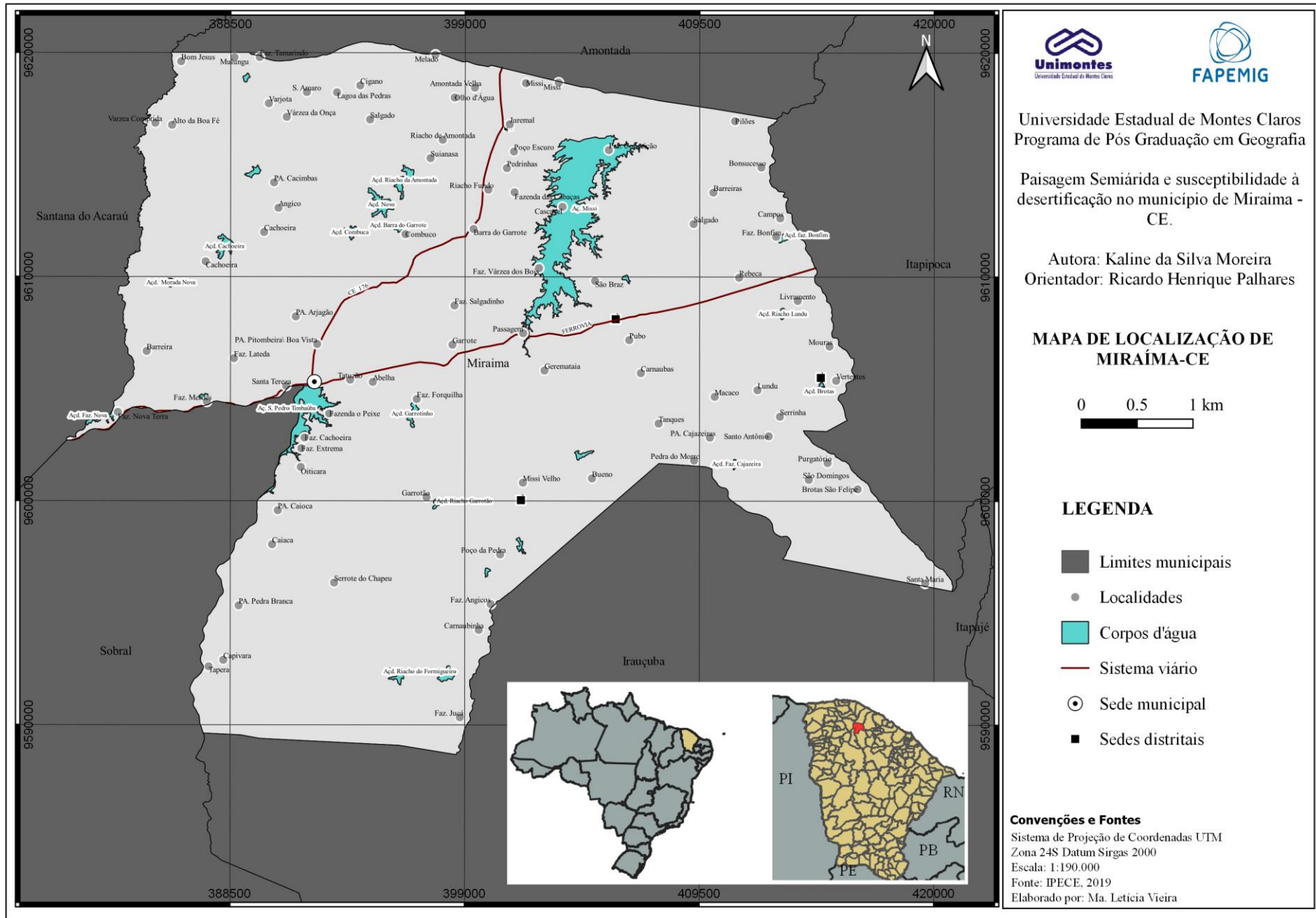
Miraíma (Figura 5) é um município do estado do Ceará que está localizado na Mesorregião do Noroeste Cearense, limitando-se com os municípios de Irauçuba, Morrinhos, Sobral, Santana do Acaraú, Amontada, Itapipoca e Itapajé. Compreende com uma área de 660 km², tendo como os principais fatores para o surgimento da cidade a construção do açude (São Pedro da Timbaúba) e a ferrovia Sobral-Fortaleza e a sua respectiva estação de passageiros, depois transformada em Paço Municipal.

Formação Administrativa nos quadros de apuração do Recenseamento Geral de 1º de setembro de 1920, figura no município de Itapipoca o distrito de São Pedro do Timbaúba. Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, figura no município de Itapipoca o distrito sob a denominação de Timbaúba ex-São Pedro da Timbaúba. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 31 de dezembro de 1936 pelo decreto de lei estadual nº 1114, de 30 de dezembro de 1943, o distrito de Timbaúba passou a denominar-se Miraíma. As primeiras manifestações de apoio eclesial (igrejas) datam da edificação da capela cujo oráculo dedicou-se a São Pedro, tendo como órgão subordinante o Bispado de Itapipoca. (IBGE, 2021).

O município de Miraíma era distrito de Itapipoca, mas em 1988 ele foi intitulado à categoria municipal (IPECE, 2017). Em divisão territorial datada de 2005, o município é constituído de 4 distritos: Miraíma, Brotas, Poço da Onça e Riachão. Vamos relatar cada localidade abaixo:

A sede de Miraíma possui uma população de aproximadamente 6.869 habitantes, (IBGE, 2010). Nele estão concentradas as atividades administrativas da cidade. Possui estrutura com postos de saúde, hospitais, escolas de ensino médio, fundamental e infantil, entre outros.

Figura 5: Localização da área de estudo



Em relação a população residente de Miraíma é de aproximadamente 13.965, dados do IBGE ano de 2021, sendo que 6.847 habitantes vivem na área urbana e 5.953 vivem na zona rural. Em relação ao clima do município, este possui características semiáridas, as médias térmicas anuais estão entre 26° e 28°C, com uma precipitação média anual abaixo de 897,5 mm, este período chuvoso ocorre entre os meses de janeiro a maio (IPECE, 2017).

Na região onde está inserido o município é marcante o estudo do tema desertificação, pois a identificação e análise dos problemas vinculados a esse processo, suas causas naturais e antrópicas são inúmeras. Assim, as ações para combater o efeito da desertificação estão de acordo com as variedades e situações do local (HARE *et al.*,1992).

3.2 Caracterização geológico-geomorfológico

Os estudos dos materiais litológicos são de grande importância para compreender a integração da paisagem, pois contribui nas formações morfoestruturais, como nas resistências e na composição das rochas, mas vai depender também do seu material de origem, enquanto no campo hidrológico associa-se à capacidade de absorção e armazenamento de águas subterâneas e superficiais. O conhecimento geológico de uma área favorece o planejamento ambiental de um determinado espaço.

A caracterização da geologia e da geomorfologia de um determinado local serve para entender melhor os aspectos morfoestruturais do ambiente estudado. Entretanto, os estudos integrados são necessários para a análise de cada aspecto e suas particularidades. Há grandes variações quanto à geologia no ambiente semiárido, porém com predomínio de rochas cristalinas, seguidas de áreas sedimentares. Em menor proporção, encontram-se áreas de cristalino com cobertura pouco espessa de sedimentos arenosos ou areno argilosos. Este fato, não é difícil de encontrar em áreas que tem os solos arenosos e profundos e próximos de áreas com solos argilosos e rasos (LESSA, 2019).

A compartimentação geomorfológica de Miraíma tem como feições predominantes a depressão sertaneja, maciços residuais (serras), cristas e grupamento de inselbergs e, planícies de acumulação.

Segundo FUNCEME (2015), a depressão sertaneja é o compartimento de maior expressão espacial, expondo-se abaixo dos níveis altimétricos de 300 metros. Sob o ponto de vista geoambiental, tem como características comuns: predominância de litotipos paleoproterozóicos do Complexo Ceará (Unidades Canindé e Independência) e neoproterozóicos, do

Complexo Tamboril – Santa Quitéria; área submetida às influências do clima semiárido com índices pluviométricos inferiores a 800 mm; coeficientes térmicos superiores a 26°C com altas taxas de evaporação e evapotranspiração, configurando balanço hídrico deficitário durante quase todo o ano; expressiva ocorrência de cursos d'água, todos dotados de intermitência sazonal; solos rasos, pedregosos e afloramentos rochosos muito frequentes; área extensivamente recoberta pela caatinga que expõe variados padrões fisionômicos e florísticos, tendo sido fortemente afetados pela expansão da degradação ambiental e da desertificação.

Trata-se de uma superfície de aplainamento onde os processos de pediplanação truncaram, indistintamente, os mais variados litotipos anteriormente referidos. Extensas rampas de erosão têm caimento suave para os fundos de vales. Coalescem para configurar o contexto geomorfológico da depressão, desenvolvida ao longo do Cenozoico superior.

Os maciços residuais são constituídos, predominantemente, por litotipos granito migmatíticos e quartzitos, cuja resistência maior, comparativamente às rochas que compõem a depressão sertaneja, demonstra os efeitos seletivos da erosão diferencial. Os dobramentos antigos ainda se refletem na morfologia por meio de cristas e vales paralelos e com modelo de relevos apalacheanos. Entre os interflúvios há ocorrência de planícies alveolares cuja cobertura detrítica é composta por sedimentos aluviocoluviais (FUNCEME, 2015).

A serra de Uruburetama se apresenta com quase 1000 km² de área, caracterizando-se como um batólito com rochas graníticas e granodioríticas. Mostra-se fortemente dissecada em morros, colinas e cristas alternadas por vales e planícies alveolares. Cristas e agrupamentos de inselbergs dispersam-se na depressão sertaneja, especialmente na região de Irauçuba. Têm litotipos mais resistentes, como granitos, migmatitos e quartzitos (FUNCEME, 2015).

Em relação ao relevo, vai depender da altitude onde ele estará inserido, podendo atuar como uma barreira orográfica da umidade oriundos das massas de ar que atuam na região. A precipitação orográfica ocorre em áreas que apresentam elevadas variações de altitude, podendo ocorrer em qualquer época ou durante o ano todo, isso ocorre por conta da elevação do ar úmido e quente sobre um terreno elevado, podendo ocorrer eventos como o barlavento (é o lado de onde sopra o vento) e Sotavento (é o lado oposto ao lado do qual sopra o vento) que são fatores que alteram a dinâmica de distribuição da precipitação nas distintas porções do relevo (FERREIRA, 2021).

No que se refere às planícies fluviais, são áreas planas resultantes da acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas que bordejam as calhas dos rios, apresentando a ocorrência de solos aluvionais com profundidade e imperfeitamente drenados, apresentando pro-

blemas eventuais de salinização. Associando-se a isso a presença de mata ciliar e carnaúbas como uso predominante pelo agroextrativismo. Essas áreas estão sujeitas quando ocupadas à degradação da mata ciliar, o que gera o desencadeamento de processos erosivos e assoreamento, poluição do recurso hídrico e inundações e cheias (LOURENÇO, 2013).

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 no decorrer do seu percurso (PETERSEN; SACK; GABLER, 2014). As principais planícies fluviais que se destacam pela extensão e expressão de aporte hídrico no período chuvoso como o rio Aracatiaçu e os açudes São Pedro da Timbaúba, na sede do município e o Açudes Missi, no interior do município.

Os estudos dos aspectos geomorfológicos são de grande importância para entender a paisagem e explicar a 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 realizada 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. Uma das formas de distinguir as diferentes formações do relevo e a topografia do terreno é pelo mapa hipsométrico, que mostra as áreas rebaixadas e mais altas da superfície. Por este fato verifica-se a predominância das áreas rebaixadas, ou seja, da depressão sertaneja no município de Miraíma.

Pensando na capacidade de suporte das unidades sistêmicas, elaborou-se o perfil topográfico, com o intuito de espacializar o modelado das unidades sistêmicas presentes. A partir do perfil, nota-se que as unidades delimitadas Depressão Sertaneja, Maciço Residual e Planície Fluvial apresentam diversos tipos de usos e de atividades, destacando-se especificamente, as dinâmicas de ocupação relacionadas a agricultura de subsistência, a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal, como é visto no Quadro 8.

Quadro 8: Síntese das Características Geológicas e Geomorfológicas

GEOLOGIA		GEOMORFOLOGIA		
Unidades Litoestratigráficas	Cronologia	Compartimentação do relevo	Classificação do relevo e das formas	Feições geomorfológicas e modelado
Depósitos Aluviais	Quartenário (1,5 M.A.)	Planície fluvial, várzeas e áreas de acumulação	Relevo plano e ondulado, apresentando formação de acumulação	Planícies e terraços fluviais
Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria	Neoproterozóico III (540 - 640	Depressão sertaneja e Maciços residuais	Relevo plano e fortemente ondulado, apresentando formas deprimidas com	

	M.A.)		
Complexo Ceará – Unidade Canindé e Independência	Riaciano (2050- 2300 M.A.)		superfícies erosivas planas e ou ligeiramente dissecadas Depressões periféricas e interplanálticas submetidas a processos de pedimentação

Fonte: LOURENÇO (2013)

Figura 6: Mapa geológico da área de pesquisa

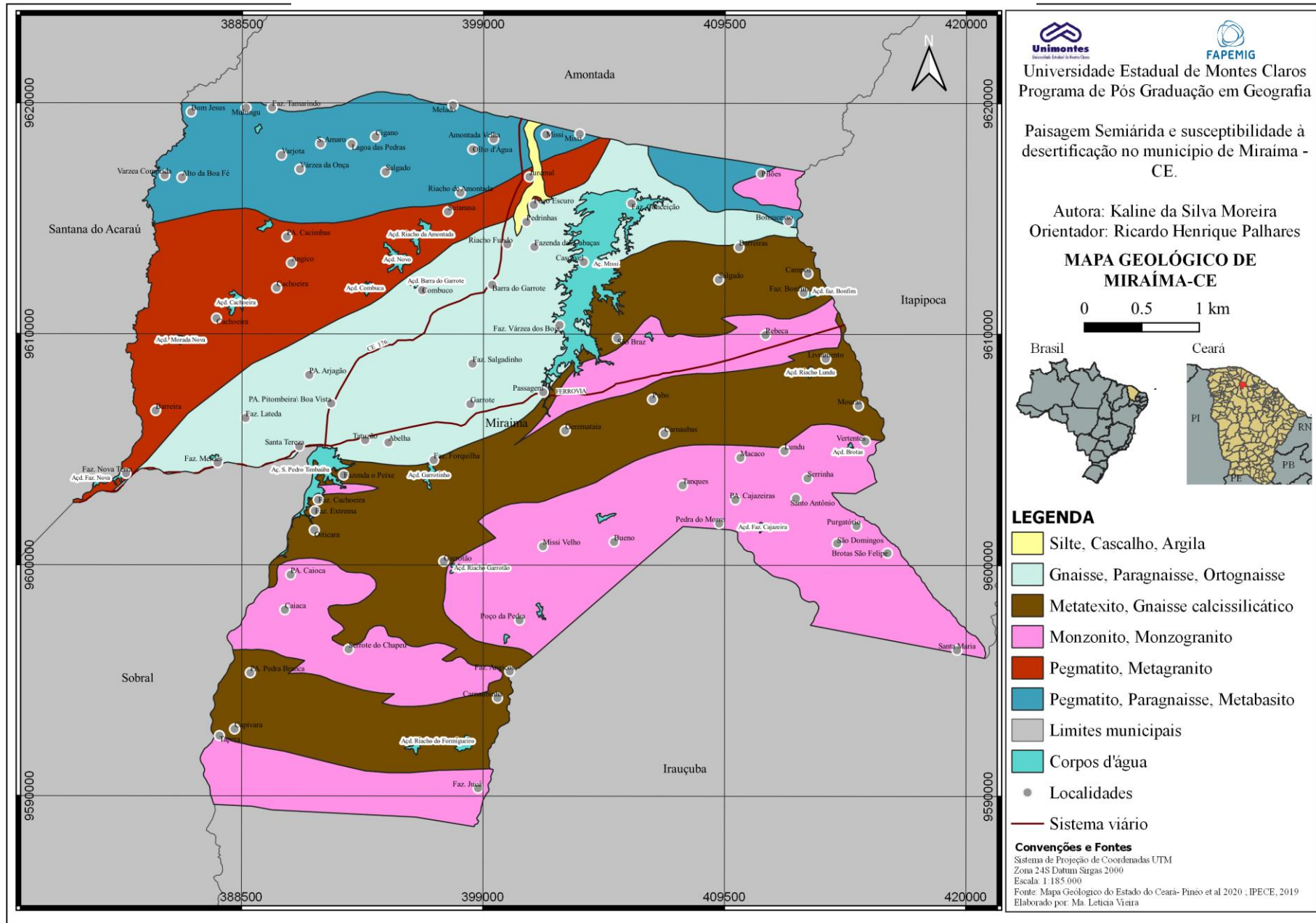


Figura 7: Mapa hipsométrico da área de pesquisa

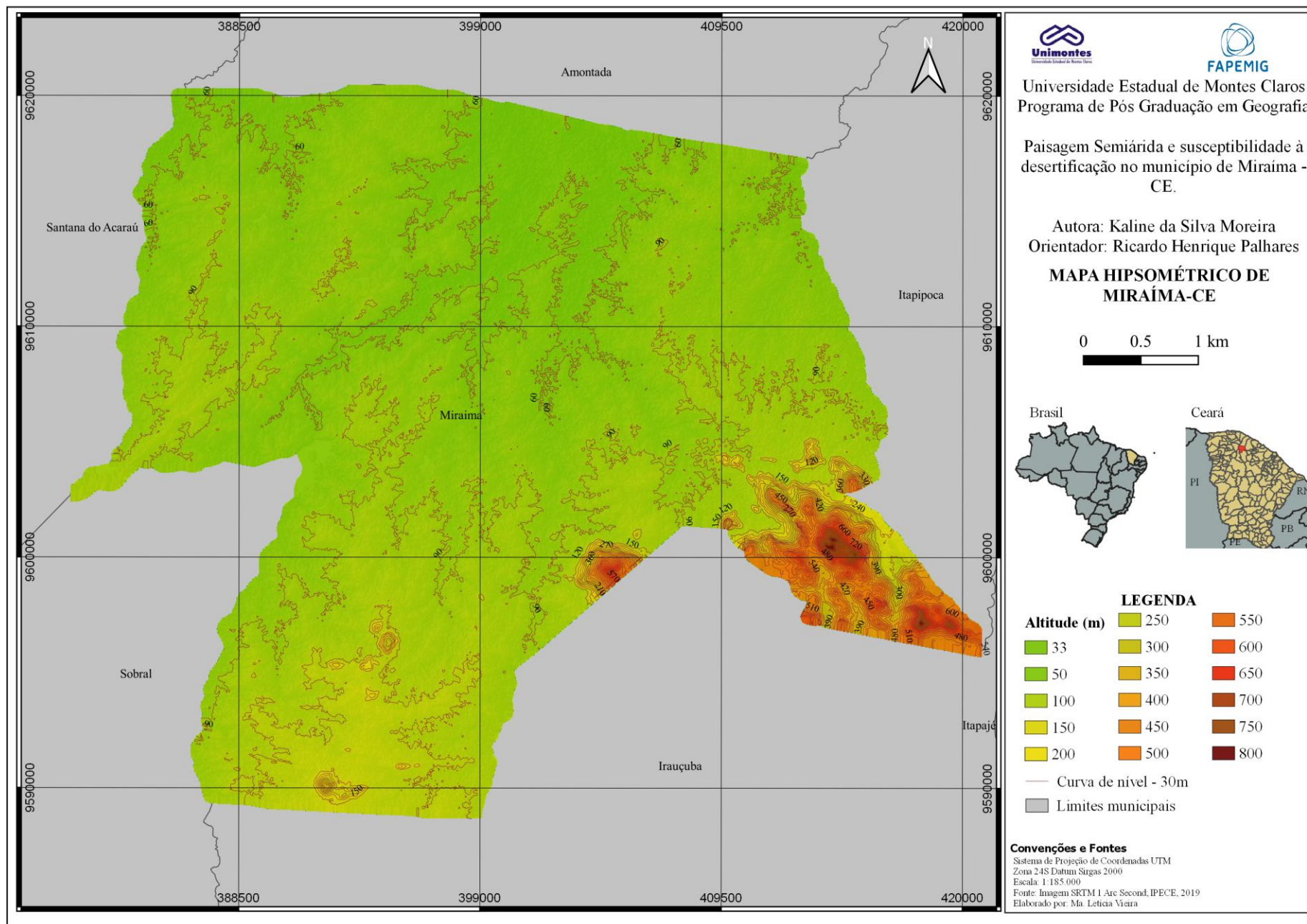


Figura 8: Mapa de declividade da área de pesquisa

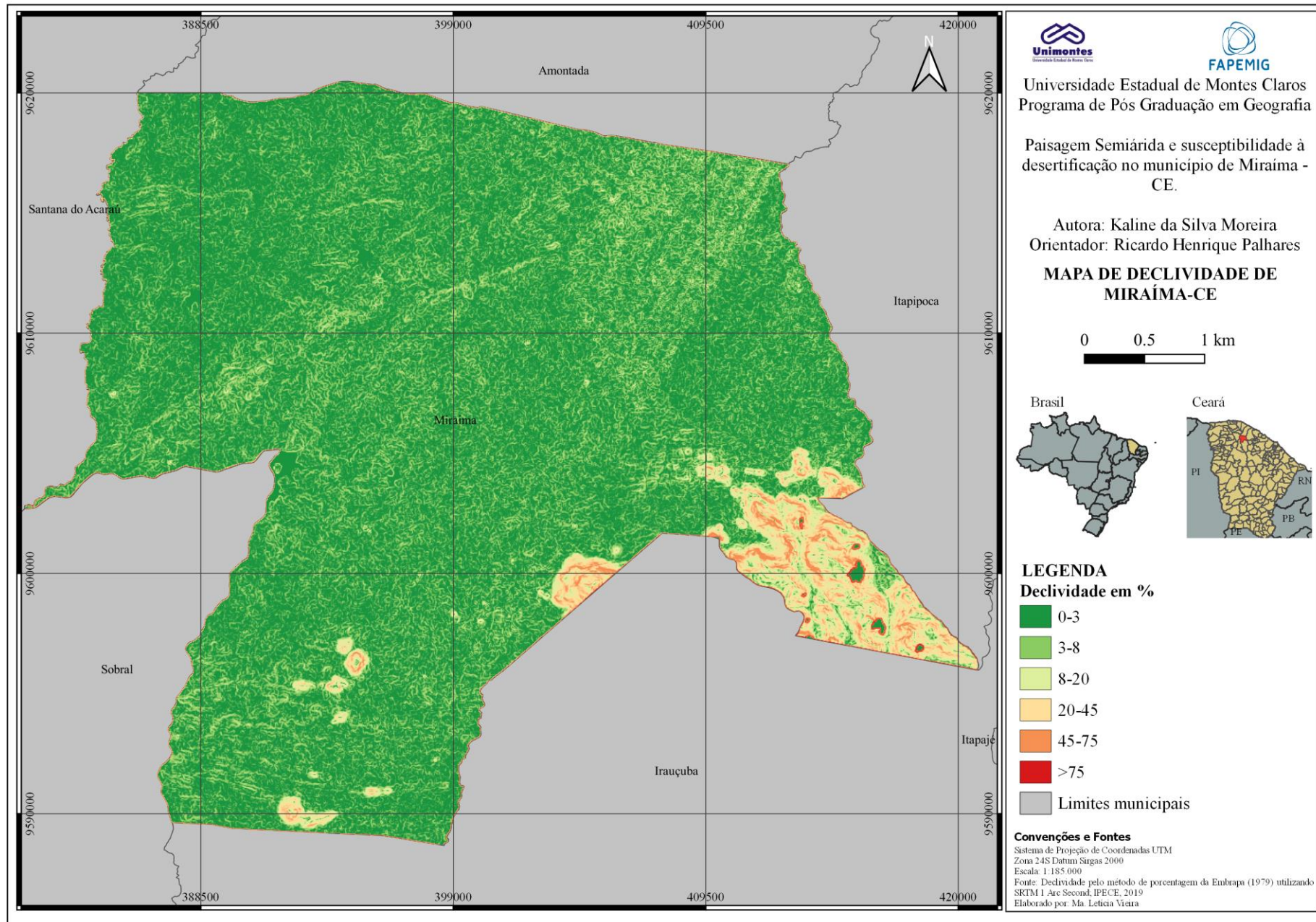
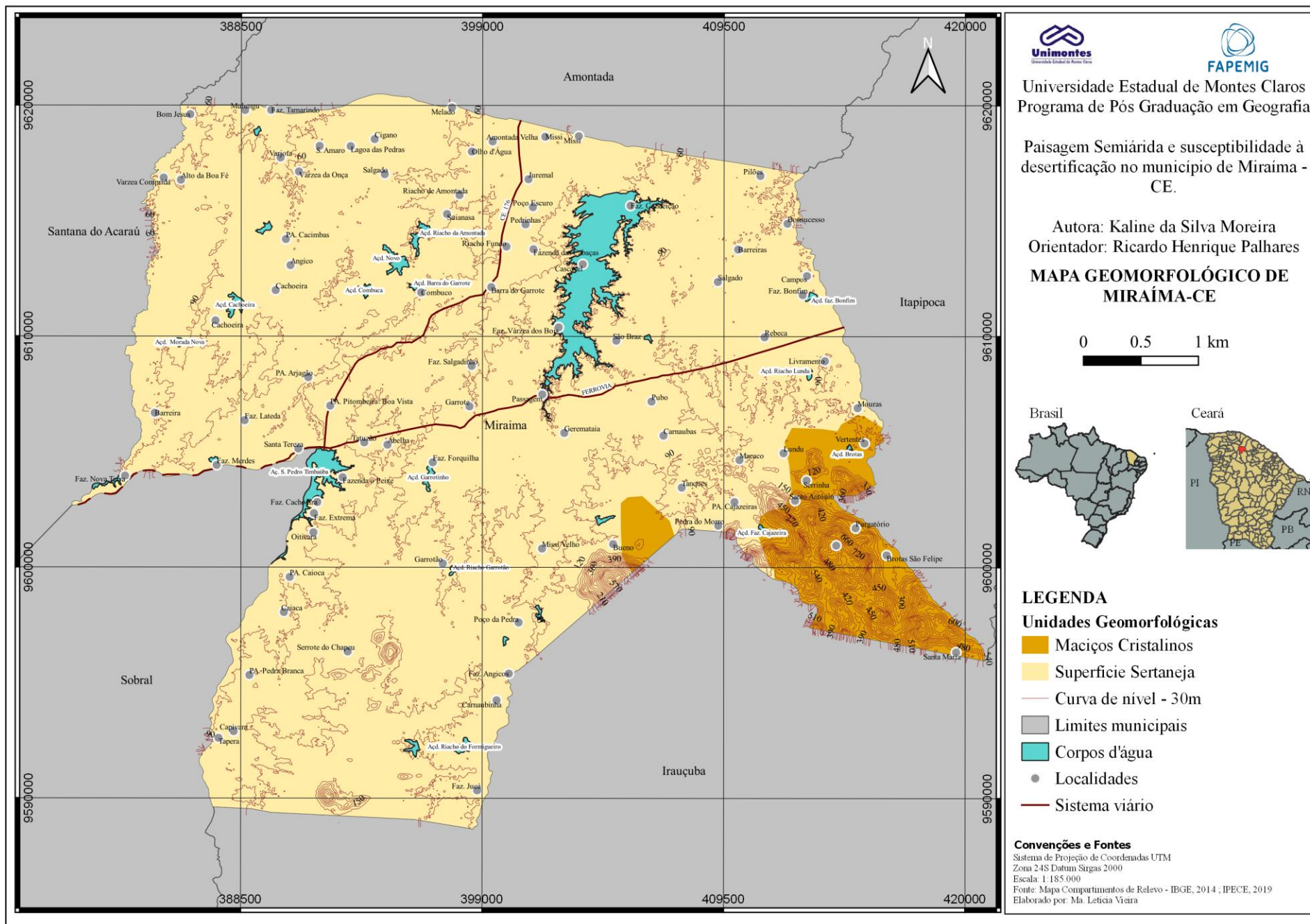


Figura 9: Mapa geomorfológico da área de pesquisa



3.3 Condições hidroclimatológicas

O clima é resultado de um sistema complexo de todos os elementos terrestres (relevo, vegetação, hidrografia, tipos de solos, etc.) em uma expressiva variabilidade espaço temporal, sendo um elemento definidor na organização do espaço e um fator de configuração de um lugar, como se observa no semiárido nordestino (JURCA, 2005).

No semiárido nordestino está localizado o estado do Ceará, onde fica o núcleo de Desertificação de Irauçuba, por sua vez está incluso nesse núcleo o município de Miraíma, localizado entre as coordenadas latitude $3^{\circ} 34' 11''$ S e longitude $39^{\circ} 58' 12''$ O, próximo a linha do Equador, onde as temperaturas são bastante elevadas. Contudo, nessa região os ventos são de origem nordeste e sudeste sendo denominados ventos alísios que por definição, são deslocamentos de massas de ar em direção à Zona de Convergência Intertropical - ZCIT do globo terrestre, estas áreas são de baixas latitudes com intensa convergência. A área é caracterizada pela ocorrência de condições típicas de regiões semiáridas, com totais pluviométricos que não ultrapassam os 800mm.

Existe outros fenômenos astronômicos e superficiais no oceano e no continente, como por exemplo os ventos que possuem significativas influências nas latitudes 0° à 5° e acabam sendo o principal sistema atmosférico que atua na distribuição de chuvas na parte setentrional do nordeste brasileiro; as precipitações ocorrem entre os meses de fevereiro a maio no período denominado de quadra chuvosa, constata-se a ocorrência nítida de duas estações bem definidas, uma chuvosa, correspondente ao período verão e outono, e outra seca, relacionada com o período inverno e primavera. Em geral, o trimestre mais chuvoso é o de março, abril e maio e o menos chuvoso compreende setembro, outubro e novembro (FUNCEME, 2015).

Dentre esses fenômenos atmosféricos que influenciam e atuam na dinâmica da região nordeste destaca-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sendo que há outros mecanismos, tais como: 1- Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); 2- Temperatura da superfície do mar (TSM) na Bacia do Oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3- Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); 4- Frentes Frias; 5- Linhas de Instabilidade (LI); 6- dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), 7- brisas marítima e terrestre. Esses sistemas são discutidos a seguir:

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é uma faixa de nuvens que fica ao redor do globo terrestre precisamente na faixa equatorial. Essa zona surgiu a partir da confluência dos ventos alísios provenientes do hemisfério norte com os ventos alísios oriundos do hemis-

fério sul. A partir do encontro desses ventos sobre a Linha do Equador ocorrem altas precipitações pluviométricas devido as altas umidades que são levadas pelos ventos para a região Nordeste vindas dos oceanos e dos continentes, originando a formação de nuvens de chuva nessa faixa equatorial. É um importante sistema de circulação atmosférico, definindo a quantidade de chuva sobre o semiárido Cearense. Sua variação vai depender da temperatura do Oceano Atlântico (LEITE, 2021).

O fenômeno ENOS, conhecido como El Niño é um sistema oceânico atmosférico que se manifesta sobre o oceano Pacífico entre a Indonésia e a América do Sul. Sendo um dos sistemas responsáveis pela ocorrência de baixos índices precipitações no Ceará, esse evento pode acontecer em intervalos de três a cinco anos (ZANELLA, 2009).

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) que atingem a região Nordeste do Brasil se formam no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março e sua trajetória, normalmente, é de leste a oeste com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. Esse sistema é constituído por um conjunto de nuvens que tem a forma de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsistência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (LOURENÇO, 2013).

As Linhas de Instabilidade (LI) são um fenômeno meteorológico de mesoescala que ocorre no período do verão-outono, entre os meses de novembro a março. Constituem-se como uma banda de nuvens do tipo cumulus com formação vinculada à radiação solar e que atingem um número maior a tarde, quando a convecção é máxima com consequentes chuvas. Outro fato que auxilia para a formação das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT (LOURENÇO, 2013).

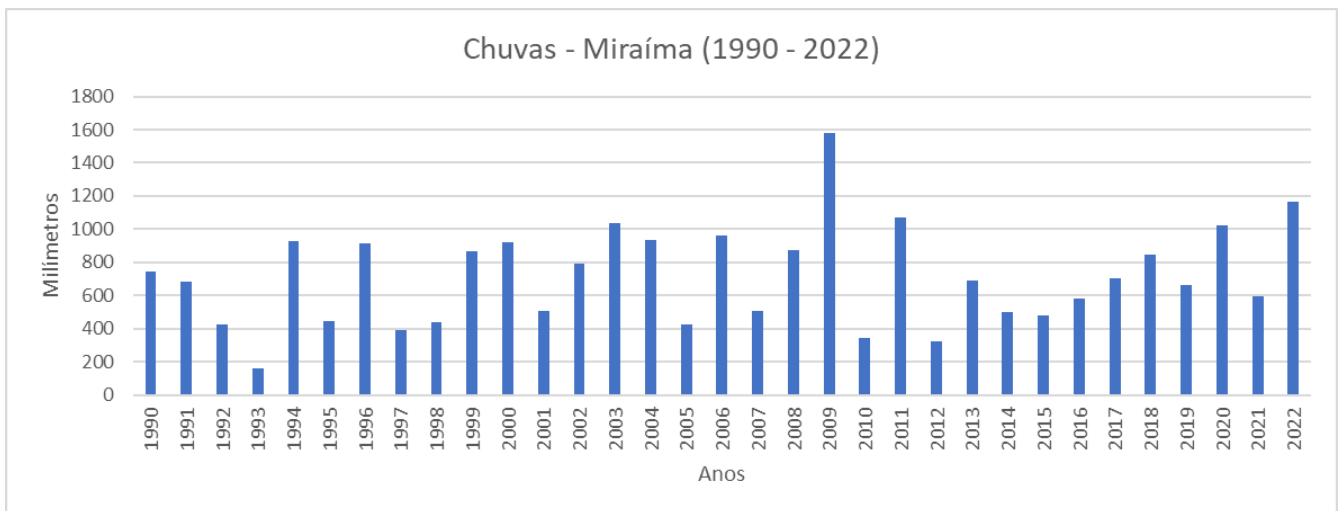
De acordo com a FUNCEME (2014) as chamadas Ondas de Leste são ondas que se desenvolvem no campo de pressão atmosférica, principalmente na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, se deslocando de leste a oeste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. O Estado do Ceará também recebe chuvas nos meses de junho, julho e agosto, que são influenciadas por esse sistema atmosférico. Este fenômeno provoca chuvas, principalmente, na Zona da Mata que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte.

Quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis as Ondas de Leste também provocam chuvas no estado do Ceará, particularmente, na parte centro-norte. Já as Brisas Marítimas e Terrestres são sistemas de escala local que resultam do aquecimento e

resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água, essa ocorrência acontece devida às diferenças térmicas entre a superfície terrestre e a superfície oceânica, em que o comportamento se diferencia no período do dia e da noite.

No perfil de chuvas para o município de Miraíma (Gráfico 1), podemos observar a irregularidade das precipitações ao longo do ano, típico de regimes climáticos semiáridos.

Gráfico 1: Perfil de precipitação em Miraíma - CE



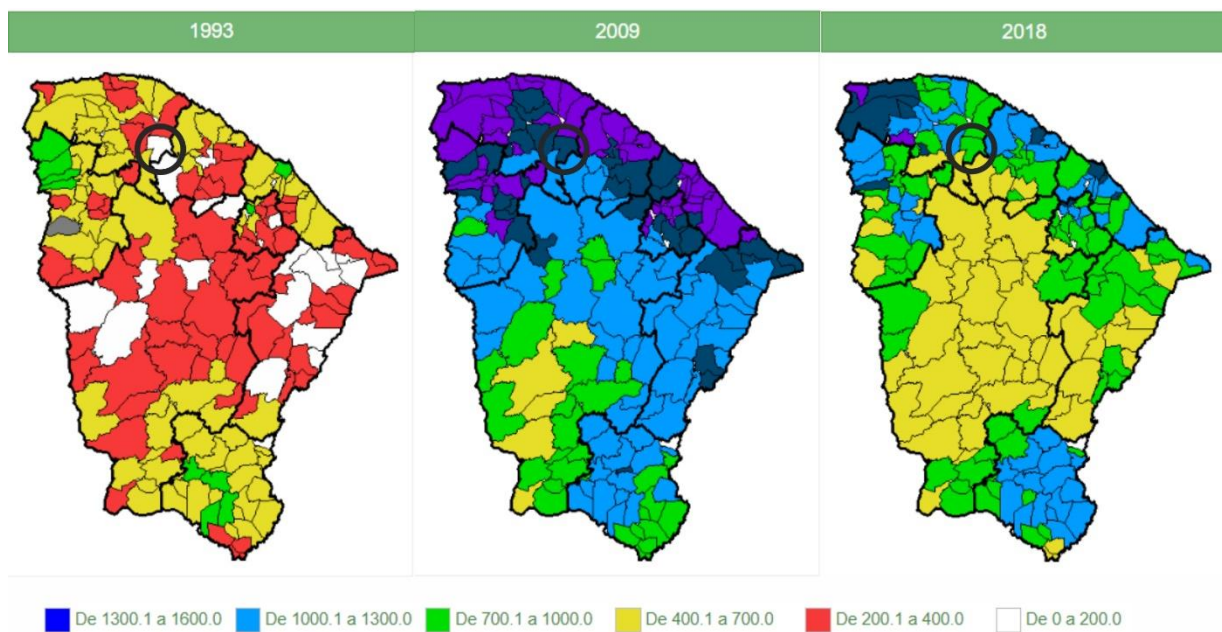
Fonte: FUNCEME. Organizado por Moreira (2022)

Em relação ao armazenamento hídrico a região semiárida tem limitação para o acúmulo de água por conta de vários fatores, a perda rápida de água dos reservatórios, que na grande maioria são açudes. Isso ocorre por conta de vários motivos: como o alto índice das temperaturas diárias, aumentando o processo de evaporação da água dessas reservas; a existência de rios intermitentes; muitas vezes a obtenção da água é feita por poços artesianos, que esses acúmulos hídricos ficam entre as fraturas das rochas cristalinas; o padrão de drenagem fluvial dendrítica (é um regime hidrográfico fluvial caracterizado por uma grande quantidade de afluentes e subafluentes) e exorréica (quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano) que obedece, inevitavelmente, à uma característica de intermitência nos seus canais, em decorrência dos terrenos cristalinos; variações térmicas diárias, onde intensifica-se a evaporação rápida desses corpos hídricos (FACUNDO, 2020).

A construção de açudes (açudagem) foi a solução encontrada para combater a escassez de água no Estado do Ceará na totalidade do semiárido brasileiro, devido ao baixo potencial em recursos hídricos subterrâneos e as condições climáticas peculiares dessa região. A açudagem, ainda hoje, é uma ação adotada pelos governantes brasileiros com vários açudes constru-

ídos e outros em construção. Então foram construídos rede de açudes com mais de cinco mil unidades existem somente no Estado do Ceará, dos quais cerca de 130 são públicos, perenes e gerenciados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado (COGERH) e pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

Figura 10: Distribuição e irregularidade das chuvas no estado do Ceará. Em destaque, Miraíma



Fonte: FUNCEME, 2022

Em relação aos recursos hídricos da área de estudo, eles estão relacionados de maneira particular aos aspectos geoambientais com relação a bacia do rio Aracatiaçu. Nota-se que a água é um recurso de grande importância no que se refere à organização e estruturação econômica, política, social e cultural do espaço geográfico, caracterizando-se como um recurso indispensável para a vida.

O município de Miraíma está totalmente inserido na região hidrográfica da Bacia do Litoral, no centro-norte do Estado, a qual possui área de drenagem de 8.472,77 km² e abrange 20 municípios, dos quais 6 estão totalmente inseridos na bacia citada (Atlas da Secretária de Recursos Hídricos do Estado do Ceará -2018). Segundo o Caderno Regional da Bacia do Litoral (CRBL 2009), a Bacia do Litoral tem como recurso hídrico principal o rio Aracatiaçu, com extensão de 181 km.

Na drenagem do curso do rio Aracatiaçu, constitui-se como uma fonte para a construção de barragens ou açudes ao longo de seus canais fluviais, isso ocorre dentro do município

de Miraíma como é o caso desses citados: Açude São Pedro da Timbaúba (Miraíma), Açude Missi (Miraíma) e Barragem Cumbuco (Miraíma).

O Município de Miraíma possui quatro distritos: Miraíma (Distrito Sede), Poço da Onça, Brotas e Riachão. Nessas quatro localidades municipais possui diversas formas de abastecimento de água, compreendendo soluções coletivas e individuais.

O diagnóstico das soluções coletivas compreendeu os sistemas públicos de abastecimento de água operados pela concessionária - Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e demais sistemas públicos alternativos de abastecimento de água - operados por associações comunitárias, pela prefeitura e pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR). Para as soluções individuais, levantou-se o abastecimento unitário por meio de água de chuva armazenada em cisternas, água canalizada de manancial superficial (açude, lago, lagoa, nascente, etc.), água canalizada de manancial subterrâneo (poço, cacimba, cacimbão, etc.) ou abastecimento composto por qualquer combinação destes tipos de abastecimentos individuais. Os domicílios que não estão contemplados com uma destas soluções foram considerados como desabastecidos, ou seja, não possuem cobertura por abastecimento de água (PMSB, 2019).

Tabela 1: Cobertura e Atendimento do abastecimento de água de Miraíma

Município/ Distrito/ Localidade	Situação e localização da área	ABASTECIMENTO DE ÁGUA - Número de Domicílios Totais (Unidades)				
		Número de Domicílios			Índices	
		total	coberto	ativo	Cobertura (%)	Atendimento(%)
Miraíma - CE	urbano	2.593	2.593	2.372	100,00	91,47
	rural	1.997	1.059	194	53,01	9,71
	total	4.590	3.652	2.566	79,56	55,90
Sede	urbano	1.318	1.318	1.308	100,00	99,23
	rural	1.100	482	40	43,80	3,64
	total	2.418	1.800	1.348	74,43	55,74
Brotas	urbano	1.112	1.112	901	100,00	81,01
	rural	456	443	44	97,12	9,65
	total	1.568	1.555	945	99,16	60,26
Poço Da Onça	urbano	76	76	76	100,00	100,00
	rural	280	66	62	23,57	22,14
	total	356	142	138	39,89	38,76
Riachão	urbano	87	87	87	100,00	100,00
	rural	161	68	48	42,24	29,81
	total	248	155	135	62,50	54,44

Fontes: IBGE/CAGECE/SISAR/MDS/PREFEITURA DE MIRAÍMA - 2019

Tabela 2: Percentual da população em domicílios com água encanada e em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados – 1991, 2000 e 2010

Unidade geográfica	População em domicílios com água encanada					População em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados				
	(%)			Variação média anual (%)		(%)			Variação média anual (%)	
	1991	2000	2010	2000/1991	2010/2000	1991	2000	2010	2000/1991	2010/2000
Brasil	71,3	81,8	92,7	1,5	1,3	10,4	8,9	6,1	-1,7	-3,7
Ceará	39,2	59,3	86,1	4,7	3,8	35,9	15,3	11,0	-9,0	-3,3
Miraíma	22,6	20,7	68,9	-1,0	12,8	62,1	12,7	18,5	-16,2	3,9

Fonte: IBGE, Censo Demográfico. Elaboração: PNUD, Atlas do desenvolvimento humano 2013

No município, o abastecimento de água não é só realizado pela rede pública, existem também outras fontes que são realizadas por meio de poços profundos. A quantidade de domicílios que possuem o serviço de abastecimento de água, sendo distribuído pelas formas de abastecimento ligada a rede geral, poço ou nascente e outras formas.

Tabela 3: Domicílios particulares permanentes segundo as formas de abastecimento de água (2000-2010).

Formas de Abastecimento	Município			
	2000	(%)	2010	(%)
Ligada a Rede Geral	1.001	40,44%	1.937	59,84
Poço ou Nascente	962	38,87	292	9,02
Outro	512	20,69	1.008	31,14
Total	2.475	100	3.237	100

Fonte: LOURENÇO, 2013

3.4 Solos e cobertura vegetal

De acordo com o Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, ocorrem na ASD Irauçuba/Centro-Norte as seguintes classes de solos: Argissolos vermelho-amarelo, eutrófico e distrófico, Luvisolos Crômicos, Planossolos Háplicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos eutróficos e distróficos. Os Planossolos são a classe de solos predominante na ASD (FUNCEME, 2015).

Os solos no município de Miraíma são caracterizados pela ocorrência de Luvisolos, Argissolos, Neossolos, Planossolos e Plintossolos, com padrões de vegetação de caatinga hiperxerófila que estão associadas a ocorrência da depressão sertaneja.

A classe de solo de maior predominância em Miraíma, são os Planossolos constituem solos rasos e pouco profundos que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes A e E, ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt, às vezes em forma de estrutura colunar, de textura média ou argilosa. Geralmente, são imperfeitamente drenados, de cores acizentadas e amarelo-claro acizentadas. Possuem caráter solódico, reação alcalina e condição de solo halomórfico, ou seja, salino, sendo típicos de relevos planos e suaves ondulados, ocupando as partes mais baixas das depressões sertanejas e várzeas. Atribuindo ao uso e ocupação, esse tipo de solo evidencia deficiência hídrica com forte limitação ao uso agrícola, sendo aproveitado para a pecuária e pastagem.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo caracterizam-se como perfis profundos a muito profundos com seguimentos de horizontes A, Bt e C, de textura média e argilosa, apresentando processo de formação ligados à translocação de argila dos horizontes superficiais, acumulando em subsuperfície originando o horizonte B textural. Sobre a composição química desses solos, são considerados como solos ácidos a moderadamente ácidos, podendo apresentar alta ou baixa fertilidade natural, são enquadrados em dois tipos: distróficos, sem reservas de nutrientes e eutróficos com melhores condições de fertilidade natural. Nesse tipo de solo encontram-se práticas de uso e a ocupação a pecuária extensiva, extrativismo vegetal, extrativismo mineral (areias) e a agricultura de subsistência.

Os Luvisolos constituem solos rasos e pouco profundos com perfis bem diferenciados de tipo A, Bt e C, apresentando cores vermelhas ou avermelhadas, e de textura argilosa e média. Eles são férteis, moderadamente ácidos a praticamente neutros, com forte presença de minerais primários na sua composição, os quais se comportam como fonte potencial de nutrientes para plantas. No período seco evidenciam fendilhamento devido a presença de argila do tipo “montmorillonita”, que se expandem em períodos úmidos e contraem-se no período seco. Referindo-se ao uso e a ocupação desta classe de solo que oferecem boa capacidade de uso para a pecuária, lavouras de ciclos curtos e pastagem, no entanto, tem limitações pela forte deficiência de água, pouca profundidade, presença de pedregosidade e suscetibilidade a erosão.

Os Neossolos Litólicos são solos de fraca evolução pedológica, apresentando profundidades iguais ou inferiores a 50 cm, de textura arenosa ou média com presença de cascalhos

e com drenagem de moderada à acentuada. Geralmente, manifestam um horizonte A diretamente sobre a rocha – R, ou sobre a camada de alteração desta, horizonte C. Nesse tipo de solo, é comum possuírem pedregosidade e/ou rochosidade na superfície, sendo frequentemente encontrados vinculados aos afloramentos rochosos. Quanto à fertilidade, pode ser de alta ou baixa (eutróficos ou distróficos), com reação variando de fortemente ácido a praticamente neutro. Do ponto de vista relacionado ao uso e ocupação, esse tipo de solo apresenta grandes limitações à atividade agrícola, devido a fatores como alta suscetibilidade a erosão, pedregosidade, rochosidade, pouca profundidade, entre outros.

Os Plintossolos (1,45 km²) compreendem solos formados em condições de restrição à percolação da água, estando sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, caracterizando-se fundamentalmente por evidenciar expressiva plintitização. São solos que apresentam horizonte B textural sobre ou conincidente com horizonte plíntico, ocorrendo também aos solos com horizonte B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte. Verifica-se nessa classe de solos o predomínio de cores pálidas, com ou sem mosqueados de cores alaranjadas a vermelhas. Predominantemente, são ácidos com saturação por base baixa, ocorrendo em áreas de várzeas, de relevo plano ou suavemente ondulado.

Quadro 9: Distribuição e principais características dos solos predominantes no município de Miraíma

Classes de Solos	Características Dominantes	Condições de Uso	Limitações
Planossolos	Solos moderadamente profundos a rasos, raramente profundos, imperfeitamente drenados e baixa permeabilidade	Lavoura de Subsistência e pecuária	Problema de encharcamento no período chuvoso e ressecamento e fendilhamento durante período seco
Argissolos	Solos Profundos, a medianamente profundos, textura média a argilosa, moderadamente drenados e fertilidade natural	Lavoura de Subsistência e pecuária	Susceptibilidade a erosão, impedimentos a mecanização

	média a alta		
Luvisolos	Solos moderadamente profundos a rasos, textura arenosa ou média no horizonte A e média a argilosa no horizonte B	Lavoura de Subsistência e pecuária	Susceptibilidade a erosão, impedimentos a mecanização
Neossolos	Solos rasos, textura variando de arenosa a média; muito pedregosa e fertilidade natural média; drenagem moderada a acentuada	Lavoura de Subsistência e pecuária	Impedimentos à mecanização, pequena espessura e afloramentos rochosos frequentes
Plintossolos	solos formados em condições de restrição à percolação da água	Pecuária	A concentração dos materiais ferruginosos pode condicionar a aptidão agrícola do solo devido à formação de camadas semi-permeáveis que dificultam a penetração de raízes.

Fonte: Adaptado, FERREIRA, 2021.

A Caatinga significa “floresta branca” que tem origem da língua Tupi-Guarani, que certamente caracteriza bem o aspecto da vegetação na estação seca, quando as folhas caem e apenas os troncos brancos e brilhosos das árvores e arbustos permanecem na paisagem seca. (PRADO, 2003)

O bioma Caatinga está situado na sua quase totalidade na região Nordeste, com uma área de 844.453 km² ou 11% do território nacional (MMA, 2020). Por situar-se totalmente entre o Equador e o Trópico de Capricórnio (3° a 18° Sul), o bioma dispõe de abundante intensidade luminosa em todo seu território e durante todo o ano.

De acordo com Lourenço (2013), a vegetação reflete-se na composição da paisagem por meio da relação com os outros elementos naturais, tais como o clima, os solos, as rochas,

o relevo e os recursos hídricos. O elemento da vegetação em ambiente de abrangência de clima semiárido, apresenta um caráter fisionômico dominado pela perda de folhas (caducifólias) durante o período seco, além de outras adaptações morfológicas e fisionômicas.

Entretanto a vegetação de caatinga ressalta-se nas áreas de depressão sertaneja e frente às condições climáticas de semiaridez. No Nordeste brasileiro, as severas e drásticas aplainações ocorridas durante o período Terciário e continuadas menos intensamente no período Quaternário, traçaram a configuração geral das paisagens, onde os espaços intermontanos correspondentes ao clima semiárido permitiram o desenvolvimento de vegetação xerófila (CEZÁRIO, 2019).

A caatinga dispõe de características que são fundamentais para a proteção e estabilidade das condições diversas dos sertões, entre elas estão: a alta diversidade e heterogeneidade das espécies, notando 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 último, elas se adaptam 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 desse bioma.

Em relação ao aspecto fisionômico, nessa área de estudo é possível distinguir dois tipos de vegetação de caatinga, a arbórea que tem um melhor estado de conservação e arbustiva, que está presente em áreas que já sofreram com bastante intensidade as consequências do desmatamento, uso agrícola e pecuária (PEREIRA; SILVA, 2007). Normalmente a caatinga arbórea está em condições melhores, como no caso dos solos mais férteis que proporcionam um maior porte das plantas, em relação a caatinga arbustiva a situação do solo e a semiaridez anulam o desenvolvimento das espécies.

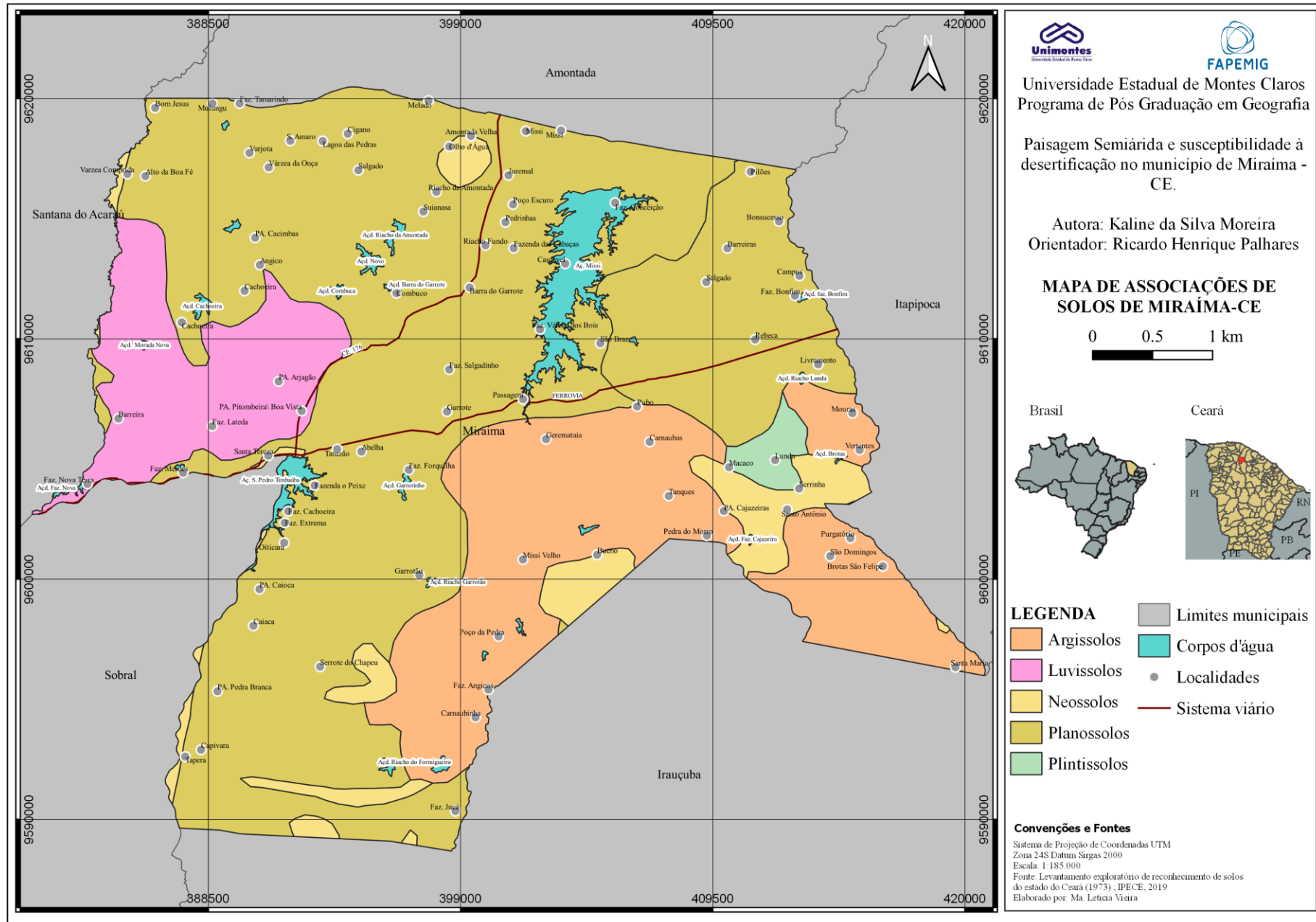
A vegetação de mata seca possui caráter de semicaducifólia, em que parte de suas espécies perde as folhas como forma de proteger-se dos efeitos da semiaridez, abrangendo nas áreas de serras secas de altimetria elevada, que barra a umidade, contribuindo para as espécies de maior porte. Em relação a sua conservação ela se encontra afetada por causa dos 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.

A vegetação de várzea e ribeirinha que se desenrola na extensão dos cursos dos rios, encontra-se o predomínio de uma faixa mais elevada que é ocupada pela carnaubeira, sendo a

mesma acompanhada por árvores e arbustos, notando que no estrato arbustivo-arbóreo são encontradas espécies como o pajeú (*tripalis gardneriana*), o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), o marmeleiro (*Croton blanchetianus Baill*), o mofumbo (*Combretum leprosum*) e a jurema branca (*Piptadenia stipulacea*). Percebe-se que os usos efetivados nesta unidade fitoecológica na área de estudo vão além do extrativismo vegetal das palhas da carnaúba, esta unidade ainda é explorada pela agricultura de subsistência e pela pecuária extensiva.

Enquanto a vegetação ciliar atua como uma barreira natural de contenção do escoamento das águas, ao ser removida ela acaba sendo 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).

Figura 11: Mapa de associações de solos da área de pesquisa



4 SISTEMAS AMBIENTAIS E USO E OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MIRAÍMA

4.1 Sistemas Ambientais

A caracterização dos sistemas ambientais do município de Miraíma partiu do mapeamento temático, com análise e a observação do trabalho de campo. Para entender melhor esses sistemas tornam-se necessário levar em consideração os elementos naturais que compõem aquela paisagem, 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 isso não se deve desagregar do uso e ocupação das competências e dos limites dos sistemas, que podem contribuir na projeção de cenários para disposições futuras ou desejáveis.

Segundo Oliveira (2012), o ambiente é um sistema complexo que deriva de relações mútuas e interações entre componentes do potencial ecológico e os componentes da exploração biológica, assumindo maior grau de complexidade com as variáveis da ocupação humana. Também foi relatado que para cada sistema ambiental representa uma unidade de organização do ambiente natural, onde a interdependência dos componentes abióticos, bióticos é dotada de potencialidades e limitações específicas e humanos, que refletem a fisionomia e dinâmica dos sistemas ambientais (OLIVEIRA, 2012).

A caracterização geoambiental dos sistemas ambientais seguiu o critério hierárquico de unidades de paisagem: domínio natural, sistema ambiental, características dominantes. Os problemas ambientais encontrados estão associados às potencialidades e limitações, o que tem influenciado a ecodinâmica natural dos subsistemas à vulnerabilidade à desertificação. A toponímia dos sistemas foi definida segundo o domínio natural, agregando-se o nome da localidade, ou acidente geográfico de referência local (SILVA, 2018). Em Miraíma foram definidos alguns sistemas ambientais: sertões de Miraíma; serras secas; Cristas residuais e Inselbergs; e planícies ribeirinhas.

Sertões de Miraíma

Esse sistema ambiental abrange boa parte do município de Miraíma. A unidade geológica predominante são as Suite intrusiva tamboril-Santa Quitéria, constituída de paragnaisses, granitoides e Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com granitóides. E em menor expressão são os depósitos aluviais que é constituída de silte, argila e cascalho. Apresenta superfície pediplanada por processos de pedimentação, paisagem típica da depressão sertaneja, com ní-

veis altimétricos que variam entre 150 a 250 metros, possuindo morfologia plana a suave ondulada.

Os rios apresentam padrões de drenagens dentrícos ou sub-dentrícos 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 Argissolo 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.

Figura 12: Aspectos da caatinga nas áreas de sertão



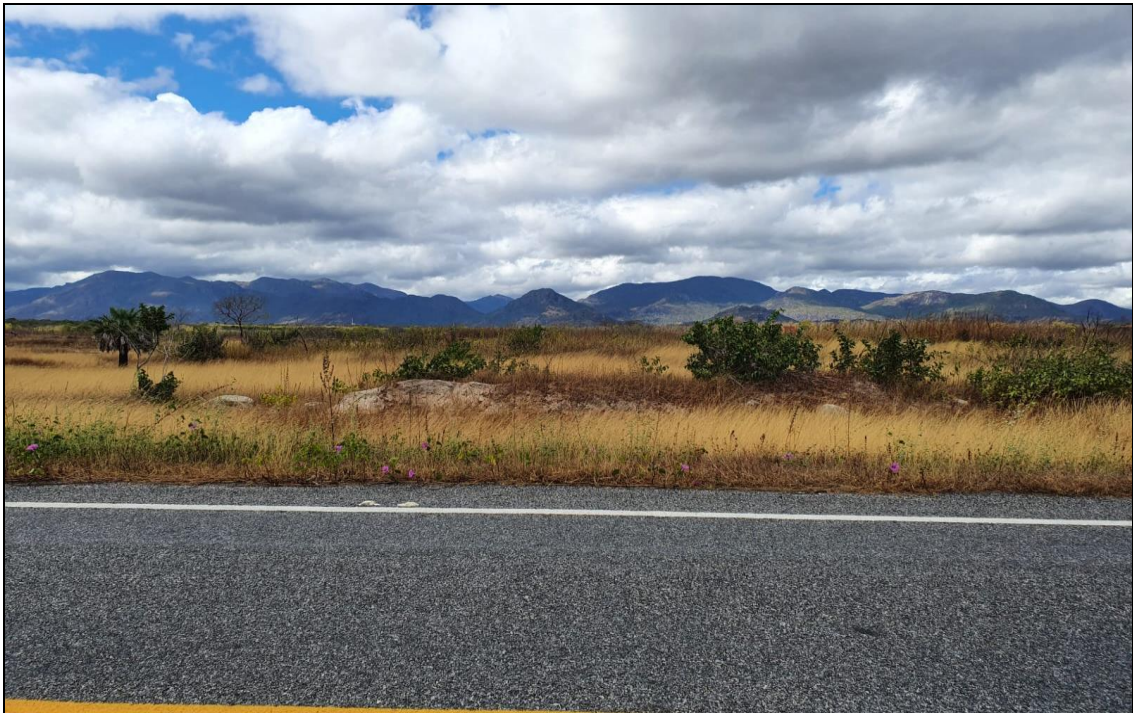
Fonte: Moreira, 2021

Serras secas

Está localizada na porção leste do município e faz parte do complexo dos maciços residuais da serra de Uruburetama. Configura-se composta por rochas ígneas da unidade Suíte

intrusiva Tamboril-Santa Quitéria com associação granito-migmatítica e granitóides dominantes. O relevo da Serra apresenta superfície dissecada em morros, cristas e colinas, com altimetria elevada podendo chegar a mais de 700 metros de altitude. Os rios possuem padrão de drenagem dendrítica. A associação de Argissolos e 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.

Figura 13: Maciço de Uruburetama ao fundo



Fonte: Moreira, 2021

Cristas residuais e Inselbergs

Exibem distribuição dispersa na depressão sertaneja ou próximas das vertentes das Serras de Uruburetama, Machado, das Matas, do Rosário e Baturité, ocorrendo como cristas residuais simétricas com vertentes de fortes declives, feições de topos aguçados, além de morros residuais isolados resultantes de erosão diferencial por maior resistência de rochas granitóides e quartzitos.

Planícies Ribeirinhas

Abrangem as áreas mais rebaixadas, que corresponde a mais ou menos 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. No quadro 10 e na figura 16 é possível visualizar a dinâmica dos sistemas ambientais presentes no município.

Figura 14: Planície fluvial do Rio Aracatiaçu



Fonte: Moreira, 2021

Figura 15: Mata ciliar na planície fluvial do Rio Aracatiçu



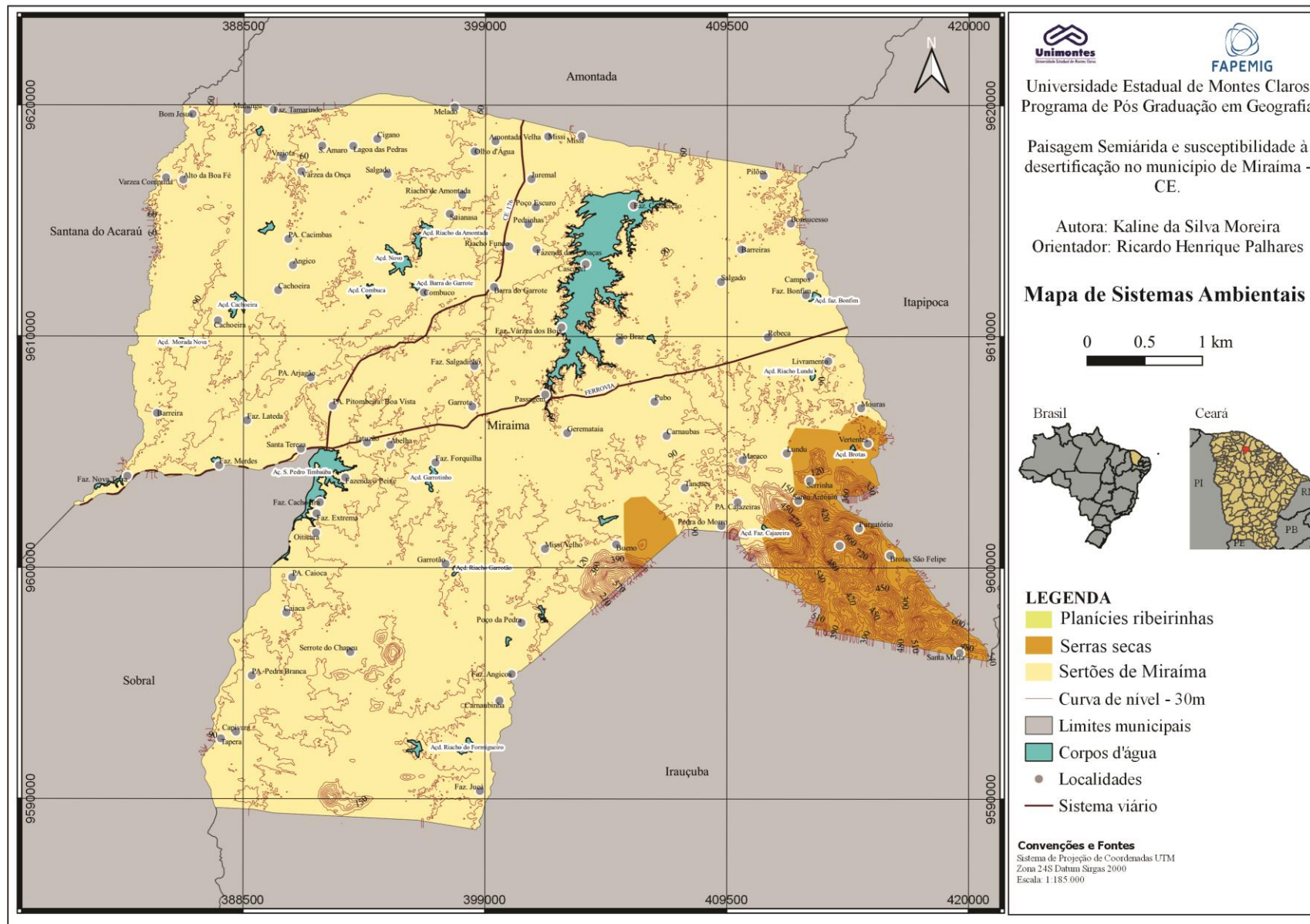
Fonte: Moreira, 2021

Figura 16: Registro da cheia no Rio Aracatiçu



Fonte: Jr. Pescas, 2022

Figura 17: Mapa de sistemas ambientais da área de pesquisa



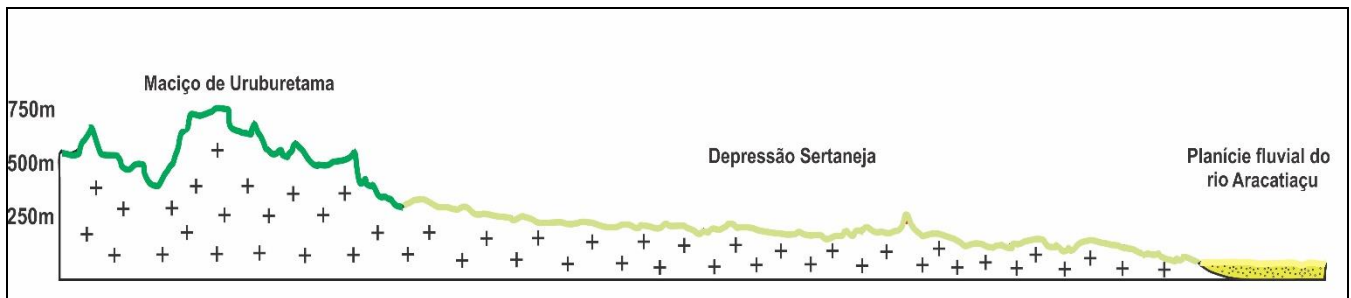
Quadro 10: Sistemas Ambientais do Município de Miraíma

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES	RISCOS DE OCUPAÇÃO
Sertões de Miraíma	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 Luvissoles, 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.
Serras secas	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.
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 (paragnaisses, granitoides, micaxistos e quartzitos). Associação Neossolos Regolíticos, Argissolos Vermelhos-Amarelos, Planossolos, Luvissoles e Neossolos Litólicos com afloramentos rochosos, recobertos pela caatinga e mata seca com estado de conservação moderada.	Ecoturismo por possui um potencial paisagístico.	Restrições de uso por ser uma área de preservação ambiental, relevo com fortes declividades, solos rasos e com suscetibilidade a erosão.	Solos poucos desenvolvidos, movimentos de massa em virtude das chuvas torrenciais e desmatamento, baixa disponibilidade hídrica, áreas inadequadas para expansão urbana.
Planícies Ribeirinhas	Superfície plana composta de sedimentos aluviais, com a ocorrência de associação de Neossolos Flúvicos e	Agroextrativismo, pecuária, disponibilidade de recursos hídricos, turismo e lazer.	Restrições de uso por ser uma Área de Preservação Permanente – APP, drenagem imperfeita dos solos, sujeitos	Degradação da mata ciliar que pode desencadear processos erosivos e assoreamen-

	Planossolos, possuem fertilidade média a alta que favorece a agricultura de sequeiro. Prevalece a vegetação de mata ciliar com a presença de carnaúba.		a salinização e inundações sazonais.	to dos rios, contaminação e poluição dos recursos hídricos, salinização dos solos e inundações sazonais.
--	--	--	--------------------------------------	--

Fonte: adaptado de Cezário (2019)

Figura 18: Perfil esquemático dos sistemas ambientais no Município



Fonte: Moreira, 2022

Dentre os sistemas ambientais com maior susceptibilidade estão os Sertões de Miraima e as Cristas residuais e inserlbergs. Entretanto nos Sertões a sua degradação está associada às atividades com o extrativismo vegetal e a pecuária. Para amenizar a degradação a população deveria ser guiada a utilizar novas tecnologias adequadas para conviver com o semiárido discutir e elaborar novas maneiras para fiscalizar o manejo da vegetação.

Os inserlbergs e as cristas residuais são áreas com declividades acentuadas nesses locais é preciso manter a vegetação preservada para impedir ações erosivas como os deslizamentos de terras os chamados movimentos de massas. As planícies ribeirinhas expressa uma baixa suscetibilidade, estão em áreas direcionadas ao abastecimento hídrico para a população Miraimense, por este fator mante-se a preservação da mata ciliar para cuidar de futuras erosões.

4.2 Uso e ocupação

No Nordeste, assim como no Ceará, sobretudo no ambiente dos sertões, o uso e ocupação estão vinculados a sua história, principalmente à pecuária e às lavouras temporárias e permanentes, habilidades estas que foram se adaptando às condições físicas e ambientais do semiárido. Em relação a esses ecossistemas eles demandam uma atenção e relevância pela proporção territorial que ocupa, pela grande concentração populacional e pela fragilidade na-

tural desse ambiente que se torna frágil em frente às atividades humanas. Com a utilização de técnicas rudimentares para a exploração dos recursos naturais, isso acaba proporcionando uma maior degradação e a desertificação da área.

Mas se for fazer uma comparação da ocupação do Ceará com outros estados do Nordeste, nota-se que ela foi atrasada, sendo que este fato está relacionado com a semiaridez e a agressividade dos indígenas (DANTAS, 2020).

O processo de colonização do Ceará está vinculando aos ciclos econômicos da pecuária e o cultivo do algodão. Um dos principais fatores para o surgimento de Miraima foram as construções do açude São Pedro da Timbaúba e da ferrovia Sobral-Fortaleza para o escoamento do algodão. Para as plantações e a pecuária eram escolhidos locais próximos dos espelhos de água para ter melhor acesso a esse líquido. Essas atividades relacionam seu desenvolvimento a qualidade do semiárido e dos solos, proporcionando um crescimento nas pastagens de gado, por conta das secas prologadas contribuíram para o avanço do cultivo do algodão denominado de cotonicultura.

O território do Ceará ocupa uma superfície de 148.825,60 km², é o 4º maior estado da região Nordeste do Brasil com 184 municípios, sua população totaliza 8.452.381 habitantes IBGE (2010). O estado possui basicamente quatro tipos de vegetação: a) Caatinga – uma vegetação arbustiva semiaberta, seca-decídua; b) Mata atlântica – formações perenes e semi-perenes úmidas da Mata Atlântica; c) Cerrado – vegetação de savana; d) Complexo de vegetação costeira (restinga) – uma região ecotonal com características mistas de caatinga, cerrado e vegetação costeira mais típica. Como em outros estados do Nordeste do Brasil, o tipo de vegetação predominante no Ceará é a caatinga que corresponde a quase 70% do estado (REIS, 2021)

A Zona da Mata (litoral) é uma área escolhida para a plantação da cana de açúcar, em razão das condições climáticas apropriadas a esse tipo de cultivo. De acordo com Andrade (2005), o sertão nordestino foi colonizado devido à grande demanda das regiões açucareiras, que tocavam comitivas para os sertões na procura por novas terras para a criação de gado, os animais criados no próprio engenho, fornecia alimento, era usado no transporte e como força de tração para a moagem da cana. O crescimento dos rebanhos, porém, era incompatível com a expansão dos canaviais. Os animais devoravam as mudas e a própria cana. Ocupavam as terras férteis que os senhores de engenho queriam utilizar no cultivo da cana-de-açúcar, propiciadora de elevados lucros. Os currais foram expulsos da área e começaram a adentrar no sertão.

Segundo Andrade (2005), o gado do Ceará sofria muito quando se fazia o transporte por conta da seca e pela distância percorrida para chegar na área açucareira, nesse percurso perdiam-se muitos animais. Para não ficar no prejuízo, os animais mortos eram transformados em carne seca, salgada e em couros. Mas o principal responsável pelo enfraquecimento da pecuária no Nordeste foram as prolongadas secas no final do século XVIII, conhecida popularmente como a “Seca grande”. Mesmo com a diminuição da agropecuária no sertão, ainda tem sua relevância no setor econômico, tanto o algodão como a pecuária são atividades que se adaptaram ao sertão, sobretudo em terras cearenses.

O auge do algodão no sertão foi no início do século XIX, através desse fato houve um rápido crescimento econômico no Nordeste, isso se deu pela decadência da mineração, mas pelo aumento da população europeia e do desenvolvimento da Revolução Industrial, permitindo uma demanda maior dos produtos do Brasil, essa atividade chegou ao seu auge das exportações de algodão 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 e do algodão ampliam os vínculos do sertão com o litoral por meio dos transportes de mercadorias, construção de vias férreas e portos estabelecidos nas cidades litorâneas. A capital Fortaleza começa a progredir por causa de seu porto e fortalecer a sua importância econômica com a exportação do algodão, através disso ela se urbaniza e passa a ser uma das cidades com bastante prestígio do estado, tudo começa com a exportação dos produtos do sertão para o mercado externo, mas também para o interno. (DANTAS, 2020). Essa discussão sobre a economia do algodão e da pecuária no Nordeste e sobre tudo no Ceará, foram responsáveis pelo crescimento dos grandes centros da região, mas aumentou a degradação nos sertões.

Para entender o município de Miraíma e seu desempenho, foi feito o levantamento dos aspectos sociais da população, através de dados do IBGE (2010), Banco do Nordeste (2019) e IPECE (2017). Nos sertões cearenses a economia ainda vive da produção agropecuária, mas outros serviços também ganharam seu espaço como o comércio e atividades industriais. O município de Miraíma, tem uma população estimada 13.965 habitantes (2021), no início da triagem de dados era crescente o número da população em áreas urbanas, a grande maioria de sua população reside em áreas rurais, depois mudou para a área urbana (IPECE, 2017). Observe-se na tabela abaixo:

Tabela 4: População do município de Miraíma nos anos 1991, 2000 e 2010

Município	População residente					
	1991		2000		2010	
	urbano	rural	urbano	rural	urbano	rural
Miraíma	3.810	6.242	4.772	6.645	6.847	5.953

Fonte: IPECE (2017).

A população em Miraíma teve uma mudança, até os anos 2000 sua população era na maioria rural, mas depois dos 2010 passou a ser de maioria urbana. Diante desses dados, verifica-se que a maioria da população vive das atividades da área urbana, como os serviços, administração pública e o comércio. As áreas urbanas são mais atrativas 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).

Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) do município de Miraíma, que é a soma dos lucros das atividades econômicas executadas dentro do município, destaca-se o setor de serviços, que cresceu bastante nos 14 anos analisados tendo um aumento de 58% (de 2002 a 2016) (IBGE, 2016). A segunda maior produção é atribuída às atividades agropecuárias que são vinculadas com a criação de animais, agricultura de subsistência e extração vegetal e, por último, as atividades industriais, que possuem menor colaboração.

Em Miraíma, a produção do seu PIB, se for fazer a relação em termos de contribuição segundo o IPECE (2017), no ano de 2015 participou apenas 0,007% de contribuição para o Estado, tendo uma economia baixa e a sua produção que é em função da pouca renda atribuída às atividades agropecuárias e industriais. Um dos motivos para a produção baixa e reflexo no PIB baixo para a agropecuária está vinculada às condições naturais de semiaridez, e aos períodos de seca, a irregularidade na distribuição de chuvas, que estão concentradas em quatro meses; o mau uso da terra como desmatamento e as queimadas contribuem para a diminuição da biodiversidade e em consequência a perda de produtividade do solo.

Em relação aos empregos formais da população de Miraíma dá para desenhar o perfil socioeconômico dos habitantes. As atividades terciárias são que mais empregam no município: administração pública, comércio e serviços somam um total de 821 funcionários; (IPECE, 2017). Dando destaque para as mulheres inseridas no mercado de trabalho que são a mai-

oria com empregos (479) em comparação com os homens (342). Os dados empregatícios de empregos informais do setor primário, que seriam as atividades agropecuárias não foram incluídos, esses dados são do IPECE, 2017.

Tabela 5: Empregos formais em Miraíma

ATIVIDADE	HOMENS	MULHERES
Construção Civil	2	-
Comércio	4	2
Serviços	4	3
Administração Pública	334	474

Fonte: IPECE (2017).

De acordo com Censo Demográfico, a população extremamente pobre vive com uma renda per capita mensal de até R\$ 70,00, reside em sua maioria no campo 3.217 pessoas, sendo que na área urbana 1.309 pessoas (IBGE, 2010). Com a apresentação desses dados, foi evidenciado que a população com menos condições financeiras vive na zona rural. Para complementar a renda familiar, a população carente vai depender dos auxílios fornecidos pelo governo, como bolsa família, aposentadorias e o Programa Nacional de Fortalecimento da 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). Nesses últimos dois anos (2020 e 2021) de pandemia a população menos abastada de Miraíma ficou dependente do auxílio emergencial.

Outra maneira de acessar os dados da população de bens e serviços, que não seja só através do PIB e a economia, mas por meio do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que vai analisar a qualidade de vida da população baseado em três pilares do desenvolvimento humano que são esses: 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 de 1, maior é o desenvolvimento humano, quanto mais afastado do 1 pior é o desenvolvimento (PNUD, 2015). O IDH do município de Miraíma dados de 2010 está em 0,592, fazendo uma análise esse IDH se compara ao de países que têm o desenvolvimento humano baixo.

Tabela 6: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município de Miraíma

Ano/IDH	Ceará	Fortaleza	Miraíma
2000	0,699	0,786	0,583
2002	0,699	0,786	0,583
2010	0,682	0,754	0,592

Fonte: IPECE (2017).

Para melhor o IDH do município pode ser tomada algumas medidas como, por exemplo, investir em políticas públicas nos municípios com baixo desenvolvimento. Compreender que nem todas as áreas do sertão são valorizadas, sendo que algumas são mais que outras e isso acaba favorecendo algumas localidades que acabam adquirido projetos de irrigação, agricultura para exportação, dentre outros.

Verifica-se que, em alguns municípios, pode ocorrer um crescimento econômico, mas isso não significa dizer que a modernidade do campo chegou em todos os lugares e vá contribuir para diminuir as desigualdades sociais, isso faz com que surja oligarquias no espaço agrário e privatize a terra e a água, ou seja, através desse fato fica cada vez mais difícil o acesso aos dois meios para produção das atividades econômicas do campo (terra e água), por grande parte da população rural (ELIAS, 2007).

Somado aos dados sobre o desenvolvimento socioeconômico do município de Miraíma, tem o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM). O objetivo dele é sistematizar em um único índice, diversas dimensões relacionadas ao desenvolvimento dos municípios e permitir a hierarquização de acordo com o nível de desenvolvimento observado nos municípios cearenses, são 30 indicadores agrupados em quatro grupos ligados aos aspectos fisiográficos, fundiários e agrícolas; demográficos e econômicos; de infraestrutura de apoio; e sociais (IDM, 2018).

Tabela 7: Índice de Desenvolvimento Municipal de Miraíma

IDM	RANKING	ANO
16,20	157°	2018
15,25	162°	2017
14,98	174°	2016

11,30	180°	2014
7,44	184°	2012
13,79	169°	2010
20,95	156°	2008

Fonte: IPLANCE/ IPECE (2018).

Nesse contexto, o IDM do município de Miráíma teve uma melhora nos anos de 2014, 2016, 2017 e 2018 em comparação com o ano de 2012, onde alcançou um IDM de 7,44, ocupando a última posição em 184° em relação aos demais municípios cearenses. Apesar do crescimento do IDM no ano de 2018, ficou com a posição de 157°, percebe-se que o desenvolvimento do município é bastante pequeno, tendo uma economia instável, onde as atividades econômicas possuem pouco rendimento financeiro, o que revela a falta de investimentos nos setores agropecuários e industriais e também de assistência social e infraestrutura afetando diretamente a qualidade de vida da população. Isso, por sua vez, se caracteriza como um dos principais motivos que acirram as desigualdades sociais no território cearense.

No município de Miráíma, o setor que mais emprega é o terciário, em segundo lugar vem a agropecuária e depois o setor industrial, observa-se que as principais tipologias de uso e ocupação, as quais estão associadas às atividades econômicas são o extrativismo, agricultura, pecuária. Conforme a intensidade dessas atividades sob os recursos naturais, pode-se verificar diferentes níveis de degradação da cobertura vegetal da área.

Para a obtenção dos dados de uso e ocupação e os impactos acarretados à vegetação, foi produzido um mapa de uso e cobertura dos solos, com base nos dados do IPECE, 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 esses a base econômica e produtiva dos sertões, as atividades de agroextrativismo, como a remoção e queimada da vegetação, o sobrepastoreio, que dificulta a regeneração da caatinga frente à pressão de caprinos, ovinos e bovinos, os problemas de irrigação, fora os outros tipos de impactos como os urbanos, que exerce uma pressão nos recursos naturais, ocasionando degradação ambiental, atingido principalmente, a cobertura vegetal e os solos (CEZARIO, 2019).

Ao analisar o mapa de uso e ocupação (Figura 17), as principais atividades que tem maior impacto no município são a agropecuária e o extrativismo, comprometendo a zona ecológica e econômica das áreas susceptíveis à desertificação, que leva em consideração a cober-

tura vegetal e o estado de conservação ou degradação do ambiente. Enquanto a mata ciliar está relacionada a diferentes níveis de conservação, dependendo do tipo de uso, mas em sua maior parte encontra-se degradada com recobrimento vegetal, alterada pelas atividades de extrativismo, pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

A caatinga apresenta alguns níveis de conservação relacionados com os tipos de usos. Entre elas está a caatinga moderadamente degradada, pois ela está relacionada principalmente à agricultura de lavouras permanentes, como também a pecuária. Em seguida, a caatinga moderadamente degradada associada com uso das atividades agrícolas como as lavouras permanentes e temporárias e pecuária extensiva. Logo depois vêm a 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.

Caatinga parcialmente conservada com características naturais remanescentes do recobrimento vegetal primário e com dinâmica ambiental progressiva, podendo apresentar porte arbustivo e herbáceo nas áreas já destituídas da vegetação original, em decorrência das ações de desmatamento. Caatinga degradada; Caatinga degradada com características do recobrimento vegetal primário transformadas e com dinâmica ambiental com tendências regressivas, com inclusões de afloramentos rochosos, culturas de subsistência e pastagens extensivas (FUNCEME, 2019).

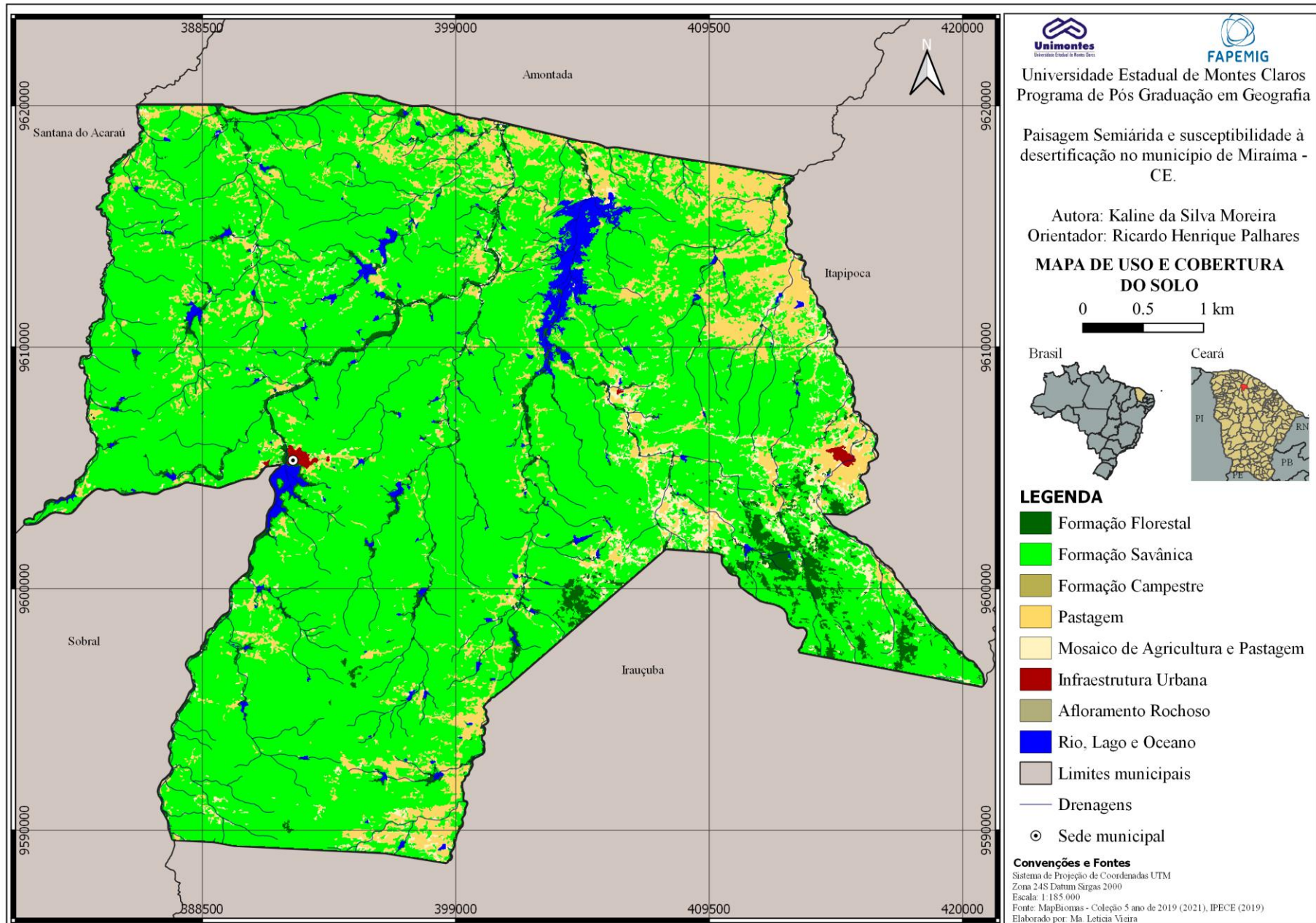
Agropecuária Cobertura vegetal com espécies da caatinga arbustivo-arbórea, arbustivo-herbácea, destacando-se a agricultura e pecuária com exploração familiar, combinada com pastagens naturais ou cultivadas, para produzir alimento, renda e adquirir outros bens e serviços.

Mata Ciliar ribeirinha parcialmente conservada com características naturais remanescentes do recobrimento vegetal primário e com dinâmica ambiental progressiva. A comunidade vegetacional demonstra que as condições ecológicas não foram totalmente alteradas pelas atividades humanas, como o extrativismo vegetal e a agricultura. Mata Ciliar ribeirinha degradada com características de recobrimento vegetal secundário transformado e com dinâmica ambiental com tendência regressiva, alterada pelas atividades humanas, como o extrativismo mineral e vegetal, agricultura e pecuária extensiva (FUNCEME, 2019).

A mata seca apresenta diversos níveis de conservação e 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 difi-

cil acesso, como as serras e alguns maciços residuais, por isso exibe um recobrimento vegetal próximo de mata nativa primária.

Figura 19: Mapa de uso e cobertura da área de pesquisa



4.3 Socioeconomia e o perfil municipal

O estudo dos sistemas ambientais envolve tanto as variáveis ambientais como socioeconômicas. Então vamos debater os aspectos históricos, o perfil socioeconômico do município de Miraíma, destacando as principais atividades econômicas do sertão, agropecuária e extrativismo vegetal, apresentando as tipologias de uso e ocupação. No Norte do Estado do Ceará, especificamente no ambiente dos sertões, o uso e ocupação estão relacionados, historicamente, à pecuária e às lavouras temporárias e permanentes, culturas estas que foram se adaptando às condições físicas e ambientais do semiárido.

Para compreender melhor a caracterização socioeconômica com maior complexidade do município de Miraíma que tem seu território incluso em sua totalidade (100%) 498 km² no médio curso do Rio Aracatiaçu, se comparado com outras cidades próximas como Sobral que tem 223 km² (49,4%), Amontada 213 km² (100%) e Irauçuba 505 km² (71,2%). Em Miraíma por conta do fator físico natural acreditamos que nos últimos anos houve uma pressão socioeconômica em detrimento dos recursos naturais que se intensificou e que vem contribuindo na desertificação no município.

Ao fazer uma análise das características econômicas são fundamentais para fazer um diagnóstico do eventual grau de degradação nas unidades ambientais e compreendido como fruto desta relação de exploração que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente pressionando a sustentabilidade dos recursos naturais. É importante identificar as práticas agropecuárias (agricultura, pecuária, extrativismo, etc.) associadas à severidade do clima semiárido que são responsáveis pelo cenário de deterioração ambiental.

Em Miraíma, o setor econômico com maior participação no PIB é o terciário (bens e serviços). Sendo este setor responde em média por 75% do PIB do município e sofreu pequenas oscilações através dos anos. A administração pública, comércio e serviços são as atividades econômicas deste setor de maior empregabilidade. A agropecuária é o segundo setor econômico de maior participação em Miraíma correspondendo a aproximadamente a 15% do PIB do município. A segunda colocação deste setor não é hegemônica, sendo superior ou inferior ao setor industrial, a depender do ano abordado. O setor agropecuário não contribui significativamente para a empregabilidade da população local, em razão da sua reduzida demanda por mão de obra. O setor industrial é o terceiro em participação econômica no município de Miraíma, quando este alcançou a segunda colocação. O mesmo responde em média por 10% do PIB do município.

Tabela 8: Produto Interno Bruto e sua composição setorial por unidade geográfica – 2002 - 2016

Unidade Geográfica	PIB (R\$ milhões)				Agropecuária (R\$ milhões)			
	2002	2010	2014	2016	2002	2010	2014	2016
Brasil	1.488.787	3.885.847	5.778.953	6.482.343	81.515	159.932	249.975	306.655
Ceará	28.719	79.336	126.054	138.379	1.885	3.496	5.764	1.868
Miraíma	15,6	46,4	67,4	78	3,9	9,2	7,4	29

Fonte: IBGE, Produto Interno Bruto dos Municípios 2002-2016.

Unidade geográfica	Indústria (R\$ milhões)				Serviços (R\$ milhões)			
	2002	2010	2014	2016	2002	2010	2014	2016
Brasil	334.908	904.158	1.183.094	1.150.207	853.792	2.238.750	3.539.665	3.960.837
Ceará	5.672	15.178	21.220	23.374	17.485	50.505	83.795	92.662
Miraíma	0,6	1,9	2,0	3	10,8	33,6	56,5	62,8

Fonte: IBGE, Produto Interno Bruto dos Municípios 2002-2016.

Neste município a produção agropecuária enfrenta enormes dificuldades associados a uma complicada rede de elementos que limitam a capacidade de usufruir os recursos naturais para o aproveitamento na economia, por este fato acaba tendo dificuldade ou até mesmo impossibilitando na produção tanto na agricultura como na pecuária. Esses problemas causam limitações ao uso, a ocupação dessa área está ligada a instabilidade climática e a exploração constante de pequenos agricultores rurais com essa terra, acarretando o esgotamento da fertilidade natural e sem nenhuma prática para a reposição de fertilizantes perdidos nesses solos.

Em Miraíma, as relações econômicas se manifestam vinculadas a base primária de produção, estando articulada a essa tradição que envolve o camponês e o uso da terra. Dentre os gêneros cultivados no município na lavoura permanente, destaca-se: a castanha de caju e em lavoura temporária: o feijão, o milho e a batata doce (IBGE, 2020)

As principais culturas permanentes de Miraíma e as lavouras temporárias estão organizadas as suas informações sobre produção, área e rendimento médio em uma análise comparativa entre os anos de 2019 a 2020.

Tabela 9: Lavoura permanente no município de Miraíma entre os anos de 2019 e 2020.

Produção Agrícola - Lavoura Permanente	Quantidade produzida (T)		Valor da produção (\$)		Área destinada à colheita (ha)		Rendimento médio (kg/há)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Castanha de caju	7	5	17,00	16,00	8	8	875	625

Fonte: IBGE, Lavoura Permanente (2020).

Verificando os anos de 2019 e 2020 na tabela acima, nota-se que houve uma redução na taxa de produção da castanha de caju, acarretando na queda do rendimento médio mensal. Nas tabelas abaixo vamos fazer um comparativo entre a produção, a área e o rendimento médio entre os anos de 2019 e 2020, mas das lavouras temporárias.

Tabela 10: Lavouras temporárias no município de Miraíma entre os anos de 2019 e 2020.

Produção Agrícola - Lavoura Temporária	Quantidade produzida (T)		Valor da produção (\$)		Área destinada à colheita (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Batata doce	45	65	86,00	69,00	3	4	15,00	16,250
feijão	163	193	485,00	488,00	852	768	191	251
milho	442	318	274,00	218,00	850	765	520	416

Fonte: IBGE, Lavoura Temporária (2020).

De acordo com os dados do Índice Municipal de Alerta (IMA), o qual corresponde a um indicador que visa avaliar a vulnerabilidade dos municípios cearenses no que tange às questões agrícolas e climatológicas no Estado do Ceará, Miraíma, no ano de 2019, Índice Municipal de Alerta (Posição em Junho) - Ceará - 2019 - Indicadores Padronizados (0 – 1), foi apontado no documento como um município que apresentou alta produtividade no valor da produção de lavouras (R\$0,9877/ha), alto percentual no cultivo de culturas de subsistência (0,9923), sem percentual de perda da produção (00%), com o valor do IMA de 0,6932, ocupando assim o 64º lugar no ranking de municípios que apresentaram média-Alta Vulnerabilidade. Vale ressaltar que o IMA é resultado de um conjunto de 12 indicadores selecionados, os

quais refletem a vulnerabilidade dos municípios no que diz respeito aos aspectos agrícolas e climatológicos, pertinentes às áreas de meteorologia, recursos hídricos e produção agrícola, sendo eles: produtividade agrícola por hectare; produção agrícola por habitante; Utilização da área colhida com culturas de subsistência; Perda de safra; Proporção de famílias beneficiadas com Bolsa-Família; Nº de vagas do Seguro Safra por 100 habitantes rurais; Climatologia; Desvio normalizado das chuvas; escoamento superficial; Índice de Distribuição de Chuvas; Índice de Aridez; e Taxa de cobertura de abastecimento urbano de água.

Tabela 11: Índice Municipal de Alerta no Ceará nos anos 2019, 2020 e 2021- Indicadores Padronizados (0 – 1).

	Município de Miraima		
	2019 (64°)	2020 (40°)	2021(84°)
Valor da produção agrícola por ha	0,9890	1,0000	0,9992
Valor da produção agrícola por hab.	0,9877	0,9913	0,9835
% de área colhida c/ culturas de subsistência	0,9923	1,0000	0,9788
% de perda de safra	0,0000	0,3396	0,0000
% de Bolsa Família por família cadastrada	0,2526	0,1167	0,1660
Vagas no Seguro Safra por 100 hab. Rurais	0,8715	0,8237	0,8917
Índice de distribuição de chuvas	0,9119	0,8268	0,9076
Desvio normalizado das chuvas	0,7123	0,5986	0,6372
Escoamento Superficial	0,9333	0,9233	0,9064
Índice de aridez	0,8788	0,8788	0,8788
Climatologia	0,7894	0,7894	0,7894
Situação dos Mananciais de Água	0,0000	0,0000	0,0000
IMA	0,6932	0,6890	0,6782

Fonte: Índice Municipal de Alerta (IMA) – 2019, 2020 e 2021

Os resultados do IMA, para o ano de 2020, refletem uma alta produtividade no valor da produção de lavouras (R\$1,0000/ha), alto percentual no cultivo de culturas de subsistência (1,0000%), alto percentual de perda da produção (0,3396%) e alto grau de aridez (0,8788), apresentando o valor do IMA de 0,6890, que consiste em um intervalo de média a alta vulnerabilidade. Esses resultados evidenciam o cenário do período de estiagem observado no município Miraima no ano de 2019 com 660,7mm e o ano 2021 de 592,8 de precipitação. Entretanto-

to, o ano de 2020 foi atípica para o município com 1022,3mm de precipitação. O alto percentual de perda da produção mostra-se como um fato preocupante, que para os agricultores do município por meio de seus relatos observam que nesse período sem chuvas a produção agrícola caiu no município, particularmente, na produção das lavouras temporárias de milho e feijão.

Os agricultores do município relatam a difícil tarefa de fazer o manejo adequado do solo, que por sua condição natural já possui um grau de fragilidade natural intensificando-se com as práticas insustentáveis agrícolas e com o manejo inadequado (desmatamento, queimadas, etc.), o que provoca uma maior amplitude dos processos erosivos e conseqüentemente prejudica a condição de fertilidade e produtividade do solo.

Com relação aos rebanhos do município de Miraíma, verifica-se uma maior variedade de gêneros quando comparados aos da agricultura, destacando-se: os rebanhos bovinos, equinos, suínos, caprinos, ovinos, galos, frangas, frangos e pintos, galinhas, vacas ordenhadas. Abaixo coloco uma tabela de análise entre as quantidades de rebanhos nos anos de 2019 e de 2020, essa descrição está agrupada por rebanhos e quantidade de cabeças.

Tabela 12: Pecuária no município de Miraíma em 2019 e 2020.

Discriminação dos Rebanhos	Quantidade (Cabeças)	
	(2019)	(2020)
Bovino	12.076	9.642
Caprino	5.410	5.383
Equino	432	428
Galinácio	26.252	26.515
Ovino	8.762	8.718
Suíno	2.752	2.694
Apicultura	700 (kg)	720 (kg)
Aquicultura (tilápia)	121.000 (kg)	90.000 (kg)

Fonte: IBGE, Pecuária (2019 e 2020).

Em relação as atividades vinculadas à agropecuária que já foram citadas (lavoura permanente e temporária e pecuária) elas estão em áreas de depressão sertaneja, maciços residuais e em áreas da planície fluvial do rio Aracatiaçu. Esses lugares são normalmente preparados para o plantio a partir da utilização de técnicas rudimentares, o que acaba prejudicando a

fertilidade natural dos solos e qualidade dos recursos naturais. Enquanto as criações de ovinos e galinhas são realizadas nas propriedades da zona rural, já que estes animais em período de estiagem são mais fáceis de conviverem com as condições da rigidez do clima semiárido.

Nas atividades extrativistas, em Miraíma, podem-se destacar: à extração de madeiras utilizadas para lenha, tora, carvão vegetal, as fibras e a cera de carnaúba, explorados nas vastas áreas da depressão sertaneja e nas planícies fluviais. Um exemplo é o assentamento Vida Nova-Aragão em Miraíma-Ceará. Assim como descreve Paulino (2020).

A produção relativa à carnaúba consiste na remoção do pó das folhas para a produção de cera e é a principal atividade das famílias durante o segundo semestre dos anos, compondo a renda e sendo de extrema importância econômica, organizativa e social para a dinâmica das famílias e do assentamento. A criação e desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis para o manejo da carnaúba, bem como seu compartilhamento e viabilidade, é de interesse fundamental local e regional, tendo em vista que o nordeste brasileiro é uma região de grande exploração e uso das carnaúbas, principalmente em estados como o Piauí, Rio Grande do Norte e Ceará, o qual é o maior produtor de cera de carnaúba do país. Ademais, a palha da carnaúba ainda é usada para a confecção de artesanato como vassouras, bolsas e outros objetos artesanais. (PAULINO, 2020)

Colocando os dados abaixo e os principais recursos da extração vegetal e silvicultura no município de Miraíma nos anos de 2019 e 2020.

Tabela 13: Extração Vegetal e Silvicultura no município de Miraíma nos anos de 2019 e 2020.

Produtos	Quantidade Produzida		Valor da Produção (mil reais)	
	2019	2020	2019	2020
Cera em pó/carnaúba	38 (t)	37 (t)	477,00 R\$	569,00 R\$
Fibras/Carnaúba	13 (t)	13 (t)	33,00 R\$	34,00 R\$
Madeira/carvão vegetal	23 (t)	24 (t)	33,00 R\$	34,00 R\$
Madeiras/lenha	28.385 m ³	28.523 m ³	568,00 R\$	622,00 R\$
Madeiras/em tora	720 m ³	713 m ³	73,00 R\$	75,00 R\$

Fonte: IBGE, Extração Vegetal e Silvicultura (2019) e (2020)

Na análise entre os dados do ano de 2019 para o ano de 2020, houve uma pequena perda na quantidade produzida de recursos como a cera em pó/carnaúba e a madeira em tora, enquanto as fibras de carnaúba não houve diferenciação na sua produção, mas houve aumento no valor da produção de um ano para o outro, enquanto a madeira para o carvão, e a madeira

para lenha houve um aumento na produção e no valor do produto. Nesse caso, a interferência da ação humana no meio natural vem transformando os aspectos da vegetação natural. Este fato é consequência da atividade extrativista, introduzindo uma modificação no clima do solo (pedoclima), ocasionando a redução da umidade e o ressecamento e com maior intensidade e o aumento da temperatura do solo, além de intensificar os processos de escoamento superficial e da erosão.

Deste modo, as culturas implantadas pelos agricultores levam ao empobrecimento do solo que está exposto sem vegetação. O manejo inadequado do solo provoca cenários de degradação ambiental, sendo atribuída no caso específico aos desmatamentos indiscriminados destinados a prática extrativa, que é visto com frequência no município, viabilizando processos erosivos mais intensos do que os processos formadores de solo, as queimadas para o manejo do plantio levam a esterilização dos solos e facilita os processos de desertificação (PEREIRA E SILVA 2007).

A prática do extrativismo vegetal em Miraíma é bem comum, isso vai refletir nos assentamentos rurais no município, entre eles estão: Assentamento Caioca I, Nova Terra, Aragão, Mendes, Garrotão, Boa Vista/Pitombeira, Pedra Branca, Cacimbas, Poço da Onça, Tanques, Caioca dos Lopes, Caioca II, Santa Tereza, Carnaúbas, Fazenda Nova e Vida Nova-Aragão.

4.4 Impactos da desertificação no município de Miraíma

O município de Miraíma está localizado na bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, na região centro norte do estado do Ceará, macrorregião de planejamento de Sobral/Ibiapaba, na mesorregião do noroeste cearense e na microrregião de Sobral.

Segundo Pinto (1982) que observou a realidade da localidade e descreveu como era o contexto de Miraíma nos anos de 1980, neste período foi realizada uma caracterização porque estava ocorrendo uma transição na área, onde Miraíma estava deixando de ser distrito para se tornar município.

Miraíma é uma comunidade rural, localizada na via férrea da linha Norte, ficando entre Sobral e Itapipoca, no Estado do Ceará. Limita-se ao norte com o município de Carcará; ao sul, com o distrito de São Bento; a leste com o município de Itapipoca e a oeste com a cidade de Sobral. À distância para o município mais próximo, Itapipoca, é de 53 km. Referida comunidade tem uma população de aproximadamente 3.000 habitantes, assim distribuídos: 40% constituída de jovens e crianças, na faixa etária de 0 a 15 anos de idade; 30 % numa faixa que vai dos 16 a 30 anos; e 20% correspondente a pessoas com mais de 30 anos.

Nessa situação, podemos inserir a discussão de como está a conjuntura ambiental e seus impactos na região semiárida do Nordeste, principalmente na cearense onde está situado Miraíma. Esta localidade é definida pela influência das secas que é um fenômeno pertinente e dos processos de degradação da vegetação que a caatinga sofre por conta dos desmatamentos ou por outras práticas primárias.

Os problemas ambientais observados nessa região são resultantes de um processo histórico e geográfico de ocupações e transformações produzidas no território cearense ao longo do tempo, que por sua vez, estão inter-relacionadas com as condições naturais; as formas de uso e ocupação do solo e o manejo dos recursos naturais (SILVA & PEREIRA, 2007).

O território miraimense é composto por três unidades geoambientais: que são os maciços residuais e a planície fluvial que são em menor porção territorial da área; e a unidade com maior expressividade, caracterizada pelos sertões de Miraíma. Através desse fato podemos destacar que o espaço de estudo é bem homogêneo.

Para a perspectiva geossistêmica é importante apoiar a relação homem/meio e de que modo as condições socioeconômicas influenciam na dinâmica da desertificação na área.

As planícies fluviais, com características mais baixas e planas, são áreas submetidas a inundações periódicas durante a estação chuvosa, precariamente incorporada à rede hidrográfica, de solos geralmente profundos com problemas de salinização. São ambientes de transição com predominância da pedogênese e tendência a instabilidade. Também são propícias a prática de lavouras pela facilidade de acesso a água, mas nessas áreas há limitações nas habilidades extrativistas devido à proximidade com os rios.

Os maciços residuais são áreas dispersas pela depressão sertaneja derivadas de erosão diferencial em rochas muito resistentes formando relevos dissecados onde no caso deste município, variam na altitude, sendo uma característica do Sertão do Centro-Norte onde está Miraíma, onde há uma superfície aplainada de baixo nível altimétrico (ALENCAR, 2012).

Em relação aos recursos hídricos, este município tem um baixo potencial de recursos hídricos subterrâneos essas áreas encaixam-se em ambientes de transição, onde em suas regiões mais degradadas vai resultar na instabilidade, prejudicando a população com a falta de água e isso afeta no desempenho da economia local.

A partir dessa delimitação geoambiental do município podemos relatar que as condições atuais de uso e ocupação deste ambiente tem se dado de maneira indiscriminada e os impactos ambientais causadores deste fenômeno são a destruição da biodi-

versidade local, assoreamento dos rios, perdas por erosão das camadas superficiais de solos, além da compactação destes devido ao pisoteio do gado entre outras causas, isso tudo está contribuindo para a desertificação em Miraíma.

A destruição da biodiversidade local se manifestaria na perda do seu potencial de regeneração e com o desmatamento indiscriminado para a utilização como lenha nas residências, mas também em pequenos comércios, principalmente nesses últimos anos por conta do aumento do gás de cozinha, a degradação generalizada vêm contribuindo na redução da umidade do solo, diminuindo na evaporação e por fim nos níveis pluviométricos do local em processo de desertificação. Outros fatores que ocasionaram esse impulso estão ligados as próprias características físicas deste ambiente, como o clima semiárido e os solos deste município que normalmente são rasos.

No entanto, não é só os fatores físicos que contribuíram para essa realidade. Podemos acrescentar os fatores humanos que ajudam e alteram o ambiente, devido aos terrenos planos que é maioria nessa região, contribuindo com a prática da pecuária intensiva onde se fazia necessário o desmatamento de extensas áreas para a abertura de pasto para o gado, colaborando com o desgaste do solo, devido o atrito na hora da pastagem. A agropecuária e as práticas agrícolas inapropriadas, e o cultivo em fileiras nos terrenos onde há declives, acaba facilitando a erosão, com isso, a perda dos nutrientes do solo pela falta de práticas adequadas, outros manejos podem ampliar o processo de desertificação que já é notório em Miraíma, de acordo com o que observamos em campo.

De acordo com Araújo Filho (2015) os dados da distribuição dos solos e de uso e ocupação, observa-se que a pecuária é praticada em toda a extensão dos Planossolos, sendo o solo com maior expressividade em Miraíma e dos Luvisolos. A agricultura ocupa pequena parte do Luvisolos e dos Neossolos Litólicos. Cabe destacar a extração e manejo da carnaúba.

Em relação a vegetação do município ela se comporta de acordo com a dinâmica dos fatores físicos, principalmente por consequência dos efeitos da quadra chuvosa ou estação hídrica. Nas áreas com Argissolos, a cobertura vegetal é do tipo arbustiva arbórea, o que vai sofrer em decorrência das práticas agrícolas agressivas. Há uma predominância do mameleiro (*cróton sonderiauns*), nos locais com melhores solos, e a jurema preta (*mimosa tenuiflora*), nos locais com limitações edáficas (que limita a germinação), sobretudo, na fertilidade e na drenagem.

Entretanto nos locais com predominância de Planossolos, que é o caso de grande parte do município, estes são recobertos predominantemente por caatinga, além da ocorrência de afloramentos rochosos.

Em relação a cultura da criação de rebanhos na região do semiárido nordestino que é um fator histórico e geográfico, Miraíma está envolvida nessa circunstância, pois este quadro preocupa bastante em relação a degradação. A criação de caprinos e ovinos, se formos fazer uma comparação com bovinos, o impacto ambiental é menor, devido a alimentação e a composição da dieta desses animais, tendo uma menor intensidade e mais facilmente absorvido pelo solo e pela vegetação da pastagem.

O impacto do rebanho de caprinos e ovinos sobre a vegetação do município vai depender da preferência dos animais e da rotina da pastagem. Os caprinos têm preferência por uma vegetação do estrato lenhoso, sem a exclusão do consumo de plantas herbáceas, incluindo gramíneas, causado prejuízos à vegetação pelo consumo das cascas dos troncos de árvores e arbustos e pela remoção das plântulas das espécies arbóreas e arbustivas (ARAÚJO FILHO, 2015). Através disso, as mudanças na composição da vegetação podem resultar no desaparecimento das espécies lenhosas forrageiras, o que, em áreas de vegetação degradada, acelera o processo de desertificação.

Em áreas de caatinga, os ovinos influenciam nas mudanças da composição botânica do estrato herbáceo, com a redução da participação das gramíneas, mesmo em condições de pastoreio moderado. As gramíneas surgem no período da quadra chuvosa. Com a retirada dessa grama o solo acaba exposto e propenso a erosão.

Na ocupação da caatinga, ocorreu a implantação da pecuária e Miraíma também entrou nessa rota e este fato trouxe consigo a agricultura e a extração de madeira e as consequências dessas atividades foi o desmatamento indiscriminado, as queimadas e a extração de lenha sem reposição desse bioma. A agricultura do desmatamento e das queimadas é praticada nas áreas recobertas por Argissolos e Neossolos Litólicos. Esses solos estão localizados em área de relevo podendo ter uma variação de suave-ondulado a grande declividade. E os agricultores tem preferência por áreas perto de encostas para fazer seus roçados devido ao alagamento dessas terras durante o período chuvoso e isso vai contribuir para menor perda do produto na colheita.

Após relatar os danos físicos ocorridos no município, vamos expor os impactos da população, sejam sociais e econômicos sabemos que eles estão interligados. A população sofre com os efeitos da desertificação que influencia na agropecuária, que nota a diminuição dessa

produção, que vai interferir na economia, contribuindo para a pobreza, migração, diminuindo a qualidade de vida e entre outras consequências.

Miraíma está inserida nesse contexto de avanço da desertificação, contribuindo para uma localidade frágil e vulnerável ao período seco, convivendo com essa problemática, sem conseguir uma forma de amenizar os efeitos desse fenômeno e a pobreza, o que impactam a população. O comércio local, além de pequeno, depende da agropecuária que tem uma variação durante o ano, por conta do período de estiagem, que reflete com os efeitos da seca e a falta de água e alimentos para os animais.

Depois de todo esse relato, iniciou-se a criação de projetos com o objetivo de minimizar as consequências desse fenômeno que prejudica a localidade, como a distribuição de folhetos educativos que orientam os habitantes da área, além da elaboração de um plano de combate à desertificação que esclarece a problemática para a população principalmente a rural a reutilizar o solo de maneira mais consciente na tentativa de recuperar essas áreas degradadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação e a degradação das terras secas do município de Miraíma demonstram que o objetivo da pesquisa foi alcançado, ou seja, identificar as zonas susceptíveis à desertificação e as áreas em bom estado de conservação. Entretanto essa distinção indica a função dos diferentes usos e ocupações da terra e das situações ambientais cabíveis aos acontecimentos desse tipo de processo.

A observação da desertificação foi elaborada através da análise sistêmica a escolher como uma unidade dos sistemas ambientais para o diagnóstico geoambiental do local de estudo. Para esse propósito, houve um levantamento de dados e informações geoestatísticas e geocartográficas que foram apuradas em sistemas de informações como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IMA (Índice Municipal de Alerta), FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará) e entre outras fontes de pesquisa.

No caso dos sistemas ambientais, fizemos uma sondagem dos seus componentes geoambientais: Geologia, Geomorfologia, Climatologia, Pedologia, recursos hídricos e cobertura vegetal. A agregação desses componentes concedeu a delimitar e avaliar a competência da base dos sistemas ambientais (potencialidades e limitações de uso e ocupação), que ajudam na conservação e proteção dos recursos naturais, podendo favorecer no planejamento ambiental e ordenamento territorial do município de Miraíma.

Na pesquisa no município, observou-se a dinâmica e o uso e ocupação da área, e foi constatado a condição de conservação da vegetação, mas houve locais que foram impactados pela função das atividades econômicas em destaque a agricultura, a pecuária e o extrativismo vegetal, fazendo com que influenciem na degradação dos sertões.

A mata seca exhibe um estado de conservação moderado devido a sua altimetria, encontradas nas áreas de serras e em alguns maciços residuais, enquanto isso, grande parte da mata ciliar está degradada devido as intensas atividades do extrativismo e da agropecuária, enquanto a caatinga, possui várias condições de conservação de moderado a intensamente degradado. Mas os grandes impactos ambientais estão nos solos devido as atividades extrativistas, retirada da vegetação e queimadas, agricultura e pecuária extensiva.

Em contrapartida a ligação de uso e das atividades produtivas são muito baixas e as condições socioeconômicas da população é uma das menores do estado, o IDHM em comparação com outros municípios do Estado do Ceará chegou a ficar em último lugar, nota-se que

houve uma redução do PIB em algumas das atividades primárias como a agricultura e pecuária, que se observa uma queda da produção das atividades econômicas e em algumas um aumento no custo de sua produção, devido a este fato, houve um aumento do custo da área para cultivo, extração vegetal e criação de animais, tendo como déficit o custo da produção das atividades agropecuárias e extrativistas.

Essa pesquisa teve como objetivo o recorte espacial do município de Miraíma, objetivo que proporcionou entender a situação socioambiental da área de estudo e como podemos inserir dentro dos locais susceptíveis à desertificação no Estado do Ceará.

De acordo com a susceptibilidade à desertificação, é permitido conceder uma orientação para o uso e ocupação para o devido controle do processo de degradação/desertificação e conservação desses recursos naturais.

Os sistemas ambientais com alta susceptibilidade correspondem aos Sertões de Miraíma e as cristas residuais e inserlbergs. Nos Sertões, a degradação está relacionada às atividades da pecuária e extrativismo vegetal. Para atenuar essa degradação é aconselhado orientar a população com tecnologias adequadas com a convivência no semiárido, e elaborar maneiras para fiscalizar o manejo da vegetação. As cristas residuais e inserlbergs são áreas com declividades acentuadas, em que a vegetação deve ser preservada para evitar ações erosivas como deslizamentos de terra (movimentos de massa).

Nota-se que o sistema que expressa suscetibilidade baixa são as planícies ribeirinhas, essas áreas estão voltadas para o abastecimento hídrico para a população local, através deste fato manter a conservação da mata ciliar para proteger a área da erosão. Então as áreas mais susceptíveis à desertificação no município de Miraíma são os Sertões, por apresentarem características físicas semelhantes ao município vizinho, Irauçuba, como solos rasos, vegetação encontrada é a caatinga, favorecendo a erosão, além do histórico de uso e ocupação pela pecuária e extrativismo.

As cristas residuais e inserlbergs são mais susceptíveis por causa da declividade elevada e aos solos rasos, havendo um alto índice a desertificação. É essencial considerar as áreas moderadas dentro do município, como os Sertões de Miraíma e as Serras secas que, pelas características físicas e uso desordenado contínuo da terra, podem evoluir para o quadro de degradação intensa.

Identifica-se que a desertificação é uma temática persistente no que se refere aos assuntos relacionados com as questões ambientais. Sobretudo nos locais com clima semiárido no caso do Nordeste brasileiro, a degradação ambiental é capaz de provocar problemas como

a diminuição da biodiversidade, e a perda progressiva dos solos que vai contribuir para produzir infertilidade das terras, ocasionando empobrecimento da população.

Em relação a realidade do Estado do Ceará, foi criado um programa para combater a desertificação denominando de Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/CE, que vai constatar as áreas dos núcleos de desertificação de Irauçuba, Inhamuns e Médio Jaguaribe, que são os locais mais degradados.

No município de Mirafima, foram reconhecidas áreas degradadas susceptíveis à desertificação, o que é recomendado uma maior atenção aos municípios circunvizinhos e aos núcleos de desertificação, podendo incluir novas áreas referentes à expansão desse processo de desertificação. Apesar disso, para a inclusão de novas áreas seria necessário um amplo estudo de monitoramento ambiental com base de dados ambientais e sociais, isso significa que à utilização de indicadores a desertificação são adaptados a uma escala macrorregional, que possibilitasse verificar os avanços e recuos do processo de desertificação atuantes no Estado do Ceará.

As áreas semiáridas no contexto só têm a ganhar com estudos sobre essa temática, uma vez que demonstram a importância desses ambientes, nesses locais há um contingente populacional, havendo uma diversidade geoambiental imensurável. O sertão precisa de atenção pois é um território rico e com paisagens belíssimas, essenciais para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **O Domínio morfoclimático das caatingas brasileiras**. Geomorfologia, São Paulo, n°43, IGEOG-USP, 1974.

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ADEEL, Z.; SAFRIEL, U.; NIEMEIJER, D.; WHITE, R.; KALBERMATTEN, G.; GLANTZ, M.; SALEM, B.; SCHOLLES, B.; NIAMIR-FULLER, M.; EHUI, S.; YAPI-GNAORE, V. **Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación - un informe de la EM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio)**. Washington: WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2005.

ALENCAR, V. B. CRUZ, M. L. B. impactos sócio-espaciais oriundos do processo de desertificação: a dinâmica das unidades geoambientais e suas conseqüências no município de irauçuba-ce. **revista geonorte, edição especial**, v.1,n.4,p.721-729,2012

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. Cortez; 2011^a edição (1 janeiro 2005).

ARAÚJO, J. A. SOUSA, R. F. Abordagens sobre o processo de desertificação: uma revisão das evidências no Rio Grande do Norte. **Geosul**, Florianópolis, v. 32, n. 65, p. 122-143, set./dez. 2017.

ARAÚJO, J. A. SOUSA, R. F. **Uma análise comparativa das percepções sobre a desertificação entre habitantes das áreas rural e urbana em um município de região semi-árida no Brasil**. Redes (St. Cruz Sul, Online), v.25, n.3, p. 1352-1370, setembro-dezembro, 2020.

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.

BNB. **Informações Socioeconômicas municipais**. <https://www.bnb.gov.br/etene/informacoes-socioeconomicas/relatorios-prodeter/ceara>, acessado dia 06 de maio de 2022.

BEEKMAN, G. B. El programa combate a la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía em América del Sur IICA / BID. In: ABRAHAM, E. M; BEEKMAN, G.B. (orgs). **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. Argentina. Editora Martín Fierro, 2006.

BELÉM, R. A. **Conceitos básicos da geologia e geomorfologia no contexto dos aspectos fisiográficos de Montes Claros e Norte de Minas Gerais**. Revista Cerrados, vol.10, n° 1, 2012. p. 154-176.

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

CARVALHO.V.C. de. **Abordagem multiescalar para o monitoramento de indicadores do processo de desertificação.** Anais do X SBSR, Foz do Iguaçu, p. 1539-1551, 2001.

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

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

CEZÁRIO, A. R. V. **Degradação ambiental e suscetibilidade à desertificação no município de Tejuçuoca Ceará - brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia), - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Bacia Hidrográfica do Litoral – Histórico.** Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/gestao-181-participativa/comites-de-bacias/comite-da-bacia-hidrografica-do-litoral/historico/>. Acessado 11 de maio de 2022.

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

CONTI, J. B. **A desertificação como problema ambiental.** In: III Simpósio de Geografia Física Aplicada Nova Friburgo. 1989. p. 189-194.

CPRM. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: Diagnóstico do município de Mirafima.** Fortaleza: CPRM, 1998. https://rgeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/16596/1/Rel_Mira%C3%ADma.pdf , acessado no dia 21 de outubro de 2021.

COSTA. A. H. G; PALHARES, R. H; HERMANO, V. M. Análise da dinâmica climática na mesorregião norte de Minas Gerais: período 1990 a 2021. F383g Ferreira, Gustavo Henrique Cepolini; Costa, Luis Ricardo Fernandes da (orgs.). **A geografia do Norte de Minas Gerais: reflexões e preposições.** São Paulo: Entremares, 2022.

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.

DANTAS, E. W. C. Mar à vista [livro eletrônico]: **estudo da maritimidade em Fortaleza** / Eustógio Wanderley Correia Dantas. 3. ed. -- Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

FACUNDO, A. L. Frota. A. F. M. O processo de desertificação no núcleo de Irauçuba, Ceará: fatores ambientais, uso e ocupação do solo. **Caderno Intersaberes** - v. 9, n. 20 – 2020.

FERREIRA, Y. B. **Balanço hídrico climatológico como ferramenta de análise hidroclimática de núcleos de susceptibilidade a desertificação.** Dissertação (Mestrado

em Geografia), - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

FUNCEME. Ações de recuperação de área degradada realizadas pela Funceme proporcionam melhoria na qualidade de vida em comunidade de Jaguaribe. Fortaleza, 2019. Disponível em: < <http://www.funceme.br/?p=5113>> acessado no dia 06 de maio de 2022.

FUNCEME. Zoneamento ecológico-econômico das áreas susceptíveis à desertificação do estado do Ceará: Núcleo I – Irauçuba Centro-Norte. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2015. Disponível em: <http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2019/02/LIVRO-FUNCEMEIRAU%C3%87UBA-LIVRO.pdf>. Acessado no dia 07 de maio de 2022.

FUNCEME. Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre o Nordeste. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=967>, acessado no dia 08 de maio de 2022.

GOIS, D. V. Cenários de risco à desertificação no semiárido sergipano. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

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.

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.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha municipal (Censo 2010), 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/miraima/panorama>, acessado no dia 20 de outubro de 2021.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/miraima/pesquisa/18/16459>, acessado no dia 16 de maio de 2022.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/miraima/pesquisa/16/12705?ano=2020> , acessado no dia 18 de maio de 2022.

Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: Ipece, 2020. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2020/12/IDM_2018.pdf, acessado em 24 de maio de 2022.

IPECE. Perfil Básico Municipal Miraima, 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Miraima_2017.pdf, acessado no dia 20 de outubro de 2021.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE 2021 Índice Municipal de Alerta / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: IPECE, 2021.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – **IPECE 2020 Índice Municipal de Alerta** / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: IPECE, 2020.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – **IPECE 2019 Índice Municipal de Alerta** / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: IPECE, 2019.

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

JURCA, J. **Classificações Climáticas: variações temporo-espaciais e suas aplicações nos livros didáticos e como subsídio ao zoneamento agroclimático**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, Presidente Prudente, 2005.

LEITE, J. P. A; SÁ, L. N. ROCHA FILHO, G. B. **Fatores climáticos atuantes no semiárido de Pernambuco: uma abordagem didática da geografia em sala de aula**. IJET-PDVL, Recife, v.4, n.2 p. 14-32, Maio/Setembro-2021.

LESSA, L. C. R. **Instabilidade pluviométrica versus produção agrícola em áreas sujeitas a desertificação no semiárido cearense: os casos de Arneiroz e Miraíma**. Monografia (graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

LOPES, L. S. O. SOARES, R. C. Desertification susceptibility of Gilbués (Piauí State) and Cabrobó (Pernambuco State) drylands, in northeastern Brazil. **Revista Geográfica de América Central** N° 56 ISSN 1011-484X, enero-junio 2016. 307-323.

LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico físico-conservacionista como aporte para a análise da degradação no médio curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu (CE) – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia), - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

LUCENA, M. S. Aspectos ambientais das áreas susceptíveis à desertificação e características socioambientais do núcleo de desertificação do Seridó do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB). **Revista HOLOS**, Ano 35, v.5, e3938, 2019.

LUDWIG, J. A; TONGWAY. Desertification in Australia: na eye to grass roots and landscapes. In: Mouat, D. A; Hutchinson, C. F. (org.). **Desertification in Developed Countries**. Kluwer Academic Publishers, 1995.

MANZANO, M. G.; NÁVAR, J. (2000). **Process of desertification by goats overgrazing in the Tamaulipan thornscrub in North-eastern Mexico**. Journal of Arid Environments, v. 44, p. 1-17.

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

MATALLO JUNIOR, H. (2009). **Glossário de Termos e Conceitos usados no Contexto da UNCCD**. Brasília: MMA.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. – Brasília: UNESCO, 2001. 80p.

MEDEIROS, J. E. S. PAZ, A. R. **Avaliação de um conjunto de índices na identificação do risco de ocorrência de desertificação na sub-bacia Taperoá-PB** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 40, n. 4, p. 987 – 1104, 2021.

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

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. E; et al. Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade Urbano Regional. In: **X EGAL**, 2005, SÃO PAULO. ANAIS DO X EGAL. SÃO PAULO: ANPEGE/AGB/USP, 2005.

NASCIMENTO, F. Método e operacionalidade na relação ambiental entre Bacias Hidrográficas e áreas susceptíveis à desertificação na América Latina e Brasil. **Revista do Núcleo de meio ambiente da UFPA**. V. 2, N.1, 2017.

NASCIMENTO, F. R. SAMPAIO, J. L. F. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2004/2005.

NASCIMENTO, S. P. G. SILVA, J. M. Impactos ambientais da produção vegetal no processo de desertificação do semiárido alagoano: o caso de Ouro Branco-AL. **Revista Ciência Agrícola**. Número Especial – I Encontro Regional de Estudos Agroambientais, 2018.

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. Sistemas ambientais de Santiago - Cabo Verde (África): indicadores biofísicos de desertificação. In: OLIVEIRA, V.P.V.; GOMES, I.G.; BAPTISTA, I; RABELO, L.S. (org.). **Cabo Verde: análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas**. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

PAULINO, L. C. PEREIRA, A. V. A. CARDOSO, F. E. N. OLIVEIRA, L. B.; MOREIRA, M. L. S. Os saberes em diálogo: o manejo sustentável da carnaúba no assentamento Vida Nova - Aragão, em Miraíma – Ceará. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.

Plano municipal de saneamento básico – PMSB. Município de Miraíma- Ce, 2019. https://aprece.org.br/wp-content/uploads/2019/11/aprece-associacao-dos-municipios-do-estado-do-ceara_pmsb-miraima.pdf acessado no dia 06 de maio de 2022.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da caatinga** / editores Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli, José Maria Cardoso da Silva; prefácio de Marcos Luiz Barroso Barros. – Recife : Ed. Universitária da UFPE, 2003

PEREZ-MARÍN, A. M., CAVALCANTI, A. DE M. B. Y MEDEIROS, S. S. DE, TINOCO, L. B. DE M. Y SALCEDO, I. H. (2012). Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**. Brasília, 17(34), 87-106.

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

PETERSEN, J. F.; SACK, D.; GABLER, R. E. **Fundamentos de Geografia Física**. Tradução: VISCONTI, S. A.; NASCIMENTO, T. H. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PINTO, Maria Assunção Oliveira. **Visão Analítica do Serviço Social na Zona Rural**. 1982. 32 f. Monografia (Graduação em Serviço Social) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 1982.

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

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

REIS, A. P. L. SILVA, M. A. F. S. MAIA, A. L. V. SILVA JÚNIOR, J. M. T. SABÓIA, L. R. M. **Levantamento florístico das espécies nativas da caatinga do estado do Ceará**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v.4, n.3, p. 3060-3078 jul./set. 2021.

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**. GEOUSP. Espaço e Tempo, São Paulo, n° 11, p. 115-126, 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B. ARAÚJO, M. S. B. SAMPAIO, Y. S. B. Propensão à desertificação no semiárido brasileiro. Revista de Geografia, do programa de Pós-graduação em geografia da UFPE. V. 2, n° 2, 2005.

SILVA, É. G. B da. **Degradação das Terras Secas nos Sertões de Santa Quitéria e Independência – Ceará: Contribuições ao Monitoramento Ambiental**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2018.

SILVA, E. V. da.; PEREIRA, R. C. M.. Problemas Ambientais e Unidades de Conservação no Ceará. In: SILVA, José Borzacchielloda. et al. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 211-229.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 198p. (tese) – Universidade do Rio Grande do Sul, 2008.

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

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 PósGraduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

VALLADARES, G. S. JÚNIOR, A. F. R. AQUINO, C. M. S. Soils characterization in the desertification nucleus of Gilbués, Piauí, Brazil, and their relationship with degradation processes. **Revista: Physis Terrae**, Vol. 2, nº 1, 2020.

ZANELLA, M. E.; COSTA, M. C. L. ; PANIZZA, A. ; ROSA, S. V. . Vulnerabilidade socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E.W.; COSTA, MC.L.. (Org.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009, v. 01, p. 191-215. https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Miraima_2017.pdf, acessado no dia 20 de outubro de 2021. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/miraima.html>, acessado no dia 04 de maio de 2022.